

RAUDTEEALASED RAKENDUSED
Püsipaigaldised
Elektertranspordi kontaktliinid

Railway applications
Fixed installations
Electric traction overhead contact lines

EESTI STANDARDI EESSÕNA

Käesolev Eesti standard:

- on Euroopa standardi EN 50119:2009 "Railway applications - Fixed installations - Electric traction overhead contact lines" ingliskeelse teksti identne tõlge eesti keelde ning tõlgendamise erimeelsuste korral tuleb lähtuda ametlikes keeltes avaldatud tekstidest,
- omab sama staatust, mis jõustumisteate meetodil vastuvõetud originaalversioon,
- on kinnitatud Eesti Standardikeskuse 28.10.2009 käskkirjaga nr 193,
- jõustub sellekohase teate avaldamisel EVS Teataja 2009. aasta novembrikuu numbris.

Standardi tõlkis Elmo Pettai, eestikeelse kavandi ekspertiisi tegi Sergei Andrejev.

Standardi tõlke koostamisettepaneku esitas Tehnilise Järelevalve Amet, standardi tõlkimist korraldas Eesti Standardikeskus ning rahastas Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium.

Euroopa standardimisorganisatsioonide poolt rahvuslike liikmetele Euroopa standardi EN 50119:2009 teksti kättesaadavaks tegemise kuupäev on 2009-09-30

Date of Availability of the European Standard EN 50119:2009 is 2009-09-30

Käesolev standard on eestikeelne [et] versioon Euroopa standardist EN 50119:2009. Teksti tõlke avaldas Eesti Standardikeskus ja see omab sama staatust ametlike keelte versioonidega.

This standard is the Estonian [et] version of the European Standard EN 50119:2009. It was translated by Estonian Centre for Standardisation. It has the same status as the official versions.

ICS 29.280 Elekterveoseadmed

Võtmesõnad: kontaktliin, kontaktvõrk, projekteerimine, raudteerajatised, vooluvõttur

Hinnagrupp X

Standardite reprodutseerimis- ja levitamiseõigus kuulub Eesti Standardikeskusele

Andmete paljundamine, taastekitamine, kopeerimine, salvestamine elektroonsesse süsteemi või edastamine ükskõik millises vormis või millisel teel ilma Eesti Standardikeskuse poolt antud kirjaliku loata on keelatud.

Kui Teil on küsimusi standardite autorikaitse kohta, palun võtke ühendust Eesti Standardikeskusega:

Aru 10 10317 Tallinn Eesti; www.evs.ee; Telefon: 605 5050; E-post: info@evs.ee

English Version

**Railway applications –
Fixed installations –
Electric traction overhead contact lines**

Applications ferroviaires -
Installations fixes -
Lignes aériennes de contact pour la traction électrique

Bahnanwendungen -
Ortsfeste Anlagen -
Oberleitungen für den elektrischen Zugbetrieb

This European Standard was approved by CENELEC on 2009-04-01. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Central Secretariat: Avenue Marnix 17, B - 1000 Brussels

SISUKORD

EESSÕNA.....	5
1 KÄSITLUSALA	6
2 NORMIVIITED	6
3 TERMINID, MÄÄRATLUSED, SÜMBOLID JA LÜHENDTERMINID.....	9
3.1 Süsteemid.....	9
3.2 Elektrijuhid	11
3.3 Elektrilised terminid	11
3.4 Geomeetrilised terminid.....	12
3.5 Vundamendid	13
3.6 Sümbolid ja lühiterminid	14
4 PEAMISED PROJEKTEERIMISANDMED	16
4.1 Üldist.....	16
4.2 Liini iseloomulikud suurused.....	16
4.3 Elektrisüsteemi projekteerimine	16
4.4 Veeremi iseloomustus	17
4.5 Vooluvõtturid.....	17
4.6 Keskkonnatingimused	17
4.7 Arvutuslik eluiga	17
5 NÕUDMISED SÜSTEEMILE.....	18
5.1 Elektrisüsteemi projekteerimine	18
5.2 Vooluvõtturi süsteemide projekteerimine	20
5.3 Kontaktjuhtme mehaaniliste koormuste arvutus.....	23
5.4 Kandetrossi mehaanilise koormuse arvutus.....	25
5.5 Muude köisjuhtmete mehaaniliste koormuste arvutamine	26
5.6 Jäikade traatide mehaaniliste koormuste arvutamine	26
5.7 Mittejuhtivatest materjalidest köite mehaaniliste koormuste arvutamine	27
5.8 Riputussüsteemid	28
5.9 Pingutussüsteemid	28
5.10 Kontaktõhuliini seadmete geomeetria	28
5.11 Kontaktliini paigutus tee pöörangute ja ristumiste kohal	32
5.12 Ankurlõikude vahemikute paigutamine.....	32
5.13 Trollibussi peakohal asetsevatele kontaktliinidele esitatavad erinõuded	32
5.14 Lubatud piirhálbed ja limiidid	35
6 KONSTRUKTSIOONID	36
6.1 Projekteerimise alused	36
6.2 Mõjud kontaktõhuliinidele	39
6.3 Konstruktsioonide tüübid ja vastavad koormusjuhud	45
6.4 Põiktrossi tuge ja konstruktsioonide projekteerimine	51
6.5 Vundamendid	53
7 NÕUDED KOMPONENTIDELE	61
7.1 Üldist.....	61
7.2 Tugikonstruktsioonid.....	62
7.3 Kontaktjuhe.....	62
7.4 Muud juhud ja köied.....	62
7.5 Pingutusseadmed.....	63
7.6 Mehaanilised keskpunktid	63
7.7 Riputid.....	64
7.8 Klambrid ja abidetailid	64
7.9 Elektrilised ühendused	65
7.10 Isolaatorid	65
7.11 Sektsioneerimiseseadmed	65
7.12 Lahklülitid ja ajamid	66

7.13	Kaitseaparatuur	66
7.14	Trollibussisüsteemide erilised komponendid	67
8	TESTIMINE	67
8.1	Üldist	67
8.2	Tugikonstruktsioonid	68
8.3	Kontaktjuhtmed	77
8.4	Muud juhtmed	78
8.5	Pingutusseadmed	78
8.6	Mehaanilised keskpunktid	79
8.7	Riputid	79
8.8	Klambrid, muhvid ja muud tarvikud	81
8.9	Elektrilised ühendused	81
8.10	Isolaatorid	82
8.11	Jaotusseadmed	83
8.12	Lahklülid ja ajamid	84
8.13	Liigpingekaitse seadmed	84
8.14	Trollibussisüsteemide spetsiifilised komponendid	84
8.15	Süsteemi test	85
9	MIINIMUMDOKUMENTATSIOON	86
9.1	Üldist	86
9.2	Süsteemi spetsifikatsioon	86
9.3	Põhiline konstruktsioon	86
9.4	Paigutuse projekteerimine	86
9.5	Paigaldus ja hooldus	86
	Lisa A (teatmelisa) Juhtide voolutaluvus	87
	Lisa B (teatmelisa) Konstruktiivsed detailid	88
	Lisa C (teatmelisa) Informatsioon pinnase geotehnilise uurimise ja pinnase iseloomulike omaduste kohta	89
	Kasutatud kirjandus	91

JOONISED

Joonis 1	– Seos kontaktjuhtme kõrguste ja pantograafi tööpositsiooni vahel	31
Joonis 2	– Tagastustraadi asukoht sõidutee suhtes	33
Joonis 3	– Tuule toime terasest võrestruktuuridele	42
Joonis 4	– Karpterasest konstruktsiooni hõõrdeteguri määratlemine	43
Joonis 5	– Mõõtude ja juhtme minimaalse pikkuse kirjeldus	74
Joonis 6	– Potentsiaali mõõtmise punktid ühendusklambri ja ühendusmuhvi juures	75
Joonis 7	– Potentsiaali mõõtmise punktid T-tüüpi sisestusklambri juures	75
Joonis 8	– Pingutusseadme mõõteseade näide	79
Joonis 9	– Riputi testtsükli näide	80
Joonis 10	– Riputi pingutustesti teostamiseks vajaliku testseadme näide	81
Joonis 11	– Elektrilise ühenduse testimistsükli näide	82

TABELID

Tabel 1 – Materjalide mehaaniliste omaduste temperatuurilimiidid.....	18
Tabel 2 – Elektriliselt isoleerivad õhkvahemikud.....	19
Tabel 3 – Isoleeriv õhkvahemik erinevate faaside vahel.....	20
Tabel 4 – Kontaktjõud.....	23
Tabel 5 – Kontaktjuhtmete maksimumtemperatuuri tegur K_{temp}	24
Tabel 6 – Kontaktjuhtmete tuule ja jäitekoormuse tegur $K_{icewind}$	24
Tabel 7 – Köisjuhtmete tegur K_{temp}	25
Tabel 8 – Köisjuhtmete tegur K_{wind}	26
Tabel 9 – Köisjuhtmete tegur K_{ice}	26
Tabel 10 – Tegur K_{radius} mittejuhtivatest materjalidest kõite jaoks.....	28
Tabel 11 – , Kontaktjuhtme kallakud.....	29
Tabel 12 – Tähtsamad parameetrid, mis aitavad piirhälbeid ja limiite määratleda.....	35
Tabel 13 – Teguri C_{str} soovituslikud väärtused erinevatele konstruktsiooni tüüpidele.....	43
Tabel 14 – Kokkuvõtte koormusjuhtumitest, millega peab arvestama iga konstruktsioonitüübi juures.....	49
Tabel 15 – Toimete osategurite koondandmed.....	50
Tabel 16 – Terasmaterjali osategurite M soovituslikud väärtused.....	51
Tabel 17 – Betoonstruktsioonide osategurite γ_M soovituslikud väärtused.....	52
Tabel 18 – Vundamentide varuteguri γ_M soovituslikud väärtused.....	57
Tabel 19 – Nihke- ja survepinge väärtused juhuks, kui terasosad ankurdatakse betoonis.....	59
Tabel 20 – Tavaliste poltide pingutusmomendid M_t	69
Tabel 21 – Poltühenduste näited.....	69
Tabel 22 – Poldi ja mutri tugevuste omavaheline jaotus.....	70
Tabel 23 – Pingutusmomentide teisendustegur.....	70
Tabel 24 – Juhi minimaalsed pikkused.....	74
Tabel A.1 – Juhtmetes ja traatides pidevalt lubatav koormusvool.....	87
Tabel B.1 – Ühendatavate komponentide ühenduste soovituslikud mõõtmed ja servade kaugused.....	88
Tabel C.1 – Mõnede standardsete pinnaste iseloomulikud geotehnilised parameetrid standardist EN 50341-1:2001, lisa N.....	90

EESSÕNA

Käesoleva Euroopa standardi on koostanud CENELEC tehniline komitee TC 9X "Raudtee elektrilised ja elektroonilised rakendused" alamkomitee SC 9XC, nimetusega "Ühistranspordiseadmete ja abiparaatide elektrivarustus- ja maandussüsteemid (Püsipaigaldised)".

Kavandi tekst läbis ametliku hääletuse ja kinnitati CENELECi poolt 2009-04-01 standardina EN 50119. Standard asendab dokumenti EN 50119:2001.

Kehtestati järgnevad tähtpäevad:

- | | | |
|--|-------|------------|
| – viimane tähtpäev Euroopa standardi kehtestamiseks riigi tasandil identse rahvusliku standardi avaldamisega või jõustumistega kinnitamisega | (dop) | 2010-04-01 |
| – viimane tähtpäev Euroopa standardiga vastuolus olevate rahvuslike standardite tühistamiseks | (dow) | – |

Punktis 3 sisalduvad viited IEC 60050-811 määratlustele on mõeldud standardi kasutajatele ja need võivad teatud juhul uuendada või modifitseerida olemasolevat definitsiooni.

Standardit EN 50119 rakendavad rahvuslikud standardid:

Rahvuslikud standardid, mis võtavad üle standardi EN 50119 nõuded, peavad sisaldama standardi täisteksti (kaasa arvatud kõiki lisasid), nagu on avaldanud CENELEC, millele võib eelneda rahvuslik tiitelleht ja eessõna ning millele võib järgneda rahvuslik lisa.

Kui standardis sisaldub rahvuslik lisa, siis võib see sisaldada informatsiooni nende parameetrite ja kirjelduste kohta, mis standardis EN 50119 ei ole normatiivsed, näiteks:

- väärtused juhtudel, kui standardis on antud alternatiivsed või informatiivsed väärtused;
- asukohamaale spetsiifilised andmed (nt geograafilised, kliimaatilised vms) nt jääst tingitud koormuste või temperatuuri piirmäärad;
- protseduur, mida tuleb kasutada juhul, kui selles standardis on esitatud alternatiivsed protseduurid.

See võib samuti sisaldada:

- otsuseid teatmelisade kasutamise kohta ja
- viiteid vasturääkivusteta täiendavale informatsioonile, mis aitab kasutajal seda standardit rakendada.

Rahvuslik lisa ei tohi muuta Euroopa standardi ühtegi nõuet.

1 KÄSITLUSALA

See Euroopa standard kehtib elektertranspordi kontaktõhuliini süsteemide kohta, mida rakendatakse avalike või eraoperaatorite raudteedel, trammiteedel (kergraudteedel), trollibussidel ja tööstuslikel raudteedel.

See kehtib kontaktõhuliini süsteemide uute paigaldiste kohta ja olemasolevate kontaktõhuliini süsteemide täielikul rekonstrueerimisel.

See standard sisaldab nõudmisi ja teste, mida rakendatakse kontaktõhuliinide projekteerimisel, nõudmisi konstruktsioonidele ja nende struktuuri arvutusele ning taatlemisele, samuti nõudmisi ja teste koostude ja üksikosade projekteerimiseks.

See standard ei esita nõudmisi kontaktrööbassüsteemidele, kui kontaktrööpad paiknevad rööbastee kõrval.

2 NORMIVIITED

Järgmised dokumendid on vältimatult vajalikud käesoleva dokumendi rakendamiseks. Dateeritud viidete korral kehtib üksnes viidatud väljaanne. Dateerimata viidete korral kehtib viidatud dokumendi uusim väljaanne koos võimalike muudatustega.

EN 206-1 Concrete – Part 1: Specification, performance, production and conformity

EN 485-1 Aluminium and aluminium alloys – Sheet, strip and plate – Part 1: Technical conditions for inspection and delivery

EN 755-1 Aluminium and aluminium alloys – Extruded rod/bar, tube and profiles – Part 1: Technical conditions for inspection and delivery

EN 755-2 Aluminium and aluminium alloys – Extruded rod/bar, tube and profiles – Part 2: Mechanical properties

EN 1536 Execution of special geotechnical work – Bored piles

EN 1537 Execution of special geotechnical work – Ground anchors

EN 1991-1-4:2005 Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-4: General actions – Wind actions

ENV 1991-2-4:1995 Eurocode 1: Basis of design and actions on structures – Part 2-4: Actions on structures – Wind actions

EN 1992 (kõik osad) Eurocode 2 – Design of concrete structures

EN 1993 (kõik osad) Eurocode 3: Design of steel structures

EN 1993-1-1:2005 Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings

EN 1995 (kõik osad) Eurocode 5: Design of timber structures

EN 1997-1:2004 Eurocode 7: Geotechnical design – Part 1: General rules

EN 1997-2:2007 Eurocode 7 – Geotechnical design – Part 2: Ground investigation and testing

EN 1998 (kõik osad) Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 6: Towers, masts and chimneys

EN 1999 (kõik osad) Eurocode 9: Design of aluminium structures

EN 10025 (kõik osad) Hot rolled products of structural steels

- EN 10149** (kõik osad) Hot-rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming
- EN 10164** Steel products with improved deformation properties perpendicular to the surface of the product – Technical delivery conditions
- EN 10210** (kõik osad) Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels
- EN 12510** Wood poles for overhead lines – Strength grading criteria
- EN 12699** Execution of special geotechnical work – Displacement piles
- EN 12843** Precast concrete products – Masts and poles
- EN 20898-2** Mechanical properties of fasteners – Part 2: Nuts with specified proof load values – Coarse thread (ISO 898-2)
- EN 50121-2** Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 2: Emission of the whole railway system to the outside world
- EN 50122** (kõik osad)¹ Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and bonding
- EN 50123** (kõik osad) Railway applications – Fixed installations – D.C. switchgear
- EN 50124** (kõik osad) Railway applications – Insulation coordination
- EN 50125-2** Railway applications – Environmental conditions for equipment – Part 2: Fixed electrical installations
- EN 50149** Railway applications – Fixed installations – Electric traction – Copper and copper alloy grooved contact wires
- EN 50151** Railway applications – Fixed installations – Electric traction – Special requirements for composite insulations
- EN 50152-2** Railway applications – Fixed installations – Particular requirements for a.c. switchgear – Part 2: Single-phase disconnectors, earthing switches and switches with U_n above 1 kV
- EN 50163** Railway applications – Supply voltages of traction systems
- EN 50182** Conductors for overhead lines – Round wire concentric lay stranded conductors
- EN 50183** Conductors for overhead lines – Aluminium-magnesium-silicon alloy wires
- EN 50189** Conductors for overhead lines – Zinc coated steel wires
- EN 50206-1:1998** Railway applications – Rolling stock – Pantographs: Characteristics and tests – Part 1: Pantographs for main line vehicles
- EN 50206-2:1999** Railway applications – Rolling stock – Pantographs: Characteristics and tests – Part 2: Pantographs for metros and light rail vehicles
- EN 50317** Railway applications – Current collection systems – Requirements for and validation of measurements of the dynamic interaction between pantograph and overhead contact line
- EN 50318** Railway applications – Current collection systems – Validation of simulation of the dynamic interaction between pantograph and overhead contact line

¹ Kavandi etapis

EN 50326 Conductors for overhead lines – Characteristics of greases

EN 50341-1:2001 Overhead electrical lines exceeding AC 45 kV – Part 1: General requirements – Common specifications

EN 50345 Railway applications – Fixed installations – Electric traction – Insulating synthetic rope assemblies for support of overhead contact lines

EN 50367:2006 Railway applications – Current collection systems – Technical criteria for the interaction between pantograph and overhead line (to achieve free access)

EN 60071 (kõik osad) Insulation co-ordination (IEC 60071, kõik osad)

EN 60099 (kõik osad) Surge arresters (IEC 60099, kõik osad)

EN 60168 Tests on indoor and outdoor post insulators of ceramic material or glass for systems with nominal voltages greater than 1 kV (IEC 60168)

EN 60265-1 High-voltage switches – Part 1: Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV (IEC 60265-1)

EN 60305 Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1 kV – Ceramic or glass insulator units for a.c. systems – Characteristics of insulator units of the cap and pin type (IEC 60305)

EN 60383 (kõik osad) Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1 kV (IEC 60383, kõik osad)

EN 60433 Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1 kV – Ceramic insulators for a.c. systems – Characteristics of insulator units of the long rod type (IEC 60433)

EN 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) (IEC 60529)

EN 60660 Insulators – Tests on indoor post insulators of organic material for systems with nominal voltages greater than 1 kV up to but not including 300 kV (IEC 60660)

EN 60672 (kõik osad) Ceramic and glass insulating materials (IEC 60672, kõik osad)

EN 60889 Hard-drawn aluminium wire for overhead line conductors (IEC 60889)

EN 60947-1 Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules (IEC 60947-1)

EN 61232 Aluminium-clad steel wires for electrical purposes (IEC 61232, mod.)

EN 61284:1997 Overhead lines – Requirements and tests for fittings (IEC 61284:1997)

EN 61325 Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1 kV – Ceramic or glass insulator units for d.c. systems – Definitions, test methods and acceptance criteria (IEC 61325)

EN 61773 Overhead lines – Testing of foundations for structures (IEC 61773)

IEC 61109 Composite insulators for a.c. overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods and acceptance criteria

EN 61952 Insulators for overhead lines – Composite line post insulators for alternative current with a nominal voltage > 1 000 V (IEC 61952)

EN 62271-102:2002 High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches (IEC 62271-102:2001 + corrigendum Apr. 2002 + corrigendum May 2003)

EN ISO 898-1:1999 Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel – Part 1: Bolts, screws and studs (ISO 898-1:1999)

EN ISO 1461:1999 Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles – Specifications and test methods (ISO 1461:1999)

HD 578 Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages greater than 1 kV (IEC 60273)

IEC 60050-811 International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 811: Electric traction

IEC/TR 61245 Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on d.c. systems

3 TERMINID, MÄÄRATLUSED, SÜMBOLID JA LÜHENDTERMINID

Standardi rakendamisel kasutatakse standardi IEC 60050-811 ning alljärgnevat termineid ja määratlusi.

3.1 Süsteemid

3.1.1

kontaktliini süsteem (*contact line system*)

teenindavatest elektriliinidest koosnev võrk selleks, et varustada alajaamadest elekterveoseadmeid elektrienergiaga. Sellesse kuuluvad kontaktõhuliini süsteemid ja kontaktrööbassüsteemid. Selle süsteemi elektrilised piirid algavad toitepunktist ja lõpevad vooluvõturi kontaktpunktis.

MÄRKUS Selle süsteemi mehaaniline osa võib hõlmata:

- kontaktliini;
- rajatise ja vundamente;
- tugesid ja igasuguseid komponente, mis toetavad või kinnistavad elektrijuhte;
- peamisi ja sellega ristsuunalisi liinivisanguid;
- pingutusseadmeid;
- piki teetrassi kulgevaid toitefiidreid, tugevdavaid fiidreid ja teisi liine, nagu maandusjuhtmeid ja tagasivoolu juhte niikaugele, kui need on toetatud kontaktliini süsteemi tarinditega;
- muid seadmeid, mis on vajalikud kontaktliini toimimiseks;
- juhtmeid, mis on püsivalt ühendatud kontaktliiniga selleks, et varustada muid elektriseadmeid nagu valgusteid, signalisatsiooniseadmeid, pöörmete ajamite seadmeid, pöörmete soojendusseadmeid.

3.1.2

kontaktliin (*contact line*)

elektrijuhtidest koosnev süsteem, mis on mõeldud veeremi varustamiseks elektrienergiaga vooluvõturi kaudu.

MÄRKUS See sisaldab kõiki vooluvõtmiseks sobivaid juhtmeid ja juhtivaid relse või latte, kaasa arvatud järgnevaid:

- tugevdavaid fiidreid;
- teetrassiga ristuvaid fiidreid;
- lahküliteid;
- liinisektsioonide vahelisi isolaatoreid;
- ülepinge (liigpinge) kaitse seadmeid;
- tugesid, mis ei ole voolujuhtidest isoleeritud;
- pingestatud osade külge ühendatud isolaatoreid;

kuid see määratlus välistab teised elektrijuhid, selliseid on mainitud järgnevalt:

- piki teetrassi kulgevad fiidrid;
- maandustraadid ja tagasivoolu juhid.