

CATALOG PTAB PRODUSE STANDARDIZATE

Catalog tehnic privind modalitatea de standardizarea posturilor de transformare în anvelopă de beton

Ing. Liviu-Cornel POPA
01.06.2026

Drepturi de autor și utilizarea catalogului

© 2026 Liviu-Cornel POPA. Toate drepturile rezervate.

Prezentul catalog PTAB, inclusiv structura de codificare, textele tehnice, descrierile produselor, tabelele, schemele, imaginile, fișele de produs, anexele, logigramele, formularele, modelele de verificare, explicațiile tehnice, precum și modul de organizare a informațiilor, constituie o operă/documentație tehnică protejată de legislația aplicabilă în materia dreptului de autor și a drepturilor conexe.

Titularul drepturilor declară și rezervă în mod expres toate drepturile patrimoniale și morale asupra conținutului catalogului, precum și asupra oricăror actualizări, revizuirii, extrase, adaptări, traduceri, baze de date, selecții și aranjamente ale conținutului.

Este interzisă, fără acordul scris prealabil al titularului, orice reproducere, copiere, scanare, distribuire, publicare, transmitere, încărcare pe platforme informatice, modificare, adaptare, traducere, extragere sistematică de conținut, reambalare, reutilizare în documentații concurente sau integrare în baze de date, aplicații software, oferte, caiete de sarcini ori materiale comerciale.

Utilizarea catalogului este permisă exclusiv în scopul analizării, ofertării, achiziției, proiectării, avizării, recepției, exploatării și mentenanței PTAB, în limitele documentului transmis și numai pentru procedura, proiectul sau raportul contractual pentru care catalogul a fost pus la dispoziție.

Nicio dispoziție din prezentul catalog nu transferă, cesionează sau licențiază utilizatorului vreun drept de autor, drept asupra bazei de date, drept asupra mărcilor, desenelor, modelelor, know-how-ului, secretelor comerciale ori altor drepturi de proprietate intelectuală.

Este permisă numai citarea limitată a unor extrase, în măsura permisă de lege, cu indicarea completă a sursei, a titularului, a denumirii documentului, a versiunii și a datei, fără afectarea exploatării normale a operei și fără prejudicierea intereselor legitime ale titularului.

În cazul utilizării neautorizate, titularul își rezervă dreptul de a solicita încetarea utilizării, retragerea materialelor, repararea prejudiciului, despăgubiri și orice alte măsuri prevăzute de lege.

Titular drepturi: Liviu-Cornel POPA

Document: Catalog PTAB – Produse standardizate

Versiune: V0.0

Data: 01.06.2026

Contact: liviu.popa@relatiiclienti.eu, 0770903710

CUPRINS

1. Scopul catalogului	14
2. Domeniul de aplicare.....	15
2.1. Clase standard de putere	15
2.2. Tipuri de acces.....	16
2.3. Tipuri constructive	16
2.4. Amplasament PTAB.....	16
2.5. Transformatoare	17
2.6. Motorizare, automatizare și integrare SCADA	17
2.7. Tipuri de lucrări.....	17
2.8. Limitări	18
2.9. Alte	18
3. Terminologie standardizată	18
3.1. Abrevieri generale	18
3.2. Termeni privind anvelopa PTAB	19
3.3. Termeni privind amplasarea	20
3.4. Clase de putere PTAB	20
3.5. Termeni privind transformatoarele	21
3.6. Termeni privind echipamentele MT.....	21
3.7. Termeni privind TDRI și echipamentele JT	22
3.8. Termeni privind motorizarea, automatizarea și SCADA.....	23
3.9. Termeni privind siguranța electrică și exploatarea	23
3.10. Termeni privind ventilația, condensul și mediul interior.....	24
3.11. Termeni privind parametrii constructivi și de mediu.....	25
3.12. Termeni privind gradele de protecție și materiale electroizolante.....	25
3.13. Termeni privind protecția la incendiu și situații de avarie.....	26
3.14. Termeni privind mentenanța și exploatarea	26
3.15. Termeni privind configurațiile standard și condiționate	27
3.16. Termeni privind codificarea	27
4. Structura codului standard PTAB.....	28
4.1. Reguli generale de codificare	28
4.2. Cod clasă de putere.....	29
4.3. Cod acces.....	29
4.4. Cod construcție	30
4.5. Cod amplasare	30
4.6. Cod transformator	31
4.7. Cod TDRI	31
4.8. Cod nivel de motorizare, automatizare și integrare SCADA - MS.....	32
4.9. Reguli de compatibilitate între câmpurile codului.....	33

4.10. Exemple de coduri standard	33
4.11. Reguli privind utilizarea codului în documentații	34
4.12. Reguli privind revizuirea codurilor	34
5. Configurații standard PTAB.....	34
5.1. Principii generale de selecție	35
5.2. Tabel general al configurațiilor standard.....	35
5.3. Configurații standard pentru clasa L1 - 16-63 kVA	36
5.4. Configurații standard pentru clasa L2 - 100-250 kVA.....	37
5.5. Configurații standard pentru clasa M1 - 400-630 kVA.....	38
5.6. Configurații standard pentru clasa M2 - 800-1600 kVA.....	40
5.7. Configurații standard pentru clasa H1 - 2000-3150 kVA.....	41
5.7.1. Configurații H1 standard.....	41
5.8. Matrice sintetică de selecție a configurației.....	42
5.9. Configurații opționale justificate	43
5.10. Configurații care nu se includ în lista standard	43
5.11. Reguli privind completarea codului de bază.....	43
5.12. Reguli privind alegerea între variante similare	43
5.13. Cerințe minime comune configurațiilor standard	44
5.14. Concluzie privind configurațiile standard.....	44
6. Matricea de selecție rapidă	44
6.1. Matrice generală de selecție rapidă.....	45
6.2. Reguli rapide de alegere după putere.....	46
6.3. Reguli rapide de alegere după tipul de acces.....	46
6.4. Reguli rapide de alegere după tipul constructiv	46
6.5. Reguli rapide de alegere după amplasare.....	46
6.6. Reguli rapide de alegere după tipul transformatorului	47
6.7. Reguli rapide de alegere TDRI	47
6.8. Reguli rapide de alegere a nivelului MS.....	48
6.9. Matrice de selecție după scenariu uzual.....	48
6.10. Matrice de avertizare pentru configurații condiționate	49
6.11. Matrice rapidă de compatibilitate transformator – PTAB.....	49
6.12. Matrice rapidă de compatibilitate acces – clasă PTAB.....	49
6.13. Matrice rapidă de compatibilitate amplasare – clasă PTAB	49
6.14. Regula de selecție în caz de conflict.....	50
6.15. Concluzie privind utilizarea matricei.....	50
7. Clase standard de anvelopă	50
7.1. Clase standard de anvelopă	51
7.2. Clasa L1 – anvelopă compactă opțională 16–63 kVA.....	53
7.3. Clasa L2 – anvelopă 100–250 kVA	53
7.4. Clasa M1 – anvelopă 400–630 kVA.....	55

7.5. Clasa M2 – anvelopă 800–1600 kVA.....	56
7.6. Clasa H1 – anvelopă 2000–3150 kVA.....	57
7.7. Parametri constructivi standard.....	58
7.8. Parametri de acces și exploatare	58
7.9. Parametri de ventilație și control condens.....	59
7.10. Parametri de siguranță electrică.....	59
7.11. Parametri de protecție la incendiu.....	59
7.12. Parametri de monitorizare și integrare MS.....	60
7.13. Gabarite orientative și reguli de dimensionare	60
7.14. Reguli privind anvelopele standard de piață	61
7.15. Cerințe comune tuturor claselor de anvelopă	61
7.16. Cerințe suplimentare pentru anvelope cu acces interior.....	61
7.17. Concluzie privind clasele standard de anvelopă	62
8. Clase standard TDRI.....	62
8.1. Principiul de codificare TDRI	62
8.2. Calculul orientativ al curentului pe partea JT.....	63
8.3. Clase standard TDRI.....	63
8.4. Clase TDRI după tipul de exploatare.....	64
8.5. Corelarea TDRI cu puterea transformatorului.....	64
8.6. Reguli de alegere a TDRI	65
8.7. TDRI și întreruptorul general JT.....	65
8.8. Bare JT și conexiuni.....	66
8.9. Plecări JT	66
8.10. Bară PE, bară N și legături echipotențiale.....	66
8.11. TDRI și nivelurile MS.....	67
8.12. TDRI pentru PTAB cu acces exterior și acces interior	67
8.13. TDRI pentru configurații cu transformator în ulei	67
8.14. TDRI pentru configurații cu transformator uscat.....	68
8.15. TDRI pentru configurații OLTC.....	68
8.16. Cerințe minime comune tuturor claselor TDRI.....	68
8.17. Cerințe de declarare în fișa tehnică TDRI.....	69
8.18. Reguli privind extinderea TDRI.....	69
8.19. Configurații TDRI neacceptate	69
8.20. Exemple de coduri complete cu TDRI.....	70
8.21. Concluzie privind clasele standard TDRI.....	70
9. Niveluri standard de motorizare și SCADA	70
9.1. Principii generale	71
9.2. Niveluri standard MS.....	71
9.3. Nivel MS0 – fără motorizare / fără SCADA.....	71
9.4. Nivel MS1 – motorizare locală	72

9.5. Nivel MS2 – motorizare + teleindicații.....	73
9.6. Nivel MS3 – motorizare + telecomandă SCADA.....	74
9.7. Nivel MS4 – automatizare avansată / Smart Grid.....	75
9.8. Matricea parametrilor minimi pe nivel MS	76
9.9. Corelarea nivelurilor MS cu clasele PTAB.....	77
9.10. Corelarea nivelurilor MS cu TDRI.....	77
9.11. Corelarea nivelurilor MS cu tipul transformatorului.....	78
9.12. Corelarea nivelurilor MS cu amplasarea.....	78
9.13. Corelarea nivelurilor MS cu accesul.....	78
9.14. Comunicații	79
9.15. Alimentare auxiliară și UPS.....	79
9.16. Cybersecurity	79
9.17. Date, semnale și telemetrie	80
9.18. Reguli privind comanda locală și telecomanda.....	80
9.19. Reguli privind integrarea SCADA.....	81
9.20. Reguli pentru configurații speciale	81
9.21. Configurații MS neacceptate	81
9.22. Exemple de coduri cu nivel MS.....	82
9.23. Concluzie privind nivelurile MS.....	82
10. Matrice transformator - PTAB	82
10.1. Legendă de compatibilitate	83
10.2. Matrice generală transformator – clasă PTAB.....	83
10.3. Reguli generale de compatibilitate.....	84
10.4. Matrice transformator – acces PTAB.....	84
10.5. Matrice transformator – amplasare.....	85
10.6. Matrice transformator – nivel MS.....	85
10.7. Matrice transformator – TDRI orientativ	86
10.8. Reguli pentru transformatoare în ulei.....	86
10.9. Reguli pentru transformatoare uscate	87
10.10. Reguli pentru transformatoare OLTC.....	87
10.11. Compatibilitatea transformatoarelor cu accesul interior	88
10.12. Compatibilitatea transformatoarelor cu amplasamente subterane	88
10.13. Configurații transformator – PTAB neacceptate.....	88
10.14. Exemple de coduri transformator – PTAB	89
10.15. Concluzie privind matricea transformator – PTAB	89
11. Reguli de alegere a configurației.....	90
11.1. Reguli generale	90
11.2. Etapele de alegere a configurației	91
11.3. Reguli pentru alegerea clasei de putere.....	91
11.4. Reguli pentru alegerea tipului de acces	91

11.5. Reguli pentru alegerea tipului constructiv	92
11.6. Reguli pentru alegerea amplasării	93
11.7. Reguli pentru alegerea transformatorului.....	94
11.8. Reguli pentru alegerea TDRI.....	95
11.9. Reguli pentru alegerea nivelului MS.....	95
11.10. Reguli pentru protecția la arc intern	96
11.11. Reguli pentru ventilație și control condens	96
11.12. Reguli pentru retenția uleiului	97
11.13. Reguli pentru protecția la incendiu.....	97
11.14. Reguli pentru acces, mentenanță și înlocuire echipamente.....	97
11.15. Reguli pentru alegerea configurației L1	97
11.16. Reguli pentru alegerea configurației L2	98
11.17. Reguli pentru alegerea configurației M1.....	98
11.18. Reguli pentru alegerea configurației M2.....	98
11.19. Reguli pentru alegerea configurației H1	99
11.20. Configurații condiționate.....	99
11.21. Configurații neacceptate	100
11.22. Regula de selecție în caz de conflict	100
11.23. Documentarea alegerii configurației	100
11.24. Concluzie privind alegerea configurației	101
12. Parametri obligatorii comuni tuturor configurațiilor	101
12.1. Tabel general al parametrilor obligatorii comuni.....	101
12.2. Compartimente obligatorii.....	102
12.3. Sistem de legare echipotențială și bară PE	103
12.4. Protecția la atingere directă și indirectă.....	104
12.5. Grad minim IP și protecție mecanică	104
12.6. Protecția mecanică a barelor și conexiunilor.....	105
12.7. Protecția la deschiderea accidentală a compartimentelor	105
12.8. Etanșarea cablurilor, trecerilor și rosturilor.....	106
12.9. Protecția împotriva rozătoarelor, insectelor și accesului neautorizat.....	106
12.10. Marcaje de securitate și marcaje de exploatare	106
12.11. Iluminat interior.....	107
12.12. Ventilație și evacuarea căldurii.....	107
12.13. Controlul condensului.....	108
12.14. Retenția uleiului	108
12.15. Protecția la incendiu.....	109
12.16. Protecția la arc intern și depresurizarea.....	109
12.17. Acces, exploatare și mentenanță	109
12.18. Cerințe de compatibilitate tehnică	110
12.19. Documentație obligatorie.....	110

12.20. Matrice minimă de conformitate.....	111
12.21. Configurații neconforme cu parametrii comuni	111
12.22. Concluzie privind parametrii comuni.....	112
13. Parametri dielectrice standard.....	112
13.1. Principii generale	112
13.2. Tabel general al parametrilor dielectrice.....	113
13.3. Nivelul de izolație MT	113
13.4. Distanțe fază-fază	114
13.5. Distanțe fază-pământ	114
13.6. Distanțe de fugă.....	114
13.7. CTI minim al materialelor electroizolante	115
13.8. Controlul condensului din perspectiva dielectrică.....	115
13.9. Bariere izolante	116
13.10. Separarea MT/JT.....	117
13.11. Protecția împotriva depunerilor conductive.....	117
13.12. Protecția dielectrică în PTAB cu acces interior	117
13.13. Protecția dielectrică în PTAB semiîngropate și subterane.....	118
13.14. Protecția dielectrică pentru TDRI	118
13.15. Protecția dielectrică pentru transformatoare uscate	119
13.16. Protecția dielectrică pentru transformatoare în ulei.....	119
13.17. Protecția dielectrică pentru configurații OLTC	119
13.18. Încercări, verificări și documente de conformitate	119
13.19. Configurații neconforme din punct de vedere dielectric.....	120
13.20. Concluzie privind parametrii dielectrice	120
14. Parametri de finisaje standard.....	121
14.1. Tabel general al parametrilor de finisaje standard.....	121
14.2. Finisaj exterior.....	121
14.3. Finisaj interior	122
14.4. Culoare exterioară.....	122
14.5. Protecție UV	123
14.6. Protecție anti-graffiti.....	123
14.7. Hidrofobizare	124
14.8. Protecție anticorozivă.....	124
14.9. Clase de coroziune	125
14.10. Durata minimă de viață a finisajelor.....	125
14.11. Finisaje pentru PTAB supraterane	126
14.12. Finisaje pentru PTAB semiîngropate.....	126
14.13. Finisaje pentru PTAB subterane.....	126
14.14. Finisaje pentru PTAB cu acces interior.....	127
14.15. Finisaje pentru uși, capace, grile și elemente metalice	127

14.16. Finisaje și marcaje	127
14.17. Finisaje și mentenanță	128
14.18. Cerințe de recepție pentru finisaje	128
14.19. Documentație obligatorie pentru finisaje.....	128
14.20. Configurații neconforme privind finisajele.....	129
14.21. Concluzie privind parametri de finisaje standard	129
15. Parametri de securitate fizică și acces.....	129
15.1. Tabel general al parametrilor de securitate fizică și acces	130
15.2. Principii generale de securitate fizică.....	131
15.3. Închidere cu cheie și yale securizate	131
15.4. Protecție anti-efracție.....	131
15.5. Protecție anti-vandalism	132
15.6. Control acces electronic.....	132
15.7. Senzori de ușă, capac și trapă.....	133
15.8. Semnalizare pericol electric.....	134
15.9. Marcaje ale zonelor periculoase.....	134
15.10. Marcaje de exploatare.....	134
15.11. Iluminat interior.....	135
15.12. Culoar de exploatare și acces operator.....	135
15.13. Protecția împotriva deschiderii accidentale a compartimentelor.....	136
15.14. Interblocări.....	136
15.15. Securitatea echipamentelor de automatizare, comunicații și SCADA.....	137
15.16. Securitatea ușilor, capacelor, trapelor și grilelor	137
15.17. Accesul la PTAB subterane și semiîngropate	137
15.18. Accesul pentru intervenție de urgență	138
15.19. Corelarea securității fizice cu nivelurile MS	138
15.20. Corelarea securității fizice cu tipul de acces.....	139
15.21. Corelarea securității fizice cu amplasarea.....	139
15.22. Cerințe pentru infrastructură critică.....	139
15.23. Cerințe de documentare.....	140
15.24. Cerințe de recepție	140
15.25. Configurații neconforme privind securitatea fizică și accesul	140
15.26. Concluzie privind parametri de securitate fizică și acces.....	141
16. Parametri de mentenanță și exploatare.....	141
16.1. Tabel general al parametrilor de mentenanță și exploatare	142
16.2. Principii generale de mentenanță.....	143
16.3. Accesul pentru mentenanță	143
16.4. Extracția transformatorului fără demolarea anvelopei.....	144
16.5. Acces macara și echipamente de ridicare.....	144
16.6. Mentenanța compartimentului MT	144

16.7. Mentenanța compartimentului JT și TDRI	145
16.8. Mentenanța transformatorului.....	145
16.9. Mentenanța sistemului de ventilație	146
16.10. Mentenanța sistemului de control condens.....	146
16.11. Mentenanța sistemului de retenție ulei.....	147
16.12. Monitorizare în exploatare	147
16.13. Exploatarea locală	148
16.14. Exploatarea de la distanță.....	148
16.15. Reguli de mentenanță pe nivel MS.....	148
16.16. Reguli de mentenanță pe tip de acces	149
16.17. Reguli de mentenanță pe amplasare.....	149
16.18. Periodicitatea mentenanței	149
16.19. Curățare și întreținere curentă	150
16.20. Mentenanța marcajelor, finisajelor și elementelor de securitate	150
16.21. Mentenanța sistemului de protecție la incendiu.....	150
16.22. Mentenanța protecției la arc intern și depresurizare.....	151
16.23. Mentenanța legării echipotențiale și a PE	151
16.24. Documente obligatorii de exploatare și mentenanță.....	151
16.25. Registrul de exploatare și istoricul intervențiilor	152
16.26. Piese de schimb și consumabile.....	152
16.27. Recepția din perspectiva mentenanței și exploatării.....	152
16.28. Configurații neconforme privind mentenanța și exploatarea.....	153
16.29. Concluzie privind parametrii de mentenanță și exploatare.....	153
17. Configurații interzise sau condiționate	154
17.1. Categoriile de regim.....	154
17.2. Tabel centralizator al configurațiilor interzise, condiționate și opționale	155
17.3. Configurații interzise privind clasa de putere și accesul.....	158
17.4. Configurații interzise sau condiționate privind tipul constructiv	158
17.5. Configurații interzise sau condiționate privind amplasarea	159
17.6. Configurații interzise sau condiționate privind transformatorul.....	160
17.7. Configurații interzise sau condiționate privind TDRI	161
17.8. Configurații interzise sau condiționate privind nivelul MS	162
17.9. Configurații interzise privind accesul interior	163
17.10. Configurații interzise privind protecția electrică și dielectrică.....	164
17.11. Configurații interzise privind protecția la arc intern.....	164
17.12. Configurații interzise privind protecția la incendiu	164
17.13. Configurații interzise privind securitatea fizică.....	164
17.14. Configurații interzise privind mentenanța și exploatarea.....	165
17.15. Configurații interzise privind finisajele și durabilitatea.....	165
17.16. Configurații interzise privind documentația.....	165

17.17. Configurații optionale justificate	166
17.18. Configurații condiționate standardizate	166
17.19. Configurații neacceptate fără avizare expresă.....	166
17.20. Reguli de analiză a configurațiilor condiționate	167
17.21. Regula de prevalență a cerinței mai restrictive	167
17.22. Matrice de respingere rapidă.....	167
17.23. Matrice de condiționare rapidă.....	168
17.24. Cerințe de avizare pentru configurații condiționate.....	168
17.25. Cerințe minime pentru soluții provizorii.....	169
17.26. Documentarea configurațiilor interzise/ condiționate în matricea de conformitate....	169
17.27. Concluzie privind configurațiile interzise sau condiționate	170
18. Avantaje ale utilizării catalogului	170
18.1. Avantaje generale.....	170
18.2. Avantaje pentru beneficiar / operatorul de distribuție.....	170
18.3. Avantaje pentru proiectare	171
18.4. Avantaje pentru achiziții și ofertare	171
18.5. Avantaje pentru execuție și montaj	171
18.6. Avantaje pentru exploatare.....	172
18.7. Avantaje pentru mentenanță.....	172
18.8. Avantaje privind siguranța personalului	172
18.9. Avantaje privind protecția la incendiu	173
18.10. Avantaje privind protecția dielectrică.....	173
18.11. Avantaje privind TDRI	173
18.12. Avantaje privind nivelurile MS.....	174
18.13. Avantaje privind interoperabilitatea.....	174
18.14. Avantaje privind costurile.....	174
18.15. Avantaje privind recepția tehnică.....	175
18.16. Avantaje privind documentația tehnică	175
18.17. Avantaje privind configurațiile condiționate	175
18.18. Avantaje privind digitalizarea și evidența activelor.....	176
18.19. Avantaje privind instruirea personalului	176
18.20. Avantaje privind durabilitatea și durata de viață.....	176
18.21. Avantaje privind protecția mediului.....	177
18.22. Avantaje privind calitatea ofertelor	177
18.23. Avantaje privind managementul riscului	177
18.24. Avantaje privind dezvoltarea ulterioară a rețelei	177
18.25. Avantaje privind standardizarea limbajului tehnic.....	178
18.26. Avantaje privind auditul și controlul conformității.....	178
18.27. Avantaje privind relația cu furnizorii.....	178
18.28. Avantaje privind actualizarea viitoare a standardului.....	178

18.29. Sintează a avantajelor principale.....	179
18.30. Concluzie privind avantajele utilizării catalogului.....	179
19. Utilizarea în caietele de sarcini.....	180
19.1. Principii obligatorii pentru utilizarea catalogului în caietele de sarcini	180
19.2. Regula „sau echivalent”	180
19.3. Structura minimă a caietului de sarcini PTAB.....	181
19.4. Definirea obiectului achiziției	182
19.5. Coduri CPV orientative.....	182
19.6. Legislație și reglementări aplicabile.....	183
19.7. Standardele tehnice în caietul de sarcini.....	183
19.8. Utilizarea codului standard PTAB în caietul de sarcini	184
19.9. Model de formulare a cerinței tehnice principale.....	184
19.10. Cerințe tehnice minime care trebuie incluse obligatoriu.....	185
19.11. Cerințe care trebuie formulate ca cerințe minime eliminatorii.....	186
19.12. Cerințe care pot fi utilizate ca factori de evaluare.....	187
19.13. Cerințe care nu trebuie introduse în caietul de sarcini.....	187
19.14. Cerințe privind documentele de conformitate și mijloacele de probă	188
19.15. Matricea de conformitate tehnică.....	188
19.16. Specificarea configurațiilor interzise și condiționate	189
19.17. Cerințe privind proiectarea	189
19.18. Cerințe privind furnizarea.....	190
19.19. Cerințe privind execuția și montajul.....	190
19.20. Cerințe privind FAT, SAT, PIF și recepția.....	191
19.21. Cerințe privind garanția.....	191
19.22. Cerințe privind mentenanța și piesele de schimb.....	192
19.23. Cerințe privind protecția mediului.....	192
19.24. Cerințe privind securitatea și sănătatea în muncă.....	192
19.25. Cerințe privind securitatea cibernetică și comunicațiile.....	193
19.26. Cerințe privind clarificările	193
19.27. Cerințe privind confidențialitatea și drepturile de proprietate intelectuală	193
19.28. Cerințe privind accesibilitatea și utilizarea de către personal.....	194
19.29. Cerințe privind împărțirea pe loturi	194
19.30. Cerințe privind ofertele alternative și soluțiile echivalente.....	195
19.31. Cerințe privind recepția documentației	195
19.32. Cerințe privind recepția fizică și funcțională	195
19.33. Model de clauză privind actualizarea normativă.....	196
19.34. Model de clauză privind prevalența documentelor.....	196
19.35. Anexe recomandate la caietul de sarcini.....	196
19.36. Checklist minim pentru caietul de sarcini PTAB	197
19.37. Configurații care trebuie respinse în etapa de evaluare tehnică	197

19.38. Concluzie privind utilizarea catalogului în caietele de sarcini.....	198
20. Concluzie generală	198
20.1. Concluzie privind necesitatea catalogului.....	198
20.2. Concluzie privind codificarea standard	199
20.3. Concluzie privind clasele PTAB	199
20.4. Concluzie privind accesul AE/AI.....	199
20.5. Concluzie privind TDRI	199
20.6. Concluzie privind nivelurile MS.....	200
20.7. Concluzie privind transformatoarele.....	200
20.8. Concluzie privind siguranța	201
20.9. Concluzie privind protecția la arc intern.....	201
20.10. Concluzie privind protecția la incendiu.....	201
20.11. Concluzie privind mentenanța	202
20.12. Concluzie privind configurațiile interzise și condiționate.....	202
20.13. Concluzie privind utilizarea în caietele de sarcini	203
20.14. Concluzie privind echivalența	203
20.15. Concluzie privind rolul proiectării	203
20.16. Concluzie privind recepția	204
20.17. Concluzie privind digitalizarea	204
20.18. Concluzie privind actualizarea catalogului	205
20.19. Sinteza regulilor esențiale.....	205
20.20. Concluzie finală.....	206

1. Scopul catalogului

Prezentul catalog stabilește cadrul tehnic unitar pentru definirea, selectarea, codificarea și utilizarea configurațiilor standard ale posturilor de transformare în anvelopă de beton - PTAB, destinate echipării rețelelor de medie tensiune/joasă tensiune - MT/JT.

Catalogul are rolul de a asigura utilizarea unitară a soluțiilor PTAB în caiete de sarcini, documentații tehnice, contracte-cadru, proiecte-tip, proceduri de achiziție, documentații de avizare, documentații de execuție, recepție, exploatare și mentenanță.

Prezentul catalog urmărește standardizarea configurațiilor PTAB fără a elimina obligația verificării prin proiect a soluției adoptate.

Valorile, codurile, clasele și cerințele prevăzute în catalog reprezintă cerințe minime sau soluții standard de referință, care se aplică în funcție de clasa de putere, tipul de acces, tipul constructiv, amplasament, tipul transformatorului, curentul nominal al tabloului JT/TDRI și nivelul de motorizare, automatizare și integrare SCADA.

Catalogul urmărește în principal:

- reducerea numărului de variante constructive neuniforme sau incompatibile;
- creșterea interoperabilității între furnizori, proiectanți, executanți, operatorul de distribuție și personalul de exploatare;
- definirea unei structuri unitare de codificare pentru PTAB, incluzând clasa de putere, tipul de acces, tipul constructiv, amplasarea, tipul transformatorului, tipul TDRI și nivelul de motorizare/integrare SCADA;
- diferențierea clară între codurile claselor de putere și codurile nivelurilor de motorizare și SCADA, prin utilizarea codurilor MS0-MS4 pentru nivelurile de motorizare, automatizare și integrare SCADA;
- corelarea anvelopei PTAB cu tipul transformatorului instalat, respectiv transformator imersat în ulei, transformator imersat în ulei cu reglaj în sarcină/OLTC sau transformator uscat;
- corelarea anvelopei PTAB cu puterea instalată și cu posibilitatea de înlocuire a transformatorului fără demolarea sau modificarea structurală majoră a anvelopei;
- standardizarea tablourilor de distribuție JT/TDRI în funcție de curentul nominal al tabloului și al întreruptorului general, nu exclusiv în funcție de puterea transformatorului;
- corelarea TDRI cu puterea transformatorului, curentul nominal pe partea JT, numărul de plecări JT, nivelul de protecție, cerințele de reglaj și cerințele beneficiarului;
- diferențierea cerințelor aplicabile anvelopelor cu acces din exterior față de anvelopele cu acces din interior;
- stabilirea cerințelor minime obligatorii pentru toate PTAB, indiferent de putere, inclusiv compartimentare, legare echipotențială, protecție la atingere directă și indirectă, etanșări, protecție împotriva rozătoarelor și insectelor, marcaje de securitate și compatibilitate cu standardele aplicabile;
- stabilirea cerințelor suplimentare obligatorii pentru PTAB cu acces interior, inclusiv iluminat interior, marcaje de exploatare și securitate, culoar de exploatare, acces operator, protecții mecanice, sisteme de blocare/interblocare și condiții de mentenanță;
- stabilirea regulilor de utilizare pentru amplasamente supraterane, semiîngropate și subterane, cu tratarea soluțiilor subterane și a soluțiilor cu transformatoare în ulei ca soluții condiționate, atunci când este cazul;
- corelarea soluțiilor PTAB cu cerințele de ventilație, control al condensului, retenție ulei, protecție la incendiu, protecție la arc intern, acces pentru intervenție și siguranță în exploatare;
- standardizarea nivelurilor de motorizare, teleindicații, telecomandă, automatizare, comunicații, cybersecurity și integrare SCADA, DMS/OMS sau Smart Grid, după caz;
- evitarea supraspecificării inutile pentru configurațiile simple și evitarea subspecificării pentru configurațiile cu risc tehnic ridicat;
- reducerea costurilor de proiectare, producție, achiziție, transport, montaj, exploatare și mentenanță, prin utilizarea unor soluții-tip comparabile și verificabile;
- creșterea calității ofertelor și a comparabilității tehnico-economice între soluțiile propuse de furnizori;
- creșterea siguranței electrice, mecanice, operaționale și la incendiu a PTAB;

- creșterea duratei de viață a echipamentelor și a anvelopei prin corelarea parametrilor constructivi cu condițiile reale de exploatare;
- reducerea riscului de apariție a unor soluții incompatibile, insuficient dimensionate, greu de exploatat sau greu de întreținut;
- definirea unei baze tehnice unitare pentru dezvoltarea unei biblioteci de soluții-tip PTAB, utilizabile în documentațiile tehnice viitoare.

Prezentul catalog nu înlocuiește proiectarea tehnică de specialitate și nu exonerează proiectantul, furnizorul, executantul sau beneficiarul de obligația verificării conformității soluției propuse cu legislația, normativele, standardele tehnice, condițiile de amplasament și cerințele specifice fiecărei lucrări.

În cazul în care cerințele beneficiarului, condițiile de amplasament, studiile de soluție, avizele, normele de securitate la incendiu, condițiile de exploatare sau cerințele de integrare SCADA impun condiții mai severe decât cele prevăzute în prezentul catalog, se vor aplica cerințele mai restrictive.

Soluțiile care se abat de la configurațiile standard prevăzute în catalog pot fi acceptate numai dacă sunt justificate tehnic, documentate prin proiect, compatibile cu echipamentele prevăzute, conforme cu standardele aplicabile și avizate expres de beneficiar/operatorul de distribuție.

2. Domeniul de aplicare

Prezentul catalog se aplică posturilor de transformare în anvelopă de beton - **PTAB**, destinate echipării, modernizării, extinderii sau standardizării rețelelor electrice de distribuție **MT/JT**, indiferent dacă acestea sunt utilizate în rețele publice de distribuție, rețele industriale, zone rezidențiale, zone urbane, zone rurale, infrastructură critică sau platforme tehnice.

Catalogul se aplică PTAB echipate cu transformatoare trifazate de distribuție, cu niveluri de pierderi și eficiență energetică conforme cel puțin cu cerințele legale aplicabile, standardele tehnice în vigoare și cerințele interne aprobate ale beneficiarului/operatorului de distribuție.

Transformatoarele avute în vedere sunt următoarele:

- transformatoare imersate în ulei, în construcție etanșă, cu nivel de pierderi conform cerințelor minime de eficiență energetică aplicabile;
- transformatoare imersate în ulei, cu reglaj în sarcină și comutator de ploturi în vid, inclusiv soluții de tip **OLTC**, cu nivel de pierderi conform cerințelor minime de eficiență energetică aplicabile;
- transformatoare uscate, cu pierderi reduse, utilizabile în special în configurații unde sunt necesare cerințe superioare privind securitatea la incendiu, amplasarea în zone urbane, semiîngropate sau subterane, ori reducerea riscurilor asociate uleiului electroizolant.

Indiferent de tipul constructiv al transformatorului, soluția PTAB se va verifica prin proiect din punct de vedere al compatibilității cu anvelopa, ventilația, evacuarea căldurii, controlul condensului, retenția uleiului, protecția la incendiu, protecția la arc intern, accesul pentru exploatare și mentenanță, precum și integrarea în sistemele de comandă, semnalizare, automatizare și SCADA.

2.1. Clase standard de putere

Catalogul acoperă următoarele clase standard de putere:

Clasă	Domeniu putere	Puteri nominale incluse	Regim de utilizare
L1	16-63 kVA	16 / 25 / 40 / 63 kVA	PTAB compact opțional; soluția uzuală poate fi PTA/PT compact, în funcție de amplasament
L2	100-250 kVA	100 / 160 / 250 kVA	PTAB compact sau modular, cu acces exterior standard și acces interior opțional justificat
M1	400-630 kVA	400 / 630 kVA	PTAB modular, cu acces exterior sau interior, în funcție de echipare și amplasament
M2	800-1600 kVA	800 / 1000 / 1250 / 1600 kVA	PTAB modular, de regulă cu acces interior, pentru aplicații urbane, industriale sau de infrastructură

H1	2000-3150 kVA	2000 / 2500 / 3150 kVA	PTAB modular/industrial, cu acces interior obligatoriu, destinat aplicațiilor de putere mare și infrastructurii critice
-----------	------------------	---------------------------	---

Clasa **L1** se păstrează în catalog ca soluție tehnică posibilă pentru PTAB compacte, însă nu se consideră soluție obligatorie sau exclusivă pentru puterile de până la 63 kVA.

Pentru aceste puteri se pot utiliza, după caz, soluții de tip PTA, PT compact sau alte soluții standard aprobate, în funcție de condițiile de amplasament, cerințele de securitate, urbanism, exploatare și mentenanță.

Pentru clasa **L2 / 100-250 kVA**, soluția standard este PTAB cu acces din exterior, însă se admite și PTAB cu acces din interior atunci când acest lucru este justificat prin configurația MT/JT, necesarul de exploatare, condițiile de mentenanță, amplasamentul, cerințele de integrare SCADA sau cerințele beneficiarului.

Pentru clasa **M1 / 400-630 kVA**, se admit atât soluții cu acces din exterior, cât și soluții cu acces din interior. Soluțiile cu acces interior se recomandă în special atunci când există echipare MT/JT extinsă, dulap de automatizare/SCADA, necesar de manevră în interior, condiții de exploatare urbană sau cerințe superioare de mentenanță.

Pentru clasa **M2 / 800-1600 kVA**, accesul din interior este soluția recomandată, iar anvelopa va fi, de regulă, modulară. Soluțiile pot fi supraterane, semiîngropate sau subterane, cu verificarea prin proiect a ventilației, accesului, protecției la incendiu, protecției la arc intern și mentenanței.

Pentru clasa **H1 / 2000-3150 kVA**, accesul din interior este obligatoriu. Soluțiile standard sunt semiîngropate sau subterane. Amplasarea supraterană a unui PTAB H1 nu se include ca variantă standard și poate fi acceptată numai condiționat, în amplasamente industriale sau tehnice, cu justificare tehnică și avizare expresă.

2.2. Tipuri de acces

Catalogul se aplică PTAB cu următoarele tipuri de acces:

Cod	Tip acces	Regim de aplicare
AE	Acces din exterior	Standard pentru L1 și L2; posibil pentru M1, dacă soluția este justificată
AI	Acces din interior	Opțional pentru L2, opțional/recomandat pentru M1, recomandat pentru M2, obligatoriu pentru H1

Pentru orice PTAB cu acces interior, indiferent de clasa de putere, se aplică cerințe suplimentare obligatorii privind iluminatul interior, marcajele de securitate și exploatare, culoarul de exploatare, protecțiile mecanice, protecția la deschiderea accidentală a compartimentelor, accesul operatorului și condițiile de mentenanță.

2.3. Tipuri constructive

Catalogul se aplică PTAB cu următoarele tipuri constructive:

Cod	Tip construcție	Regim de aplicare
MB	Monobloc	Recomandat pentru soluții compacte, în special L1-L2
MD	Modulară	Recomandată pentru L2 extins, obligatorie/recomandată pentru M1-H1, în funcție de echipare

Pentru puteri de minimum 400 kVA se recomandă construcția modulară. Pentru puteri peste 630 kVA sau pentru configurații cu echipare MT/JT extinsă, soluțiile se vor trata ca soluții modulare sau industriale, validate prin proiect.

2.4. Amplasament PTAB

Catalogul se aplică PTAB amplasate:

Cod	Amplasare	Regim de aplicare
-----	-----------	-------------------

ST	Suprateran	Standard pentru L1-M2; pentru H1 numai condiționat și justificat tehnic
SI	Semiîngropat	Recomandat pentru M1-H1, în special în zone urbane
SB	Subteran	Recomandat pentru M2-H1, cu preferință pentru transformatoare uscate

Soluțiile subterane cu transformator în ulei nu se consideră soluții standard uzuale și sunt admise numai condiționat, cu sistem de retenție ulei, ventilație dimensionată prin calcul, detecție/protecție la incendiu, evacuare fum/gaze, acces pentru intervenție și avizare expresă.

2.5. Transformatoare

Catalogul include transformatoare cu niveluri de tensiune uzuale pentru rețelele de distribuție MT/JT, inclusiv:

Cod	Tip transformator
U20	Transformator imersat în ulei 20/0,4 kV
U10	Transformator imersat în ulei 10/0,4 kV
U6	Transformator imersat în ulei 6/0,4 kV
U2010	Transformator imersat în ulei 20/10/0,4 kV
U206	Transformator imersat în ulei 20/6/0,4 kV
US20	Transformator uscat 20/0,4 kV
US2010	Transformator uscat 20/10/0,4 kV
US206	Transformator uscat 20/6/0,4 kV
OLTC20	Transformator în ulei cu reglaj în sarcină 20/0,4 kV
OLTC10	Transformator în ulei cu reglaj în sarcină 10/0,4 kV
OLTC6	Transformator în ulei cu reglaj în sarcină 6/0,4 kV

Transformatoarele de tip **OLTC** se utilizează numai în configurații compatibile cu integrarea în sistemele de comandă, semnalizare, automatizare și SCADA. Utilizarea unui transformator OLTC fără integrare SCADA minim **MS3** este interzisă ca soluție definitivă și poate fi admisă provizoriu numai justificat, cu avizare expresă și termen de integrare.

Tablourile de distribuție JT/TDRI incluse în catalog se definesc în funcție de curentul nominal al tabloului, al barelor și al întreruptorului general, nu exclusiv în funcție de puterea transformatorului.

Puterea transformatorului se utilizează ca domeniu orientativ de aplicare, iar reglajele protecțiilor se stabilesc prin proiect, în funcție de transformatorul instalat, curentul nominal, schema JT, numărul de plecări și condițiile de selectivitate.

2.6. Motorizare, automatizare și integrare SCADA

Nivelurile de motorizare, automatizare și integrare SCADA aplicabile PTAB sunt codificate prin **MS0-MS4**, după cum urmează:

Cod	Nivel
MS0	Fără motorizare / fără SCADA
MS1	Motorizare locală
MS2	Motorizare + teleindicații
MS3	Motorizare + telecomandă SCADA
MS4	Automatizare avansată / Smart Grid

2.7. Tipuri de lucrări

Prezentul catalog se aplică atât lucrărilor noi, cât și lucrărilor de modernizare, înlocuire, extindere sau standardizare a unor soluții existente, în măsura în care condițiile tehnice permit încadrarea în una dintre configurațiile standard sau în una dintre configurațiile condiționate.

2.8. Limitări

Prezentul catalog nu se aplică direct următoarelor categorii, decât dacă documentația tehnică prevede expres adaptarea unei configurații standard PTAB:

- 2.8.1. posturi de transformare aeriene - PTA;
- 2.8.2. posturi de transformare în clădiri existente;
- 2.8.3. posturi de transformare mobile sau provizorii;
- 2.8.4. posturi de transformare în containere metalice, dacă acestea nu respectă cerințele de anvelopă de beton;
- 2.8.5. soluții speciale de racordare, posturi de conexiuni, stații electrice sau instalații industriale care depășesc domeniul tehnic al prezentului catalog;
- 2.8.6. configurații cu tensiuni, puteri sau echipamente care nu sunt prevăzute în prezentul catalog și care necesită proiectare specială.

2.9. Alte

Soluțiile neincluse expres în prezentul domeniu de aplicare pot fi acceptate numai dacă sunt justificate tehnic, documentate prin proiect, conforme cu standardele și reglementările aplicabile și avizate de beneficiar/operatorul de distribuție.

3. Terminologie standardizată

În sensul prezentului catalog, termenii și abrevierile de mai jos au semnificațiile indicate în prezentul capitol. Termenii se utilizează în mod unitar în caiete de sarcini, documentații tehnice, proiecte-tip, documentații de avizare, oferte tehnice, documentații de execuție, recepție, exploatare și mentenanță.

În cazul în care un termen este definit și printr-un standard, normativ, prescripție tehnică sau reglementare aplicabilă, definiția din prezentul catalog se utilizează pentru interpretarea internă a catalogului, fără a înlocui definiția legală sau normativă aplicabilă.

3.1. Abrevieri generale

Termen / abreviere	Semnificație
PTAB	Post de transformare în anvelopă de beton. Ansamblu prefabricat sau realizat din module prefabricate, destinat amplasării echipamentelor MT/JT, transformatorului, tabloului JT/TDRI și echipamentelor auxiliare aferente.
PTA	Post de transformare aerian. Soluție distinctă de PTAB, utilizată de regulă pentru puteri mici și amplasări specifice rețelelor aeriene.
PT	Post de transformare, termen generic care poate include PTAB, PTA, posturi în clădire, posturi compacte sau alte soluții constructive.
MT	Medie tensiune. În cadrul catalogului, se referă la nivelurile de tensiune de distribuție aferente echipamentelor MT ale PTAB.
JT	Joasă tensiune. În cadrul catalogului, se referă la partea de 0,4 kV și la echipamentele de distribuție JT aferente PTAB.
MT/JT	Ansamblul instalațiilor de medie tensiune și joasă tensiune aferente unui post de transformare.
OD	Operator de distribuție. Entitatea care exploatează sau pentru care se realizează infrastructura de distribuție.
Beneficiar	Persoana juridică sau entitatea pentru care se proiectează, achiziționează, execută sau pune în funcțiune PTAB.

Furnizor	Operator economic care livrează anvelopa, echipamentele, transformatorul, TDRI sau ansamblul PTAB.
Proiectant	Persoana fizică sau juridică autorizată care elaborează documentația tehnică și validează soluția PTAB pentru amplasamentul concret.
Executant	Operator economic care realizează lucrările de montaj, instalare, conectare, probe și punere în funcțiune.
Standard intern / ST	Document tehnic intern al beneficiarului/operatorului de distribuție, aplicabil proiectării, achiziției, execuției sau exploatării echipamentelor.

3.2. Termeni privind anvelopa PTAB

Termen	Semnificație
Anvelopă PTAB	Structura de beton care adăpostește echipamentele PTAB, inclusiv compartimentele MT, JT, transformator, automatizare/SCADA și spațiile auxiliare, după caz.
Anvelopă de beton	Anvelopă realizată din beton armat, beton prefabricat sau elemente prefabricate din beton, destinată protejării echipamentelor electrice și asigurării condițiilor de exploatare.
Anvelopă cu acces din exterior	Anvelopă exploatată prin uși, panouri sau capace accesibile din exterior, fără intrarea operatorului în interiorul anvelopei.
Anvelopă cu acces din interior	Anvelopă care permite pătrunderea personalului autorizat în interior, în vederea exploatării, manevrelor, verificărilor sau mentenanței.
AE	Cod standard pentru acces din exterior.
AI	Cod standard pentru acces din interior.
Anvelopă monobloc	Anvelopă prefabricată realizată ca un singur corp constructiv principal.
Anvelopă modulară	Anvelopă realizată din module prefabricate asamblabile, care permit adaptarea dimensiunilor, compartimentării sau echipării.
MB	Cod standard pentru construcție monobloc.
MD	Cod standard pentru construcție modulară.
Anvelopă compactă	Anvelopă cu gabarit redus, destinată de regulă puterilor mici sau medii, cu echipare limitată și acces predominant din exterior.
Anvelopă extinsă	Anvelopă cu spații suplimentare pentru celule MT, TDRI, SCADA, culoar de exploatare, acces interior sau echipamente auxiliare.
Anvelopă industrială	Anvelopă modulară sau specială, destinată configurațiilor de putere mare, echipărilor extinse sau aplicațiilor de infrastructură critică.
Compartiment MT	Compartimentul anvelopei destinat echipamentelor de medie tensiune, inclusiv celule MT, RMU, cabluri, terminale, protecții și aparataj auxiliar.
Compartiment JT	Compartimentul anvelopei destinat echipamentelor de joasă tensiune, inclusiv TDRI, bare JT, întreruptor general, plecări JT, protecții și măsură.
Compartiment transformator	Compartimentul destinat amplasării transformatorului de distribuție, cu cerințe specifice privind accesul, ventilația, retenția uleiului, controlul condensului și extracția fără demolare.
Compartiment SCADA / automatizare	Compartimentul destinat echipamentelor de comandă, semnalizare, telecomunicații, RTU, gateway, UPS, routere, senzori și alte echipamente de automatizare.
Compartiment auxiliar	Spațiu destinat echipamentelor auxiliare, cum ar fi UPS, baterii, comunicații, prize de serviciu, senzori, iluminat sau alte echipamente de exploatare.
Culoar de exploatare	Spațiu interior liber, destinat deplasării și intervenției personalului autorizat în PTAB cu acces interior.

Înălțime utilă	Înălțimea liberă interioară disponibilă pentru acces, exploatare și mentenanță. Pentru PTAB cu acces interior, aceasta se stabilește astfel încât să permită intervenția în condiții de siguranță.
Extracție transformator fără demolare	Cerință potrivit căreia transformatorul trebuie să poată fi înlocuit sau extras fără demolarea anvelopei și fără modificări structurale majore.

3.3. Termeni privind amplasarea

Termen	Semnificație
ST	Cod standard pentru amplasare supraterană.
SI	Cod standard pentru amplasare semiîngropată.
SB	Cod standard pentru amplasare subterană.
PTAB suprateran	PTAB amplasat deasupra cotei terenului amenajat, cu acces direct din exterior sau din interior, după caz.
PTAB semiîngropat	PTAB amplasat parțial sub cota terenului amenajat, utilizat de regulă pentru reducerea impactului vizual sau integrare urbană.
PTAB subteran	PTAB amplasat sub cota terenului amenajat, cu acces prin cămine, trape, uși, culoare sau alte soluții de acces autorizat.
Amplasament tehnic	Zonă destinată echipamentelor tehnice, de regulă cu acces controlat și condiții speciale de exploatare.
Amplasament urban	Amplasament situat în zone construite, spații publice, zone rezidențiale, comerciale sau mixte.
Amplasament industrial	Amplasament situat în incinte industriale, platforme tehnice, fabrici, parcuri industriale sau zone similare.
Infrastructură critică	Obiectiv sau instalație pentru care continuitatea alimentării, securitatea, controlul și integrarea în sisteme de dispecerizare sunt esențiale.

3.4. Clase de putere PTAB

Cod	Semnificație
L1	Clasă de putere pentru PTAB compacte/opționale de 16-63 kVA. Pentru această clasă, soluția uzuală poate fi și PTA sau altă soluție compactă aprobată.
L2	Clasă de putere pentru PTAB de 100-250 kVA. Accesul exterior este standard, iar accesul interior este permis opțional justificat.
M1	Clasă de putere pentru PTAB de 400-630 kVA. Se admit soluții cu acces exterior sau interior, de regulă în construcție modulară.
M2	Clasă de putere pentru PTAB de 800-1600 kVA. Accesul interior este recomandat, iar construcția este de regulă modulară.
H1	Clasă de putere pentru PTAB de 2000-3150 kVA. Accesul interior este obligatoriu, iar soluțiile standard sunt semiîngropate sau subterane.
Clasă de putere	Domeniu standard de puteri nominale pentru care se dimensionează anvelopa, accesul, TDRI, ventilația, echiparea și cerințele de exploatare.
Putere nominală transformator	Puterea aparentă a transformatorului, exprimată în kVA.
Putere maximă a clasei	Cea mai mare putere nominală inclusă într-o clasă PTAB, utilizată ca reper pentru dimensionarea anvelopei și a spațiului de înlocuire a transformatorului.

3.5. Termeni privind transformatoarele

Termen	Semnificație
Transformator de distribuție	Transformator trifazat destinat alimentării rețelei JT din rețeaua MT.
Transformator imersat în ulei	Transformator la care izolația și răcirea se realizează cu ulei electroizolant.
Transformator în ulei etanș	Transformator imersat în ulei, în construcție etanșă, fără conservator clasic sau cu soluție constructivă echivalentă.
Transformator uscat	Transformator fără ulei electroizolant, cu înfășurări izolate în aer, rășină sau altă soluție uscată, utilizat de regulă unde se urmărește reducerea riscurilor asociate uleiului.
Transformator cu pierderi reduse	Transformator al cărui nivel de pierderi respectă cerințele de eficiență energetică aplicabile și cerințele tehnice ale beneficiarului.
OLTC	On Load Tap Changer. Reglaj în sarcină al raportului de transformare, realizat prin comutator de ploturi acționat fără scoaterea transformatorului de sub sarcină.
Transformator OLTC	Transformator imersat în ulei echipat cu reglaj în sarcină. În cadrul catalogului, utilizarea OLTC presupune integrare SCADA minim MS3 pentru soluția definitivă.
U20	Cod pentru transformator imersat în ulei 20/0,4 kV.
U10	Cod pentru transformator imersat în ulei 10/0,4 kV.
U6	Cod pentru transformator imersat în ulei 6/0,4 kV.
U2010	Cod pentru transformator imersat în ulei 20/10/0,4 kV.
U206	Cod pentru transformator imersat în ulei 20/6/0,4 kV.
US20	Cod pentru transformator uscat 20/0,4 kV.
US2010	Cod pentru transformator uscat 20/10/0,4 kV.
US206	Cod pentru transformator uscat 20/6/0,4 kV.
OLTC20	Cod pentru transformator în ulei cu reglaj în sarcină 20/0,4 kV.
OLTC10	Cod pentru transformator în ulei cu reglaj în sarcină 10/0,4 kV.
OLTC6	Cod pentru transformator în ulei cu reglaj în sarcină 6/0,4 kV.
Retenție ulei	Sistem constructiv destinat colectării și reținerii uleiului electroizolant în caz de scurgere, avarie sau defect al transformatorului.
Bazin de retenție	Volum etanș, integrat sau asociat anvelopei, destinat reținerii uleiului și limitării contaminării mediului sau propagării incendiului.

3.6. Termeni privind echipamentele MT

Termen	Semnificație
Celulă MT	Echipament de medie tensiune destinat conectării, separării, protecției, măsurii sau alimentării transformatorului.
Celulă de linie	Celulă MT destinată intrării sau ieșirii unei linii MT.
Celulă de transformator	Celulă MT destinată alimentării și protecției transformatorului.
RMU	Ring Main Unit. Ansamblu compact de celule MT utilizat pentru alimentarea în buclă, racordarea și protecția transformatorului.
Celule modulare MT	Celule MT individuale, extensibile sau configurabile, care permit adaptarea schemei MT și interoperabilitatea între soluții.

Schema 2L+T	Configurație MT compusă, de regulă, din două celule de linie și o celulă de transformator.
Aparataj MT	Ansamblu de întreruptoare, separatoare, comutatoare, siguranțe, transformatoare de măsură, senzori și accesorii aferente părții MT.
Acționare MT	Mod de comandă a aparatajului MT: manuală, locală motorizată, telecomandată sau automatizată.
Protecție MT	Sistem de protecție aferent echipamentelor de medie tensiune, inclusiv protecția transformatorului, protecția la defecte și interblocările de siguranță.

3.7. Termeni privind TDRI și echipamentele JT

Termen	Semnificație
TDRI	Tablou de distribuție, reglaj, protecție și integrare JT aferent PTAB.
TDRI pe curent nominal	TDRI codificat și dimensionat în funcție de curentul nominal al tabloului, barelor și întreruptorului general, exprimat în amperi.
Curent nominal TDRI	Curentul maxim de regim pentru care este dimensionat TDRI, exprimat în A.
Întreruptor general JT	Aparat principal de comutație și protecție pe partea JT, amplasat în TDRI, dimensionat în funcție de transformator și de schema JT.
Curent nominal al întreruptorului general	Curentul nominal al întreruptorului general JT, exprimat în A.
Întreruptor reglabil	Întreruptor la care parametrii de protecție pot fi reglați în funcție de transformator, curentul nominal și condițiile de selectivitate.
Bare JT	Conductoare rigide sau ansamblu de conductoare din TDRI destinate distribuirii curentului către plecările JT.
Bară PE	Bară de protecție destinată conectării conductoarelor de protecție și realizării legăturilor echipotențiale.
Plecări JT	Circuite de ieșire din TDRI către rețeaua de joasă tensiune sau către consumatori.
Protecții JT	Echipamente de protecție pe partea JT, inclusiv întreruptoare, siguranțe, rele, protecții diferențiale sau alte dispozitive aplicabile.
Selectivitate	Coordonarea protecțiilor astfel încât, la apariția unui defect, să declanșeze numai dispozitivul corespunzător zonei afectate.
TDRI-250A	Cod recomandat pentru TDRI cu curent nominal de 250 A.
TDRI-400A	Cod recomandat pentru TDRI cu curent nominal de 400 A.
TDRI-630A	Cod recomandat pentru TDRI cu curent nominal de 630 A.
TDRI-1000A	Cod recomandat pentru TDRI cu curent nominal de 1000 A.
TDRI-1600A	Cod recomandat pentru TDRI cu curent nominal de 1600 A.
TDRI-2500A	Cod recomandat pentru TDRI cu curent nominal de 2500 A.
TDRI-3200A	Cod recomandat pentru TDRI cu curent nominal de 3200 A, utilizabil pentru configurații de putere mare, dacă este validat prin proiect.
TDRI-4000A	Cod recomandat pentru TDRI cu curent nominal de 4000 A, utilizabil pentru configurații industriale sau speciale, dacă este validat prin proiect.

3.8. Termeni privind motorizarea, automatizarea și SCADA

Termen	Semnificație
MS	Cod standard pentru nivelul de motorizare, automatizare și integrare SCADA. Se utilizează pentru a evita confuzia cu clasele de putere M1 și M2.
MS0	Fără motorizare și fără SCADA. Exploatare locală manuală.
MS1	Motorizare locală. Acționări locale motorizate, fără telecomandă SCADA.
MS2	Motorizare și teleindicații. Permite transmiterea de stări/semnale către sistemul de monitorizare, fără telecomandă completă.
MS3	Motorizare și telecomandă SCADA. Permite integrarea în dispecer și comanda de la distanță, conform cerințelor aprobate.
MS4	Automatizare avansată / Smart Grid. Nivel superior de integrare, cu funcții extinse de automatizare, redundanță, cybersecurity și integrare DMS/OMS, după caz.
SCADA	Sistem de supraveghere, control și achiziție de date, destinat monitorizării și comenzii echipamentelor din rețeaua electrică.
Teleindicație	Transmiterea la distanță a stării unui echipament, aparat, protecții, uși, alarme sau parametri de funcționare.
Telecomandă	Comanda de la distanță a unui echipament, realizată prin sistem SCADA sau alt sistem autorizat.
Telemetrie	Transmiterea la distanță a mărimilor măsurate, cum ar fi tensiune, curent, putere, energie, temperatură, stare UPS sau alți parametri.
RTU	Remote Terminal Unit. Echipament de automatizare care colectează semnale, execută comenzi și comunică cu sistemul SCADA.
Gateway de comunicație	Echipament care asigură interfațarea între echipamentele locale și sistemele de comunicație/SCADA.
UPS automatizare	Sursă neîntreruptibilă de alimentare destinată echipamentelor de automatizare, comunicații, SCADA, protecții și comandă.
Protocol de comunicație	Set de reguli tehnice pentru transmiterea datelor între echipamente, de exemplu IEC 60870-5-104, Modbus sau IEC 61850, după caz.
DMS	Distribution Management System. Sistem de management al rețelei de distribuție.
OMS	Outage Management System. Sistem de management al întreruperilor.
DMS/OMS	Integrare a PTAB în sistemele de management al distribuției și al întreruperilor.
FLISR	Fault Location, Isolation and Service Restoration. Funcționalitate de localizare, izolare a defectului și realimentare automată/parțial automată.
Smart Grid	Rețea electrică inteligentă, care utilizează automatizare, comunicații, măsurare, analiză și control pentru exploatare eficientă și sigură.
Cybersecurity	Ansamblu de cerințe și măsuri tehnice pentru protejarea comunicațiilor, echipamentelor și datelor împotriva accesului neautorizat sau atacurilor informatice.

3.9. Termeni privind siguranța electrică și exploatarea

Termen	Semnificație
Sistem de legare echipotențială	Ansamblul conexiunilor de protecție care aduc masele metalice la același potențial.
Sistem de protecție împotriva atingerii directe	Protecție împotriva contactului cu părți active aflate normal sub tensiune.

Sistem de protecție împotriva atingerii indirecte	Protecție împotriva contactului cu mase metalice devenite accidental sub tensiune.
Protecție la atingere directă	Măsură tehnică prin care se împiedică atingerea părților active sub tensiune.
Protecție la atingere indirectă	Măsură tehnică prin care se limitează riscul produs de apariția accidentală a tensiunii pe mase metalice.
Protecție arc intern	Soluție constructivă și/sau funcțională destinată limitării efectelor unui arc electric intern asupra personalului, echipamentelor și anvelopei.
Depresurizare	Evacuarea controlată a presiunii, gazelor sau produselor rezultate în urma unui defect intern, inclusiv arc intern.
Bariere izolante	Elemente izolante care separă părțile active sau limitează accesul accidental la acestea.
Separare MT/JT	Separarea fizică și funcțională între compartimentele sau echipamentele de medie tensiune și joasă tensiune.
Protecție mecanică a barelor și conexiunilor	Ansamblu de capace, bariere, carcase, compartimentări sau soluții echivalente care previn atingerea accidentală și deteriorarea barelor/conexiunilor.
Protecție la deschiderea accidentală	Sistem de blocare, interblocare sau închidere securizată care împiedică deschiderea neintenționată a compartimentelor cu risc.
Interblocare	Sistem mecanic, electric sau logic care împiedică efectuarea unei manevre nesigure.
Marcaje de securitate	Inscripții, plăcuțe, simboluri sau etichete care avertizează asupra riscurilor electrice, mecanice, termice sau de incendiu.
Marcaje de exploatare	Inscripții și identificări destinate operării corecte a echipamentelor, circuitelor, plecărilor, celulelor și aparatelor.
Semnalizare pericol electric	Marcaj obligatoriu prin care se indică existența riscului electric.
Iluminat interior	Sistem de iluminare fix sau integrat, destinat exploatării și mentenanței în PTAB cu acces interior.
Control acces	Sistem mecanic, electronic sau mixt care limitează accesul la PTAB sau la compartimentele acestuia.
Senzor ușă	Dispozitiv care semnalizează starea ușilor, trapelor sau capacelor, inclusiv pentru integrare în SCADA.

3.10. Termeni privind ventilația, condensul și mediul interior

Termen	Semnificație
Ventilație naturală	Ventilație realizată prin circulația naturală a aerului, fără echipamente de ventilare mecanică.
Ventilație naturală optimizată	Ventilație naturală dimensionată prin proiect, cu prize și evacuări de aer adecvate, pentru disiparea căldurii.
Ventilație forțată	Ventilație realizată cu ventilatoare sau alte echipamente mecanice.
Ventilație redundantă	Ventilație cu echipamente sau căi de rezervă, destinată configurațiilor critice sau de putere mare.
Calcul termic	Verificarea prin proiect a disipării căldurii generate de transformator, TDRI, echipamente MT/JT și automatizare.
Control condens	Ansamblu de măsuri constructive, de ventilație, încălzire, monitorizare sau drenaj care previn apariția condensului dăunător echipamentelor.
Încălzire anti-condens	Sistem de încălzire locală sau generală destinat prevenirii condensului în compartimentele PTAB.

Evacuare aer cald	Soluție constructivă sau mecanică pentru eliminarea aerului încălzit din compartimentul transformatorului sau din anvelopă.
Evacuare fum/gaze	Sistem destinat evacuării fumului, gazelor sau produselor rezultate în caz de incendiu, defect intern sau avarie.
Protecție împotriva infiltrațiilor	Măsuri constructive prin care se împiedică pătrunderea apei în anvelopă, compartimente sau treceri de cabluri.
Drenaj	Sistem destinat evacuării apei sau condensului, fără afectarea echipamentelor electrice.

3.11. Termeni privind parametrii constructivi și de mediu

Termen	Semnificație
Clasă beton	Clasă de rezistență a betonului utilizat pentru anvelopă, radier, pereți, planșee sau alte elemente constructive.
Impermeabilitate	Capacitatea betonului sau anvelopei de a limita pătrunderea apei.
Clasă de expunere	Încadrare a mediului de exploatare al betonului, în funcție de umiditate, îngheț-dezgheț, agenți chimici, săruri sau alte acțiuni.
Radier	Elementul structural de bază al anvelopei, care preia sarcinile echipamentelor și ale structurii.
Pereți anvelopă	Elemente verticale de beton care delimitează și protejează compartimentele PTAB.
Planșeu / acoperiș	Element superior al anvelopei, destinat protecției împotriva intemperiilor, sarcinilor și accesului neautorizat.
Rosturi	Zone de îmbinare între elemente constructive, care trebuie tratate pentru etanșare, rezistență mecanică și, după caz, rezistență la foc.
Rezistență la foc a rosturilor	Capacitatea rosturilor de a limita propagarea focului, fumului sau gazelor fierbinți pentru durată stabilită prin proiect.
Hidrofobizare	Tratament aplicat suprafețelor pentru reducerea absorbției apei.
Protecție anticorozivă	Măsuri de protecție a elementelor metalice împotriva coroziunii.
Protecție UV	Măsuri de protecție a materialelor expuse la radiații ultraviolete.
Protecție anti-graffiti	Tratament sau finisaj destinat facilitării curățării suprafețelor și protecției împotriva vandalizmului vizual.
Clasă de coroziune	Încadrarea mediului de exploatare din perspectiva agresivității corozive.
Durată de viață finisaje	Perioada minimă pentru care finisajele trebuie să își păstreze funcțiile de protecție și aspect, în condiții normale de exploatare.

3.12. Termeni privind gradele de protecție și materiale electroizolante

Termen	Semnificație
IP	Grad de protecție împotriva pătrunderii corpurilor solide și a apei, conform standardelor aplicabile.
IP interior	Grad de protecție aplicabil echipamentelor sau compartimentelor din interiorul anvelopei.
IP exterior	Grad de protecție aplicabil elementelor expuse la exteriorul anvelopei.
IK	Grad de protecție împotriva impacturilor mecanice externe.
CTI	Indice de rezistență la tracking electric al materialelor electroizolante.

Distanță fază-fază	Distanță minimă de izolație între conductoare sau părți active aparținând unor faze diferite.
Distanță fază-pământ	Distanță minimă de izolație între o parte activă și pământ sau elemente conectate la pământ.
Distanță de fugă	Distanță măsurată pe suprafața unui material izolant între două părți conductoare.
Nivel de izolație MT	Nivelul de tensiune și ținare dielectrică pentru echipamentele de medie tensiune.

3.13. Termeni privind protecția la incendiu și situații de avarie

Termen	Semnificație
Protecție la incendiu	Ansamblu de măsuri constructive, tehnice și organizatorice destinate prevenirii, detectării, limitării și evacuării efectelor incendiului.
Detectie incendiu	Sistem de detectare a fumului, temperaturii, flăcării sau altor indicatori de incendiu, după caz.
Scenariu de securitate la incendiu	Documentație tehnică prin care se stabilesc condițiile și măsurile de securitate la incendiu aplicabile unui amplasament.
Evacuare produse de ardere	Evacuarea fumului, gazelor fierbinți și produselor rezultate din ardere.
Materiale cu comportare la foc adecvată	Materiale utilizate în anvelopă, uși, grile, rosturi, cabluri sau accesorii, selectate în funcție de cerințele de incendiu aplicabile.
Avarie	Eveniment tehnic anormal care afectează funcționarea PTAB sau a echipamentelor sale.
Defect intern	Defect produs în interiorul anvelopei sau echipamentelor, inclusiv scurtcircuit, arc intern, supraîncălzire, scurgere de ulei sau defect de izolație.

3.14. Termeni privind mentenanța și exploatarea

Termen	Semnificație
Mentenanță	Ansamblu de activități de verificare, întreținere, reglaj, curățare, remediere și înlocuire, necesare menținerii PTAB în stare de funcționare.
Exploatare locală	Operarea echipamentelor de la fața locului, manual sau prin comenzi locale.
Exploatare de la distanță	Operarea sau monitorizarea echipamentelor prin sistem SCADA sau alt sistem autorizat.
Manevră	Acțiuni de comutare, conectare, deconectare, punere la pământ, resetare sau comandă a unui echipament.
Personal autorizat	Personal calificat și autorizat să exploateze, verifice, întrețină sau intervină asupra echipamentelor PTAB.
Acces operator	Posibilitatea personalului autorizat de a ajunge în siguranță la echipamentele care trebuie exploatate sau întreținute.
Spațiu de mentenanță	Spațiu necesar pentru intervenții, verificări, înlocuiri, reglaje sau manevre asupra echipamentelor.
Recepție tehnică	Verificarea conformității PTAB cu proiectul, catalogul, standardele aplicabile și cerințele beneficiarului.
Punere în funcțiune	Etapa de verificări, probe și energizare prin care PTAB intră în exploatare.

3.15. Termeni privind configurațiile standard și condiționate

Termen	Semnificație
Configurație standard	Configurație PTAB prevăzută în catalog ca soluție de referință pentru o anumită clasă de putere, tip de acces, amplasare, transformator, TDRI și nivel MS.
Configurație opțională justificată	Configurație permisă de catalog, dar care trebuie justificată prin condiții de amplasament, exploatare, mentenanță, echipare sau cerințe ale beneficiarului.
Configurație condiționată	Configurație admisă numai dacă sunt îndeplinite condiții tehnice suplimentare și există avizare expresă.
Configurație interzisă	Configurație care nu se acceptă ca soluție tehnică, din motive de siguranță, exploatare, incompatibilitate sau risc tehnic.
Avizare expresă	Acceptare explicită, documentată, emisă de beneficiar/operatorul de distribuție sau de entitatea competentă.
Justificare tehnică	Argumentare documentată prin proiect, calcule, memorii tehnice, scheme, planșe sau avize, care susține alegerea unei soluții.
Validare prin proiect	Confirmarea prin documentația tehnică a compatibilității soluției cu amplasamentul, echipamentele, standardele și cerințele de exploatare.
Cerință minimă	Cerință sub care nu se poate coborî, indiferent de soluția tehnică propusă.
Cerință recomandată	Cerință preferabilă, care poate deveni obligatorie prin proiect, cerințele beneficiarului sau condițiile amplasamentului.
Cerință obligatorie	Cerință care trebuie îndeplinită pentru acceptarea configurației.
Soluție echivalentă	Soluție tehnică diferită de cea indicată expres, dar care asigură cel puțin același nivel de performanță, siguranță și compatibilitate.

3.16. Termeni privind codificarea

Termen	Semnificație
Cod standard PTAB	Sucesiune standardizată de câmpuri care identifică o configurație PTAB.
Câmp de cod	Componentă a codului standard, care indică o caracteristică tehnică: clasă de putere, acces, construcție, amplasare, transformator, TDRI sau nivel MS.
Cod clasă putere	Codul L1, L2, M1, M2 sau H1, care indică domeniul de putere al PTAB.
Cod acces	Codul AE sau AI, care indică modul de acces în anvelopă.
Cod construcție	Codul MB sau MD, care indică tipul constructiv al anvelopei.
Cod amplasare	Codul ST, SI sau SB, care indică amplasarea supraterană, semiîngropată sau subterană.
Cod transformator	Codul care indică tipul și nivelul de tensiune al transformatorului, de exemplu U20, US20 sau OLTC20.
Cod TDRI	Codul care indică tipul TDRI, exprimat în versiunea modificată prin curent nominal, de exemplu TDRI-400A.
Cod MS	Codul care indică nivelul de motorizare, automatizare și integrare SCADA, de exemplu MS0, MS1, MS2, MS3 sau MS4.
Cod complet PTAB	Codul rezultat prin alăturarea tuturor câmpurilor standardizate, utilizat pentru identificarea unitară a configurației.

4. Structura codului standard PTAB

Codul standard PTAB reprezintă identificatorul tehnic unitar al unei configurații de post de transformare în anvelopă de beton. Codul se utilizează în caiete de sarcini, documentații tehnice, proiecte-tip, oferte, fișe tehnice, documentații de avizare, documentații de execuție, recepție, exploatare și mentenanță.

Codul standard PTAB trebuie să permită identificarea rapidă a următoarelor elemente:

- clasa de putere a postului;
- tipul de acces în anvelopă;
- tipul constructiv al anvelopei;
- modul de amplasare;
- tipul transformatorului compatibil;
- tipul TDRI, exprimat prin curent nominal;
- nivelul de motorizare, automatizare și integrare SCADA.

Structura codului standard PTAB este următoarea:

PTAB-[CLASĂ PUTERE]-[ACCES]-[CONSTRUCȚIE]-[AMPLASARE]-[TRAFO]-[TDRI]-[MS]

Exemplu general:

PTAB-M1-AI-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS3

Semnificație:

post de transformare în anvelopă de beton, clasa M1, acces din interior, construcție modulară, amplasare supraterană, transformator în ulei 20/0,4 kV, TDRI cu curent nominal 1000 A, motorizare și telecomandă SCADA nivel MS3.

Codul standard se citește de la stânga la dreapta, fiecare câmp având o poziție fixă și o semnificație tehnică distinctă.

Nu se admit inversări de câmpuri, omiterea unor câmpuri obligatorii sau folosirea unor coduri nestandardizate fără justificare tehnică și avizare expresă.

4.1. Reguli generale de codificare

Codul PTAB trebuie să fie unic pentru configurația tehnică descrisă.

Fiecare cod trebuie să includă toate câmpurile obligatorii, în ordinea stabilită prin prezentul catalog.

Structura obligatorie este:

Poziție	Câmp	Exemplu	Semnificație
1	Tip post	PTAB	Post de transformare în anvelopă de beton
2	Clasă putere	M1	Domeniul de putere standard
3	Acces	AI	Acces din interior
4	Construcție	MD	Anvelopă modulară
5	Amplasare	ST	Suprateran
6	Transformator	U20	Transformator în ulei 20/0,4 kV
7	TDRI	TDRI-1000A	Tablou JT/TDRI cu curent nominal 1000 A
8	Nivel MS	MS3	Motorizare și telecomandă SCADA

Codul complet se va scrie cu separatorul „-” între câmpuri.

Exemplu:

PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-400A-MS2

Nu se recomandă folosirea unor coduri parțiale, de tipul „PTAB 250 kVA” sau „PTAB M1”, decât în faze preliminare de analiză.

În documentațiile tehnice și de achiziție se va utiliza codul complet.

4.2. Cod clasă de putere

Codul clasei de putere indică domeniul de putere nominală al transformatorului pentru care se dimensionează configurația PTAB.

Cod	Domeniu putere	Puteri nominale incluse	Observații
L1	16-63 kVA	16 / 25 / 40 / 63 kVA	PTAB compact opțional; soluția uzuală poate fi PTA sau altă soluție compactă aprobată
L2	100-250 kVA	100 / 160 / 250 kVA	Acces exterior standard; acces interior opțional justificat
M1	400-630 kVA	400 / 630 kVA	Acces exterior sau interior; construcție de regulă modulară
M2	800-1600 kVA	800 / 1000 / 1250 / 1600 kVA	Acces interior recomandat; construcție modulară
H1	2000-3150 kVA	2000 / 2500 / 3150 kVA	Acces interior obligatoriu; soluții semiîngropate/subterane standard

Clasa de putere se stabilește în funcție de puterea transformatorului instalat sau de puterea maximă prevăzută pentru dezvoltarea postului.

Anvelopa se va dimensiona astfel încât să permită montarea și înlocuirea transformatorului corespunzător clasei selectate, fără demolarea anvelopei și fără modificări structurale majore.

În cazul în care PTAB este proiectat pentru o putere instalată inițială mai mică, dar cu posibilitate de echipare ulterioară cu transformator de putere mai mare, codul clasei de putere se va stabili după puterea maximă prevăzută prin proiect.

Exemplu:

Pentru un PTAB echipat inițial cu transformator de 400 kVA, dar dimensionat pentru înlocuire ulterioară cu transformator de 630 kVA, clasa de putere va fi **M1**.

4.3. Cod acces

Codul de acces indică modul în care personalul autorizat exploatează echipamentele PTAB.

Cod	Tip acces	Domeniu de utilizare
AE	Acces din exterior	Standard pentru L1 și L2; posibil pentru M1, dacă soluția este justificată
AI	Acces din interior	Opțional pentru L2, opțional/recomandat pentru M1, recomandat pentru M2, obligatoriu pentru H1

Codul **AE** se utilizează pentru anvelope exploatate prin uși, panouri sau capace din exterior, fără pătrunderea operatorului în interiorul anvelopei.

Codul **AI** se utilizează pentru anvelope care permit intrarea personalului autorizat în interior, în vederea exploatării, manevrelor, verificărilor sau mentenanței.

Pentru orice configurație codificată cu **AI**, se aplică obligatoriu cerințele suplimentare privind:

- a) iluminatul interior;
- b) marcajele de securitate și exploatare;
- c) culoarul de exploatare;
- d) protecțiile mecanice ale barelor și conexiunilor;
- e) protecția împotriva deschiderii accidentale a compartimentelor;
- f) accesul operatorului;

- g) ventilația și controlul condensului;
- h) condițiile de mentenanță.

Pentru clasa **L2**, codul **AI** se utilizează numai dacă accesul interior este justificat prin proiect, prin cerințe de exploatare, echipare MT/JT, integrare SCADA, amplasament sau cerințe ale beneficiarului.

Exemple:

PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-400A-MS2 - PTAB L2 compact, cu acces din exterior.

PTAB-L2-AI-MD-ST-U20-TDRI-400A-MS2 - PTAB L2 modular, cu acces din interior, justificat prin proiect.

4.4. Cod construcție

Codul de construcție indică tipul constructiv al anvelopei.

Cod	Tip construcție	Domeniu de utilizare
MB	Monobloc	Soluții compacte, în special L1-L2
MD	Modulară	Soluții extinse, L2 opțional, M1-H1 recomandat/obligatoriu după caz

Codul **MB** se utilizează pentru anvelope prefabricate realizate ca un singur corp constructiv principal.

Codul **MD** se utilizează pentru anvelope alcătuite din module prefabricate asamblabile, care permit adaptarea gabaritului, compartimentării, accesului și echipării.

Pentru puteri de minimum 400 kVA se recomandă utilizarea construcției modulare.

Pentru puteri peste 630 kVA, configurații cu acces interior, configurații cu echipare MT/JT extinsă sau configurații cu cerințe SCADA/automatizare avansate, construcția modulară este soluția standard recomandată.

Exemple:

PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-400A-MS2 - anvelopă monobloc, compactă.

PTAB-M1-AI-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS3 - anvelopă modulară, cu acces interior.

4.5. Cod amplasare

Codul de amplasare indică poziția anvelopei față de cota terenului amenajat.

Cod	Amplasare	Domeniu de utilizare
ST	Suprateran	Standard pentru L1-M2; pentru H1 numai condiționat și justificat tehnic
SI	Semiîngropat	Recomandat pentru M1-H1, în special în zone urbane
SB	Subteran	Recomandat pentru M2-H1, cu preferință pentru transformatoare uscate

Codul **ST** se utilizează pentru PTAB amplasate deasupra cotei terenului amenajat.

Codul **SI** se utilizează pentru PTAB amplasate parțial sub cota terenului amenajat.

Codul **SB** se utilizează pentru PTAB amplasate sub cota terenului amenajat.

Pentru clasa **H1**, amplasarea supraterană nu constituie soluție standard.

Aceasta poate fi acceptată numai în amplasamente industriale sau tehnice, pe baza unei justificări tehnice și cu avizare expresă.

Soluțiile subterane cu transformator în ulei sunt configurații condiționate.

Acestea se admit numai dacă sunt prevăzute cel puțin:

- a) sistem/bazin de retenție ulei;
- b) ventilație dimensionată prin calcul;

- c) detecție și protecție la incendiu;
- d) evacuare fum/gaze;
- e) acces pentru intervenție;
- f) avizare expresă.

Exemple:

PTAB-M2-AI-MD-SI-US20-TDRI-1600A-MS3 - PTAB M2 semiîngropat, cu transformator uscat.

PTAB-H1-AI-MD-SB-US20-TDRI-3200A-MS4 - PTAB H1 subteran, cu transformator uscat și automatizare avansată.

4.6. Cod transformator

Codul transformatorului indică tipul constructiv și nivelul de tensiune al transformatorului compatibil cu configurația PTAB.

Cod	Tip transformator
U20	Transformator imersat în ulei 20/0,4 kV
U10	Transformator imersat în ulei 10/0,4 kV
U6	Transformator imersat în ulei 6/0,4 kV
U2010	Transformator imersat în ulei 20/10/0,4 kV
U206	Transformator imersat în ulei 20/6/0,4 kV
US20	Transformator uscat 20/0,4 kV
US2010	Transformator uscat 20/10/0,4 kV
US206	Transformator uscat 20/6/0,4 kV
OLTC20	Transformator în ulei cu reglaj în sarcină 20/0,4 kV
OLTC10	Transformator în ulei cu reglaj în sarcină 10/0,4 kV
OLTC6	Transformator în ulei cu reglaj în sarcină 6/0,4 kV

Toate transformatoarele incluse în catalog trebuie să respecte cerințele legale și tehnice aplicabile privind eficiența energetică și nivelul de pierderi.

Pentru transformatoarele în ulei se impune sistem de retenție ulei.

Pentru transformatoarele uscate se impune control suplimentar al condensului și ventilației, în special pentru clasele M1-H1 și pentru amplasamente semiîngropate sau subterane.

Pentru transformatoarele de tip **OLTC** se impune integrare SCADA minim **MS3**. Utilizarea unui transformator OLTC fără integrare SCADA minim MS3 este interzisă ca soluție definitivă.

Exemple:

PTAB-M1-AI-MD-ST-OLTC20-TDRI-1000A-MS3 - PTAB M1 cu transformator OLTC și integrare SCADA MS3.

PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-400A-MS2 - PTAB L2 cu transformator în ulei 20/0,4 kV.

4.7. Cod TDRI

Codul TDRI indică tabloul de distribuție, reglaj, protecție și integrare JT aferent PTAB.

Codul TDRI se stabilește după **curentul nominal al tabloului JT, al barelor și al întreruptorului general**, exprimat în amperi, nu exclusiv după puterea transformatorului.

Structura codului TDRI este: **TDRI-[curent nominal]A**

Exemplu: **TDRI-400A**

Semnificație: TDRI cu curent nominal de 400 A.

Tabel orientativ de codificare TDRI:

Cod TDRI	Curent nominal TDRI / întreruptor general	Domeniu orientativ transformator	Observații
TDRI-100A	100 A	16-63 kVA	Pentru PTAB L1 compact/opțional, dacă este justificat
TDRI-250A	250 A	100 kVA	Întreruptor general reglabil recomandat
TDRI-400A	400 A	160-250 kVA	Standard pentru L2 160/250 kVA
TDRI-630A	630 A	400 kVA	VARIANTĂ pentru M1 fără rezervă majoră de extindere
TDRI-1000A	1000 A	400-630 kVA	Standard recomandat pentru M1 400/630 kVA
TDRI-1600A	1600 A	800-1000 kVA	Pentru M2, în funcție de proiect
TDRI-2500A	2500 A	1250-1600 kVA	Pentru M2 de putere mare
TDRI-3200A	3200 A	2000-2500 kVA	Pentru H1, validat prin proiect
TDRI-4000A	4000 A	3150 kVA / configurații speciale	Pentru H1 sau aplicații industriale, validat prin proiect

Puterea transformatorului se utilizează doar ca domeniu orientativ de aplicare. Alegerea finală a TDRI se stabilește prin proiect, în funcție de:

- puterea transformatorului;
- curentul nominal pe partea JT;
- curentul nominal al barelor;
- curentul nominal și reglajele întreruptorului general;
- numărul și tipul plecărilor JT;
- schema de distribuție JT;
- condițiile de selectivitate;
- cerințele beneficiarului;
- posibilitatea de extindere ulterioară.

Pentru TDRI echipat cu întreruptor general reglabil, curentul nominal al întreruptorului nu înlocuiește obligația reglării protecției în funcție de transformatorul efectiv instalat.

Exemple:

Pentru transformator de 100 kVA se recomandă **TDRI-250A**, cu întreruptor general reglabil.

Pentru transformatoare de 160 kVA sau 250 kVA se recomandă **TDRI-400A**.

Pentru clasa 400-630 kVA se recomandă **TDRI-1000A**, cu reglaj adaptat transformatorului instalat.

4.8. Cod nivel de motorizare, automatizare și integrare SCADA - MS

Codul **MS** indică nivelul de motorizare, automatizare și integrare SCADA.

Cod	Nivel	Utilizare
MS0	Fără motorizare / fără SCADA	PTAB mici, exploatare locală manuală
MS1	Motorizare locală	PTAB mici/medii cu acționări locale
MS2	Motorizare + teleindicații	PTAB medii cu integrare limitată în monitorizare
MS3	Motorizare + telecomandă SCADA	PTAB medii/mari integrate în dispecer
MS4	Automatizare avansată / Smart Grid	PTAB mari, infrastructură critică, integrare avansată

Codul **MS** este obligatoriu în codul complet PTAB.

Exemple:

PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-400A-MS2 - PTAB L2 cu motorizare și teleindicații.

PTAB-M1-AI-MD-ST-OLTC20-TDRI-1000A-MS3 - PTAB M1 cu OLTC și telecomandă SCADA.

PTAB-H1-AI-MD-SB-US20-TDRI-3200A-MS4 - PTAB H1 subteran, cu automatizare avansată.

4.9. Reguli de compatibilitate între câmpurile codului

Codul PTAB trebuie să fie coerent din punct de vedere tehnic. Nu este suficientă alăturarea formală a unor câmpuri valide; combinația rezultată trebuie să respecte regulile de compatibilitate ale catalogului. Se aplică următoarele reguli generale:

Situație	Regula aplicabilă
PTAB cu acces interior	Se impun iluminat interior, marcaje, culoar de exploatare, protecții mecanice și condiții de mentenanță
PTAB cu transformator în ulei	Se impune retenție ulei
PTAB subteran cu transformator în ulei	Configurație condiționată, cu retenție, ventilație calculată, protecție incendiu și avizare expresă
PTAB cu transformator uscat	Se impune control condens și ventilație adecvată; obligatoriu pentru M1-H1
PTAB cu OLTC	Se impune MS3 minimum
PTAB M1-H1	Se impune protecție la arc intern sau soluție constructivă echivalentă
PTAB H1	Acces interior obligatoriu; suprateran numai condiționat
PTAB M2-H1	Acces interior recomandat/obligatoriu și construcție modulară
TDRI	Se codifică după curent nominal, nu după kVA

Exemple de incompatibilități:

Cod / situație	Regim
PTAB-H1-AE-...	Neacceptat; H1 necesită acces interior
PTAB-...-OLTC20-...-MS0/MS1/MS2	Neacceptat ca soluție definitivă; OLTC necesită minimum MS3
PTAB-M2-AI-MD-SB-U20 fără retenție și protecție incendiu	Neacceptat; subteran cu ulei este condiționat
PTAB-AI fără iluminat și marcaje	Neacceptat

4.10. Exemple de coduri standard

Cod standard	Semnificație
PTAB-L1-AE-MB-ST-U20-TDRI-100A-MS0	PTAB compact L1, acces exterior, monobloc, suprateran, transformator în ulei 20/0,4 kV, TDRI 100 A, fără motorizare/SCADA
PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-400A-MS2	PTAB L2, acces exterior, monobloc, suprateran, transformator în ulei 20/0,4 kV, TDRI 400 A, motorizare și teleindicații
PTAB-L2-AI-MD-ST-U20-TDRI-400A-MS2	PTAB L2, acces interior opțional justificat, modular, suprateran, transformator în ulei, TDRI 400 A, MS2
PTAB-M1-AE-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS2	PTAB M1, acces exterior, modular, suprateran, transformator în ulei, TDRI 1000 A, MS2
PTAB-M1-AI-MD-ST-US20-TDRI-1000A-MS3	PTAB M1, acces interior, modular, suprateran, transformator uscat, TDRI 1000 A, telecomandă SCADA
PTAB-M1-AI-MD-ST-OLTC20-TDRI-1000A-MS3	PTAB M1, acces interior, modular, suprateran, transformator OLTC, TDRI 1000 A, telecomandă SCADA

PTAB-M2-AI-MD-SI-US20-TDRI-1600A-MS3	PTAB M2, acces interior, modular, semiîngropat, transformator uscat, TDRI 1600 A, MS3
PTAB-M2-AI-MD-SB-US20-TDRI-2500A-MS3	PTAB M2, acces interior, modular, subteran, transformator uscat, TDRI 2500 A, MS3
PTAB-H1-AI-MD-SI-US20-TDRI-3200A-MS4	PTAB H1, acces interior, modular, semiîngropat, transformator uscat, TDRI 3200 A, automatizare avansată
PTAB-H1-AI-MD-SB-US20-TDRI-4000A-MS4	PTAB H1, acces interior, modular, subteran, transformator uscat, TDRI 4000 A, automatizare avansată

4.11. Reguli privind utilizarea codului în documentații

În caietele de sarcini, documentațiile tehnice, proiecte și oferte, codul complet PTAB se va menționa obligatoriu.

Documentația tehnică va include cel puțin:

- a) codul complet PTAB;
- b) clasa de putere;
- c) tipul de acces;
- d) tipul constructiv;
- e) amplasarea;
- f) tipul transformatorului;
- g) codul TDRI și curentul nominal;
- h) nivelul MS;
- i) justificarea tehnică pentru configurațiile opționale sau condiționate;
- j) matricea de conformitate față de prezentul catalog.

Pentru configurațiile care se abat de la variantele standard, codul se va completa cu o mențiune de tip „**configurație condiționată**” sau „**configurație specială**”, iar documentația va include justificarea tehnică și avizarea expresă.

Exemplu:

PTAB-H1-AI-MD-ST-US20-TDRI-4000A-MS4 - configurație condiționată, amplasare supraterană H1 justificată tehnic și avizată expres.

4.12. Reguli privind revizuirea codurilor

Codurile din prezentul catalog se utilizează ca sistem standard de referință.

Modificarea, introducerea sau eliminarea unor coduri se poate face numai prin revizuirea catalogului.

Nu se admit coduri paralele, abrevieri locale sau denumiri comerciale care înlocuiesc codul standard PTAB.

Denumirile comerciale ale furnizorilor pot fi menționate în documentații numai suplimentar, fără a înlocui codul standard.

În cazul în care un furnizor propune o soluție echivalentă cu o configurație standard, aceasta trebuie încadrată în codul standard corespunzător și însoțită de matricea de conformitate.

5. Configurații standard PTAB

Configurațiile standard PTAB reprezintă combinațiile de referință acceptate pentru proiectarea, achiziția, execuția, recepția, exploatarea și mentenanța posturilor de transformare în anvelopă de beton.

Configurațiile standard se definesc în funcție de:

- a) clasa de putere;
- b) tipul de acces;
- c) tipul constructiv al anvelopei;
- d) amplasare;
- e) tipul transformatorului;
- f) curentul nominal al TDRI;

- g) nivelul de motorizare, automatizare și integrare SCADA - **MS**;
- h) cerințele de exploatare și mentenanță;
- i) condițiile de amplasament;
- j) cerințele beneficiarului/operatorului de distribuție.

Configurațiile din prezentul capitol reprezintă soluții standard sau soluții standard condiționate.

Alegerea finală a configurației se face prin proiect, cu respectarea cerințelor minime prevăzute în catalog.

5.1. Principii generale de selecție

Configurația PTAB se alege în funcție de puterea transformatorului instalat sau de puterea maximă prevăzută prin proiect pentru dezvoltarea ulterioară a postului.

Anvelopa se dimensionează astfel încât să permită înlocuirea transformatorului fără demolarea anvelopei și fără modificări structurale majore.

Pentru puteri de până la 63 kVA, soluția PTAB se consideră soluție compactă/opțională. Soluția uzuală poate fi, după caz, PTA sau altă soluție compactă aprobată.

Pentru clasa **L2 / 100-250 kVA**, accesul exterior este soluția standard. Accesul interior se admite opțional, numai dacă este justificat prin proiect, prin cerințe de exploatare, mentenanță, echipare MT/JT, SCADA, amplasament sau cerințe ale beneficiarului.

Pentru clasa **M1 / 400-630 kVA**, se admit atât soluții cu acces din exterior, cât și soluții cu acces din interior. Soluțiile cu acces interior se recomandă pentru echipări extinse, amplasamente urbane, mentenanță interioară, SCADA sau configurații cu cerințe superioare de exploatare.

Pentru clasa **M2 / 800-1600 kVA**, accesul din interior este soluția recomandată.

Pentru clasa **H1 / 2000-3150 kVA**, accesul din interior este obligatoriu.

Soluțiile standard H1 sunt semiîngropate sau subterane.

Soluțiile H1 supraterane nu fac parte din configurațiile standard și pot fi acceptate numai condiționat, justificat tehnic și cu avizare expresă.

Pentru configurațiile cu transformatoare în ulei se impune sistem de retenție ulei.

Pentru configurațiile subterane cu transformatoare în ulei se impun suplimentar retenție ulei, ventilație dimensionată prin calcul, detecție/protecție la incendiu, evacuare fum/gaze, acces pentru intervenție și avizare expresă.

Pentru configurațiile cu transformatoare uscate se impune control al condensului și ventilație adecvată, obligatoriu pentru M1-H1 și pentru amplasamente semiîngropate sau subterane.

Pentru configurațiile cu transformatoare **OLTC** se impune nivel minim **MS3**. Utilizarea OLTC fără integrare SCADA minim MS3 este interzisă ca soluție definitivă.

5.2. Tabel general al configurațiilor standard

Cod configurație de bază	Domeniu	Descriere sintetică	Utilizare recomandată	Regim
PTAB-L1-AE-MB-ST	16-63 kVA	Anvelopă supraterană monobloc, cu acces din exterior	rural, consumatori mici, soluții compacte, situații în care nu se utilizează PTA	opțional
PTAB-L2-AE-MB-ST	100-250 kVA	Anvelopă supraterană monobloc, cu acces din exterior	rezidențial mic, consumatori mici/medii, soluții compacte	standard

PTAB-L2-AE-MD-ST	100-250 kVA	Anvelopă supraterană modulară, cu acces din exterior	soluții extensibile, zone urbane mici, echipare MT/JT mai complexă	standard extins
PTAB-L2-AI-MD-ST	100-250 kVA	Anvelopă supraterană modulară, cu acces din interior	zone urbane/comerciale, mentenanță interioară, SCADA, echipare extinsă	opțional justificat
PTAB-M1-AE-MD-ST	400-630 kVA	Anvelopă supraterană modulară, cu acces din exterior	urban, comercial, industrie medie, soluții compacte/extinse	standard
PTAB-M1-AI-MD-ST	400-630 kVA	Anvelopă supraterană modulară, cu acces din interior	urban/comercial, exploatare interioară, SCADA, echipare extinsă	standard/recomandat
PTAB-M1-AI-MD-SI	400-630 kVA	Anvelopă semiîngropată modulară, cu acces din interior	zone urbane, impact vizual redus, cerințe superioare de integrare	standard condiționat de amplasament
PTAB-M2-AI-MD-ST	800-1600 kVA	Anvelopă supraterană modulară, cu acces din interior	urban mare, industrie, infrastructură, platforme tehnice	standard
PTAB-M2-AI-MD-SI	800-1600 kVA	Anvelopă semiîngropată modulară, cu acces din interior	centre urbane, platforme industriale, reducerea impactului vizual	standard
PTAB-M2-AI-MD-SB	800-1600 kVA	Anvelopă subterană modulară, cu acces din interior	zone premium, spații publice, infrastructură critică	standard condiționat
PTAB-H1-AI-MD-SI	2000-3150 kVA	Anvelopă semiîngropată modulară/industrială, cu acces din interior	infrastructură critică, industrie grea, centre urbane	standard
PTAB-H1-AI-MD-SB	2000-3150 kVA	Anvelopă subterană modulară/industrială, cu acces din interior	centre urbane, spitale, aeroporturi, centre de date, infrastructură critică	standard condiționat

5.3. Configurații standard pentru clasa L1 - 16-63 kVA

Clasa L1 acoperă puterile 16 / 25 / 40 / 63 kVA.

Pentru această clasă, PTAB se consideră soluție compactă/opțională. În funcție de amplasament și de soluția tehnică aprobată, pentru această clasă poate fi utilizată și soluție de tip PTA sau alt post compact aprobat.

5.3.1. Configurație L1 standard opțională

Cod configurație	Descriere
PTAB-L1-AE-MB-ST	Anvelopă supraterană monobloc, cu acces din exterior, pentru PTAB compact

5.3.2. Echipare orientativă L1

Parametru	Recomandare
Acces	AE - acces din exterior
Construcție	MB - monobloc

Amplasare	ST - suprateran
Transformator recomandat	U20 / U10 / U6, după nivelul rețelei
Transformator uscat	posibil/opțional, justificat prin proiect
TDRI orientativ	TDRI-100A sau alt TDRI stabilit prin proiect
Nivel MS	MS0-MS1
Protecție arc intern	minimă, conform echipamentelor MT și proiectului
SCADA	de regulă nu se impune

5.3.3. Exemple de coduri complete L1

Cod complet	Semnificație
PTAB-L1-AE-MB-ST-U20-TDRI-100A-MS0	PTAB compact L1, acces exterior, monobloc, suprateran, transformator în ulei 20/0,4 kV, TDRI 100 A, fără motorizare/SCADA
PTAB-L1-AE-MB-ST-U20-TDRI-100A-MS1	PTAB compact L1, acces exterior, monobloc, suprateran, transformator în ulei, TDRI 100 A, motorizare locală

5.4. Configurații standard pentru clasa L2 - 100-250 kVA

Clasa L2 acoperă puterile 100 / 160 / 250 kVA.

Pentru această clasă, accesul exterior este soluția standard.

Accesul interior se admite numai ca soluție opțională justificată.

5.4.1. Configurații L2 standard

Cod configurație	Descriere	Utilizare
PTAB-L2-AE-MB-ST	Anvelopă supraterană monobloc, cu acces din exterior	soluție compactă standard
PTAB-L2-AE-MD-ST	Anvelopă supraterană modulară, cu acces din exterior	soluție extensibilă, cu echipare MT/JT mai complexă
PTAB-L2-AI-MD-ST	Anvelopă supraterană modulară, cu acces din interior	soluție opțională justificată

5.4.2. Echipare orientativă L2

Parametru	Recomandare
Acces standard	AE
Acces opțional	AI, justificat prin proiect
Construcție	MB sau MD
Amplasare standard	ST
Transformator recomandat	U20 / U10 / U6
Transformator uscat	opțional/recomandat în funcție de amplasament
OLTC	posibil numai justificat și cu MS3 minimum
TDRI orientativ pentru 100 kVA	TDRI-250A
TDRI orientativ pentru 160-250 kVA	TDRI-400A
Nivel MS	MS1-MS2
Protecție arc intern	recomandată; obligatorie dacă accesul este interior sau proiectul o impune

Control condens	recomandat; obligatoriu dacă se utilizează transformator uscat în condiții de risc
-----------------	--

5.4.3. Reguli specifice L2 cu acces interior

Pentru configurația **PTAB-L2-AI-MD-ST**, se aplică obligatoriu cerințele pentru acces interior:

- iluminat interior;
- marcaje de securitate și exploatare;
- culoar de exploatare;
- protecții mecanice ale barelor și conexiunilor;
- protecție la deschiderea accidentală a compartimentelor;
- ventilație și control condens corespunzător;
- acces pentru mentenanță;
- validare prin proiect.

Configurația **PTAB-L2-AI-MD-ST** nu înlocuiește configurațiile standard cu acces exterior, ci se utilizează numai atunci când accesul interior este justificat.

5.4.4. Exemple de coduri complete L2

Cod complet	Semnificație
PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-250A-MS1	PTAB L2, 100 kVA orientativ, acces exterior, monobloc, suprateran, transformator în ulei, TDRI 250 A, motorizare locală
PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-400A-MS2	PTAB L2, 160-250 kVA orientativ, acces exterior, monobloc, suprateran, transformator în ulei, TDRI 400 A, teleindicații
PTAB-L2-AE-MD-ST-US20-TDRI-400A-MS2	PTAB L2 modular, acces exterior, transformator uscat, TDRI 400 A, MS2
PTAB-L2-AI-MD-ST-U20-TDRI-400A-MS2	PTAB L2 modular, acces interior opțional justificat, transformator în ulei, TDRI 400 A, MS2

5.5. Configurații standard pentru clasa M1 - 400-630 kVA

Clasa **M1** acoperă puterile 400 / 630 kVA.

Pentru această clasă, construcția modulară este recomandată.

Se admit atât accesul exterior, cât și accesul interior.

Accesul interior este recomandat atunci când există echipare extinsă, SCADA, necesar de mentenanță interioară sau condiții de amplasament care impun exploatarea din interior.

5.5.1. Configurații M1 standard

Cod configurație	Descriere	Utilizare
PTAB-M1-AE-MD-ST	Anvelopă supraterană modulară, cu acces din exterior	soluție standard pentru 400-630 kVA, cu exploatare exterioară
PTAB-M1-AI-MD-ST	Anvelopă supraterană modulară, cu acces din interior	soluție recomandată pentru exploatare interioară, SCADA, echipare extinsă
PTAB-M1-AI-MD-SI	Anvelopă semiîngropată modulară, cu acces din interior	soluție pentru zone urbane și impact vizual redus

5.5.2. Echipare orientativă M1

Parametru	Recomandare
Acces	AE sau AI
Construcție	MD

Amplasare	ST sau SI
Transformator recomandat	U20 / U10 / U6 / US20
Transformator uscat	recomandat pentru amplasamente interioare, urbane, semiîngropate sau cu risc de incendiu
OLTC	opțional, numai cu MS3 minimum
TDRI orientativ pentru 400 kVA	TDRI-630A sau TDRI-1000A
TDRI orientativ pentru 630 kVA	TDRI-1000A
Nivel MS	MS2-MS3
Protecție arc intern	obligatorie sau soluție constructivă echivalentă
Depresurizare	obligatorie dacă rezultă din echiparea MT/anvelopă
Control condens	obligatoriu pentru transformator uscat; recomandat pentru restul configurațiilor
SCADA	recomandată

5.5.3. Reguli specifice M1

- Pentru configurațiile M1 se recomandă dimensionarea anvelopei la puterea maximă a clasei, respectiv 630 kVA, atunci când se urmărește posibilitatea înlocuirii ulterioare a transformatorului.
- Pentru transformator de 400 kVA, utilizarea **TDRI-1000A** este admisă atunci când se urmărește standardizarea clasei 400-630 kVA, rezerva de dezvoltare sau înlocuirea ulterioară cu transformator de 630 kVA.
- Reglajele întreruptorului general se stabilesc în funcție de transformatorul efectiv instalat.
- Pentru configurațiile M1 cu acces interior, se aplică obligatoriu cerințele privind iluminatul, marcajele, culoarul de exploatare, protecțiile mecanice, protecția la deschiderea accidentală, ventilația și mentenanța.

5.5.4. Exemple de coduri complete M1

Cod complet	Semnificație
PTAB-M1-AE-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS2	PTAB M1, acces exterior, modular, suprateran, transformator în ulei, TDRI 1000 A, MS2
PTAB-M1-AI-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS3	PTAB M1, acces interior, modular, suprateran, transformator în ulei, TDRI 1000 A, MS3
PTAB-M1-AI-MD-ST-US20-TDRI-1000A-MS3	PTAB M1, acces interior, modular, suprateran, transformator uscat, TDRI 1000 A, MS3
PTAB-M1-AI-MD-SI-US20-TDRI-1000A-MS3	PTAB M1, acces interior, modular, semiîngropat, transformator uscat, TDRI 1000 A, MS3
PTAB-M1-AI-MD-ST-OLTC20-TDRI-1000A-MS3	PTAB M1, acces interior, modular, transformator OLTC, TDRI 1000 A, SCADA minim MS3

5.6. Configurații standard pentru clasa M2 - 800-1600 kVA

Clasa **M2** acoperă puterile 800 / 1000 / 1250 / 1600 kVA.

Pentru această clasă, accesul interior este recomandat, iar construcția modulară este soluția standard.

5.6.1. Configurații M2 standard

Cod configurație	Descriere	Utilizare
PTAB-M2-AI-MD-ST	Anvelopă supraterană modulară, cu acces din interior	urban mare, industrie, infrastructură
PTAB-M2-AI-MD-SI	Anvelopă semiîngropată modulară, cu acces din interior	centre urbane, platforme industriale
PTAB-M2-AI-MD-SB	Anvelopă subterană modulară, cu acces din interior	spații publice, zone premium, infrastructură critică

5.6.2. Echipare orientativă M2

Parametru	Recomandare
Acces	AI
Construcție	MD
Amplasare	ST / SI / SB
Transformator recomandat	US20 / US2010 / US206
Transformator în ulei	admis condiționat, cu retenție ulei
Transformator subteran în ulei	admis numai condiționat sever și cu avizare expresă
OLTC	posibil, cu MS3 minimum
TDRI orientativ pentru 800-1000 kVA	TDRI-1600A
TDRI orientativ pentru 1250-1600 kVA	TDRI-2500A
Nivel MS	MS3
Protecție arc intern	obligatorie
Depresurizare	obligatorie
Control condens	obligatoriu
Ventilație	naturală optimizată și/sau forțată, după caz
SCADA	obligatorie

5.6.3. Reguli specifice M2

- Pentru clasa M2, configurațiile subterane se preferă cu transformatoare uscate.
- În cazul utilizării transformatoarelor în ulei, documentația tehnică trebuie să includă soluții pentru retenție ulei, ventilație, protecție la incendiu, evacuare fum/gaze și acces pentru intervenție.
- Pentru orice configurație M2 se impune integrare SCADA cel puțin la nivel **MS3**, dacă prin proiect sau prin cerințele beneficiarului nu se solicită un nivel superior.

5.6.4. Exemple de coduri complete M2

Cod complet	Semnificație
PTAB-M2-AI-MD-ST-US20-TDRI-1600A-MS3	PTAB M2, acces interior, modular, suprateran, transformator uscat, TDRI 1600 A, MS3

PTAB-M2-AI-MD-SI-US20-TDRI-1600A-MS3	PTAB M2, acces interior, modular, semiîngropat, transformator uscat, TDRI 1600 A, MS3
PTAB-M2-AI-MD-SI-OLTC20-TDRI-1600A-MS3	PTAB M2, semiîngropat, transformator OLTC, TDRI 1600 A, MS3
PTAB-M2-AI-MD-SB-US20-TDRI-2500A-MS3	PTAB M2, acces interior, modular, subteran, transformator uscat, TDRI 2500 A, MS3

5.7. Configurații standard pentru clasa H1 - 2000-3150 kVA

Clasa **H1** acoperă puterile 2000 / 2500 / 3150 kVA.

Pentru această clasă, accesul interior este obligatoriu, iar construcția modulară/industrială este obligatorie. Soluțiile standard sunt semiîngropate sau subterane.

5.7.1. Configurații H1 standard

Cod configurație	Descriere	Utilizare
PTAB-H1-AI-MD-SI	Anvelopă semiîngropată modulară/industrială, cu acces din interior	infrastructură critică, industrie grea, centre urbane
PTAB-H1-AI-MD-SB	Anvelopă subterană modulară/industrială, cu acces din interior	centre urbane, spitale, aeroporturi, centre de date, infrastructură critică

5.7.2. Echipare orientativă H1

Parametru	Recomandare
Acces	AI obligatoriu
Construcție	MD obligatoriu
Amplasare standard	SI / SB
Amplasare supraterană	numai condiționat, justificat tehnic și avizat expres
Transformator recomandat	US20 / US2010 / US206
Transformator în ulei	posibil numai condiționat, în funcție de proiect și avizare
OLTC	posibil numai cu MS3 minimum; pentru H1 se recomandă MS4 dacă soluția este critică
TDRI orientativ pentru 2000-2500 kVA	TDRI-3200A
TDRI orientativ pentru 3150 kVA	TDRI-4000A
Nivel MS	MS4
Protecție arc intern	critică/obligatorie
Depresurizare	obligatorie
Control condens	obligatoriu
Ventilație	forțată/redundantă, validată prin calcul
SCADA	obligatorie avansată
Cybersecurity	obligatorie
Integrare DMS/OMS	obligatorie dacă este solicitată de beneficiar/operator
FLISR	obligatoriu dacă este solicitat de arhitectura rețelei

5.7.3. Reguli specifice H1

- Nu se admit configurații H1 cu acces din exterior.
- Nu se recomandă configurații H1 monobloc. Acestea pot fi acceptate numai condiționat, dacă sunt justificate prin proiect, transport, montaj, gabarit, verificări structurale și avizare expresă.
- Configurațiile H1 subterane cu transformator în ulei se admit numai în cazuri justificate și cu măsuri suplimentare de retenție ulei, ventilație, protecție la incendiu, evacuare fum/gaze, acces intervenție și avizare expresă.

5.7.4. Exemple de coduri complete H1

Cod complet	Semnificație
PTAB-H1-AI-MD-SI-US20-TDRI-3200A-MS4	PTAB H1, acces interior, modular, semiîngropat, transformator uscat, TDRI 3200 A, MS4
PTAB-H1-AI-MD-SB-US20-TDRI-3200A-MS4	PTAB H1, acces interior, modular, subteran, transformator uscat, TDRI 3200 A, MS4
PTAB-H1-AI-MD-SB-US20-TDRI-4000A-MS4	PTAB H1, acces interior, modular, subteran, transformator uscat, TDRI 4000 A, MS4
PTAB-H1-AI-MD-SI-OLTC20-TDRI-4000A-MS4	PTAB H1, semiîngropat, transformator OLTC, TDRI 4000 A, automatizare avansată

5.8. Matrice sintetică de selecție a configurației

Domeniu putere	Acces standard	Construcție standard	Amplasare standard	Transformator recomandat	TDRI orientativ	Nivel MS recomandat
16-63 kVA	exterior	monobloc	suprateran	ulei	TDRI-100A	MS0-MS1
100 kVA	exterior; interior opțional justificat	monobloc/ modulară	suprateran	ulei / uscat opțional	TDRI-250A	MS1-MS2
160-250 kVA	exterior; interior opțional justificat	monobloc/ modulară	suprateran	ulei / uscat opțional	TDRI-400A	MS1-MS2
400 kVA	exterior/ interior	modulară	suprateran/ semiîngropat	ulei / uscat; OLTC opțional cu MS3	TDRI-630A sau TDRI- 1000A	MS2-MS3
630 kVA	exterior/ interior	modulară	suprateran/ semiîngropat	ulei / uscat; OLTC opțional cu MS3	TDRI-1000A	MS2-MS3
800-1000 kVA	interior	modulară	suprateran/ semiîngropat/ subteran	uscat / OLTC; ulei condiționat	TDRI-1600A	MS3
1250-1600 kVA	interior	modulară	suprateran/ semiîngropat/ subteran	uscat / OLTC; ulei condiționat	TDRI-2500A	MS3
2000-2500 kVA	interior obligatoriu	modulară/ industrială	semiîngropat/ subteran	uscat; ulei condiționat	TDRI-3200A	MS4
3150 kVA	interior obligatoriu	modulară/ industrială	semiîngropat/ subteran	uscat; ulei condiționat	TDRI-4000A	MS4

5.9. Configurații optionale justificate

Următoarele configurații nu constituie soluții standard principale, dar pot fi utilizate dacă sunt justificate prin proiect:

Configurație	Regim	Condiții minime
PTAB-L1-AE-MB-ST	opțional	se justifică alegerea PTAB față de PTA sau altă soluție compactă
PTAB-L2-AI-MD-ST	opțional justificat	necesar de acces interior, echipare extinsă, SCADA, mentenanță sau amplasament
PTAB-M1-AE-MD-ST cu TDRI-630A	opțional	admis pentru 400 kVA fără rezervă majoră de extindere
PTAB-M1 cu OLTC	opțional condiționat	MS3 minimum și compatibilitate cu anvelopa
PTAB-M2 cu transformator în ulei	condiționat	retenție ulei, ventilație, incendiu, acces intervenție
PTAB-H1 suprateran	condiționat special	amplasament industrial/tehnice, justificare, avizare expresă
PTAB-H1 cu transformator în ulei	condiționat special	retenție, incendiu, ventilație, acces, avizare expresă

5.10. Configurații care nu se includ în lista standard

Nu fac parte din configurațiile standard ale prezentului catalog:

- 5.10.1. PTAB H1 cu acces din exterior;
- 5.10.2. PTAB H1 monobloc ca soluție uzuală;
- 5.10.3. PTAB cu OLTC fără integrare SCADA minim MS3;
- 5.10.4. PTAB M1-H1 fără protecție la arc intern sau fără soluție constructivă echivalentă;
- 5.10.5. PTAB cu acces interior fără iluminat și marcaje;
- 5.10.6. PTAB cu acces interior fără culoar de exploatare corespunzător;
- 5.10.7. PTAB cu transformator uscat fără control condens pentru M1-H1;
- 5.10.8. PTAB subteran cu transformator în ulei fără retenție, ventilație, protecție incendiu și avizare;
- 5.10.9. configurații codificate cu TDRI exprimat numai în kVA, fără curent nominal;
- 5.10.10. configurații cu nivel SCADA notat M0-M4 în loc de MS0-MS4.

5.11. Reguli privind completarea codului de bază

Codurile din tabelul de configurații standard reprezintă coduri de bază. În documentațiile tehnice, acestea se completează obligatoriu cu:

- a) codul transformatorului;
- b) codul TDRI exprimat în amperi;
- c) nivelul MS.

Exemplu de cod de bază:

PTAB-M1-AI-MD-ST

Exemplu de cod complet: **PTAB-M1-AI-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS3**

Codul de bază nu este suficient pentru achiziție, ofertare sau recepție.

Pentru aceste etape se utilizează obligatoriu codul complet.

5.12. Reguli privind alegerea între variante similare

Pentru aceeași clasă de putere pot exista mai multe configurații standard. Alegerea se face astfel:

Situație	Configurație preferată
Puteri mici, consumatori izolați, rural	L1 sau soluție PTA/PT compact
100-250 kVA, echipare simplă	PTAB-L2-AE-MB-ST

100-250 kVA, echipare extinsă	PTAB-L2-AE-MD-ST
100-250 kVA, necesar de acces interior	PTAB-L2-AI-MD-ST
400-630 kVA, soluție compactă de exploatare exterioară	PTAB-M1-AE-MD-ST
400-630 kVA, SCADA/mentenanță interioară	PTAB-M1-AI-MD-ST
400-630 kVA, integrare urbană	PTAB-M1-AI-MD-SI
800-1600 kVA, industrie/infrastructură	PTAB-M2-AI-MD-ST
800-1600 kVA, urban cu impact vizual redus	PTAB-M2-AI-MD-SI
800-1600 kVA, spații publice/zonă premium	PTAB-M2-AI-MD-SB
2000-3150 kVA, infrastructură critică	PTAB-H1-AI-MD-SI sau PTAB-H1-AI-MD-SB

5.13. Cerințe minime comune configurațiilor standard

Toate configurațiile standard trebuie să asigure cel puțin:

- compartiment MT;
- compartiment JT;
- compartiment transformator;
- bară PE;
- sistem de legare echipotențială;
- protecție la atingere directă;
- protecție la atingere indirectă;
- etanșare treceri cabluri;
- protecție împotriva rozătoarelor;
- protecție împotriva insectelor;
- protecție UV pentru elementele expuse;
- marcaje de securitate;
- protecții mecanice pentru bare și conexiuni;
- protecție împotriva deschiderii accidentale a compartimentelor cu risc;
- compatibilitate cu standardele și reglementările aplicabile;
- posibilitatea de exploatare și mentenanță în condiții de siguranță.

Pentru configurațiile cu acces interior, aceste cerințe se completează cu iluminat interior, culoar de exploatare, marcaje de exploatare, acces operator și condiții suplimentare de mentenanță.

5.14. Concluzie privind configurațiile standard

Lista configurațiilor standard nu are rolul de a bloca soluțiile tehnice echivalente, ci de a stabili o bază unitară de referință.

Soluțiile propuse de furnizori pot fi acceptate dacă:

- se încadrează într-un cod standard PTAB;
- respectă cerințele minime ale catalogului;
- sunt compatibile cu transformatorul, TDRI, nivelul MS și amplasamentul;
- permit exploatarea și mentenanța în siguranță;
- sunt validate prin proiect;
- sunt însoțite de matrice de conformitate;
- sunt avizate de beneficiar/operatorul de distribuție, atunci când se abat de la configurațiile standard principale.

6. Matricea de selecție rapidă

Matricea de selecție rapidă are rolul de a orienta alegerea configurației PTAB în fazele preliminare de analiză, temă de proiectare, caiet de sarcini, ofertare și avizare.

Matricea nu înlocuiește proiectarea tehnică de specialitate.

Alegerea finală a configurației se validează prin proiect, în funcție de puterea transformatorului, curentul nominal al TDRI, schema MT/JT, condițiile de amplasament, nivelul de automatizare/SCADA, cerințele de exploatare, cerințele beneficiarului și standardele aplicabile.

6.1. Matrice generală de selecție rapidă

Putere transformator	Clasă PTAB	Acces recomandat	Construcție recomandată	Amplasare recomandată	Transformator recomandat	TDRI orientativ	Nivel MS recomandat	Regim
16-63 kVA	L1	AE	MB	ST	U20 / U10 / U6	TDRI-100A	MS0-MS1	opțional PTAB; posibil PTA/ PT compact
100 kVA	L2	AE; AI opțional justificat	MB / MD	ST	U20 / U10 / U6; US opțional	TDRI-250A	MS1-MS2	standard
160 kVA	L2	AE; AI opțional justificat	MB / MD	ST	U20 / U10 / U6; US opțional	TDRI-400A	MS1-MS2	standard
250 kVA	L2	AE; AI opțional justificat	MB / MD	ST	U20 / U10 / U6; US opțional	TDRI-400A	MS1-MS2	standard
400 kVA	M1	AE / AI	MD	ST / SI	U / US; OLTC opțional cu MS3	TDRI-630A sau TDRI-1000A	MS2-MS3	standard
630 kVA	M1	AE / AI	MD	ST / SI	U / US; OLTC opțional cu MS3	TDRI-1000A	MS2-MS3	standard
800 kVA	M2	AI	MD	ST / SI / SB	US recomandat; U condiționat; OLTC cu MS3	TDRI-1600A	MS3	standard
1000 kVA	M2	AI	MD	ST / SI / SB	US recomandat; U condiționat; OLTC cu MS3	TDRI-1600A	MS3	standard
1250 kVA	M2	AI	MD	ST / SI / SB	US recomandat; U condiționat; OLTC cu MS3	TDRI-2500A	MS3	standard
1600 kVA	M2	AI	MD	ST / SI / SB	US recomandat; U condiționat; OLTC cu MS3	TDRI-2500A	MS3	standard
2000 kVA	H1	AI obligatoriu	MD / industrială	SI / SB	US recomandat; U condiționat	TDRI-3200A	MS4	standard specializat
2500 kVA	H1	AI obligatoriu	MD / industrială	SI / SB	US recomandat; U condiționat	TDRI-3200A	MS4	standard specializat
3150 kVA	H1	AI obligatoriu	MD / industrială	SI / SB	US recomandat; U condiționat	TDRI-4000A	MS4	standard specializat

6.2. Reguli rapide de alegere după putere

Domeniu de putere	Regula de selecție
16–63 kVA	Se analizează prioritar soluția PTA/PT compact. PTAB L1 se utilizează numai dacă amplasamentul, securitatea, urbanismul sau exploatarea justifică anvelopa de beton.
100–250 kVA	Se utilizează PTAB L2 cu acces exterior ca soluție standard. Accesul interior este admis numai opțional justificat.
400–630 kVA	Se utilizează PTAB M1 modular. Se admit atât acces exterior, cât și acces interior. TDRI-1000A este recomandat pentru standardizarea clasei 400–630 kVA.
800–1600 kVA	Se utilizează PTAB M2 modular, de regulă cu acces interior. SCADA minimum MS3.
2000–3150 kVA	Se utilizează PTAB H1 modular/industrial, cu acces interior obligatoriu, amplasare standard semiîngropată sau subterană și nivel MS4.

6.3. Reguli rapide de alegere după tipul de acces

Tip acces	Se utilizează pentru	Condiții
AE – acces din exterior	L1, L2 standard, M1 posibil	Recomandat pentru soluții compacte, costuri reduse, exploatare simplă și intervenții din exterior.
AI – acces din interior	L2 opțional, M1 recomandat în configurații extinse, M2 recomandat, H1 obligatoriu	Impune iluminat interior, marcaje, culoar de exploatare, protecții mecanice, protecție la deschiderea accidentală și condiții de mentenanță.

Regula de bază:

Accesul interior se selectează în funcție de necesarul de exploatare și mentenanță, nu exclusiv în funcție de puterea transformatorului.

Pentru L2, accesul interior nu este soluție standard principală, dar este admis dacă este justificat prin proiect.

6.4. Reguli rapide de alegere după tipul constructiv

Tip construcție	Se utilizează pentru	Regim
MB – monobloc	L1, L2 compacte	soluție compactă, economică, cu acces predominant exterior
MD – modulară	L2 extinse, M1, M2, H1	soluție standard pentru echipări extinse, acces interior, SCADA, puteri mari
MD / industrială	H1, configurații speciale, infrastructură critică	obligatoriu/recomandat în funcție de proiect

Regula de bază:

De la 400 kVA se recomandă construcția modulară.

Peste 630 kVA sau pentru configurații MT/IT extinse, construcția modulară/industrială devine soluția normală de proiectare.

6.5. Reguli rapide de alegere după amplasare

Amplasare	Clase recomandate	Regim de utilizare
ST – suprateran	L1–M2	standard pentru majoritatea configurațiilor; pentru H1 numai condiționat și avizat expres
SI – semiîngropat	M1–H1	recomandat pentru zone urbane, reducerea impactului vizual și infrastructură critică
SB – subteran	M2–H1	recomandat pentru spații publice, zone premium, infrastructură critică; preferabil cu transformator uscat

Regula de bază:**PTAB suprateran este soluție standard pentru L1-M2.****Pentru H1, soluția supraterană nu este standard și se admite numai justificat tehnic.**

Pentru PTAB subteran cu transformator în ulei, soluția este condiționată de retenție ulei, ventilație calculată, detecție/protecție la incendiu, evacuare fum/gaze, acces pentru intervenție și avizare expresă.

6.6. Reguli rapide de alegere după tipul transformatorului

Tip transformator	Utilizare recomandată	Observații
U – transformator în ulei	L1-M1 standard; M2/H1 condiționat	Necesită sistem de retenție ulei.
US – transformator uscat	recomandat pentru L2-H1, obligatoriu/preferabil în soluții subterane sau cu risc de incendiu	Necesită control condens și ventilație adecvată.
OLTC – transformator cu reglaj în sarcină	M1-H1, unde este necesară reglarea tensiunii și integrarea în dispecer	Necesită nivel minim MS3.

Regula de bază:**Transformatorul OLTC nu se utilizează fără integrare SCADA minimum MS3.**

Pentru M2 și H1, în special în amplasamente subterane sau semiîngropate, transformatorul uscat este soluția preferată.

6.7. Reguli rapide de alegere TDRI

TDRI se alege după curentul nominal al tabloului JT, al barelor și al întreruptorului general, nu doar după puterea transformatorului.

Putere transformator	Curent trafo aproximativ la 0,4 kV	TDRI orientativ	Observații
16-63 kVA	până la cca. 91 A	TDRI-100A	pentru L1 compact/opțional
100 kVA	cca. 144 A	TDRI-250A	întreruptor general reglabil
160 kVA	cca. 231 A	TDRI-400A	întreruptor general reglabil
250 kVA	cca. 361 A	TDRI-400A	standard pentru L2 160-250 kVA
400 kVA	cca. 577 A	TDRI-630A sau TDRI-1000A	TDRI-1000A dacă se urmărește standardizarea 400-630 kVA
630 kVA	cca. 909 A	TDRI-1000A	standard recomandat M1
800 kVA	cca. 1155 A	TDRI-1600A	standard M2
1000 kVA	cca. 1443 A	TDRI-1600A	standard M2
1250 kVA	cca. 1804 A	TDRI-2500A	standard M2 putere mare
1600 kVA	cca. 2309 A	TDRI-2500A	standard M2 putere mare
2000 kVA	cca. 2887 A	TDRI-3200A	H1
2500 kVA	cca. 3608 A	TDRI-4000A / soluție validată	H1; poate necesita soluție specială
3150 kVA	cca. 4547 A	TDRI-5000A / soluție specială validată	H1; se validează prin proiect

Notă: valorile curentului sunt orientative și se calculează pentru 0,4 kV trifazat.

Alegerea finală a TDRI se face prin proiect, în funcție de transformator, bare, întreruptor, plecări JT, selectivitate și cerințele beneficiarului.

Pentru variantele de putere mare, codurile **TDRI-3200A**, **TDRI-4000A** sau superioare se vor valida prin proiect și prin disponibilitatea soluțiilor constructive.

6.8. Reguli rapide de alegere a nivelului MS

Nivel MS	Utilizare recomandată	Clase uzuale
MS0	fără motorizare / fără SCADA	L1
MS1	motorizare locală	L1-L2
MS2	motorizare + teleindicații	L2-M1
MS3	motorizare + telecomandă SCADA	M1-M2, OLTC
MS4	automatizare avansată / Smart Grid	H1, infrastructură critică

Reguli minime:

Situație	Nivel minim
PTAB L1 compact	MS0
PTAB L2 standard	MS1
PTAB L2 cu teleindicații	MS2
PTAB M1 cu SCADA	MS2-MS3
PTAB cu OLTC	MS3
PTAB M2	MS3
PTAB H1	MS4
infrastructură critică	MS4

Regula de bază:**MS3 este nivelul minim pentru telecomandă SCADA și pentru orice configurație OLTC.****MS4 se utilizează pentru H1, infrastructură critică și automatizare avansată.****6.9. Matrice de selecție după scenariu uzuale**

Scenariu	Configurație recomandată	Observații
Consumator mic, rural, putere până la 63 kVA	PTA/PT compact sau PTAB-L1-AE-MB-ST	PTAB numai dacă este justificat
Rețea rezidențială mică, 100 kVA	PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-250A-MS1	soluție compactă
Rețea rezidențială/urbană, 160-250 kVA	PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-400A-MS2	soluție standard
L2 cu echipare MT/JT extinsă	PTAB-L2-AE-MD-ST sau PTAB-L2-AI-MD-ST	AI numai justificat
Urban/comercial, 400 kVA	PTAB-M1-AE-MD-ST-U20-TDRI-630A/1000A-MS2	TDRI-1000A dacă se prevede extindere
Urban/comercial, 630 kVA	PTAB-M1-AI-MD-ST-U20/US20-TDRI-1000A-MS3	recomandat acces interior
M1 cu necesar de reglaj tensiune	PTAB-M1-AI-MD-ST-OLTC20-TDRI-1000A-MS3	OLTC doar cu MS3
Industrie / urban mare, 800-1000 kVA	PTAB-M2-AI-MD-ST/SI-US20-TDRI-1600A-MS3	acces interior și SCADA
Putere 1250-1600 kVA	PTAB-M2-AI-MD-SI/SB-US20-TDRI-2500A-MS3	preferabil transformator uscat
Infrastructură critică 2000-3150 kVA	PTAB-H1-AI-MD-SI/SB-US20-TDRI-3200A/4000A-MS4	soluție specializată, validată prin proiect

6.10. Matrice de avertizare pentru configurații condiționate

Situație identificată	Regim	Măsură necesară
L1 solicitat ca PTAB	opțional	se justifică alegerea PTAB față de PTA/PT compact
L2 cu acces interior	opțional justificat	se justifică prin proiect necesarul de acces interior
M1 cu acces exterior	admis	se verifică exploatarea și mentenanța din exterior
H1 suprateran	condiționat special	justificare tehnică și avizare expresă
PTAB subteran cu transformator în ulei	condiționat sever	retenție ulei, ventilație, incendiu, evacuare fum/gaze, acces intervenție
Transformator uscat fără control condens	neacceptat pentru M1–H1	se introduce control condens și ventilație
OLTC fără MS3	neacceptat ca soluție definitivă	se impune MS3 minimum
Acces interior fără iluminat și marcaje	neacceptat	se introduc dotările obligatorii
M1–H1 fără protecție arc intern	neacceptat	se introduce protecție arc intern sau soluție echivalentă

6.11. Matrice rapidă de compatibilitate transformator – PTAB

Tip transformator	L1	L2	M1	M2	H1
U20 / U10 / U6	admis	admis	admis	admis condiționat	admis condiționat
U2010 / U206	limitat	admis	admis	admis condiționat	admis condiționat
US20 / US2010 / US206	opțional	recomandat	recomandat	recomandat/standard	recomandat/standard
OLTC20 / OLTC10 / OLTC6	neacceptat	posibil condiționat	admis cu MS3	admis cu MS3	posibil cu MS3/MS4

6.12. Matrice rapidă de compatibilitate acces – clasă PTAB

Clasă	AE – acces exterior	AI – acces interior
L1	standard	nerecomandat
L2	standard	opțional justificat
M1	admis	recomandat pentru echipare extinsă
M2	nerecomandat	recomandat
H1	neacceptat	obligatoriu

6.13. Matrice rapidă de compatibilitate amplasare – clasă PTAB

Clasă	ST – suprateran	SI – semiîngropat	SB – subteran
L1	standard/opțional PTAB	nerecomandat	neacceptat uzual
L2	standard	posibil justificat	nerecomandat
M1	standard	recomandat urban	posibil numai justificat
M2	standard	recomandat	recomandat condiționat
H1	condiționat special	standard	standard condiționat

6.14. Regula de selecție în caz de conflict

Dacă o configurație pare să se încadreze în mai multe variante, se aplică următoarea ordine de prioritate:

1. cerințele de siguranță electrică și protecție la incendiu;
2. condițiile de amplasament;
3. posibilitatea de exploatare și mentenanță;
4. puterea transformatorului și curentul TDRI;
5. nivelul MS necesar;
6. cerințele beneficiarului/operatorului;
7. costul și compactitatea soluției.

În caz de conflict între o soluție mai compactă și o soluție mai sigură sau mai ușor de exploatat, se va selecta soluția care asigură nivelul superior de siguranță și mentenanță.

6.15. Concluzie privind utilizarea matricei

Matricea de selecție rapidă se utilizează ca instrument de orientare și uniformizare, nu ca substitut al proiectării.

Configurația selectată prin matrice trebuie confirmată prin:

- a) cod complet PTAB;
- b) calculul curentului pe partea JT;
- c) alegerea TDRI în amperi;
- d) alegerea nivelului MS;
- e) verificarea accesului și mentenanței;
- f) verificarea ventilației și controlului condensului;
- g) verificarea retenției de ulei, dacă se utilizează transformator în ulei;
- h) verificarea protecției la arc intern;
- i) verificarea protecției la incendiu;
- j) matrice de conformitate față de prezentul catalog.

7. Clase standard de anvelopă

Clasele standard de anvelopă stabilesc cerințele minime și recomandate pentru anvelopele PTAB, în funcție de clasa de putere, tipul de acces, tipul constructiv, amplasare, echipare MT/JT, tipul transformatorului, TDRI și nivelul de motorizare/automatizare/SCADA.

Clasele standard de anvelopă nu se interpretează exclusiv prin raportare la puterea transformatorului.

Alegerea și dimensionarea anvelopei trebuie să țină seama cumulativ de:

- a) puterea transformatorului instalat sau prevăzut pentru dezvoltare ulterioară;
- b) curentul nominal al TDRI;
- c) tipul de acces: exterior – AE sau interior – AI;
- d) numărul și tipul celulelor MT;
- e) configurația tabloului JT;
- f) existența echipamentelor de automatizare/SCADA;
- g) tipul transformatorului: ulei, uscat sau OLTC;
- h) amplasarea: supraterană, semiîngropată sau subterană;
- i) cerințele de ventilație, retenție ulei, control condens, protecție la incendiu și protecție la arc intern;
- j) condițiile de exploatare și mentenanță.

Valorile din prezentul capitol reprezintă cerințe minime sau recomandări tehnice standardizate.

Proiectantul va valida prin proiect gabaritele, soluția structurală, ventilarea, retenția de ulei, accesul, spațiile de exploatare, protecția la incendiu și integrarea echipamentelor.

7.1. Clase standard de anvelopă

Parametru	L1 16-63 kVA	L2 100-250 kVA	M1 400-630 kVA	M2 800-1600 kVA	H1 2000-3150 kVA
Regim general	PTAB compact opțional	PTAB standard compact/ extins	PTAB modular	PTAB modular	PTAB modular/ industrial
Tip acces	AE standard	AE standard; AI opțional justificat	AE / AI	AI recomandat	AI obligatoriu
Tip construcție	MB	MB / MD	MD recomandat	MD obligatoriu	MD / industrial obligatoriu
Amplasare standard	ST	ST	ST / SI	ST / SI / SB	SI / SB
Amplasare supraterană	standard	standard	standard	standard	numai condiționat
Transformator uzual	ulei	ulei / uscat opțional	ulei / uscat / OLTC condiționat	uscat recomandat; ulei condiționat; OLTC cu MS3	uscat recomandat; ulei condiționat; OLTC cu MS3/MS4
TDRI orientativ	TDRI-100A	TDRI-250A / TDRI-400A	TDRI-630A / TDRI- 1000A	TDRI-1600A / TDRI- 2500A	TDRI-3200A / TDRI-4000A sau soluție specială
Nivel MS recomandat	MS0-MS1	MS1-MS2	MS2-MS3	MS3	MS4
Protecție arc intern	minimă	recomandată; obligatorie la AI dacă rezultă din proiect	obligatorie	obligatorie	critică / obligatorie
Depresurizare	nu se impune uzual	posibilă / recomandată după echipare	obligatorie dacă rezultă din echiparea MT	obligatorie	obligatorie
Control condens	recomandat	recomandat; obligatoriu la US în condiții de risc	obligatoriu la US; recomandat în rest	obligatoriu	obligatoriu
Retenție ulei	obligatorie dacă trafo este în ulei	obligatorie dacă trafo este în ulei	obligatorie dacă trafo este în ulei	obligatorie și condiționată suplimentar la subteran	obligatorie și condiționată suplimentar
Ventilație	naturală	naturală / naturală optimizată	naturală optimizată	naturală optimizată / forțată	forțată / redundantă
Modularizare	nerecomandată uzual	opțională	recomandată	obligatorie	obligatorie
Acces operator interior	nu	numai la AI justificat	la AI	da	da
Iluminat interior	nu se impune uzual	obligatoriu la AI	obligatoriu la AI	obligatoriu	obligatoriu

Marcaje securitate/ exploatare	obligatorii	obligatorii	obligatorii	obligatorii	obligatorii
Protecții mecanice bare/ conexiuni	obligatorii	obligatorii	obligatorii	obligatorii	obligatorii
Protecție deschidere accidentală	obligatorie pentru compartimente cu risc	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie

7.2. Clasa L1 – anvelopă compactă opțională 16–63 kVA

Clasa L1 se aplică soluțiilor PTAB compacte pentru transformatoare de 16 / 25 / 40 / 63 kVA.

Pentru această clasă, PTAB nu reprezintă soluția obligatorie.

În funcție de amplasament, pot fi utilizate soluții de tip PTA, PT compact sau alte soluții aprobate.

Anvelopa L1 se utilizează atunci când condițiile de amplasament, cerințele de securitate, protecția împotriva accesului neautorizat, cerințele de urbanism sau cerințele beneficiarului justifică utilizarea unei anvelope de beton.

7.2.1. Cerințe L1

Parametru	Cerință L1
Tip acces	AE
Tip construcție	MB
Amplasare	ST
Clasă beton minimă	C30/37
Clasă beton recomandată	C30/37
Impermeabilitate	W8
Clasă expunere	XF2/XF3, adaptată amplasamentului
IP exterior	minimum IP33
IK	IK10
Ventilație	naturală
Protecție arc intern	minimă, conform echipamentelor MT
Depresurizare	nu se impune uzual
Control condens	recomandat
TDRI orientativ	TDRI-100A
Nivel MS	MS0–MS1
SCADA	nu se impune uzual

7.2.2. Reguli specifice L1

- Pentru clasa L1, gabaritul anvelopei se stabilește în funcție de soluția furnizorului, cu respectarea cerințelor minime de siguranță, ventilație, acces la echipamente și posibilitate de înlocuire a transformatorului.
- Transformatorul în ulei impune sistem de retenție ulei.
- Transformatorul uscat este admis numai dacă sunt asigurate ventilația și controlul condensului.

7.3. Clasa L2 – anvelopă 100–250 kVA

Clasa L2 se aplică PTAB pentru transformatoare de 100 / 160 / 250 kVA.

Soluția standard este anvelopa cu acces din exterior.

Accesul din interior este permis numai opțional, justificat prin proiect.

7.3.1. Cerințe L2

Parametru	Cerință L2
Tip acces standard	AE
Tip acces opțional	AI justificat
Tip construcție	MB / MD

Amplasare standard	ST
Clasă beton minimă	C30/37–C35/45
Clasă beton recomandată	C35/45
Impermeabilitate	W8–W10
Clasă expunere	XD/XF, adaptată amplasamentului
IP exterior	minimum IP33
IK	IK10
Ventilație	naturală / naturală optimizată
Protecție arc intern	recomandată; obligatorie dacă accesul este interior sau proiectul o impune
Depresurizare	posibilă / recomandată după echiparea MT
Control condens	recomandat; obligatoriu la transformator uscat în condiții de risc
TDRI orientativ	TDRI-250A pentru 100 kVA; TDRI-400A pentru 160–250 kVA
Nivel MS	MS1–MS2
SCADA	opțională / recomandată, după cerințele beneficiarului

7.3.2. L2 cu acces exterior – AE

Anvelopa L2 cu acces exterior reprezintă soluția standard pentru această clasă.

Aceasta se utilizează pentru configurații compacte sau medii, în special în zone rezidențiale, rurale, periurbane sau în amplasamente unde exploatarea din exterior este suficientă.

Configurațiile uzuale sunt:

Cod de bază	Regim
PTAB-L2-AE-MB-ST	standard compact
PTAB-L2-AE-MD-ST	standard extins

7.3.3. L2 cu acces interior – AI

Anvelopa L2 cu acces interior se utilizează numai justificat.

Justificarea poate rezulta din:

- echipare MT/JT extinsă;
- necesar de mentenanță interioară;
- integrare SCADA;
- amplasament urban/comercial;
- cerințe de exploatare ale beneficiarului;
- condiții de siguranță sau acces care nu pot fi îndeplinite optim prin acces exterior.

Pentru L2 cu acces interior se aplică toate cerințele obligatorii pentru anvelope AI:

- iluminat interior,
- marcaje,
- culoar de exploatare,
- protecții mecanice,
- protecție la deschiderea accidentală și
- spații de mentenanță.

Configurația uzuală este:

Cod de bază	Regim
PTAB-L2-AI-MD-ST	opțional justificat

7.4. Clasa M1 – anvelopă 400–630 kVA

Clasa **M1** se aplică PTAB pentru transformatoare de 400 / 630 kVA.

Pentru această clasă, construcția modulară este recomandată.

Se admit atât accesul din exterior, cât și accesul din interior.

7.4.1. Cerințe M1

Parametru	Cerință M1
Tip acces	AE / AI
Tip construcție	MD recomandat
Amplasare	ST / SI
Clasă beton minimă	C35/45
Clasă beton recomandată	C40/50
Impermeabilitate	W10
Clasă expunere	XD/XF/XA, adaptată amplasamentului
IP exterior	minimum IP33/IP34
IK	IK10
Ventilație	naturală optimizată
Protecție arc intern	obligatorie sau soluție constructivă echivalentă
Depresurizare	obligatorie dacă rezultă din echiparea MT/anvelopă
Control condens	obligatoriu pentru transformator uscat; recomandat pentru restul configurațiilor
TDRI orientativ	TDRI-630A / TDRI-1000A
Nivel MS	MS2–MS3
SCADA	recomandată
Modularizare	recomandată / obligatorie pentru echipări extinse

7.4.2. M1 cu acces exterior – AE

M1 cu acces exterior se admite pentru configurații compacte sau pentru situații în care exploatarea și mentenanța se pot realiza în siguranță din exterior.

Configurația uzuală este:

Cod de bază	Regim
PTAB-M1-AE-MD-ST	standard

Pentru M1 cu acces exterior trebuie verificată posibilitatea accesului la celule MT, TDRI, transformator, plecări JT, protecții și echipamente de comunicație, fără compromiterea siguranței operatorului.

7.4.3. M1 cu acces interior – AI

M1 cu acces interior se recomandă pentru:

- amplasamente urbane;
- echipare MT/JT extinsă;
- utilizarea transformatorului uscat;
- integrare SCADA;
- mentenanță interioară;
- configurații cu OLTC;
- cerințe superioare de exploatare.

Configurațiile uzuale sunt:

Cod de bază	Regim
PTAB-M1-AI-MD-ST	standard/recomandat
PTAB-M1-AI-MD-SI	standard condiționat de amplasament

Pentru M1 cu acces interior, lungimea anvelopei poate fi semnificativ mai mare decât în cazul unei anvelope compacte cu acces exterior.

Pentru configurații cu 3 celule MT, TDRI aferent clasei 400–630 kVA și dulap SCADA, lungimea uzuală recomandată este de ordinul **5–6 m**, cu validare prin proiect.

Înălțimea utilă a spațiului accesibil operatorului se recomandă a fi de minimum **2,30 m**, dacă nu rezultă cerințe mai restrictive din normative, standarde sau proiect.

7.5. Clasa M2 – anvelopă 800–1600 kVA

Clasa **M2** se aplică PTAB pentru transformatoare de 800 / 1000 / 1250 / 1600 kVA.

Pentru această clasă, accesul interior este recomandat, iar construcția modulară este obligatorie.

7.5.1. Cerințe M2

Parametru	Cerință M2
Tip acces	AI recomandat
Tip construcție	MD obligatoriu
Amplasare	ST / SI / SB
Clasă beton minimă	C40/50
Clasă beton recomandată	C45/55
Impermeabilitate	W10–W12
Clasă expunere	XD/XF/XA, adaptată amplasamentului
IP exterior	minimum IP34
IK	IK10
Ventilație	naturală optimizată / forțată
Protecție arc intern	obligatorie
Depresurizare	obligatorie
Control condens	obligatoriu
TDRI orientativ	TDRI-1600A / TDRI-2500A
Nivel MS	MS3
SCADA	obligatorie
Modularizare	obligatorie
Monitorizare temperatură	obligatorie
Monitorizare ventilație	obligatorie
Monitorizare incendiu	recomandată/obligatorie, după amplasament
Monitorizare PE	recomandată/obligatorie, după proiect

7.5.2. Reguli specifice M2

Pentru M2, se recomandă utilizarea transformatoarelor uscate în amplasamente subterane, semiîngropate, urbane dense sau cu cerințe ridicate de protecție la incendiu.

Transformatoarele în ulei sunt admise cu retenție ulei.

În amplasamente subterane, acestea sunt admise numai condiționat, cu retenție ulei, ventilație dimensionată prin calcul, detecție/protecție la incendiu, evacuare fum/gaze, acces intervenție și avizare expresă.

Pentru M2 se impune integrare SCADA minimum **MS3**.

7.6. Clasa H1 – anvelopă 2000–3150 kVA

Clasa **H1** se aplică PTAB pentru transformatoare de 2000 / 2500 / 3150 kVA.

Pentru această clasă, accesul interior este obligatoriu, iar construcția modulară/industrială este obligatorie.

7.6.1. Cerințe H1

Parametru	Cerință H1
Tip acces	AI obligatoriu
Tip construcție	MD / industrial obligatoriu
Amplasare standard	SI / SB
Amplasare ST	numai condiționat, justificat tehnic și avizat expres
Clasă beton minimă	C45/55
Clasă beton recomandată	C50/60
Impermeabilitate	W12
Clasă expunere	XD/XF/XA, adaptată amplasamentului
IP exterior	minimum IP44 sau conform proiectului
IK	IK10
Ventilație	forțată / redundantă
Protecție arc intern	critică / obligatorie
Depresurizare	obligatorie
Control condens	obligatoriu
TDRI orientativ	TDRI-3200A / TDRI-4000A sau soluție specială validată
Nivel MS	MS4
SCADA	obligatorie avansată
Cybersecurity	obligatorie
Monitorizare temperatură	obligatorie
Monitorizare ventilație	obligatorie
Monitorizare incendiu	obligatorie
Monitorizare PE	obligatorie
Modularizare	obligatorie

7.6.2. Reguli specifice H1

- Nu se acceptă H1 cu acces exterior.
- H1 monobloc nu reprezintă soluție standard. Poate fi acceptat numai condiționat, dacă transportul, montajul, gabaritul, verificările structurale, exploatarea și mentenanța sunt justificate prin proiect și avizate expres.
- Soluțiile H1 supraterane nu sunt standard. Acestea se admit numai în amplasamente industriale sau tehnice, cu justificare tehnică și avizare expresă.
- Pentru H1 se recomandă transformatoare uscate. Transformatoarele în ulei sunt admise numai condiționat, cu măsuri suplimentare de retenție, ventilație, protecție la incendiu și acces intervenție.

7.7. Parametri constructivi standard

Parametrii constructivi ai anvelopei se stabilesc pe baza valorilor minime din catalog și se verifică prin proiect.

Parametru	L1	L2	M1	M2	H1
Clasă beton minimă	C30/37	C30/37-C35/45	C35/45	C40/50	C45/55
Clasă beton recomandată	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
Impermeabilitate	W8	W8-W10	W10	W10-W12	W12
Clasă expunere	XF2/XF3	XD/XF	XD/XF/XA	XD/XF/XA	XD/XF/XA
IK	IK10	IK10	IK10	IK10	IK10
Rezistență la foc a rosturilor	obligatorie, nivel conform proiect	obligatorie, nivel conform proiect	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Etanșare treceri cabluri	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Protecție infiltrații	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Protecție rozătoare/insecte	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie

Cerințele beneficiarului sau ale proiectului pot impune clase superioare de beton, impermeabilitate, expunere, rezistență la foc sau protecție mecanică.

Nu se admite coborârea sub cerințele minime ale catalogului.

7.8. Parametri de acces și exploatare

Parametru	AE – acces exterior	AI – acces interior
Intrare operator în anvelopă	nu	da
Iluminat interior	opțional/ recomandat după caz	obligatoriu
Marcaje de securitate	obligatorii	obligatorii
Marcaje de exploatare	obligatorii unde este cazul	obligatorii
Culoar de exploatare	nu se impune	obligatoriu
Înălțime utilă spațiu operator	nu se aplică uzual	recomandat minimum 2,30 m
Protecții mecanice bare/ conexiuni	obligatorii	obligatorii
Protecție deschidere accidentală	obligatorie pentru compartimente cu risc	obligatorie
Interblocări	conform echipamentelor și proiectului	obligatorii unde există risc electric/ mecanic

Acces mentenanță	din exterior	din interior, cu spațiu de intervenție
Ventilație	conform echipării	conform echipării, verificată suplimentar
Control condens	după caz	obligatoriu dacă există risc, transformator uscat sau amplasare SI/ SB

7.9. Parametri de ventilație și control condens

Clasă	Ventilație minimă	Control condens
L1	naturală	recomandat
L2	naturală / naturală optimizată	recomandat; obligatoriu la US în condiții de risc
M1	naturală optimizată	obligatoriu la US; recomandat în rest
M2	naturală optimizată / forțată	obligatoriu
H1	forțată / redundantă	obligatoriu

Ventilația se dimensionează prin proiect, în funcție de pierderile transformatorului, pierderile TDRI, aportul echipamentelor MT/JT, amplasarea, temperatura mediului, gradul de protecție IP, condițiile de incendiu și cerințele de exploatare.

Pentru transformatoare uscate, controlul condensului este obligatoriu pentru M1–H1 și pentru orice amplasament unde există risc de condens.

Pentru amplasamente subterane sau semiîngropate, controlul condensului și evacuarea umidității se tratează ca cerințe obligatorii.

7.10. Parametri de siguranță electrică

Parametru	L1	L2	M1	M2	H1
Protecție atingere directă	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Protecție atingere indirectă	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Legare echipotențială	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Bară PE	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Separare MT/JT	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Protecție mecanică bare/conexiuni	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Protecție deschidere accidentală	obligatorie pentru compartimente cu risc	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Protecție arc intern	minimă	recomandată / obligatorie la AI	obligatorie	obligatorie	critică / obligatorie
Depresurizare	nu uzual	posibilă	obligatorie după echipare	obligatorie	obligatorie

Protecția la arc intern se stabilește prin proiect în funcție de echipamentele MT, compartimentare, acces, amplasare și schema de exploatare, dar este obligatorie pentru M1–H1 și pentru orice configurație cu acces interior dacă analiza de risc sau echiparea o impune.

7.11. Parametri de protecție la incendiu

Parametru	Cerință
Rezistența la foc a rosturilor	obligatorie, nivel stabilit prin proiect
Detecție incendiu	obligatorie pentru M2–H1 și pentru configurații subterane/ semiîngropate cu risc

Monitorizare incendiu	recomandată pentru M1; obligatorie pentru M2–H1 dacă proiectul sau amplasamentul o impune
Evacuare fum/gaze	obligatorie pentru configurații subterane și pentru soluții condiționate
Materiale cu comportare la foc adecvată	obligatorii
Transformator în ulei	retenție ulei obligatorie
Transformator în ulei în subteran	permis numai condiționat, cu avizare expresă
Transformator uscat	control condens și ventilație adecvată

Protecția la incendiu se stabilește prin proiect, în funcție de amplasament, tipul transformatorului, volumul de ulei, acces, ventilație, evacuare fum/gaze și cerințele legale aplicabile.

7.12. Parametri de monitorizare și integrare MS

Parametru	L1	L2	M1	M2	H1
Nivel MS	MS0–MS1	MS1–MS2	MS2–MS3	MS3	MS4
Monitorizare temperatură	nu uzual	opțională	recomandată	obligatorie	obligatorie
Monitorizare ventilație	nu uzual	opțională	recomandată	obligatorie	obligatorie
Monitorizare incendiu	nu uzual	opțională	recomandată	obligatorie după proiect	obligatorie
Monitorizare PE	nu uzual	opțională	recomandată	obligatorie după proiect	obligatorie
RTU / gateway	nu uzual	opțional	recomandat	obligatoriu	redundant / obligatoriu
UPS automatizare	nu uzual	opțional	recomandat	obligatoriu	redundant / obligatoriu
Cybersecurity	nu uzual	minim, dacă există comunicații	recomandat	obligatoriu	obligatoriu avansat

Pentru configurațiile cu OLTC se impune nivel minim **MS3**, indiferent de clasa de putere.

Pentru H1 și infrastructură critică se impune nivel **MS4**, cu integrare avansată, monitorizare, comunicații și măsuri de cybersecurity.

7.13. Gabarite orientative și reguli de dimensionare

Gabaritele anvelopelor se stabilesc prin proiect și se validează în funcție de echipamentele efectiv instalate.

Catalogul nu impune dimensiuni fixe unice pentru toți furnizorii, dar stabilește reguli minime de dimensionare.

Clasă	Reguli de dimensionare
L1	gabari compact, stabilit de furnizor și validat prin proiect
L2 AE	gabari compact sau modular, cu exploatare din exterior
L2 AI	gabari majorat față de AE, cu spațiu de acces interior și mentenanță
M1 AE	gabari modular compact/extins, validat pentru 400–630 kVA
M1 AI	gabari modular cu culoar de exploatare; pentru echipări cu 3 celule MT + TDRI + SCADA, lungime uzuală recomandată 5–6 m

M2	gabarit modular, stabilit după echiparea MT/JT, transformator, TDRI și ventilație
H1	gabarit modular/industrial, stabilit prin proiect specializat

Reguli obligatorii:

- anvelopa se dimensionează după puterea maximă a clasei, dacă se urmărește posibilitatea dezvoltării ulterioare;
- transformatorul trebuie să poată fi înlocuit fără demolarea anvelopei;
- TDRI se dimensionează după curentul nominal, nu doar după puterea transformatorului;
- pentru acces interior se asigură culoar de exploatare și spațiu de mentenanță;
- pentru AI se recomandă înălțime utilă minimă de 2,30 m în spațiul accesibil operatorului;
- pentru M2–H1, gabaritul se validează obligatoriu prin proiect de specialitate.

7.14. Reguli privind anvelopele standard de piață

Anvelopele standard compacte disponibile uzual pe piață acoperă, de regulă, configurații de până la 630 kVA, cu echipare tipică formată din transformator, maximum 3 celule MT, TDRI și, după caz, dulap de automatizare/SCADA.

Pentru configurații peste 630 kVA, pentru echipări MT extinse, pentru TDRI de curenți mari sau pentru amplasamente semiîngropate/subterane, soluția se tratează ca anvelopă modulară sau industrială și se validează prin proiect.

Formulare normativă:

Anvelopele PTAB standard compacte se utilizează, de regulă, până la clasa M1 / 630 kVA. Pentru puteri peste 630 kVA sau pentru configurații cu echipare extinsă se utilizează soluții modulare/industriale, validate prin proiect.

7.15. Cerințe comune tuturor claselor de anvelopă

Indiferent de clasa de putere, toate anvelopele PTAB trebuie să asigure cel puțin:

- compartiment MT;
- compartiment JT;
- compartiment transformator;
- bară PE;
- sistem de legare echipotențială;
- protecție împotriva atingerii directe;
- protecție împotriva atingerii indirecte;
- protecție mecanică a barelor și conexiunilor;
- protecție împotriva deschiderii accidentale a compartimentelor cu risc;
- etanșare treceri cabluri;
- protecție împotriva rozătoarelor;
- protecție împotriva insectelor;
- protecție UV pentru elementele expuse;
- marcaje de securitate;
- marcaje de exploatare, acolo unde sunt necesare;
- compatibilitate cu standardele aplicabile;
- posibilitatea exploatarei și mentenanței în condiții de siguranță;
- rezistența la foc și etanșarea rosturilor, la nivelul stabilit prin proiect;
- verificarea prin proiect a ventilației, condensului, accesului și protecțiilor.

7.16. Cerințe suplimentare pentru anvelope cu acces interior

Pentru orice anvelopă codificată **AI**, indiferent de clasa de putere, sunt obligatorii:

- iluminat interior integrat;
- marcaje de securitate;
- marcaje de exploatare;
- culoar de exploatare;
- înălțime utilă adecvată accesului operatorului;
- protecții mecanice ale barelor și conexiunilor;

- g) protecție împotriva deschiderii accidentale a compartimentelor;
- h) sisteme de blocare sau interblocare pentru compartimentele cu risc;
- i) ventilație verificată prin proiect;
- j) control condens, dacă există risc sau se utilizează transformator uscat;
- k) acces pentru mentenanță;
- l) posibilitatea evacuării în siguranță a operatorului;
- m) verificarea riscului de arc intern și a depresurizării.

Lipsa iluminatului interior și a marcajelor la o anvelopă cu acces interior constituie configurație neacceptată.

7.17. Concluzie privind clasele standard de anvelopă

Clasele standard de anvelopă se utilizează ca bază unitară de proiectare și achiziție, dar alegerea finală se face prin corelarea clasei de putere cu accesul, amplasarea, transformatorul, TDRI, nivelul MS și condițiile de exploatare.

Regula principală este:

Anvelopa nu se dimensionează doar după kVA, ci după ansamblul format din putere, curent TDRI, acces, echipare MT/JT, transformator, amplasament, ventilație, siguranță și mentenanță.

Această abordare permite standardizarea soluțiilor fără a impune gabarite rigide sau soluții incompatibile cu realitatea proiectării și exploatarei.

8. Clase standard TDRI

Tabloul de distribuție, reglaj, protecție și integrare JT – **TDRI** – reprezintă ansamblul de joasă tensiune aferent PTAB, destinat preluării energiei din transformator și distribuirii acesteia către plecările JT, cu asigurarea funcțiilor de protecție, măsură, reglaj, comandă, semnalizare și integrare în sistemele de automatizare/SCADA, după caz.

Clasele standard TDRI se stabilesc în funcție de:

- a) curentul nominal al tabloului JT;
- b) curentul nominal al barelor JT;
- c) curentul nominal și domeniul de reglaj al întreruptorului general JT;
- d) puterea transformatorului instalat sau prevăzut pentru dezvoltare ulterioară;
- e) numărul și tipul plecărilor JT;
- f) schema de distribuție JT;
- g) condițiile de selectivitate și protecție;
- h) nivelul MS aplicabil;
- i) cerințele beneficiarului/operatorului de distribuție;
- j) condițiile de amplasament și exploatare.

Codul TDRI nu se stabilește exclusiv după puterea transformatorului.

Puterea transformatorului se utilizează ca domeniu orientativ de aplicare, iar alegerea finală se face după curentul nominal și după verificările de proiect.

8.1. Principiul de codificare TDRI

Codul standard TDRI are forma: **TDRI-[curent nominal]A**

Exemple:

TDRI-250A

TDRI-400A

TDRI-1000A

Semnificație: TDRI cu curent nominal de 250 A, 400 A, respectiv 1000 A.

În codul complet PTAB, TDRI se introduce după codul transformatorului și înaintea codului MS:

PTAB-[CLASĂ]-[ACCES]-[CONSTRUCȚIE]-[AMPLASARE]-[TRAFO]-[TDRI**]-[MS]**

Exemplu:

PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-400A-MS2

Codul **TDRI-400A** indică faptul că tabloul JT este dimensionat pentru curent nominal de 400 A, nu că transformatorul are 400 kVA.

8.2. Calculul orientativ al curentului pe partea JT

Pentru transformatoarele trifazate 0,4 kV, curentul nominal pe partea JT se poate estima cu relația:

$$I = S / (\sqrt{3} \times U)$$

unde:

Simbol Semnificație

I curentul nominal pe partea JT, exprimat în A

S puterea aparentă a transformatorului, exprimată în kVA

U tensiunea linie-linie pe partea JT, exprimată în kV

Pentru **U = 0,4 kV**, rezultă orientativ:

$$I \approx 1,443 \times S[\text{kVA}]$$

Tabel orientativ:

Putere transformator	Curent nominal aproximativ la 0,4 kV
63 kVA	cca. 91 A
100 kVA	cca. 144 A
160 kVA	cca. 231 A
250 kVA	cca. 361 A
400 kVA	cca. 577 A
630 kVA	cca. 909 A
800 kVA	cca. 1155 A
1000 kVA	cca. 1443 A
1250 kVA	cca. 1804 A
1600 kVA	cca. 2309 A
2000 kVA	cca. 2887 A
2500 kVA	cca. 3608 A
3150 kVA	cca. 4547 A

Valorile sunt orientative și se utilizează pentru alegerea clasei TDRI.

Alegerea finală se validează prin proiect, în funcție de regimul de funcționare, selectivitate, protecții, încălzire, curenți de scurtcircuit și cerințele beneficiarului.

8.3. Clase standard TDRI

Cod TDRI	Curent nominal TDRI / întreruptor general	Domeniu orientativ transformator	Clasă PTAB uzuală	Regim recomandat
TDRI-100A	100 A	16–63 kVA	L1	PTAB compact opțional
TDRI-250A	250 A	100 kVA	L2	standard pentru 100 kVA
TDRI-400A	400 A	160–250 kVA	L2	standard pentru 160/250 kVA
TDRI-630A	630 A	400 kVA	M1	admis pentru 400 kVA fără rezervă majoră de extindere

TDRI-1000A	1000 A	400–630 kVA	M1	standard recomandat pentru clasa 400–630 kVA
TDRI-1600A	1600 A	800–1000 kVA	M2	standard pentru M2 mic/mediu
TDRI-2500A	2500 A	1250–1600 kVA	M2	standard pentru M2 mare
TDRI-3200A	3200 A	2000 kVA	H1	standard pentru H1 2000 kVA
TDRI-4000A	4000 A	2500 kVA	H1	standard pentru H1 2500 kVA
TDRI-5000A	5000 A	3150 kVA	H1	soluție H1 de putere mare, validată prin proiect
TDRI-6300A	6300 A	configurații speciale	H1 / industrial	numai justificat tehnic și avizat expres

Pentru configurațiile de putere mare, în special **2500 kVA** și **3150 kVA**, alegerea dintre **TDRI-4000A**, **TDRI-5000A** sau **TDRI-6300A** se face prin proiect, ținând seama de curentul nominal, capacitatea barelor, curenții de scurtcircuit, schema JT, disponibilitatea echipamentelor și cerințele de exploatare.

Pentru transformatorul de **3150 kVA**, curentul nominal estimat la 0,4 kV este de aproximativ **4547 A**, motiv pentru care **TDRI-4000A nu este suficient ca soluție standard**. Pentru această treaptă se va utiliza **TDRI-5000A** sau o soluție specială validată prin proiect.

8.4. Clase TDRI după tipul de exploatare

Cod TDRI	Tip exploatare	Utilizare recomandată
TDRI-100A	compact JT	PTAB L1, utilizare opțională
TDRI-250A	compact JT	PTAB L2 100 kVA
TDRI-400A	compact / extensibil	PTAB L2 160–250 kVA
TDRI-630A	extensibil	PTAB M1 400 kVA, fără rezervă majoră
TDRI-1000A	extensibil / modular	PTAB M1 400–630 kVA
TDRI-1600A	modular	PTAB M2 800–1000 kVA
TDRI-2500A	modular de putere mare	PTAB M2 1250–1600 kVA
TDRI-3200A	industrial	PTAB H1 2000 kVA
TDRI-4000A	industrial	PTAB H1 2500 kVA
TDRI-5000A	industrial special	PTAB H1 3150 kVA
TDRI-6300A	industrial special	configurații speciale, racordări complexe, validare prin proiect

8.5. Corelarea TDRI cu puterea transformatorului

Putere transformator	TDRI recomandat	Observații
16–63 kVA	TDRI-100A	numai dacă se utilizează PTAB L1
100 kVA	TDRI-250A	întreruptor general reglabil
160 kVA	TDRI-400A	întreruptor general reglabil
250 kVA	TDRI-400A	standard L2
400 kVA	TDRI-630A / TDRI-1000A	TDRI-1000A dacă se urmărește standardizarea 400–630 kVA

630 kVA	TDRI-1000A	standard M1
800 kVA	TDRI-1600A	standard M2
1000 kVA	TDRI-1600A	standard M2
1250 kVA	TDRI-2500A	standard M2 mare
1600 kVA	TDRI-2500A	standard M2 mare
2000 kVA	TDRI-3200A	H1
2500 kVA	TDRI-4000A	H1
3150 kVA	TDRI-5000A / soluție specială	H1, validare obligatorie prin proiect

8.6. Reguli de alegere a TDRI

Alegerea TDRI se face după curentul nominal al tabloului și al întreruptorului general, cu verificarea corelării cu transformatorul, schema JT și condițiile de exploatare.

Se aplică următoarele reguli:

1. **TDRI se dimensionează după curent, nu doar după kVA.**
2. **Codul TDRI exprimă curentul nominal al tabloului**, nu puterea transformatorului.
3. **Puterea transformatorului este domeniu orientativ**, utilizat pentru selecția rapidă.
4. **Întreruptorul general trebuie să fie reglabil**, acolo unde TDRI acoperă mai multe trepte de transformator.
5. **Reglajul protecției se face după transformatorul efectiv instalat**, nu după valoarea maximă a curentului nominal al tabloului.
6. **Dacă anvelopa este dimensionată pentru o putere viitoare mai mare**, TDRI se poate alege după puterea maximă prevăzută, cu reglaje adaptate transformatorului instalat inițial.
7. **Nu se admite subdimensionarea TDRI față de curentul nominal al transformatorului**, regimul de funcționare și cerințele de încălzire.
8. **Nu se admite utilizarea unui TDRI cu cod în kVA în documentații.**
9. **Pentru configurații H1**, TDRI se validează obligatoriu prin proiect, inclusiv din perspectiva curenților de scurtcircuit și a capacității barelor.
10. **Pentru configurații cu OLTC**, TDRI se corelează cu nivelul minim MS3.

8.7. TDRI și întreruptorul general JT

Întreruptorul general JT este elementul principal de protecție și comutație al tabloului JT.

Pentru fiecare TDRI se vor preciza cel puțin:

- a) curentul nominal al întreruptorului general;
- b) domeniul de reglaj al protecției;
- c) capacitatea de rupere;
- d) curentul admisibil al barelor;
- e) curentul de scurtă durată admisibil;
- f) curentul de vârf admisibil;
- g) numărul și tipul plecărilor JT;
- h) modul de acționare;
- i) posibilitatea de integrare în MS/SCADA;
- j) condițiile de selectivitate.

Pentru clasele **TDRI-250A**, **TDRI-400A**, **TDRI-1000A**, **TDRI-1600A** și superioare, întreruptorul general se recomandă a fi reglabil.

Pentru TDRI care deservește mai multe trepte de transformator, întreruptorul general va fi reglat în funcție de transformatorul efectiv instalat.

Exemple:

Situație	Soluție
Transformator 100 kVA	TDRI-250A, cu reglaj adaptat curentului de cca. 144 A
Transformator 160 kVA	TDRI-400A, cu reglaj adaptat curentului de cca. 231 A
Transformator 250 kVA	TDRI-400A, cu reglaj adaptat curentului de cca. 361 A
Transformator 400 kVA în anvelopă dimensionată pentru 630 kVA	TDRI-1000A, cu reglaj adaptat curentului de cca. 577 A
Transformator 630 kVA	TDRI-1000A, cu reglaj adaptat curentului de cca. 909 A

8.8. Bare JT și conexiuni

Barele JT și conexiunile aferente TDRI se dimensionează în funcție de curentul nominal al TDRI, curentul de scurtcircuit, condițiile de încălzire, numărul de plecări și schema de distribuție.

Pentru fiecare TDRI se vor declara:

- materialul barelor;
- secțiunea barelor;
- curentul nominal admisibil;
- curentul de scurtă durată admisibil;
- curentul de vârf admisibil;
- modul de susținere și izolare;
- protecția mecanică;
- separarea față de alte compartimente;
- modul de acces pentru mentenanță.

Protecția mecanică a barelor și conexiunilor este obligatorie pentru toate clasele TDRI.

Aceasta se realizează prin capace, bariere, compartimentare, carcase, ecrane, plăci izolante sau soluții constructive echivalente, astfel încât să fie prevenite atingerea accidentală, scurtcircuitarea, deteriorarea mecanică și accesul neautorizat.

8.9. Plecări JT

Numărul și tipul plecărilor JT se stabilesc prin proiect, în funcție de schema rețelei, curentul TDRI, puterea transformatorului și cerințele beneficiarului.

Pentru fiecare plecare JT se vor preciza:

- tipul protecției;
- curentul nominal;
- capacitatea de rupere;
- destinația plecării;
- modul de identificare;
- posibilitatea de măsurare/monitorizare, după caz;
- compatibilitatea cu sistemul de bare;
- condițiile de selectivitate.

Plecările JT trebuie marcate clar, protejate mecanic și integrate în schema de exploatare a PTAB.

8.10. Bară PE, bară N și legături echipotențiale

TDRI va include barele necesare pentru protecție și distribuție, după caz:

- bară PE;
- bară N;
- bară PEN, dacă schema de legare la pământ o impune;
- legături echipotențiale către anvelopă;
- legături către uși, panouri, rame metalice și alte mase metalice;
- legături către instalația de priză de pământ.

Bară PE este obligatorie pentru toate clasele TDRI.

Conectarea la sistemul de legare echipotențială al PTAB este obligatorie.

8.11. TDRI și nivelurile MS

TDRI trebuie corelat cu nivelul de motorizare, automatizare și integrare SCADA – MS.

Cod TDRI	Nivel MS uzual	Observații
TDRI-100A	MS0–MS1	utilizare compactă, fără SCADA sau cu motorizare locală
TDRI-250A	MS1–MS2	L2 100 kVA
TDRI-400A	MS1–MS2	L2 160–250 kVA
TDRI-630A	MS2	M1 400 kVA
TDRI-1000A	MS2–MS3	M1 400–630 kVA
TDRI-1600A	MS3	M2 800–1000 kVA
TDRI-2500A	MS3	M2 1250–1600 kVA
TDRI-3200A	MS4	H1 2000 kVA
TDRI-4000A	MS4	H1 2500 kVA
TDRI-5000A	MS4	H1 3150 kVA
TDRI-6300A	MS4 / special	configurații speciale

Pentru configurațiile cu OLTC, nivelul minim este **MS3**, indiferent de curentul TDRI.

Pentru H1 și infrastructură critică, nivelul recomandat este **MS4**.

8.12. TDRI pentru PTAB cu acces exterior și acces interior

TDRI trebuie adaptat tipului de acces al anvelopei.

Tip acces	Cerințe pentru TDRI
AE – acces exterior	TDRI exploatabil prin uși/panouri exterioare, cu protecție la atingere, protecție mecanică, marcaje și acces sigur la aparataj
AI – acces interior	TDRI amplasat astfel încât să permită accesul operatorului, culoar de exploatare, iluminat, marcaje, protecții mecanice și mentenanță în siguranță

Pentru TDRI montat în anvelope cu acces interior sunt obligatorii:

- iluminat interior în zona de exploatare;
- marcaje de securitate;
- marcaje de exploatare;
- protecție mecanică a barelor și conexiunilor;
- protecție împotriva deschiderii accidentale a compartimentelor;
- spațiu de mentenanță;
- acces sigur la aparataj;
- interblocări, acolo unde există risc electric sau mecanic.

8.13. TDRI pentru configurații cu transformator în ulei

Pentru PTAB cu transformator în ulei, TDRI se va amplasa și proteja astfel încât să fie evitată afectarea tabloului de eventuale scurgeri de ulei, vapori, temperaturi excesive sau evenimente de incendiu.

Se impun:

- separarea funcțională față de compartimentul transformatorului;
- sistem de retenție ulei pentru transformator;
- protecție împotriva propagării incendiului;
- ventilație adecvată;
- acces pentru intervenție;
- verificarea temperaturii de funcționare;
- protecție la atingere directă și indirectă.

Pentru PTAB subteran cu transformator în ulei, TDRI se acceptă numai în configurație condiționată, cu măsuri suplimentare de retenție, ventilație, detecție/protecție incendiu, evacuare fum/gaze și avizare expresă.

8.14. TDRI pentru configurații cu transformator uscat

Pentru PTAB cu transformator uscat, TDRI trebuie corelat cu cerințele de ventilație și control al condensului.

Se impun:

- a) control condens pentru M1–H1;
- b) ventilație dimensionată prin proiect;
- c) separare corespunzătoare între compartimente;
- d) protecție împotriva prafului și umidității;
- e) verificarea temperaturii de funcționare;
- f) protecție împotriva depunerilor conductive;
- g) mentenanță accesibilă.

Pentru configurațiile cu transformator uscat fără control condens, în clasele M1–H1, soluția este neacceptată.

8.15. TDRI pentru configurații OLTC

Pentru PTAB cu transformator OLTC, TDRI se corelează obligatoriu cu sistemul de comandă, semnalizare, automatizare și SCADA.

Se impun:

- a) nivel minim **MS3**;
- b) semnalizări de stare;
- c) integrare în sistemul de comandă/monitorizare;
- d) protecții și interblocări corespunzătoare;
- e) alimentare auxiliară sigură pentru echipamentele de automatizare;
- f) comunicație cu sistemul SCADA;
- g) verificarea compatibilității cu schema de reglaj a tensiunii.

Utilizarea unui transformator OLTC fără integrare SCADA minim **MS3** este interzisă ca soluție definitivă.

8.16. Cerințe minime comune tuturor claselor TDRI

Indiferent de curentul nominal, toate clasele TDRI trebuie să asigure cel puțin:

- a) întreruptor general JT;
- b) bare JT dimensionate corespunzător;
- c) plecări JT protejate;
- d) bară PE;
- e) legare echipotențială;
- f) protecție împotriva atingerii directe;
- g) protecție împotriva atingerii indirecte;
- h) protecție mecanică a barelor și conexiunilor;
- i) protecție împotriva deschiderii accidentale a compartimentelor cu risc;
- j) marcaje de securitate;
- k) marcaje de exploatare;
- l) identificarea plecărilor JT;
- m) acces pentru exploatare și mentenanță;
- n) etanșarea trecerilor de cabluri;
- o) compatibilitate cu schema de legare la pământ;
- p) compatibilitate cu nivelul MS prevăzut;
- q) verificarea încălzirii și a curenților de scurtcircuit;
- r) documentație tehnică și schemă monofilă.

8.17. Cerințe de declarare în fișa tehnică TDRI

Pentru fiecare TDRI ofertat sau proiectat se vor declara cel puțin:

- a) codul TDRI;
- b) curentul nominal al tabloului;
- c) curentul nominal al barelor;
- d) curentul nominal al întreruptorului general;
- e) domeniul de reglaj al întreruptorului general;
- f) capacitatea de rupere;
- g) curentul de scurtă durată admisibil;
- h) curentul de vârf admisibil;
- i) numărul de plecări JT;
- j) tipul protecțiilor pe plecări;
- k) schema de legare la pământ;
- l) gradul de protecție IP;
- m) gradul de protecție mecanică IK, dacă este aplicabil;
- n) modul de acces: AE sau AI;
- o) compatibilitatea cu nivelul MS;
- p) echipamentele de măsură, comandă și semnalizare;
- q) condițiile de mediu admise;
- r) soluția de protecție a barelor și conexiunilor;
- s) soluția de protecție la deschiderea accidentală;
- t) documentele de conformitate și încercare.

8.18. Reguli privind extinderea TDRI

TDRI trebuie ales astfel încât să permită exploatarea sigură a configurației proiectate și, dacă este cazul, dezvoltarea ulterioară prevăzută prin proiect.

Se aplică următoarele reguli:

Situație	Regula aplicabilă
Transformator montat inițial mai mic decât puterea maximă a clasei	TDRI poate fi ales după puterea maximă viitoare, cu reglaj adaptat transformatorului inițial
Necesitate de extindere plecări JT	Se alege TDRI extensibil/modular
TDRI pentru M1 400 kVA cu posibilitate de 630 kVA	Se recomandă TDRI-1000A
TDRI pentru L2 160/250 kVA	Se recomandă TDRI-400A
TDRI pentru H1	Se validează obligatoriu prin proiect

Extinderea nu trebuie să afecteze selectivitatea, protecția, încălzirea, accesul operatorului sau siguranța în exploatare.

8.19. Configurații TDRI neacceptate**Nu se acceptă:**

- a) TDRI codificat exclusiv după puterea transformatorului, fără curent nominal;
- b) TDRI subdimensionat față de curentul nominal al transformatorului;
- c) TDRI fără întreruptor general adecvat;
- d) TDRI fără protecție mecanică a barelor și conexiunilor;
- e) TDRI fără bară PE;
- f) TDRI fără protecție la atingere directă și indirectă;
- g) TDRI cu compartimente care pot fi deschise accidental fără protecție sau blocare adecvată;
- h) TDRI pentru acces interior fără iluminat, marcaje și spațiu de exploatare;
- i) TDRI pentru OLTC fără integrare minim MS3;
- j) TDRI pentru H1 fără validare prin proiect;
- k) TDRI fără documentație tehnică și schemă monofilară;
- l) TDRI fără reglaje corelate cu transformatorul efectiv instalat.

8.20. Exemple de coduri complete cu TDRI

Cod complet	Semnificație
PTAB-L1-AE-MB-ST-U20-TDRI-100A-MS0	PTAB compact L1, transformator în ulei, TDRI 100 A, fără SCADA
PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-250A-MS1	PTAB L2 100 kVA orientativ, TDRI 250 A, motorizare locală
PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-400A-MS2	PTAB L2 160/250 kVA orientativ, TDRI 400 A, teleindicații
PTAB-L2-AI-MD-ST-U20-TDRI-400A-MS2	PTAB L2 cu acces interior justificat, TDRI 400 A
PTAB-M1-AE-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS2	PTAB M1 400/630 kVA, acces exterior, TDRI 1000 A
PTAB-M1-AI-MD-ST-US20-TDRI-1000A-MS3	PTAB M1 cu acces interior, transformator uscat, TDRI 1000 A, SCADA
PTAB-M1-AI-MD-ST-OLTC20-TDRI-1000A-MS3	PTAB M1 cu OLTC, TDRI 1000 A, MS3 obligatoriu
PTAB-M2-AI-MD-SI-US20-TDRI-1600A-MS3	PTAB M2 800/1000 kVA, semiîngropat, TDRI 1600 A
PTAB-M2-AI-MD-SB-US20-TDRI-2500A-MS3	PTAB M2 1250/1600 kVA, subteran, TDRI 2500 A
PTAB-H1-AI-MD-SI-US20-TDRI-3200A-MS4	PTAB H1 2000 kVA, TDRI 3200 A, MS4
PTAB-H1-AI-MD-SB-US20-TDRI-4000A-MS4	PTAB H1 2500 kVA, TDRI 4000 A, MS4
PTAB-H1-AI-MD-SB-US20-TDRI-5000A-MS4	PTAB H1 3150 kVA, TDRI 5000 A, MS4

8.21. Concluzie privind clasele standard TDRI

Clasele standard TDRI se definesc prin curent nominal, nu prin puterea transformatorului.

Regula principală este:

TDRI se alege după curentul nominal al tabloului JT, al barelor și al întreruptorului general, iar puterea transformatorului rămâne numai reper orientativ de aplicare.

Această abordare permite:

- reducerea numărului de variante TDRI;
- utilizarea unor întreruptoare generale reglabile;
- standardizarea pe clase reale de curent;
- corelarea cu protecțiile și selectivitatea;
- evitarea confuziei între kVA și A;
- dimensionarea corectă pentru dezvoltări ulterioare;
- compatibilitatea cu nivelurile MS și integrarea SCADA;
- creșterea siguranței în exploatare și mentenanță.

9. Niveluri standard de motorizare și SCADA

Nivelurile standard de motorizare, automatizare și integrare SCADA stabilesc gradul minim de echipare funcțională a PTAB din punct de vedere al acționării echipamentelor, semnalizării, transmiterii datelor, telecomenzii, automatizării, comunicațiilor și integrării în sistemele de dispecerizare.

Nivelul MS se include obligatoriu în codul complet PTAB:

PTAB-[CLASĂ PUTERE]-[ACCES]-[CONSTRUCȚIE]-[AMPLASARE]-[TRAFO]-[TDRI]-[MS]

Exemplu:

PTAB-M1-AI-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS3

Semnificație: PTAB clasa M1, acces interior, construcție modulară, suprateran, transformator în ulei 20/0,4 kV, TDRI 1000 A, nivel de motorizare și SCADA **MS3**.

9.1. Principii generale

Nivelul MS se stabilește în funcție de:

- clasa de putere a PTAB;
- tipul de acces, exterior sau interior;
- tipul echipamentelor MT;
- tipul transformatorului;
- existența unui transformator OLTC;
- tipul TDRI și curentul nominal;
- cerințele de teleindicații și telecomandă;
- cerințele de integrare în SCADA;
- cerințele de automatizare locală sau avansată;
- importanța consumatorilor alimentați;
- amplasamentul PTAB;
- cerințele beneficiarului/operatorului de distribuție;
- necesarul de mentenanță, diagnostic și monitorizare.

Nivelul MS minim prevăzut în catalog poate fi majorat prin proiect, prin caietul de sarcini, prin cerințele beneficiarului sau prin condițiile de exploatare.

Nu se admite reducerea nivelului MS sub nivelul minim impus pentru configurațiile condiționate, în special pentru PTAB cu transformator OLTC, PTAB M2, PTAB H1 sau PTAB aferente infrastructurii critice.

9.2. Niveluri standard MS

Nivel	Denumire	Descriere sintetică	Utilizare recomandată
MS0	Fără motorizare / fără SCADA	Exploatare locală manuală, fără teleindicații și fără telecomandă	PTAB mici, soluții simple, L1
MS1	Motorizare locală	Acționări locale motorizate, fără telecomandă SCADA	PTAB mici/medii, L1-L2
MS2	Motorizare + teleindicații	Acționări locale/motorizate și transmitere de stări/semnale	PTAB L2-M1, integrare limitată
MS3	Motorizare + telecomandă SCADA	Telecomandă, teleindicații, telemetrie și integrare în dispecer	PTAB M1-M2, OLTC, rețele integrate
MS4	Automatizare avansată / Smart Grid	Automatizare extinsă, funcții avansate, integrare DMS/OMS, cybersecurity, redundanță	PTAB H1, infrastructură critică, Smart Grid

9.3. Nivel MS0 – fără motorizare / fără SCADA

Nivelul **MS0** reprezintă configurația minimă, fără motorizare și fără integrare SCADA.

Acest nivel presupune exploatare locală manuală, fără acționări motorizate, fără teleindicații, fără telecomandă și fără transmisii de date către dispecer.

9.3.1. Utilizare recomandată

Nivelul MS0 se poate utiliza pentru:

- PTAB L1 compacte;
- configurații simple, cu exploatare locală manuală;
- amplasamente unde nu se justifică integrarea în SCADA;
- soluții fără cerințe de teleindicații sau telecomandă.

9.3.2. Cerințe minime MS0

Parametru	Cerință MS0
Acționare MT	manuală
Teleindicații	nu
Telecomandă	nu
Telemetrie	nu

RTU	nu
Gateway comunicație	nu
UPS automatizare	nu
Protocol comunicație	nu se aplică
Cybersecurity	nu se aplică, cu excepția echipamentelor locale cu interfețe digitale
Integrare SCADA	nu
Integrare DMS/OMS	nu
FLISR	nu

9.3.3. Limitări MS0

Nivelul MS0 nu se admite pentru:

- a) PTAB cu transformator OLTC;
- b) PTAB M2;
- c) PTAB H1;
- d) configurații pentru infrastructură critică;
- e) configurații pentru care beneficiarul solicită teleindicații, telecomandă sau integrare SCADA.

9.4. Nivel MS1 – motorizare locală

Nivelul **MS1** presupune existența unor acționări locale motorizate, dar fără telecomandă SCADA.

Comenzile se realizează local, de către personal autorizat, prin butoane, comutatoare, interfețe locale sau panou de comandă locală.

9.4.1. Utilizare recomandată

Nivelul MS1 se poate utiliza pentru:

- a) PTAB L1 cu cerințe de acționare locală;
- b) PTAB L2 simple;
- c) configurații unde se dorește reducerea efortului de manevră, dar nu este necesară telecomanda;
- d) soluții fără integrare în dispecer.

9.4.2. Cerințe minime MS1

Parametru	Cerință MS1
Acționare MT	locală, manuală sau motorizată local
Teleindicații	limitate sau locale
Telecomandă	nu
Telemetrie	nu se impune
RTU	nu se impune
Gateway comunicație	nu se impune
UPS automatizare	nu se impune, cu excepția cazurilor prevăzute prin proiect
Protocol comunicație	local / neaplicabil
Cybersecurity	minim, dacă există echipamente digitale locale
Integrare SCADA	nu
Integrare DMS/OMS	nu
FLISR	nu

9.4.3. Limitări MS1

Nivelul MS1 nu se admite pentru:

- a) transformatoare OLTC;
- b) configurații care necesită teleindicații obligatorii;
- c) PTAB M2 și H1;
- d) configurații unde beneficiarul impune SCADA.

9.5. Nivel MS2 – motorizare + teleindicații

Nivelul MS2 presupune motorizare locală și transmiterea la distanță a unor stări, alarme sau semnale relevante.

MS2 nu presupune în mod obligatoriu telecomandă completă din SCADA, ci mai ales monitorizare și teleindicații.

9.5.1. Utilizare recomandată

Nivelul MS2 se recomandă pentru:

- a) PTAB L2 cu cerințe de monitorizare;
- b) PTAB M1 simple sau cu acces exterior;
- c) configurații unde este necesară transmiterea stărilor echipamentelor;
- d) posturi unde se urmărește integrarea limitată în sistemele de monitorizare;
- e) soluții de tranziție către MS3.

9.5.2. Cerințe minime MS2

Parametru	Cerință MS2
Acționare MT	locală motorizată și/sau locală cu semnalizare
Teleindicații	obligatorii
Telecomandă	nu se impune / limitată, dacă este prevăzută prin proiect
Telemetrie	recomandată
RTU	recomandat
Gateway comunicație	recomandat
UPS automatizare	recomandat
Protocol comunicație	Modbus / IEC 60870-5-104 / alt protocol acceptat
Cybersecurity	minim
Integrare SCADA	limitată, dacă este solicitată
Integrare DMS/OMS	nu se impune
FLISR	nu se impune

9.5.3. Semnale minime recomandate MS2

Pentru nivelul MS2 se recomandă transmiterea cel puțin a următoarelor semnale, dacă echiparea permite:

- a) stare celule MT;
- b) poziție aparataj MT;
- c) stare întreruptor general JT;
- d) stare protecții;
- e) stare uși / capace / trape;
- f) alarmă acces neautorizat;
- g) alarmă temperatură ridicată;
- h) alarmă ventilație, dacă există ventilație forțată;
- i) alarmă UPS, dacă există UPS;
- j) alarmă incendiu, dacă există detecție incendiu;
- k) alarmă prezență apă / infiltrații, dacă este prevăzută prin proiect.

9.5.4. Limitări MS2

Nivelul MS2 nu se admite ca nivel final pentru:

- a) transformatoare OLTC;
- b) PTAB M2, dacă se impune telecomandă SCADA;
- c) PTAB H1;
- d) infrastructură critică;
- e) configurații pentru care beneficiarul impune telecomandă.

9.6. Nivel MS3 – motorizare + telecomandă SCADA

Nivelul **MS3** reprezintă nivelul standard pentru PTAB integrate în dispecer, cu telecomandă, teleindicații, telemetrie și comunicație cu sistemul SCADA.

MS3 este nivelul minim obligatoriu pentru orice configurație cu transformator **OLTC**.

9.6.1. Utilizare recomandată

Nivelul MS3 se utilizează pentru:

- a) PTAB M1 cu integrare SCADA;
- b) PTAB M2;
- c) configurații cu transformator OLTC;
- d) posturi amplasate în zone urbane importante;
- e) posturi cu rol de nod de rețea;
- f) configurații cu necesar de telecomandă;
- g) posturi cu cerințe de monitorizare extinsă.

9.6.2. Cerințe minime MS3

Parametru	Cerință MS3
Acționare MT	telecomandată, cu posibilitate de comandă locală autorizată
Teleindicații	obligatorii
Telecomandă	obligatorie
Telemetrie	obligatorie
RTU	obligatoriu
Gateway comunicație	obligatoriu
UPS automatizare	obligatoriu
Protocol comunicație	IEC 60870-5-104 / Modbus / protocol acceptat de beneficiar
Cybersecurity	recomandat/obligatoriu, conform cerințelor beneficiarului
Integrare SCADA	obligatorie
Integrare DMS/OMS	recomandată
FLISR	recomandat, dacă arhitectura rețelei permite

9.6.3. Funcții minime MS3

Pentru nivelul MS3 se vor asigura cel puțin:

- a) comanda de la distanță a aparatajului MT prevăzut pentru telecomandă;
- b) semnalizarea poziției echipamentelor comandate;
- c) semnalizarea stărilor de avarie;
- d) transmiterea măsurilor electrice relevante;
- e) monitorizarea alimentării auxiliare;
- f) monitorizarea UPS-ului de automatizare;
- g) monitorizarea comunicației;
- h) înregistrarea evenimentelor;
- i) comandă locală autorizată;
- j) posibilitatea blocării telecomenzii în regim de intervenție locală;
- k) integrare în sistemul SCADA al beneficiarului.

9.6.4. Cerințe suplimentare pentru OLTC

Pentru transformatoarele OLTC, MS3 este nivel minim obligatoriu.

Configurația OLTC trebuie să asigure:

- a) semnalizarea poziției comutatorului de ploturi;
- b) transmiterea stărilor de funcționare;
- c) transmiterea alarmelor specifice;

- d) integrarea în schema de reglaj a tensiunii;
- e) compatibilitate cu sistemul SCADA;
- f) alimentare auxiliară sigură;
- g) protecții și interblocări corespunzătoare;
- h) înregistrarea comenzilor și evenimentelor relevante.

Utilizarea transformatorului OLTC fără integrare SCADA minim **MS3** este interzisă ca soluție definitivă.

9.7. Nivel MS4 – automatizare avansată / Smart Grid

Nivelul **MS4** reprezintă nivelul superior de automatizare și integrare, destinat PTAB de putere mare, infrastructurii critice și rețelelor cu funcții avansate de exploatare.

MS4 include funcțiile MS3 și le extinde cu automatizare avansată, redundanță, integrare DMS/OMS, funcții Smart Grid, cybersecurity avansat și, după caz, funcții FLISR.

9.7.1. Utilizare recomandată

Nivelul MS4 se utilizează pentru:

- a) PTAB H1;
- b) infrastructură critică;
- c) spitale, aeroporturi, centre de date, platforme industriale majore;
- d) noduri importante de rețea;
- e) configurații cu cerințe de continuitate ridicată;
- f) rețele Smart Grid;
- g) posturi integrate în sisteme DMS/OMS;
- h) posturi pentru care se solicită funcții avansate de automatizare.

9.7.2. Cerințe minime MS4

Parametru	Cerință MS4
Acționare MT	automatizată / telecomandată / locală autorizată
Teleindicații	obligatorii, extinse
Telecomandă	obligatorie
Telemetrie	obligatorie, extinsă
RTU	obligatoriu, redundant dacă este solicitat
Gateway comunicație	obligatoriu, redundant dacă este solicitat
UPS automatizare	obligatoriu, redundant pentru infrastructură critică
Protocol comunicație	IEC 61850 / IEC 60870-5-104 / protocol acceptat de beneficiar
Cybersecurity	obligatoriu
Integrare SCADA	obligatorie
Integrare DMS/OMS	obligatorie dacă este prevăzută în arhitectura beneficiarului
FLISR	obligatoriu dacă este prevăzut în arhitectura rețelei
Înregistrare evenimente	obligatorie
Sincronizare timp	obligatorie, dacă sistemul o impune
Monitorizare avansată	obligatorie pentru H1/infrastructură critică

9.7.3. Funcții suplimentare MS4

Nivelul MS4 poate include:

- a) automatizare locală avansată;
- b) izolare automată sau semiautomată a defectelor;
- c) realimentare automată sau asistată;

- d) integrare DMS/OMS;
- e) funcții FLISR;
- f) monitorizare extinsă a temperaturii;
- g) monitorizare ventilație;
- h) monitorizare incendiu;
- i) monitorizare acces;
- j) monitorizare uși/capace/trape;
- k) monitorizare umiditate/condens;
- l) monitorizare stare UPS/baterii;
- m) monitorizare comunicații;
- n) jurnal de evenimente;
- o) alarmare avansată;
- p) redundanță comunicații;
- q) redundanță alimentare auxiliară;
- r) măsuri de cybersecurity;
- s) management de la distanță, dacă este aprobat de beneficiar.

9.8. Matricea parametrilor minimi pe nivel MS

Parametru	MS0	MS1	MS2	MS3	MS4
Acționare MT	manuală	locală	locală + teleindicații	telecomandată	automatizată / telecomandată
Teleindicații	nu	limitat/local	da	da	da, extins
Telecomandă	nu	nu	nu / limitat	da	da
Telemetrie	nu	nu	recomandată	obligatorie	obligatorie extinsă
RTU	nu	nu	recomandat	obligatoriu	obligatoriu / redundant
Gateway comunicație	nu	nu	recomandat	obligatoriu	obligatoriu / redundant
UPS automatizare	nu	nu	recomandat	obligatoriu	obligatoriu / redundant
Protocol comunicație	nu	local / neaplicabil	Modbus / IEC 60870-5-104	IEC 60870-5-104 / Modbus	IEC 61850 / IEC 60870-5-104
Cybersecurity	nu uzual	minim dacă există interfețe digitale	minim	recomandat/obli gatoriu	obligatoriu
Integrare SCADA	nu	nu	limitată/opțional ă	obligatorie	obligatorie
Integrare DMS/OMS	nu	nu	nu	recomandată	obligatorie dacă este prevăzută
FLISR	nu	nu	nu	recomandat	obligatoriu dacă este prevăzut
Înregistrare evenimente	nu	local, dacă există echipamente digitale	recomandată	obligatorie	obligatorie extinsă
Monitorizare temperatură	nu	opțional	recomandată	obligatorie pentru M2/OLTC dacă se impune	obligatorie

Monitorizare ventilație	nu	opțional	recomandată	obligatorie dacă există ventilație forțată	obligatorie
Monitorizare incendiu	nu	opțional	recomandată	obligatorie pentru configurații cu risc	obligatorie
Monitorizare acces	nu	opțional	recomandată	obligatorie unde se cere SCADA	obligatorie
Monitorizare condens/umiditate	nu	opțional	recomandată	obligatorie pentru SI/SB sau US, dacă proiectul o impune	obligatorie pentru H1/SB

9.9. Corelarea nivelurilor MS cu clasele PTAB

Clasă PTAB	Nivel MS minim uzual	Nivel MS recomandat	Observații
L1	MS0	MS0–MS1	PTAB compact opțional
L2	MS1	MS1–MS2	MS2 pentru teleindicații sau integrare limitată
M1	MS2	MS2–MS3	MS3 pentru SCADA completă sau OLTC
M2	MS3	MS3	acces interior, SCADA obligatorie
H1	MS4	MS4	automatizare avansată, infrastructură critică

Nivelul MS se poate majora față de recomandarea standard atunci când:

- beneficiarul solicită monitorizare extinsă;
- PTAB deservește consumatori critici;
- PTAB este amplasat în zonă urbană importantă;
- există transformator OLTC;
- există cerințe de telecomandă;
- există cerințe DMS/OMS sau FLISR;
- există cerințe de cybersecurity;
- condițiile de exploatare impun diagnostic și monitorizare avansată.

9.10. Corelarea nivelurilor MS cu TDRI

TDRI	Nivel MS uzual	Observații
TDRI-100A	MS0–MS1	L1 compact/opțional
TDRI-250A	MS1–MS2	L2 100 kVA
TDRI-400A	MS1–MS2	L2 160–250 kVA
TDRI-630A	MS2	M1 400 kVA
TDRI-1000A	MS2–MS3	M1 400–630 kVA
TDRI-1600A	MS3	M2 800–1000 kVA
TDRI-2500A	MS3	M2 1250–1600 kVA
TDRI-3200A	MS4	H1 2000 kVA
TDRI-4000A	MS4	H1 2500 kVA
TDRI-5000A	MS4	H1 3150 kVA
TDRI-6300A	MS4 / special	configurații speciale

TDRI de curent mare nu impune automat MS4, dar pentru clasele H1 și pentru infrastructura critică nivelul MS4 este regula recomandată.

9.11. Corelarea nivelurilor MS cu tipul transformatorului

Tip transformator	Nivel MS minim	Observații
Transformator în ulei etanș	MS0–MS3, după clasă	nivelul se stabilește după clasa PTAB și cerințele de exploatare
Transformator uscat	MS1–MS4, după clasă	se recomandă monitorizare temperatură/condens pentru clase mari sau amplasamente SI/SB
Transformator OLTC	MS3	MS3 este minim obligatoriu
Transformator OLTC în H1 / infrastructură critică	MS4 recomandat	MS3 minim, MS4 recomandat pentru automatizare avansată

Regula obligatorie:

OLTC fără MS3 minimum este configurație neacceptată ca soluție definitivă.

9.12. Corelarea nivelurilor MS cu amplasarea

Amplasare	Nivel MS recomandat	Observații
ST – suprateran	MS0–MS3, după clasă	soluțiile simple pot rămâne MS0–MS1; M1/M2 pot necesita MS2–MS3
SI – semiîngropat	MS2–MS4	se recomandă monitorizare temperatură, condens, acces și ventilație
SB – subteran	MS3–MS4	se impune monitorizare extinsă pentru ventilație, incendiu, acces, umiditate și alarme

Pentru PTAB subterane, nivelul MS trebuie să permită monitorizarea condițiilor care pot afecta siguranța și exploatarea:

- a) temperatură;
- b) ventilație;
- c) incendiu;
- d) fum/gaze;
- e) acces;
- f) apă/infiltrații;
- g) umiditate/condens;
- h) stare UPS;
- i) stare comunicații.

9.13. Corelarea nivelurilor MS cu accesul

Tip acces	Nivel MS recomandat	Observații
AE – acces exterior	MS0–MS3	se stabilește după echipare și cerințele de monitorizare
AI – acces interior	MS2–MS4	se recomandă monitorizarea accesului, iluminatului, ușilor și condițiilor interioare

Pentru PTAB cu acces interior și nivel MS2–MS4, se recomandă monitorizarea:

- a) ușilor de acces;
- b) compartimentelor cu risc;
- c) stării iluminatului, dacă se solicită;
- d) temperaturii interioare;

- e) ventilației;
- f) prezenței apei/infiltrațiilor;
- g) incendiului;
- h) accesului neautorizat.

9.14. Comunicații

Pentru nivelurile MS2–MS4, soluția de comunicații se stabilește prin proiect și se validează cu beneficiarul/operatorul de distribuție.

Soluția de comunicații poate include, după caz:

- a) modem/router industrial;
- b) fibră optică;
- c) comunicații mobile;
- d) radio;
- e) Ethernet industrial;
- f) rețele private ale operatorului;
- g) alte soluții aprobate.

Pentru nivelul MS3, comunicația trebuie să permită integrarea în SCADA.

Pentru nivelul MS4, comunicația trebuie să fie adecvată funcțiilor avansate, iar pentru infrastructură critică se recomandă redundanță sau soluție de rezervă, dacă este solicitată de beneficiar.

9.15. Alimentare auxiliară și UPS

Echipamentele de motorizare, automatizare, comunicații și SCADA trebuie alimentate din surse auxiliare corespunzătoare.

Nivel MS	Cerință UPS / alimentare auxiliară
MS0	nu se impune
MS1	nu se impune uzual
MS2	recomandat, dacă există echipamente de comunicație/teleindicații
MS3	obligatoriu
MS4	obligatoriu; redundant dacă este solicitat de beneficiar sau de criticitatea aplicației

UPS-ul de automatizare trebuie dimensionat în funcție de:

- a) consumul echipamentelor alimentate;
- b) autonomia necesară;
- c) condițiile de mediu;
- d) cerințele beneficiarului;
- e) disponibilitatea comunicațiilor;
- f) cerințele de dispecerizare.

9.16. Cybersecurity

Pentru nivelurile MS2–MS4, soluțiile digitale și comunicațiile trebuie tratate din perspectiva securității cibernetice.

Nivel MS	Cerință cybersecurity
MS0	nu se aplică uzual
MS1	minim, dacă există interfețe digitale locale
MS2	minim
MS3	recomandat/obligatoriu conform cerințelor beneficiarului
MS4	obligatoriu

Măsurile de cybersecurity pot include:

- a) control acces;
- b) parole și politici de autentificare;
- c) separare rețele;
- d) criptare, dacă este solicitată;
- e) jurnalizare evenimente;
- f) actualizare controlată firmware/software;
- g) dezactivarea interfețelor neutilizate;
- h) managementul conturilor;
- i) reguli privind accesul de mentenanță;
- j) conformitate cu cerințele beneficiarului.

9.17. Date, semnale și telemetrie

Pentru nivelurile MS2–MS4, lista finală de semnale se stabilește prin proiect și se aprobă de beneficiar/operatorul de distribuție.

9.17.1. Semnale minime recomandate

Categorie	Semnale posibile
MT	poziție celule, stare întreruptor/separator, stare punere la pământ, declanșări, avarii
JT	stare întreruptor general, declanșare, alarme TDRI, plecări importante
Transformator	temperatură, alarmă termică, nivel ulei dacă este cazul, stare protecții
OLTC	poziție plot, alarmă OLTC, stare comandă, defect
Anvelopă	uși, acces, iluminat, ventilație, temperatură, umiditate, condens
Incendiu	alarmă incendiu, fum, temperatură, stare sistem detecție
Comunicații	stare RTU, stare gateway, stare comunicație
Alimentare auxiliară	stare UPS, baterie, alimentare auxiliară, autonomie
Securitate	acces neautorizat, deschidere accidentală, alarmă vandalism

9.17.2. Telemetrie minimă recomandată

Pentru MS3–MS4 se recomandă transmiterea următoarelor mărimi, dacă echipamentele sunt prevăzute:

- a) tensiuni;
- b) curenți;
- c) puteri;
- d) energie;
- e) factor de putere;
- f) frecvență;
- g) temperatură transformator;
- h) temperatură anvelopă;
- i) stare ventilație;
- j) stare UPS;
- k) parametri OLTC, dacă există.

9.18. Reguli privind comanda locală și telecomanda

Pentru nivelurile MS3–MS4, telecomanda trebuie să fie însoțită de reguli clare de siguranță.

Se impun:

- a) posibilitate de comandă locală autorizată;
- b) posibilitate de blocare a telecomenzii pe durata intervențiilor locale;
- c) semnalizarea modului local/distanță;
- d) interblocări corespunzătoare;
- e) confirmare stare înainte și după comandă;

- f) jurnalizarea comenzilor;
- g) respectarea procedurilor beneficiarului/operatorului;
- h) protecție împotriva comenzilor neautorizate.

Pentru configurațiile cu acces interior, modul local/distanță trebuie să fie clar semnalizat în zona de exploatare.

9.19. Reguli privind integrarea SCADA

Integrarea SCADA se face conform cerințelor beneficiarului/operatorului de distribuție.

Pentru nivelul **MS3**, integrarea SCADA este obligatorie.

Pentru nivelul **MS4**, integrarea SCADA este obligatorie și se poate completa cu integrare DMS/OMS, FLISR și funcții Smart Grid.

Documentația de integrare SCADA trebuie să includă cel puțin:

- a) lista de semnale;
- b) lista de comenzi;
- c) lista de măsuri;
- d) protocolul de comunicație;
- e) schema de comunicații;
- f) adresele și parametrii de comunicație;
- g) schema de alimentare auxiliară;
- h) autonomia UPS;
- i) planul de testare;
- j) condițiile de cybersecurity;
- k) procedura de punere în funcțiune.

9.20. Reguli pentru configurații speciale

Configurațiile speciale se tratează prin proiect și avizare expresă.

Se consideră configurații speciale, cel puțin:

- a) PTAB H1 suprateran;
- b) PTAB subteran cu transformator în ulei;
- c) PTAB cu OLTC;
- d) PTAB pentru infrastructură critică;
- e) PTAB cu funcții FLISR;
- f) PTAB cu redundanță completă comunicații/alimentare auxiliară;
- g) PTAB cu TDRI peste 5000 A;
- h) PTAB cu cerințe cybersecurity avansate;
- i) PTAB integrat în sisteme DMS/OMS.

Pentru aceste configurații, nivelul MS se stabilește prin proiect, dar nu poate fi mai mic decât nivelurile minime prevăzute în prezentul catalog.

9.21. Configurații MS neacceptate

Nu se acceptă:

- a) utilizarea vechilor coduri **M0–M4** în locul codurilor **MS0–MS4**;
- b) PTAB cu OLTC și nivel sub MS3;
- c) PTAB M2 fără integrare SCADA MS3, dacă nu există justificare provizorie avizată;
- d) PTAB H1 cu nivel sub MS4, cu excepția unei etape provizorii expres avizate;
- e) PTAB cu telecomandă fără interblocări și semnalizare corespunzătoare;
- f) PTAB cu comunicații SCADA fără măsuri minime de cybersecurity;
- g) PTAB cu acces interior și MS2–MS4 fără monitorizarea minimă cerută prin proiect;
- h) PTAB cu RTU/gateway fără alimentare auxiliară corespunzătoare;
- i) PTAB cu comenzi de la distanță neprotejate sau neautorizate;
- j) PTAB integrat SCADA fără listă de semnale, comenzi și măsuri aprobată.

9.22. Exemple de coduri cu nivel MS

Cod complet	Semnificație
PTAB-L1-AE-MB-ST-U20-TDRI-100A-MS0	PTAB L1 compact, fără motorizare și fără SCADA
PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-250A-MS1	PTAB L2, 100 kVA orientativ, motorizare locală
PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-400A-MS2	PTAB L2, 160–250 kVA orientativ, teleindicații
PTAB-M1-AE-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS2	PTAB M1, acces exterior, teleindicații
PTAB-M1-AI-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS3	PTAB M1, acces interior, telecomandă SCADA
PTAB-M1-AI-MD-ST-OLTC20-TDRI-1000A-MS3	PTAB M1 cu OLTC, MS3 obligatoriu
PTAB-M2-AI-MD-SI-US20-TDRI-1600A-MS3	PTAB M2 semiîngropat, SCADA MS3
PTAB-H1-AI-MD-SB-US20-TDRI-5000A-MS4	PTAB H1 subteran, automatizare avansată MS4

9.23. Concluzie privind nivelurile MS

Nivelurile standard de motorizare și SCADA se definesc prin codurile **MS0–MS4**, astfel încât să fie eliminate confuziile cu clasele de putere **M1** și **M2**.

Regula principală este:

Nivelul MS se stabilește după rolul PTAB în rețea, tipul echipamentelor, necesarul de telecomandă, cerințele de monitorizare, tipul transformatorului și criticitatea amplasamentului, nu doar după puterea transformatorului.

Prin utilizarea nivelurilor **MS0–MS4**, catalogul asigură:

- codificare clară și neambiguă;
- corelare cu nivelul real de automatizare;
- compatibilitate cu SCADA;
- scalabilitate pentru Smart Grid;
- integrare diferențiată pentru L1–H1;
- tratarea specială a configurațiilor OLTC;
- cerințe adecvate pentru infrastructură critică;
- creșterea siguranței în exploatare și mentenanță.

10. Matrice transformator - PTAB

Matricea transformator – PTAB stabilește compatibilitatea dintre tipul transformatorului și clasa de anvelopă PTAB, în funcție de putere, amplasare, acces, ventilație, retenție de ulei, control condens, protecție la incendiu, protecție la arc intern, TDRI și nivelul de motorizare/SCADA – **MS**.

Compatibilitatea unui transformator cu o clasă PTAB nu înseamnă acceptare automată.

Fiecare configurație trebuie verificată prin proiect, în special pentru:

- gabaritul transformatorului;
- masa transformatorului;
- posibilitatea de montare și înlocuire fără demolarea anvelopei;
- ventilația și evacuarea căldurii;
- retenția de ulei, dacă transformatorul este în ulei;
- controlul condensului, dacă transformatorul este uscat;
- protecția la incendiu;
- protecția la arc intern;
- compatibilitatea cu TDRI;
- nivelul MS;
- amplasarea supraterană, semiîngropată sau subterană;
- accesul din exterior sau din interior.

10.1. Legendă de compatibilitate

În matricile din prezentul capitol se utilizează următorii termeni:

Termen	Semnificație
admis standard	Soluție compatibilă uzual, care poate fi utilizată dacă sunt respectate cerințele generale ale catalogului
recomandat	Soluție preferabilă tehnic pentru clasa respectivă, în special din perspectiva siguranței, mentenanței sau amplasării
opțional	Soluție posibilă, dar care trebuie justificată prin proiect sau prin condițiile de amplasament
condiționat	Soluție admisă numai dacă sunt îndeplinite cerințe suplimentare și există validare prin proiect
condiționat special	Soluție admisă numai în cazuri particulare, cu justificare tehnică și avizare expresă
neacceptat	Soluție care nu se admite ca configurație PTAB standard

10.2. Matrice generală transformator – clasă PTAB

Tip transformator	PTAB L1 16-63 kVA	PTAB L2 100-250 kVA	PTAB M1 400-630 kVA	PTAB M2 800-1600 kVA	PTAB H1 2000-3150 kVA
U20 – ulei 20/0,4 kV	admis standard	admis standard	admis standard	condiționat	condiționat special
U10 – ulei 10/0,4 kV	admis standard	admis standard	admis standard	condiționat	condiționat special
U6 – ulei 6/0,4 kV	admis standard	admis standard	admis standard	condiționat	condiționat special
U2010 – ulei 20/10/0,4 kV	limitat / opțional	admis	admis	condiționat	condiționat special
U206 – ulei 20/6/0,4 kV	limitat / opțional	admis	admis	condiționat	condiționat special
US20 – uscat 20/0,4 kV	opțional	recomandat	recomandat	recomandat / standard	recomandat / standard
US2010 – uscat 20/10/0,4 kV	opțional	recomandat	recomandat	recomandat / standard	recomandat / standard
US206 – uscat 20/6/0,4 kV	opțional	recomandat	recomandat	recomandat / standard	recomandat / standard
OLTC20 – ulei OLTC 20/0,4 kV	neacceptat	posibil condiționat	admis cu MS3 minim	admis cu MS3 minim	posibil cu MS3 minim; MS4 recomandat
OLTC10 – ulei OLTC 10/0,4 kV	neacceptat	posibil condiționat	admis cu MS3 minim	admis cu MS3 minim	posibil cu MS3 minim; MS4 recomandat
OLTC6 – ulei OLTC 6/0,4 kV	neacceptat	posibil condiționat	admis cu MS3 minim	admis cu MS3 minim	posibil cu MS3 minim; MS4 recomandat

10.3. Reguli generale de compatibilitate

10.3.1. Transformatoare în ulei

Transformatoarele imersate în ulei sunt admise standard pentru clasele **L1**, **L2** și **M1**, cu respectarea cerințelor privind retenția de ulei, ventilația, accesul, protecția la incendiu și exploatarea.

Pentru clasele **M2** și **H1**, transformatoarele în ulei se admit numai condiționat, deoarece puterea mare, volumul de ulei, energia de defect și dificultatea intervenției pot crește riscul tehnic.

Pentru orice transformator în ulei se impun:

- sistem de retenție ulei;
- separare corespunzătoare față de TDRI și echipamentele auxiliare;
- ventilație adecvată;
- acces pentru intervenție;
- verificarea protecției la incendiu;
- verificarea compatibilității cu amplasamentul.

Pentru PTAB subterane cu transformator în ulei se aplică cerințe suplimentare:

- bazin/sistem de retenție ulei dimensionat corespunzător;
- ventilație calculată;
- detecție și protecție la incendiu;
- evacuare fum/gaze;
- acces pentru intervenție;
- avizare expresă.

10.3.2. Transformatoare uscate

Transformatoarele uscate sunt recomandate pentru clasele **L2-H1**, în special în amplasamente urbane, semiîngropate, subterane sau cu cerințe sporite de securitate la incendiu.

Pentru clasele **M2** și **H1**, transformatorul uscat este soluția preferată, în special în configurațiile semiîngropate și subterane.

Pentru orice transformator uscat se impun:

- ventilație dimensionată corespunzător;
- control al condensului;
- protecție împotriva prafului și umidității;
- verificarea temperaturii de funcționare;
- acces pentru mentenanță;
- protecție împotriva depunerilor conductive.

Pentru clasele **M1-H1**, transformatorul uscat fără control al condensului este neacceptat.

10.3.3. Transformatoare OLTC

Transformatoarele cu reglaj în sarcină – **OLTC** – sunt admise numai în configurații care permit integrarea în sistemele de comandă, semnalizare, automatizare și SCADA.

Pentru orice transformator OLTC se impune nivel minim:

- MS3 – motorizare + telecomandă SCADA**

Pentru clasa **H1** și pentru infrastructură critică se recomandă nivelul:

- MS4 – automatizare avansată / Smart Grid**

Transformatoarele OLTC nu se admit pentru clasa **L1**.

Pentru clasa **L2**, OLTC se poate admite numai în situații particulare, justificate prin proiect, dacă există necesar real de reglaj în sarcină și integrare SCADA minim MS3.

Utilizarea transformatorului OLTC fără integrare SCADA minim **MS3** este interzisă ca soluție definitivă.

10.4. Matrice transformator – acces PTAB

Tip transformator	AE – acces exterior	AI – acces interior
Transformator în ulei	admis pentru L1-M1; condiționat pentru M2/H1	admis, cu retenție ulei, ventilație și măsuri de siguranță

Transformator uscat	admis, cu ventilație și control condens după caz	recomandat, cu control condens și ventilație verificate
Transformator OLTC	posibil numai justificat și cu MS3	recomandat, cu MS3 minim și spații de mentenanță

Reguli:

- pentru acces exterior, exploatarea și mentenanța trebuie să se poată realiza integral și în siguranță din exterior;
- pentru acces interior, sunt obligatorii iluminatul interior, marcajele, culoarul de exploatare, protecțiile mecanice și protecția la deschiderea accidentală;
- OLTC se recomandă în anvelope cu acces interior, deoarece necesită mentenanță, semnalizări, automatizare și integrare SCADA.

10.5. Matrice transformator – amplasare

Tip transformator	ST – suprateran	SI – semiîngropat	SB – subteran
Transformator în ulei	admis standard pentru L1–M1; condiționat pentru M2/H1	admis condiționat	admis numai condiționat special
Transformator uscat	admis / recomandat	recomandat	recomandat / preferat
Transformator OLTC	admis cu MS3	admis cu MS3 și verificare ventilație	admis numai condiționat, cu MS3/MS4 și măsuri suplimentare

Reguli:

- în amplasamente supraterane, transformatorul în ulei este soluție uzuală pentru L1–M1;
- în amplasamente semiîngropate, transformatorul uscat devine soluție recomandată;
- în amplasamente subterane, transformatorul uscat este soluția preferată;
- transformatorul în ulei în subteran este permis numai cu retenție ulei, ventilație calculată, protecție la incendiu, evacuare fum/gaze și avizare expresă;
- pentru H1 suprateran, orice tip de transformator se tratează ca soluție condiționată specială.

10.6. Matrice transformator – nivel MS

Tip transformator	Nivel MS minim	Nivel MS recomandat	Observații
Ulei etanș L1	MS0	MS0–MS1	exploatare locală
Ulei etanș L2	MS1	MS1–MS2	teleindicații opționale/recomandate
Ulei etanș M1	MS2	MS2–MS3	SCADA recomandată
Ulei etanș M2	MS3	MS3	admis condiționat
Ulei etanș H1	MS4	MS4	admis condiționat special
Uscat L2	MS1	MS2	monitorizare recomandată
Uscat M1	MS2	MS3	control condens și monitorizare recomandate
Uscat M2	MS3	MS3	monitorizare obligatorie
Uscat H1	MS4	MS4	monitorizare avansată obligatorie
OLTC L2	MS3	MS3	numai justificat
OLTC M1	MS3	MS3	admis
OLTC M2	MS3	MS3	admis
OLTC H1	MS3	MS4	MS4 recomandat pentru infrastructură critică

10.7. Matrice transformator – TDRI orientativ

Putere transformator	Tip transformator uzual	Clasă PTAB	TDRI orientativ	Observații
16–63 kVA	ulei	L1	TDRI-100A	PTAB compact opțional
100 kVA	ulei / uscat opțional	L2	TDRI-250A	întreruptor general reglabil
160 kVA	ulei / uscat opțional	L2	TDRI-400A	standard L2
250 kVA	ulei / uscat opțional	L2	TDRI-400A	standard L2
400 kVA	ulei / uscat / OLTC condiționat	M1	TDRI-630A sau TDRI-1000A	TDRI-1000A dacă se urmărește standardizarea 400–630 kVA
630 kVA	ulei / uscat / OLTC	M1	TDRI-1000A	standard M1
800 kVA	uscat recomandat; ulei condiționat; OLTC	M2	TDRI-1600A	MS3
1000 kVA	uscat recomandat; ulei condiționat; OLTC	M2	TDRI-1600A	MS3
1250 kVA	uscat recomandat; ulei condiționat; OLTC	M2	TDRI-2500A	MS3
1600 kVA	uscat recomandat; ulei condiționat; OLTC	M2	TDRI-2500A	MS3
2000 kVA	uscat recomandat; ulei condiționat	H1	TDRI-3200A	MS4
2500 kVA	uscat recomandat; ulei condiționat	H1	TDRI-4000A	MS4
3150 kVA	uscat recomandat; ulei condiționat	H1	TDRI-5000A / soluție specială	MS4, validare obligatorie

Alegerea finală a TDRI se face după curentul nominal pe partea JT, nu exclusiv după puterea transformatorului.

10.8. Reguli pentru transformatoare în ulei

Transformatoarele în ulei pot fi utilizate în PTAB, cu respectarea cerințelor privind siguranța, mediul, retenția uleiului, ventilația și protecția la incendiu.

10.8.1. Cerințe minime

Pentru orice transformator în ulei se impun:

- cuvă sau sistem de retenție ulei;
- protecție împotriva scurgerilor de ulei;
- separare față de compartimentele MT/JT, dacă este necesar;
- ventilație corespunzătoare;
- acces pentru verificare, mentenanță și înlocuire;
- verificarea protecției la incendiu;
- verificarea compatibilității cu anvelopa;
- verificarea posibilității de extracție fără demolare.

10.8.2. Reguli pe clase

Clasă PTAB	Regim transformator în ulei
L1	admis standard, dacă se utilizează PTAB compact
L2	admis standard
M1	admis standard
M2	admis condiționat

H1	admis condiționat special
-----------	---------------------------

10.9. Reguli pentru transformatoare uscate

Transformatoarele uscate sunt recomandate pentru PTAB unde se urmărește reducerea riscurilor asociate uleiului, în special în amplasamente urbane, semiîngropate, subterane sau cu cerințe ridicate de securitate la incendiu.

10.9.1. Cerințe minime

Pentru orice transformator uscat se impun:

- ventilație dimensionată corespunzător;
- control condens;
- protecție împotriva prafului și umidității;
- verificarea temperaturii de funcționare;
- spațiu de mentenanță;
- acces la borne, conexiuni și echipamente auxiliare;
- protecție împotriva depunerilor conductive;
- verificarea compatibilității cu amplasamentul.

10.9.2. Reguli pe clase

Clasă PTAB	Regim transformator uscat
L1	opțional, dacă este justificat
L2	recomandat/opțional, în funcție de amplasament
M1	recomandat
M2	recomandat / standard
H1	recomandat / standard

Pentru **M1–H1**, transformatorul uscat fără control al condensului este neacceptat.

10.10. Reguli pentru transformatoare OLTC

Transformatoarele OLTC se utilizează în situații în care este necesară reglarea tensiunii sub sarcină, integrarea în sistemul de automatizare și coordonarea cu sistemele de exploatare ale operatorului.

10.10.1. Cerințe minime OLTC

Pentru orice transformator OLTC se impun:

- nivel minim MS3;
- integrare în SCADA;
- semnalizarea poziției comutatorului de ploturi;
- semnalizarea stărilor și alarmelor OLTC;
- alimentare auxiliară corespunzătoare;
- compatibilitate cu sistemul de reglaj al tensiunii;
- protecții și interblocări corespunzătoare;
- acces pentru mentenanță;
- verificarea ventilației și a disipării termice;
- validare prin proiect.

10.10.2. Reguli pe clase

Clasă PTAB	Regim OLTC
L1	neacceptat
L2	posibil numai condiționat, justificat tehnic, cu MS3
M1	admis cu MS3 minim

M2	admis cu MS3 minim
H1	posibil cu MS3 minim; MS4 recomandat

10.11. Compatibilitatea transformatoarelor cu accesul interior

Pentru orice PTAB cu acces interior, indiferent de tipul transformatorului, se impun:

- iluminat interior;
- marcaje de securitate;
- marcaje de exploatare;
- culoar de exploatare;
- spațiu de mentenanță;
- protecții mecanice;
- protecție la deschiderea accidentală a compartimentelor;
- interblocări, dacă sunt necesare;
- verificarea ventilației;
- verificarea condițiilor de evacuare în caz de incident.

Pentru transformatoare de putere mare, transformatoare uscate, transformatoare OLTC sau transformatoare amplasate în PTAB semiîngropate/subterane, accesul interior trebuie tratat ca element de siguranță și mentenanță, nu doar ca opțiune constructivă.

10.12. Compatibilitatea transformatoarelor cu amplasamente subterane

Pentru PTAB subterane, soluția preferată este transformatorul uscat.

Transformatorul în ulei se admite în subteran numai condiționat special.

10.12.1. Cerințe minime pentru transformator în ulei în PTAB subteran

- retenție ulei dimensionată corespunzător;
- etanșare și protecție împotriva infiltrațiilor;
- ventilație calculată;
- deteecție incendiu;
- protecție la incendiu;
- evacuare fum/gaze;
- acces de intervenție;
- monitorizare temperatură;
- monitorizare acces;
- avizare expresă.

10.12.2. Cerințe minime pentru transformator uscat în PTAB subteran

- control condens obligatoriu;
- ventilație dimensionată prin calcul;
- monitorizare temperatură;
- monitorizare umiditate/condens, dacă proiectul o impune;
- protecție împotriva prafului și umezelii;
- acces pentru mentenanță;
- verificarea protecției la incendiu.

10.13. Configurații transformator – PTAB neacceptate

Nu se acceptă următoarele configurații:

Configurație	Motiv
PTAB L1 cu OLTC	soluție disproporționată și incompatibilă cu rolul clasei L1
PTAB cu OLTC sub MS3	lipsă integrare SCADA minimă obligatorie
PTAB H1 cu acces exterior	H1 necesită acces interior obligatoriu

PTAB M1-H1 cu transformator uscat fără control condens	risc de degradare a izolației și funcționare nesigură
PTAB subteran cu transformator în ulei fără retenție și protecție incendiu	risc major de incendiu, poluare și intervenție dificilă
PTAB cu transformator în ulei fără retenție ulei	cerință minimă neîndeplinită
PTAB cu transformator care nu poate fi extras fără demolare	contrar regulii de mentenanță și înlocuire
PTAB cu transformator fără verificare de ventilație	risc termic
PTAB cu transformator incompatibil cu TDRI ales	risc de subdimensionare sau protecții incorecte

10.14. Exemple de coduri transformator – PTAB

Cod complet	Semnificație
PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-250A-MS1	PTAB L2, acces exterior, transformator în ulei 20/0,4 kV, TDRI 250 A
PTAB-L2-AE-MD-ST-US20-TDRI-400A-MS2	PTAB L2 modular, transformator uscat 20/0,4 kV, TDRI 400 A
PTAB-M1-AE-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS2	PTAB M1, acces exterior, transformator în ulei, TDRI 1000 A
PTAB-M1-AI-MD-ST-US20-TDRI-1000A-MS3	PTAB M1, acces interior, transformator uscat, TDRI 1000 A, SCADA
PTAB-M1-AI-MD-ST-OLTC20-TDRI-1000A-MS3	PTAB M1 cu transformator OLTC, integrare minim MS3
PTAB-M2-AI-MD-SI-US20-TDRI-1600A-MS3	PTAB M2 semiîngropat, transformator uscat, TDRI 1600 A
PTAB-M2-AI-MD-SB-US20-TDRI-2500A-MS3	PTAB M2 subteran, transformator uscat, TDRI 2500 A
PTAB-H1-AI-MD-SI-US20-TDRI-3200A-MS4	PTAB H1 semiîngropat, transformator uscat, TDRI 3200 A, MS4
PTAB-H1-AI-MD-SB-US20-TDRI-5000A-MS4	PTAB H1 subteran, transformator uscat, TDRI 5000 A, MS4

10.15. Concluzie privind matricea transformator – PTAB

Compatibilitatea transformatorului cu PTAB se stabilește prin corelarea dintre:

- clasa de putere;
- tipul transformatorului;
- accesul anvelopei;
- amplasarea;
- ventilația;
- retenția de ulei;
- controlul condensului;
- protecția la incendiu;
- TDRI;
- nivelul MS;
- posibilitatea de exploatare și mentenanță.

Regula principală este:

Transformatorul nu se alege izolat, ci împreună cu anvelopa, TDRI, accesul, amplasarea și nivelul MS.

Pentru configurațiile simple, transformatoarele în ulei rămân soluție admisă și uzuală.

Pentru configurațiile de putere mare, semiîngropate sau subterane, transformatoarele uscate devin soluția preferată.

Pentru transformatoarele OLTC, integrarea SCADA minim **MS3** este obligatorie.

11. Reguli de alegere a configurației

Alegerea configurației PTAB se face prin corelarea clasei de putere, tipului de acces, tipului constructiv, amplasării, tipului transformatorului, curentului nominal TDRI, nivelului MS, cerințelor de exploatare, condițiilor de amplasament și cerințelor beneficiarului/operatorului de distribuție.

Configurația nu se alege exclusiv după puterea transformatorului.

Puterea transformatorului reprezintă un criteriu principal, dar trebuie analizată împreună cu:

- a) curentul nominal pe partea JT;
- b) TDRI necesar;
- c) tipul transformatorului;
- d) existența sau inexistența OLTC;
- e) schema MT;
- f) numărul și tipul plecărilor JT;
- g) tipul de acces în anvelopă;
- h) amplasarea supraterană, semiîngropată sau subterană;
- i) ventilația și controlul condensului;
- j) retenția uleiului;
- k) protecția la incendiu;
- l) protecția la arc intern;
- m) nivelul MS;
- n) posibilitatea de exploatare și mentenanță în condiții de siguranță.

11.1. Reguli generale

1. **Anvelopa se dimensionează după puterea maximă a clasei**, dacă prin proiect se urmărește posibilitatea înlocuirii ulterioare a transformatorului cu o putere mai mare în aceeași clasă.
2. **Configurația aleasă trebuie să permită înlocuirea transformatorului fără demolarea anvelopei** și fără modificări structurale majore.
3. **TDRI se dimensionează după curentul nominal**, nu exclusiv după puterea transformatorului. Puterea transformatorului se utilizează doar ca reper orientativ pentru alegerea TDRI.
4. **Pentru 100 kVA se recomandă TDRI-250A**, cu întreruptor general reglabil.
5. **Pentru 160–250 kVA se recomandă TDRI-400A**, cu reglaje adaptate transformatorului instalat.
6. **Pentru 400–630 kVA se recomandă TDRI-1000A** atunci când se urmărește standardizarea clasei M1 sau posibilitatea de dezvoltare ulterioară.
7. **Pentru puteri de minimum 400 kVA se recomandă construcția modulară.**
8. **Pentru puteri peste 630 kVA sau echipări MT/JT extinse se utilizează soluții modulare sau industriale**, validate prin proiect.
9. **Pentru puteri de minimum 800 kVA se recomandă acces din interior.**
10. **Pentru puteri de minimum 2000 kVA accesul din interior este obligatoriu.**
11. **Pentru clasa L2 / 100–250 kVA, accesul standard este din exterior**, iar accesul interior se admite numai opțional justificat.
12. **Pentru transformatoare uscate se impune control suplimentar al condensului și ventilației**, obligatoriu pentru M1–H1 și pentru amplasamente semiîngropate/subterane.
13. **Pentru transformatoare în ulei se impune sistem de retenție a uleiului.**
14. **Pentru transformatoare OLTC se impune integrare SCADA minim MS3.**
15. **Pentru PTAB M2 și H1 se impune integrare SCADA corespunzătoare nivelului minim MS3, respectiv MS4 pentru H1.**
16. **Pentru PTAB M1–H1 se impune protecție la arc intern sau soluție constructivă echivalentă de limitare/evacuare controlată a efectelor arcului intern.**
17. **Pentru orice PTAB cu acces interior sunt obligatorii iluminatul interior, marcajele, culoarul de exploatare, protecțiile mecanice și protecția la deschiderea accidentală a compartimentelor.**
18. **Configurațiile condiționate se acceptă numai cu justificare tehnică și avizare expresă**, acolo unde prezentul catalog prevede acest regim.

11.2. Etapele de alegere a configurației

Alegerea configurației PTAB se face în următoarea ordine:

Etapă	Criteriu analizat	Rezultat
1	Puterea transformatorului	Stabilirea clasei PTAB: L1, L2, M1, M2 sau H1
2	Puterea viitoare maximă	Confirmarea clasei după dezvoltarea prevăzută
3	Curentul pe partea JT	Alegerea TDRI în amperi
4	Tipul transformatorului	U, US sau OLTC
5	Tipul de acces	AE sau AI
6	Tipul constructiv	MB sau MD
7	Amplasarea	ST, SI sau SB
8	Nivelul MS	MS0–MS4
9	Cerințele de siguranță	Arc intern, incendiu, retenție, condens, ventilație
10	Validarea prin proiect	Confirmarea configurației finale

Configurația finală se exprimă prin cod complet:

PTAB-[CLASĂ]-[ACCES]-[CONSTRUCȚIE]-[AMPLASARE]-[TRAFO]-[TDRI]-[MS]

Exemplu: **PTAB-M1-AI-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS3**

11.3. Reguli pentru alegerea clasei de putere

Putere transformator	Clasă PTAB	Reguli de alegere
16–63 kVA	L1	PTAB compact opțional; se analizează și PTA/PT compact
100–250 kVA	L2	PTAB standard compact/extins; acces exterior standard
400–630 kVA	M1	PTAB modular; acces exterior sau interior
800–1600 kVA	M2	PTAB modular; acces interior recomandat
2000–3150 kVA	H1	PTAB modular/industrial; acces interior obligatoriu

Clasa se stabilește după puterea maximă prevăzută pentru transformator, nu doar după puterea instalată inițial.

Exemplu:

Dacă se montează inițial un transformator de 400 kVA, dar anvelopa este proiectată pentru înlocuire ulterioară cu 630 kVA, configurația se va încadra în clasa **M1**, iar TDRI recomandat va fi **TDRI-1000A**.

11.4. Reguli pentru alegerea tipului de acces

Clasă PTAB	Acces din exterior – AE	Acces din interior – AI
L1	standard	nerecomandat
L2	standard	opțional justificat
M1	admis	recomandat pentru echipări extinse
M2	nerecomandat	recomandat
H1	neacceptat	obligatoriu

11.4.1. Acces din exterior – AE

Accesul din exterior se alege atunci când exploatarea, manevrele, verificările și mentenanța pot fi realizate în siguranță prin uși, panouri sau capace exterioare, fără intrarea operatorului în anvelopă.

Accesul din exterior este soluția standard pentru:

- a) L1;
- b) L2;
- c) M1, dacă echiparea permite exploatarea sigură din exterior.

11.4.2. Acces din interior – AI

Accesul din interior se alege atunci când este necesară intrarea personalului autorizat în anvelopă pentru exploatare, manevre, mentenanță sau intervenție.

Accesul din interior este:

- a) opțional justificat pentru L2;
- b) recomandat pentru M1 cu echipare extinsă;
- c) recomandat pentru M2;
- d) obligatoriu pentru H1.

Pentru orice configurație cu acces interior sunt obligatorii:

- a) iluminat interior integrat;
- b) marcaje de securitate;
- c) marcaje de exploatare;
- d) culoar de exploatare;
- e) protecții mecanice ale barelor și conexiunilor;
- f) protecție la deschiderea accidentală a compartimentelor;
- g) interblocări, dacă există risc electric sau mecanic;
- h) ventilație verificată prin proiect;
- i) control condens, dacă există risc sau transformator uscat;
- j) spațiu pentru mentenanță.

11.5. Reguli pentru alegerea tipului constructiv

Clasă PTAB	Tip constructiv recomandat
L1	MB
L2	MB / MD
M1	MD
M2	MD
H1	MD / industrial

11.5.1. Anvelopă monobloc – MB

Anvelopa monobloc se recomandă pentru soluții compacte, în special:

- a) L1;
- b) L2 cu acces exterior;
- c) configurații cu echipare simplă;
- d) amplasamente unde transportul și montajul permit utilizarea unui corp prefabricat.

11.5.2. Anvelopă modulară – MD

Anvelopa modulară se recomandă sau se impune pentru:

- a) L2 cu acces interior;
- b) L2 cu echipare extinsă;
- c) M1;
- d) M2;
- e) H1;
- f) configurații cu SCADA;
- g) configurații cu OLTC;
- h) configurații semiîngropate sau subterane;
- i) configurații cu TDRI de curent mare.

Regula principală:

De la 400 kVA se recomandă construcția modulară, iar peste 630 kVA soluția modulară/industrială devine soluția normală de proiectare.

11.6. Reguli pentru alegerea amplasării

Amplasare	Reguli
ST – suprateran	standard pentru L1–M2; H1 numai condiționat și justificat tehnic
SI – semiîngropat	recomandat pentru M1–H1 în zone urbane sau cu impact vizual redus
SB – subteran	recomandat pentru M2–H1, cu preferință pentru transformatoare uscate

11.6.1. PTAB suprateran – ST

PTAB suprateran este soluția standard pentru:

- a) L1;
- b) L2;
- c) M1;
- d) M2, dacă amplasamentul permite.

Pentru H1, amplasarea supraterană nu este soluție standard.

Aceasta se poate accepta numai în amplasamente industriale sau tehnice, cu justificare prin proiect și avizare expresă.

11.6.2. PTAB semiîngropat – SI

PTAB semiîngropat se recomandă pentru:

- a) zone urbane;
- b) zone cu cerințe de integrare arhitecturală;
- c) reducerea impactului vizual;
- d) M1–H1;
- e) infrastructură critică;
- f) amplasamente unde se poate asigura ventilația și accesul în siguranță.

Pentru PTAB semiîngropate se verifică obligatoriu:

- a) impermeabilitatea;
- b) drenajul;
- c) ventilația;
- d) controlul condensului;
- e) accesul operatorului;
- f) protecția la incendiu;
- g) evacuarea fumului/gazelor, dacă este cazul.

11.6.3. PTAB subteran – SB

PTAB subteran se recomandă pentru:

- a) M2;
- b) H1;
- c) spații publice;
- d) zone premium;
- e) infrastructură critică;
- f) amplasamente unde impactul vizual trebuie redus semnificativ.

Pentru PTAB subteran se preferă transformatorul uscat.

PTAB subteran cu transformator în ulei este configurație condiționată special și se admite numai cu:

- a) retenție ulei;
- b) ventilație dimensionată prin calcul;
- c) detecție și protecție la incendiu;

- d) evacuare fum/gaze;
- e) acces pentru intervenție;
- f) monitorizare adecvată;
- g) avizare expresă.

11.7. Reguli pentru alegerea transformatorului

Tip transformator	Reguli de utilizare
U – transformator în ulei	admis standard pentru L1–M1; condiționat pentru M2–H1
US – transformator uscat	recomandat pentru L2–H1; preferat pentru SI/SB
OLTC	admis numai cu MS3 minimum; MS4 recomandat pentru H1/infrastructură critică

11.7.1. Transformator în ulei

Transformatorul în ulei se poate utiliza dacă sunt asigurate:

- a) retenția uleiului;
- b) ventilația;
- c) separarea față de TDRI și echipamentele auxiliare;
- d) accesul pentru mentenanță;
- e) protecția la incendiu;
- f) posibilitatea de înlocuire fără demolarea anvelopei.

Pentru M2–H1 și pentru amplasamente subterane sau semiîngropate, utilizarea transformatorului în ulei se tratează condiționat.

11.7.2. Transformator uscat

Transformatorul uscat se recomandă pentru:

- a) zone urbane;
- b) amplasamente semiîngropate;
- c) amplasamente subterane;
- d) M1–H1;
- e) infrastructură critică;
- f) situații cu cerințe sporite de securitate la incendiu.

Pentru transformatoare uscate se impun:

- a) control condens;
- b) ventilație adecvată;
- c) protecție împotriva prafului și umidității;
- d) monitorizare temperatură pentru M2–H1;
- e) verificarea condițiilor de mentenanță.

Pentru M1–H1, transformatorul uscat fără control al condensului este neacceptat.

11.7.3. Transformator OLTC

Transformatorul OLTC se alege numai dacă este necesar reglajul tensiunii în sarcină și dacă sistemul permite integrarea în SCADA.

Pentru OLTC se impun:

- a) MS3 minimum;
- b) integrare SCADA;
- c) semnalizarea poziției comutatorului de ploturi;
- d) semnalizarea alarmelor OLTC;
- e) alimentare auxiliară corespunzătoare;
- f) acces pentru mentenanță;
- g) validare prin proiect.

OLTC fără integrare SCADA minim MS3 este neacceptat ca soluție definitivă.

11.8. Reguli pentru alegerea TDRI

TDRI se alege după curentul nominal, nu după denumirea în kVA a transformatorului.

Putere transformator	TDRI recomandat
16–63 kVA	TDRI-100A
100 kVA	TDRI-250A
160 kVA	TDRI-400A
250 kVA	TDRI-400A
400 kVA	TDRI-630A sau TDRI-1000A
630 kVA	TDRI-1000A
800–1000 kVA	TDRI-1600A
1250–1600 kVA	TDRI-2500A
2000 kVA	TDRI-3200A
2500 kVA	TDRI-4000A
3150 kVA	TDRI-5000A / soluție specială

Alegerea finală se face prin proiect, în funcție de:

- curentul nominal al transformatorului;
- curentul nominal al barelor;
- întreruptorul general;
- domeniul de reglaj;
- capacitatea de rupere;
- numărul plecărilor JT;
- schema JT;
- selectivitate;
- dezvoltări ulterioare.

Dacă TDRI este supradimensionat pentru dezvoltare ulterioară, reglajele protecțiilor se stabilesc obligatoriu după transformatorul efectiv instalat.

11.9. Reguli pentru alegerea nivelului MS

Clasă / situație	Nivel MS recomandat
L1	MS0–MS1
L2	MS1–MS2
M1	MS2–MS3
M2	MS3
H1	MS4
OLTC	minimum MS3
infrastructură critică	MS4
PTAB subteran	MS3–MS4, după clasă
PTAB cu monitorizare avansată	MS3–MS4

Nivelul MS se stabilește în funcție de:

- rolul PTAB în rețea;
- necesarul de teleindicații;
- necesarul de telecomandă;

- d) tipul transformatorului;
- e) existența OLTC;
- f) amplasament;
- g) criticitatea consumatorilor;
- h) cerințele beneficiarului;
- i) cerințele de cybersecurity;
- j) integrarea DMS/OMS sau Smart Grid.

Nu se utilizează codurile M0–M4. Se utilizează numai codurile **MS0–MS4**.

11.10. Reguli pentru protecția la arc intern

Protecția la arc intern se stabilește prin proiect în funcție de echiparea MT, compartimentare, acces, amplasare și nivelul de risc.

Reguli minime:

Clasă / situație	Regim protecție arc intern
L1	minimă, conform echipamentelor MT
L2 AE	recomandată
L2 AI	obligatorie dacă rezultă din proiect / analiza de risc
M1	obligatorie
M2	obligatorie
H1	critică / obligatorie
orice PTAB cu acces interior	se verifică obligatoriu
orice PTAB subteran	se verifică obligatoriu

Pentru M1–H1 nu se acceptă lipsa protecției la arc intern sau lipsa unei soluții constructive echivalente de limitare/ evacuare controlată a efectelor arcului intern.

11.11. Reguli pentru ventilație și control condens

Ventilația se dimensionează prin proiect.

Situație	Regula aplicabilă
L1	ventilație naturală
L2	ventilație naturală / optimizată
M1	ventilație naturală optimizată
M2	ventilație naturală optimizată / forțată
H1	ventilație forțată / redundantă
transformator uscat	control condens obligatoriu pentru M1–H1
amplasament SI/SB	control condens obligatoriu
PTAB subteran	ventilație calculată obligatoriu
transformator în ulei în subteran	ventilație calculată + protecție incendiu + evacuare fum/gaze

Controlul condensului poate include:

- a) ventilație adecvată;
- b) încălzire anti-condens;
- c) senzori de temperatură/umiditate;
- d) drenaj;
- e) etanșare controlată;
- f) monitorizare prin MS, dacă este cazul.

11.12. Reguli pentru retenția uleiului

Pentru orice transformator în ulei se impune sistem de retenție ulei.

Sistemul de retenție trebuie să fie corelat cu:

- a) volumul de ulei al transformatorului;
- b) amplasarea PTAB;
- c) riscul de infiltrații;
- d) protecția mediului;
- e) protecția la incendiu;
- f) accesul pentru intervenție;
- g) soluția de mentenanță.

Pentru PTAB subteran cu transformator în ulei, retenția uleiului este condiție minimă, dar nu suficientă. Se impun suplimentar ventilație calculată, protecție la incendiu, evacuare fum/gaze și avizare expresă.

11.13. Reguli pentru protecția la incendiu

Protecția la incendiu se stabilește prin proiect, în funcție de tipul transformatorului, volumul de ulei, amplasare, acces, ventilație, evacuare fum/gaze și cerințele aplicabile.

Reguli minime:

- a) rosturile trebuie să aibă rezistență la foc și etanșare corespunzătoare nivelului stabilit prin proiect;
- b) materialele utilizate trebuie să aibă comportare la foc adecvată;
- c) transformatorul în ulei impune retenție ulei;
- d) amplasarea subterană impune verificări suplimentare;
- e) M2-H1 impun monitorizare și măsuri de protecție superioare;
- f) pentru PTAB subteran se verifică evacuarea fumului/gazelor;
- g) pentru infrastructură critică se poate impune monitorizare incendiu integrată în MS4.

11.14. Reguli pentru acces, mentenanță și înlocuire echipamente

Configurația aleasă trebuie să permită:

- a) accesul sigur la celulele MT;
- b) accesul sigur la TDRI;
- c) accesul la transformator pentru verificări;
- d) înlocuirea transformatorului fără demolarea anvelopei;
- e) înlocuirea sau mentenanța TDRI;
- f) verificarea și înlocuirea echipamentelor de automatizare;
- g) intervenția asupra ventilației;
- h) accesul la sistemul de retenție ulei;
- i) verificarea conexiunilor și barelor;
- j) intervenția în condiții de siguranță.

Pentru acces interior se asigură:

- a) culoar de exploatare;
- b) înălțime utilă adecvată, recomandat minimum 2,30 m în zona accesibilă operatorului;
- c) iluminat interior;
- d) marcaje;
- e) protecții mecanice;
- f) blocări/interblocări;
- g) evacuare în siguranță.

11.15. Reguli pentru alegerea configurației L1

Clasa L1 se utilizează numai atunci când soluția PTAB este justificată față de alternative precum PTA sau PT compact.

Reguli:

- a) acces exterior standard;
- b) anvelopă monobloc;

- c) amplasare supraterană;
- d) transformator în ulei uzual;
- e) TDRI-100A orientativ;
- f) MS0–MS1;
- g) SCADA neobligatorie;
- h) control condens recomandat;
- i) protecție arc intern minimă conform echipamentelor.

Configurație orientativă: **PTAB-L1-AE-MB-ST-U20-TDRI-100A-MS0**

11.16. Reguli pentru alegerea configurației L2

Clasa L2 reprezintă soluția standard pentru 100–250 kVA.

Reguli:

- a) acces exterior standard;
- b) acces interior opțional justificat;
- c) construcție monobloc sau modulară;
- d) amplasare supraterană standard;
- e) TDRI-250A pentru 100 kVA;
- f) TDRI-400A pentru 160–250 kVA;
- g) MS1–MS2;
- h) transformator în ulei standard;
- i) transformator uscat opțional/recomandat după amplasament;
- j) OLTC numai condiționat, cu MS3.

Configurații orientative:

PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-250A-MS1

PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-400A-MS2

PTAB-L2-AI-MD-ST-U20-TDRI-400A-MS2

11.17. Reguli pentru alegerea configurației M1

Clasa M1 reprezintă soluția standard pentru 400–630 kVA.

Reguli:

- a) construcție modulară recomandată;
- b) acces exterior sau interior;
- c) acces interior recomandat pentru echipare extinsă, SCADA, OLTC sau mentenanță interioară;
- d) amplasare supraterană sau semiîngropată;
- e) TDRI-1000A recomandat pentru standardizarea clasei;
- f) MS2–MS3;
- g) protecție arc intern obligatorie;
- h) transformator uscat recomandat în zone urbane/semiîngropate;
- i) OLTC admis cu MS3 minim.

Configurații orientative:

PTAB-M1-AE-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS2

PTAB-M1-AI-MD-ST-US20-TDRI-1000A-MS3

PTAB-M1-AI-MD-ST-OLTC20-TDRI-1000A-MS3

11.18. Reguli pentru alegerea configurației M2

Clasa M2 reprezintă soluția standard pentru 800–1600 kVA.

Reguli:

- a) acces interior recomandat;
- b) construcție modulară obligatorie;
- c) amplasare supraterană, semiîngropată sau subterană;
- d) transformator uscat recomandat;
- e) transformator în ulei admis condiționat;

- f) TDRI-1600A pentru 800–1000 kVA;
- g) TDRI-2500A pentru 1250–1600 kVA;
- h) MS3;
- i) protecție arc intern obligatorie;
- j) depresurizare obligatorie;
- k) ventilație verificată prin calcul;
- l) control condens obligatoriu.

Configurații orientative:

PTAB-M2-AI-MD-ST-US20-TDRI-1600A-MS3

PTAB-M2-AI-MD-SI-US20-TDRI-2500A-MS3

PTAB-M2-AI-MD-SB-US20-TDRI-2500A-MS3

11.19. Reguli pentru alegerea configurației H1

Clasa H1 reprezintă soluția pentru 2000–3150 kVA.

Reguli:

- a) acces interior obligatoriu;
- b) construcție modulară/industrială obligatorie;
- c) amplasare standard semiîngropată sau subterană;
- d) amplasare supraterană numai condiționat special;
- e) transformator uscat recomandat;
- f) transformator în ulei admis numai condiționat special;
- g) TDRI-3200A pentru 2000 kVA;
- h) TDRI-4000A pentru 2500 kVA;
- i) TDRI-5000A sau soluție specială pentru 3150 kVA;
- j) MS4;
- k) protecție arc intern critică/obligatorie;
- l) ventilație forțată/redundantă;
- m) control condens obligatoriu;
- n) monitorizare avansată;
- o) cybersecurity obligatoriu.

Configurații orientative:

PTAB-H1-AI-MD-SI-US20-TDRI-3200A-MS4

PTAB-H1-AI-MD-SB-US20-TDRI-4000A-MS4

PTAB-H1-AI-MD-SB-US20-TDRI-5000A-MS4

11.20. Configurații condiționate

Următoarele configurații pot fi acceptate numai cu justificare tehnică și, după caz, avizare expresă:

Configurație	Condiții minime
L1 ca PTAB	justificarea alegerii PTAB față de PTA/PT compact
L2 cu acces interior	justificare exploatare/mentenanță/SCADA/amplasament
M1 cu acces exterior	verificarea exploatării și mentenanței din exterior
H1 suprateran	amplasament industrial/tehnic, justificare tehnică, avizare expresă
H1 monobloc	justificare transport, montaj, structură, mentenanță, avizare expresă
PTAB subteran cu transformator în ulei	retenție, ventilație, incendiu, fum/gaze, acces intervenție, avizare
L2 cu OLTC	necesar tehnic de reglaj, MS3, avizare
M2/H1 cu transformator în ulei	retenție, incendiu, ventilație, acces, monitorizare
TDRI peste 5000A	validare specială prin proiect

11.21. Configurații neacceptate

Nu se acceptă:

- a) H1 cu acces exterior;
- b) OLTC fără MS3 minimum;
- c) M2 fără MS3, cu excepția unei situații provizorii avizate expres;
- d) H1 fără MS4, cu excepția unei situații provizorii avizate expres;
- e) transformator în ulei fără retenție ulei;
- f) transformator uscat fără control condens pentru M1–H1;
- g) PTAB subteran cu transformator în ulei fără măsuri suplimentare de siguranță;
- h) M1–H1 fără protecție la arc intern sau soluție echivalentă;
- i) PTAB cu acces interior fără iluminat și marcaje;
- j) PTAB cu acces interior fără culoar de exploatare;
- k) TDRI exprimat exclusiv în kVA;
- l) coduri SCADA M0–M4 în locul codurilor MS0–MS4;
- m) configurații care nu permit înlocuirea transformatorului fără demolarea anvelopei;
- n) configurații fără protecție mecanică a barelor și conexiunilor;
- o) configurații fără protecție la deschiderea accidentală a compartimentelor cu risc.

11.22. Regula de selecție în caz de conflict

Dacă o configurație poate fi încadrată în mai multe variante, se aplică următoarea ordine de prioritate:

1. siguranța personalului;
2. protecția la incendiu;
3. protecția la arc intern;
4. posibilitatea de exploatare și mentenanță;
5. compatibilitatea cu transformatorul și TDRI;
6. amplasamentul;
7. nivelul MS necesar;
8. cerințele beneficiarului/operatorului;
9. costul și compactitatea soluției.

Dacă există conflict între o soluție mai compactă și o soluție mai sigură, se alege soluția care asigură nivelul superior de siguranță, exploatare și mentenanță.

11.23. Documentarea alegerii configurației

Alegerea configurației PTAB se documentează în proiect prin cel puțin:

- a) codul complet PTAB;
- b) justificarea clasei de putere;
- c) calculul curentului JT;
- d) alegerea TDRI;
- e) schema MT/JT;
- f) justificarea accesului;
- g) justificarea amplasării;
- h) justificarea tipului de transformator;
- i) nivelul MS;
- j) soluția de ventilație;
- k) soluția de control condens;
- l) soluția de retenție ulei, dacă este cazul;
- m) soluția de protecție la incendiu;
- n) soluția de protecție la arc intern;
- o) condițiile de mentenanță;
- p) matricea de conformitate cu prezentul catalog.

Pentru configurațiile condiționate, documentația va include expres justificarea tehnică și avizarea beneficiarului/operatorului de distribuție.

11.24. Concluzie privind alegerea configurației**Regula principală de alegere este:****Configurația PTAB se alege prin corelarea puterii transformatorului cu TDRI, accesul, amplasarea, tipul transformatorului, nivelul MS, siguranța electrică, protecția la incendiu și condițiile de mentenanță.**

Configurația corectă nu este cea mai mică sau cea mai ieftină variantă care poate adăposti echipamentele, ci varianta care asigură:

- a) compatibilitate tehnică;
- b) exploatare sigură;
- c) mentenanță posibilă;
- d) protecție corespunzătoare;
- e) dezvoltare previzibilă;
- f) conformitate cu standardele aplicabile;
- g) integrare adecvată în sistemele beneficiarului.

12. Parametri obligatorii comuni tuturor configurațiilor

Parametrii obligatorii comuni reprezintă cerințele minime care se aplică tuturor configurațiilor PTAB, indiferent de clasa de putere, tipul de acces, tipul constructiv, amplasare, tipul transformatorului, curentul TDRI sau nivelul MS.

Acești parametri constituie baza minimă de conformitate tehnică a oricărei configurații PTAB.

Nicio configurație nu poate fi acceptată dacă nu respectă cerințele obligatorii comune prevăzute în prezentul capitol.

Cerințele din prezentul capitol se completează cu cerințele specifice aplicabile în funcție de:

- a) clasa PTAB: L1, L2, M1, M2 sau H1;
- b) tipul de acces: AE sau AI;
- c) amplasare: ST, SI sau SB;
- d) tipul transformatorului: U, US sau OLTC;
- e) curentul nominal TDRI;
- f) nivelul MS;
- g) condițiile de amplasament;
- h) cerințele beneficiarului/operatorului de distribuție;
- i) cerințele rezultate din proiect.

12.1. Tabel general al parametrilor obligatorii comuni

Nr. crt.	Parametru	Cerință minimă	Observații
1	Compartiment MT	obligatoriu	compartiment destinat echipamentelor de medie tensiune
2	Compartiment JT	obligatoriu	compartiment destinat TDRI și echipamentelor JT
3	Compartiment transformator	obligatoriu	dimensionat pentru transformatorul instalat și pentru înlocuire fără demolare
4	Bară PE	obligatorie	conectată la sistemul de legare echipotențială
5	Sistem de legare echipotențială	obligatoriu	pentru toate masele metalice și elementele conductive
6	Protecție la atingere directă	obligatorie	pentru toate părțile active accesibile
7	Protecție la atingere indirectă	obligatorie	pentru masele metalice care pot deveni accidental sub tensiune
8	Grad minim IP interior	minimum IP2X	dacă standardele sau proiectul impun nivel superior, se aplică nivelul superior

9	Etanșare treceri cabluri	obligatorie	împotriva apei, prafului, rozătoarelor și propagării focului, după caz
10	Protecție împotriva rozătoarelor	obligatorie	aplicabilă tuturor trecerilor, grilelor, canalelor și rosturilor
11	Protecție împotriva insectelor	obligatorie	prin grile, plase, etanșări sau soluții echivalente
12	Protecție UV	obligatorie	pentru elementele expuse la exterior
13	Marcaje de securitate	obligatorii	pericol electric, acces interzis, zone periculoase
14	Marcaje de exploatare	obligatorii unde este cazul	identificare echipamente, plecări, celule, circuite
15	Protecție mecanică bare și conexiuni	obligatorie	prin capace, bariere, ecrane, compartimentare sau soluții echivalente
16	Protecție la deschiderea accidentală	obligatorie	pentru compartimentele cu risc electric, mecanic sau termic
17	Separare MT/JT	obligatorie	separare fizică și funcțională
18	Etanșarea rosturilor	obligatorie	inclusiv rezistență la foc, dacă este cerută prin proiect
19	Ventilație	obligatorie	naturală, optimizată sau forțată, după configurație
20	Control condens	obligatoriu unde există risc	obligatoriu pentru US M1–H1 și pentru amplasamente SI/SB
21	Retenție ulei	obligatorie pentru transformatoare în ulei	dimensionată în funcție de volumul de ulei
22	Protecție la incendiu	obligatorie conform proiectului	nivel stabilit în funcție de amplasament și tip transformator
23	Acces mentenanță	obligatoriu	trebuie să permită exploatarea și intervenția în siguranță
24	Extracție transformator fără demolare	obligatorie	transformatorul trebuie să poată fi înlocuit fără demolarea anvelopei
25	Compatibilitate IEC/SR EN aplicabilă	obligatorie	inclusiv pentru IP, MT, legare la pământ și instalații electrice
26	Documentație tehnică	obligatorie	fișe tehnice, scheme, declarații, instrucțiuni
27	Matrice de conformitate	obligatorie la ofertare/recepție	se raportează la prezentul catalog

12.2. Compartimente obligatorii

Orice PTAB trebuie să includă cel puțin următoarele compartimente funcționale:

- compartiment MT;
- compartiment JT;
- compartiment transformator.

În funcție de configurație, pot exista și:

- compartiment SCADA / automatizare;
- compartiment comunicații;
- compartiment UPS / baterii;
- compartiment auxiliar;
- spațiu de exploatare interior, pentru configurațiile AI.

12.2.1. Compartiment MT

Compartimentul MT trebuie să permită instalarea, exploatarea și mentenanța echipamentelor MT în condiții de siguranță.

Cerințe minime:

- a) separare față de compartimentul JT;
- b) acces controlat;
- c) marcaje de pericol electric;
- d) protecție la atingere directă;
- e) protecție la atingere indirectă;
- f) interblocări, dacă echipamentele sau schema le impun;
- g) protecție la deschiderea accidentală;
- h) posibilitatea de conectare la sistemul de legare echipotențială;
- i) evacuare/limitare efecte arc intern, pentru clasele unde se impune;
- j) compatibilitate cu echipamentele MT prevăzute prin proiect.

Pentru clasele M1–H1, protecția la arc intern sau soluția constructivă echivalentă este obligatorie.

12.2.2. Compartiment JT

Compartimentul JT trebuie să permită instalarea și exploatarea TDRI, barelor JT, întreruptorului general, plecărilor JT și echipamentelor de protecție, măsură, comandă și semnalizare.

Cerințe minime:

- a) TDRI dimensionat după curent nominal;
- b) bară PE obligatorie;
- c) protecție mecanică a barelor și conexiunilor;
- d) protecție la atingere directă;
- e) protecție la atingere indirectă;
- f) marcarea plecărilor JT;
- g) acces pentru mentenanță;
- h) protecție la deschiderea accidentală a compartimentelor cu risc;
- i) compatibilitate cu nivelul MS prevăzut;
- j) compatibilitate cu schema de legare la pământ.

12.2.3. Compartiment transformator

Compartimentul transformatorului trebuie să fie dimensionat astfel încât să permită:

- a) montarea transformatorului;
- b) ventilarea corespunzătoare;
- c) accesul pentru verificare și mentenanță;
- d) înlocuirea transformatorului fără demolarea anvelopei;
- e) conectarea sigură la echipamentele MT și JT;
- f) retenția uleiului, dacă transformatorul este în ulei;
- g) controlul condensului, dacă transformatorul este uscat sau amplasamentul o impune;
- h) protecția la incendiu, după caz;
- i) evacuarea căldurii;
- j) separarea funcțională față de compartimentele MT/JT, dacă este necesară.

12.3. Sistem de legare echipotențială și bară PE

Toate configurațiile PTAB trebuie să includă sistem de legare echipotențială și bară PE.

Sistemul de legare echipotențială trebuie să asigure conectarea la același potențial a maselor metalice și a elementelor conductive care pot deveni accidental sub tensiune.

Se vor conecta obligatoriu la sistemul de legare echipotențială:

- a) anvelopa, dacă include elemente metalice conectabile;
- b) ușile metalice;
- c) ramele metalice;
- d) capacele metalice;
- e) grilele de ventilație metalice;
- f) carcasele celulelor MT;

- g) carcasele TDRI;
- h) transformatorul;
- i) barele PE/N/PEN, după caz;
- j) ecranele cablurilor;
- k) suporturile metalice;
- l) echipamentele auxiliare;
- m) elementele metalice accesibile.

Bară PE trebuie să fie:

- a) dimensionată conform proiectului;
- b) accesibilă pentru verificare;
- c) marcată corespunzător;
- d) conectată la priza de pământ;
- e) compatibilă cu schema de legare la pământ;
- f) prevăzută cu posibilitatea conectării tuturor echipamentelor relevante.

12.4. Protecția la atingere directă și indirectă

Protecția la atingere directă și protecția la atingere indirectă sunt obligatorii pentru toate configurațiile PTAB.

12.4.1. Protecția la atingere directă

Protecția la atingere directă trebuie să împiedice contactul accidental cu părțile active aflate normal sub tensiune.

Se poate realiza prin:

- a) carcase;
- b) capace;
- c) bariere izolante;
- d) ecrane;
- e) compartimentare;
- f) uși cu închidere securizată;
- g) interblocări;
- h) distanțe de protecție;
- i) izolație corespunzătoare;
- j) alte soluții echivalente.

12.4.2. Protecția la atingere indirectă

Protecția la atingere indirectă trebuie să limiteze riscul produs de apariția accidentală a tensiunii pe masele metalice.

Se asigură prin:

- a) legare echipotențială;
- b) conectare la priza de pământ;
- c) protecții electrice corespunzătoare;
- d) continuitatea conductorului de protecție;
- e) verificări de continuitate;
- f) marcaje;
- g) măsurători și probe la recepție.

12.5. Grad minim IP și protecție mecanică

Gradul minim de protecție pentru părțile interioare accesibile trebuie să fie cel puțin **IP2X**, dacă standardele aplicabile, proiectul sau cerințele beneficiarului nu impun un nivel superior.

Pentru elementele exterioare, gradul IP se stabilește în funcție de clasa PTAB, amplasament și expunere la mediu.

Cerințe minime:

Element	Cerință minimă
Interior accesibil	minimum IP2X
Exterior L1-L2	minimum IP33 sau conform proiectului
Exterior M1	minimum IP33/IP34 sau conform proiectului
Exterior M2	minimum IP34 sau conform proiectului
Exterior H1	minimum IP44 sau conform proiectului
Protecție mecanică	IK10 pentru anvelopă, dacă nu se impune alt nivel

Gradul IP nu elimină obligația protecției mecanice a barelor și conexiunilor.

12.6. Protecția mecanică a barelor și conexiunilor

Protecția mecanică a barelor și conexiunilor este obligatorie pentru toate configurațiile PTAB.

Această cerință se aplică în special:

- barelor JT;
- conexiunilor dintre transformator și TDRI;
- conexiunilor MT;
- conexiunilor PE/N/PEN;
- terminalelor de cablu;
- zonelor accesibile în timpul exploatării;
- zonelor unde există risc de atingere accidentală sau deteriorare mecanică.

Protecția se poate realiza prin:

- capace;
- bariere;
- carcase;
- ecrane;
- plăci izolante;
- compartimentare;
- separatoare;
- soluții constructive echivalente.

Nu se acceptă configurații în care barele sau conexiunile rămân expuse accidental în zone accesibile operatorului sau personalului de mentenanță.

12.7. Protecția la deschiderea accidentală a compartimentelor

Protecția împotriva deschiderii accidentale a compartimentelor este obligatorie pentru toate compartimentele cu risc electric, mecanic, termic sau de incendiu.

Se aplică în special pentru:

- compartimentul MT;
- compartimentul JT;
- compartimentul TDRI;
- compartimentul transformator;
- compartimentul de automatizare, dacă include circuite periculoase;
- capace, trape, uși și panouri de acces.

Măsurile pot include:

- încuietori;
- yale securizate;
- sisteme de blocare;
- interblocări mecanice;
- interblocări electrice;
- senzori de ușă;
- semnalizare în MS/SCADA;

- h) marcaje de avertizare;
- i) acces controlat.

Pentru compartimentele MT, interblocările se stabilesc conform echipamentelor, schemei electrice și cerințelor de exploatare.

12.8. Etanșarea cablurilor, trecerilor și rosturilor

Etanșarea trecerilor de cabluri este obligatorie pentru toate configurațiile PTAB.

Etanșarea trebuie să asigure protecție împotriva:

- a) pătrunderii apei;
- b) pătrunderii prafului;
- c) pătrunderii rozătoarelor;
- d) pătrunderii insectelor;
- e) propagării focului sau fumului, acolo unde se impune;
- f) degradării izolației;
- g) infiltrațiilor în amplasamente semiîngropate sau subterane.

Rosturile constructive trebuie tratate astfel încât să asigure:

- a) etanșare;
- b) comportare mecanică adecvată;
- c) protecție împotriva infiltrațiilor;
- d) rezistență la foc, dacă este cerută prin proiect;
- e) durabilitate în condițiile de amplasament.

Rezistența la foc a rosturilor este obligatorie la nivelul stabilit prin proiect și prin cerințele de securitate la incendiu.

12.9. Protecția împotriva rozătoarelor, insectelor și accesului neautorizat

Toate configurațiile PTAB trebuie să prevadă măsuri împotriva pătrunderii rozătoarelor și insectelor.

Se vor proteja cel puțin:

- a) trecerile de cabluri;
- b) grilele de ventilație;
- c) rosturile;
- d) zona radierului;
- e) canalele de cabluri;
- f) orificiile tehnologice;
- g) golurile de acces;
- h) trapele și capacele.

Măsurile pot include:

- a) grile metalice;
- b) plase anti-insecte;
- c) etanșări elastice;
- d) materiale rezistente la rozătoare;
- e) capace;
- f) bariere constructive;
- g) detalii de montaj aprobate.

Protecția împotriva accesului neautorizat se asigură prin închideri securizate, marcaje, control acces, senzori sau soluții echivalente, după clasa PTAB și nivelul MS.

12.10. Marcaje de securitate și marcaje de exploatare

Marcajele de securitate sunt obligatorii pentru toate configurațiile PTAB.

Acestea trebuie să includă cel puțin:

- a) semnalizare pericol electric;
- b) avertizare acces interzis persoanelor neautorizate;
- c) marcarea compartimentelor cu risc;
- d) marcarea zonelor periculoase;
- e) indicarea tensiunilor;
- f) indicarea echipamentelor principale;
- g) indicarea căilor de acces, unde este cazul.

Marcajele de exploatare sunt obligatorii pentru echipamentele care necesită identificare în exploatare, inclusiv:

- a) celule MT;
- b) plecări JT;
- c) întreruptor general;
- d) bare;
- e) circuite de comandă;
- f) echipamente MS/SCADA;
- g) uși și compartimente;
- h) legături PE/N/PEN;
- i) transformator;
- j) echipamente auxiliare.

Marcajele trebuie să fie lizibile, durabile, rezistente la condițiile de mediu și conforme cu documentația tehnică.

12.11. Iluminat interior

Iluminatul interior este obligatoriu pentru toate configurațiile PTAB cu acces interior – **AI**.

Pentru configurațiile cu acces exterior – **AE**, iluminatul interior este opțional sau recomandat numai dacă este necesar pentru exploatare, verificare sau mentenanță.

Pentru configurațiile AI, iluminatul trebuie să permită:

- a) accesul în siguranță;
- b) citirea marcajelor;
- c) identificarea echipamentelor;
- d) efectuarea manevrelor locale;
- e) verificarea stărilor;
- f) mentenanța curentă;
- g) evacuarea în siguranță.

Lipsa iluminatului interior la o configurație cu acces interior constituie neconformitate.

12.12. Ventilație și evacuarea căldurii

Ventilația este obligatorie pentru toate configurațiile PTAB, la nivelul necesar echipamentelor instalate.

Ventilația poate fi:

- a) naturală;
- b) naturală optimizată;
- c) forțată;
- d) redundantă, pentru configurații critice.

Ventilația se stabilește prin proiect, în funcție de:

- a) pierderile transformatorului;
- b) pierderile TDRI;
- c) echipamentele MT/JT;
- d) temperatura exterioară;
- e) amplasament;

- f) grad IP;
- g) cerințe de incendiu;
- h) tipul transformatorului;
- i) nivelul MS;
- j) condițiile de exploatare.

Pentru M2–H1, amplasamente semiîngropate/subterane și configurații cu transformatoare uscate, ventilația se verifică obligatoriu prin calcul.

12.13. Controlul condensului

Controlul condensului se aplică tuturor configurațiilor unde există risc de condens și este obligatoriu pentru:

- a) transformatoare uscate în clasele M1–H1;
- b) PTAB semiîngropate;
- c) PTAB subterane;
- d) configurații cu acces interior, dacă proiectul indică risc de condens;
- e) compartimente cu automatizare/SCADA sensibile la umiditate;
- f) amplasamente cu variații mari de temperatură;
- g) amplasamente cu umiditate ridicată.

Controlul condensului poate fi realizat prin:

- a) ventilație corespunzătoare;
- b) încălzire anti-condens;
- c) senzori de temperatură;
- d) senzori de umiditate;
- e) drenaj;
- f) etanșări corespunzătoare;
- g) monitorizare prin MS/SCADA;
- h) tratamente de suprafață;
- i) protecție împotriva infiltrațiilor.

Pentru M1–H1, transformatorul uscat fără control condens este neacceptat.

12.14. Retenția uleiului

Pentru orice configurație PTAB cu transformator în ulei se impune sistem de retenție ulei.

Sistemul de retenție se dimensionează prin proiect în funcție de:

- a) volumul de ulei al transformatorului;
- b) clasa PTAB;
- c) amplasare;
- d) riscul de infiltrații;
- e) protecția mediului;
- f) protecția la incendiu;
- g) accesul pentru intervenție;
- h) cerințele beneficiarului.

Pentru PTAB subteran cu transformator în ulei, retenția uleiului este obligatorie, dar nu suficientă.

Se impun suplimentar:

- a) ventilație dimensionată prin calcul;
- b) detecție și protecție la incendiu;
- c) evacuare fum/gaze;
- d) acces pentru intervenție;
- e) monitorizare adecvată;
- f) avizare expresă.

12.15. Protecția la incendiu

Toate configurațiile PTAB trebuie analizate din punct de vedere al protecției la incendiu.

Cerințele minime includ:

- a) utilizarea materialelor adecvate;
- b) tratarea rosturilor;
- c) limitarea propagării focului și fumului;
- d) protecția trecerilor de cabluri;
- e) retenția uleiului pentru transformatoare în ulei;
- f) ventilație adecvată;
- g) evacuare fum/gaze pentru configurații subterane, dacă este cazul;
- h) detecție incendiu, unde proiectul o impune;
- i) integrare în MS/SCADA pentru configurații M2–H1 sau infrastructură critică;
- j) acces pentru intervenție.

Nivelul concret al cerințelor de incendiu se stabilește prin proiect și prin reglementările aplicabile.

12.16. Protecția la arc intern și depresurizarea

Protecția la arc intern se stabilește în funcție de clasa PTAB, echipamentele MT, compartimentare, acces și amplasament.

Cerințe minime:

Situație	Cerință
L1	protecție minimă, conform echipamentelor MT
L2 AE	recomandată
L2 AI	obligatorie dacă rezultă din proiect/analiza de risc
M1	obligatorie
M2	obligatorie
H1	critică / obligatorie
PTAB subteran	verificare obligatorie
PTAB cu acces interior	verificare obligatorie

Pentru M1–H1 nu se acceptă lipsa protecției la arc intern sau lipsa unei soluții constructive echivalente de limitare/evacuare controlată a efectelor arcului intern.

Depresurizarea este obligatorie pentru configurațiile la care analiza echipamentelor și a anvelopei o impune și, în mod special, pentru configurațiile M2–H1.

12.17. Acces, exploatare și mentenanță

Toate configurațiile PTAB trebuie să permită exploatarea și mentenanța în condiții de siguranță.

Cerințe minime:

- a) acces la compartimentul MT;
- b) acces la compartimentul JT;
- c) acces la transformator;
- d) acces la TDRI;
- e) acces la echipamentele de automatizare/SCADA, dacă există;
- f) acces la sistemele de ventilație;
- g) acces la sistemul de retenție ulei, dacă există;
- h) acces la barele PE/N/PEN;
- i) posibilitatea verificării marcajelor;
- j) posibilitatea înlocuirii transformatorului fără demolare.

Pentru configurațiile cu acces interior sunt obligatorii:

- a) culoar de exploatare;
- b) iluminat interior;
- c) marcaje de exploatare;
- d) protecții mecanice;
- e) blocări/interblocări;
- f) spațiu pentru intervenție;
- g) evacuare în siguranță.

12.18. Cerințe de compatibilitate tehnică

Toate configurațiile PTAB trebuie să fie compatibile cu standardele, normativele și prescripțiile tehnice aplicabile.

Compatibilități minime IEC 60529, IEC 62271, SR EN 61936 și SR EN 50522, împreună cu orice alte standarde aplicabile soluției tehnice concrete.

Cerințele de compatibilitate includ cel puțin:

- a) gradul IP;
- b) echipamentele MT;
- c) instalațiile electrice de putere;
- d) legarea la pământ;
- e) protecția la atingere;
- f) protecția la arc intern;
- g) TDRI;
- h) echipamentele de automatizare/SCADA;
- i) protecția la incendiu;
- j) protecția mediului;
- k) securitatea fizică;
- l) exploatarea și mentenanța.

12.19. Documentație obligatorie

Pentru orice configurație PTAB se vor furniza cel puțin următoarele documente:

- a) codul complet PTAB;
- b) fișa tehnică a anvelopei;
- c) fișa tehnică a transformatorului;
- d) fișa tehnică TDRI;
- e) schema monofilară MT/JT;
- f) schema de legare la pământ;
- g) schema de legare echipotențială;
- h) planul de amplasare a echipamentelor;
- i) planul de acces și mentenanță;
- j) calculul/verificarea ventilației, dacă este cazul;
- k) soluția de control al condensului, dacă este cazul;
- l) soluția de retenție ulei, dacă este cazul;
- m) soluția de protecție la incendiu, dacă este cazul;
- n) soluția de protecție la arc intern, dacă este cazul;
- o) lista de semnale/comenzi/măsurii pentru MS2–MS4;
- p) documentația SCADA pentru MS3–MS4;
- q) instrucțiuni de exploatare și mentenanță;
- r) declarații de conformitate;
- s) buletine de încercare/verificare aplicabile;
- t) matrice de conformitate față de prezentul catalog.

12.20. Matrice minimă de conformitate

Pentru fiecare configurație ofertată sau proiectată se va întocmi o matrice de conformitate.

Matricea va indica cel puțin:

Nr. crt.	Cerință	Conform / Neconform / Nu se aplică	Document justificativ
1	Compartiment MT		
2	Compartiment JT		
3	Compartiment transformator		
4	Bară PE		
5	Legare echipotențială		
6	Protecție atingere directă		
7	Protecție atingere indirectă		
8	Protecție mecanică bare/conexiuni		
9	Protecție deschidere accidentală		
10	Etanșare cabluri		
11	Protecție rozătoare/insecte		
12	Marcaje securitate		
13	Iluminat interior, dacă AI		
14	Ventilație		
15	Control condens, dacă este cazul		
16	Retenție ulei, dacă este cazul		
17	Protecție incendiu		
18	Protecție arc intern		
19	TDRI pe curent nominal		
20	Nivel MS		
21	Documentație tehnică		
22	Compatibilitate standarde aplicabile		

12.21. Configurații neconforme cu parametrii comuni

Sunt neconforme și nu se acceptă următoarele situații:

- a) PTAB fără compartiment MT;
- b) PTAB fără compartiment JT;
- c) PTAB fără compartiment transformator;
- d) PTAB fără bară PE;
- e) PTAB fără sistem de legare echipotențială;
- f) PTAB fără protecție la atingere directă;
- g) PTAB fără protecție la atingere indirectă;
- h) PTAB fără etanșare corespunzătoare a trecerilor de cabluri;
- i) PTAB fără protecție împotriva rozătoarelor și insectelor;
- j) PTAB fără marcaje de securitate;
- k) PTAB fără protecție mecanică a barelor și conexiunilor;
- l) PTAB fără protecție la deschiderea accidentală a compartimentelor cu risc;
- m) PTAB cu acces interior fără iluminat interior;
- n) PTAB cu acces interior fără culoar de exploatare;

- o) PTAB cu transformator în ulei fără retenție ulei;
- p) PTAB cu transformator uscat M1–H1 fără control condens;
- q) PTAB M1–H1 fără protecție la arc intern sau soluție echivalentă;
- r) PTAB subteran cu transformator în ulei fără măsuri suplimentare de siguranță;
- s) PTAB fără posibilitate de înlocuire a transformatorului fără demolare;
- t) PTAB fără documentație tehnică minimă;
- u) PTAB fără matrice de conformitate.

12.22. Concluzie privind parametrii comuni

Parametrii obligatorii comuni reprezintă nivelul minim de acceptare pentru orice configurație PTAB.

Regula principală este:

Nicio configurație PTAB nu poate fi considerată conformă doar pentru că se încadrează într-un cod standard. Conformitatea presupune îndeplinirea tuturor parametrilor comuni obligatorii, precum și a cerințelor specifice rezultate din acces, amplasare, transformator, TDRI și nivel MS.

Prin aplicarea parametrilor comuni se asigură:

- a) siguranța personalului;
- b) protecția echipamentelor;
- c) exploatarea unitară;
- d) mentenanța sigură;
- e) compatibilitatea cu standardele aplicabile;
- f) reducerea riscurilor de incendiu, condens, scurgeri de ulei, atingere accidentală și defect intern;
- g) comparabilitatea ofertelor;
- h) recepția tehnică pe criterii clare și verificabile.

13. Parametri dielectricsi standard

Parametrii dielectricsi standard stabilesc cerințele minime privind izolația, distanțele electrice, protecția împotriva trackingului, separarea circuitelor, controlul condensului și protecția împotriva degradării izolației în interiorul PTAB.

Parametrii dielectricsi se aplică tuturor configurațiilor PTAB, indiferent de clasa de putere, tipul de acces, tipul constructiv, amplasare, transformator, TDRI sau nivel MS

Cerințele din prezentul capitol se corelează cu:

- a) nivelul de tensiune MT;
- b) tipul echipamentelor MT;
- c) tipul transformatorului;
- d) tipul TDRI;
- e) amplasarea PTAB;
- f) gradul de umiditate și riscul de condens;
- g) gradul de poluare;
- h) accesul exterior sau interior;
- i) protecția la atingere directă și indirectă;
- j) protecția la arc intern;
- k) ventilația;
- l) mentenanța și exploatarea.

13.1. Principii generale

Toate echipamentele electrice și electroizolante montate în PTAB trebuie să fie dimensionate și instalate astfel încât să asigure funcționarea sigură în regim normal și în condițiile de mediu prevăzute pentru amplasamentul respectiv.

Cerințele dielectrice se stabilesc prin raportare la nivelul de tensiune al echipamentelor, la standardele aplicabile și la condițiile concrete de exploatare.

Valorile din prezentul capitol reprezintă cerințe minime. Dacă standardele aplicabile, proiectul, condițiile de amplasament sau cerințele beneficiarului impun valori mai severe, se aplică valorile mai restrictive.

Nu se acceptă reducerea distanțelor dielectrice, a nivelului de izolație sau a protecției împotriva degradării izolației sub nivelurile minime prevăzute de standardele aplicabile.

13.2. Tabel general al parametrilor dielectrici

Parametru	L1 16-63 kVA	L2 100-250 kVA	M1 400-630 kVA	M2 800-1600 kVA	H1 2000-3150 kVA
Nivel izolație MT	24 kV	24 kV	24 kV	24 kV	24 kV
Distanțe fază-fază	conform IEC/ SR EN aplicabil	conform IEC/ SR EN aplicabil	conform IEC/SR EN aplicabil	conform IEC/SR EN aplicabil	conform IEC/SR EN aplicabil
Distanțe fază-pământ	conform IEC/ SR EN aplicabil	conform IEC/ SR EN aplicabil	conform IEC/SR EN aplicabil	conform IEC/SR EN aplicabil	conform IEC/SR EN aplicabil
Distanțe de fugă	conform IEC/ SR EN aplicabil	conform IEC/ SR EN aplicabil	conform IEC/SR EN aplicabil	conform IEC/SR EN aplicabil	conform IEC/SR EN aplicabil
CTI minim materiale electroizolante	≥250	≥400	≥400	≥600	≥600
Control condens	recomandat	recomandat; obligatoriu unde există risc	obligatoriu la US și AI dacă există risc	obligatoriu	obligatoriu
Bariere izolante	recomandate	recomandate; obligatorii în zone accesibile	obligatorii	obligatorii	obligatorii
Separare MT/JT	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Protecție la atingere directă	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Protecție la atingere indirectă	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Protecție împotriva depunerilor conductive	recomandată	recomandată	obligatorie unde există risc	obligatorie	obligatorie
Monitorizare umiditate/condens	nu uzual	opțională	recomandată	recomandată/obligatorie după proiect	obligatorie unde proiectul o impune
Verificare prin proiect	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie

13.3. Nivelul de izolație MT

Nivelul standard de izolație pentru echipamentele MT din PTAB este **24 kV**, pentru toate clasele de putere L1, L2, M1, M2 și H1.

Nivelul de izolație de 24 kV se aplică echipamentelor de medie tensiune, inclusiv:

- celule MT;
- RMU;
- aparataj MT;
- terminale de cablu MT;
- bare MT;

- f) transformatoare de măsură, dacă există;
- g) senzori MT;
- h) echipamente de protecție și comandă aferente MT.

Dacă prin proiect se utilizează un nivel de tensiune diferit sau echipamente cu cerințe superioare, nivelul de izolație se va adapta corespunzător, fără a coborî sub cerințele standardelor aplicabile.

Pentru rețele de 6 kV, 10 kV sau 20 kV, utilizarea nivelului de izolație 24 kV asigură o platformă standardizată pentru echipamentele MT, cu condiția respectării compatibilității cu schema rețelei și cu echipamentele aprobate.

13.4. Distanțe fază-fază

Distanțele fază-fază trebuie să respecte standardele IEC/SR EN aplicabile echipamentelor și instalațiilor MT/JT.

Aceste distanțe se verifică pentru:

- a) echipamentele MT;
- b) terminalele de cablu MT;
- c) barele MT;
- d) conexiunile dintre echipamente;
- e) transformator;
- f) TDRI, pentru partea JT;
- g) zonele de trecere între compartimente;
- h) situațiile de mentenanță și acces.

Distanțele fază-fază nu se reduc prin amplasarea compactă a echipamentelor, prin modificări constructive ale anvelopei sau prin soluții nevalidate de producătorul echipamentelor.

În cazul utilizării unor celule MT prefabricate sau RMU, distanțele interne se consideră validate prin documentația și încercările echipamentului, însă distanțele de montaj, acces, ventilație și interfață cu alte echipamente se verifică prin proiect.

13.5. Distanțe fază-pământ

Distanțele fază-pământ trebuie să respecte standardele IEC/SR EN aplicabile și să prevină apariția descărcărilor sau defectelor între părțile active și masele metalice, anvelopă, elemente conectate la pământ sau elemente conductoare accesibile.

Se verifică în mod obligatoriu distanțele fază-pământ pentru:

- a) echipamente MT;
- b) terminale de cablu;
- c) bare și conexiuni;
- d) treceri prin compartimente;
- e) transformator;
- f) TDRI;
- g) uși, rame, capace și grile metalice;
- h) elemente de fixare și suporturi;
- i) ecrane și bariere;
- j) sistemul de legare echipotențială.

Distanțele fază-pământ se corelează cu protecția la atingere indirectă și cu sistemul de legare echipotențială.

13.6. Distanțe de fugă

Distanțele de fugă se stabilesc conform standardelor aplicabile, în funcție de:

- a) tensiunea nominală;
- b) nivelul de poluare;
- c) umiditate;
- d) risc de condens;
- e) materialele electroizolante utilizate;

- f) amplasarea PTAB;
- g) ventilație;
- h) accesul la echipamente;
- i) condițiile de mentenanță.

Pentru amplasamente cu risc ridicat de praf, umiditate, condens, poluare sau depuneri conductive, distanțele de fugă și tipul materialelor izolante se vor verifica suplimentar prin proiect.

Pentru PTAB semiîngropate și subterane, distanțele de fugă se analizează împreună cu măsurile de control al condensului, ventilației și protecției împotriva infiltrațiilor.

13.7. CTI minim al materialelor electroizolante

Materialele electroizolante utilizate în PTAB trebuie să aibă un indice minim de rezistență la tracking electric – **CTI** – adecvat clasei de putere și condițiilor de exploatare.

Clasă PTAB	CTI minim
L1	≥250
L2	≥400
M1	≥400
M2	≥600
H1	≥600

Pentru materiale electroizolante expuse la umiditate, praf, depuneri conductive sau condens, se recomandă utilizarea unor materiale cu CTI superior valorii minime.

CTI minim se aplică materialelor precum:

- a) suporturi izolante;
- b) separatoare;
- c) plăci izolante;
- d) bariere;
- e) capace izolante;
- f) elemente de fixare izolante;
- g) suporturi de bare;
- h) componente interne ale TDRI, dacă sunt relevante.

În cazul în care standardele echipamentelor impun valori mai mari, se aplică valorile mai restrictive.

13.8. Controlul condensului din perspectiva dielectrică

Controlul condensului este măsură de protecție dielectrică și de durabilitate a echipamentelor.

Condensul poate conduce la:

- a) scăderea rezistenței de izolație;
- b) apariția curenților de scurgere;
- c) tracking electric;
- d) descărcări parțiale;
- e) coroziune;
- f) degradarea materialelor electroizolante;
- g) funcționarea incorectă a echipamentelor de măsură, comandă și protecție.

Reguli minime:

Situație	Regim control condens
L1	recomandat
L2	recomandat; obligatoriu dacă există risc de condens sau transformator uscat în condiții de risc
M1	obligatoriu pentru transformator uscat; recomandat/obligatoriu dacă există acces interior sau risc de condens
M2	obligatoriu
H1	obligatoriu
PTAB semiîngropat	obligatoriu
PTAB subteran	obligatoriu
Compartiment SCADA / automatizare	obligatoriu dacă există risc de umiditate
Transformator uscat M1-H1	obligatoriu

Măsurile de control condens pot include:

- ventilație naturală optimizată;
- ventilație forțată;
- încălzire anti-condens;
- senzori de temperatură;
- senzori de umiditate;
- drenaj;
- etanșări;
- monitorizare în MS/SCADA;
- tratamente de suprafață;
- verificări periodice în exploatare.

13.9. Bariere izolante

Barierile izolante au rolul de a limita accesul accidental la părți active, de a mări separarea între circuite și de a reduce riscul de defecte prin contact accidental sau apropiere necorespunzătoare.

Clasă PTAB	Regim bariere izolante
L1	recomandate
L2	recomandate; obligatorii în zone accesibile sau la AI
M1	obligatorii
M2	obligatorii
H1	obligatorii

Barierile izolante se utilizează în special pentru:

- bare JT;
- conexiuni între transformator și TDRI;
- zone de interfață MT/JT;
- compartimente accesibile operatorului;
- zone cu risc de atingere accidentală;
- zone cu risc de scurtcircuit accidental;
- echipamente de comandă, măsură și protecție aflate în apropierea părților active.

Barierile izolante nu înlocuiesc respectarea distanțelor dielectrice minime, decât dacă soluția este validată prin standardul echipamentului sau prin încercări/documentație tehnică.

13.10. Separarea MT/JT

Separarea între circuitele și compartimentele MT și JT este obligatorie pentru toate configurațiile PTAB.

Separarea MT/JT trebuie să asigure:

- a) protecția personalului;
- b) reducerea riscului de defect propagat;
- c) acces sigur pentru exploatare;
- d) reducerea riscului de atingere directă;
- e) limitarea efectelor unui arc intern;
- f) protecția echipamentelor JT față de evenimente MT;
- g) organizarea clară a mentenanței.

Separarea se poate realiza prin:

- a) compartimentare fizică;
- b) panouri de separare;
- c) pereți interiori;
- d) bariere izolante;
- e) carcase dedicate;
- f) distanțe de separare;
- g) trasee de cabluri separate;
- h) alte soluții constructive echivalente.

Pentru configurațiile cu acces interior, separarea MT/JT trebuie să fie clar marcată și să împiedice accesul accidental al operatorului la zone cu risc.

13.11. Protecția împotriva depunerilor conductive

Depunerile conductive pot afecta performanța dielectrică a echipamentelor, în special în medii cu praf, umiditate, poluare, condens sau ventilație necorespunzătoare.

Pentru M2 și H1, protecția împotriva depunerilor conductive este obligatorie.

Pentru M1, aceasta este obligatorie dacă există risc de praf, condens, poluare sau transformator uscat.

Pentru L1 și L2, protecția este recomandată și devine obligatorie dacă amplasamentul sau proiectul indică risc.

Măsurile pot include:

- a) filtrarea aerului de ventilație;
- b) grile cu protecție;
- c) etanșări;
- d) control condens;
- e) curățare periodică;
- f) materiale cu CTI superior;
- g) compartimentare;
- h) protecție împotriva insectelor și rozătoarelor;
- i) monitorizare umiditate/temperatură;
- j) instrucțiuni de mentenanță.

13.12. Protecția dielectrică în PTAB cu acces interior

Pentru PTAB cu acces interior – AI, parametrii dielectrici se tratează cu nivel suplimentar de exigență, deoarece operatorul poate pătrunde în interiorul anvelopei.

Pentru orice PTAB AI sunt obligatorii:

- a) protecția la atingere directă;
- b) protecția la atingere indirectă;
- c) bariere izolante în zonele accesibile;
- d) protecție mecanică a barelor și conexiunilor;
- e) separare clară MT/JT;
- f) marcaje de pericol electric;
- g) protecție la deschiderea accidentală a compartimentelor;
- h) interblocări, unde este cazul;
- i) iluminat interior;
- j) culoar de exploatare;
- k) control condens, dacă există risc;
- l) verificarea distanțelor față de zonele de acces.

Nu se acceptă PTAB cu acces interior în care barele, conexiunile sau părțile active pot fi atinse accidental în timpul exploatării normale sau mentenanței.

13.13. Protecția dielectrică în PTAB semiîngropate și subterane

Pentru PTAB semiîngropate și subterane, protecția dielectrică se corelează obligatoriu cu protecția împotriva infiltrațiilor, umidității și condensului.

Pentru aceste amplasamente sunt obligatorii:

- a) control condens;
- b) ventilație calculată;
- c) protecție împotriva infiltrațiilor;
- d) etanșarea trecerilor de cabluri;
- e) drenaj, dacă este necesar;
- f) materiale electroizolante cu CTI adecvat;
- g) protecție împotriva depunerilor conductive;
- h) monitorizare temperatură/umiditate, dacă proiectul o impune;
- i) verificări periodice în exploatare.

Pentru PTAB subterane, soluțiile cu transformator uscat trebuie să includă control condens și ventilație dimensionată.

Soluțiile cu transformator în ulei trebuie să includă suplimentar măsuri de protecție la incendiu, retenție ulei și evacuare fum/gaze.

13.14. Protecția dielectrică pentru TDRI

TDRI trebuie proiectat și montat astfel încât să asigure protecție dielectrică corespunzătoare pentru curentul nominal și regimul de exploatare.

Cerințe minime:

- a) distanțe de izolație conforme cu standardele aplicabile;
- b) protecție la atingere directă;
- c) protecție la atingere indirectă;
- d) protecție mecanică a barelor și conexiunilor;
- e) capace, bariere sau compartimentări;
- f) separare față de compartimentul transformatorului, dacă este necesară;
- g) materialele electroizolante să respecte CTI minim aplicabil;
- h) protecție împotriva condensului, dacă există risc;
- i) verificarea încălzirii și a curenților de scurtcircuit;
- j) marcaje de securitate și exploatare.

Pentru TDRI de curent mare, în special **TDRI-1600A** și superior, se va verifica suplimentar comportarea la încălzire, distanțele interne, susținerea barelor, protecția la scurtcircuit și condițiile de mentenanță.

13.15. Protecția dielectrică pentru transformatoare uscate

Transformatoarele uscate necesită atenție specială privind mediul interior, deoarece umezeala, condensul și depunerile pot afecta izolația.

Pentru PTAB cu transformator uscat sunt obligatorii:

- a) control condens pentru M1–H1;
- b) ventilație corespunzătoare;
- c) protecție împotriva prafului și umidității;
- d) verificarea temperaturii de funcționare;
- e) protecție împotriva depunerilor conductive;
- f) acces pentru curățare și mentenanță;
- g) respectarea distanțelor de izolație și fugă;
- h) utilizarea materialelor compatibile cu regimul termic și dielectric.

Pentru M1–H1, configurația cu transformator uscat fără control condens este neacceptată.

13.16. Protecția dielectrică pentru transformatoare în ulei

Pentru transformatoarele în ulei, protecția dielectrică se corelează cu retenția uleiului, ventilația, temperatura de funcționare și protecția la incendiu.

Cerințe minime:

- a) conexiuni MT/JT protejate;
- b) distanțe de izolație conforme;
- c) terminale protejate corespunzător;
- d) sistem de retenție ulei;
- e) ventilație adecvată;
- f) separare față de TDRI, dacă este necesară;
- g) protecție împotriva atingerii directe și indirecte;
- h) protecție împotriva contaminării cu ulei a altor compartimente;
- i) acces pentru verificare și mentenanță.

Pentru transformatoare în ulei amplasate în PTAB subterane sau semiîngropate, se vor verifica suplimentar ventilația, incendiul, evacuarea fumului/gazelor și protecția mediului.

13.17. Protecția dielectrică pentru configurații OLTC

Pentru transformatoarele OLTC, parametrii dielectrice se corelează cu cerințele de comandă, semnalizare, alimentare auxiliară și integrare SCADA.

Cerințe minime:

- a) respectarea distanțelor dielectrice ale transformatorului și echipamentelor asociate;
- b) protecția conexiunilor;
- c) separarea corespunzătoare a circuitelor de comandă și putere;
- d) protecție la atingere directă și indirectă;
- e) protecție împotriva condensului;
- f) compatibilitate cu nivelul MS3 sau superior;
- g) alimentare auxiliară sigură;
- h) semnalizare și interblocări;
- i) acces pentru mentenanță;
- j) documentație tehnică a echipamentului OLTC.

OLTC fără integrare minim **MS3** este neacceptat ca soluție definitivă.

13.18. Încercări, verificări și documente de conformitate

Pentru confirmarea parametrilor dielectrice, documentația tehnică a PTAB trebuie să includă, după caz:

- a) fișe tehnice ale echipamentelor MT;
- b) fișe tehnice ale TDRI;
- c) fișa tehnică a transformatorului;

- d) declarații de conformitate;
- e) rapoarte de încercări de tip sau individuale;
- f) documente privind nivelul de izolație;
- g) documente privind CTI al materialelor electroizolante;
- h) verificări privind distanțele dielectrice;
- i) schema de separare MT/JT;
- j) planul compartimentării;
- k) soluția de control condens;
- l) soluția de ventilație;
- m) instrucțiuni de exploatare și mentenanță;
- n) matrice de conformitate față de prezentul catalog.

La recepție se vor verifica cel puțin:

- a) existența compartimentării MT/JT;
- b) existența barierelor și protecțiilor;
- c) protecția mecanică a barelor și conexiunilor;
- d) marcajele de securitate;
- e) conformitatea cu gradul IP;
- f) continuitatea legării echipotențiale;
- g) existența măsurilor anti-condens, dacă sunt obligatorii;
- h) documentele de conformitate ale echipamentelor.

13.19. Configurații neconforme din punct de vedere dielectric

Nu se acceptă următoarele situații:

- a) echipamente MT cu nivel de izolație inferior celui cerut prin proiect și standardele aplicabile;
- b) distanțe fază-fază sau fază-pământ sub nivelul admis;
- c) distanțe de fugă insuficiente;
- d) materiale electroizolante cu CTI sub nivelul minim cerut;
- e) lipsa separării MT/JT;
- f) lipsa protecției la atingere directă;
- g) lipsa protecției la atingere indirectă;
- h) bare sau conexiuni neprotejate mecanic;
- i) lipsa barierelor izolante unde acestea sunt obligatorii;
- j) PTAB cu acces interior și părți active accesibile accidental;
- k) PTAB M1-H1 cu transformator uscat fără control condens;
- l) PTAB semiîngropat/subteran fără măsuri de control al condensului;
- m) TDRI de curent mare fără verificarea încălzirii și a distanțelor interne;
- n) lipsa documentelor privind conformitatea dielectrică a echipamentelor.

13.20. Concluzie privind parametrii dielectrice

Parametrii dielectrice standard reprezintă condiția minimă pentru exploatarea sigură a PTAB.

Regula principală este:

Performanța dielectrică a PTAB nu se asigură doar prin alegerea echipamentelor, ci prin corelarea nivelului de izolație, distanțelor, materialelor, barierelor, compartimentării, ventilației, controlului condensului și mentenanței.

Prin aplicarea prezentului capitol se urmărește:

- a) prevenirea descărcărilor și defectelor de izolație;
- b) reducerea riscului de tracking electric;
- c) creșterea siguranței personalului;
- d) protecția echipamentelor MT/JT;
- e) reducerea riscului de defecte cauzate de condens și depuneri conductive;
- f) compatibilitatea cu transformatoare în ulei, uscate și OLTC;
- g) asigurarea unei baze unitare pentru verificare, ofertare și recepție.

14. Parametri de finisaje standard

Parametrii de finisaje standard stabilesc cerințele minime privind protecția, durabilitatea, aspectul și întreținerea suprafețelor exterioare și interioare ale anvelopelor PTAB.

Finisajele nu au doar rol estetic.

Acestea contribuie la protecția betonului, protecția elementelor metalice, reducerea pătrunderii apei, reducerea efectelor radiației UV, limitarea degradării prin coroziune, integrarea urbană și creșterea duratei de viață a anvelopelor.

Cerințele de finisaj se stabilesc în funcție de:

- clasa PTAB;
- amplasare: supraterană, semiîngropată sau subterană;
- mediul de expunere;
- riscul de vandalism;
- riscul de coroziune;
- condițiile climatice;
- cerințele urbanistice/arhitecturale;
- accesul operatorului;
- tipul de exploatare și mentenanță;
- cerințele beneficiarului/operatorului de distribuție.

14.1. Tabel general al parametrilor de finisaje standard

Parametru	L1 16–63 kVA	L2 100–250 kVA	M1 400–630 kVA	M2 800–1600 kVA	H1 2000–3150 kVA
Finisaj exterior	obligatoriu	obligatoriu	obligatoriu	obligatoriu	obligatoriu
Finisaj interior	recomandat	obligatoriu	obligatoriu	obligatoriu	obligatoriu
Culoare exterior	RAL 6004	RAL 6004	RAL 6004	RAL 6004	RAL 6004
Protecție UV	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Protecție anti-graffiti	opțională	recomandată	recomandată	obligatorie în zone urbane	obligatorie în zone urbane
Hidrofobizare	recomandată	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Protecție anticorozivă elemente metalice	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Clasă coroziune minimă	C2–C3	C3	C3–C4	C4	C4–C5
Durată minimă de viață a finisajelor	≥10 ani	≥15 ani	≥20 ani	≥20 ani	≥25 ani
Rezistență la intemperii	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Rezistență la îngheț-dezgheț	obligatorie după amplasament	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Rezistență la agenți de curățare	recomandată	recomandată	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Mentenanță finisaje	simplă	simplă / periodică	periodică	periodică	periodică planificată

14.2. Finisaj exterior

Finisajul exterior este obligatoriu pentru toate clasele PTAB.

Finisajul exterior trebuie să asigure:

- protecția suprafețelor de beton împotriva apei, înghețului, radiației UV și degradărilor de mediu;
- reducerea absorbției apei;

- c) protecția împotriva murdăririi excesive;
- d) integrarea vizuală în amplasament;
- e) rezistența la cicluri îngheț-dezgheț;
- f) rezistența la variații de temperatură;
- g) rezistența la acțiuni mecanice moderate;
- h) durabilitatea culorii;
- i) posibilitatea curățării și întreținerii;
- j) compatibilitatea cu tratamentele anti-graffiti, hidrofovizare și protecție anticorozivă.

Finisajul exterior poate fi realizat prin:

- a) vopsea de exterior pentru beton;
- b) tencuială decorativă compatibilă cu betonul;
- c) acoperire minerală;
- d) acoperire hidrofoviză colorată;
- e) strat protector pelicologen;
- f) sistem multistrat, dacă proiectul sau beneficiarul îl solicită;
- g) soluție echivalentă acceptată prin proiect.

Finisajul exterior trebuie să fie compatibil cu clasa de expunere a betonului și cu condițiile reale de amplasament.

14.3. Finisaj interior

Finisajul interior este:

- a) recomandat pentru L1;
- b) obligatoriu pentru L2, M1, M2 și H1;
- c) obligatoriu pentru orice PTAB cu acces interior;
- d) obligatoriu pentru orice compartiment în care există risc de praf, condens, murdărire, coroziune sau intervenție periodică.

Finisajul interior trebuie să asigure:

- a) reducerea degajării de praf din beton;
- b) protecția suprafețelor interioare împotriva umidității;
- c) curățarea ușoară;
- d) vizibilitate bună în exploatare;
- e) compatibilitate cu iluminatul interior;
- f) protecție împotriva condensului, acolo unde este cazul;
- g) rezistență la uzură în zonele de acces;
- h) protecția elementelor constructive în zona echipamentelor electrice.

Pentru PTAB cu acces interior, finisajul interior trebuie să fie tratat ca cerință de exploatare, nu ca simplă cerință estetică.

Finisajul interior trebuie să fie deschis la culoare sau să asigure vizibilitate corespunzătoare, dacă nu există alte cerințe contractuale.

14.4. Culoare exterioară

Culoarea exterioară se stabilește prin cod RAL sau printr-o schemă cromatică aprobată de beneficiar/operatorul de distribuție.

Reguli:

Clasă	Regim culoare
L1	RAL standard
L2	RAL standard
M1	RAL contractual
M2	RAL contractual

H1	RAL contractual
-----------	-----------------

Prin **RAL standard** se înțelege culoarea sau paleta de culori uzuală aprobată de beneficiar pentru anvelope PTAB standard.

Prin **RAL contractual** se înțelege culoarea stabilită prin contract, caiet de sarcini, proiect, aviz urbanistic sau cerință specifică de integrare în amplasament.

Pentru amplasamente urbane, zone centrale, zone istorice, zone premium, parcuri, spitale, aeroporturi, centre de date sau infrastructură critică, culoarea exterioară se va corela cu cerințele arhitecturale și urbanistice.

Nu se admit diferențe necontrolate de culoare între elementele prefabricate vizibile ale aceleiași anvelope.

La data întocmirii prezentului catalog, RAL Standard și RAL Contractual sunt RAL 6004

14.5. Protecție UV

Protecția UV este obligatorie pentru toate finisajele și elementele expuse la exterior.

Protecția UV trebuie să prevină sau să limiteze:

- decolorarea;
- exfolierea;
- fisurarea stratului de finisaj;
- degradarea acoperirilor;
- îmbătrânirea materialelor plastice sau compozite;
- pierderea proprietăților de protecție;
- degradarea marcajelor exterioare.

Sunt vizate în special:

- suprafețele exterioare de beton;
- vopselele și tencuielile decorative;
- ușile și capacele exterioare;
- grilele de ventilație;
- elementele de etanșare expuse;
- marcajele de securitate;
- plăcuțele de identificare;
- elementele din materiale plastice sau compozite.

Protecția UV trebuie să fie compatibilă cu durata minimă de viață prevăzută pentru finisaje.

14.6. Protecție anti-graffiti

Protecția anti-graffiti se stabilește în funcție de riscul de vandalism, amplasament și cerințele beneficiarului.

Clasă	Regim protecție anti-graffiti
L1	opțională
L2	recomandată
M1	recomandată
M2	obligatorie în zone urbane
H1	obligatorie în zone urbane

Protecția anti-graffiti devine obligatorie, indiferent de clasă, în următoarele situații:

- amplasare în spații publice intens circulate;
- zone urbane centrale;
- zone premium;
- parcuri, piețe, trotuare, spații verzi publice;
- vecinătatea unităților de învățământ;

- f) vecinătatea stațiilor de transport public;
- g) infrastructură critică vizibilă public;
- h) amplasamente cu istoric de vandalism;
- i) cerință expresă a beneficiarului sau a autorității locale.

Protecția anti-graffiti trebuie să permită curățarea suprafețelor fără afectarea finisajului de bază și fără reducerea duratei de viață a acestuia.

Soluția anti-graffiti poate fi:

- a) sacrificabilă;
- b) permanentă;
- c) semipermanentă;
- d) integrată în sistemul de finisaj;
- e) aplicată ca strat final.

Tipul se stabilește prin proiect sau caiet de sarcini.

14.7. Hidrofobizare

Hidrofobizarea este:

- a) recomandată pentru L1;
- b) obligatorie pentru L2, M1, M2 și H1;
- c) obligatorie pentru amplasamente cu expunere la ploi, stropire, zăpadă, îngheț-dezgheț sau umiditate ridicată;
- d) obligatorie pentru suprafețe expuse direct la intemperii;
- e) obligatorie pentru amplasamente semiîngropate sau subterane, acolo unde soluția constructivă o impune.

Hidrofobizarea are rolul de a reduce absorbția apei în suprafețele de beton și de a crește durabilitatea finisajelor.

Sistemul de hidrofobizare trebuie să fie compatibil cu:

- a) betonul;
- b) finisajul exterior;
- c) protecția anti-graffiti;
- d) tratamentele anticorozive;
- e) rosturile și etanșările;
- f) clasa de expunere;
- g) condițiile climatice.

Hidrofobizarea nu înlocuiește impermeabilizarea structurală, etanșarea rosturilor sau drenajul acolo unde acestea sunt necesare.

14.8. Protecție anticorozivă

Protecția anticorozivă este obligatorie pentru toate elementele metalice ale PTAB.

Se aplică în special pentru:

- a) uși metalice;
- b) capace metalice;
- c) rame metalice;
- d) balamale;
- e) încuietori;
- f) grile de ventilație;
- g) suporturi metalice;
- h) elemente de fixare;
- i) console;
- j) șuruburi și elemente de prindere;
- k) rame de trape;
- l) elemente de împământare expuse;

m) părți metalice ale TDRI sau compartimentelor auxiliare expuse mediului.

Protecția anticorozivă poate fi realizată prin:

- a) zincare;
- b) vopsire în câmp electrostatic;
- c) grund anticoroziv;
- d) sistem duplex zincare + vopsire;
- e) oțel inoxidabil, dacă este justificat;
- f) tratamente speciale pentru medii agresive;
- g) soluții echivalente validate prin proiect.

Elementele metalice expuse la exterior trebuie să fie protejate la nivelul clasei de coroziune cerute pentru amplasament.

14.9. Clase de coroziune

Clasa minimă de coroziune se stabilește în funcție de clasa PTAB și amplasament.

Clasă PTAB	Clasă coroziune minimă
L1	C2–C3
L2	C3
M1	C3–C4
M2	C4
H1	C4–C5

Clasa de coroziune se poate majora prin proiect în funcție de:

- a) amplasamente urbane cu poluare;
- b) amplasamente industriale;
- c) zone cu atmosferă agresivă;
- d) zone cu umiditate ridicată;
- e) zone cu săruri sau agenți chimici;
- f) proximitatea drumurilor cu tratamente de dezzăpezire;
- g) proximitatea zonelor marine;
- h) amplasamente subterane sau semiîngropate;
- i) infrastructură critică;
- j) cerințe de durată de viață extinsă.

Nu se admite alegerea unei clase de protecție anticorozivă inferioare condițiilor reale de mediu.

14.10. Durata minimă de viață a finisajelor

Durata minimă de viață a finisajelor se stabilește astfel:

Clasă PTAB	Durată minimă de viață finisaje
L1	≥10 ani
L2	≥15 ani
M1	≥20 ani
M2	≥20 ani
H1	≥25 ani

Durata de viață a finisajului reprezintă perioada în care sistemul de finisaj trebuie să își păstreze funcțiile principale:

- a) protecție împotriva apei;
- b) protecție UV;
- c) stabilitate cromatică rezonabilă;

- d) aderență;
- e) protecție împotriva exfolierii;
- f) protecție anticorozivă pentru elementele metalice;
- g) posibilitate de curățare;
- h) menținerea aspectului acceptabil;
- i) protecție împotriva degradării accelerate.

Durata minimă de viață se consideră valabilă în condiții normale de exploatare și cu efectuarea mentenanței prevăzute de producător.

14.11. Finisaje pentru PTAB supraterane

Pentru PTAB supraterane, finisajele exterioare sunt expuse direct la intemperii, radiație UV, variații de temperatură, lovituri accidentale și vandalism.

Cerințe minime:

- a) finisaj exterior obligatoriu;
- b) protecție UV obligatorie;
- c) hidrofobizare conform clasei;
- d) protecție anticorozivă pentru toate elementele metalice;
- e) culoare RAL standard sau contractuală;
- f) protecție anti-graffiti, dacă amplasamentul o impune;
- g) protecție la îngheț-dezgheț;
- h) rezistență la curățare;
- i) marcaje exterioare durabile.

Pentru PTAB supraterane amplasate în spații publice, se recomandă utilizarea unui sistem de finisaj ușor de curățat și rezistent la vandalism.

14.12. Finisaje pentru PTAB semiîngropate

Pentru PTAB semiîngropate, finisajele trebuie corelate cu riscul crescut de umiditate, infiltrații, condens și contact parțial cu solul.

Cerințe minime:

- a) finisaj exterior obligatoriu pentru suprafețele vizibile;
- b) protecție hidrofobă obligatorie;
- c) protecție suplimentară împotriva infiltrațiilor;
- d) tratament adecvat al rosturilor;
- e) protecție anticorozivă sporită pentru elementele metalice;
- f) finisaj interior obligatoriu;
- g) protecție împotriva mușcăiului/depușilor, unde proiectul o impune;
- h) compatibilitate cu controlul condensului;
- i) protecție a zonelor de contact cu terenul, conform proiectului.

La PTAB semiîngropate, finisajele nu înlocuiesc hidroizolația, drenajul sau soluțiile constructive de protecție împotriva apei.

14.13. Finisaje pentru PTAB subterane

Pentru PTAB subterane, finisajele trebuie tratate ca parte a sistemului de protecție la umiditate, infiltrații, coroziune și mentenanță.

Cerințe minime:

- a) finisaj interior obligatoriu;
- b) protecție anticorozivă sporită;
- c) tratament al suprafețelor expuse la condens;
- d) protecție a elementelor metalice în clasă de coroziune adecvată;
- e) protecție a rosturilor și trecerilor de cabluri;

- f) compatibilitate cu ventilația;
- g) compatibilitate cu detecția și protecția la incendiu;
- h) rezistență la curățare;
- i) rezistență la umezeală;
- j) marcaje interioare durabile.

Pentru PTAB subterane, culoarea exterioară se aplică elementelor vizibile, precum capace, trape, grile, rame sau elemente supraterane aferente.

14.14. Finisaje pentru PTAB cu acces interior

Pentru PTAB cu acces interior, finisajele interioare sunt obligatorii.

Acestea trebuie să asigure:

- a) vizibilitate bună;
- b) reducerea prafului;
- c) curățare ușoară;
- d) rezistență la uzură;
- e) compatibilitate cu iluminatul interior;
- f) compatibilitate cu marcajele de exploatare;
- g) compatibilitate cu controlul condensului;
- h) siguranță pentru operator;
- i) lipsa muchiilor sau exfolierilor periculoase în zonele de acces;
- j) durabilitate în condiții de mentenanță periodică.

Pardoselile sau suprafețele de circulație, dacă există, trebuie să fie stabile, antiderapante și rezistente la uzură, conform proiectului.

14.15. Finisaje pentru uși, capace, grile și elemente metalice

Ușile, capacele, ramele, grilele și elementele metalice trebuie să fie protejate împotriva coroziunii și degradării.

Cerințe minime:

- a) protecție anticorozivă obligatorie;
- b) protecție UV pentru elemente expuse;
- c) rezistență la intemperii;
- d) rezistență mecanică adecvată;
- e) compatibilitate cu sistemele de închidere;
- f) compatibilitate cu marcajele de securitate;
- g) continuitatea legării echipotențiale, unde este cazul;
- h) rezistență la uzura generată de exploatare;
- i) posibilitate de revopsire sau recondiționare.

Pentru zone cu risc ridicat de coroziune se recomandă sisteme duplex sau materiale cu rezistență superioară la coroziune.

14.16. Finisaje și marcaje

Finisajele trebuie să permită aplicarea și menținerea marcajelor de securitate și exploatare.

Marcajele nu trebuie să se desprindă sau să se degradeze prematur din cauza incompatibilității cu vopseaua, tratamentul hidrofob, stratul anti-graffiti sau suprafața suport.

Cerințe minime:

- a) marcajele se aplică pe suprafețe curate și compatibile;
- b) marcajele exterioare trebuie să fie rezistente la UV și intemperii;
- c) marcajele interioare trebuie să fie lizibile în condițiile iluminatului existent;
- d) marcajele trebuie să rămână vizibile după curățare;
- e) protecția anti-graffiti nu trebuie să afecteze lizibilitatea marcajelor;
- f) plăcuțele de identificare se fixează durabil.

14.17. Finisaje și mentenanță

Finisajele trebuie să permită mentenanța periodică a PTAB.

Documentația tehnică va indica:

- a) tipul sistemului de finisaj;
- b) culoarea RAL;
- c) clasa de coroziune;
- d) durata de viață estimată;
- e) metoda de curățare;
- f) compatibilitatea cu agenții de curățare;
- g) periodicitatea inspecțiilor;
- h) condițiile de retușare;
- i) condițiile de revopsire;
- j) metodele de eliminare a graffiti-ului, dacă există protecție anti-graffiti;
- k) instrucțiunile pentru întreținerea elementelor metalice;
- l) condițiile de verificare a rosturilor și etanșărilor.

Mentenanța finisajelor trebuie să fie posibilă fără demontarea echipamentelor electrice și fără afectarea siguranței în exploatare.

14.18. Cerințe de recepție pentru finisaje

La recepție se vor verifica cel puțin:

- a) existența finisajului exterior;
- b) existența finisajului interior, acolo unde este obligatoriu;
- c) culoarea RAL sau culoarea contractuală;
- d) uniformitatea aspectului;
- e) lipsa exfolierilor;
- f) lipsa fisurilor vizibile în stratul de finisaj;
- g) lipsa zonelor neacoperite;
- h) protecția anticorozivă a elementelor metalice;
- i) protecția UV declarată;
- j) hidrofobizarea, dacă este obligatorie;
- k) protecția anti-graffiti, dacă este prevăzută;
- l) clasa de coroziune declarată;
- m) marcajele de securitate și exploatare;
- n) documentele tehnice ale sistemului de finisaj;
- o) instrucțiunile de întreținere.

Pentru finisaje contractuale speciale, recepția se va face și prin raportare la cerințele de proiect, aviz urbanistic sau caiet de sarcini.

14.19. Documentație obligatorie pentru finisaje

Pentru sistemele de finisaj se vor prezenta, după caz:

- a) fișa tehnică a vopselei/acoperirii;
- b) fișa tehnică a tratamentului hidrofob;
- c) fișa tehnică a protecției anti-graffiti;
- d) fișa tehnică a protecției anticorozive;
- e) codul RAL;
- f) clasa de coroziune asumată;
- g) durata de viață estimată;
- h) instrucțiuni de aplicare;
- i) instrucțiuni de întreținere;
- j) compatibilitatea cu suportul de beton;
- k) compatibilitatea cu elementele metalice;
- l) declarații de conformitate, dacă sunt aplicabile;
- m) garanții sau condiții de durabilitate, dacă sunt prevăzute contractual.

14.20. Configurații neconforme privind finisajele

Nu se acceptă următoarele situații:

- a) PTAB fără finisaj exterior;
- b) PTAB L2–H1 fără finisaj interior;
- c) PTAB cu acces interior fără finisaj interior adecvat exploatării;
- d) elemente metalice fără protecție anticorozivă;
- e) finisaje exterioare fără protecție UV;
- f) lipsa hidrofobizării acolo unde aceasta este obligatorie;
- g) lipsa protecției anti-graffiti în zone urbane unde aceasta este obligatorie;
- h) utilizarea unei clase de coroziune inferioare mediului de expunere;
- i) marcaje aplicate pe finisaje incompatibile;
- j) finisaje care se exfoliază, fisurează sau se desprind înainte de recepție;
- k) diferențe majore de culoare între elementele vizibile ale aceleiași anvelope;
- l) lipsa documentației tehnice pentru sistemul de finisaj;
- m) imposibilitatea întreținerii sau curățării finisajelor în condiții normale.

14.21. Concluzie privind parametrii de finisaje standard

Parametrii de finisaje standard stabilesc nivelul minim de protecție și durabilitate pentru suprafețele exterioare și interioare ale PTAB.

Regula principală este:

Finisajele PTAB trebuie tratate ca parte a sistemului de protecție și durabilitate a anvelopei, nu ca element exclusiv estetic.

Prin aplicarea prezentului capitol se urmărește:

- a) creșterea duratei de viață a anvelopei;
- b) reducerea costurilor de întreținere;
- c) protecția betonului și a elementelor metalice;
- d) reducerea degradărilor cauzate de apă, UV, îngheț-dezgheț și coroziune;
- e) integrarea vizuală în amplasament;
- f) reducerea impactului vandalismului;
- g) menținerea lizibilității marcajelor;
- h) asigurarea exploatării și mentenanței în condiții corespunzătoare.

15. Parametri de securitate fizică și acces

Parametrii de securitate fizică și acces stabilesc cerințele minime privind protecția anvelopei PTAB împotriva accesului neautorizat, efracției, vandalismului, deschiderii accidentale a compartimentelor, expunerii persoanelor la pericole electrice și intervențiilor neautorizate asupra echipamentelor.

Securitatea fizică a PTAB se tratează împreună cu siguranța electrică, mentenanța, accesul operatorului, nivelul de automatizare/SCADA și condițiile de amplasament.

Cerințele din prezentul capitol se aplică tuturor configurațiilor PTAB și se diferențiază în funcție de:

- a) clasa PTAB: L1, L2, M1, M2, H1;
- b) tipul de acces: acces din exterior – **AE** sau acces din interior – **AI**;
- c) amplasare: supraterană – **ST**, semiîngropată – **SI**, subterană – **SB**;
- d) nivelul de motorizare și SCADA: **MS0–MS4**;
- e) tipul echipamentelor instalate;
- f) existența compartimentelor cu risc;
- g) riscul de vandalism;
- h) riscul de acces neautorizat;
- i) importanța consumatorilor alimentați;
- j) cerințele beneficiarului/operatorului de distribuție.

15.1. Tabel general al parametrilor de securitate fizică și acces

Parametru	L1	L2	M1	M2	H1
Închidere cu cheie / yale securizate	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Sistem de închidere multipunct	recomandat	recomandat	obligatoriu unde este justificat	obligatoriu	obligatoriu
Protecție anti-efracție	recomandată	recomandată	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Protecție anti-vandalism	recomandată	recomandată	recomandată/obligatorie urban	obligatorie urban	obligatorie urban/infrastructură critică
Control acces electronic	nu uzual	opțional	recomandat	recomandat/obligatoriu după amplasament	obligatoriu
Senzori ușă / trapă / capac	opțional	opțional/recomandat	recomandat	recomandat/obligatoriu	obligatoriu
Semnalizare pericol electric	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Marcaje zone periculoase	obligatorii	obligatorii	obligatorii	obligatorii	obligatorii
Marcaje de exploatare	obligatorii unde este cazul	obligatorii	obligatorii	obligatorii	obligatorii
Iluminat interior	nu uzual	obligatoriu dacă AI	obligatoriu dacă AI	obligatoriu	obligatoriu
Culoar de exploatare	nu se aplică uzual	obligatoriu dacă AI	obligatoriu dacă AI	obligatoriu	obligatoriu
Protecție deschidere accidentală compartimente	obligatorie pentru compartimente cu risc	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Interblocări compartimente cu risc	conform echipării	conform echipării	obligatorii unde există risc	obligatorii	obligatorii
Monitorizare acces în MS/SCADA	nu uzual	opțional	recomandată	obligatorie dacă MS3	obligatorie
Alarmă acces neautorizat	nu uzual	opțională	recomandată	recomandată/obligatorie	obligatorie
Rezistență mecanică uși/capace	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Continuitate PE pentru uși/panouri metalice	obligatorie unde există elemente metalice	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie

15.2. Principii generale de securitate fizică

Orice PTAB trebuie să fie protejat împotriva:

- a) accesului persoanelor neautorizate;
- b) deschiderii accidentale a ușilor, trapelor, capacelor sau compartimentelor;
- c) atingerii directe a părților active;
- d) atingerii indirecte prin mase metalice devenite accidental sub tensiune;
- e) vandalismului;
- f) efracției;
- g) deteriorării mecanice;
- h) pătrunderii animalelor, rozătoarelor și insectelor;
- i) intervențiilor neautorizate asupra echipamentelor MT/JT;
- j) intervențiilor neautorizate asupra echipamentelor de automatizare/SCADA;
- k) deteriorării marcajelor și semnalizărilor de securitate.

Securitatea fizică trebuie să fie asigurată printr-un ansamblu de măsuri constructive, mecanice, electrice, electronice și operaționale.

15.3. Închidere cu cheie și yale securizate

Închiderea cu cheie, yale securizate sau sistem echivalent este obligatorie pentru toate configurațiile PTAB.

Această cerință se aplică pentru:

- a) ușile compartimentului MT;
- b) ușile compartimentului JT;
- c) ușile compartimentului transformator;
- d) ușile de acces interior, dacă există;
- e) capacele și trapele de acces;
- f) compartimentele SCADA/automatizare;
- g) compartimentele UPS/baterii;
- h) panourile care permit accesul la circuite active sau echipamente de comandă.

Sistemele de închidere trebuie să fie:

- a) rezistente la utilizare repetată;
- b) compatibile cu exploatarea operatorului de distribuție;
- c) protejate împotriva deschiderii accidentale;
- d) rezistente la intemperii, dacă sunt montate la exterior;
- e) protejate anticoroziv;
- f) compatibile cu legarea echipotențială, dacă sunt montate pe elemente metalice;
- g) accesibile personalului autorizat;
- h) imposibil de acționat ușor de către persoane neautorizate.

Pentru clasele **M2** și **H1**, precum și pentru infrastructură critică, se recomandă sisteme de închidere superioare, cu rezistență mecanică sporită și posibilitate de integrare cu monitorizarea accesului.

15.4. Protecție anti-efracție

Protecția anti-efracție urmărește limitarea posibilității de pătrundere forțată în PTAB sau în compartimentele acestuia.

Regim minim:

Clasă	Regim protecție anti-efracție
L1	recomandată
L2	recomandată
M1	obligatorie
M2	obligatorie
H1	obligatorie

Protecția anti-efracție devine obligatorie, indiferent de clasă, dacă PTAB este amplasat:

- a) în spațiu public;
- b) în zone urbane aglomerate;
- c) în zone cu risc de vandalism;
- d) în zone fără supraveghere;
- e) în proximitatea școlilor, parcurilor, stațiilor de transport public sau zonelor comerciale;
- f) în infrastructură critică;
- g) în amplasamente unde beneficiarul/operatorul impune cerințe suplimentare de securitate.

Măsurile anti-efracție pot include:

- a) uși metalice ranforsate;
- b) balamale protejate;
- c) sisteme de închidere multipunct;
- d) capace și trape securizate;
- e) rame metalice ranforsate;
- f) protecție împotriva demontării din exterior;
- g) șuruburi sau prinderi inaccesibile din exterior;
- h) senzori de deschidere;
- i) alarmă acces neautorizat;
- j) integrare în MS/SCADA, după caz.

15.5. Protecție anti-vandalism

Protecția anti-vandalism urmărește reducerea riscului de deteriorare intenționată sau accidentală a anvelopei, ușilor, grilelor, marcajelor, finisajelor și echipamentelor accesibile din exterior.

Regim minim:

Clasă	Regim protecție anti-vandalism
L1	recomandată
L2	recomandată
M1	recomandată; obligatorie în zone urbane cu risc
M2	obligatorie în zone urbane
H1	obligatorie în zone urbane și infrastructură critică

Protecția anti-vandalism poate include:

- a) uși și capace cu rezistență mecanică sporită;
- b) grile de ventilație antivandalism;
- c) finisaje anti-graffiti;
- d) marcaje rezistente la deteriorare;
- e) fixări ascunse sau protejate;
- f) protecție mecanică pentru elemente expuse;
- g) senzori de deschidere sau vibrație, dacă este justificat;
- h) control acces electronic;
- i) amplasarea elementelor vulnerabile în zone protejate;
- j) integrare în sistemul de monitorizare.

Pentru PTAB amplasate în spații publice, protecția anti-vandalism trebuie tratată ca cerință de exploatare, nu ca dotare opțională estetică.

15.6. Control acces electronic

Controlul accesului electronic se utilizează pentru limitarea, identificarea sau monitorizarea accesului la PTAB ori la compartimentele acestuia.

Regim minim:

Clasă	Regim control acces electronic
L1	nu se impune uzual
L2	opțional

M1	recomandat pentru configurații AI sau MS3
M2	recomandat; obligatoriu dacă proiectul/beneficiarul impune monitorizare acces
H1	obligatoriu

Controlul accesului electronic devine obligatoriu pentru:

- a) H1;
- b) infrastructură critică;
- c) PTAB subterane H1;
- d) PTAB cu MS4;
- e) PTAB unde beneficiarul/operatorul impune trasabilitatea accesului;
- f) PTAB amplasate în zone cu risc ridicat;
- g) PTAB cu echipamente SCADA/automatizare critice;
- h) configurații unde accesul neautorizat poate produce risc major de întrerupere, incendiu sau accident.

Sistemul de control acces poate include:

- a) contact de ușă;
- b) cititor RFID/card;
- c) cod de acces;
- d) cheie electronică;
- e) jurnalizare locală;
- f) semnalizare la distanță;
- g) integrare în SCADA;
- h) alarmare la deschidere neautorizată;
- i) diferențiere acces operator / mentenanță / intervenție;
- j) blocarea telecomenzii în timpul intervenției locale, dacă este aplicabil.

15.7. Senzori de ușă, capac și trapă

Senzorii de ușă, capac sau trapă se utilizează pentru semnalizarea deschiderii, a accesului neautorizat sau a stării compartimentelor.

Regim minim:

Clasă	Regim senzori ușă/capac/trapă
L1	opțional
L2	opțional / recomandat pentru MS2
M1	recomandat pentru MS2–MS3
M2	recomandat / obligatoriu pentru MS3 în amplasamente sensibile
H1	obligatoriu

Senzorii sunt obligatorii pentru:

- a) H1;
- b) PTAB cu nivel MS4;
- c) PTAB cu acces interior și monitorizare SCADA;
- d) PTAB subterane cu acces prin capace/trape;
- e) compartimente SCADA/automatizare critice;
- f) infrastructură critică;
- g) configurații unde beneficiarul solicită monitorizarea accesului.

Senzorii se pot monta pe:

- a) uși MT;
- b) uși JT;
- c) uși transformator;
- d) ușă acces interior;
- e) capace și trape;
- f) compartiment SCADA;
- g) compartiment UPS/baterii;

h) compartimente cu risc de acces neautorizat.

Pentru nivelurile **MS3-MS4**, starea senzorilor se recomandă a fi integrată în SCADA, conform listei de semnale aprobate.

15.8. Semnalizare pericol electric

Semnalizarea pericolului electric este obligatorie pentru toate configurațiile PTAB.

Semnalizarea trebuie să fie amplasată vizibil pe:

- a) ușile PTAB;
- b) compartimentele MT;
- c) compartimentele JT;
- d) compartimentul transformator;
- e) compartimentele cu părți active;
- f) capacele și trapele de acces;
- g) zonele cu risc de atingere directă sau indirectă;
- h) zonele unde se execută manevre;
- i) echipamentele care pot rămâne sub tensiune;
- j) intrarea în anvelopă, pentru PTAB cu acces interior.

Semnalizarea trebuie să fie:

- a) clară;
- b) lizibilă;
- c) durabilă;
- d) rezistentă la UV și intemperii, dacă este montată la exterior;
- e) rezistentă la curățare;
- f) compatibilă cu finisajul;
- g) amplasată astfel încât să fie vizibilă înainte de accesul în zona periculoasă.

Lipsa semnalizării de pericol electric constituie neconformitate.

15.9. Marcaje ale zonelor periculoase

Marcarea zonelor periculoase este obligatorie pentru toate configurațiile PTAB.

Zonele periculoase includ cel puțin:

- a) compartimentele MT;
- b) compartimentele JT;
- c) zona transformatorului;
- d) zonele cu bare sau conexiuni;
- e) zonele cu risc de arc intern;
- f) zonele de manevră;
- g) zonele unde există tensiuni diferite;
- h) zonele cu risc mecanic;
- i) zonele cu risc termic;
- j) zonele cu acces restricționat;
- k) zonele de evacuare a presiunii/gazelor, dacă există;
- l) zona sistemului de retenție ulei, dacă accesul este posibil.

Marcajele trebuie să indice clar:

- a) natura pericolului;
- b) restricțiile de acces;
- c) echipamentul sau zona vizată;
- d) condițiile de intervenție, dacă este cazul;
- e) interdicțiile de manevră, acolo unde sunt necesare.

Pentru PTAB cu acces interior, marcajele zonelor periculoase se completează cu marcaje de exploatare și trasee clare pentru operator.

15.10. Marcaje de exploatare

Marcajele de exploatare sunt obligatorii pentru echipamentele care trebuie identificate în exploatare, mentenanță sau intervenție.

Se vor marca cel puțin:

- a) celulele MT;
- b) întreruptoarele și separatoarele;
- c) pozițiile de manevră;
- d) compartimentele;
- e) TDRI;
- f) întreruptorul general JT;
- g) plecările JT;
- h) barele PE/N/PEN;
- i) circuitele de comandă;
- j) echipamentele MS/SCADA;
- k) UPS-ul și bateriile;
- l) ventilatoarele;
- m) sistemele anti-condens;
- n) senzorii;
- o) sistemele de detecție incendiu;
- p) elementele de control acces;
- q) punctele de legare la pământ.

Marcajele de exploatare trebuie să fie corelate cu schemele electrice, schema monofilară, lista de semnale SCADA și documentația de mentenanță.

15.11. Iluminat interior

Iluminatul interior este obligatoriu pentru orice PTAB cu acces interior – **AI**.

Este recomandat pentru M1 și obligatoriu pentru M2–H1, corelat cu tipul de acces: dacă operatorul intră în anvelopă, iluminatul interior devine obligatoriu, indiferent de clasa de putere.

Regim minim:

Situație	Regim iluminat interior
PTAB AE	opțional / recomandat dacă este necesar pentru mentenanță
PTAB L2 AI	obligatoriu
PTAB M1 AI	obligatoriu
PTAB M2	obligatoriu
PTAB H1	obligatoriu
PTAB subteran cu acces interior	obligatoriu
PTAB infrastructură critică	obligatoriu

Iluminatul interior trebuie să permită:

- a) intrarea și ieșirea în siguranță;
- b) identificarea echipamentelor;
- c) citirea marcajelor;
- d) executarea manevrelor locale;
- e) verificarea stării echipamentelor;
- f) mentenanța curentă;
- g) intervenția în condiții sigure;
- h) evacuarea în caz de incident.

Pentru PTAB cu nivel **MS3–MS4**, se poate prevedea monitorizarea stării iluminatului, dacă beneficiarul o solicită.

Lipsa iluminatului interior la un PTAB cu acces interior constituie configurație neacceptată.

15.12. Culoar de exploatare și acces operator

Pentru orice PTAB cu acces interior se impune existența unui culoar de exploatare sau a unui spațiu de acces interior care să permită manevrarea și mentenanța în condiții de siguranță.

Culoarul de exploatare trebuie să asigure:

- a) acces la echipamentele ce necesită manevră;
- b) acces la TDRI;
- c) acces la celulele MT, dacă acestea se exploatează din interior;
- d) acces la echipamentele SCADA/automatizare;
- e) acces la ventilatoare, senzori, UPS, baterii, dacă există;
- f) posibilitatea retragerii operatorului;
- g) lipsa obstacolelor periculoase;
- h) marcarea zonelor cu risc;
- i) iluminat suficient;
- j) protecție față de bare, conexiuni și părți active.

Pentru spațiile accesibile operatorului se recomandă o înălțime utilă de minimum **2,30 m**, dacă standardele, normativele sau proiectul nu impun valori mai restrictive.

15.13. Protecția împotriva deschiderii accidentale a compartimentelor

Protecția la deschiderea accidentală este obligatorie pentru toate compartimentele cu risc.

Se aplică în special pentru:

- a) compartimentele MT;
- b) compartimentele JT;
- c) TDRI;
- d) compartimentele transformatorului;
- e) compartimentele cu bare/conexiuni;
- f) compartimentele SCADA/automatizare, dacă includ circuite periculoase;
- g) capace și trape;
- h) panouri de acces.

Măsurile minime pot include:

- a) sisteme de închidere securizată;
- b) yale;
- c) încuietori;
- d) interblocări;
- e) blocări mecanice;
- f) blocări electrice;
- g) avertizare vizuală;
- h) senzori de deschidere;
- i) alarmare în MS/SCADA;
- j) proceduri de acces.

Nu se acceptă compartimente cu părți active sau cu risc electric care pot fi deschise accidental fără protecție adecvată.

15.14. Interblocări

Interblocările se utilizează pentru prevenirea manevrelor greșite, accesului periculos sau expunerii operatorului la părți active ori la energie periculoasă.

Interblocările pot fi:

- a) mecanice;
- b) electrice;
- c) electromecanice;
- d) logice, prin echipamente de automatizare;
- e) procedurale, dacă sunt acceptate de beneficiar;
- f) combinate.

Interblocările se stabilesc prin proiect pentru:

- a) echipamentele MT;
- b) punerea la pământ;
- c) compartimentele care se pot deschide numai în anumite condiții;
- d) comanda locală/distanță;
- e) blocarea telecomenzii în timpul intervenției locale;
- f) transformatoare OLTC;

- g) TDRI de curent mare;
- h) accesul în compartimente cu risc;
- i) PTAB cu acces interior;
- j) PTAB M2-H1.

Pentru nivelurile **MS3-MS4**, logica de interblocare trebuie corelată cu comenzile SCADA și cu procedurile operatorului.

15.15. Securitatea echipamentelor de automatizare, comunicații și SCADA

Compartimentele care conțin echipamente de automatizare, comunicații, RTU, gateway, router, UPS sau alte echipamente aferente nivelurilor **MS2-MS4** trebuie protejate împotriva accesului neautorizat.

Cerințe minime:

- a) compartiment închis;
- b) acces restricționat;
- c) marcaje de exploatare;
- d) protecție împotriva deschiderii accidentale;
- e) protecție împotriva vandalismului, dacă este accesibil din exterior;
- f) protecție împotriva umidității și condensului;
- g) protecție împotriva prafului;
- h) organizarea cablurilor de comunicație;
- i) alimentare auxiliară protejată;
- j) împănământare și legare echipotențială, după caz;
- k) monitorizare acces pentru MS3-MS4, dacă proiectul o impune.

Pentru PTAB H1 și infrastructură critică, securitatea fizică a echipamentelor SCADA se tratează împreună cu cerințele de cybersecurity.

15.16. Securitatea ușilor, capacelor, trapelor și grilelor

Ușile, capacele, trapele și grilele trebuie să fie proiectate astfel încât să asigure:

- a) rezistență mecanică;
- b) protecție împotriva accesului neautorizat;
- c) protecție împotriva demontării din exterior;
- d) funcționare sigură în exploatare;
- e) protecție anticorozivă;
- f) compatibilitate cu finisajele;
- g) continuitate PE, dacă sunt metalice;
- h) închidere sigură;
- i) deschidere controlată;
- j) posibilitate de blocare în poziție deschisă, dacă este necesar pentru mentenanță;
- k) protecție împotriva pătrunderii rozătoarelor/insectelor;
- l) protecție împotriva pătrunderii apei, după caz.

Grilele de ventilație trebuie să fie protejate împotriva:

- a) introducerii de obiecte;
- b) accesului neautorizat;
- c) pătrunderii rozătoarelor;
- d) pătrunderii insectelor;
- e) vandalismului;
- f) coroziunii;
- g) obturării accidentale, în măsura posibilă.

15.17. Accesul la PTAB subterane și semiîngropate

Pentru PTAB semiîngropate și subterane, securitatea accesului trebuie analizată suplimentar.

Cerințe minime:

- a) trape/capace securizate;
- b) prevenirea deschiderii accidentale;
- c) protecție împotriva pătrunderii apei;
- d) marcaje de avertizare;

- e) acces sigur pentru personalul autorizat;
- f) iluminat interior obligatoriu dacă există acces interior;
- g) ventilație adecvată înainte și în timpul intervenției, dacă proiectul o impune;
- h) monitorizare acces pentru M2–H1, după caz;
- i) semnalizare către SCADA pentru H1 sau MS4;
- j) protecție împotriva căderii în gol, dacă există deschideri verticale;
- k) posibilitate de evacuare în siguranță.

Pentru PTAB subterane cu transformator în ulei, accesul trebuie corelat cu măsurile de retenție, incendiu, evacuare fum/gaze și intervenție.

15.18. Accesul pentru intervenție de urgență

Configurația PTAB trebuie să permită intervenția în caz de avarie, incendiu, defect intern, acces neautorizat sau alte situații de urgență.

Cerințe minime:

- a) identificare clară a punctelor de acces;
- b) posibilitate de deschidere de către personal autorizat;
- c) marcaje vizibile;
- d) acces la echipamentele de întrerupere;
- e) acces la compartimentele critice;
- f) acces la sistemele de ventilație;
- g) acces la sistemul de retenție ulei, dacă există;
- h) acces la echipamentele SCADA/automatizare;
- i) posibilitate de izolare locală, dacă este prevăzută;
- j) compatibilitate cu procedurile operatorului.

Pentru PTAB M2–H1 și infrastructură critică, procedurile de intervenție trebuie corelate cu nivelul MS și cu lista de semnale/alarme.

15.19. Corelarea securității fizice cu nivelurile MS

Nivel MS	Cerințe de securitate fizică asociate
MS0	închideri securizate, marcaje, protecție mecanică de bază
MS1	închideri securizate, marcaje, protecție mecanică, acționări locale protejate
MS2	recomandat senzori ușă și teleindicații de acces, dacă există integrare limitată
MS3	monitorizare acces recomandată/obligatorie după amplasament, alarmare acces neautorizat, protecție echipamente SCADA
MS4	control acces, senzori, alarmare, monitorizare acces, jurnalizare și protecție fizică avansată obligatorii

Pentru **MS3–MS4**, se recomandă ca următoarele semnale să fie analizate pentru integrare:

- a) ușă MT deschisă;
- b) ușă JT deschisă;
- c) ușă transformator deschisă;
- d) ușă acces interior deschisă;
- e) trapă/capac deschis;
- f) compartiment SCADA deschis;
- g) acces neautorizat;
- h) alarmă vandalism, dacă există senzor;
- i) alarmă iluminat, dacă este prevăzut;
- j) alarmă control acces;
- k) alarmă incendiu;
- l) alarmă apă/infiltrații, pentru PTAB subterane.

15.20. Corelarea securității fizice cu tipul de acces

Parametru	AE – acces exterior	AI – acces interior
Închideri securizate	obligatorii	obligatorii
Control acces electronic	opțional/recomandat după clasă	recomandat/obligatoriu după clasă
Senzori ușă	opțional/recomandat	recomandat/obligatoriu după MS
Iluminat interior	opțional/recomandat	obligatoriu
Culoar de exploatare	nu se aplică	obligatoriu
Marcaje zone periculoase	obligatorii	obligatorii, inclusiv în interior
Protecție deschidere accidentală	obligatorie	obligatorie
Interblocări	conform echipării	obligatorii unde există risc
Monitorizare acces	după MS	recomandată pentru MS2–MS3, obligatorie pentru MS4

Regula principală:

Dacă operatorul intră în anvelopă, cerințele de securitate fizică devin și cerințe de protecție a personalului.

15.21. Corelarea securității fizice cu amplasarea

Amplasare	Cerințe specifice
ST – suprateran	protecție anti-vandalism, închideri securizate, marcaje exterioare, grile protejate
SI – semiîngropat	protecție acces, protecție infiltrații, securizare capace/trape, monitorizare recomandată
SB – subteran	control acces, senzori capace/trape, iluminat, ventilație, protecție împotriva accesului accidental, monitorizare recomandată/obligatorie
Infrastructură critică	control acces electronic, monitorizare, alarmare, protecție anti-efracție și anti-vandalism obligatorii

Pentru PTAB subterane și H1, accesul trebuie proiectat astfel încât să nu permită intrarea accidentală sau neautorizată și să permită intervenția autorizată în condiții de siguranță.

15.22. Cerințe pentru infrastructură critică

Pentru PTAB care alimentează sau deservește infrastructură critică se aplică cerințe suplimentare de securitate fizică.

Acestea pot include:

- control acces electronic obligatoriu;
- senzori de ușă/capac/trapă obligatorii;
- alarmă acces neautorizat;
- monitorizare în SCADA;
- jurnalizare acces;
- protecție anti-efracție sporită;
- protecție anti-vandalism sporită;
- protecție fizică a echipamentelor SCADA;
- securizarea comunicațiilor;
- iluminat interior obligatoriu;
- marcaje și proceduri clare de intervenție;
- integrare cu sistemele de securitate ale beneficiarului, dacă este solicitat.

Pentru infrastructură critică, nivelul MS recomandat este **MS4**.

15.23. Cerințe de documentare

Documentația tehnică trebuie să includă informațiile necesare privind securitatea fizică și accesul. Se vor prezenta cel puțin:

- a) tipul de închidere;
- b) tipul de yale / sisteme de securizare;
- c) soluția anti-efracție;
- d) soluția anti-vandalism, dacă este prevăzută;
- e) schema de acces;
- f) planul ușilor, trapelor, capacelor și panourilor;
- g) lista compartimentelor cu risc;
- h) soluția de protecție la deschiderea accidentală;
- i) interblocările prevăzute;
- j) poziția marcajelor de securitate;
- k) poziția marcajelor de exploatare;
- l) soluția de iluminat interior, pentru AI;
- m) soluția de control acces electronic, dacă există;
- n) lista senzorilor de ușă/capac/trapă, dacă există;
- o) lista semnalelor de acces integrate în MS/SCADA;
- p) instrucțiuni de exploatare și acces;
- q) instrucțiuni de intervenție în caz de urgență;
- r) matrice de conformitate.

15.24. Cerințe de recepție

La recepția PTAB se vor verifica cel puțin:

- a) existența închiderilor securizate;
- b) funcționarea yalelor și sistemelor de blocare;
- c) imposibilitatea deschiderii accidentale a compartimentelor cu risc;
- d) existența protecției anti-efracție, unde este obligatorie;
- e) existența protecției anti-vandalism, unde este obligatorie;
- f) existența semnalizării de pericol electric;
- g) existența marcajelor zonelor periculoase;
- h) existența marcajelor de exploatare;
- i) existența iluminatului interior pentru PTAB AI;
- j) existența culoarului de exploatare pentru PTAB AI;
- k) funcționarea senzorilor de ușă/capac/trapă, dacă sunt prevăzuți;
- l) funcționarea controlului acces electronic, dacă este prevăzut;
- m) transmiterea semnalelor în SCADA, pentru MS3–MS4, dacă este prevăzută;
- n) continuitatea legăturii PE pentru uși/panouri metalice;
- o) protecția grilelor de ventilație;
- p) existența instrucțiunilor de acces și mentenanță.

15.25. Configurații neconforme privind securitatea fizică și accesul

Nu se acceptă următoarele situații:

- a) PTAB fără închideri securizate;
- b) compartimente MT/JT care se pot deschide accidental;
- c) compartimente cu părți active fără protecție la deschidere;
- d) lipsa semnalizării de pericol electric;
- e) lipsa marcajelor zonelor periculoase;
- f) PTAB cu acces interior fără iluminat interior;
- g) PTAB cu acces interior fără marcaje interioare de securitate;
- h) PTAB cu acces interior fără culoar de exploatare;
- i) PTAB H1 fără control acces sau fără soluție echivalentă justificată;
- j) PTAB H1 fără senzori de ușă/capac/trapă, dacă există integrare MS4;
- k) PTAB M2–H1 fără protecție anti-efracție;

- l) PTAB amplasat în zonă urbană cu risc fără protecție anti-vandalism, dacă aceasta este impusă prin proiect;
- m) uși, capace sau trape fără protecție anticorozivă;
- n) elemente metalice accesibile fără legare echipotențială, unde aceasta este necesară;
- o) grile de ventilație care permit accesul neautorizat sau introducerea de obiecte periculoase;
- p) lipsa documentației privind accesul și securitatea fizică.

15.26. Concluzie privind parametrii de securitate fizică și acces

Parametrii de securitate fizică și acces sunt cerințe esențiale pentru exploatarea sigură a PTAB.

Regula principală este:

PTAB trebuie să permită accesul rapid și sigur al personalului autorizat, dar să împiedice accesul persoanelor neautorizate și deschiderea accidentală a compartimentelor cu risc.

Prin aplicarea prezentului capitol se urmărește:

- a) protecția personalului;
- b) prevenirea accesului neautorizat;
- c) reducerea riscului de vandalism;
- d) reducerea riscului de efracție;
- e) prevenirea deschiderii accidentale a compartimentelor periculoase;
- f) protejarea echipamentelor MT/JT;
- g) protejarea echipamentelor SCADA/automatizare;
- h) asigurarea exploatarei și mentenanței în condiții de siguranță;
- i) integrarea accesului fizic cu nivelurile MS, acolo unde este necesar;
- j) creșterea siguranței și duratei de viață a configurațiilor PTAB.

16. Parametri de mentenanță și exploatare

Parametrii de mentenanță și exploatare stabilesc cerințele minime privind accesul, verificarea, intervenția, înlocuirea, monitorizarea și exploatarea în siguranță a posturilor de transformare în anvelopă de beton – PTAB.

Mentenanța și exploatarea trebuie tratate ca parte esențială a configurației PTAB. O configurație nu este conformă dacă permite doar montarea echipamentelor, dar nu permite verificarea, exploatarea, intervenția, înlocuirea sau monitorizarea acestora în condiții de siguranță.

Cerințele din prezentul capitol se stabilesc în funcție de:

- a) clasa PTAB: **L1, L2, M1, M2, H1**;
- b) tipul de acces: **AE** sau **AI**;
- c) amplasarea: **ST, SI, SB**;
- d) tipul transformatorului: **U, US, OLTC**;
- e) curentul nominal TDRI;
- f) nivelul de motorizare și SCADA: **MS0–MS4**;
- g) existența echipamentelor de ventilație, control condens, protecție incendiu, retenție ulei și automatizare;
- h) condițiile beneficiarului/operatorului de distribuție.

16.1. Tabel general al parametrilor de mentenanță și exploatare

Parametru	L1	L2	M1	M2	H1
Acces mentenanță	exterior	exterior standard; interior opțional justificat	exterior/interior	interior recomandat	interior obligatoriu
Extracție transformator fără demolare	recomandată	obligatorie	obligatorie	obligatorie	obligatorie
Acces macara / echipament ridicare	nu uzual	recomandat	obligatoriu unde este necesar	obligatoriu	obligatoriu
Acces TDRI pentru mentenanță	exterior	exterior/interior după cod	exterior/interior	interior	interior
Acces celule MT	exterior	exterior/interior după cod	exterior/interior	interior	interior
Acces echipamente MS/SCADA	nu uzual	opțional/recomandat	recomandat	obligatoriu	obligatoriu
Iluminat pentru exploatare	nu uzual	obligatoriu dacă AI	obligatoriu dacă AI	obligatoriu	obligatoriu
Culoar de exploatare	nu se aplică uzual	obligatoriu dacă AI	obligatoriu dacă AI	obligatoriu	obligatoriu
Monitorizare temperatură	nu uzual	opțională	recomandată	obligatorie	obligatorie
Monitorizare ventilație	nu uzual	opțională	recomandată	obligatorie	obligatorie
Monitorizare incendiu	nu uzual	opțională	recomandată	obligatorie după proiect	obligatorie
Monitorizare PE / legare echipotențială	nu uzual	opțională	recomandată	recomandată/obligatorie după proiect	obligatorie
Monitorizare acces	nu uzual	opțională	recomandată	obligatorie dacă MS3/proiect	obligatorie
Control condens verificabil	recomandat	recomandat; obligatoriu unde există risc	obligatoriu la US/AI dacă există risc	obligatoriu	obligatoriu
Retenție ulei verificabilă	obligatorie dacă U	obligatorie dacă U	obligatorie dacă U	obligatorie dacă U	obligatorie dacă U
Instrucțiuni de mentenanță	obligatorii	obligatorii	obligatorii	obligatorii	obligatorii
Registru / istoric intervenții	recomandat	recomandat	obligatoriu	obligatoriu	obligatoriu
Integrare alarme în MS/SCADA	nu uzual	opțională	recomandată	obligatorie pentru MS3	obligatorie pentru MS4

16.2. Principii generale de mentenanță

Orice PTAB trebuie proiectat astfel încât să permită mentenanța sigură și repetabilă a tuturor echipamentelor principale.

Mentenanța trebuie să fie posibilă pentru:

- a) compartimentul MT;
- b) compartimentul JT;
- c) TDRI;
- d) transformator;
- e) sistemul de legare echipotențială;
- f) sistemul de ventilație;
- g) sistemul de control condens;
- h) sistemul de retenție ulei;
- i) sistemele de protecție la incendiu;
- j) sistemele de protecție la arc intern;
- k) echipamentele de automatizare/SCADA;
- l) echipamentele de comunicații;
- m) UPS și baterii;
- n) uși, capace, trape, grile și închideri;
- o) marcaje, finisaje și protecții mecanice.

Configurația PTAB trebuie să permită accesul personalului autorizat la echipamentele care necesită verificare, manevră, reglaj, curățare, reparare sau înlocuire, fără operațiuni disproporționate și fără afectarea siguranței.

16.3. Accesul pentru mentenanță

Accesul pentru mentenanță se stabilește în funcție de codul de acces al anvelopei:

Tip acces	Regim de mentenanță
AE – acces din exterior	mentenanță prin uși, panouri, capace sau compartimente accesibile din exterior
AI – acces din interior	mentenanță prin intrarea personalului autorizat în anvelopă, cu spațiu de exploatare și condiții de siguranță

16.3.1. Acces mentenanță la configurații AE

Pentru configurațiile cu acces din exterior, toate operațiunile uzuale de exploatare și mentenanță trebuie să poată fi realizate fără intrarea operatorului în anvelopă.

Se vor asigura:

- a) uși/panouri dimensionate corespunzător;
- b) acces la celulele MT;
- c) acces la TDRI;
- d) acces la întreruptorul general JT;
- e) acces la plecările JT;
- f) acces la sistemul de legare la pământ;
- g) acces la compartimentul transformatorului pentru verificări;
- h) posibilitate de verificare a ventilației;
- i) posibilitate de verificare a sistemului de retenție ulei, dacă există;
- j) protecție împotriva atingerii directe în timpul intervenției.

16.3.2. Acces mentenanță la configurații AI

Pentru configurațiile cu acces din interior, se aplică cerințe suplimentare obligatorii:

- a) iluminat interior integrat;
- b) culoar de exploatare;
- c) înălțime utilă adecvată, recomandat minimum 2,30 m în zona accesibilă operatorului;
- d) marcaje de securitate;
- e) marcaje de exploatare;
- f) protecții mecanice ale barelor și conexiunilor;

- g) protecție la deschiderea accidentală a compartimentelor;
- h) interblocări, dacă există risc electric sau mecanic;
- i) ventilație verificată;
- j) posibilitate de evacuare în siguranță;
- k) spații de intervenție pentru echipamentele principale.

Lipsa iluminatului interior, a marcajelor sau a culoarului de exploatare la o configurație cu acces interior constituie neconformitate.

16.4. Extracția transformatorului fără demolarea anvelopei

Extracția transformatorului fără demolarea anvelopei este obligatorie pentru toate clasele PTAB, cu excepția L1 unde este cel puțin recomandată și devine obligatorie dacă soluția este ofertată ca PTAB standard.

Configurația trebuie să permită:

- a) deconectarea transformatorului;
- b) accesul la bornele MT și JT;
- c) demontarea legăturilor electrice;
- d) ridicarea, tragerea sau deplasarea transformatorului;
- e) scoaterea transformatorului prin uși, panouri demontabile, acoperiș detașabil sau altă soluție prevăzută prin proiect;
- f) introducerea unui transformator echivalent sau superior în limita clasei;
- g) reconfigurarea fără demolarea elementelor structurale principale.

Nu se acceptă configurații în care înlocuirea transformatorului presupune demolarea pereților, radierului, compartimentelor principale sau modificări structurale majore.

16.5. Acces macara și echipamente de ridicare

Accesul pentru macara, echipamente de ridicare sau mijloace mecanizate de manipulare se stabilește în funcție de masa transformatorului, amplasament, tipul de anvelopă și metoda de extracție.

Clasă	Regim acces macara / ridicare
L1	nu uzual
L2	recomandat, dacă masa și amplasamentul o impun
M1	obligatoriu unde este necesar pentru extracția transformatorului
M2	obligatoriu
H1	obligatoriu

Pentru M2 și H1, proiectul trebuie să prevadă explicit metoda de manipulare a transformatorului.

Aceasta poate include:

- a) acces macara;
- b) acoperiș sau panou demontabil;
- c) șine de extracție;
- d) sistem de tragere;
- e) platformă tehnologică;
- f) trapă de ridicare;
- g) cale de acces pentru echipamente grele;
- h) procedură de înlocuire;
- i) spațiu temporar de depozitare/manipulare.

Pentru PTAB subterane și semiîngropate, metoda de extragere a transformatorului trebuie justificată distinct prin proiect.

16.6. Menținerea compartimentului MT

Compartimentul MT trebuie să permită exploatarea și menținerea echipamentelor de medie tensiune în condiții de siguranță.

Cerințe minime:

- a) acces la celulele MT;
- b) posibilitate de verificare vizuală;

- c) acces la aparatajul de manevră;
- d) acces la mecanismele de acționare;
- e) acces la terminalele de cablu, conform instrucțiunilor producătorului;
- f) acces la indicatoare și semnalizări;
- g) acces la interblocări;
- h) acces la echipamentele de protecție;
- i) acces la legarea la pământ;
- j) spațiu pentru manevră locală;
- k) protecție la atingere directă;
- l) protecție la deschiderea accidentală.

Pentru M1–H1 și pentru configurațiile cu acces interior se verifică obligatoriu protecția la arc intern și modul de evacuare/control al efectelor arcului.

16.7. Menținerea compartimentului JT și TDRI

Compartimentul JT și TDRI trebuie să permită verificarea și intervenția asupra echipamentelor de joasă tensiune.

Cerințe minime:

- a) acces la întreruptorul general JT;
- b) acces la barele JT, numai în condiții de siguranță;
- c) acces la plecările JT;
- d) acces la protecțiile plecărilor;
- e) acces la aparatele de măsură;
- f) acces la circuitele de comandă și semnalizare;
- g) identificarea clară a plecărilor;
- h) protecție mecanică a barelor și conexiunilor;
- i) protecție la deschiderea accidentală;
- j) spațiu pentru reglaje și verificări;
- k) posibilitate de curățare și inspecție;
- l) compatibilitate cu nivelul MS.

Pentru TDRI de curent mare, respectiv **TDRI-1600A** și superior, proiectul trebuie să verifice suplimentar spațiile de acces, încălzirea, susținerea barelor, curenții de scurtcircuit și condițiile de intervenție.

16.8. Menținerea transformatorului

Compartimentul transformatorului trebuie să permită verificarea, întreținerea și înlocuirea transformatorului.

Cerințe minime:

- a) acces la borne și conexiuni;
- b) acces la sistemul de răcire/ventilație;
- c) acces la indicatoare, senzori și protecții;
- d) posibilitate de curățare;
- e) posibilitate de verificare a temperaturii;
- f) posibilitate de verificare a stării izolației;
- g) posibilitate de verificare a sistemului de retenție ulei, dacă este cazul;
- h) posibilitate de înlocuire fără demolare;
- i) spațiu suficient pentru manevrare;
- j) separare față de compartimentele MT/JT, dacă este necesară.

16.8.1. Transformatoare în ulei

Pentru transformatoarele în ulei, menținerea trebuie să permită:

- a) verificarea eventualelor scurgeri;
- b) verificarea sistemului de retenție;
- c) verificarea temperaturii;
- d) verificarea conexiunilor;
- e) verificarea ventilației;
- f) intervenția în caz de avarie;

- g) acces la elementele de protecție și monitorizare;
- h) curățarea și inspectarea zonei de retenție.

Pentru PTAB subteran cu transformator în ulei, accesul de mentenanță trebuie corelat cu retenția, ventilația, protecția la incendiu, evacuarea fumului/gazelor și intervenția de urgență.

16.8.2. Transformatoare uscate

Pentru transformatoarele uscate, mentenanța trebuie să permită:

- a) curățarea depunerilor;
- b) verificarea izolației;
- c) verificarea temperaturii;
- d) verificarea ventilației;
- e) verificarea controlului condensului;
- f) acces la conexiuni;
- g) verificarea eventualelor urme de tracking sau descărcări;
- h) verificarea protecției împotriva prafului și umidității.

Pentru M1–H1, transformatorul uscat fără control condens este neacceptat.

16.8.3. Transformatoare OLTC

Pentru transformatoarele OLTC, mentenanța trebuie să permită:

- a) acces la echipamentul OLTC;
- b) verificarea poziției comutatorului de ploturi;
- c) verificarea semnalizărilor;
- d) verificarea alarmelor;
- e) verificarea comenzilor locale și la distanță;
- f) verificarea alimentării auxiliare;
- g) verificarea integrării SCADA;
- h) acces pentru intervențiile prevăzute de producător.

OLTC impune minimum **MS3** și nu se acceptă ca soluție definitivă fără integrare SCADA.

16.9. Mentenanța sistemului de ventilație

Sistemul de ventilație trebuie să fie accesibil pentru verificare, curățare și înlocuire.

Se vor asigura:

- a) acces la grilele de admisie și evacuare;
- b) posibilitate de curățare a grilelor;
- c) protecție împotriva obturării;
- d) protecție împotriva insectelor și rozătoarelor;
- e) acces la ventilatoare, dacă există;
- f) acces la filtre, dacă există;
- g) verificarea funcționării ventilației forțate;
- h) monitorizarea ventilației pentru M2–H1;
- i) semnalizare defect ventilație pentru MS3–MS4, dacă este prevăzută;
- j) compatibilitate cu protecția la incendiu.

Pentru M2–H1 și pentru amplasamente subterane sau semiîngropate, monitorizarea ventilației este obligatorie dacă ventilația forțată este necesară pentru funcționarea sigură.

16.10. Mentenanța sistemului de control condens

Sistemele de control condens trebuie să fie verificabile și mentenabile.

Cerințe minime:

- a) acces la încălzitoare anti-condens, dacă există;
- b) acces la senzori de temperatură;
- c) acces la senzori de umiditate;
- d) verificarea drenajului, dacă există;
- e) verificarea etanșărilor;
- f) verificarea ventilației;
- g) verificarea alimentării auxiliare;
- h) semnalizare defect pentru sistemele integrate MS/SCADA;

i) instrucțiuni de verificare periodică.

Controlul condensului este obligatoriu pentru:

- a) M1–H1 cu transformator uscat;
- b) PTAB semiîngropate;
- c) PTAB subterane;
- d) compartimente SCADA expuse la umiditate;
- e) configurații unde proiectul identifică risc de condens.

16.11. Mentenanța sistemului de retenție ulei

Pentru orice PTAB cu transformator în ulei, sistemul de retenție trebuie să fie accesibil pentru verificare și curățare.

Cerințe minime:

- a) posibilitate de inspectare a zonei de retenție;
- b) posibilitate de evacuare controlată a lichidelor, dacă proiectul o prevede;
- c) acces pentru curățare;
- d) verificarea etanșeității;
- e) verificarea lipsei scurgerilor;
- f) compatibilitate cu protecția la incendiu;
- g) compatibilitate cu protecția mediului;
- h) instrucțiuni de intervenție în caz de scurgere.

Pentru amplasamente subterane, sistemul de retenție trebuie corelat cu monitorizarea apei/infiltrațiilor, ventilația și accesul de intervenție.

16.12. Monitorizare în exploatare

Monitorizarea în exploatare se stabilește în funcție de clasa PTAB, nivelul MS, amplasament și criticitatea configurației.

Parametru monitorizat	L1	L2	M1	M2	H1
Temperatură transformator	nu uzual	opțional	recomandat	obligatoriu	obligatoriu
Temperatură anvelopă	nu uzual	opțional	recomandat	obligatoriu unde proiectul o impune	obligatoriu
Ventilație	nu uzual	opțional	recomandat	obligatoriu	obligatoriu
Incendiu / fum	nu uzual	opțional	recomandat	obligatoriu după proiect	obligatoriu
Acces / uși / trape	nu uzual	opțional	recomandat	recomandat/obligatoriu	obligatoriu
Umiditate / condens	nu uzual	opțional	recomandat	obligatoriu unde există risc	obligatoriu unde există risc
UPS / alimentare auxiliară	nu uzual	opțional	recomandat	obligatoriu pentru MS3	obligatoriu pentru MS4
Comunicații	nu uzual	opțional	recomandat	obligatoriu pentru MS3	obligatoriu pentru MS4
PE / legare echipotențială	nu uzual	opțional	recomandat	recomandat/obligatoriu	obligatoriu după proiect

Pentru nivelurile **MS3–MS4**, alarmele și stările relevante se vor integra în SCADA conform listei de semnale aprobate.

16.13. Exploatarea locală

Exploatarea locală trebuie să se realizeze numai de personal autorizat, cu respectarea procedurilor beneficiarului/operatorului de distribuție.

Cerințe minime:

- a) acces controlat;
- b) identificarea clară a compartimentelor;
- c) marcaje de securitate;
- d) marcaje de exploatare;
- e) iluminat pentru configurații AI;
- f) posibilitate de blocare a telecomenzii în timpul intervenției locale, pentru MS3–MS4;
- g) respectarea interblocărilor;
- h) verificarea stării echipamentelor înainte de manevră;
- i) verificarea stării echipamentelor după manevră;
- j) înregistrarea intervenției, dacă procedurile o impun.

Pentru configurațiile cu acces interior, operatorul trebuie să poată intra, manevra și părăsi anvelopa în siguranță.

16.14. Exploatarea de la distanță

Exploatarea de la distanță se aplică nivelurilor **MS3–MS4** și, parțial, configurațiilor **MS2** dacă acestea transmit teleindicații.

Pentru telecomandă sunt obligatorii:

- a) confirmarea stării echipamentului înainte de comandă;
- b) confirmarea execuției comenzii;
- c) interblocări corespunzătoare;
- d) semnalizare local/distanță;
- e) blocarea telecomenzii în regim de intervenție locală;
- f) jurnalizarea comenzilor, dacă sistemul permite;
- g) alimentare auxiliară sigură;
- h) comunicații stabile;
- i) protecție împotriva comenzilor neautorizate;
- j) respectarea procedurilor beneficiarului/operatorului.

Nu se admite telecomanda echipamentelor fără semnalizări și interblocări adecvate.

16.15. Reguli de mentenanță pe nivel MS

Nivel MS	Reguli de mentenanță
MS0	verificări locale periodice, fără echipamente de comunicație
MS1	verificări locale ale acționărilor motorizate și comenzilor locale
MS2	verificări locale + verificarea teleindicațiilor și comunicațiilor limitate
MS3	verificări locale + verificarea telecomenzii, RTU, gateway, UPS și comunicații SCADA
MS4	verificări extinse, automatizare avansată, redundanță, cybersecurity, DMS/OMS/FLISR dacă există

Pentru MS3–MS4 se vor include în mentenanță:

- a) verificarea listei de semnale;
- b) verificarea comenzilor;
- c) verificarea măsurilor;
- d) verificarea comunicațiilor;
- e) verificarea UPS;
- f) verificarea RTU/gateway;
- g) verificarea jurnalelor de evenimente;
- h) verificarea securității accesului;
- i) verificarea cybersecurity conform procedurilor aplicabile.

16.16. Reguli de mentenanță pe tip de acces

Parametru	AE	AI
Acces operator în anvelopă	nu	da
Iluminat interior	opțional/recomandat	obligatoriu
Culoar de exploatare	nu se aplică	obligatoriu
Marcaje interioare	după caz	obligatorii
Protecții mecanice	obligatorii	obligatorii
Protecție deschidere accidentală	obligatorie	obligatorie
Interblocări	conform echipării	obligatorii unde există risc
Evacuare operator	nu se aplică	obligatoriu de analizat
Verificare condiții interioare	după caz	obligatorie

Regula principală:

Dacă PTAB este codificat AI, mentenanța se proiectează pentru intrarea operatorului în anvelopă, nu doar pentru acces la echipamente.

16.17. Reguli de mentenanță pe amplasare

Amplasare	Cerințe specifice de mentenanță
ST – suprateran	verificare finisaje, grile, uși, capace, ventilație, acces exterior, protecție vandalism
SI – semiîngropat	verificare infiltrații, drenaj, condens, ventilație, acces, etanșări, protecție anticorozivă
SB – subteran	verificare acces, trape, apă/infiltrații, ventilație, condens, incendiu, iluminat, monitorizare, evacuare
Infrastructură critică	mentenanță planificată, monitorizare avansată, redundanță, teste periodice, proceduri speciale

Pentru PTAB subterane, accesul înainte de intervenție trebuie verificat din punct de vedere al siguranței, ventilației, apei/infiltrațiilor și alarmelor active.

16.18. Periodicitatea mentenanței

Periodicitatea exactă se stabilește prin instrucțiunile beneficiarului/operatorului, documentația producătorilor și proiect.

Orientativ, mentenanța trebuie să includă:

Activitate	Regim recomandat
Inspecție vizuală exterior	periodic
Verificare uși, încuietori, capace, trape	periodic
Verificare marcaje	periodic
Verificare ventilație naturală/grile	periodic
Verificare ventilație forțată	periodic și la alarmă
Verificare control condens	periodic, mai des în SI/SB
Verificare retenție ulei	periodic și după orice suspiciune de scurgere
Verificare TDRI	periodic
Verificare celule MT	conform procedurilor și producătorului
Verificare transformator	conform producătorului și operatorului
Verificare SCADA/MS	periodic, obligatoriu pentru MS3–MS4

Verificare UPS/baterii	periodic
Verificare protecție incendiu	periodic, conform sistemului instalat
Verificare legare echipotențială	periodic și la recepție/intervenții majore
Curățare interioară	după necesitate, obligatoriu unde există depuneri
Verificare finisaje și protecții anticorozive	periodic

Periodicitatea se poate majora pentru amplasamente agresive, subterane, semiîngropate, cu risc de vandalism, umiditate ridicată, praf sau infrastructură critică.

16.19. Curățare și întreținere curentă

PTAB trebuie să permită curățarea și întreținerea fără afectarea siguranței.

Se vor putea realiza:

- curățarea grilelor de ventilație;
- curățarea compartimentelor accesibile;
- îndepărtarea prafului și depunerilor;
- curățarea marcajelor;
- curățarea finisajelor exterioare;
- eliminarea graffiti-ului, dacă există protecție anti-graffiti;
- curățarea zonei de retenție ulei;
- curățarea senzorilor și echipamentelor auxiliare;
- curățarea zonelor de drenaj;
- verificarea și curățarea filtrelor, dacă există.

Pentru transformatoare uscate, curățarea depunerilor are importanță dielectrică și trebuie tratată ca activitate de mentenanță tehnică.

16.20. Mentenanța marcajelor, finisajelor și elementelor de securitate

Marcajele, finisajele și elementele de securitate trebuie menținute în stare vizibilă și funcțională.

Se vor verifica:

- semnalizarea pericolului electric;
- marcajele zonelor periculoase;
- marcajele de exploatare;
- identificarea plecărilor JT;
- identificarea celulelor MT;
- identificarea echipamentelor MS/SCADA;
- plăcuțele de avertizare;
- starea finisajelor;
- starea protecției anti-graffiti;
- starea protecției anticorozive;
- starea ușilor și grilelor;
- starea închiderilor și interblocărilor.

Lipsa sau degradarea marcajelor de securitate trebuie remediată prioritar.

16.21. Mentenanța sistemului de protecție la incendiu

Dacă PTAB este echipat cu sisteme de detecție, alarmare sau protecție la incendiu, acestea trebuie să fie accesibile și verificabile.

Cerințe minime:

- acces la senzori;
- acces la centrale/module, dacă există;
- verificarea alarmelor;
- verificarea alimentării auxiliare;
- verificarea comunicației cu SCADA, dacă există;
- verificarea evacuării fumului/gazelor, dacă este prevăzută;
- verificarea rosturilor și trecerilor cu rol de limitare a propagării focului;
- verificarea elementelor de ventilație implicate în scenariul de incendiu;

i) documentarea verificărilor.

Pentru PTAB subterane, M2, H1 și infrastructură critică, aceste verificări au caracter prioritar.

16.22. Menținerea protecției la arc intern și depresiurizare

Pentru configurațiile unde protecția la arc intern sau depresiurizarea sunt obligatorii, menținerea trebuie să permită verificarea elementelor constructive și funcționale asociate.

Se vor verifica:

- a) integritatea compartimentării;
- b) starea clapetelor/canalelor de depresiurizare, dacă există;
- c) traseele de evacuare a gazelor;
- d) zonele de evacuare a presiunii;
- e) marcajele zonelor periculoase;
- f) interblocările;
- g) starea ușilor și capacelor;
- h) compatibilitatea cu echipamentele MT;
- i) documentația de încercare sau conformitate.

Nu se admit modificări constructive care afectează protecția la arc intern fără revalidare tehnică.

16.23. Menținerea legării echipotențiale și a PE

Sistemul de legare echipotențială și bara PE trebuie să fie accesibile pentru verificare.

Se vor verifica:

- a) continuitatea conexiunilor;
- b) strângerea conexiunilor;
- c) protecția anticorozivă;
- d) conectarea ușilor și panourilor metalice;
- e) conectarea transformatorului;
- f) conectarea TDRI;
- g) conectarea celulelor MT;
- h) conectarea grilelor/capacelor metalice, unde este cazul;
- i) conectarea echipamentelor auxiliare;
- j) identificarea și marcarea barelor PE/N/PEN.

Pentru M2–H1 și infrastructură critică se poate impune monitorizare sau verificare periodică extinsă a sistemului PE, conform proiectului.

16.24. Documente obligatorii de exploatare și menținere

Pentru fiecare PTAB se vor furniza cel puțin:

- a) instrucțiuni de exploatare;
 - b) instrucțiuni de menținere;
 - c) schema monofilară MT/JT;
 - d) schema TDRI;
 - e) schema de legare la pământ;
 - f) schema de legare echipotențială;
 - g) planul de acces și menținere;
 - h) procedura de extracție a transformatorului;
 - i) instrucțiuni pentru sistemul de ventilație;
 - j) instrucțiuni pentru controlul condensului;
 - k) instrucțiuni pentru retenția uleiului, dacă există;
 - l) instrucțiuni pentru sistemele de incendiu, dacă există;
 - m) instrucțiuni pentru MS/SCADA;
 - n) lista de semnale, comenzi și măsuri, pentru MS2–MS4;
 - o) proceduri de comandă locală/distanță, pentru MS3–MS4;
 - p) instrucțiuni de securitate fizică și acces;
 - q) plan de menținere periodică;
 - r) registru sau model de registru de intervenții;
 - s) matrice de conformitate.
-

16.25. Registrul de exploatare și istoricul intervențiilor

Pentru clasele **M1–H1**, precum și pentru orice PTAB cu nivel **MS3–MS4**, este obligatorie ținerea unui istoric al intervențiilor.

Registrul de exploatare poate fi fizic, electronic sau integrat în sistemele beneficiarului/operatorului.

Acesta trebuie să includă, după caz:

- a) data intervenției;
- b) persoana/echipa care a intervenit;
- c) motivul intervenției;
- d) echipamentele verificate;
- e) operațiunile efectuate;
- f) alarmele identificate;
- g) reglajele modificate;
- h) componentele înlocuite;
- i) observațiile de siguranță;
- j) măsurile recomandate;
- k) confirmarea readucerii la starea normală de exploatare;
- l) eventualele fotografii sau documente de suport.

Pentru MS3–MS4, jurnalul SCADA poate completa registrul de exploatare, dar nu înlocuiește documentarea intervențiilor tehnice atunci când aceasta este cerută de procedurile beneficiarului.

16.26. Piese de schimb și consumabile

Pentru configurațiile M1–H1, M2–H1, MS3–MS4 sau infrastructură critică, documentația trebuie să indice piesele de schimb și consumabilele recomandate.

Acestea pot include:

- a) siguranțe;
- b) componente pentru întreruptoare;
- c) componente de acționare;
- d) elemente pentru ventilație;
- e) filtre;
- f) senzori;
- g) UPS/baterii;
- h) module de comunicație;
- i) elemente de iluminat;
- j) elemente de închidere;
- k) garnituri și etanșări;
- l) elemente de protecție anticorozivă;
- m) componente pentru sistemul de control condens;
- n) accesorii pentru retenția uleiului.

Pentru infrastructură critică, lista de piese de schimb poate fi obligatorie prin proiect sau contract.

16.27. Recepția din perspectiva mentenantei și exploatării

La recepție se verifică nu doar existența echipamentelor, ci și posibilitatea de exploatare și mentenanță.

Se vor verifica cel puțin:

- a) accesul la toate compartimentele;
- b) accesul la TDRI;
- c) accesul la celulele MT;
- d) accesul la transformator;
- e) posibilitatea de extracție a transformatorului;
- f) existența traseului/metodei de ridicare sau extragere;
- g) funcționarea ușilor, capacelor și trapelor;
- h) iluminatul interior, dacă AI;
- i) culoarul de exploatare, dacă AI;
- j) marcajele;
- k) protecțiile mecanice;

- l) protecția la deschiderea accidentală;
- m) funcționarea ventilației;
- n) funcționarea controlului condensului;
- o) accesul la retenția uleiului;
- p) funcționarea senzorilor și alarmelor;
- q) transmiterea semnalelor SCADA, dacă este cazul;
- r) existența documentației de mentenanță;
- s) existența matricei de conformitate.

16.28. Configurații neconforme privind mentenanța și exploatarea

Nu se acceptă următoarele situații:

- a) PTAB care nu permite accesul sigur la compartimentele principale;
- b) PTAB care nu permite înlocuirea transformatorului fără demolarea anvelopei;
- c) PTAB cu acces interior fără iluminat interior;
- d) PTAB cu acces interior fără culoar de exploatare;
- e) PTAB cu acces interior fără marcaje de securitate și exploatare;
- f) PTAB cu bare sau conexiuni accesibile accidental în timpul mentenanței;
- g) PTAB fără protecție la deschiderea accidentală a compartimentelor cu risc;
- h) PTAB fără acces la TDRI pentru verificări și reglaje;
- i) PTAB fără acces la sistemul de ventilație;
- j) PTAB cu transformator în ulei fără posibilitatea verificării retenției;
- k) PTAB cu transformator uscat fără posibilitatea verificării controlului condensului;
- l) PTAB subteran fără acces sigur pentru intervenție;
- m) PTAB M2–H1 fără monitorizarea minimă cerută prin proiect;
- n) PTAB MS3–MS4 fără documentație de semnale, comenzi, măsuri și proceduri de exploatare;
- o) PTAB fără instrucțiuni de mentenanță;
- p) PTAB fără documentarea metodei de extracție a transformatorului;
- q) PTAB H1 fără acces de intervenție adecvat și fără soluție de manipulare echipamente grele.

16.29. Concluzie privind parametrii de mentenanță și exploatare

Parametrii de mentenanță și exploatare sunt condiții minime pentru acceptarea unei configurații PTAB.

Regula principală este:

Un PTAB este conform numai dacă poate fi exploatat, verificat, întreținut și reparat în condiții de siguranță pe toată durata de viață proiectată.

Prin aplicarea prezentului capitol se urmărește:

- a) reducerea riscurilor pentru personal;
- b) reducerea timpilor de intervenție;
- c) creșterea disponibilității echipamentelor;
- d) prevenirea soluțiilor imposibil sau dificil de întreținut;
- e) facilitarea înlocuirii transformatorului;
- f) asigurarea accesului la TDRI, MT, SCADA și sisteme auxiliare;
- g) corelarea mentenanței cu nivelurile MS;
- h) creșterea duratei de viață a anvelopei și echipamentelor;
- i) standardizarea procedurilor de recepție și exploatare;
- j) asigurarea comparabilității ofertelor și a conformității tehnice.

17. Configurații interzise sau condiționate

Prezentul capitol stabilește configurațiile care nu se acceptă, configurațiile care se acceptă numai condiționat și configurațiile care nu fac parte din soluțiile standard, dar pot fi admise numai cu justificare tehnică, validare prin proiect și, după caz, avizare expresă.

O configurație PTAB nu este conformă numai pentru că utilizează un cod aparent valid.

Conformitatea presupune compatibilitatea dintre clasa de putere, acces, construcție, amplasare, transformator, TDRI, nivel MS, parametrii dielectrice, siguranța fizică, protecția la incendiu, mentenanța și condițiile reale de exploatare.

Configurațiile prevăzute în prezentul capitol au regim prioritar față de tabelele de selecție rapidă.

Dacă o configurație apare într-o matrice ca posibilă, dar în prezentul capitol este declarată interzisă sau condiționată, se aplică regimul mai restrictiv.

17.1. Categorii de regim

În prezentul capitol se utilizează următoarele regimuri:

Regim	Semnificație
interzis	configurație care nu se acceptă în nicio variantă standard sau definitivă
neacceptat ca soluție definitivă	configurație care poate apărea numai provizoriu, pe termen limitat, cu justificare și avizare expresă
condiționat	configurație admisă numai dacă sunt îndeplinite cerințe tehnice suplimentare
condiționat special	configurație admisă numai în cazuri excepționale, cu justificare tehnică detaliată și avizare expresă
opțional justificat	configurație permisă, dar numai dacă necesitatea ei este demonstrată prin proiect
nerecomandat	configurație posibilă numai dacă există motive tehnice sau de amplasament care justifică abaterea de la soluția standard
standard	configurație admisă ca soluție normală de proiectare

17.2. Tabel centralizator al configurațiilor interzise, condiționate și opționale

Nr. crt.	Configurație / situație	Regim	Condiții / observații
1	PTAB H1 cu acces din exterior – AE	interzis	H1 necesită acces interior obligatoriu
2	PTAB H1 fără acces interior	interzis	echivalent cu lipsa cerinței AI obligatorii
3	PTAB H1 monobloc	condiționat special	numai cu justificare privind transport, montaj, structură, exploatare, mentenanță și avizare expresă
4	PTAB H1 suprateran – ST	condiționat special	numai în amplasamente industriale/tehnice, cu justificare și avizare expresă
5	PTAB subteran cu transformator în ulei	condiționat special	retenție ulei, ventilație calculată, detecție/protecție incendiu, evacuare fum/gaze, acces intervenție, avizare expresă
6	PTAB cu transformator în ulei fără retenție ulei	interzis	retenția este obligatorie pentru orice transformator în ulei
7	PTAB M2 cu transformator în ulei	condiționat	se acceptă cu retenție, ventilație, incendiu, acces și monitorizare
8	PTAB H1 cu transformator în ulei	condiționat special	preferabil transformator uscat; ulei numai justificat și avizat expres
9	PTAB cu transformator uscat M1–H1 fără control condens	interzis	control condens obligatoriu
10	PTAB semiîngropat/subteran fără control condens unde există risc	interzis	control condens obligatoriu pentru SI/SB
11	PTAB cu transformator uscat L1–L2 fără control condens	nerecomandat / condiționat	admis numai dacă proiectul justifică absența riscului de condens
12	PTAB cu OLTC fără MS3 minim	interzis ca soluție definitivă	admis provizoriu numai justificat, avizat și cu termen de integrare
13	PTAB L1 cu OLTC	interzis	soluție disproporționată și incompatibilă cu rolul clasei L1
14	PTAB L2 cu OLTC	condiționat special	numai dacă există necesar tehnic real de reglaj și MS3 minim
15	PTAB M1/M2 cu OLTC	admis condiționat	obligatoriu MS3 minim și integrare SCADA
16	PTAB H1 cu OLTC sub MS4	nerecomandat / condiționat	MS3 este minim tehnic pentru OLTC, dar H1 se tratează standard cu MS4
17	PTAB M2 fără MS3	neacceptat ca soluție definitivă	admis provizoriu numai cu avizare expresă și termen de integrare

18	PTAB H1 fără MS4	neacceptat ca soluție definitivă	H1 are regim standard MS4
19	PTAB cu coduri SCADA M0–M4	interzis	se utilizează numai MS0–MS4
20	PTAB M1–H1 fără protecție la arc intern sau soluție echivalentă	interzis	protecția la arc intern este obligatorie
21	PTAB cu acces interior fără iluminat interior	interzis	iluminatul este obligatoriu pentru orice AI
22	PTAB cu acces interior fără marcaje de securitate și exploatare	interzis	marcajele sunt obligatorii
23	PTAB cu acces interior fără culoar de exploatare	interzis	culoarul/spațiul de exploatare este obligatoriu
24	PTAB cu acces interior fără protecții mecanice ale barelor/conexiunilor	interzis	protecția mecanică este obligatorie
25	PTAB fără protecție la deschiderea accidentală a compartimentelor cu risc	interzis	se impun blocări/interblocări/închideri securizate
26	TDRI codificat exclusiv în kVA	interzis	TDRI se exprimă în amperi
27	TDRI subdimensionat față de curentul transformatorului	interzis	se verifică prin proiect
28	TDRI fără întreruptor general adecvat	interzis	întreruptorul general este cerință minimă
29	TDRI fără bară PE	interzis	bară PE obligatorie
30	TDRI fără protecție mecanică bare/conexiuni	interzis	cerință comună tuturor TDRI
31	PTAB fără sistem de legare echipotențială	interzis	cerință comună tuturor configurațiilor
32	PTAB fără protecție la atingere directă/indirectă	interzis	cerință comună obligatorie
33	PTAB fără etanșare treceri cabluri	interzis	cerință comună obligatorie
34	PTAB fără protecție rozătoare/insecte	interzis	cerință comună obligatorie
35	PTAB fără marcaje de securitate	interzis	semnalizarea pericolului electric este obligatorie
36	PTAB fără posibilitatea înlocuirii transformatorului fără demolare	interzis	pentru L2–H1 obligatoriu; pentru L1 obligatoriu dacă se livrează ca PTAB standard
37	PTAB L1 ca soluție PTAB standard obligatorie	neacceptat	L1 rămâne PTAB compact opțional; se analizează PTA/PT compact
38	PTAB L2 cu acces interior	opțional justificat	nu este soluție standard principală

39	PTAB M2 cu acces exterior	nerecomandat / condiționat	admis numai dacă proiectul dovedește exploatarea sigură din exterior
40	PTAB L1 subteran	neacceptat uzual	posibil numai ca soluție specială justificată, dacă beneficiarul o solicită expres
41	PTAB L2 subteran	nerecomandat / condiționat special	se justifică amplasamentul și se asigură toate cerințele SB
42	PTAB M1 subteran	condiționat	se verifică ventilația, condensul, accesul, incendiul și mentenanța
43	PTAB H1 fără monitorizare acces/ventilație/incendiu unde MS4 o impune	interzis	monitorizările sunt parte din MS4
44	PTAB subteran fără acces sigur pentru intervenție	interzis	accesul de intervenție este cerință minimă
45	PTAB cu elemente metalice accesibile fără legare echipotențială	interzis	toate masele metalice relevante se conectează la PE
46	PTAB cu grile/capace care permit acces neautorizat sau introducerea de obiecte periculoase	interzis	securitatea fizică este obligatorie
47	PTAB fără documentație tehnică minimă	interzis la recepție	fișe, scheme, instrucțiuni, matrice conformitate
48	PTAB fără matrice de conformitate	neacceptat la ofertare/recepție	matrice obligatorie

17.3. Configurații interzise privind clasa de putere și accesul**17.3.1. PTAB H1 cu acces exterior**

PTAB H1 cu acces din exterior este interzis.

Clasa H1 acoperă puteri de 2000–3150 kVA și presupune echipamente de dimensiuni mari, TDRI de curenți ridicați, cerințe extinse de mentenanță, protecție la arc intern, ventilație și monitorizare avansată.

Pentru această clasă, accesul din interior este obligatoriu.

Configurații neacceptate:

Cod / situație	Regim
PTAB-H1-AE-...	interzis
PTAB-H1 fără AI	interzis
H1 exploatat exclusiv prin panouri exterioare	interzis

17.3.2. PTAB L2 cu acces interior

PTAB L2 cu acces interior nu este interzis, dar nu reprezintă soluție standard principală.

Regim: **opțional justificat**

Se admite numai dacă proiectul justifică necesitatea accesului interior prin:

- echipare MT/JT extinsă;
- necesar de mentenanță interioară;
- integrare SCADA;
- condiții de amplasament;
- cerințe de exploatare;
- cerințe ale beneficiarului.

Configurație admisă condiționat:

Cod de bază	Regim
PTAB-L2-AI-MD-ST	opțional justificat

Nu se acceptă L2 AI fără iluminat, marcaje, culoar de exploatare, protecții mecanice și protecție la deschiderea accidentală.

17.3.3. PTAB M2 cu acces exterior

PTAB M2 cu acces exterior este nerecomandat și se admite numai condiționat.

Regim: **nerecomandat / condiționat**

Se poate accepta numai dacă proiectul demonstrează că exploatarea, manevrele, mentenanța, accesul la TDRI, accesul la celulele MT, accesul la transformator, accesul la ventilație și intervențiile se pot realiza în siguranță din exterior.

Pentru M2, soluția recomandată rămâne accesul interior.

17.4. Configurații interzise sau condiționate privind tipul constructiv**17.4.1. PTAB H1 monobloc**

PTAB H1 monobloc nu este soluție standard.

Regim: **condiționat special**

Se poate accepta numai dacă sunt îndeplinite cumulativ:

- justificare tehnică privind folosirea soluției monobloc;
- verificare structurală;
- verificare transport;
- verificare montaj;
- verificare gabarit;
- verificare acces mentenanță;
- verificare extracție transformator;
- verificare ventilație;

i) verificare protecție la arc intern;

j) avizare expresă.

În lipsa acestor documente, H1 monobloc este neacceptat.

17.4.2. PTAB M2/H1 nemodular fără justificare

Pentru clasele M2 și H1, construcția modulară/industrială este soluția normală.

Configurațiile nemodulare sau compacte se acceptă numai dacă proiectul dovedește compatibilitatea cu:

a) transformatorul;

b) TDRI;

c) echipamentele MT;

d) ventilația;

e) accesul;

f) mentenanța;

g) protecția la arc intern;

h) protecția la incendiu.

Regim: **condiționat**

17.5. Configurații interzise sau condiționate privind amplasarea

17.5.1. PTAB H1 suprateran

PTAB H1 suprateran nu este configurație standard.

Regim: **condiționat special**

Se acceptă numai dacă sunt îndeplinite cumulativ:

a) amplasament industrial sau tehnic;

b) justificare privind imposibilitatea sau inoportunitatea soluției semiîngropate/subterane;

c) verificare gabarit și impact asupra amplasamentului;

d) verificare acces mentenanță;

e) verificare acces pentru intervenție;

f) verificare ventilație;

g) verificare protecție la incendiu;

h) verificare protecție la arc intern;

i) măsuri de securitate fizică;

j) avizare expresă.

17.5.2. PTAB subteran cu transformator în ulei

PTAB subteran cu transformator în ulei este configurație condiționată special.

Regim: **condiționat special**

Se acceptă numai cu:

a) sistem/bazin de retenție ulei dimensionat corespunzător;

b) ventilație dimensionată prin calcul;

c) detecție incendiu;

d) protecție la incendiu;

e) evacuare fum/gaze;

f) acces pentru intervenție;

g) monitorizare temperatură;

h) monitorizare ventilație, dacă există ventilație forțată;

i) monitorizare acces;

j) protecție împotriva infiltrațiilor;

k) soluție de drenaj, dacă este necesară;

l) instrucțiuni de intervenție;

m) avizare expresă.

Fără aceste condiții, configurația este interzisă.

17.5.3. PTAB subteran fără acces de intervenție

PTAB subteran fără acces sigur pentru intervenție este interzis.

Se verifică obligatoriu:

- a) accesul personalului autorizat;
- b) accesul la echipamentele de manevră;
- c) accesul la TDRI;
- d) accesul la transformator;
- e) accesul la ventilație;
- f) accesul la sistemul de retenție ulei, dacă există;
- g) evacuarea în siguranță;
- h) intervenția în caz de incendiu sau avarie.

17.5.4. PTAB L1/L2 subteran

PTAB L1 subteran nu este configurație uzuală și este neacceptat în lista standard.

PTAB L2 subteran este nerecomandat și se admite numai condiționat special, dacă amplasamentul impune soluția și proiectul demonstrează respectarea tuturor cerințelor pentru amplasarea subterană.

Clasă	Regim subteran
L1	neacceptat uzual
L2	nerecomandat / condiționat special
M1	condiționat
M2	standard condiționat
H1	standard condiționat

17.6. Configurații interzise sau condiționate privind transformatorul**17.6.1. Transformator în ulei fără retenție ulei**

Orice PTAB cu transformator în ulei fără sistem de retenție ulei este interzis.

Retenția uleiului este obligatorie indiferent de:

- a) clasa PTAB;
- b) puterea transformatorului;
- c) amplasare;
- d) tipul de acces;
- e) nivelul MS.

17.6.2. M2/H1 cu transformator în ulei

Transformatoarele în ulei pentru clasele M2 și H1 sunt admise numai condiționat.

Clasă	Regim transformator în ulei
M2	condiționat
H1	condiționat special

Condiții minime:

- a) retenție ulei;
- b) ventilație calculată;
- c) protecție la incendiu;
- d) acces de intervenție;
- e) monitorizare, după caz;
- f) justificare tehnică;
- g) avizare expresă pentru H1 sau amplasamente subterane.

17.6.3. Transformator uscat fără control condens

Pentru clasele M1–H1, PTAB cu transformator uscat fără control condens este interzis.

Pentru L1–L2, lipsa controlului condensului este nerecomandată și se poate admite numai dacă documentația justifică absența riscului de condens.

Clasă	Regim fără control condens
L1	nerecomandat / admis numai dacă nu există risc
L2	nerecomandat / condiționat
M1	interzis
M2	interzis
H1	interzis

Pentru amplasamente semiîngropate și subterane, controlul condensului este obligatoriu indiferent de clasă.

17.6.4. Transformator OLTC fără MS3

Transformatorul OLTC fără integrare SCADA minim MS3 este interzis ca soluție definitivă.

Se poate accepta numai provizoriu dacă sunt îndeplinite cumulativ:

- există justificare tehnică;
- există avizare expresă;
- există termen clar de integrare MS3;
- exploatarea provizorie este sigură;
- sunt definite responsabilitățile de monitorizare și comandă.

Configurații neacceptate ca soluție definitivă:

Situație	Regim
OLTC + MS0	interzis
OLTC + MS1	interzis
OLTC + MS2	interzis
OLTC fără SCADA	interzis ca soluție definitivă
OLTC fără listă de semnale/comenzi	interzis la recepție

17.6.5. OLTC pe clase mici

Transformatorul OLTC este interzis pentru L1.

Pentru L2, OLTC este admis numai condiționat special.

Clasă	Regim OLTC
L1	interzis
L2	condiționat special
M1	admis cu MS3
M2	admis cu MS3
H1	admis cu MS3 minim; MS4 recomandat/standard pentru H1

17.7. Configurații interzise sau condiționate privind TDRI**17.7.1. TDRI exprimat în A**

Se utilizează coduri exprimate în amperi:

- TDRI-250A;
- TDRI-400A;
- TDRI-1000A;

- d) TDRI-1600A;
- e) TDRI-2500A;
- f) TDRI-3200A;
- g) TDRI-4000A;
- h) TDRI-5000A;
- i) alte clase validate prin proiect.

17.7.2. TDRI subdimensionat

TDRI subdimensionat față de curentul nominal al transformatorului este interzis.

Se consideră subdimensionare dacă:

- a) curentul nominal al TDRI este mai mic decât curentul transformatorului;
- b) barele nu sunt dimensionate corespunzător;
- c) întreruptorul general nu are capacitate adecvată;
- d) capacitatea de rupere este insuficientă;
- e) încălzirea nu este verificată;
- f) selectivitatea nu este asigurată;
- g) extinderea prevăzută prin proiect nu este luată în calcul.

17.7.3. TDRI fără cerințe minime

Nu se acceptă TDRI fără:

- a) întreruptor general adecvat;
- b) bare JT dimensionate;
- c) bară PE;
- d) protecție la atingere directă;
- e) protecție la atingere indirectă;
- f) protecție mecanică a barelor și conexiunilor;
- g) protecție la deschiderea accidentală;
- h) identificare pleări JT;
- i) documentație tehnică;
- j) schemă monofilară;
- k) reglaje corelate cu transformatorul efectiv instalat.

17.7.4. TDRI pentru H1 fără validare prin proiect

Orice TDRI aferent clasei H1 se validează obligatoriu prin proiect.

Regim: **interzis fără validare**

Se verifică cel puțin:

- a) curent nominal;
- b) curent de scurtcircuit;
- c) bare;
- d) încălzire;
- e) capacitate de rupere;
- f) compartimentare;
- g) acces mentenanță;
- h) integrare MS4;
- i) protecție mecanică;
- j) condiții de exploatare.

17.8. Configurații interzise sau condiționate privind nivelul MS

17.8.1. Utilizarea codurilor MS0–MS4

Se utilizează exclusiv:

- a) MS0;
- b) MS1;
- c) MS2;
- d) MS3;
- e) MS4.

Această regulă elimină confuzia dintre nivelurile de motorizare/SCADA și clasele de putere M1/M2.

17.8.2. M2 fără MS3

PTAB M2 fără nivel minim MS3 este neacceptat ca soluție definitivă.

Se poate accepta numai provizoriu, dacă există:

- justificare tehnică;
- avizare expresă;
- termen de integrare MS3;
- procedură provizorie de exploatare;
- confirmarea că lipsa MS3 nu afectează siguranța.

17.8.3. H1 fără MS4

PTAB H1 fără nivel MS4 este neacceptat ca soluție definitivă, cu excepția unor situații provizorii justificate și avizate expres.

Pentru H1, MS4 este nivelul standard.

H1 fără monitorizările și funcțiile minime aferente MS4 este neconform dacă proiectul nu justifică expres abaterea.

17.8.4. SCADA fără măsuri minime de securitate

Nu se acceptă configurații MS3–MS4 fără:

- listă de semnale;
- listă de comenzi;
- listă de măsuri;
- schemă de comunicații;
- UPS/alimentare auxiliară adecvată;
- protecție împotriva comenzilor neautorizate;
- interblocări;
- procedură local/distanță;
- măsuri de cybersecurity conform cerințelor beneficiarului;
- documentație de integrare.

17.9. Configurații interzise privind accesul interior

Pentru orice configurație AI, sunt interzise următoarele situații:

Situație	Regim
AI fără iluminat interior	interzis
AI fără marcaje de securitate	interzis
AI fără marcaje de exploatare	interzis
AI fără culoar/spațiu de exploatare	interzis
AI fără protecții mecanice bare/conexiuni	interzis
AI cu părți active accesibile accidental	interzis
AI fără protecție la deschiderea compartimentelor cu risc	interzis
AI fără verificare ventilație	interzis
AI fără analiză de evacuare/intervenție, unde este cazul	interzis
AI fără acces mentenanță la echipamentele principale	interzis

Regula principală:

Dacă operatorul intră în anvelopă, configurația trebuie tratată ca spațiu tehnic de exploatare, nu ca simplă cutie de echipamente.

17.10. Configurații interzise privind protecția electrică și dielectrică

Sunt interzise următoarele situații:

- a) PTAB fără protecție la atingere directă;
- b) PTAB fără protecție la atingere indirectă;
- c) PTAB fără sistem de legare echipotențială;
- d) PTAB fără bară PE;
- e) PTAB cu elemente metalice accesibile nelegate echipotențial;
- f) PTAB fără separare MT/JT;
- g) PTAB cu distanțe dielectrice insuficiente;
- h) PTAB cu materiale electroizolante sub CTI minim;
- i) PTAB cu bare sau conexiuni neprotejate mecanic;
- j) PTAB AI cu părți active accesibile accidental;
- k) PTAB semiîngropat/subteran fără protecție împotriva infiltrațiilor;
- l) PTAB cu transformator uscat M1–H1 fără măsuri anti-condens;
- m) TDRI de curent mare fără verificare termică și dielectrică.

17.11. Configurații interzise privind protecția la arc intern

Pentru M1–H1, lipsa protecției la arc intern sau a unei soluții constructive echivalente este interzisă.

Regim: **interzis**

Se acceptă numai soluții care prevăd:

- a) protecție la arc intern conform echipamentelor și proiectului;
- b) compartimentare adecvată;
- c) evacuare/control al gazelor și presiunii, dacă este cazul;
- d) uși/capace compatibile cu protecția la arc;
- e) marcarea zonelor de risc;
- f) interblocări, dacă sunt necesare;
- g) documente de conformitate.

Nu se acceptă modificări constructive care reduc protecția la arc intern fără revalidare tehnică.

17.12. Configurații interzise privind protecția la incendiu

Sunt interzise următoarele situații:

- a) PTAB subteran cu transformator în ulei fără retenție ulei;
- b) PTAB subteran cu transformator în ulei fără ventilație calculată;
- c) PTAB subteran cu transformator în ulei fără detecție/protecție la incendiu, dacă proiectul o impune;
- d) PTAB subteran fără posibilitate de evacuare fum/gaze, acolo unde este necesar;
- e) PTAB cu rosturi netratate acolo unde este necesară rezistență la foc;
- f) PTAB cu treceri de cabluri neprotejate împotriva propagării focului, dacă proiectul o impune;
- g) PTAB M2–H1 fără verificarea protecției la incendiu;
- h) PTAB pentru infrastructură critică fără măsuri de monitorizare incendiu, dacă acestea sunt impuse de proiect.

17.13. Configurații interzise privind securitatea fizică

Sunt interzise următoarele situații:

- a) PTAB fără închideri securizate;
- b) PTAB cu compartimente MT/JT care se pot deschide accidental;
- c) PTAB fără semnalizare de pericol electric;
- d) PTAB fără marcaje ale zonelor periculoase;
- e) PTAB cu grile care permit accesul neautorizat la zone periculoase;
- f) PTAB cu capace/trape nesecurizate în zone publice;
- g) PTAB H1 fără control acces sau soluție echivalentă justificată;
- h) PTAB MS4 fără monitorizare acces, dacă aceasta este prevăzută prin proiect;
- i) PTAB cu echipamente SCADA accesibile neautorizat;
- j) PTAB cu elemente metalice accesibile fără legare echipotențială.

17.14. Configurații interzise privind mentenanța și exploatarea

Sunt interzise următoarele situații:

- a) PTAB care nu permite accesul sigur la compartimentul MT;
- b) PTAB care nu permite accesul sigur la TDRI;
- c) PTAB care nu permite accesul la transformator pentru verificare;
- d) PTAB care nu permite înlocuirea transformatorului fără demolare;
- e) PTAB fără metodă de extracție a transformatorului pentru M2–H1;
- f) PTAB subteran fără acces sigur de intervenție;
- g) PTAB AI fără posibilitate de evacuare în siguranță a operatorului;
- h) PTAB fără acces la sistemul de ventilație;
- i) PTAB cu transformator în ulei fără acces la sistemul de retenție;
- j) PTAB cu transformator uscat fără acces pentru verificarea depunerilor/condensului;
- k) PTAB MS3–MS4 fără proceduri de comandă locală/distanță;
- l) PTAB fără instrucțiuni de mentenanță.

17.15. Configurații interzise privind finisajele și durabilitatea

Sunt interzise sau neacceptate la recepție următoarele situații:

- a) PTAB fără finisaj exterior;
- b) PTAB L2–H1 fără finisaj interior;
- c) PTAB AI fără finisaj interior adecvat exploatării;
- d) elemente metalice fără protecție anticorozivă;
- e) finisaje exterioare fără protecție UV;
- f) lipsa hidrofobizării acolo unde este obligatorie;
- g) lipsa protecției anti-graffiti acolo unde este impusă prin proiect;
- h) utilizarea unei clase de coroziune inferioare mediului de expunere;
- i) marcaje aplicate pe finisaje incompatibile;
- j) finisaje care împiedică lizibilitatea marcajelor;
- k) lipsa documentației sistemului de finisaj.

17.16. Configurații interzise privind documentația

Nu se acceptă la ofertare, avizare sau recepție configurații fără documentația minimă obligatorie.

Documentația minimă include:

- a) cod complet PTAB;
- b) fișă tehnică anvelopă;
- c) fișă tehnică transformator;
- d) fișă tehnică TDRI;
- e) schemă monofilară MT/JT;
- f) schemă de legare la pământ;
- g) schemă de legare echipotențială;
- h) plan de acces și mentenanță;
- i) soluție de ventilație;
- j) soluție de control condens, dacă este cazul;
- k) soluție de retenție ulei, dacă este cazul;
- l) soluție de protecție la incendiu, dacă este cazul;
- m) soluție de protecție la arc intern, dacă este cazul;
- n) documentație MS/SCADA pentru MS2–MS4;
- o) listă de semnale/comenzi/măsurii pentru MS2–MS4;
- p) instrucțiuni de exploatare și mentenanță;
- q) matrice de conformitate.

Lipsa matricei de conformitate constituie motiv de respingere la ofertare sau recepție.

17.17. Configurații optionale justificate

Următoarele configurații sunt permise, dar nu sunt soluții standard principale.

Ele trebuie justificate prin proiect:

Configurație	Regim	Justificare minimă
PTAB L1	opțional justificat	se justifică alegerea PTAB față de PTA/PT compact
PTAB L2 AI	opțional justificat	acces interior necesar pentru exploatare, SCADA, mentenanță sau amplasament
PTAB L2 MD	standard extins / justificat	echipare extinsă sau necesar de modularitate
PTAB M1 AE	admis	se verifică exploatarea sigură din exterior
PTAB M1 cu TDRI-630A	opțional	admis pentru 400 kVA fără rezervă majoră
PTAB M1 cu OLTC	admis condiționat	MS3 minim, acces și mentenanță adecvate
PTAB L2 cu transformator uscat	opțional / recomandat	ventilație și control condens după caz
PTAB L2 cu OLTC	condiționat special	necesar real de reglaj și MS3
PTAB M1 subteran	condiționat	verificare SB completă
PTAB H1 suprateran	condiționat special	amplasament industrial/tehnic și avizare expresă

17.18. Configurații conditionate standardizate

Următoarele configurații pot fi acceptate ca soluții condiționate standardizate dacă documentația demonstrează respectarea condițiilor minime:

Configurație	Condiții minime
PTAB subteran cu transformator în ulei	retenție, ventilație calculată, incendiu, evacuare fum/gaze, acces intervenție, avizare
PTAB M2 cu transformator în ulei	retenție, ventilație, protecție incendiu, monitorizare, acces
PTAB H1 cu transformator în ulei	condiții M2 + avizare expresă + analiză de risc
PTAB H1 suprateran	amplasament tehnic/industrial, justificare, protecție fizică, avizare
PTAB H1 monobloc	verificare transport, structură, gabarit, mentenanță, avizare
PTAB L2 AI	iluminat, marcaje, culoar, protecții, justificare
PTAB M2 AE	exploatare sigură din exterior, mentenanță, protecții, avizare
TDRI peste 5000A	validare specială prin proiect
MS sub nivelul standard, provizoriu	avizare expresă și termen de integrare
OLTC provizoriu sub MS3	numai pe termen limitat, avizat și cu proceduri de exploatare

17.19. Configurații neacceptate fără avizare expresă

Următoarele configurații nu se acceptă fără avizare expresă a beneficiarului/operatorului:

- H1 suprateran;
- H1 monobloc;
- H1 cu transformator în ulei;
- PTAB subteran cu transformator în ulei;
- L2 cu OLTC;
- M2 cu acces exterior;
- TDRI peste 5000A;
- soluții provizorii sub nivelul minim MS;
- configurații care se abat de la codificarea standard;
- soluții speciale pentru infrastructură critică;

- k) configurații în care echipamentele nu se încadrează în gabaritele standard;
- l) configurații care necesită derogări de la regulile de acces, ventilație, incendiu sau mentenanță.

17.20. Reguli de analiză a configurațiilor condiționate

Pentru orice configurație condiționată, documentația trebuie să includă cel puțin:

- a) descrierea abaterii față de configurația standard;
- b) motivul tehnic al alegerii;
- c) analiza riscurilor;
- d) justificarea accesului și mentenanței;
- e) verificarea ventilației;
- f) verificarea controlului condensului;
- g) verificarea retenției uleiului, dacă este cazul;
- h) verificarea protecției la incendiu;
- i) verificarea protecției la arc intern;
- j) verificarea securității fizice;
- k) verificarea TDRI;
- l) justificarea nivelului MS;
- m) schema de exploatare;
- n) documentele de conformitate;
- o) avizarea beneficiarului/operatorului, dacă este cerută.

17.21. Regula de prevalență a cerinței mai restrictive

Dacă o configurație intră simultan în mai multe categorii, se aplică regimul cel mai restrictiv.

Exemple:

Situație	Regim aplicabil
H1 suprateran cu transformator în ulei	condiționat special, cu avizare expresă
H1 subteran cu transformator în ulei	condiționat special, cu măsuri suplimentare și avizare expresă
L2 AI cu transformator uscat	opțional justificat + control condens dacă există risc
M1 AI cu OLTC	admis numai cu MS3 minim și cerințe AI
M2 subteran cu transformator în ulei	condiționat special, nu simplu condiționat
TDRI supradimensionat pentru dezvoltare	admis numai cu reglaje adaptate transformatorului instalat
MS sub nivel minim, provizoriu	neacceptat ca soluție definitivă; admis numai avizat și temporar

17.22. Matrice de respingere rapidă

O configurație se respinge direct dacă se constată oricare dintre următoarele situații:

Nr. crt.	Motiv de respingere
1	H1 cu acces exterior
2	OLTC fără MS3 minim
3	TDRI exprimat exclusiv în kVA
4	cod SCADA M0–M4 în loc de MS0–MS4
5	transformator în ulei fără retenție ulei
6	transformator uscat M1–H1 fără control condens
7	M1–H1 fără protecție la arc intern sau soluție echivalentă
8	AI fără iluminat interior
9	AI fără marcaje de securitate
10	AI fără culoar de exploatare

11	bare/conexiuni fără protecție mecanică
12	compartimente cu risc fără protecție la deschiderea accidentală
13	lipsa bară PE
14	lipsa legare echipotențială
15	lipsa protecției la atingere directă/indirectă
16	lipsa etanșării cablurilor
17	lipsa marcajelor de pericol electric
18	imposibilitatea înlocuirii transformatorului fără demolare
19	lipsa documentației tehnice minime
20	lipsa matricei de conformitate

17.23. Matrice de condiționare rapidă

O configurație poate continua analiza tehnică, dar numai ca soluție condiționată, dacă se constată una dintre următoarele situații:

Nr. crt.	Situație	Documente/condiții necesare
1	PTAB L1 ca anvelopă de beton	justificare față de PTA/PT compact
2	PTAB L2 cu acces interior	justificare AI + cerințe acces interior
3	PTAB M2 cu acces exterior	analiză exploatare/mentenanță
4	PTAB H1 suprateran	justificare amplasament + avizare expresă
5	PTAB H1 monobloc	verificare transport, structură, mentenanță
6	PTAB subteran cu transformator în ulei	retenție, ventilație, incendiu, evacuare fum/gaze
7	M2/H1 cu transformator în ulei	analiză risc + măsuri suplimentare
8	L2 cu OLTC	necesar reglaj + MS3 + avizare
9	M1 subteran	analiză SB completă
10	TDRI peste 5000A	validare specială
11	MS sub nivel minim, provizoriu	termen integrare + avizare expresă
12	soluție diferită de codul standard	matrice de echivalență și conformitate

17.24. Cerințe de avizare pentru configurații condiționate

Pentru configurațiile condiționate, avizarea expresă este obligatorie atunci când configurația implică:

- H1 suprateran;
- H1 monobloc;
- H1 cu transformator în ulei;
- PTAB subteran cu transformator în ulei;
- L2 cu OLTC;
- M2 cu acces exterior;
- nivel MS sub nivelul minim standard;
- TDRI peste 5000A;
- abatere de la structura codului standard;
- abatere de la cerințele de acces interior;
- abatere de la cerințele de protecție la incendiu;
- abatere de la cerințele de mentenanță sau extracție transformator.

Avizarea expresă trebuie să fie documentată și atașată documentației tehnice.

17.25. Cerințe minime pentru soluții provizorii

Soluțiile provizorii nu pot elimina cerințele de siguranță.

Pot fi provizorii numai:

- a) nivelul MS sub nivelul final;
- b) integrarea SCADA incompletă;
- c) unele semnale sau comunicații nefinalizate;
- d) automatizarea neintegrată complet;
- e) unele funcții de monitorizare, dacă nu afectează siguranța imediată.

Nu pot fi provizorii:

- a) lipsa retenției uleiului;
- b) lipsa protecției la atingere;
- c) lipsa legării echipotențiale;
- d) lipsa barei PE;
- e) lipsa protecției la deschiderea accidentală;
- f) lipsa iluminatului pentru AI;
- g) lipsa protecției la arc intern pentru M1–H1;
- h) lipsa controlului condensului pentru transformator uscat M1–H1;
- i) TDRI subdimensionat;
- j) imposibilitatea intervenției în siguranță.

17.26. Documentarea configurațiilor interzise/ condiționate în matricea de conformitate

Matricea de conformitate trebuie să includă o secțiune specială pentru verificarea configurațiilor interzise sau condiționate.

Model minimal:

Nr. crt.	Verificare	Da / Nu / Nu se aplică	Regim	Document justificativ
1	Configurația este H1 cu acces exterior?		interzis	
2	Configurația este H1 supraterană?		condiționat special	
3	Configurația este subterană cu transformator în ulei?		condiționat special	
4	Transformatorul în ulei are retenție?		obligatoriu	
5	Transformatorul uscat are control condens?		obligatoriu după caz	
6	Există OLTC?		MS3 minim	
7	Nivelul MS este corespunzător clasei?		obligatoriu	
8	TDRI este exprimat în amperi?		obligatoriu	
9	Există protecție arc intern M1–H1?		obligatoriu	
10	Există iluminat pentru AI?		obligatoriu	
11	Există marcaje pentru AI?		obligatoriu	
12	Există protecții mecanice bare/conexiuni?		obligatoriu	
13	Transformatorul se poate extrage fără demolare?		obligatoriu	
14	Există avizare expresă pentru configurația condiționată?		obligatoriu după caz	

17.27. Concluzie privind configurațiile interzise sau condiționate

Configurațiile interzise sau condiționate reprezintă mecanismul de control al riscurilor tehnice ale catalogului.

Regula principală este:

Nu se acceptă configurații care reduc siguranța, mentenanța, protecția la incendiu, protecția dielectrică, protecția la arc intern, retenția uleiului, controlul condensului, accesul operatorului sau integrarea minimă MS sub nivelul cerut de clasă și de echipamente.

Prin aplicarea prezentului capitol se urmărește:

- a) eliminarea configurațiilor periculoase;
- b) evitarea interpretărilor neunitare;
- c) clarificarea soluțiilor care necesită avizare expresă;
- d) prevenirea confuziilor între codurile de putere și codurile MS;
- e) evitarea confuziei dintre kVA și amperi la TDRI;
- f) protejarea personalului de exploatare;
- g) protejarea echipamentelor;
- h) prevenirea incendiilor și a defectelor de izolație;
- i) asigurarea mentenanței pe durata de viață;
- j) creșterea calității documentațiilor de achiziție, ofertare, execuție și recepție.

18. Avantaje ale utilizării catalogului

Utilizarea prezentului catalog asigură o abordare unitară pentru definirea, proiectarea, achiziția, execuția, recepția, exploatarea și mentenanța posturilor de transformare în anvelopă de beton – **PTAB**.

Catalogul nu are doar rol de listă de coduri sau configurații, ci reprezintă un instrument tehnic de standardizare, verificare, comparare și control al calității soluțiilor PTAB.

Prin aplicarea catalogului se urmărește reducerea variațiilor necontrolate între soluții, creșterea siguranței în exploatare, îmbunătățirea mentenanței, clarificarea cerințelor tehnice și crearea unei baze comune de lucru între beneficiar, proiectant, furnizor, executant și personalul de exploatare.

18.1. Avantaje generale

Utilizarea catalogului permite:

- a) definirea unitară a configurațiilor PTAB;
- b) utilizarea unui sistem clar de codificare;
- c) reducerea interpretărilor diferite între proiectanți, furnizori și beneficiari;
- d) corelarea anvelopei cu transformatorul, TDRI, accesul, amplasarea și nivelul MS;
- e) diferențierea clară între configurații standard, opționale, condiționate și interzise;
- f) reducerea riscurilor tehnice generate de soluții incomplete sau necorelate;
- g) creșterea calității documentațiilor de proiectare și achiziție;
- h) facilitarea verificării ofertelor;
- i) îmbunătățirea recepției tehnice;
- j) creșterea predictibilității în exploatare și mentenanță.

Regula principală este:

Catalogul transformă alegerea PTAB dintr-o descriere generică într-o configurație tehnică verificabilă, codificată și comparabilă.

18.2. Avantaje pentru beneficiar / operatorul de distribuție

Pentru beneficiar sau operatorul de distribuție, catalogul oferă o bază tehnică unitară pentru toate etapele de viață ale PTAB.

Avantajele principale sunt:

- a) standardizarea cerințelor tehnice;
- b) reducerea numărului de soluții atipice;
- c) creșterea interoperabilității între furnizori;
- d) facilitarea elaborării caietelor de sarcini;

- e) reducerea riscului de ofertare a unor soluții incomplete;
- f) verificarea mai rapidă a conformității tehnice;
- g) introducerea unei terminologii comune;
- h) controlul mai bun al costurilor;
- i) planificarea mai ușoară a mentenanței;
- j) reducerea riscului de indisponibilitate a echipamentelor;
- k) creșterea siguranței personalului;
- l) creșterea trasabilității deciziilor tehnice.

Catalogul permite beneficiarului să ceară nu doar „un PTAB de 630 kVA”, ci o configurație clară, de exemplu: **PTAB-M1-AI-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS3**

Această codificare indică exact clasa, accesul, construcția, amplasarea, transformatorul, TDRI și nivelul MS.

18.3. Avantaje pentru proiectare

Pentru proiectant, catalogul oferă un cadru de selecție și verificare a configurațiilor PTAB.

Avantajele pentru proiectare sunt:

- a) alegerea rapidă a clasei PTAB;
- b) corelarea puterii transformatorului cu TDRI exprimat în amperi;
- c) alegerea corectă a accesului – AE sau AI;
- d) stabilirea tipului constructiv – MB sau MD;
- e) alegerea amplasării – ST, SI sau SB;
- f) corelarea transformatorului cu anvelopa;
- g) stabilirea nivelului minim MS;
- h) identificarea configurațiilor condiționate;
- i) evitarea configurațiilor interzise;
- j) integrarea cerințelor de mentenanță încă din faza de proiectare;
- k) verificarea ventilației, condensului, retenției de ulei și protecției la incendiu;
- l) documentarea mai clară a soluției tehnice.

Catalogul ajută proiectantul să evite situații în care echipamentele încap fizic într-o anvelopă, dar nu pot fi exploatate, întreținute, ventilate sau înlocuite în siguranță.

18.4. Avantaje pentru achiziții și ofertare

Catalogul crește comparabilitatea ofertelor tehnice.

Fără catalog, ofertanții pot propune soluții diferite sub aceeași denumire generică.

Prin utilizarea codului standard, toate ofertele trebuie să răspundă aceleiași configurații tehnice.

Avantaje pentru achiziție:

- a) cerințe tehnice clare în caietele de sarcini;
- b) reducerea ofertelor necomparabile;
- c) reducerea interpretărilor comerciale neunitare;
- d) verificarea rapidă a corespondenței între cod și echipare;
- e) impunerea TDRI în amperi, nu în kVA;
- f) impunerea nivelurilor MS0–MS4;
- g) identificarea clară a configurațiilor condiționate;
- h) respingerea ofertelor incomplete;
- i) reducerea riscului de subdimensionare;
- j) creșterea transparenței evaluării tehnice.

Exemplu:

Două oferte pentru „PTAB 630 kVA” pot fi foarte diferite.

Două oferte pentru **PTAB-M1-AI-MD-ST-U20-TDRI-1000A-MS3** trebuie să fie comparabile tehnic.

18.5. Avantaje pentru execuție și montaj

Pentru executant, catalogul clarifică cerințele constructive și funcționale care trebuie respectate la montaj.

Avantajele sunt:

- a) reducerea neclarităților privind echiparea;
- b) identificarea rapidă a compartimentelor necesare;

- c) clarificarea cerințelor pentru acces;
- d) clarificarea cerințelor pentru ventilație;
- e) clarificarea cerințelor pentru retenția uleiului;
- f) clarificarea cerințelor pentru controlul condensului;
- g) clarificarea cerințelor pentru protecțiile mecanice;
- h) clarificarea cerințelor privind marcajele;
- i) verificarea compatibilității TDRI cu transformatorul;
- j) reducerea riscului de modificări în șantier;
- k) simplificarea recepției lucrărilor.

Catalogul reduce situațiile în care soluțiile se corectează târziu, după livrare sau montaj, când costurile de remediere sunt mai mari.

18.6. Avantaje pentru exploatare

Pentru personalul de exploatare, catalogul oferă configurații previzibile, ușor de identificat și ușor de corelat cu procedurile interne.

Avantajele sunt:

- a) identificarea rapidă a tipului PTAB după cod;
- b) cunoașterea modului de acces;
- c) cunoașterea nivelului MS;
- d) identificarea rapidă a TDRI;
- e) identificarea tipului de transformator;
- f) cunoașterea cerințelor minime de siguranță;
- g) acces mai bun la echipamente;
- h) reducerea riscurilor la intervenții;
- i) marcaje mai clare;
- j) protecții mecanice obligatorii;
- k) reducerea riscului de deschidere accidentală;
- l) integrare mai bună cu SCADA, acolo unde este cazul.

Prin standardizare, personalul de exploatare nu trebuie să reînvete de la zero fiecare soluție livrată de fiecare furnizor.

18.7. Avantaje pentru mentenanță

Catalogul tratează mentenanța ca element obligatoriu al configurației PTAB.

Avantajele pentru mentenanță sunt:

- a) acces mai bun la compartimente;
- b) acces clar la TDRI;
- c) acces clar la celulele MT;
- d) acces clar la transformator;
- e) posibilitatea de înlocuire a transformatorului fără demolare;
- f) verificarea sistemului de ventilație;
- g) verificarea sistemului de retenție ulei;
- h) verificarea controlului condensului;
- i) verificarea echipamentelor MS/SCADA;
- j) existența instrucțiunilor de exploatare și mentenanță;
- k) existența unei matrice de conformitate;
- l) reducerea timpilor de intervenție.

Un avantaj esențial este eliminarea configurațiilor în care echipamentul este instalat, dar nu poate fi întreținut corespunzător.

18.8. Avantaje privind siguranța personalului

Prin introducerea parametrilor comuni obligatorii, catalogul crește nivelul de siguranță pentru personalul de exploatare și mentenanță.

Avantaje:

- a) protecție obligatorie la atingere directă;
- b) protecție obligatorie la atingere indirectă;
- c) sistem obligatoriu de legare echipotențială;

- d) bară PE obligatorie;
- e) protecții mecanice obligatorii pentru bare și conexiuni;
- f) protecție la deschiderea accidentală a compartimentelor;
- g) marcaje obligatorii de securitate;
- h) iluminat obligatoriu pentru acces interior;
- i) culoar de exploatare obligatoriu pentru acces interior;
- j) protecție la arc intern pentru M1–H1;
- k) reguli clare pentru subteran și transformatoare în ulei;
- l) reguli clare pentru intervenții și mentenanță.

Catalogul reduce riscul ca siguranța să fie tratată ca opțiune comercială.

18.9. Avantaje privind protecția la incendiu

Catalogul introduce reguli clare pentru situațiile cu risc ridicat de incendiu, în special:

- a) transformatoare în ulei;
- b) PTAB subterane;
- c) PTAB semiîngropate;
- d) M2–H1;
- e) infrastructură critică;
- f) configurații cu acces interior;
- g) configurații cu ventilație forțată;
- h) configurații cu transformator OLTC.

Avantaje:

- a) retenție ulei obligatorie pentru transformatoare în ulei;
- b) tratarea subteranului cu ulei ca soluție condiționată special;
- c) detecție/protecție incendiu acolo unde proiectul o impune;
- d) evacuare fum/gaze pentru soluțiile cu risc;
- e) tratarea rosturilor și trecerilor;
- f) integrarea alarmelor în MS/SCADA pentru configurațiile relevante;
- g) reducerea riscului de propagare a incendiului;
- h) clarificarea condițiilor de avizare.

18.10. Avantaje privind protecția dielectrică

Catalogul stabilește parametri dielectrice standard, ceea ce reduce riscul de defecte de izolație.

Avantaje:

- a) nivel de izolație MT standardizat;
- b) distanțe dielectrice verificate;
- c) distanțe de fugă conforme;
- d) CTI minim pentru materiale electroizolante;
- e) bariere izolante obligatorii unde este necesar;
- f) separare MT/JT obligatorie;
- g) control condens pentru configurațiile cu risc;
- h) protecție împotriva depunerilor conductive;
- i) cerințe speciale pentru transformatoare uscate;
- j) verificare suplimentară pentru PTAB subterane și semiîngropate.

Catalogul reduce riscul ca umiditatea, praful sau condensul să fie ignorate în configurații unde acestea pot afecta decisiv durata de viață a echipamentelor.

18.11. Avantaje privind TDRI

Un avantaj major al catalogului este redefinirea TDRI după **curent nominal**, nu după puterea transformatorului.

Această modificare are următoarele avantaje:

- a) elimină confuzia între kVA și A;
- b) permite dimensionarea reală a tabloului JT;
- c) permite utilizarea întreruptoarelor reglabile;
- d) permite standardizarea pe clase de curent;
- e) facilitează dezvoltarea ulterioară;

- f) reduce riscul de subdimensionare;
- g) corelează TDRI cu barele și întreruptorul general;
- h) îmbunătățește selectivitatea protecțiilor;
- i) clarifică documentația de achiziție;
- j) permite verificarea rapidă a compatibilității cu transformatorul.

Regula centrală devine:

TDRI nu se identifică prin kVA, ci prin curentul nominal exprimat în amperi.

18.12. Avantaje privind nivelurile MS

Avantaje:

- a) codificare neambiguă;
- b) separare clară între putere și automatizare;
- c) integrare mai clară în documentații;
- d) reducerea erorilor de interpretare;
- e) corelarea nivelului MS cu rolul PTAB în rețea;
- f) stabilirea clară a cerințelor pentru SCADA;
- g) impunerea MS3 pentru OLTC;
- h) impunerea MS4 pentru H1;
- i) integrare mai bună cu DMS/OMS și Smart Grid;
- j) creșterea securității operaționale.

18.13. Avantaje privind interoperabilitatea

Catalogul permite utilizarea de soluții de la furnizori diferiți, dar încadrate într-o structură comună.

Avantaje:

- a) furnizorii pot propune soluții echivalente;
- b) beneficiarul poate compara soluțiile pe aceleași criterii;
- c) proiectanții pot lucra cu aceleași coduri;
- d) executanții pot interpreta uniform cerințele;
- e) recepția tehnică devine mai clară;
- f) piesele și procedurile pot fi standardizate;
- g) instruirea personalului devine mai simplă;
- h) se reduce dependența de o soluție comercială unică;
- i) se pot crea biblioteci de soluții-tip;
- j) se facilitează digitalizarea evidenței PTAB.

Catalogul nu blochează concurența, ci o face comparabilă.

18.14. Avantaje privind costurile

Standardizarea poate reduce costurile directe și indirecte.

Avantaje economice:

- a) reducerea costurilor de proiectare repetitivă;
- b) reducerea costurilor de analiză tehnică;
- c) reducerea costurilor de achiziție prin comparabilitate;
- d) reducerea costurilor de stocare a pieselor;
- e) reducerea costurilor de mentenanță;
- f) reducerea costurilor de intervenție;
- g) reducerea costurilor generate de soluții neconforme;
- h) reducerea modificărilor în șantier;
- i) reducerea riscului de respingere la recepție;
- j) reducerea timpilor de indisponibilitate.

Catalogul nu urmărește alegerea celei mai ieftine soluții inițiale, ci alegerea soluției cu raport optim între cost, siguranță, durabilitate și mentenanță.

18.15. Avantaje privind recepția tehnică

Catalogul permite o recepție tehnică mai clară și mai obiectivă.

Avantaje:

- a) existența unui cod complet PTAB;
- b) existența parametrilor comuni obligatorii;
- c) verificarea TDRI în amperi;
- d) verificarea nivelului MS;
- e) verificarea accesului;
- f) verificarea protecțiilor mecanice;
- g) verificarea iluminatului pentru AI;
- h) verificarea retenției de ulei;
- i) verificarea controlului condensului;
- j) verificarea documentației SCADA;
- k) verificarea matricii de conformitate;
- l) identificarea rapidă a configurațiilor interzise sau condiționate.

Recepția nu se mai bazează doar pe verificarea fizică a echipamentelor, ci pe conformitatea cu o structură tehnică completă.

18.16. Avantaje privind documentația tehnică

Catalogul obligă la documentarea completă a configurației PTAB.

Avantaje:

- a) cod complet în documentație;
- b) fișe tehnice clare;
- c) scheme monofilare coerente;
- d) listă de semnale pentru MS2–MS4;
- e) documentație SCADA pentru MS3–MS4;
- f) plan de acces și mentenanță;
- g) soluție de ventilație;
- h) soluție de control condens;
- i) soluție de retenție ulei;
- j) soluție de protecție la incendiu;
- k) soluție de protecție la arc intern;
- l) matrice de conformitate;
- m) trasabilitate pentru deciziile tehnice.

Documentația devine verificabilă, nu doar descriptivă.

18.17. Avantaje privind configurațiile condiționate

Catalogul nu interzice orice abatere, dar obligă la justificarea ei.

Avantaje:

- a) soluțiile speciale pot fi acceptate controlat;
- b) se evită blocarea unor situații tehnice reale;
- c) se impune justificare tehnică;
- d) se impune avizare expresă când riscul este ridicat;
- e) se impun măsuri suplimentare de siguranță;
- f) se evită transformarea excepțiilor în reguli;
- g) se creează trasabilitate pentru derogări;
- h) se reduce riscul de soluții netestate sau nefundamentate.

Exemple de configurații tratate corect ca excepții:

- a) H1 suprateran;
- b) H1 monobloc;
- c) PTAB subteran cu transformator în ulei;
- d) L2 cu acces interior;
- e) L2 cu OLTC;
- f) M2 cu acces exterior;
- g) TDRI peste 5000A.

18.18. Avantaje privind digitalizarea și evidența activelor

Codificarea standard PTAB permite integrarea configurațiilor în sisteme digitale de evidență a activelor.

Avantaje:

- a) identificare rapidă în baze de date;
- b) filtrare după clasă de putere;
- c) filtrare după TDRI;
- d) filtrare după nivel MS;
- e) filtrare după tip transformator;
- f) evidență clară a configurațiilor condiționate;
- g) corelare cu mentenanța;
- h) corelare cu istoricul intervențiilor;
- i) corelare cu SCADA;
- j) corelare cu planurile de investiții;
- k) standardizare pentru raportări interne;
- l) posibilitatea construirii unei biblioteci digitale PTAB.

Exemplu de informație digitalizabilă: **PTAB-M2-AI-MD-SI-US20-TDRI-2500A-MS3** permite identificarea imediată a clasei, accesului, amplasării, transformatorului, TDRI și nivelului de automatizare.

18.19. Avantaje privind instruirea personalului

Catalogul poate fi utilizat ca bază pentru instruirea personalului tehnic.

Avantaje:

- a) terminologie comună;
- b) codificare clară;
- c) identificarea rapidă a configurațiilor;
- d) reguli clare pentru acces;
- e) reguli clare pentru TDRI;
- f) reguli clare pentru MS;
- g) reguli clare pentru transformatoare;
- h) reguli clare pentru configurații interzise;
- i) reguli clare pentru mentenanță;
- j) reducerea dependenței de experiența individuală;
- k) uniformizarea procedurilor de exploatare.

Personalul poate învăța nu doar denumirea echipamentelor, ci logica tehnică a configurațiilor.

18.20. Avantaje privind durabilitatea și durata de viață

Catalogul contribuie la creșterea duratei de viață a PTAB și echipamentelor prin impunerea unor cerințe privind:

- a) finisajele;
- b) protecția UV;
- c) hidrofobizarea;
- d) protecția anticorozivă;
- e) controlul condensului;
- f) ventilația;
- g) protecția împotriva infiltrațiilor;
- h) protecția împotriva depunerilor conductive;
- i) mentenanța periodică;
- j) protecția la incendiu;
- k) accesul la echipamente.

O configurație durabilă nu este doar o anvelopă solidă, ci o soluție care poate fi ventilată, verificată, curățată, întreținută și reparată.

18.21. Avantaje privind protecția mediului

Catalogul contribuie indirect și la protecția mediului.

Avantaje:

- a) retenție obligatorie pentru transformatoarele în ulei;
- b) tratarea subteranului cu ulei ca soluție condiționată special;
- c) reducerea riscului de scurgeri necontrolate;
- d) verificarea protecției împotriva infiltrațiilor;
- e) creșterea duratei de viață a echipamentelor;
- f) reducerea înlocuirilor premature;
- g) reducerea intervențiilor de urgență;
- h) alegerea transformatoarelor uscate pentru amplasamente sensibile;
- i) reducerea riscurilor de incendiu;
- j) documentarea soluțiilor de retenție și intervenție.

18.22. Avantaje privind calitatea ofertelor

Prin utilizarea catalogului, ofertanții trebuie să răspundă unor cerințe tehnice clare.

Avantaje:

- a) ofertele devin mai complete;
- b) ofertele devin mai comparabile;
- c) se reduc omisiunile tehnice;
- d) se reduc interpretările favorabile ofertantului;
- e) se impune declararea TDRI în amperi;
- f) se impune declararea nivelului MS;
- g) se impune matrice de conformitate;
- h) se pot identifica rapid abaterile;
- i) se poate cere justificarea configurațiilor condiționate;
- j) se reduce riscul de livrare a unor soluții subdimensionate.

18.23. Avantaje privind managementul riscului

Catalogul funcționează ca instrument de reducere a riscurilor tehnice.

Riscuri reduse prin catalog:

- a) risc de subdimensionare TDRI;
- b) risc de confuzie între M1/M2 și M0-M4;
- c) risc de lipsă SCADA la OLTC;
- d) risc de lipsă retenție ulei;
- e) risc de lipsă control condens;
- f) risc de acces interior nesigur;
- g) risc de lipsă protecție arc intern;
- h) risc de lipsă protecții mecanice;
- i) risc de mentenanță imposibilă;
- j) risc de soluții subterane insuficient protejate;
- k) risc de documentație incompletă;
- l) risc de recepție neclară.

18.24. Avantaje privind dezvoltarea ulterioară a rețelei

Catalogul permite planificarea dezvoltării ulterioare a PTAB și a rețelei.

Avantaje:

- a) anvelopa poate fi dimensionată după puterea maximă a clasei;
- b) TDRI poate fi ales pentru dezvoltare ulterioară;
- c) întreruptorul general poate fi reglabil;
- d) configurațiile modulare permit extindere;
- e) nivelul MS poate fi majorat;
- f) SCADA poate fi integrată progresiv;
- g) documentația poate prevedea rezerve;
- h) mentenanța devine mai previzibilă;
- i) se evită înlocuirea prematură a anvelopei;

j) se reduc costurile de upgrade.

Catalogul permite alegerea unei configurații care răspunde nu doar nevoii imediate, ci și dezvoltării previzibile.

18.25. Avantaje privind standardizarea limbajului tehnic

Catalogul introduce o terminologie standardizată pentru:

- a) clasele PTAB;
- b) acces AE/AI;
- c) construcție MB/MD;
- d) amplasare ST/SI/SB;
- e) transformatoare U/US/OLTC;
- f) TDRI exprimat în amperi;
- g) niveluri MS0–MS4;
- h) configurații standard;
- i) configurații condiționate;
- j) configurații interzise;
- k) parametri comuni obligatorii;
- l) cerințe de mentenanță și exploatare.

Prin standardizarea limbajului, se reduc neînțelegerile și se îmbunătățește colaborarea între toate părțile implicate.

18.26. Avantaje privind auditul și controlul conformității

Catalogul poate fi utilizat ca instrument de audit tehnic.

Avantaje:

- a) verificarea rapidă a codului PTAB;
- b) verificarea încadrării în configurația standard;
- c) identificarea abaterilor;
- d) verificarea documentației obligatorii;
- e) verificarea TDRI;
- f) verificarea nivelului MS;
- g) verificarea parametrilor comuni;
- h) verificarea condițiilor speciale;
- i) verificarea matricei de conformitate;
- j) trasabilitatea avizărilor.

Auditul devine mai simplu deoarece verificarea nu pornește de la descrieri libere, ci de la reguli standardizate.

18.27. Avantaje privind relația cu furnizorii

Catalogul clarifică relația tehnică dintre beneficiar și furnizori.

Avantaje:

- a) furnizorii cunosc cerințele minime;
- b) se reduc discuțiile privind interpretarea cerințelor;
- c) se pot propune soluții echivalente în mod controlat;
- d) abaterile trebuie declarate;
- e) configurațiile condiționate trebuie justificate;
- f) se reduc litigiile tehnice;
- g) se îmbunătățește calitatea ofertelor;
- h) se clarifică responsabilitatea conformității;
- i) se standardizează fișele tehnice;
- j) se simplifică recepția.

Catalogul nu impune un anumit producător, ci impune o performanță minimă verificabilă.

18.28. Avantaje privind actualizarea viitoare a standardului

Catalogul creează o bază structurată care poate fi actualizată.

Avantaje:

- a) codurile pot fi extinse;

- b) clasele TDRI pot fi completate;
- c) nivelurile MS pot fi detaliate;
- d) configurațiile condiționate pot fi transformate în standard, dacă se validează în practică;
- e) configurațiile problematice pot fi eliminate;
- f) se pot adăuga anexe tehnice;
- g) se pot adăuga fișe-tip;
- h) se pot introduce scheme monofilare standard;
- i) se pot introduce cerințe noi de cybersecurity;
- j) se pot integra cerințe Smart Grid;
- k) se poate crea o bibliotecă digitală de configurații.

18.29. Sinteză a avantajelor principale

Domeniu	Avantaj principal
Proiectare	selecție rapidă și coerentă a configurației
Achiziție	oferte comparabile și verificabile
Execuție	cerințe clare pentru montaj
Recepție	verificare obiectivă pe matrice de conformitate
Exploatare	identificare rapidă și reguli unitare
Mentenanță	acces, intervenție și înlocuire mai ușoare
Siguranță	protecții obligatorii și eliminarea configurațiilor periculoase
TDRI	dimensionare după curent, nu după kVA
SCADA/MS	eliminarea confuziei M1/M2 vs M0–M4
Costuri	reducerea soluțiilor atipice și a remedierilor
Durabilitate	protecție mai bună a anvelopei și echipamentelor
Digitalizare	coduri ușor de integrat în baze de date
Control tehnic	reguli clare pentru audit și conformitate

18.30. Concluzie privind avantajele utilizării catalogului

Utilizarea catalogului asigură trecerea de la descrieri generale ale PTAB la configurații standardizate, codificate, verificabile și comparabile.

Regula principală este:

Catalogul crește calitatea tehnică a PTAB prin standardizare, dar păstrează flexibilitatea necesară pentru soluțiile justificate tehnic.

Prin aplicarea catalogului se obțin:

- a) soluții mai sigure;
- b) proiecte mai clare;
- c) achiziții mai transparente;
- d) oferte mai comparabile;
- e) execuții mai controlabile;
- f) recepții mai obiective;
- g) mentenanță mai ușoară;
- h) exploatare mai sigură;
- i) costuri mai predictibile;
- j) durată de viață mai mare;
- k) trasabilitate tehnică mai bună;
- l) integrare mai bună în sistemele moderne de distribuție.

19. Utilizarea în caietele de sarcini

Prezentul catalog se utilizează ca document tehnic de referință pentru întocmirea caietelor de sarcini aferente achiziției, proiectării, furnizării, execuției, montajului, punerii în funcțiune, recepției, exploatarei și mentenanței posturilor de transformare în anvelopă de beton – **PTAB**.

Caietul de sarcini trebuie să transforme cerințele generale ale catalogului într-un set de cerințe tehnice clare, verificabile, nediscriminatorii și proporționale cu obiectul contractului.

Catalogul poate fi utilizat pentru:

- a) contracte de furnizare PTAB;
- b) contracte de furnizare transformatoare, TDRI, celule MT, anvelope sau echipamente auxiliare;
- c) contracte de proiectare;
- d) contracte de lucrări pentru realizarea PTAB;
- e) contracte de proiectare și execuție;
- f) acorduri-cadru;
- g) contracte subsecvente;
- h) achiziții sectoriale pentru operatori din domeniul energiei;
- i) proceduri de modernizare, extindere sau standardizare a PTAB existente.

În cazul entităților contractante din sectorul energiei se aplică, după caz, Legea nr. 99/2016 privind achizițiile sectoriale și normele sale metodologice.

În cazul autorităților contractante care nu intră în sfera achizițiilor sectoriale se aplică, după caz, Legea nr. 98/2016 privind achizițiile publice și normele sale metodologice.

Specificațiile tehnice trebuie să permită accesul egal al operatorilor economici și să nu creeze obstacole nejustificate în calea concurenței; atunci când se face trimitere la standarde, evaluări tehnice, acorduri sau specificații tehnice, trimiterea trebuie însoțită de mențiunea „**sau echivalent**”.

19.1. Principii obligatorii pentru utilizarea catalogului în caietele de sarcini

Caietele de sarcini întocmite pe baza prezentului catalog trebuie să respecte următoarele principii:

- a) nediscriminarea operatorilor economici;
- b) tratamentul egal;
- c) transparența;
- d) proporționalitatea cerințelor;
- e) recunoașterea reciprocă;
- f) asumarea răspunderii;
- g) descrierea precisă și completă a necesității beneficiarului;
- h) formularea cerințelor prin performanțe, funcționalități și parametri tehnici verificabili;
- i) evitarea cerințelor care favorizează un anumit producător, model, marcă, origine sau procedeu;
- j) acceptarea soluțiilor echivalente care îndeplinesc cerințele minime;
- k) corelarea cerințelor tehnice cu obiectul contractului;
- l) corelarea cerințelor tehnice cu valoarea, complexitatea și riscurile contractului;
- m) separarea cerințelor tehnice minime de factorii de evaluare;
- n) separarea cerințelor de calificare de specificațiile tehnice ale produsului/lucrării;
- o) verificabilitatea cerințelor prin documente, încercări, certificate, fișe tehnice, declarații și recepție.

Nu se vor introduce în caietul de sarcini cerințe care descriu indirect un anumit producător sau o anumită soluție comercială, dacă aceeași necesitate tehnică poate fi exprimată prin performanțe, funcții, standarde, parametri, dimensiuni minime/maxime, condiții de exploatare și cerințe de conformitate.

19.2. Regula „sau echivalent”

Orice trimitere la un standard, normativ, acord, sistem de referință tehnic, etichetă, certificare, marcă, produs, procedeu sau soluție tehnică se va formula astfel încât să permită prezentarea de soluții echivalente.

Formulare standard recomandată:

Orice trimitere din prezentul caiet de sarcini la standarde, normative, agremente, procedee, mărci, produse, denumiri comerciale sau soluții tehnice se interpretează ca fiind însoțită de mențiunea „sau echivalent”, cu obligația ofertantului de a demonstra echivalența prin documente tehnice, rapoarte de încercare, certificate, fișe tehnice, declarații de conformitate sau alte mijloace de probă adecvate.

Pentru achizițiile sectoriale, Legea nr. 99/2016 prevede că specificațiile tehnice nu trebuie să indice un producător, origine, procedeu, marcă, brevet, tip sau producție specifică, cu efect de favorizare sau eliminare a unor operatori; excepția este permisă numai când descrierea suficient de precisă nu este posibilă și numai cu mențiunea „sau echivalent”. Aceeași regulă se regăsește și în Legea nr. 98/2016 pentru achizițiile publice.

19.3. Structura minimă a caietului de sarcini PTAB

Un caiet de sarcini întocmit pe baza prezentului catalog trebuie să conțină cel puțin următoarele secțiuni:

Nr. crt.	Secțiune caiet de sarcini	Conținut minim obligatoriu
1	Obiectul achiziției	descrierea PTAB, numărul de bucăți/loturi, natura contractului: furnizare, lucrări, proiectare, proiectare + execuție
2	Context și necesitate	motivul achiziției, amplasamente, integrare în rețea, modernizare/extindere
3	Cod CPV	coduri CPV principale și secundare, stabilite de compartimentul de achiziții
4	Tipul configurației PTAB	cod complet PTAB sau matrice de configurații acceptate
5	Domeniul de aplicare	lucrări/produse/servicii incluse și excluse
6	Legislație și standarde aplicabile	legislație națională, UE, ANRE, standarde SR EN/IEC, normative tehnice, toate cu „sau echivalent”
7	Cerințe tehnice minime	anvelopă, transformator, TDRI, MT, JT, MS/SCADA, acces, mentenanță
8	Configurații interzise/condiționate	reguli de respingere și reguli pentru avizare expresă
9	Cerințe de proiectare	documentații, verificări, calcule, avize, DTAC/PT/DDE, după caz
10	Cerințe de execuție/montaj	transport, manipulare, fundații, racordare, montaj, probe
11	Cerințe de calitate	sistem calitate, conformitate materiale, încercări, trasabilitate
12	Cerințe de mediu	eficiență, retenție ulei, gestionare deșeuri, prevenire poluare
13	Cerințe de securitate și sănătate în muncă	acces, instruire, proceduri de lucru, protecții, intervenție
14	Cerințe de securitate fizică și acces	închideri, senzori, control acces, anti-vandalism
15	Cerințe de cybersecurity	pentru MS2–MS4, SCADA, comunicații, acces logic
16	Documente obligatorii în ofertă	fișe tehnice, scheme, declarații, certificate, matrice conformitate
17	Mostre / prototip / FAT	dacă se solicită, cu criterii clare și nediscriminatorii
18	Recepție și teste	FAT, SAT, PIF, verificări la livrare și la amplasament

19	Garanții	garanție anvelopă, echipamente, transformator, TDRI, finisaje, SCADA
20	Mentenanță și exploatare	instrucțiuni, piese schimb, periodicitate, acces, registru intervenții
21	Livrare și termene	termene, locuri de livrare, condiții de transport/depozitare
22	Instruire personal	instruire pentru exploatare, mentenanță, MS/SCADA
23	Criterii de conformitate tehnică	cerințe minime eliminatorii și matrice de evaluare
24	Condiții de acceptare a echivalenței	documente admise și modul de analiză
25	Anexe	coduri PTAB, tabele TDRI, liste semnale, scheme monofilare, modele de fișe

19.4. Definirea obiectului achiziției

Obiectul achiziției trebuie descris clar, fără ambiguități și fără a restrânge nejustificat concurența.

Formulare recomandată:

Obiectul achiziției îl constituie furnizarea/ proiectarea/ execuția/ montajul/ punerea în funcțiune a unor posturi de transformare în anvelopă de beton – PTAB, în configurațiile standard prevăzute în prezentul caiet de sarcini, conform Catalogului standard PTAB, cu respectarea cerințelor tehnice minime, a standardelor aplicabile și a condițiilor de exploatare ale beneficiarului.

Obiectul trebuie să precizeze:

- a) dacă se achiziționează numai anvelopa;
- b) dacă se achiziționează PTAB complet echipat;
- c) dacă transformatorul este inclus sau exclus;
- d) dacă TDRI este inclus;
- e) dacă celulele MT sunt incluse;
- f) dacă MS/SCADA este inclus;
- g) dacă proiectarea este inclusă;
- h) dacă lucrările civile sunt incluse;
- i) dacă montajul și racordarea sunt incluse;
- j) dacă probele, punerea în funcțiune și integrarea SCADA sunt incluse;
- k) dacă mentenanța sau piesele de schimb sunt incluse;
- l) dacă achiziția se face pe loturi sau pe configurații.

19.5. Coduri CPV orientative

Codurile CPV se stabilesc de compartimentul de achiziții în funcție de obiectul concret al contractului. Pentru PTAB pot fi avute în vedere, orientativ, coduri precum:

Obiect	Cod CPV orientativ (lb. engleză pentru participarea producătorilor din SEE)
Transformatoare	31170000 – Transformers
Transformatoare cu dielectric lichid	31171000 – Liquid dielectric transformers
Lucrări de construcții posturi/stații de transformare	45232220-0 – Substation construction work
Post de transformare / transformer substation	45232221-7 – Transformer substation
Lucrări de instalare electrică transformatoare	45317200-4 – Electrical installation work of transformers

Lucrări de instalare aparataj de distribuție	45317300-5 – Electrical installation work of electrical distribution apparatus
Echipamente pentru stații/posturi	31682540 – Substation equipment

Codurile CPV de mai sus sunt orientative și se vor verifica la momentul întocmirii documentației. Pentru contractele mixte se va stabili codul principal după obiectul principal al contractului și coduri secundare după componentele relevante.

19.6. Legislație și reglementări aplicabile

Caietul de sarcini trebuie să includă o secțiune distinctă privind cadrul legal și tehnic aplicabil.

Lista se va adapta la obiectul concret al contractului și se va actualiza la data inițierii procedurii.

Se vor avea în vedere, după caz:

- a) Legea nr. 99/2016 privind achizițiile sectoriale;
- b) HG nr. 394/2016 privind normele metodologice de aplicare a Legii nr. 99/2016;
- c) Legea nr. 98/2016 privind achizițiile publice, dacă achiziția nu este sectorială;
- d) HG nr. 395/2016 privind normele metodologice de aplicare a Legii nr. 98/2016;
- e) Directivele europene aplicabile achizițiilor publice și sectoriale, inclusiv Directiva 2014/24/UE și Directiva 2014/25/UE;
- f) legislația privind energia electrică și reglementările ANRE aplicabile;
- g) legislația privind autorizarea lucrărilor de construcții, dacă obiectul include proiectare/execuție;
- h) legislația privind calitatea în construcții;
- i) legislația privind securitatea și sănătatea în muncă;
- j) legislația privind protecția mediului;
- k) legislația privind securitatea la incendiu;
- l) legislația privind gestionarea deșeurilor;
- m) legislația privind produsele pentru construcții;
- n) legislația UE privind eficiența energetică/ecodesign pentru transformatoare;
- o) legislația privind compatibilitatea electromagnetică, joasă tensiune și echipamente electrice, în măsura aplicabilă;
- p) legislația privind protecția datelor, securitatea cibernetică și comunicațiile, dacă există integrare SCADA/telecomunicații.

Regulamentul (UE) 2019/1783 modifică Regulamentul (UE) nr. 548/2014 privind cerințele de ecodesign pentru transformatoare, iar caietul de sarcini trebuie să prevadă conformitatea transformatoarelor cu cerințele de eficiență energetică aplicabile la data punerii pe piață sau punerii în funcțiune.

Pentru produse de construcții și elemente prefabricate, caietul de sarcini trebuie să prevadă conformitatea cu regulile armonizate aplicabile produselor pentru construcții.

Regulamentul (UE) 2024/3110 stabilește reguli armonizate pentru comercializarea produselor pentru construcții și abrogă Regulamentul (UE) nr. 305/2011, cu aplicare potrivit dispozițiilor tranzitorii ale acestuia.

19.7. Standardele tehnice în caietul de sarcini

Caietul de sarcini poate utiliza standarde, normative, agremente, prescripții tehnice și specificații tehnice, dar acestea trebuie formulate cu mențiunea „sau echivalent”.

Formulare recomandată:

Echipamentele, materialele, lucrările, încercările și documentațiile vor respecta standardele SR EN/IEC, normativele tehnice, prescripțiile beneficiarului și reglementările aplicabile, în forma în vigoare la data procedurii, sau standarde/soluții echivalente care asigură un nivel cel puțin egal de performanță, siguranță și conformitate.

Lista orientativă de standarde și domenii tehnice:

Domeniu	Standard / referință orientativă
Grad IP	SR EN/IEC 60529 sau echivalent
Celule MT / aparataj MT	SR EN/IEC 62271, seria aplicabilă, sau echivalent
Instalații electrice de putere	SR EN 61936 sau echivalent
Legare la pământ	SR EN 50522 sau echivalent
Transformatoare de putere/distribuție	SR EN/IEC 60076, seria aplicabilă, sau echivalent
Tablouri JT	SR EN/IEC 61439, seria aplicabilă, sau echivalent
Protecție împotriva coroziunii	standarde ISO/SR EN aplicabile, sau echivalent
Beton și prefabricate	standarde SR EN aplicabile betonului, prefabricatelor și produselor pentru construcții, sau echivalent
Încercări și certificate	rapoarte de încercare/certificate emise de organisme competente, sau echivalent
SCADA/telecontrol	protocoale și standarde aprobate de beneficiar, sau echivalent
Cybersecurity	cerințe ale beneficiarului și standarde aplicabile, sau echivalent

Lista de standarde se completează în caietul de sarcini în funcție de obiectul exact al achiziției.

19.8. Utilizarea codului standard PTAB în caietul de sarcini

Caietul de sarcini trebuie să indice configurația solicitată prin cod complet PTAB.

Structura obligatorie:

PTAB-[CLASĂ]-[ACCES]-[CONSTRUCTIE]-[AMPLASARE]-[TRAFO]-[TDRI]-[MS]

Exemple:

PTAB-L2-AE-MB-ST-U20-TDRI-400A-MS2

PTAB-M1-AI-MD-ST-US20-TDRI-1000A-MS3

PTAB-H1-AI-MD-SB-US20-TDRI-5000A-MS4

În caietul de sarcini se va preciza expres:

- codul complet solicitat;
- configurațiile echivalente acceptate;
- configurațiile condiționate acceptabile;
- configurațiile interzise;
- documentele prin care ofertantul demonstrează echivalența;
- cerințele minime care nu pot fi modificate prin ofertă;
- cerințele care pot fi îmbunătățite și punctate prin factori de evaluare, dacă este cazul.

19.9. Model de formulare a cerinței tehnice principale

Formulare recomandată pentru caietul de sarcini:

Ofertantul va furniza PTAB în configurația minimă [cod PTAB], conform Catalogului standard PTAB. Sunt acceptate soluții echivalente, cu condiția ca ofertantul să demonstreze, prin documente tehnice, scheme, fișe de produs, rapoarte de încercare și matrice de conformitate, că soluția propusă îndeplinește cel puțin cerințele minime prevăzute în prezentul caiet de sarcini. Nu se acceptă reducerea nivelului de siguranță, a accesului de mentenanță, a protecției la atingere, a protecției la arc intern, a retenției de ulei, a controlului condensului, a nivelului MS sau a curentului nominal TDRI sub nivelurile minime stabilite.

19.10. Cerințe tehnice minime care trebuie incluse obligatoriu

Pentru fiecare configurație PTAB, caietul de sarcini trebuie să includă cel puțin următoarele cerințe:

19.10.1. Cerințe privind anvelopa

- a) clasa PTAB;
- b) tip acces: AE sau AI;
- c) tip construcție: MB sau MD;
- d) amplasare: ST, SI sau SB;
- e) clasă beton minimă;
- f) impermeabilitate;
- g) clasă de expunere;
- h) rezistență mecanică;
- i) grad IP exterior/interior;
- j) grad IK;
- k) protecție anticorozivă;
- l) protecție UV;
- m) finisaj exterior;
- n) finisaj interior, unde este obligatoriu;
- o) hidrofobizare;
- p) protecție anti-graffiti, dacă este cazul;
- q) protecție împotriva rozătoarelor și insectelor;
- r) etanșare treceri cabluri;
- s) tratare rosturi;
- t) acces mentenanță;
- u) posibilitate de extracție transformator fără demolare.

19.10.2. Cerințe privind transformatorul

- a) tip transformator: U, US sau OLTC;
- b) putere nominală;
- c) nivel tensiune;
- d) pierderi/eficiență conform cerințelor UE aplicabile;
- e) compatibilitate cu anvelopa;
- f) gabarit și masă;
- g) ventilare;
- h) retenție ulei, dacă este transformator în ulei;
- i) control condens, dacă este transformator uscat sau amplasament cu risc;
- j) monitorizare temperatură, dacă este cerută;
- k) integrare MS/SCADA pentru OLTC;
- l) documente de conformitate.

19.10.3. Cerințe privind TDRI

- a) cod TDRI exprimat în amperi;
- b) curent nominal tabloului;
- c) curent nominal bare;
- d) curent nominal întreruptor general;
- e) domeniu de reglaj;
- f) capacitate de rupere;
- g) număr plecări JT;
- h) protecții plecări;
- i) bară PE;
- j) bară N/PEN, dacă este cazul;
- k) protecție mecanică bare/conexiuni;
- l) protecție la atingere directă și indirectă;
- m) protecție la deschiderea accidentală;
- n) schemă monofilară;

- o) acces mentenanță;
- p) compatibilitate cu nivelul MS.

19.10.4. Cerințe privind MT

- a) tip celule MT/RMU;
- b) configurație MT;
- c) nivel izolație;
- d) protecție arc intern;
- e) interblocări;
- f) acționare manuală/motorizată;
- g) teleindicații/telecomandă, dacă sunt prevăzute;
- h) protecții;
- i) acces pentru exploatare;
- j) documente de conformitate.

19.10.5. Cerințe privind MS/SCADA

- a) nivel MS: MS0–MS4;
- b) listă minimă de semnale;
- c) listă minimă de comenzi;
- d) listă de măsuri;
- e) RTU/gateway;
- f) protocol comunicație;
- g) alimentare auxiliară;
- h) UPS și autonomie;
- i) cybersecurity;
- j) testare integrare;
- k) documentație SCADA;
- l) procedură local/distanță;
- m) interblocări.

19.10.6. Cerințe privind exploatarea și mentenanța

- a) acces la compartimente;
- b) iluminat interior pentru AI;
- c) culoar de exploatare pentru AI;
- d) marcaje;
- e) instrucțiuni de mentenanță;
- f) registru intervenții;
- g) procedură extracție transformator;
- h) piese de schimb;
- i) proceduri de intervenție;
- j) periodicitate mentenanță recomandată.

19.11. Cerințe care trebuie formulate ca cerințe minime eliminatorii

Caietul de sarcini trebuie să indice clar cerințele minime a căror neîndeplinire conduce la declararea ofertei ca neconformă.

Se recomandă ca următoarele cerințe să fie minime eliminatorii:

- a) cod PTAB complet sau soluție echivalentă demonstrată;
- b) TDRI exprimat în amperi;
- c) TDRI nedimensionat sub curentul transformatorului;
- d) bară PE;
- e) legare echipotențială;
- f) protecție la atingere directă;
- g) protecție la atingere indirectă;
- h) protecție mecanică bare/conexiuni;
- i) protecție la deschiderea accidentală;
- j) marcaje de securitate;

- k) etanșare treceri cabluri;
- l) protecție rozătoare/insecte;
- m) retenție ulei pentru transformator în ulei;
- n) control condens pentru transformator uscat M1–H1 și pentru SI/SB;
- o) protecție arc intern pentru M1–H1;
- p) MS3 minim pentru OLTC;
- q) MS4 pentru H1, cu excepția derogărilor expres avizate;
- r) iluminat interior pentru AI;
- s) culoar de exploatare pentru AI;
- t) posibilitate de extracție transformator fără demolare;
- u) documentație tehnică minimă;
- v) matrice de conformitate.

19.12. Cerințe care pot fi utilizate ca factori de evaluare

Cerințele minime nu trebuie confundate cu factorii de evaluare.

Dacă beneficiarul dorește punctarea unor performanțe superioare, acestea trebuie definite distinct, obiectiv și verificabil.

Pot fi utilizate ca factori de evaluare, după caz:

- a) pierderi mai reduse ale transformatorului față de minimul legal;
- b) durată de garanție extinsă;
- c) durată de viață mai mare a finisajelor;
- d) timp de livrare mai scurt, dacă este justificat;
- e) nivel superior de protecție anticorozivă;
- f) nivel superior de automatizare;
- g) integrare SCADA extinsă;
- h) reducerea costului ciclului de viață;
- i) eficiență energetică superioară;
- j) acces de mentenanță îmbunătățit;
- k) soluții de monitorizare suplimentară;
- l) reducerea timpului de intervenție;
- m) protecție anti-vandalism superioară;
- n) documentație digitală extinsă;
- o) instruire suplimentară.

Pentru achizițiile sectoriale, criteriul de atribuire se stabilește în documentele achiziției, iar oferta câștigătoare se bazează pe oferta cea mai avantajoasă din punct de vedere economic, determinată prin criteriul și factorii de evaluare prevăzuți în documentație.

19.13. Cerințe care nu trebuie introduse în caietul de sarcini

Nu se vor introduce:

- a) cerințe care indică un anumit producător, fără justificare și fără „sau echivalent”;
- b) denumiri comerciale folosite ca cerințe eliminatorii;
- c) cerințe tehnice imposibil de verificat;
- d) cerințe excesive față de obiectul contractului;
- e) cerințe care restrâng concurența fără motiv tehnic;
- f) cerințe care amestecă specificații tehnice cu cerințe de calificare;
- g) cerințe privind experiența ofertantului în interiorul descrierii produsului;
- h) cerințe care nu au legătură cu obiectul contractului;
- i) cerințe contradictorii între anexe, tabele și text;
- j) valori tehnice fără toleranțe sau fără metodă de verificare;
- k) cerințe care permit acceptarea TDRI în kVA;
- l) cerințe care permit acceptarea codurilor M0–M4 pentru SCADA;
- m) cerințe care permit reducerea nivelului de siguranță prin ofertă alternativă;
- n) cerințe care impun o singură soluție de producător când se poate cere performanță echivalentă.

19.14. Cerințe privind documentele de conformitate și mijloacele de probă

Caietul de sarcini trebuie să indice documentele prin care se demonstrează conformitatea tehnică. Se pot solicita:

- a) fișă tehnică anvelopă;
- b) fișă tehnică transformator;
- c) fișă tehnică TDRI;
- d) fișe tehnice celule MT;
- e) fișe tehnice echipamente SCADA/MS;
- f) declarații de conformitate;
- g) certificate de conformitate;
- h) rapoarte de încercare;
- i) rapoarte FAT;
- j) rapoarte SAT;
- k) buletine de verificare;
- l) certificate pentru beton/prefabricate;
- m) documente privind clasa de coroziune;
- n) documente privind finisajele;
- o) documente privind protecția IP/IK;
- p) documente privind CTI/materiale electroizolante;
- q) documente privind ecodesign transformator;
- r) scheme monofilare;
- s) planuri de amplasare echipamente;
- t) liste de semnale/comenzi/măsur;
- u) instrucțiuni de exploatare și mentenanță;
- v) matrice de conformitate.

Atunci când se solicită rapoarte de încercare sau certificate emise de organisme de evaluare a conformității, caietul de sarcini trebuie să permită certificate echivalente sau alte mijloace de probă adecvate, inclusiv dosarul tehnic al producătorului, în condițiile prevăzute de legislația achizițiilor.

19.15. Matricea de conformitate tehnică

Caietul de sarcini trebuie să impună depunerea unei matrici de conformitate.

Model minim:

Nr. crt.	Cerință	Referință caiet de sarcini	Conform / Neconform / Echivalent	Document justificativ	Observații
1	Cod complet PTAB				
2	Clasă PTAB				
3	Tip acces AE/AI				
4	Tip construcție MB/MD				
5	Amplasare ST/SI/SB				
6	Tip transformator				
7	TDRI în amperi				
8	Nivel MS				
9	Protecție la atingere directă				
10	Protecție la atingere indirectă				
11	Bară PE				
12	Legare echipotențială				
13	Protecție mecanică bare/conexiuni				

14	Protecție deschidere accidentală				
15	Retenție ulei, dacă este cazul				
16	Control condens, dacă este cazul				
17	Protecție arc intern				
18	Iluminat interior pentru AI				
19	Culoar exploatare pentru AI				
20	Documentație tehnică				

Matricea de conformitate trebuie completată de ofertant, asumată și corelată cu documentele tehnice depuse.

19.16. **Specificarea configurațiilor interzise și condiționate**

Caietul de sarcini trebuie să includă explicit lista configurațiilor interzise și condiționate aplicabile procedurii.

Formulare recomandată:

Nu se acceptă configurații care se încadrează în categoria configurațiilor interzise prevăzute în Catalogul standard PTAB. Configurațiile condiționate pot fi acceptate numai dacă ofertantul prezintă justificare tehnică, documente de conformitate, analiză de risc, soluții de compensare tehnică și, dacă este cazul, avizare expresă din partea beneficiarului/operatorului.

Se vor menționa cel puțin:

- H1 cu acces exterior – interzis;
- OLTC fără MS3 – interzis ca soluție definitivă;
- transformator în ulei fără retenție – interzis;
- transformator uscat M1–H1 fără control condens – interzis;
- M1–H1 fără protecție arc intern – interzis;
- AI fără iluminat și marcaje – interzis;
- TDRI în kVA – interzis;
- coduri M0–M4 pentru SCADA – interzis;
- subteran cu transformator în ulei – condiționat special;
- L2 cu acces interior – opțional justificat;
- H1 supraterean – condiționat special;
- H1 monobloc – condiționat special.

19.17. **Cerințe privind proiectarea**

Dacă obiectul contractului include proiectare, caietul de sarcini trebuie să prevadă cerințe privind documentațiile tehnice.

Se vor solicita, după caz:

- studiu de soluție;
- temă de proiectare;
- documentație pentru avize;
- documentație pentru autorizarea executării lucrărilor;
- proiect tehnic;
- detalii de execuție;
- scheme monofilare MT/JT;
- scheme de legare la pământ;
- scheme de legare echipotențială;
- planuri de amplasare echipamente;
- calcule de ventilație;

- l) calcule de disipare termică;
- m) calcule de retenție ulei;
- n) verificare protecție la incendiu;
- o) verificare protecție arc intern;
- p) verificare gabarit și extracție transformator;
- q) verificare TDRI;
- r) liste semnale SCADA;
- s) documentație cybersecurity, dacă este cazul;
- t) plan de mentenanță;
- u) matrice de conformitate.

Dacă proiectarea necesită autorizație de construire sau avize, caietul de sarcini va preciza responsabilitățile privind obținerea acestora.

19.18. Cerințe privind furnizarea

Dacă obiectul include furnizarea PTAB sau a componentelor, caietul de sarcini trebuie să prevadă:

- a) configurația exactă;
- b) cantitățile;
- c) componentele incluse;
- d) componentele excluse;
- e) condiții de ambalare;
- f) condiții de transport;
- g) condiții de descărcare;
- h) condiții de depozitare;
- i) documente de livrare;
- j) certificate și declarații;
- k) garanții;
- l) piese de schimb;
- m) accesorii;
- n) scule speciale, dacă sunt necesare;
- o) manuale de montaj și exploatare;
- p) condiții de recepție la livrare.

19.19. Cerințe privind execuția și montajul

Dacă obiectul include execuție sau montaj, caietul de sarcini trebuie să prevadă:

- a) lucrări civile incluse;
- b) fundații/radier;
- c) pregătirea amplasamentului;
- d) transport intern și manipulare;
- e) montaj anvelopă;
- f) montaj transformator;
- g) montaj TDRI;
- h) montaj celule MT;
- i) montaj SCADA/MS;
- j) racorduri MT/JT;
- k) legare la pământ;
- l) etanșări;
- m) retenție ulei;
- n) ventilație;
- o) control condens;
- p) finisaje;
- q) marcaje;
- r) probe la rece;
- s) probe funcționale;
- t) PIF;
- u) curățarea amplasamentului;
- v) documentație as-built.

19.20. Cerințe privind FAT, SAT, PIF și recepția

Caietul de sarcini trebuie să prevadă testele și recepțiile aplicabile.

19.20.1. FAT – Factory Acceptance Test

Se poate solicita FAT pentru:

- a) PTAB complet echipat;
- b) TDRI;
- c) celule MT;
- d) echipamente MS/SCADA;
- e) transformator;
- f) anvelopă prefabricată, după caz.

FAT trebuie să verifice:

- a) conformitatea cu codul PTAB;
- b) configurația echipamentelor;
- c) schemele;
- d) protecțiile;
- e) TDRI;
- f) conexiunile;
- g) marcajele;
- h) funcțiile MS;
- i) semnalele;
- j) documentația.

19.20.2. SAT – Site Acceptance Test

SAT se efectuează la amplasament și verifică:

- a) montajul;
- b) racordurile;
- c) legarea la pământ;
- d) etanșările;
- e) ventilația;
- f) controlul condensului;
- g) retenția uleiului;
- h) protecțiile;
- i) telecomanda/teleindicațiile;
- j) comunicațiile;
- k) semnalele SCADA;
- l) accesul și mentenanța.

19.20.3. Punerea în funcțiune

PIF se realizează numai după îndeplinirea condițiilor de recepție tehnică, verificări, probe, documente și autorizări aplicabile.

19.21. Cerințe privind garanția

Caietul de sarcini trebuie să prevadă garanții distincte sau o garanție globală pentru:

- a) anvelopă;
- b) structură beton;
- c) finisaje;
- d) protecție anticorozivă;
- e) uși/capace/grile;
- f) transformator;
- g) TDRI;
- h) celule MT;
- i) echipamente MS/SCADA;
- j) UPS/baterii;
- k) lucrări de montaj;
- l) etanșări;
- m) retenție ulei;
- n) ventilație;

o) control condens.

Se va preciza:

- a) durata garanției;
- b) punctul de început al garanției;
- c) condițiile de menținere a garanției;
- d) timpul de intervenție;
- e) timpul de remediere;
- f) obligația de înlocuire/remediere;
- g) documentele de garanție;
- h) garanția pentru vicii ascunse, după caz;
- i) relația cu garanția de bună execuție.

19.22. Cerințe privind mentenanța și piesele de schimb

Caietul de sarcini trebuie să prevadă obligația furnizorului/executantului de a pune la dispoziție:

- a) instrucțiuni de mentenanță;
- b) plan de mentenanță periodică;
- c) listă piese de schimb recomandate;
- d) listă consumabile;
- e) lista sculelor speciale;
- f) procedură de înlocuire transformator;
- g) procedură de înlocuire TDRI;
- h) procedură de verificare ventilație;
- i) procedură de verificare control condens;
- j) procedură de verificare retenție ulei;
- k) procedură de verificare MS/SCADA;
- l) instrucțiuni privind actualizarea software/firmware, dacă este cazul;
- m) termen minim de asigurare a pieselor de schimb;
- n) instruire personal.

19.23. Cerințe privind protecția mediului

Caietul de sarcini trebuie să includă cerințe de mediu proporționale cu obiectul contractului.

Se vor prevedea cel puțin:

- a) retenție ulei pentru transformatoare în ulei;
- b) prevenirea scurgerilor;
- c) gestionarea deșeurilor;
- d) ambalaje și colectare;
- e) documente pentru uleiuri, dacă este cazul;
- f) prevenirea contaminării solului și apelor;
- g) cerințe pentru materiale conforme;
- h) eficiența energetică a transformatorului;
- i) reducerea pierderilor;
- j) măsuri pentru lucrări în amplasament;
- k) refacerea terenului;
- l) respectarea cerințelor de mediu aplicabile.

Dacă se solicită etichete sau caracteristici de mediu, acestea trebuie să fie legate de obiectul contractului, nediscriminatorii și verificabile, iar autoritatea/entitatea trebuie să accepte etichete echivalente sau alte mijloace de probă adecvate, în condițiile legii.

19.24. Cerințe privind securitatea și sănătatea în muncă

Caietul de sarcini trebuie să prevadă cerințe privind securitatea și sănătatea în muncă pentru proiectare, livrare, manipulare, montaj, probe, exploatare și mentenanță.

Se vor prevedea:

- a) obligația respectării legislației SSM;
- b) obligația instruirii personalului;
- c) proceduri de lucru pentru echipamente MT/JT;
- d) acces controlat;

- e) marcaje pericol electric;
- f) protecții împotriva atingerii;
- g) protecții mecanice;
- h) interblocări;
- i) blocare local/distanță;
- j) proceduri pentru lucrul în PTAB AI;
- k) proceduri pentru PTAB subterane;
- l) proceduri de intervenție în caz de avarie;
- m) documente de instruire pentru beneficiar.

19.25. Cerințe privind securitatea cibernetică și comunicațiile

Pentru configurațiile **MS2–MS4**, caietul de sarcini trebuie să includă cerințe privind comunicațiile și cybersecurity.

Se vor preciza:

- a) nivelul MS;
- b) protocolul de comunicație;
- c) cerințele de integrare în SCADA;
- d) interfața cu sistemele beneficiarului;
- e) cerințele privind RTU/gateway;
- f) cerințele privind router/modem;
- g) cerințele privind UPS;
- h) cerințele privind parole/autentificare;
- i) separarea rețelelor;
- j) jurnalizare;
- k) actualizare firmware/software;
- l) dezactivarea interfețelor neutilizate;
- m) proceduri de acces la distanță;
- n) documentație de integrare;
- o) teste de comunicație;
- p) lista de semnale, comenzi și măsuri.

Nu se acceptă MS3–MS4 fără documentație SCADA și fără listă de semnale/comenzi/măsuri.

19.26. Cerințe privind clarificările

Caietul de sarcini trebuie să fie redactat astfel încât întrebările de clarificare să poată primi răspunsuri clare, fără modificarea cerințelor minime în mod nelegal sau necontrolat.

Se recomandă includerea unei clauze de tip:

Operatorii economici pot solicita clarificări privind cerințele tehnice, echivalențele, standardele, documentele de conformitate și interpretarea codurilor PTAB. Răspunsurile la clarificări vor fi publicate prin mijloacele prevăzute de legislația aplicabilă și vor deveni parte integrantă a documentației de atribuire.

Pentru achizițiile sectoriale, Legea nr. 99/2016 prevede dreptul operatorilor economici de a solicita clarificări sau informații suplimentare privind documentația, precum și obligația entității contractante de a răspunde clar și complet și de a publica răspunsurile împreună cu întrebările, fără dezvăluirea identității solicitantului.

19.27. Cerințe privind confidențialitatea și drepturile de proprietate intelectuală

Caietul de sarcini trebuie să precizeze regimul documentațiilor, desenelor, schemelor, fișierelor software, configurațiilor SCADA, firmware-ului, manualelor și altor date tehnice.

Se va preciza:

- a) ce documente devin proprietatea beneficiarului;
- b) ce drepturi de utilizare are beneficiarul asupra documentației;
- c) dacă se solicită transferul drepturilor de proprietate intelectuală;
- d) dacă se solicită licențe de utilizare;
- e) dacă se solicită parole, fișiere de configurare sau chei de acces;

- f) cum se tratează informațiile confidențiale;
- g) ce documente pot fi folosite pentru mentenanță ulterioară;
- h) ce restricții există privind divulgarea informațiilor tehnice.

Legislația achizițiilor permite ca specificațiile tehnice să precizeze dacă se solicită transferul drepturilor de proprietate intelectuală, iar informațiile indicate și dovedite ca fiind confidențiale se tratează conform regulilor aplicabile.

19.28. Cerințe privind accesibilitatea și utilizarea de către personal

Pentru echipamentele destinate utilizării de către personalul beneficiarului, caietul de sarcini trebuie să țină seama, în măsura aplicabilă, de accesibilitate, ergonomie, siguranță și proiectare pentru utilizatori.

Pentru PTAB, acest lucru se reflectă în special în:

- a) acces sigur pentru personal autorizat;
- b) iluminat interior pentru AI;
- c) marcaje lizibile;
- d) culoar de exploatare;
- e) înălțime utilă adecvată;
- f) manevre locale accesibile;
- g) documentație clară;
- h) interfețe HMI/SCADA inteligibile;
- i) proceduri de intervenție;
- j) reducerea riscului de manevră greșită.

Atât Legea nr. 99/2016, cât și Legea nr. 98/2016 prevăd că specificațiile tehnice pentru achiziții destinate utilizării de către persoane fizice, inclusiv personalul entității/autorității contractante, trebuie să țină seama de accesibilitatea persoanelor cu dizabilități sau de proiectarea pentru toate categoriile de utilizatori, cu excepția cazurilor temeinic justificate.

19.29. Cerințe privind împărțirea pe loturi

Caietul de sarcini trebuie să fie corelat cu decizia de împărțire pe loturi.

Loturile pot fi definite, după caz:

- a) pe clase PTAB;
- b) pe zone geografice;
- c) pe tipuri de configurații;
- d) pe furnizare anvelopă;
- e) pe furnizare transformatoare;
- f) pe furnizare TDRI;
- g) pe proiectare;
- h) pe lucrări/montaj;
- i) pe servicii de mentenanță;
- j) pe integrare SCADA.

Pentru fiecare lot se vor preciza distinct:

- a) codurile PTAB aplicabile;
- b) cantitățile;
- c) locurile de livrare/montaj;
- d) termenele;
- e) documentele solicitate;
- f) cerințele tehnice minime;
- g) criteriile de conformitate;
- h) condițiile de recepție.

Nu se vor amesteca în același lot configurații tehnic incompatibile dacă acest lucru afectează concurența, evaluarea sau recepția.

19.30. Cerințe privind ofertele alternative și soluțiile echivalente

Caietul de sarcini trebuie să precizeze dacă se admit oferte alternative.

Dacă se admit soluții alternative sau echivalente, acestea trebuie să respecte cerințele minime ale catalogului.

Formulare recomandată:

Soluțiile echivalente sunt admise numai dacă asigură cel puțin același nivel de performanță, siguranță, mentenanță, durabilitate, protecție la incendiu, protecție dielectrică, protecție la arc intern, integrare MS și compatibilitate cu exploatarea beneficiarului. Echivalența se demonstrează prin documente tehnice și prin matrice de conformitate.

Nu se acceptă ca soluție echivalentă:

- a) TDRI subdimensionat;
- b) reducerea nivelului MS;
- c) lipsa protecției la arc intern;
- d) lipsa iluminatului pentru AI;
- e) lipsa retenției uleiului;
- f) lipsa controlului condensului;
- g) lipsa protecțiilor mecanice;
- h) lipsa accesului de mentenanță;
- i) lipsa documentației tehnice;
- j) modificarea codului PTAB fără justificare.

19.31. Cerințe privind recepția documentației

Înainte de livrare/montaj, beneficiarul trebuie să poată verifica documentația tehnică.

Caietul de sarcini va prevedea predarea spre aprobare a:

- a) codului complet PTAB;
- b) fișei tehnice generale;
- c) schemei monofilare;
- d) planului de compartimentare;
- e) planului de acces și mentenanță;
- f) fișei tehnice transformator;
- g) fișei tehnice TDRI;
- h) fișelor celule MT;
- i) listei de semnale MS/SCADA;
- j) schemei de comunicații;
- k) calculelor de ventilație;
- l) soluției de control condens;
- m) soluției de retenție ulei;
- n) soluției de protecție la arc intern;
- o) soluției de protecție la incendiu;
- p) matricei de conformitate.

Livrarea sau execuția poate fi condiționată de aprobarea documentației tehnice de către beneficiar, dacă această cerință este prevăzută în caietul de sarcini.

19.32. Cerințe privind recepția fizică și funcțională

Recepția PTAB trebuie să verifice cel puțin:

- a) existența configurației ofertate;
- b) corespondența codului PTAB;
- c) integritatea anvelopei;
- d) finisajele;
- e) ușile/capacele/grilele;
- f) protecțiile mecanice;
- g) marcajele;
- h) iluminatul pentru AI;
- i) culoarul de exploatare;

- j) transformatorul;
- k) TDRI;
- l) celulele MT;
- m) legarea echipotențială;
- n) bara PE;
- o) protecțiile;
- p) retenția uleiului;
- q) controlul condensului;
- r) ventilația;
- s) protecția la arc intern;
- t) MS/SCADA;
- u) documentele de conformitate;
- v) instrucțiunile de exploatare;
- w) instruirea personalului, dacă este inclusă.

19.33. Model de clauză privind actualizarea normativă

Caietul de sarcini trebuie să evite blocarea la ediții depășite ale standardelor, cu excepția cazurilor justificate.

Formulare recomandată:

Toate actele normative, standardele, prescripțiile și reglementările tehnice menționate se aplică în forma în vigoare la data publicării documentației de atribuire, respectiv la data proiectării/execuției, în măsura în care modificările ulterioare sunt aplicabile contractului. În cazul apariției unor modificări legislative sau normative obligatorii, contractantul are obligația de a informa beneficiarul și de a propune măsurile tehnice necesare pentru conformare.

19.34. Model de clauză privind prevalența documentelor

Pentru evitarea contradicțiilor, caietul de sarcini trebuie să stabilească ordinea de prevalență a documentelor tehnice.

Formulare recomandată:

În cazul unor neconcordanțe între cerințele caietului de sarcini, anexele tehnice, scheme, tabele, fișe tehnice și catalogul PTAB, prevalează cerința mai restrictivă din punct de vedere al siguranței, conformității, mentenanței și exploatării, cu condiția să nu contravină legislației aplicabile și principiilor achizițiilor publice/sectoriale. Orice neconcordanță se clarifică înainte de depunerea ofertei sau, după caz, înainte de execuție.

19.35. Anexe recomandate la caietul de sarcini

Pentru achizițiile PTAB, caietul de sarcini trebuie să includă sau să solicite următoarele anexe:

- a) Anexa 1 – Lista configurațiilor PTAB solicitate;
- b) Anexa 2 – Matricea de conformitate tehnică;
- c) Anexa 3 – Tabel TDRI pe curenți nominali;
- d) Anexa 4 – Matrice transformator – PTAB;
- e) Anexa 5 – Matrice MS/SCADA;
- f) Anexa 6 – Lista configurațiilor interzise și condiționate;
- g) Anexa 7 – Model fișă tehnică PTAB;
- h) Anexa 8 – Model fișă tehnică transformator;
- i) Anexa 9 – Model fișă tehnică TDRI;
- j) Anexa 10 – Model fișă tehnică anvelopă;
- k) Anexa 11 – Model listă semnale/comenzi/măsurii;
- l) Anexa 12 – Model schemă monofilară;
- m) Anexa 13 – Model plan mentenanță;
- n) Anexa 14 – Model proces-verbal FAT;
- o) Anexa 15 – Model proces-verbal SAT/PIF;
- p) Anexa 16 – Model declarație echivalență;
- q) Anexa 17 – Model declarație configurație condiționată;

r) Anexa 18 – Model listă documente la recepție.

19.36. Checklist minim pentru caietul de sarcini PTAB

Înainte de publicare, caietul de sarcini se verifică prin următorul checklist:

Nr. crt.	Verificare	Da / Nu / Nu se aplică
1	Obiectul contractului este descris clar?	
2	Sunt indicate codurile PTAB complete?	
3	Este indicat TDRI în amperi?	
4	Este indicat nivelul MS0-MS4?	
5	Sunt indicate configurațiile interzise?	
6	Sunt indicate configurațiile condiționate?	
7	Este inclusă regula „sau echivalent”?	
8	Au fost eliminate trimerite nejustificate la mărci/producători?	
9	Sunt definite cerințele minime eliminatorii?	
10	Sunt separate cerințele minime de factorii de evaluare?	
11	Sunt definite documentele de conformitate?	
12	Este cerută matricea de conformitate?	
13	Sunt definite FAT/SAT/PIF?	
14	Sunt definite garanțiile?	
15	Sunt definite cerințele de mentenanță?	
16	Sunt definite cerințele de mediu?	
17	Sunt definite cerințele SSM?	
18	Sunt definite cerințele cybersecurity pentru MS2-MS4?	
19	Sunt definite cerințele de recepție?	
20	Sunt verificate standardele și legislația la zi?	

19.37. Configurații care trebuie respinse în etapa de evaluare tehnică

O ofertă trebuie declarată neconformă tehnic dacă se constată oricare dintre următoarele situații:

- nu prezintă cod complet PTAB sau echivalent demonstrat;
- nu prezintă TDRI exprimat în amperi;
- TDRI este subdimensionat;
- utilizează coduri M0-M4 în loc de MS0-MS4;
- propune OLTC fără MS3 minimum;
- propune transformator în ulei fără retenție;
- propune transformator uscat M1-H1 fără control condens;
- propune M1-H1 fără protecție la arc intern;
- propune acces interior fără iluminat;
- propune acces interior fără culoar de exploatare;
- nu prezintă protecție la atingere directă/indirectă;
- nu prezintă bară PE;
- nu prezintă legare echipotențială;
- nu prezintă protecții mecanice;
- nu prezintă protecție la deschiderea accidentală;
- nu permite extracția transformatorului fără demolare;
- nu prezintă documentație tehnică minimă;
- nu prezintă matrice de conformitate;

s) propune configurație condiționată fără justificare și avizare, dacă aceasta este obligatorie.

19.38. Concluzie privind utilizarea catalogului în caietele de sarcini

Catalogul standard PTAB trebuie utilizat în caietele de sarcini ca instrument de standardizare tehnică, nu ca listă rigidă de produse.

Regula principală este:

Caietul de sarcini trebuie să descrie necesitatea tehnică prin configurații PTAB codificate, cerințe minime verificabile și reguli clare de echivalență, fără favorizarea unui producător și fără reducerea nivelului de siguranță, mentenanță și conformitate.

Prin utilizarea catalogului în caietele de sarcini se asigură:

- a) conformitate cu principiile achizițiilor publice/sectoriale;
- b) cerințe tehnice clare;
- c) oferte comparabile;
- d) acceptarea soluțiilor echivalente reale;
- e) reducerea riscului de contestații;
- f) reducerea riscului de oferte neconforme;
- g) verificarea obiectivă a propunerilor tehnice;
- h) recepția pe criterii măsurabile;
- i) trasabilitatea deciziilor tehnice;
- j) exploatarea și mentenanța în condiții de siguranță.

20. Concluzie generală

Catalogul standard PTAB stabilește un cadru unitar pentru definirea, codificarea, proiectarea, achiziția, execuția, recepția, exploatarea și mentenanța posturilor de transformare în anvelopă de beton.

Prin prezentul catalog, configurațiile PTAB nu mai sunt definite generic, doar prin puterea transformatorului, ci printr-un ansamblu complet de elemente tehnice: clasă de putere, acces, tip constructiv, amplasare, transformator, TDRI, nivel MS, siguranță, mentenanță și condiții de exploatare.

Regula principală a catalogului este:

PTAB nu se alege doar după kVA, ci după configurația tehnică completă necesară pentru exploatare sigură, mentenanță posibilă, protecție adecvată și integrare în rețea.

20.1. Concluzie privind necesitatea catalogului

Necesitatea catalogului rezultă din existența unor soluții PTAB diferite, uneori greu de comparat, oferite sau descrise sub aceeași denumire generică.

Formulări precum „PTAB 250 kVA”, „PTAB 630 kVA” sau „PTAB cu SCADA” nu sunt suficiente pentru a defini o soluție tehnică verificabilă.

Catalogul introduce o structură standard care permite identificarea exactă a configurației:

PTAB-[CLASĂ]-[ACCES]-[CONSTRUCȚIE]-[AMPLASARE]-[TRAFO]-[TDRI]-[MS]

Exemplu:

PTAB-M1-AI-MD-ST-US20-TDRI-1000A-MS3

Acest cod permite identificarea imediată a clasei de putere, accesului, construcției, amplasării, tipului de transformator, curentului TDRI și nivelului de motorizare/SCADA.

20.2. Concluzie privind codificarea standard

Codificarea standard este elementul central al catalogului.

Prin codificare se obțin:

- a) identificare rapidă;
- b) eliminarea ambiguităților;
- c) comparabilitatea ofertelor;
- d) trasabilitatea deciziilor tehnice;
- e) corelarea cu proiectarea și recepția;
- f) integrarea în baze de date și sisteme digitale de evidență;
- g) controlul configurațiilor condiționate și interzise.

Codificarea standard nu elimină soluțiile echivalente, dar obligă încadrarea acestora într-o structură tehnică verificabilă.

20.3. Concluzie privind clasele PTAB

Catalogul stabilește cinci clase principale de PTAB:

Clasă	Domeniu putere	Concluzie principală
L1	16–63 kVA	PTAB compact opțional; se analizează și soluții PTA/PT compact
L2	100–250 kVA	PTAB standard compact/extins, acces exterior standard
M1	400–630 kVA	PTAB modular, acces exterior sau interior
M2	800–1600 kVA	PTAB modular, acces interior recomandat
H1	2000–3150 kVA	PTAB modular/industrial, acces interior obligatoriu

Această clasificare permite alegerea rapidă a configurației, dar nu înlocuiește proiectarea tehnică.

Clasa se stabilește în funcție de puterea instalată și de puterea maximă prevăzută pentru dezvoltare ulterioară.

20.4. Concluzie privind accesul AE/AI

Catalogul diferențiază clar între:

- a) **AE – acces din exterior;**
- b) **AI – acces din interior.**

Această diferențiere este esențială, deoarece accesul interior nu este o simplă caracteristică geometrică, ci atrage cerințe obligatorii suplimentare:

- a) iluminat interior;
- b) marcaje de securitate;
- c) marcaje de exploatare;
- d) culoar de exploatare;
- e) protecții mecanice ale barelor și conexiunilor;
- f) protecție la deschiderea accidentală;
- g) interblocări, unde este cazul;
- h) ventilație verificată;
- i) posibilitate de evacuare și intervenție în siguranță.

Regula finală este:

Dacă operatorul intră în anvelopă, PTAB trebuie tratat ca spațiu tehnic de exploatare, nu ca simplă carcasă pentru echipamente.

20.5. Concluzie privind TDRI

Una dintre modificările esențiale ale catalogului este definirea TDRI după **curent nominal**, nu după puterea transformatorului.

TDRI se codifică astfel: **TDRI-[curent nominal]A**

Exemple:

- a) TDRI-250A;

- b) TDRI-400A;
- c) TDRI-1000A;
- d) TDRI-1600A;
- e) TDRI-2500A;
- f) TDRI-3200A;
- g) TDRI-4000A;
- h) TDRI-5000A.

Această abordare elimină confuzia dintre kVA și A și permite dimensionarea reală a tabloului JT, a barelor, a întreruptorului general și a protecțiilor.

Regula finală este:

TDRI se alege după curentul nominal al tabloului JT, al barelor și al întreruptorului general, nu doar după puterea transformatorului.

20.6. Concluzie privind nivelurile MS

Nivelurile standard sunt:

Nivel	Semnificație
MS0	fără motorizare / fără SCADA
MS1	motorizare locală
MS2	motorizare + teleindicații
MS3	motorizare + telecomandă SCADA
MS4	automatizare avansată / Smart Grid

Reguli esențiale:

- a) OLTC necesită minimum MS3;
- b) M2 necesită, de regulă, MS3;
- c) H1 necesită MS4 ca nivel standard;
- d) infrastructura critică se tratează cu MS4;

Regula finală este:

Nivelul MS exprimă gradul real de motorizare, automatizare și integrare SCADA, nu clasa de putere a PTAB.

20.7. Concluzie privind transformatoarele

Catalogul tratează transformatorul împreună cu anvelopa, TDRI, accesul, amplasarea și nivelul MS.

Concluziile principale sunt:

- a) transformatoarele în ulei sunt admise standard pentru L1–M1, cu retenție ulei obligatorie;
- b) transformatoarele în ulei pentru M2–H1 sunt condiționate;
- c) transformatoarele în ulei în subteran sunt condiționate special;
- d) transformatoarele uscate sunt recomandate pentru M1–H1 și preferate pentru amplasamente semiîngropate/subterane;
- e) transformatoarele uscate M1–H1 necesită control condens;
- f) transformatoarele OLTC necesită minimum MS3;
- g) OLTC pentru L1 este interzis;
- h) OLTC pentru L2 este condiționat special.

Regula finală este:

Transformatorul nu se alege izolat, ci ca parte a unei configurații PTAB complete și verificabile.

20.8. Concluzie privind siguranța

Catalogul introduce parametri obligatorii comuni pentru toate configurațiile PTAB.

Nu se acceptă configurații fără:

- a) compartiment MT;
- b) compartiment JT;
- c) compartiment transformator;
- d) bară PE;
- e) legare echipotențială;
- f) protecție la atingere directă;
- g) protecție la atingere indirectă;
- h) protecție mecanică a barelor și conexiunilor;
- i) protecție la deschiderea accidentală;
- j) etanșare treceri cabluri;
- k) protecție împotriva rozătoarelor și insectelor;
- l) marcaje de securitate;
- m) acces de mentenanță;
- n) documentație tehnică;
- o) matrice de conformitate.

Regula finală este:

Siguranța nu este opțională și nu poate fi redusă prin ofertă, echivalentă sau soluție comercială alternativă.

20.9. Concluzie privind protecția la arc intern

Pentru clasele M1–H1, protecția la arc intern sau o soluție constructivă echivalentă este obligatorie.

Această cerință este esențială pentru:

- a) protecția personalului;
- b) protecția anvelopei;
- c) limitarea efectelor defectelor interne;
- d) protecția echipamentelor;
- e) siguranța intervențiilor;
- f) exploatarea în condiții controlate.

Regula finală este:

M1–H1 fără protecție la arc intern sau fără soluție echivalentă nu este configurație acceptabilă.

20.10. Concluzie privind protecția la incendiu

Catalogul tratează protecția la incendiu ca element obligatoriu al proiectării și exploatării PTAB.

Concluziile principale sunt:

- a) transformatorul în ulei impune retenție ulei;
- b) subteranul cu transformator în ulei este soluție condiționată special;
- c) M2–H1 necesită analiză suplimentară de incendiu;
- d) PTAB subterane necesită analiză privind evacuarea fumului/gazelor;
- e) protecția la incendiu se corelează cu ventilația, accesul și tipul transformatorului;
- f) infrastructura critică necesită monitorizare superioară.

Regula finală este:

Configurațiile cu risc de incendiu se acceptă numai dacă sunt prevăzute măsuri tehnice verificabile de prevenire, limitare, detecție, intervenție și, după caz, monitorizare.

20.11. Concluzie privind mentenanța

Catalogul stabilește că o configurație PTAB nu este conformă dacă permite doar montarea echipamentelor, dar nu permite mentenanța acestora.

PTAB trebuie să permită:

- a) acces la celulele MT;
- b) acces la TDRI;
- c) acces la transformator;
- d) acces la sistemul de ventilație;
- e) acces la sistemul de retenție ulei;
- f) acces la sistemul de control condens;
- g) acces la echipamentele MS/SCADA;
- h) înlocuirea transformatorului fără demolare;
- i) verificarea protecțiilor;
- j) intervenția în condiții de siguranță.

Regula finală este:

Un PTAB este conform numai dacă poate fi exploatat, verificat, întreținut și reparat în siguranță pe toată durata de viață proiectată.

20.12. Concluzie privind configurațiile interzise și condiționate

Catalogul stabilește explicit configurațiile interzise și configurațiile condiționate.

Sunt interzise, între altele:

- a) H1 cu acces exterior;
- b) OLTC fără MS3;
- c) TDRI exprimat exclusiv în kVA;
- d) codurile M0–M4 pentru SCADA;
- e) transformator în ulei fără retenție;
- f) transformator uscat M1–H1 fără control condens;
- g) M1–H1 fără protecție la arc intern;
- h) AI fără iluminat interior;
- i) AI fără marcaje;
- j) AI fără culoar de exploatare;
- k) bare/conexiuni fără protecție mecanică;
- l) lipsa barei PE;
- m) lipsa legării echipotențiale;
- n) lipsa posibilității de înlocuire a transformatorului fără demolare.

Sunt condiționate, între altele:

- a) L2 cu acces interior;
- b) L2 cu OLTC;
- c) M2 cu acces exterior;
- d) M2/H1 cu transformator în ulei;
- e) PTAB subteran cu transformator în ulei;
- f) H1 suprateran;
- g) H1 monobloc;
- h) TDRI peste 5000A;
- i) soluțiile provizorii sub nivelul MS standard.

Regula finală este:

Excepțiile tehnice sunt posibile numai dacă sunt justificate, documentate, validate prin proiect și, unde este cazul, avizate expres.

20.13. Concluzie privind utilizarea în caietele de sarcini

Catalogul este conceput pentru utilizare directă în caietele de sarcini.

Utilizarea lui permite:

- a) descrierea clară a obiectului achiziției;
- b) stabilirea codurilor PTAB solicitate;
- c) definirea cerințelor minime eliminatorii;
- d) acceptarea soluțiilor echivalente reale;
- e) respingerea configurațiilor neconforme;
- f) verificarea documentației tehnice;
- g) solicitarea matricii de conformitate;
- h) realizarea recepției pe criterii obiective;
- i) reducerea riscului de oferte necomparabile;
- j) reducerea riscului de contestații tehnice.

Regula finală este:

Caietul de sarcini trebuie să ceară configurații PTAB codificate și verificabile, nu descrieri comerciale generale.

20.14. Concluzie privind echivalența

Catalogul nu trebuie utilizat pentru a bloca soluțiile echivalente sau concurența.

Soluțiile echivalente sunt admisibile dacă demonstrează cel puțin același nivel de:

- a) siguranță electrică;
- b) protecție mecanică;
- c) protecție la incendiu;
- d) protecție dielectrică;
- e) mentenanță;
- f) acces;
- g) ventilație;
- h) control condens;
- i) retenție ulei;
- j) nivel MS;
- k) documentație tehnică;
- l) durabilitate;
- m) exploatare.

Nu poate fi considerată echivalentă o soluție care reduce cerințele minime obligatorii.

Regula finală este:

Echivalența se acceptă pentru soluții tehnic egale sau superioare, nu pentru soluții incomplete, subdimensionate sau mai puțin sigure.

20.15. Concluzie privind rolul proiectării

Catalogul nu înlocuiește proiectarea tehnică de specialitate.

Catalogul stabilește:

- a) structura de codificare;
- b) configurațiile standard;
- c) cerințele minime;
- d) limitele configurațiilor;
- e) condițiile de acceptare;
- f) parametrii obligatorii;
- g) regulile de respingere;
- h) regulile de documentare.

Proiectarea stabilește:

- a) soluția concretă;
- b) calculele;
- c) verificările;
- d) gabaritele finale;

- e) amplasarea exactă;
- f) detaliile de execuție;
- g) avizele;
- h) protecțiile concrete;
- i) integrarea în rețea;
- j) recepția tehnică.

Regula finală este:

Catalogul standardizează alegerea și verificarea configurației, iar proiectul validează soluția tehnică concretă.

20.16. Concluzie privind recepția

Recepția PTAB trebuie să verifice atât echipamentele, cât și conformitatea configurației cu catalogul.

Recepția trebuie să urmărească:

- a) codul complet PTAB;
- b) clasa de putere;
- c) accesul;
- d) tipul constructiv;
- e) amplasarea;
- f) tipul transformatorului;
- g) TDRI în amperi;
- h) nivelul MS;
- i) protecțiile;
- j) marcajele;
- k) iluminatul, dacă AI;
- l) culoarul de exploatare, dacă AI;
- m) retenția de ulei, dacă este cazul;
- n) controlul condensului, dacă este cazul;
- o) protecția la arc intern;
- p) documentația tehnică;
- q) matricea de conformitate.

Regula finală este:

Recepția nu trebuie să confirme doar livrarea unui echipament, ci conformitatea unei configurații PTAB complete.

20.17. Concluzie privind digitalizarea

Prin structura sa, catalogul permite digitalizarea evidenței PTAB.

Codul PTAB poate fi utilizat în:

- a) baze de date tehnice;
- b) registre de active;
- c) sisteme GIS;
- d) aplicații de mentenanță;
- e) sisteme SCADA/DMS/OMS;
- f) planuri de investiții;
- g) rapoarte de audit;
- h) evidența garanțiilor;
- i) evidența configurațiilor condiționate;
- j) istoricul intervențiilor.

Regula finală este:

Codul PTAB trebuie să devină identificatorul tehnic principal al configurației în toate documentațiile și sistemele de evidență.

20.18. Concluzie privind actualizarea catalogului

Catalogul reprezintă o versiune de lucru standardizată, care poate fi îmbunătățită pe baza utilizării practice.

Versiunile ulterioare pot include:

- a) fișe tehnice standard pe fiecare configurație;
- b) scheme monofilare standard;
- c) gabarite orientative detaliate;
- d) anexe pentru TDRI;
- e) anexe pentru MS/SCADA;
- f) anexe pentru FAT/SAT/PIF;
- g) modele de matrice de conformitate;
- h) modele de caiete de sarcini;
- i) bibliotecă digitală de configurații;
- j) reguli suplimentare de cybersecurity;
- k) cerințe extinse pentru infrastructură critică;
- l) cerințe de circularitate și eficiență energetică.

Regula finală este:

Catalogul trebuie tratat ca document tehnic evolutiv, actualizabil în funcție de experiența de proiectare, achiziție, execuție, exploatare și mentenanță.

20.19. Sinteza regulilor esențiale

Domeniu	Regula esențială
Codificare	se utilizează cod complet PTAB
Putere	clasa se stabilește după puterea instalată și dezvoltarea prevăzută
Acces	AE și AI au cerințe tehnice diferite
L2 AI	permis numai justificat
H1	acces interior obligatoriu
TDRI	se exprimă în amperi, nu în kVA
MS	se utilizează MS0–MS4, nu M0–M4
OLTC	minimum MS3
Ulei	retenție obligatorie
Uscat	control condens obligatoriu pentru M1–H1
Subteran cu ulei	condiționat special
M1–H1	protecție arc intern obligatorie
AI	iluminat, marcaje și culoar obligatorii
Mentenanță	transformatorul trebuie să poată fi înlocuit fără demolare
Caiete de sarcini	cerințe clare, verificabile, cu „sau echivalent”
Recepție	se verifică întreaga configurație, nu doar componentele

20.20. Concluzie finală

Catalogul standard PTAB creează o bază tehnică unitară pentru alegerea, descrierea și verificarea posturilor de transformare în anvelopă de beton.

Acesta asigură:

- a) codificare clară;
- b) configurații standardizate;
- c) reguli de selecție;
- d) parametri tehnici comuni;
- e) diferențiere corectă între variante standard, opționale, condiționate și interzise;
- f) corelarea transformatorului cu anvelopa și TDRI;
- g) corelarea TDRI cu curentul nominal;
- h) corelarea nivelului MS cu funcționalitatea reală;
- i) siguranță electrică;
- j) mentenanță posibilă;
- k) recepție verificabilă;
- l) documentație completă;
- m) utilizare directă în caiete de sarcini;
- n) bază pentru digitalizare și actualizări viitoare.

Regula finală a catalogului este:

O configurație PTAB este acceptabilă numai dacă este codificată clar, dimensionată corect, sigură în exploatare, mentenabilă, documentată și conformă cu cerințele minime ale catalogului.

Prin aplicarea acestui catalog, se trece de la descrieri generale și greu de comparat la configurații tehnice standardizate, transparente și verificabile, capabile să susțină achiziții corecte, proiecte coerente, execuții controlate și exploatare sigură pe termen lung.