

Proizvodnja energetskih transformatora

Decenijsko iskustvo u remontima energetskih distributivnih transformatora i revizijama transformatorskih stanica rezultovalo je odlukom da se pokrene proizvodnja distributivnih energetskih transformatora. Proizvodnja transformatora se sprovodi u skladu sa standardom SRPS EN 60076.

Proizvodnja energetskih distributivnih transformatora se sastoji iz nekoliko koraka:

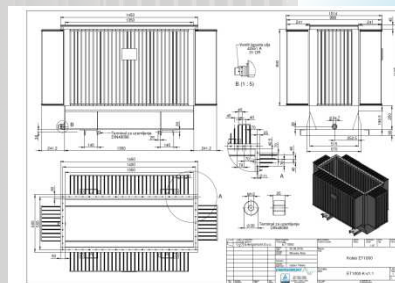
- Projektovanje
- Izrada magnetnog jezgra ET i trafo suda
- Izrada primarnih (VN) i sekundarnih (NN) namotaja
- Montaža (sklapanje) ET
- Finalno ispitivanje
- Izrada tehničke dokumentacije i priprema za isporuku

Korišćenje sofisticiranih softverskih alata za izvršenje proračuna sledećih elemenata ET:

- Jezgra i jarma
- Primarnih (VN) namotaja
- Sekundarnih (NN) namotaja
- Transformatorskog suda (sud sa rebrima za hlađenje i poklopac suda)

Izrada radioničkih crteža:

- Izrada crteža svih elemenata koji su definisani proračunom
- Šema veza unutar trafo suda (spajanje izvoda namotaja sa regulacionom preklopkom i dalje sa VN i NN bolcnama)
- Raspored elemenata na poklopcu trafo suda
- Crteži svih pomoćnih elemenata za učvršćivanje aktivnog dela ET

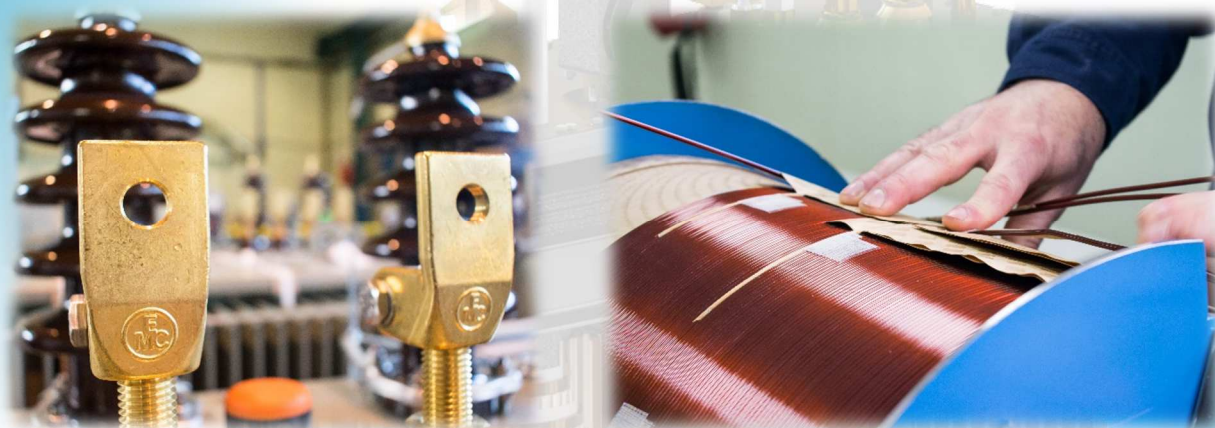


Za izradu namotaja se koriste specijalizovane automatizovane mašine TUBOLY za namotavanje koje velikom brzinom mogu izraditi veću količinu namotaja.



Montaža (sklapanje) energetskih transformatora se sastoji iz više elementa:

- Termička obrada primarnih i/ili sekundarnih namotaja pre stavljanja na stub, kako bi se na definisan način izvršila termička obrada izolacionih materijala (ukoliko je potrebno)
- Postavljanje VN i NN namotaja na stub i učvršćenje namotaja i jarma magnetnog jezgra, povezivanje izvoda namotaja, preko preklopke sa bolcnama
- Postavljanje poklopca suda, postavljanje elemenata na poklopac suda (izolatori, zaptivači, zastavice...)
- Vakuumsko sušenje aktivnog dela transformatora - ovo je jedan od najbitnijih elemenata u fazi montaže, odnosno ovaj postupak daje garanciju na bezbednu i dugogodišnju eksploataciju ET u normalnim pogonskim uslovima bez poremećaja. Energomont poseduje vakuumsku sušaru u kojoj se reguliše nivo vakuuma, temperatura i sve to vođeno SCADA-om i PLC-om. Svaki obrađen ET poseduje grafičku dokumentaciju koja je dokaz da se u potpunosti ispoštovala procedura vakuumnog sušenja po predviđenoj tehnologiji. Ovaj dokument se može dati na uvid naručiocu ukoliko postoji interesovanje
- Obrada trafo ulja vakuum sušenjem uz skladištenje u kontrolisanim uslovima (pre sipanja trafo ulja u sud meri se tgδ ulja i tek nakon potvrde ispravnosti postoji dozvola za punjenje trafo suda)
- Kada se vakuumsko sušenje aktivnog dela završi, vrši se postavljanje istog u sud, zaptivanje i punjenje trafo suda uljem vakuum tehnikom kako ne bi dolazilo do ostataka mehurića vazduha unutar suda nakon punjenja.



Finalno ispitivanje je verifikacija projektovanih vrednosti uz potvrdu funkcionalne ispravnosti ET, a samo ispitivanje se sastoji iz sledećeg:

- Merenje otpornosti namotaja, merenje odnosa transformacije, merenje faznog pomeraja, kao i detekcija sprege (Analizator namotaja Tettex 2293)
- Merenje otpora izolovanosti namotaja (Teraohm 5kV Metrel)
- Merenje dielektrične čvrstoće transformatorskog ulja (OTS80PB Megger)
- Merenje tgδ transformatorskog ulja (MIDAS micro 2883)
- U ispitnoj stanici se vrši:
 - Ogled praznog hoda
 - Ogled kratkog spoja
 - Test stranim naponom $2U_n + 10kV$
 - Međuzavojna proba (200Hz)
- Ogled zagrevanja (Analizator namotaja Tettex 2293) - ovo spada u tipska ispitivanja ali Energomont ovaj ogled izvršava na svakoj novoj jedinici



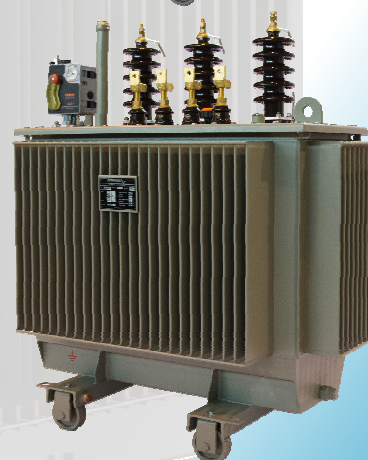
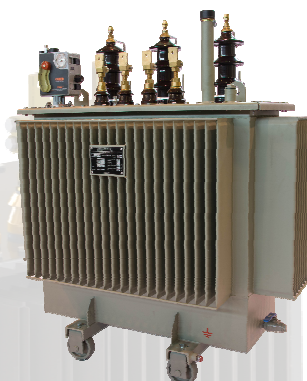
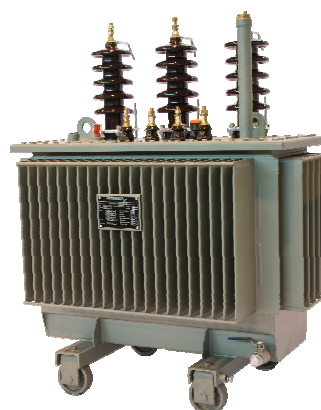
Uporedo sa kompletnom proizvodnjom transformatora vrši se i kompletiranje dokumentacije, tehničkih opisa detalja, pripreme dokumentacije za krajnjeg korisnika. Energomont za svaki pojedinačan ET poseduje kompletnu dokumentaciju međufaznih ispitivanja, kompletnu dokumentaciju procesa sušenja (dijagramskih zapisa sa SCADA-e), svih izvršenih oglada, koji se pored ustupanja osnovne dokumentacije korisniku, mogu staviti na uvid. Pored kompletne dokumentacije, krajnji korisnik dobija garanciju na svaki novi ET u trajanju od 36 meseci.

Trofazni uljni transformator snage 160kVA			
Proizvođač	Energomont		
Tip	ETR1 160-1EC		
Snaga	Sn	160	kVA
Napon	U_1 / U_{20}	20 / 0.42	kV
Struja	I_1 / I_2	4.62 / 220	A
Napon kratkog spoja	u_k	3.80	%
Gubici u kratkom spoju	P_k	2000	W
Struja praznog hoda	I_0	0.84	%
Gubici u praznom hodu	P_0	300	W

Trofazni uljni transformator snage 250kVA			
Proizvođač	Energomont		
Tip	ETR1 250-1EC		
Snaga	Sn	250	kVA
Napon	U_1 / U_{20}	20 / 0.42	kV
Struja	I_1 / I_2	7.22 / 344	A
Napon kratkog spoja	u_k	4.0	%
Gubici u kratkom spoju	P_k	2750	W
Struja praznog hoda	I_0	0.46	%
Gubici u praznom hodu	P_0	425	W

Trofazni uljni transformator snage 400kVA			
Proizvođač	Energomont		
Tip	ETR1 400-1EC		
Snaga	Sn	400	kVA
Napon	U_1 / U_{20}	20 / 0.42	kV
Struja	I_1 / I_2	11.54 / 549	A
Napon kratkog spoja	u_k	4.0	%
Gubici u kratkom spoju	P_k	3850	W
Struja praznog hoda	I_0	0.41	%
Gubici u praznom hodu	P_0	610	W

Trofazni uljni transformator snage 630kVA			
Proizvođač	Energomont		
Tip	ETR1 630-1EC		
Snaga	Sn	630	kVA
Napon	U_1 / U_{20}	20 / 0.42	kV
Struja	I_1 / I_2	18.19 / 866	A
Napon kratkog spoja	u_k	4.0	%
Gubici u kratkom spoju	P_k	5400	W
Struja praznog hoda	I_0	0.41	%
Gubici u praznom hodu	P_0	860	W



Trofazni uljni transformator snage 1000kVA			
Proizvođač	Energomont		
Tip	ETR1 1000-1EC		
Snaga	Sn	1000	kVA
Napon	U_1 / U_{20}	20 / 0.42	kV
Struja	I_1 / I_2	28.8 / 1374.6	A
Napon kratkog spoja	u_k	5.7	%
Gubici u kratkom spoju	P_k	9000	W
Struja praznog hoda	I_0	0.29	%
Gubici u praznom hodu	P_0	1100	W

Trofazni uljni transformator snage 1250kVA			
Proizvođač	Energomont		
Tip	ETR1 1250-1EC		
Snaga	Sn	1250	kVA
Napon	U_1 / U_{20}	20 / 0.42	kV
Struja	I_1 / I_2	36.08 / 1718.30	A
Napon kratkog spoja	u_k	6.0	%
Gubici u kratkom spoju	P_k	11000	W
Struja praznog hoda	I_0	0.8	%
Gubici u praznom hodu	P_0	1350	W

Trofazni uljni transformator snage 1600kVA			
Proizvođač	Energomont		
Tip	ETR1 1600-1EC		
Snaga	Sn	1600	kVA
Napon	U_1 / U_{20}	20 / 0.42	kV
Struja	I_1 / I_2	46.19 / 2199.43	A
Napon kratkog spoja	u_k	6.0	%
Gubici u kratkom spoju	P_k	14000	W
Struja praznog hoda	I_0	0.8	%
Gubici u praznom hodu	P_0	1700	W



Naš distributivni energetske transformator ima zvanični sertifikat izdat od strane nacionalnog instituta za istraživanje, razvoj i ispitivanje u oblasti elektrotehnike.
Proizvod je u skladu sa važećim standardima EU.

Pored distributivnih energetskih transformatora kompanija Energomont može da odgovori i na specijalne zahteve za energetske transformatore do 2 MVA.

Remont i servis energetskih transformatora

Pod revizijom distributivnih transformatorskih stanica se podrazumeva skup operacija u cilju provere rada funkcionalnosti svakog elementa koji se nalazi u stanici, provera električnih veličina i detekcija svih nepravilnosti kako bi se njihovim preventivnim otklanjanjem došlo do pouzdane energetske slike svakog objekta.

Bez obzira koji je uzrok dolaska ET u remontnu radionicu firme Energomont, postupak servisiranja je uvek identičan ali broj operacija koji se sprovodi na ET zavisi od vrste kvara:

- Po prijemu ET u remontnu radionicu, vrši se pregled i vizualna kontrola, uz ispunjavanje određenih prijemno-kontrolnih lista
- Vršiti se čišćenje spoljašnjosti ET
- U ispitnoj stanici vrši se ispitivanje i dijagnostika stepena kvara i nastalog oštećenja (u odeljku Ispitna stanica je detaljno definisana oprema kojom se ispitivanje ET vrši)

Nakon dijagnostike kvara, vrši se određivanje načina na koji će se vršiti remont, što podrazumeva sledeće operacije:

- Iz transformatorskog suda se odlaže ulje na za to predviđeno mesto, aktivni deo ET se vadi iz suda i vrši se vizualna provera stanja aktivnog dela kao i unutrašnjosti suda
- Ulje i sud se dalje tretiraju na način da budu spremni za ponovno punjenje trafo suda (vrši se pranje unutrašnjosti suda i ulje se filtrira, a nakon tog skladišti, ukoliko se utvrdi da je kvalitet istog zadovoljavajući)
- Vršiti se otklanjanje kvara na unutrašnjem delu ET:
 - Premotavanje jednog, ili sva tri, primarna namotaja
 - Premotavanje jednog ili sva tri, sekundarna namotaja
 - Otklanjanje bilo kog fizičkog oštećenja na elementima za zatezanje ili jarma
 - Zamena bilo kog elementa za učvršćenje namotaja na stubu, ukoliko na nekom postoji oštećenje
 - Zamena regulacione preklapke



Kada se izvrši potrebna aktivnost, vrši se međufazno ispitivanje aktivnog dela u vidu merenja otpora namotaja, prenosnog odnosa i faznog pomeraja. Ukoliko se utvrdi da je aktivni deo ET ispravan slede aktivnosti koje se vrše na svakom ET koji dođe u remontnu radionicu, odnosno deo tzv. standardnog remonta:

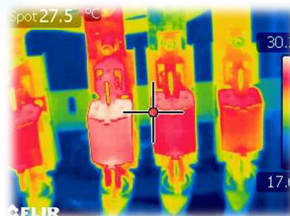
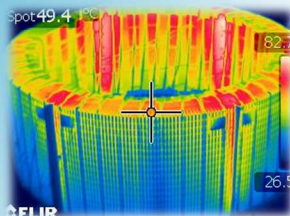
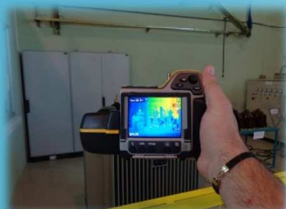
- Sušenje aktivnog dela ET u vakuum sušari. Vakuum sušenje aktivnog dela se sprovodi uz kontrolu nivoa vakuuma i kontrolu temperature pri procesu vakuumske sušenja aktivnog dela. Ceo proces sušenja se sprovodi u specijalnom uređaju izrađenom za ovu namenu i ceo proces sušenja je vođen preko SDADA-e i PLC-a, odnosno uloga operatera je isključivo samo praćenje procesa i nadzor. Vakuumsko sušenje se sprovodi etapno po unapred definisanom protokolu i jedan proces ovakvog sušenja traje 72 časa.
- Po završetku vakuumske sušenja aktivnog dela ET, sledi postavljanje aktivnog dela u trafo sud i punjenje ulja u sud vakuum tehnikom kako se mehurići vazduha ne bi zarobili u trafo sudu, što prilikom eksploatacije može da uzrokuje velike probleme (pre punjenja se postavlja set novih zaptivača).
- Nakon punjenja sledi finalno ispitivanje koje se sastoji iz sledećih operacija:
 - Merenje otpornosti kao i merenje odnosa transformacije i faznog pomeraja
 - Merenje otpora izolovanosti namotaja
 - Merenje dielektrične čvrstoće transformatorskog ulja
 - U ispitnoj stanici se vrši:
 - Ogled praznog hoda
 - Ogled kratkog spoja
 - Test stranim naponom $2U_n + 10kV$
 - Međuzavojna proba (200Hz)
- U slučaju da su sve dobijene vrednosti u dozvoljenim granicama ET se transportuje na farbanje i finalnu pripremu za isporuku
- Sastavljanje ispitnog lista sa svim rezultatima merenja



Svaki remontovan transformator pored prateće dokumentacije o opisu izvršenih radova i ispitnom listu, dobija i garanciju na urađeno.

Termovizija

Energomont doo ima obučene kadrove, sa potrebnim sertifikatima, za rad sa termokamerom i za obradu dobijenih podataka.



Uređaj za testiranje releja SVERKER 780

Sverker 780 primarno se koristi za testiranje relejne zaštitne opreme, ali se takođe može koristiti za različite vrste ispitivanja i umeravanja. Sverkerom može biti testirana sva jednofazna relejna oprema kod koje se ne zahteva promena frekvencije.

Sverkerom 780 se takođe mogu ispitivati i trofazni relejni zaštitni uređaji, ispitivanjem svake faze posebno. Osim toga mnogi zaštitni relejni sistemi koji zahtevaju pomeranje faze mogu biti testirani ovim uređajem.



ODEN AT/3X

ODEN AT/3X je namenjen za upotrebu u visokonaponskim stanicama i industrijskim postrojenjima kao i za laboratorijska ispitivanja.

ODEN AT/3X je prvenstveno namenjen za:

- Testiranje relejne opreme (primarna ispitivanja)
- Testiranje prekidača sa prekostrujnim okidačem
- Testiranje prenosnog odnosa strujnih transformatora
- Testiranje prenosnog polariteta strujnih transformatora

ODEN AT/3X može na svom izlazu da generiše velike struje i to kontinualnu struju do 4000A i struju od 8000A u trajanju od 3 sekunde.



Mrežni analizator CIRKUTOR ARL-5

Pojam "mrežni analizator" se odnosi na specijalne merne instrumente koji su predviđeni za merenje različitih parametara električnih mreža. Generalno su to digitalni mikroprocesorski instrumenti, koji od odbiraka napona i struja izračunavaju efektivne vrednosti napona i struja, aktivnu i reaktivnu snagu, kao i višeharmonične komponente ovih veličina. Ovde se radi o mrežnom analizatoru prenosnog tipa, koji ima sopstvenu memoriju i dozvoljava da se serijskom vezom podaci prenesu u personalni računar na dalju analizu.



Osmokanalni precizni analizator snage LMG 500

Naponi i struje mogu se meriti u širokom dinamičkom opsegu što ga čini pogodnim za sva profesionalna merenja. Instrument ima karakteristiku, da pomoću dobro odabranog filtera, suzbija harmonike visokih vrednosti pa na ovaj način pri merenju u obzir uzima samo osnovne harmonike iz mreže čime je obezbeđena njegova tačnost i pouzdanost merenja.

Ovaj uređaj je jedan od najbitnijih mernih elemenata u ispitnoj stanici jer poseduje veliku tačnost merenih veličina pri malom faktoru snage (nižem od 0.1).



Analizator namotaja TETTEX 2293

Analizator namotaja Tettex 2293 pri ispitivanju energetske transformatora služi za:

- Merenje omskih otpornosti namotaja
- Merenje prenosnog odnosa
- Detekcija sprege
- Demagnetizacija jezgra
- Ogled zagrevanja transformatora



Merenje dielektrične čvrstoće ulja Megger OTS80PB

Uređaj Megger OTS80PB služi za merenje dielektrične čvrstoće transformatorskog ulja, odnosno probojnosti.

Svaki uzorak ulja energetskog transformatora prilikom remonta, prilikom revizije i prilikom sklapanja novog energetskog transformatora potpada pod kontrolu ovog instrumenta. Ovaj instrument je autonoman i pogodan je i za terenska merenja.



Sistem za dijagnostiku i analizu izolacije MIDAS micro 2883

Uređaj Midas micro 2883 služi za merenje tgδ izolacije kod energetskog transformatora radi utvrđivanja kvaliteta same izolacije. Ovaj instrument ima poseban dodatak za merenje tgδ ulja energetskog transformatora.

Ovo je veoma sofisticiran instrument koji može da nam pokaže kvalitet izolacije namotaja, odnosno stepen ostarelosti, ako se radi o energetskom transformatoru koji je već bio u pogonu. Možda i bitniji element ovog instrumenta je dodatak koji se odnosi na merenje tgδ ulja. Svaki uzorak ulja kojim se planira puniti trafo sud, bilo da se radi o novom ili remontovanom energetskom transformatoru, mora da prođe merenje tgδ ulja, kako se ne bi narušio kvalitet isušenog aktivnog dela, odnosno celokupnog energetskog transformatora.



Stabilna ispitna stanica energetskih distributivnih transformatora IS-01-15

Poseđujemo ispitnu stanicu koja je projektovana na osnovu sopstvenog dugogodišnjeg iskustva, istraživanja i razvoja na ovom polju.

Vrste, kao i metode merenja zadovoljavaju sve propisane zahteve za izdavanje izveštaja o kvalitetu energetskog transformatora.

Predmeti ispitivanja mogu biti distributivni energetski transformatori snage od 50kVA do 1600kVA, naponskog nivoa 20/10/0.4kV.

Ključni elementi ispitne stanice su:

- Trofazni regulacioni transformator sa servo regulacijom snage 100kVA, sa mogućnošću regulacije izlaznog napona 0V - 450V, $I_n = 150A$. Postoji mogućnost regulacije napona po fazi
- Stabilizacija izlaznog napona je rešena sa PLC regulacijom
- Namenski je projektovan i izrađen uljno hlađeni merni međutransformator, prenosnog odnosa 1:3, snage 100kVA
- Izvor ispitnog napona od 200Hz sa opsegom regulacije od 0V - 800V je obezbeđena sa rotacionim generatorom
- Izvor stranog napona je jednofazni visokonaponski uljni merni transformator sa naponom 0.23/35 /70kV, nazivne snage 20kVA
- Za specijalna merenja kod ogleđa zagrevanja koristimo zakretni regulacioni transformator sa zakočenim rotorom i prisilnim hlađenjem opsega napona od 10V - 800V, $I = 200A$, i suvi merni međutransformator prenosnog odnosa 1:2, $I = 200A$

Ispitnu stanicu pokreće Siemensov PLC sa Siemensovom WinCC SCADA sistemom. Na skadi imamo prikaz i obradu merenja sa umreženih uređaja PAC4200 analizatora i LMG500 mrežnog analizatora. Na računaru postoji baza merenja sa izveštajima.

Sama ispitivanja se sastoje iz standardnih, kao i specijalnih merenja uz upotrebu najsavremenijih visoko preciznih instrumenata.

Standardna merenja:

- Merenja gubitaka praznog hoda P_0
- Merenje gubitaka kratkog spoja P_k

Treba napomenuti, da se ova dva merenja vrše sa specijalnim preciznim watmetrom.

- ZES ZIMMER - Multiphase Precision Power Meter LMG500

Osim brojnih pogodnosti za merenja ovog tipa, spomenuti instrument ima mogućnost merenja i pri vrlo niskim $\cos \varphi$ (< 0.1)

- Ispitivanje dovedenim stranim naponom (do 70kV)
- Ispitivanje indukovanim naponom (200Hz)
- Merenje otpora namotaja (analizator namotaja 2293 Tettex instruments)
- Detekcija grupe spoja (analizator namotaja 2293 Tettex instruments)
- Merenje prenosnog odnosa (analizator namotaja 2293 Tettex instruments)
- Merenje dielektrične čvrstoće trafo ulja (aut. test. diel. prob. trafo ulja OTS 80 PB Megger)
- Merenje otpora izolacije (sa 5kV METREL opseg merenja $T\Omega$)
- Mašina za filtriranje ulja (dvostepeni vakumski filter tr. ulja ZYD-30 2000 l/h)

Osim ovih, standardnih merenja, vršimo i specijalna merenja na energetskim transformatorima:

- Ogled zagrevanja i hlađenja
- Merenje ugla gubitaka $\tan \delta$ (MIDAS Micro 2883, merenje otpora izol. namot. i u terenskim uslovima)



Vozni park

Vozni park Energomonta pored putničkih vozila čine i višenamenska teretna vozila uz pomoć kojih je preduzeće spremno da odgovori na različite izazove koji se javljaju pri predmetnom poslovanju.

Spisak teretnih vozila u Energomont doo:

- Teretno vozilo marke Volvo, tip FH 42 T, sa poluprikolicom marke Schwarzmuller, tip S1
- Teretno vozilo marke Man, tip 26.413 FNLG, sa prikolicom marke Wecom, tip AWZ 218 LZ
- Teretno vozilo sa mehaničkom rukom marke Iveco, tip EURO CARGO ML 180E25
- Teretno vozilo / kombi, marke Mercedes, tip SPRINTER 208D
- Putničko vozilo marke Peugeot, tip PARTNER TEPEE



Energomont doo

Segedinski put 89

24415 Bački Vinogradi

+381 (0) 24 / 757 - 093 | +381 (0) 24 / 757 - 013

office@energomont.rs

www.energomont.rs