

10000 Tierakenteet

10000.0 Tien toimivuusvaatimukset

Tieväylän tulee

- olla käyttäjälleen ja ympäristölleen turvallinen
- tarjota käyttäjälle tasainen alusta liikennöintiä varten kaikissa olosuhteissa
- mahdollistaa sujuva liikennöinti
- olla viihtyisiä
- olla sekä itsessään että tiellä tapahtuva liikenne huomioon ottaen riittävän kestävä koko rakenteen suunnitellun käyttöiän
- mahdollistaa tarvittaessa liikenteen välityskyvyn lisääminen rakennetta leven-tämällä
- mahdollistaa väylän käytön edellyttämät hoito- ja kunnossapitotoimenpiteet.

Liikenteen palvelutason määritelmiä, tekijöitä ja mittareita

Tekniset palvelutasotekijät

Liikennejärjestelmän toimivuus on laaja käsite, jolla palvelutason yhteydessä tar-koitetaan yleensä järjestelmän suoriutumista sille tarkoitettussa käytössä. Toimi-vuus-käsite kuvaa liikenteen toiminnallista tehokkuutta, matkan suorittamismah-dollisuuksia ja edistymistä kokonaisuutena. Toimivuuden määritelmään liittyviä osa-alueita ovat mm. liikennöitävyys, sujuvuus, tavoitettavuus, tehokkuus, vai-vattomuus, toimintavarmuus, saavutettavuus ja ajomukavuus.

Liikennöitävyys Tavara- ja henkilöliikenteen toimintamahdollisuudet tieverkolla, kulkukelpoisuus, väylästä paino- tai muut tekniset rajoitukset, kunnossapidon riittävyys (liikennöintimahdollisuudet talviolosuhteissa, routavauriot tms.). Liiken-nepalvelun tarjoajan mahdollisuus liikenteen järjestämiseen, ks. *tavoitettavuus*.

Sujuvuus Matkan kestoon ja kapasiteetin käyttöön liittyvä käsite, ruuhkautumisen aste, liikenteen ohjauksen tarkoituksenmukaisuus (valo-ohjaus, liittymätyypit tms.), ”vapaiden” liikkumisolosuhteiden suhde toteutuneisiin olosuhteisiin.

Tavoitettavuus Tarjotut yhteyksimahdollisuudet, palvelun riittävyys ajallisesti ja pai-kallisesti, liikennepalvelun asiakkaan mahdollisuus palvelujen käyttöön, ks. *lii-kennöitävyys* ja *saavutettavuus*. Esimerkiksi kävelymatkat, esteettömyys joukko-liikenteessä ja kevyessä liikenteessä.

Tehokkuus Ajo- ja aikakustannusten minimoiminen ja ruuhkautumisen välttämi-nen, kulkumuotojen järkevä yhteistoiminta (joukkoliikenteen vaihdot, raskaan lii-kenteen suosiminen, liityntäpysäköinti tms.).

Vaivattomuus (mukavuus) Asiakaskeskeinen näkökanta, sujuvuuden ja tavoitet-tavuuden tulos, esteettömyys.

Vaivattomuus Asiakaskeskeinen ja liikenteen sujuvuudesta riippuva matka-aika-arvioiden paikkansapitävyys, liikenneolosuhteiden ennustettavuus ja säännölliset vaihtelut, ks. *toimintavarmuus*.

Toimintavarmuus Tiestön ja yhteyksien kunnossapidosta (liikennöitävyys) riippuva yhteysvälien luotettavuus, yhteyksien jatkuva ylläpito, onnettomuuksien ja muiden häiriötilanteiden vähäisyys.

Saavutettavuus on palvelutasokäsitteen yhteydessä usein käytetty tekijä. Saavutettavuudella tarkoitetaan toimintojen ja alueiden sijainnin suhdetta toisiinsa ja näiden välisten liikennepalveluiden laatua. Saavutettavuus liittyy läheisesti toimivuuteen, erityisesti tavoitettavuuteen ja vaivattomuuteen.

Ajomukavuus On lähempänä koettua kuin teknistä palvelutasoa. Ajomukavuus on vaikeasti määritettävissä, koska se perustuu kuljettajan kokemukseen ja riippuu ajasta, paikasta, kulkumuodosta ja kulkuvälineen teknisistä ominaisuuksista. Teknisen palvelutason kannalta ajomukavuutta lähimpänä ovat vaivattomuuteen ja sujuvuuteen liittyvät tekijät ja niiden mittarit.

Joukkoliikenteessä käyttäjän palvelutasoon vaikuttavia liikennejärjestelmän ominaisuuksia ovat tasapuolisuus, liikennöinti-aika, hallittavuus, vuorovälit, vaihtojen lukumäärä ja sujuvuus sekä liikennepalveluiden saatavuus. Tarkemmin määritettäviä teknisiä tekijöitä ovat esimerkiksi etäisyys pysäkillä tai asemalle sekä käyttäjän kustannukset. Osa näistä tekijöistä, kuten liikennöinti-aika, lipun hinta ja pysäkkietäisyydet, ovat suoraan mitattavissa alueellisella tasolla, joten ne toimivat myös palvelutason mittareina. Sen sijaan esimerkiksi tasapuolisuuden ja hallittavuuden mittaaminen on ongelmallista. Osa joukkoliikennepalveluille oleellisista palvelutasotekijöistä, kuten sujuvuus, liittyy läheisesti muun ajoneuvoliikenteen sujuvuuteen, ja niitä voidaan kuvata samoin menetelmin ja mittarein. Sujuvuuteen vaikuttavat tienpidon toimenpiteet vaikuttavat yleensä myös joukkoliikenteeseen. Kevyen liikenteen kannalta keskeisiä palvelutasotekijöitä ovat reitin lyhyys, miellyttävyys, sosiaalinen turvallisuus ja liikenneturvallisuus. Lähinnä liikenneturvallisuuden ja osittain myös miellyttävyyteen liittyviä paremmin mitattavissa olevia kevyen liikenteen tunnuslukuja ovat esimerkiksi erottelu muusta liikenteestä (omat väylät), katujen ylitykset sekä kunnossapidon nopeus erityisesti talvisin. Sen sijaan sosiaalisen turvallisuuden ja miellyttävyyden mittaaminen ihmisten kokemuksena on vaikeaa, koska tavalla tai toisella jaloin ja pyörällä liikkuvia ihmisiä ovat käytännössä kaikki lapsista vanhuksiin. Suomessa teknistä tieliikenteen palvelutasoa kuvataan lähinnä sujuvuudella. Sujuvuutta voidaan tarkastella objektiivisesti tai subjektiivisesti. Objektiivista sujuvuutta mitataan tarkkailemalla liikennevirtaa tai ajoneuvoja tiettyjen mittareiden, mm. matka-ajan, avulla. Subjektiivinen sujuvuus perustuu henkilökohtaiseen tulkintaan liikennetilanteesta. Sujuvuuteen liittyviä tekijöitä ovat luotettavuus, joka on seuraus tiestön toimintavarmuudesta sekä tiestön liikennöitävyys, joka koostuu tien teknisestä laadusta, kunnosta ja hoitotasosta.

10000.1 Tien toimivuusluokittelu

10000.1.1 Turvallisuusluokittelu

Tien geometristen ominaisuuksien lisäksi väylän turvallisuuteen vaikuttavat lähinnä tien pinnan ominaisuudet, turvallisuuteen liittyvät varusteet ja laitteet sekä näiden hoito. Tien pinnan tulee tarjota liikenteen turvallisuuden edellyttämä riittävä ja tasalaatuinen kitka kaikissa olosuhteissa. Tien pinnan ja siihen tehtyjen tiemerkinöjen valonheijastavuusominaisuudet tulee olla riittävät pimeään ajan liikenteen turvaamiseksi. Valaistuilla teillä valaistuksen pitää olla riittävä, eikä se saa aiheuttaa häikäistymistä. Tien pinnassa ei saa esiintyä liikenneturvallisuutta vaarantavia, yllättäviä heittoja tai haitallisia päällysteen vaurioita. Liikenteen turvalliseen sujumiseen vaikuttavat lisäksi tien ja pientareen leveys, tien pinnan väri, liikenteen opasteet ja kaistamerkinnet sekä niiden valonheijastuvuus, luiskien kaltevuudet, kaiteet, aidat, portit sekä pylväät ja niiden sijoittuminen. Ulkopuolista ympäristöä suojaa tiealueella tapahtuvilta onnettomuuksilta kaiteet ja pohjavesisuojauskset. Turvallisuustekijöitä ovat

- ajonopeus
- yllätyksettömyys
- tien leveys
- pientareen leveys
- luiskan kaltevuus
- valaistus
- häikäistyvyys
- valonheijastavuus
- kitka
- routa- ja painumaheitot
- vauriot
- aidat
- kaiteet
- pohjavedensuojaus
- tierakenteiden vakavuus
- siltojen rakenteellinen kestävyys (sortumat)
- tunnelien turvallisuus (sortuma, palo, vesivuoto).

10000.1.2 Käytettävyyssluokittelu

Tien pinnan tulee olla ajonopeuteen nähden riittävän tasainen sekä pituus- että poikkisuunnassa, ja sen tulee tarjota liikenteen sujumisen edellyttämä riittävä ja tasalaatuinen kitka kaikissa olosuhteissa. Tien käytettävyyttä parantavat mm. tien riittävä leveys, liikenteen ohjauksessa käytettävien opasteiden, merkkien ja merkintöjen näkyvyys, selkeys ja havainnollisuus sekä asianmukainen valaistus. Käytettävyystekijöitä ovat

- liikenteen välityskyky, matka-ajan ennakoitavuus
- kuntotilan jatkuvuus
- pinnan kunto
- urautuneisuus
- pitkittäisepätasaisuus
- vauriot
- kitka
- opasteiden, merkkien ja merkintöjen näkyvyys, selkeys ja havainnollisuus
- valaistus.

10000.1.3 Viihtyisyyssluokittelu (viihtyisyys ja maisemallisuus)

Tieväylän viihtyisyyteen vaikuttavat käyttäjän kannalta oleellisin renkaismelu ja tieympäristön rakenteet sekä istutukset. Valaistuksella voidaan lisätä viihtyisyyttä. Tieväylän ympäristön vähennetään väylän sijoittelulla, päällysteillä, meluvalleilla ja -aidoilla. Ympäristöön leviävä ääniä voidaan kokea haittana äänille herkässä ympäristössä. Viihtyisyystekijöitä ovat

- renkaismelu
- istutukset
- verhoukset
- valaistus
- ympäristömelu
- hajupäästöt
- roskaisuus.

10000.1.4 Käyttöikäluokittelu

Tierakenteiden käyttöikä määräytyy käytettävyyss- ja toimivuuskriteerien perusteella. Käyttöikää rajoittaa rakenteiden ja materiaalien turmeltuminen käyttöiän aikaisten rasitusten ja olosuhteiden vaikutuksesta. Tavoiteikä on aika, jonka päätyessä ennalta asetetut toimivuusvaatimukset ylittyvät. Toimivuusvaatimus-

ten raja-arvot asetetaan käytettävyyden, teknisen kestävyiden tai taloudellisen ylläpidettävyyden perusteella. Tierakenteen käyttöikä ei siis luokitella ainoastaan teknisen kestävyiden perusteella. Rakenteen vakavuuden ja teknisen kestävyiden (kestoikä) pitää kuitenkin olla riittävät. Rakenteet tulee suunnitella ja rakentaa siten, että alemmaksi sijoitettujen osarakenteiden ja rakenneosien kestoikä on vähintään niiden päälle tulevien osarakenteiden kestoikä. Käyttöiän rakenneta-soiset toimivuusvaatimukset asetetaan

- poikkisuuntaiselle tasaisuudelle
- pituussuuntaiselle tasaisuudelle
- kaltevuudelle
- vaurioiden määrälle ts. kokonaispainumalle ja painumaerolle sekä routanousulle ja routanousuerolle.

Rakenteen kestoian turvaamiseksi osarakenteille, rakenneosille ja materiaaleille voidaan asettaa myös erillisiä teknisen kestävyiden vaatimuksia, mm. kuormituskestävyys, materiaalien lujisuuden ja jäykkyiden pysyvyys. Käyttöikä on se aika, jona rakenne tai sen osa asianmukaisesti huollettuna täyttää sille asetetut vaatimukset tietyllä todennäköisyydellä. Käyttöikä päättyy, kun rakenne tai sen osa saavuttaa tilan jonkin sille asetetun ensisijaisen vaatimuksen suhteen. Tilalla tarkoitetaan tässä esimerkiksi päällysteen urasyvyyttä, päällysteen pituussuuntaista epätasaisuutta, tierakenteen painumaa, penkereen stabiliteettia, kantavien rakenteiden, kuten paalulaatan, kantokykyä. Tierakenteiden rakennusosilta vaadittava käyttöikä esitetään *taulukossa 1*.

Taulukko 1. Tierakenteiden rakenneosilta vaadittava käyttöikä. Tierakenteiden painuma ja painumaero lasketaan 30 vuoden käyttöajalle sekä routanousu ja routanousuero kerran 10 vuodessa esiintyvälle pakkasmäärälle, ellei muuta ole esitetty.

Rakennusosa	Käyttöikä, vuotta	Todennäköisyys
Päällys- ja pintarakenteet		
Päällysrakenteen yläosat		
Päällysrakenne	30	50 %
Päällyste (AB, PAB, sorapäällyste, kivipäällyste)	määritetään hankkeittain	50 %
Kantava kerros (sitomaton kantava, sidottu kantava)	määritetään hankkeittain	50 %
Jakava kerros	määritetään hankkeittain	50 %
Betonipäällysteet	40	50 %
Päällysrakenteen alaosat (ei penger)		
Päällysrakenteen lujitusrakenteet	30	95 %
Roudaneristerakenne	50	50 %
Suodatinkerros, hiekka	määritetään hankkeittain	50 %
Suodatinkerros, kangas	25	95 %
Reunatuet, kourut	30	95 %
Lujitemaatumuurit ja tukimuurit	100	95 %

Rakennusosa	Käyttöikä, vuotta	Todennäköisyys
Kasvillisuus	määritetään hankkeittain kasvien luonnollisen eliniän perusteella	
Tien luiskan eroosiosuojaus		
Mitoitusperuste kerran 2 vuodessa toistuva 15 min:n enimmäissade (pintaerosio) ja 2 vuodessa 1 h:n sadanta (mitoitusvirtaama)	2	(tilastollinen arvo)
Joki, aalto- yms. eroosiosuojaus (esim. siltakeilat)	100	(tilastollinen arvo)
Perustusrakenteet		
Anturaperustukset (riippuu ylärakenteesta)	50...100	95 %
Pohjarakenteet		
Arinaperustukset (riippuu materiaalista)	50...100	50...95 %
Paalulaatta-, paaluhatturakenne	100	95 %
Pohjanvahvistusrakenteet Jos käyttöiän jälkeen ei seuraa tierakenteen toimintamekanismin merkittävää muutosta (esim. progressiivinen sortuma), käytetään alemmaa arvoa		
Syvästabilointi (riippuu pilarityypistä)	50...100	95 %
Massastabilointilaatta	50...100	95 %
Massanvaihto	50...100	50 %
Kevennys, päällysrakenteen alla	50	50 %
Lujitteet, geosynteettinen lujite tai teräslujite	50	95 %
Kallion tiivistys- ja lujitusrakenteet		
Pultitus	100	95 %
Kallion ruiskubetonointi	100	95 %
Penkereet	100	50 %
Turvallisuus- ja suojarakenteet		
Meluesteen tukirakenne / akustiset elementit	30/15	95 %
Melukaitteet	50	95 %
Suojakaiteet	30	95 %
Aidat, puomit, portit	20	95 %
Valaisinpylväät	30	95 %
Opastus- ja ohjausjärjestelmät		
Laitteittain	10...20	95 %
Tiimerkinnät	määritetään hankkeittain	
Pohjavesien suojausjärjestelmät	50	50 %

Rakennusosa	Käyttöikä, vuotta	Todennäköisyys
Kuivatusrakenteet		
Kuivatusrakenteet ja putkistot ml. rummut	50	95 %

10000.1.5 Muuntojoustoluokittelu

Tierakenteen tulee tarvittaessa mahdollistaa liikennemäärän muutoksen edellyttämät toimenpiteet, kuten rakenteen leventäminen ja/tai korottaminen, sekä liikennemäärän kasvun edellyttämien muiden rakenteiden rakentaminen tien yhteyteen. Näitä rakenteita ovat esimerkiksi silmukkakäännös, ohituskaistat, eritasoliittymät ja linja-autopysäkit. Tierakenteen tulee tarvittaessa mahdollistaa myös tien turvallisuusrakenteiden parantaminen tai muun varustelutason muutos sekä rakenteeseen tehtävät telematiikka- ja infra-asennukset tai niiden lisäykset. Muuntojoustotekijöitä ovat

- vakavuus (rakenne suunniteltu kestämään levennys ja/tai korotus)
- levennettävyys
- korotettavuus
- palvelutason muuttaminen (esimerkiksi päällystetyn tien muuttaminen soratieksi)
- tierakennemateriaalien ja rakenneosien uudelleenkäyttö
- liikennemäärän kasvun edellyttämien rakenteiden lisättävyys (liittymät, linja-autopysäkit)
- turvallisuusrakenteiden ja varusteiden lisäämis-, parantamis- ja muutosmahdollisuus
- telematiikka- ja infrarakenteiden asennusmahdollisuus.

10000.1.6 Ylläpidettävyyden luokittelu

Tien tulee olla hoidettavissa ja ylläpidettävissä tavanomaisin menetelmin aiheuttamatta merkittävää haittaa liikenteelle ja ympäristölle. Rakenteen on mahdollistettava turvalaitteiden huoltaminen ja vaihto. Tien pientareiden tulee toimia nurmikon, pensaiden ja muiden istutusten kasvualustana. Pientareiden tulee olla vaivatta hoidettavissa (esimerkiksi heinän niitto, vesakointi) tavanomaisin menetelmin riittävien näkymien ja viihtyisän ulkoasun ylläpitämiseksi. Ennakoitavissa oleviin haittoihin tulee varautua. Ennakoitavia haittoja ovat esimerkiksi kinostuminen, paantaminen, puiden kaatuminen tielle ja rumpujen tukkeutuminen. Ylläpidettävyystekijöitä ovat

- tien, pientareen ja tiealueen leveys (lumenauraus, lumitila)
- hoito- ja ylläpitotoimenpiteiden suorittamisen helppous (lumenauraus, kuivatuksen ylläpito, halkeamien työturvallinen juottaminen, päällysteen uusimisen mahdollisuus, näkymien ylläpito)

- turvalaitteiden ja muiden tien varusteiden ja laitteiden huollettavuus.

Kunnossapito

Tien suuntaus, poikkileikkaus ja liittymät suunnitellaan siten, että lumen auraus ja poisto, lakaisu sekä muut puhtaanapito- ja kunnossapitotyöt voidaan suorittaa sopivalla menetelmällä ja kalustolla liikennettä mahdollisimman vähän häiriten. Johdot, laitteet, kaivot, liikennemerkkit, opastuslaitteet, tiemerkinnot ja valaistuslaitteet sijoitetaan ja muotoillaan siten, että puhtaanapito- ja kunnossapitotyöt voidaan tehdä normaaleilla menetelmillä ja siten, että liikennettä häiritään mahdollisimman vähän.

11000 Tierakenteen toimivuusvaatimukset

Liikennöintiä varten tien pinnan tulee olla tasainen ja säilyttää tasaisuutensa ja ehjyytensä suunnitellun käyttöiän. Tien pinta ei saa olla haitallisen liukas. Tierakenteen tulee olla sellainen, että se voidaan varustaa liikennettä ohjaavilla ja tukevilla varusteilla ja laitteilla. Rakenteen pitää olla hoidettavissa ja ylläpidettävissä sekä tarvittaessa levennettävissä.

Maanvaraisesti tai vahvistus- ja pohjarakenteiden varaan perustettujen rakenteiden painumien ja siirtymien tulee olla turvallisen liikennöinnin kannalta riittävän pieniä. Maapohjan ja rakenteiden varmuuden sortumista, murtumista ja halkeilua vastaan on oltava riittävän suuri.

11000.1 Tasaisuus

Tien pinnan tulee olla ajomukavuuden ja liikenteen turvallisuuden varmistamiseksi riittävän tasainen. Pinnan urat ja muut epätasaisuudet eivät saa häiritsevästi ohjata ajoneuvoa eikä pinnan epätasaisuuden vuoksi tarvitse merkittävästi alentaa suunniteltua ajonopeutta. Tasaisuus muodostuu primäärisesti tien pituus- ja poikkisuuntaisesta tasaisuudesta. Näihin puolestaan vaikuttavat päällysteen urautuminen, päällysrakenteen deformatio ja vauriot, tien alustan ja pohjamaan routivuus sekä maapohjan (ml. pohjarakenteiden) painuminen.

Päällysteen pinnalla havaittavaan pituussuuntaiseen tasaisuuteen ja urautuneisuuteen vaikutetaan päällysteellä sekä kantavalla ja jakavalla kerroksella. Kantavalle ja jakavalle kerrokselle ei ole olemassa suoria vaatimuksia pituussuuntaisen tasaisuuden tai urautumisen suhteen. Kantavan ja jakavan kerroksen vaikutusta pituussuuntaiseen tasaisuuteen ja urautuneisuuteen hallitaan asettamalla vaatimukset epäsuorasti kerroksen materiaalin rakeisuusvaatimuksina, tiiviyssastevaatimuksina ja kuormituskestävyysvaatimuksina.

11000.1.1 Pituussuuntainen tasaisuus

Tie tulee perustaa ja rakentaa siten, etteivät tierakenteessa tai sen alla tapahtuva maapohjan painuminen, routiminen eivätkä pohjarakennusratkaisut tai eristerakenteet aiheuta tien pintaan haitallista pituussuuntaista epätasaisuutta. Tien pituussuuntaiseen epätasaisuuteen vaikuttaa lisäksi rakenteessa käytettävien materiaalien homogeenisuus.

Vaatimukset

Vaatus asetetaan tunnetulle liikennemäärälle ja tienopeudelle *taulukon 2* mukaan. Olemassa olevan tien epätasaisuuden ei tule ylittää *taulukon 2* raja-arvoja.

Taulukko 2. Tasaisuuden tavoiteraja IRI-arvona (mm/m) määritettynä vähintään 1 km:n jaksolle 100 m:n osuuksien keskiarvona. Yksittäisen 100 m:n osuuden arvo saa olla 1 mm/m taulukossa esitettyä suurempi.

Nopeus, km/h	101...120	81...100	61...80	60
kvl < 350	3,5 (3,22)	3,5 (3,22)	4,1 (3,63)	5,5 (4,58)
kvl 350...1500	2,5 (2,54)	3,5 (3,22)	4,1 (3,63)	5,5 (4,58)
kvl 1500...6000	2,5 (2,54)	2,5 (2,54)	3,5 (3,22)	4,1 (3,63)
kvl > 6000	2,5 (2,54)	2,5 (2,54)	2,5 (2,54)	3,5 (3,22)

Mittausarvot riippuvat kalustosta ja mittausohjelmasta. *Taulukossa 2* esitetyt arvot ovat PMSpro, Versio 1.6:n mukaisia. Nykyisillä mittausautoilla kuntotavoiterajat ovat kireämmät. Siirto-projektissa on esitetty suositus mittautustietojen muunnoskaavaksi:

- IRI-arvot alle 2,3 ei tehdä muunnosta
- IRI-arvot 2,3 tehdään muunnos: $IRI_{\text{uusi}} = 0,84 + 0,68 \times IRI_{\text{vanha}}$.

Taulukossa 2 esitetään suluissa tällä kaavalla muunnetut raja-arvot. Ellei muuta mainita, käytetään vanhoja raja-arvoja.

Ohje

Vaatus voidaan vaihtoehtoisesti asettaa *taulukossa 3* esitettyinä suurimpina sallittuina yksittäisepätasaisuuden määrinä tai pystykiihtyvyytenä. Kokemusten mukaan kiihtyvyyksmittausten toistettavuus on huono.

Taulukko 3. Suurimmat sallitut yksittäisepätasaisuuksien määrät.

Tienopeus, km/h	Yksittäisepätasaisuuksien määrä		Enimmäiskiihtyvyys, m/s ²
	Pienet 2...3,5, m/s ²	Suuret > 3,5, m/s ²	
120	2	0	3
100	3	1	4
80	6	2	4
50...60	10	5	4

Todentaminen (suora)

Pitkittäisepätasaisuutta mitataan PTM-autolla (*PANK 5207*).

Ohje

IRI-arvolla tarkoitetaan tien pinnan pituusprofiilista laskettua pituussuuntaisen epätasaisuuden tunnuslukua, joka kuvaa auton pyörän pystysuoraa liikettä korin suhteen ajon aikana. IRI-ar-

voon vaikuttaa epätasaisuus, jonka aallonpituus on 0,5...30 m. Arvo tulostetaan 100 m kohti. Pystykiihtyvyydellä tarkoitetaan IRI-ajoneuvon rungon pystykihtyvyyttä.

Viitteet

- PMSPro. Versio 1.6
- Asfalttinormit 2000 sekä Asfalttinormien 2000 muutokset. Lisälehti 2003.
- PANK 5207 Päälysteet, autolla tehtävät mittaukset. Pituussuuntainen tasaisuus, IRI ja IRI4, PTM-auto.

11000.1.2 Poikkisuuntainen tasaisuus

Tierakenteen tulee kestää liikenteestä rakenteeseen aiheutuvaa rasitusta ilman tien pinnan urautumista. Urautuminen on päällysteen kulumista sekä sen ja alapuolisten kerrosten sekä alusrakenteen deformatumista.

Tien päällyste tulee valita siten, että se kestää tiellä vaikuttavasta liikenteestä aiheutuvan kuluttavan rasituksen ilman tien pinnan haitallista urautumista. Päällysteen ominaisuuksien lisäksi urautumiseen vaikuttavat sen alapuolisten kerrosten materiaali, tiiviys, kuormituskestävyys, kuivatus- ja routimisominaisuudet. Tien poikkisuuntaiseen tasaisuuteen vaikuttavat myös tien poikkisuunnassa epätasainen painuma ja routanousu, materiaalien homogeenisuus sekä tien reunan kuormituskestävyys- ja vakavuusongelmat. Päällysteen pinnalla ilmenevään urautumiseen vaikutetaan päällysteellä, kantavan ja jakavan kerroksen materiaaleilla, sisäluiskan muotoilulla sekä päällysrakenteen lujiteratkaisuilla.

Vaatimukset

Tien urasyvyys ei saa ylittää *taulukossa 4* esitettyjä toimenpideraja-arvoja.

Taulukko 4. Tien enimmäisurat 100 m:n jakson keskiarvona.

Nopeus, km/h	101...120	81...100	61...80	60
kvl < 350	17	18	19	20
kvl 350...1500	16	17	18	19
kvl 1500...6000	15	16	17	18
kvl > 6000	15	15	16	17

Päällysrakenteen rakenneosien vaatimukset asetetaan teknisinä vaatimuksina hankkeittain: päällysteelle nastarengaskulmisena ja deformatumisena sekä päällysrakenteen muille rakenneosille tapaus- ja materiaalikohtaisesti rakenteen homogeenisuutena, tiivyttenä, kantavuutena sekä kuivatusta ja routanousua koskevinä vaatimuksina.

Todentaminen (suora)

Uramittaus valmiista päällysteestä: vaihtoehtoiset uramittarit ovat PTM-auto (*PANK 5208*), profilometri (*PANK 5105*) ja 3 m:n oikolauta (*PANK 5102*).

Määritelmä

Urasyvyydellä tarkoitetaan mittauksen vertailutason (lankaura *PANK 5208*) ja poikkileikkauksen välistä kohtisuoraa enimmäisetäisyyttä.

Viitteet

- PMSPro. Versio 1.6
- Asfalttinormit 2000 sekä Asfalttinormien 2000 muutokset. Lisälehti 2003
- PANK 5102 Päälysteet, manuaaliset menetelmät. Päälysteen tasaisuus, oikolauta
- PANK 5105 Päälysteet, manuaaliset menetelmät. Profiilimittaus, laserprofilometrillä
- PANK 5208 Poikkisuuntainen tasaisuus. Lanka-ura.

11000.1.3 Sivukaltevuus

Tien sivukaltevuus on tärkeä ajodynamiikkaan ja pintavesien poisjohtamiseen vaikuttava tekijä. Tien sivukaltevuuden tulee olla sellainen, että sadevesi ei lamikoidu tielle. Sivukaltevuuden valinnassa on otettava huomioon myös liikenneturvallisuuden asettamat vaatimukset sekä maapohjan painuman vaikutukset kaltevuuteen.

Päälyste rakennetaan tasaisena kerroksena. Tarvittava sivukaltevuus toteutetaan viimeistään muotoilemalla kantavan kerroksen pinta vaadittavaan kaltevuuteen. Yleensä vaadittava sivukaltevuus toteutetaan alemmissa kerroksissa, jakavassa kerroksessa, suodatinkerroksessa tai penkereessä. Näiden kerrosten sivukaltevuudelle ei ole olemassa suoria vaatimuksia.

Vaatimukset

Teiden sivukaltevuusvaatimukset esitetään *taulukossa 5*.

Taulukko 5. Tien pinnan sivukaltevuudet.

Sivukaltevuus, %	
Ajoradat ja pientareet suoralla	Kevyen liikenteen väylät
3,0	2,5

Tien pinnan poikkisuuntainen kaltevuus ei saa muuttua niin, että pintakuivatus ja sivuttaiskitka muuttuvat liiaksi, *kohta 11100.3 Routanousu ja routanousuero*.

Suurin sallittu sivukaltevuuden keskimääräinen poikkeama vaaditusta arvosta on Mo- ja Mol-teillä $\pm 0,3$ %-yksikköä, muilla Vt- ja Kt-teillä $\pm 0,5$ %-yksikköä ja muilla yleisillä teillä $\pm 0,7$ %-yksikköä. Paikallisesti, enintään 20 %:lla tiejakson pituudesta, poikkeama saa olla enintään kaksinkertainen edellä asetettuihin arvoihin verrattuna.

Päälysteeseen liittyvä päällystämätön piennar ei saa ylittää kaltevuutta 10 % eikä päällystetty piennar kaltevuutta 4 %. Kaltevuus on kuitenkin vähintään samansuuruinen kuin päällystetyllä osuudella.

Pientareen korkeuspoikkeama (kynnys) päälysteen reunasta saa olla enintään +20...–30 mm ajoradoilla ja kevyen liikenteen väylillä 0...–30 mm.

Viitteet

- 11100.3 Routanousu ja routanousuero, InfraRYL.

Todentaminen (suora)

Sivukaltevuus mitataan oikolaudalla tai määritetään erityisellä kaltevuusmittarilla tai laskennallisesti PTM-mittausdatasta (*PANK 5209*, sivukaltevuus regressiomalli, PMT-auto).

Määritelmä

Sivukaltevuudella tarkoitetaan tien poikkisuuntaista kaltevuutta prosentteina. Sivukaltevuus on suoralla tieosuudella negatiivinen, jos mitatun kaistan oikea reuna on alempana kuin vasen reuna.

Viitteet

- Asfalttinormit 2000 ja muutokset. Lisälehti 2003
- PANK 5209, Sivukaltevuus, Regressiomalli.

11000.1.4 Viettokaltevuus

Tien pinnan viettokaltevuuden tulee turvallisen ja sujuvan liikenteen mahdollistamiseksi olla riittävän pieni. Suuri viettokaltevuus voi aiheuttaa vaaraa erityisesti kaarteissa ja liukkaalla tien pinnalla. Viettokaltevuuden äkillisen muuttumisen mahdollisuus on otettava erityisesti huomioon erityyppisten rakenteiden yhtymäkohdissa sekä risteysalueilla.

Vaatimukset

Viettokaltevuus ei saa olla yli 10 %. Haitallisena viettotasaisuutena pidetään kuitenkin jo yli 5 %:n viettokaltevuutta. Risteysalueella viettokaltevuus ei saa ylittää arvoa 5 %. Niissä kohdissa, joissa ajoradan pintakuivatus on lähinnä pituuskaltevuuden varassa, on viettokaltevuuden vähimmäisarvo 1 %.

Todentaminen (suora)

Viettokaltevuudelle ei ole olemassa standardisoitua mittausmenettelyä. Viettokaltevuus voidaan laskea pituus- ja poikkikaltevuuden mittaustuloksista vektorisummana. Kaltevuudet voidaan mitata oikolaudalla, kaltevuusmittarilla tai laskennallisesti PTM-mittausdatasta.

Määritelmä

Viettokaltevuudella tarkoitetaan pitkittäis- ja poikittaiskaltevuuden resultanttia prosentteina.

11000.2 Vaurioitumattomuus

Tierakenteen tulee olla lujuus- ja muodonmuutuskäyttäytymiseltään tiellä tapahtuva liikenne huomioon ottaen riittävän kestävä koko rakenteen suunnitellun käyttöiän. Rakenne voi vaurioitua stabiliteetin menetyksen, painuman, routanousun, sulamispehmenemisen, kantavuuden menetyksen sekä deformatumisen tai kulumisen johdosta. Vaurioitumisen syinä voivat olla työ-, rakenne- tai materiaa-

livirheet. Rakenneosien materiaalien tulee kestävydeltään vastata kyseiselle rakenneosalle asetettua tavoitekäyttöikää.

Liikenteen turvallisen sujumisen varmistamiseksi tierakenteen tulee säilyä riittävän ehyenä ja tasaisena koko tien suunnitellun mitoitusajanjakson. Päälysteessä ei saa esiintyä eikä siihen saa syntyä sellaisia vauriota, jotka heikentävät rakenteen osien toimivuutta tai kestävyyttä.

Päälysteen ohella myös kantavalla ja jakavalla kerroksella sekä päällysrakenteen lujitusrakenteilla vaikutetaan vaurioituneisuuteen. Kantavan ja jakavan kerroksen vaurioituneisuudelle ei ole olemassa suoria vaatimuksia. Kantavan ja jakavan kerroksen vaurioituneisuudelle asetetaan vaatimukset epäsuorasti teknisissä vaatimuksissa esitettyjen materiaalin rakeisuuden ja kiviaineksen laatuvaatimusten sekä tiiviyn (tiiviyssuhteen E_2/E_1) ja kantavuuden perusteella.

Vaatimukset

Vaatus asetetaan tunnettujen liikennemäärien ja *taulukon 6* mukaan.

Taulukko 6. Vauriosumman enimmäisarvot, m² / 100 m.

KVL-luokka	Kovat asfaltit	Pehmeä asfaltti
< 350	140	140
350...1500	70	80
1500...6000	50	60
> 6000	30	40

Ohje

Sadan metrin enimmäisarvon sijasta tai sen lisäksi voidaan asettaa vaatimuksia tieosittain tai hankkeittain vauriosumman keskiarvolle. Keskiarvon suositustaso on noin 60 % *taulukon 6* enimmäisarvoista.

Annettuja vauriosummia voidaan soveltaa määrittelemällä kohteelle esimerkiksi takuuajaiset vauriosumman tavoite- ja hylkäysrajat, *taulukko 7*.

Taulukko 7. Esimerkki paikallisten päällystevaurioiden tavoitearvoista ja hylkäysrajoista palvelujen hankinnassa.

KVL-luokka	Tavoitearvo, 100 m:n vauriosumma, m ²	Hylkäysraja, 100 m:n vauriosumma, m ²
1500...6000	10	30
< 1500, kl-väylät	10	40

Taulukon 6 arvot ovat noin 15 vuoden ikäisen päällysteen arvoja, ja *taulukon 7* raja-arvot noin 5 vuoden ikäisen päällysteen arvoja.

Betoniteille vaatimukset asetetaan aina hankkeittain.

Sorateiden vaatimukset asetetaan hankkeittain julkaisun *Sorateiden toimivuusvaatimukset* mukaan.

Soratien kelirikoluokitus

Runkokelirikkoa arvioidaan luokitteluasteikolla. Runkokelirikko luokitellaan neljään luokkaan seuraavasti Tiehallinnon julkaisun *Tieomaisuuden kunnan yhtenäinen palvelutasoluokitus* mukaan:

- – = ei runkokelirikkoa
- 1 = tie lähes ajokelvoton
- 2 = huomattava haitta liikenteelle
- 3 = haitta liikenteelle.

Viitteet

- Sorateiden toimivuusvaatimukset
- Tieomaisuuden kunnon yhtenäinen palvelutasoluokitus.

Todentaminen (suora)

Vaurioinventoinnin tarkkuus harkitaan hankekohtaisesti erikseen tarpeen mukaan. Edellä esitetyt vaatimukset on asetettu liikkuvasta autosta käsin ns. PVI-laitteella tehtyä inventointia käytettäessä, ks. julkaisu *Päällystevaurioiden inventointiohje*. Tiehallinnon nykyinen päällysteiden vaurioinventointi summaa yhteen kaikki päällystevauriot 100 m:n jaksoissa. *Taulukossa 8* esitetään nykyiset (vuonna 2006 käytössä olevat) painokertoimet, jotka poikkeavat edellä esitetystä julkaisusta.

Näitä kertoimia käyttäen vauriosumma $VS = 0,3 \cdot \text{kapeat pituushalkeamat} + 1,0 \cdot \text{leveät pituushalkeamat} + 0,1 \cdot \text{kapeat saumahalkeamat} + 0,5 \cdot \text{leveät saumahalkeamat} + 2,5 \cdot \text{kapeat poikkihalkeamat} + 5,0 \cdot \text{leveät poikkihalkeamat} + \text{verkkohalkeamat} + \text{reiät} + \text{purkaumat} + \text{reunapainumat}$.

Taulukko 8. Painokertoimet vauriosumman laskennassa. Lähde: Törnqvist.

Vaurio	Painokerroin
Pituushalkeama, kapea, m	0,3
Pituushalkeama, leveä, m	1
Saumahalkeama, kapea	0,1
Saumahalkeama, leveä	0,5
Poikkihalkeama, pakkaskatko	0
Poikkihalkeama, muu kapea	2,5
Poikkihalkeama, muu leveä	5
Verkkohalkeama, m ²	1
Purkauma	1
Reikä, kpl	1
Reunapainuma, m	1

Edellä esitetyt kertoimia käytetään tarkasteltaessa rakennetta kestävyys suhteen aikajänteellä 15...20 vuotta.

Arvioitaessa tietä palvelutason suhteen aikajänteellä 0...15 vuotta voidaan käyttää kaavaa, jonka painokertoimet on määritetty ajomukavuuskyselyn ja päällystevaurioiden sietorajatarkastelun perusteella (tienkäyttäjien näkökulma). Kertoimet ja kaavat ovat tätä kirjoitettaessa vielä muokkautumassa.

Takuuaikaista vauriosummaa käytettäessä päällysteen vauriot todetaan 100 m osuuksittain sulan maan aikana ennen takuuajan päättymistä.

Ohje

Tien pintaan syntyvät vauriot ovat joko liikenneserituksen tai ilmastotekijöiden aiheuttamia. Tien pinnassa olevien vaurioiden kokonaismäärää kuvataan käsitteellä vauriosumma. Vauriosumma kuvaa sitä, kuinka monta neliometriä päällysteestä on vaurioitunut 100 m:n matkalla: pitkittäis-, poikkittäis- ja verkkohalkeamat, purkaumat, lajittumat ja reiät. Vauriosumma määri-

tetään laskennallisesti eri vauriotyyppien mitatusta määrästä (m tai m²) painokertoimien avulla. Vauriosumman laatuna on (m² / 100 m).

Viitteet

- Käyttöikäsuunnittelu ja elinkaarikustannusten laskenta infrastruktuurirakenteilla. Törnqvist, J., Vesikari, E.
- Päällystevaurioiden inventointiohje 13/1994
- Sorateiden toimivuusvaatimukset

Ohje

Vaurioitumisen suhteen toimenpideraja riippuu tien liikennemäärästä. Vauriosummaa 30...40 m² / 100 m voidaan pitää toimenpiderajana vilkkaasti liikennöidyillä päätteillä ja vauriosummaa 50...80 m² / 100 m vastaavasti paikallisteillä.

Päällystevauriot voidaan ryhmitellä muodon, syntyvän ja haitan kohdistumisen perusteella liikennettä haittaaviin vaurioihin (poikittaisepätasaisuudet: urat, reunapainumat, purkaumat, reiät), pääasiassa tien rakennetta haittaaviin vaurioihin (verkkohalkeamat, halkeamat) ja ympäristöhaittoja aiheuttaviin vaurioihin (esimerkiksi vedenpitävän päällystekerroksen halkeamat).

Kevyen liikenteen väylät

Kevyen liikenteen väylien vaurioita mitataan vaurioinventoinneilla ajoneuvosta. Vauriosummaan lasketaan myös vaurioinventoijan kokema haitallinen epätasaisuus.

Taulukko 9. Kevyen liikenteen vauriosummien raja-arvot kuntoluokittain (Meriläinen 2003).

Kuntoluokka	Vauriosumma VS m ² /100 m
Erittäin hyvä	5
Hyvä	5...50
Tyydyttävä	50...100
Huono	100...150
Erittäin huono	> 150

11000.3 Melu ja värinä

11000.3.1 Melu

Tieväylän pinnan tulee olla tasainen, jotta renkaista aiheutuva melu olisi mahdollisimman vähäistä. Renkaista aiheuttavaa meluisuutta lisäävät tien pinnan kulumisen ja tien pinnan vaurioituneisuus. Ympäristöön leviävän melun suuruuteen vaikutetaan päällysteellä ja tierakenteen ulkopuolisilla melunvaimennustoimenpiteillä. Melunvaimennusratkaisujen yhteisvaikutuksella pyritään alittamaan *valtioneuvoston päätöksessä Vnp 993/92* esitetyt ohje-arvot.

Vaatimukset

Katso *taulukko 10*.

Taulukko 10. Päälysteeltä vaadittavan melutason yläraja.

Nopeus, km/h	Hiljainen päälyste		Muu päälyste	
	CPX-menetelmä, dB(A) eq	SPB-menetelmä, dB(A) max	CPX-menetelmä, dB(A) eq	SPB-menetelmä, dB(A) max
101...120	87		94	
81...100	87		94	
60...80	88		93	
< 60	88,5	72,5	91,5	76,5

Todentaminen (suora)

Rengasmelu mitataan CPX-menetelmällä (ISO/CD 11819-2) tai SPB-menetelmällä (SFS-EN ISO 11819-1).

Ohje

Melu mitataan päälystystyötä seuraavana kesänä, päälysteen meluominaisuuksien vakiinnuttua.

Määritelmä

Rengasmelulla tarkoitetaan sitä melua, joka aiheutuu liikkuvan ajoneuvon renkaan kosketuksesta tien pintaan.

Viitteet

- ISO/CD 11819-2. Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: Close-proximity method
- SFS-EN ISO 11819-1 Akustiikka. Tiepäälysteiden liikennemeluvaikutuksen mittaaminen. Osa 1: Tilastollinen ohiajomenetelmä
- Valtioneuvoston päätös 993/92.

Ohje

Päälysteen pintakarkeus ja avoimuus vaikuttavat ajoneuvon renkaan ja päälysteen kosketuspinnassa syntyvään meluun ja sen leviämiseen. Päälysteen avoimuus vaikuttaa lisäksi ajoneuvon moottorin ym. aiheuttaman melun leviämiseen. Päälyste on märkänä meluisampi kuin kuivana.

11000.3.2 Tärinä

Tieväylän pinnan tulee olla tasainen, jotta liikenteestä aiheutuisi mahdollisimman vähän tärinää. Ympäristöön leviävään tärinään vaikuttavat tasaisuus, tien rakenekerrokset, liikenteen nopeus ja akselimassat, pohjasuhteet, käytetyt pohjavahvistusrakenteet ja tärinänestorakenteet.

Vaatimukset

Liikennetärinä ei saa aiheuttaa vauriota rakennukselle eikä kohtuutonta häiriötä rakennuksessa oleville ihmisille.

Tien pinnan tasaisuudelle ei ole asetettu tasaisuusvaatimuksia tärinän syntymisen suhteen.

Todentaminen (suora)

Tieliikenteen aiheuttaman, ympäristöön leviävän tärinän arviointi tehdään mittamalla. Mittaamalla maanpinnassa vaikuttavan tärinän amplitudi leviäminen voidaan arvioida käyttäen yleisiä tärinän geometrisen vaimentumisen etäisyysfunktioita. Arviointi edellyttää asiantuntijaa.

Tärinän suuruus voidaan mitata rakennusten vaurioriskin sekä ihmisen viihtyvyyden arvioimiseksi.

Mittaukset rakennusten vaurioiden arvioimiseksi voidaan tehdä rakenteen kantavista seinä- tai perustusrakenteista tavanomaista, mm. räjäytystärinän mittamiseen soveltuvia, mittaustekniikoita käyttäen.

Rakennusten vaurioitumisen riski on olemassa tärinän amplitudin (heilahdusnopeuden hetkellinen enimmäisarvo) ylittäessä arvon 2...3 mm/s. Hyväkuntoisilla rakennuksilla vaurioitumista ei yleensä esiinny tärinän ollessa alle 8...10 mm/s. Asiantuntija arvioi vaurioitumisriskin rakennuskohtaisesti. Huomioon otetaan rakennuksen dynaamiset ominaisuudet, käytetyt rakennusmateriaalit, tärinän välitystapa maapohjasta rakennukseen, leviäminen rakennuksessa jne. Ihmiseen kohdistuva tärinä mitataan asuin- tai oleskelutiloista noudattaen julkaisua *VTT Tiedote 2278. Rakenteiden vaurioitumiseen sovelletaan julkaisua Rautatieliikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin – vaurioiden kartoittaminen ja mittaaminen.*

Ohje

Ihmisen kohdistuvan tärinän arviointi tehdään 95 %:n luottamustasoa vastaavan heilahdusnopeuden painotettuna tehollisarvona $v_{w,95}$. Rakenteiden vaurioitumisriskiä arvioidaan heilahdusnopeuden enimmäisarvona v_{max} .

Viitteet

- Rautatieliikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin - vaurioiden kartoittaminen ja mittaaminen. Luonnos, VTT:n tiedote. 2001 (julkaisematon)
- VTT Tiedote 2278. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta. Asko Talja.

11000.4 Levennettävyys

Rakenteen tulee tarvittaessa mahdollistaa liikenteen välityskyvyn lisääminen rakennetta leventämällä.

Tie jaetaan levennettävyyden suhteen kolmeen luokkaan: A, B ja C.

- A-luokka: tiet, joiden leventämistarve on ilmeinen seuraavien 10 vuoden aikana
- B-luokka: tiet, joiden leventämistarve on mahdollinen seuraavien 10 vuoden aikana (kaistan leventäminen, pientareen leventäminen, sisä- ja ulkoluisikan loiventaminen)
- C-luokka: tiet, joiden leventämiseen ei tule varautua.

Levennettävyysluokka ja sen edellyttämät toimenpiteet määritellään hankkeittain. Varautuminen esitetään erikseen maankäytön, insinöörirakenteiden, pohjarakenteiden, päällysrakenteiden, luiskarakenteiden, kuivatusrakenteiden ja ympäristörakenteiden osalta.

11000.5 Varusteltavuus

Tierakenne ja -alue on voitava varustaa liikenteen turvallisen sujumisen varmistamiseksi tarvittavilla laitteilla ja varusteilla, joita ovat esimerkiksi liikennemerkkit, liikenteen ohjauslaitteet, valaistus, kaiteet ja aidat. Varusteltavuudessa on otettava huomioon myös hoito- ja kunnossapitotöiden ja -tapojen vaikutus.

Ohje

Kunnossapitoa on käsitelty julkaisussa *Kunnossapitourakoiden toimivuusvaatimukset*.

Viitteet

- Kunnossapitourakoiden toimivuusvaatimukset.

11000.6 Vakavuus

Tieväylällä tulee olla tiellä tapahtuva liikenne huomioon ottaen riittävä stabiliteetti ja rakenteellinen varmuus sortumista ja murtumista vastaan koko rakenteen suunnitellun käyttöajan tieväylän turvallisuuden ja ylläpidettävyyden säilyttämiseksi. Vakavuuden tulee olla niin suuri, ettei sen puutteesta aiheudu haitallisia muodonmuutoksia itse tien pinnalle, tierakenteelle tai liittyville rakenteille, kuten putkijohdoille ja pylväille. Tien vakavuus varmistetaan osarakenteiden toimivuusvaatimuksissa, *kohdat 11600.3 Vakavuus* (Luiskatäyttö), *11400.2 Vakavuus* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *11410.3 Vakavuus* (Luonnonmaapohja).

Viitteet

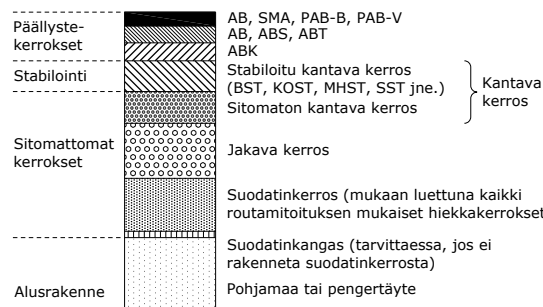
- 11400.2 Vakavuus, InfraRYL.
- 11410.3 Vakavuus, InfraRYL.
- 11600.3 Vakavuus, InfraRYL.

11100 Päälysrakenne

Päälysrakenteen suunnittelun lähtökohtana on rakenteen käyttöikävaatimus. Vaurioittavat rasitukset ovat liikenneperäisiä, ilmastoperäisiä tai painumisesta ja vakavuuden puutteesta johtuvia tai näiden yhdistelmiä. Alemman kerroksen kes-toikävaatimus on aina suurempi kuin ylemmän kerroksen. Päälysrakenteen kes-toikä ilmaistaan erikseen eri toimivuusominaisuuksien suhteen.

Tien tavanomaiseen päälysrakenteeseen kuuluvat sidotut ja sitomattomat rakennekerrokset sekä siirtymärakenteet. Pohjamaa ja pengertäyte eivät kuulu päälysrakenteeseen. Materiaalien valinta ja mitoitus riippuvat liikenteestä, pohjasuhteista ja ilmastotekijöistä. Tavanomaisen päälysrakenteen rakenneosien, *kuva 101*, päätehtävät esitetään *taulukossa 11*. Tavanomaisista poikkeavissa rakenneratkaisuissa tehtävät voivat jakautua toisin, kuitenkin siten, että päälysrakenne kokonaisuutena suoriutuu osarakenteiden tehtävistä.

Alusrakenteen päälle tulevien kerrosten materiaalien tulee olla routimattomia. Routimattoman materiaalin segregatio- ja pöytäpotentiaalin (SP) arvon tulee olla alle 0,5 mm²/Kh. Routivuus voidaan todeta myös rakeisuuden perusteella.



Kuva 101. Tien päällysrakennekerrosten nimitykset. Kaikkia kuvan kerroksia ei ole samassa rakenteessa. Kuvassa ei esitetä kaikkia mahdollisia rakennevaihtoehtoja.

Taulukko 11. Tavanomaisen päällysrakenteen rakenneosien päätehtävät.

Rakenneosa	Päätehtävät
Kulutuskerros	<ul style="list-style-type: none"> saa aikaan riittävän kitkan kestää nastarengaskulutusta sekä renkaiden aiheuttamaa muuta suoraa kulutusta muodostaa liikennenopeuksiin nähden tasaisen pinnan suojaa alempia kerroksia veden haitalliselta pääsylvältä.
Päällysteen kantava osa	<ul style="list-style-type: none"> muodostaa kaikissa ilmastorasituksissa sitkeän ja samalla lujan rakenneosan, joka estää liikennekuormitusten aikaansaaman suoran leikkausrasituksen välittymisen alla olevaan kerrokseen tasaa alempien rakennekerrosten epätasaisten muodonmuutosten heijastumista tien pintaan suojaa alempia kerroksia veden haitalliselta pääsylvältä.
Kantava kerros	<ul style="list-style-type: none"> on jäykkyydeltään riittävä liikenteen aikaansaamia kimmoisia muodonmuutoksia vastaan siten, etteivät päällysteen taivutusvetojännitykset tule haitallisen suuriksi läpäisee ylhäältä rakenteeseen pääsylvä sate- ja kondenssivettä ilman, että vettä pidätty tai jäätyy haitallisesti kerrokseen erottumista tai lujuuden heikentymistä aiheuttaen, sekä tarvittaessa johtaa vedet pois rakenteesta (sitomaton kantava) jakaa liikennekuormitusrasituksia alempien kerrosten sietämälle tasolle (pystysuuntainen jännitys ja leikkausjännitys) kestää liikenteen aiheuttamia toistuvia rasituksia haitallisesti muotoaan tai lujuuttaan muuttamatta kestää rakenteeseen pääsylvä sate- ja kondenssivettä ilman, että rakenteen lujuus tai jäykkyys käyttöänsä aikana olennaisesti muuttuu.

Rakenneosa	Päätehtävät
<p>Jakava kerros</p> <p>Jos sitomaton kantava kerros puuttuu, kantavan kerroksen tehtävät siirtyvät sitomattomalle jakavalle kerrokselle kuivatuksen osalta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • läpäisee ylhäältä rakenteeseen pääsyyttä sade- ja kondenssivettä ilman, että vettä pidättyy tai jäätyy haitallisesti kerrokseen aiheuttaen erottumista tai lujuuden heikentymistä, sekä tarvittaessa johtaa vedet pois rakenteesta • kestää liikenteen aikaansaamia toistuvia rasituksia sekä rakenteeseen pääsevää sade- ja kondenssivettä ilman, että rakenteen lujuus tai jäykkyys käyttöiän aikana olennaisesti muuttuu • on jäykkyydeltään riittävä liikenteen aikaansaamia kimmoisia muodonmuutoksia vastaan siten, etteivät päällysteen taivutusvetojännitykset tule haitallisen suuriksi • estää veden kapillaarista nousua kantavaan kerrokseen etenkin, jos suodatinkerrosta ei ole • toimii rakennetta kuivattavana kerroksena • jakaa liikennekuormitusrasituksia alempien kerrosten sietämälle tasolle.
<p>Suodatinkerros</p> <p>Suodatinkerros tehdään tarpeen mukaan, sitä ei tarvita esimerkiksi kalliolla tai louhepenkereellä.</p> <p>Jos rakenteessa on suodatinkangas suodatinkerrosta korvaamassa, osa suodatinkerroksen tehtävästä siirtyy jakavalle kerrokselle.</p> <p>Tierakenteen sivukaltevuudet muotoillaan suodatinkerroksesta lähtien siten, että ylimmät kerrokset voidaan rakentaa tasapaksuina.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • läpäisee vettä • estää hienorakeisen alusrakenteen ja päällysrakenteen materiaalien sekoittumisen keskenään (erottamistehtävä) • vähentää veden kapillaarista nousua rakenteeseen • toimii rakennetta kuivattavana kerroksena • hidastaa ja vähentää roudan tunkeutumista pohjaan.
<p>Siirtymärakenne</p> <p>Siirtymärakenne voi olla</p> <ul style="list-style-type: none"> • pintakantavuuden tasaamisrakenne • pohjamaan painumisen tasaamisrakenne ja/tai • routimisen tasaamisrakenne. 	<ul style="list-style-type: none"> • tasaa luonnonmaapohjan ja eri alusrakenteen- ja pohjarakennetyyppien ominaisuuksien erojen heijastumista tien pinnan ja päällysrakenteen rakenneseisiin siten, ettei eroista synny haitallisen suuria muodonmuutoksia • ehkäisee haitallisia ominaisuuksia, jotka liittyvät joko alusrakenteen painumiseen tai routimiseen.

Kulutuskestävyydestä huolehditaan käyttöön ja käyttöolosuhteisiin (liikennemäärä, akselikuorma, nopeus jne.) sopivalla päällysteellä. Kuormien kestävyys varmistetaan kuormituskestävyyksimitoituksen perusteella valituilla, mitoituksen reunaehdot täyttävillä rakenteilla ja materiaaleilla. Lisäksi pyrkimyksenä on, ettei sidotuissa kerroksissa esiintyisi plastista deformaatiota. Sitomattomissa kerroksissa ei saa tapahtua haitallista deformaatiota. Roudansietokyky varmistetaan siirtymäkiiloilla ja routimisen haittoja rajoittavilla rakenteilla.

11100.1 Rakenteen homogeenisuus

Rakennekerroksissa käytettävien materiaalien tulee olla sellaisia, että ne muodostavat rakenteessa kerroksen, joka on ominaisuuksiltaan mahdollisimman ta-

sainen. Tämä edellyttää tasalaatuisuutta itse materiaalilta, rakennekerrosten paksuuksilta ja tiivistys- ym. toimenpiteiltä.

11100.2 Kuormituskestävyys

Kuormituskestävyydellä tarkoitetaan tierakenteen kykyä vastustaa haitallisesti vaurioitumatta tai deformatiivisesti kumulatiivisesta liikennesäädöstä johtuvia jännityksiä ja muodonmuutoksia. Päälysrakenteen rakenneosien tehtävänä on saada yhdessä aikaan tierakenteen riittävä kuormituskestävyys. Rakenneosilla tulee lisäksi olla kyky vastustaa siihen kohdistuvia jännityksiä ja muodonmuutoksia haitallisesti vaurioitumatta tai haitallisesti deformatiivisesti (rakenneosan kuormituskestävyys). Rakenneosan kuormituskestävyyden pitää toteutua niissä olosuhteissa, joihin rakenneosa sijoitetaan.

Jos rakenneosien keskinäiset vuorovaikutukset ovat vaikeasti todennettavissa, käytetään kuormituskestävyyden indikaatiosuurena sekä koko rakenteen että rakenneosien pinnan jäykkyyttä eli kantavuutta. Tierakenteen kuormituskestävyyden tulee olla riittävä liikennemäärään nähden koko tien suunnitelma-asiakirjojen mukaisen mitoitusajanjakson. Kantavuus indikoi epäsuorasti myös mm. rakenteen urautumista (rakennekerrosten ja pohjamaan deformatiivisuutta) ja vaikuttaa muuhun vaurioitumiseen sekä rakenteen kestoikään. Kantavuuspuutteet ilmenevät päällysteen liikenneperäisinä vaurioina, esimerkiksi pyöräurissa tapahtuvana halkeiluna tai reunapainumana. Päällysteen deformatiivisuus ilmenee päällystekerroksessa tapahtuvana urautumisena.

Kuormitusluokat ja niitä vastaavat tavoitekantavuudet kantavuusmitoitusta varten valitaan normaalisti päällystetyypin ja kuormituskertaluvun avulla perinteisillä rakenteilla. Tavoitekantavuus riippuu myös kantavan kerroksen laadusta, mm. stabilointitavasta.

Kantavuuteen vaikuttavat materiaalien homogeenisuus, vesipitoisuus (rakenteen kuivatus, rakenteeseen pidätyminen), rakeisuus ja hienoainepitoisuus.

Taulukoissa 12...19 varsinaisia vaatimuksia ovat päällysteen päältä mitattava kantavuus, päällysteen paksuus ja vaihteittain rakentamisen aika. Rakenteen kuormituskestävyys arvioidaan päällysteen ja rakennekerrosten ominaisuuksien (jäykkyys ja paksuus) sekä alusrakenteen/pohjamaan ominaisuuksien perusteella. Kuormituskestävyyksimitoituksen tavoite on liikennekuormituksen aiheuttamien vaurioiden estäminen.

Ohje

Takuuajaltaan riittävän pitkissä urakoissa vaatimukset voidaan asettaa kantavuuden sijaan vaurioitumisen ja urautumisen seurannan perusteella. Vaatimukset annetaan tällöin suunnitelma-asiakirjoissa.

Rakenteissa, joissa kuormituskestävyyttä ei voida arvioida suoraan kantavuuden eikä rakenneosien paksuuksien perusteella, esimerkiksi nk. käännytyissä rakenteissa, vaatimukset asetetaan rakenteen tunnetun kuormituskäyttämisen arvioinnin perusteella hankkeittain. Rakenteen käyttäytymistä selvitetään ennakolta.

Rakenneosien kuormituskestävyysvaatimukset voidaan asettaa kerroskohtaisesti teknisinä massavaatimuksina sekä vähimmäisjäykkyyksivaatimuksina. Päälysrakenteen mitoituksessa käytettävät moduulit on esitetty julkaisussa *Tien päällysrakenteen mitoituksessa käytettävät moduulit ja väsymisfunktiot*.

Viitteet

- Tien päällysrakenteen mitoituksessa käytettävät moduulit ja väsymisfunktiot. Tietoa tien suunniteluun nro 71 A. Luonnos 26.9.2003.

Vaatimukset

Päällysrakenteen vaatimukset annetaan päällysteen päältä todettavana pintakantavuutena ja päällysteen vähimmäispaksuutena eri kuormitusluokissa. Kuormitusluokat ja niitä vastaavat tavoitekantavuudet valitaan päällystetyypin, kantavan kerroksen materiaalin ja kuormituskertaluvun avulla, *taulukko 12*.

Kuormitusluokat ja niitä vastaavat tavoitekantavuudet kantavuusmitoitusta varten valitaan päällystetyypin ja kuormituskertaluvun avulla. Tavoitekantavuus riippuu myös kantavan kerroksen laadusta, mm. stabilointitavasta. *Taulukoissa 13...19* varsinaisia vaatimuksia ovat myös päällysteen paksuus ja vaiheittain rakentamisen aika.

Taulukko 12. Kuormitusluokat.

Kuormitusluokka	Käyttö		
	Leveydellä korjattu kaistan KKL _{20vuotta} - akselia	Vastaa liikennemäärää molemmat suunnat yhteensä, ajon./vrk	Vastaa liikennemäärää kaapealla jyrkkäluiskaisella (L-kerroin = 2,8) tai raaka-ainekuljetusten kuormittamalla tiellä molemmat suunnat yhteensä, ajon./vrk
0,1	alle 100 000	alle 150	alle 100
0,4	100 000...400 000	150...600	100...400
0,8	400 000...800 000	600...1 300	400...800
2,0	800 000...2 000 000	1 300...3 000	800...2000
6,0	2 000 000...6 000 000	3 000...8 000	2 000...6 000
		Vastaa liikennemäärää molemmat suunnat yhteensä, yksiajorataisella tiellä ajon./vrk	Vastaa liikennemäärää molemmat suunnat yhteensä, kaksiajorataisella tiellä ajon./vrk
10,0	6 000 000...10 000 000	8 000...14 000	12 000...20 000
25,0	10 000 000...25 000 000	yli 14 000	yli 20 000

Tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet esitetään seuraavissa taulukoissa.

Taulukko 13. Kuormitusluokka 0,1. Tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet.

KKL-luokka	SOP	PAB-V	PAB-B	AB
Tavoite päällysteen päältä	115 MPa	130 MPa	165 MPa	170 MPa
Päällysteen paksuus	—	40 mm	40 mm	40 mm
Tavoite kantavan päältä	115 MPa	115 MPa	145 MPa	145 MPa
Kantavan laatu	M	M	M, MHST, BST	M, MHST, BST

Taulukko 14. Kuormitusluokka 0,4. Tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet.

KKL-luokka	PAB-V	PAB-B	AB
Tavoite päällysteen päältä	145 MPa	165 MPa	170 MPa
Päällysteen paksuus	40 mm	40 mm	40 mm
Tavoite kantavan päältä	130 MPa	145 MPa	145 MPa
Kantavan laatu	M, MHST, BST	M, MHST, BST	M, MHST, BST

Taulukko 15. Kuormitusluokka 0,8. Tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet.

KKL-luokka (Vaiheittain rakent. aika)	PAB-V	PAB-B	AB	AB
Tavoitekantavuus (0...6 v.) ¹⁾ ja päällysteen kokonaispaksuus	—	—	230 MPa 80 mm	—
Tavoitekantavuus (0 v.) ¹⁾ ja päällysteen kokonaispaksuus	145 MPa 40 mm	165 MPa 40 mm	185 MPa 50 mm	390 MPa 80 mm
Tavoite kantavan päältä	130 MPa	145 MPa	145 MPa	280 MPa
Kantavan laatu	M, MHST, BST	M, MHST, BST	M, MHST, BST	SST

¹⁾ Vaiheittain rakentamisen aika (vuosia tien avaamisesta) päätetään tiekohtaisesti.

Taulukko 16. Kuormitusluokka 2,0. Tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet.

KKL-luokka (Vaiheittain rakent. aika)	AB	AB	AB
Tavoitekantavuus (0...6 v.) ¹⁾ ja päällysteen kokonaispaksuus	265 MPa 90 mm	—	—
Tavoitekantavuus (0 v.) ¹⁾ ja päällysteen kokonaispaksuus	200 MPa 50 mm	420 MPa 80 mm	265 MPa 90 mm
Tavoite kantavan päältä	160 MPa	310 MPa	160 MPa
Kantavan laatu	M, MHST, BST	SST	M, MHST, BST

¹⁾ Vaiheittain rakentamisen aika (vuosia tien avaamisesta) päätetään tiekohtaisesti.

Taulukko 17. Kuormitusluokka 6,0. Tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet.

KKL-luokka (Vaiheittain rakent. aika)	AB	AB	AB
Tavoitekantavuus (0...8 v.) ¹⁾ ja päällysteen kokonaispaksuus	360 MPa 140 mm	340 MPa ²⁾ 130 mm	—
Tavoitekantavuus (0...2 v.) ¹⁾ ja päällysteen kokonaispaksuus	285 MPa 100 mm	265 MPa 90 mm	465 MPa 110 mm

KKL-luokka (Vaiheittain rakent. aika)	AB	AB	AB
Tavoitekantavuus (0 v.) ja päällysteen kokonaispaksuus	215 MPa 60 mm	215 MPa 50 mm	395 MPa 80 mm
Tavoite kantavan päältä	160 MPa	160 MPa	285 MPa
Kantavan laatu	M, MHST	BST	SST

1) Vaiheittain rakentamisen aika (vuosia tien avaamisesta) päätetään tiekohtaisesti.

2) Edellyttää vaatimusta suurimmalle sallitulle takuuajan (yleensä 3 vuotta) deformaatiouralle. Muuten tavoitekantavuus on sama kuin rakenteella, jonka kantava kerros on sitomatonta mursketta (M).

Taulukko 18. Kuormitusluokka 10,0. Tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet.

KKL-luokka (Vaiheittain rakent. aika)	AB	AB	AB
Tavoitekantavuus (0...6 v.) ¹⁾ ja päällysteen kokonaispaksuus	420 MPa 170 mm	380 MPa ²⁾ 150 mm	490 MPa 130 mm
Tavoitekantavuus (0...2 v.) ¹⁾ ja päällysteen kokonaispaksuus	360 MPa 140 mm	325 MPa 120 mm	— —
Tavoitekantavuus (0 v.) ja päällysteen kokonaispaksuus	285 MPa 100 mm	270 MPa 90 mm	420 MPa 100 mm
Tavoite kantavan päältä	160 MPa	160 MPa	265 MPa
Kantavan laatu	M tai MHST	BST	SST

1) Vaiheittain rakentamisen aika (vuosia tien avaamisesta) päätetään tiekohtaisesti.

2) Edellyttää vaatimusta suurimmalle sallitulle takuuajan (yleensä 3 vuotta) deformaatiouralle. Muuten tavoitekantavuus on sama kuin rakenteella, jonka kantava kerros on sitomatonta mursketta (M).

Taulukko 19. Kuormitusluokka 25,0. Tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet.

KKL-luokka (Vaiheittain rakent. aika)	AB	AB	AB
Tavoitekantavuus (0...6 v.) ¹⁾ ja päällysteen kokonaispaksuus	475 MPa 200 mm	420 MPa ²⁾ 170 mm	520 MPa 130 mm
Tavoitekantavuus (0...2 v.) ¹⁾ ja päällysteen kokonaispaksuus	420 MPa 170 mm	360 MPa 140 mm	— —
Tavoitekantavuus (0 v.) ja päällysteen kokonaispaksuus	340 MPa 130 mm	285 MPa 100 mm	420 MPa 100 mm
Tavoite kantavan päältä	160 MPa	160 MPa	265 MPa

KKL-luokka (Vaiheittain rakent. aika)	AB	AB	AB
Kantavan laatu	M, MHST	BST	SST

- 1) Vaiheittain rakentamisen aika (vuosia tien avaamisesta) päätetään tiekohtaisesti.
- 2) Edellyttää vaatimusta suurimmalle sallitulle takuuajan (yleensä 3 vuotta) deformaatiouralle. Muuten tavoitekantavuus on sama kuin rakenteella, jonka kantava kerros on sitomatonta mursketta (M).

Ohje

Leveydellä korjattu kaistan KKL_{20vuotta} laskenta on esitetty julkaisun *Tierakenteen suunnittelu* ohjeiden mukaan.

Todentaminen (suora)

Kantavuus (kuormituskestävyys) määritetään suunnitteluvaiheessa laskennallisesti julkaisun *Tierakenteen suunnittelu* mukaan. Rakenteiden pintakantavuus määritetään pudotuspainolaitteella tai levykuormituskokeella. Pudotuspainolaitteen menetelmä on kuvattu julkaisussa *Menetelmäkuvaus 1: Pudotuspainolaitemittaus (PP-mittaus)*.

Ohje

Sitomattomien rakennekerrosten tavoitekantavuuksien täyttäminen todetaan rakennusvaiheen laadunvalvontamittauksilla.

Ohje

Kantavuus on rakenteen tai rakenneosan pinnan pystysuuntainen jäykkyys liikenteen aikaansaamassa jännitys- ja muodonmuutostilassa. Kantavuutta käytetään kuvaamaan tierakenteen kykyä vastustaa liikennesituksesta johtuvia jännityksiä ja muodonmuutoksia.

Viitteet

- Menetelmäkuvaus 1: Pudotuspainolaitemittaus (PPL-mittaus)
- Tierakenteen suunnittelu, TIEH 2100029-v-04.

11100.3 Routanousu ja routanousuero

Tierakenteen turvallisuuden ylläpitämiseksi, sujuvan ja miellyttävän liikennöinnin varmistamiseksi sekä rakenteen kestävyuden ja suunnitellun käyttöiän saavuttamiseksi vaatimukset asetetaan sekä rakenteen kokonaisroutanousulle että routanousueroille. Tasainenkin routanousu saattaa rikkoo etenkin tiehen liittyviä rakenteita ja haitata tai vaarantaa liikennettä routanoususta syntyvien kynnysten ja rakojen kautta. Suuret routanousuero puolestaan aiheuttavat pahimmillaan epämiellyttävää ja vaarallista pituus- ja poikkisuuntaista epätasaisuutta ja sivukaltevuuden muutosta sekä rikkovat rakenteita.

Vaatimukset

Laskennallinen routanousu

Tien pinnan routanousulle esitetään laskennallinen vaatimus.

Tien sallittu laskennallinen routanousu riippuu tien luokasta (liikennemäärästä, ajonopeudesta), rakenteen kestävydestä (materiaaleista, vahvistuksista) ja pohjaolosuhteiden tasalaatuisuudesta *taulukon 20* mukaisesti.

Taulukossa 20 laskennalliselle routanousulle annetut raja-arvot tarkoittavat kokonaan valmiin rakenteen routanousua. Jos routanousuvaatimuksen halutaan täyttyvän jo vaiheittain rakentamisen alussa, viedään rakenteen alapintaa puuttuvan päällystepaksuuden verran syvemmälle.

Routanousu voidaan laskea julkaisussa *Tierakenteen suunnittelu* esitettyä menetettyä ja parametreja käyttäen. Routanousun laskemiseen voidaan käyttää myös muita laskentamenettelyjä.

Taulukko 20. Suurin sallittu laskennallinen routanousu päällystetyille väylille.

Vaatusluokat V1...K2 ja niitä kuvaavia tietoja mm. mitoitusno- peus	Suurin sallittu laskennallinen routanousu				Epätasalaatuinen pohjamaa ¹⁾		Siirtymäkiilan kal- tevuus 1:k ⁴⁾
	Tasalaatuinen pohjamaa ¹⁾						
	Ei teräsverkkoa	Teräsverkko ³⁾		Ei teräsverkkoa	Teräsverkko ³⁾		
	Norm. tapaus	Louherakenne ym. ²⁾					
V1, Moottoriväylät (Mo, mol)	30	30	30	0	0	1:40	
V2, Päätiety (Vt, Kt) 80...100 km/h	70	70	100	10	10	1:30	
V3, Seudulliset tiet 80...100 km/h ja KVL > 1000 ajon./vrk	100	70	130	10	10	1:20	
V4, Seudulliset tiet 60 km/h tai KVL < 1000 Paikallisväylät KVL > 1000 ajon./vrk	130	70	160	30	100	1:15	
V5, Paikallisväylät, KVL 400...1000 ajon./vrk	160	100	ei raja-arvoa	70	130	1:15	
R1, Reunatuellinen tai viemäroity, 80 km/h, KVL yli 1000 ajon./vrk	30	30	30	0	0	1:30	
R2, Reunatuellinen tai viemäroity, 50...70 km/h, KVL yli 1000 ajon./vrk	70	70	100	0	0	1:30	
R3, Reunatuellinen tai viemäroity, alle 50 km/h, KVL alle 1000 ajon./vrk	Paikallisen (kuntakohtaisen) käytännön mukaan kaikissa tapauksissa.						
K1, Kevyen liikenteen väylä, erillinen, päällystetty	70	70	160	30	130	1:10	

K2, Kevyen liikenteen väylä, korotettu Kuten ajoradalla

- 1) Tasalaatuisuus ja epätasalaatuisuus arvioidaan julkaisun *Tierakenteen suunnittelu* kohdan 3.2 mukaan.
- 2) Koskee louhetta, solumuovia tai maabetonia (SST) sisältäviä rakenteita.
- 3) Teräsverkolla tarkoitetaan julkaisun *Teiden suunnittelu IV 7 Rakenteen parantaminen (1991)* kuvan 72:3 mukaista teräsverkkoa tai pituushalkeamien torjuntaan yhtä tehokkaaksi (pieni venymä) osoitettua verkkoa tai muuta vastaavaa ratkaisua.
- 4) Hiekkatäytteen siirtymäkiilan pohjan kaltevuus suhteessa tien tasausviivaan. Muista materiaaleista tehtävän kiilan pituus on sama kuin hiekkakiilan pituus, mukaan luettuna lämmöneristeistä tehtävät kiilat.

Ohje

Routanousun aiheuttama tien pinnan poikkisuuntainen routanousuero aikaansaa päällysteen pituussuuntaista halkeilua, kun päällysteen suhteellinen venymä ylittää arvon noin 0,0005 (mm/mm).

Sallittu routanousuero keskilinjan ja reunan välillä voidaan määrittää julkaisussa *Tierakenteen suunnittelu ja mitoitus. TPPT-suunnittelujärjestelmän kuvaus* esitettyjen periaatteiden mukaan.

Todentaminen (suora)

Laskennallinen routanousu määritetään julkaisun *Tierakenteen suunnittelu* mukaan. Routanousua voidaan arvioida myös muilla routamitoitusmenettelyillä.

Routanousun suuruus rakenteesta määritetään tyypillisimmin erilaisilla vaaitusmenetelmillä enimmäisroutanousun aikaan mitatun pinnan korkeustason ja sulassa tilassa olevan rakenteen pinnan korkeustason erotuksena.

Todentaminen voidaan perustaa myös teknisten vaatimusten mukaisuuden osoittamiseen: käytettävien materiaalien rakeisuuteen, routimattomuuteen ja kerrospaksuuksiin.

Ohje

Routimisen osoittaminen kokeellisesti

Olemassa olevan tien routanousu ja routanousuero voidaan arvioida laskennallisesti tai mitaamalla routanousu sopivana ajankohtana ja arvioimalla mitoitusarvoa vastaava routanousu routanousun takaisinlaskennalla. Routanousu voidaan mitata vaaitsemalla, PTM-mittauksilla tai laserskannauksella. Mittauksessa otetaan huomioon routanousun mittaustarkkuusvaatimus. Kerrospaksuuksien määrittämiseen voidaan käyttää referenssipisteissä todennettua maatutkausta. Routanousuriskiä voidaan arvioida myös maatutkauksen maakerrosten dielektrisyden perusteella.

Ohje

Routanousulla tarkoitetaan routivan maakerroksen tilavuuden kasvun johdosta ilmenevää tien pinnan kohoamista.

Routanousueroilla tarkoitetaan kahden vertailtavan pisteen routanousujen erotusta.

Ohje

Routanousun hallinnan tavoite liittyy tien pinnan kausittaiseen routanousuun, joka saattaa aiheuttaa pituus- tai poikkisuuntaisen kaltevuuden muutoksen.

Routakestävyydellä tarkoitetaan tierakenteen kykyä vastustaa epätasaisesta routimisesta aiheutuvaa tien pinnan epätasaiseksi tuloa ja halkeamien syntymistä sekä sulamispehmenemisen seurauksena syntyviä rakenteen ja pohjamaan pysyviä muodonmuutoksia.

Viitteet

- Tierakenteen suunnittelu, TIEH 2100029-v-04.
- Tierakenteen suunnittelu ja mitoitus. TPPT-suunnittelujärjestelmän kuvaus, TIEH 3200741. Tiehallinnon selvityksiä 7/2002. Tammirinne, M.

11100.4 Ilmastonkestävyys

Tierakenteiden tulee olla kestäviä ilmastorasituksia (vesi, lämpölaajeneminen, pakkaskutistuminen) vastaan. Ilmastorasituksista aiheutuu tiehen poikkihalkeamia ja sitä kautta mahdollista epätasaisuutta. Tiellä ei saa olla säännöllisesti alle 100 m:n välein toistuvia poikkihalkeamia, joihin liittyy vuosittain yli kuukauden ajan ajomukavuutta selvästi haittaava epätasaisuus.

Päällysteen poikkihalkeamia ei voida kokonaan estää, minkä vuoksi alemmat kerrokset eivät saa olla routivia tai muuttua routiviksi. Halkeamista aiheutuvia haittoja voidaan vähentää käyttämällä rakenteen yläosassa säänkestävyydeltään hyviä materiaaleja ja kantavassa kerroksessa vähän hienoainesta sisältäviä materiaaleja.

Päällysteen ilmastonkestävyys käsitellään *luvussa 11110 Päällyste*. Ks. myös kohdat, joissa käsitellään vaurioituneisuutta, routanousua ja routanousueroa sekä routivuutta.

Viitteet

- 11110 Päällyste, InfraRYL
- Tierakenteen suunnittelu, TIEH 2100029-v-04.

11100.5 Lämmönvarastoituvuus

Ilman lämpötilan ja kosteuden nopeasta vuorokausivaihtelusta johtuen tien pinnan kitka vaihtelee vaikeasti hallittavana tielinjalla, ellei tien pintalämpötilan muutosnopeutta hidasteta lämpöä riittävästi varastoivalla rakenteella. Kitkan hallittavuutta heikentää erityisesti varastoituvuuden vaihtelu tien eri osissa. Päällysrakenteen yläosien materiaalien pieni lämmönjohtavuus, esimerkiksi lähellä tien pintaa olevat eristemateriaalit, pienentävät lämmönvarastointikapasiteettia.

Ohje

Lämmöneristeen sijoittaminen

Tien pinnassa esiintyy helposti liukkaita, erityisesti jos eristeen etäisyys tien pinnasta on alle 0,7 m. Haitta on suurin vesistöjen lähellä ja sumuisten notkelmien kaarteissa ja liittymissä sekä siltojen penkereillä. Näissä kohdissa tulisi käyttää normaalia karkeapintaisempaa päällystettä.

11110 Päällyste

Päällysteen tehtävä on ottaa vastaan liikenteestä aiheutuvat kuormat. Päällysteen tulee muodostaa liikenteelle tasainen, ajomukavuuden mahdollistava ehjä pinta ja luoda edellytykset turvalliselle liikenteelle. Pinnalta vaadittavia ominaisuuksia ovat tasaisuus, kitka ja valonheijastuvuus. Päällysteen tulee myös

- olla liikennemäärään nähden riittävän kuormituksen- ja kulutuksenkestävä
- toimia muiden kerrosten mekaanisena suojana

- estää veden haitallinen pääsy rakennekerroksiin.

Päällyste voi olla sorapintainen, jolloin se sisältää pelkän kulutuskerroksen tai kulutuskerroksen ja sidekerroksen. Päällyste voi olla myös kivipintainen.

Ohje

Päällysteen toiminnallisiin ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä eri käyttökohteissa on *taulukossa 21*. Liikennemäärän ja käyttötarkoituksen mukaiset laatuvaatimukset on mahdollista saavuttaa teknisissä vaatimuksissa sideaineelle ja kiviainekselle sekä valmiille rakenteelle esitettyjen vaatimusten avulla.

Valmiista rakenteesta seurataan toimivuusvaatimuksina kitkaa, tasaisuutta ja alkutiivistymistä, kulumiskestävyyttä, deformaatiokestävyyttä ja mahdollisesti kaltevuuksia.

Sorapintaisen tien kulutuskerros ja sidekerros voidaan rakentaa murskeesta, soramoreenista, sorasta tai niiden ja saven seoksesta. Riittävän tasaisuuden, turvallisuuden, kuormituskestävyyden ja alhaisen vedenläpäisevyyden aikaansaamiseksi kulutuskerrokselle asetetaan kokemusperäisiä teknisiä laatuvaatimuksia.

Kivipäällysteet ja reunatuet

Kivipäällysteitä käytetään esimerkiksi kiertoliittymissä, suojateissa ja taajamissa laajemmilla alueilla.

Kivipintaisten päällysteiden ja reunatukien tulee kestää ilmastolliset rasitukset, tien hoidossa käytettävien aineiden (lähinnä suola) vaikutukset ja olla vastustuskykyisiä eroosiota ja routavaurioita vastaan.

Kivipintaisten päällysteiden ja reunatukien tulee kestää myös liikenteestä ja lumenaurauksesta ja muusta tienhoidosta aiheutuvat rasitukset sekä raskaampien ajoneuvojen yliajo. Verhouksessa käytettävän materiaalin tulee kestää verhoukselta *taulukossa 1* edellytettävän käyttöiän ajan.

Ohje

Käytettävät päällysteet valitaan taajamakuullisten ominaisuuksien ja kestoian sekä toimintoja ohjaavien edellytysten, rakennuskustannusten ja kunnossapidon edellytysten perusteella. Kevyen liikenteen alueilla hyvä päällyste on useimmiten tasainen ja mahdollistaa esteettömän liikkumisen, mutta samalla ilmeikäs. Ladotuissa päällysteissä käytetään erikseen kooltaan sekä tarvittaessa myös kokopoikkeavuudeltaan ja valmistelultaan määritettyjä kiviä. Ladottavia päällysteitä ovat nupukivipäällysteet ja -verhoukset, noppakivipäällysteet ja -verhoukset sekä kenttäkiviverhoukset.

Ladotuissa päällysteissä kokopoikkeavuudella ja kiven määrittelyillä pyritään saamaan aikaan riittävä kuormituskestävyys ja tasaisuus. Kivien kestävyys (suola, liikennesäilytys, pakkasrapautuminen) ja esteettisyyden perusteella kiville asetetaan teknisiä vaatimuksia. Esteettisen vaikutelman luomiseksi kivien tulee olla riittävän tasalaatuisia, ehjiä ja väriltään homogeenisia tai suunnitelma-asiakirjojen mukaisia. Riittävän tasaisuuden varmistamiseksi ja veden kerääntymisen estämiseksi tasaisuutta arvioidaan sekä kivien keskinäisen korkeuseron että laajemman pinnan tasaisuuden perusteella. Nupukivi-, noppakivi- ja kenttäkiveysten sekä betonikiveysten laatuvaatimukset annetaan teknisissä vaatimuksissa.

Kevyen liikenteen väylällä päällyste valitaan julkaisun *Taajamapäällysteetjareunatuet* kohdan 3.2 mukaan, verhoukset kohdan 4 ja reunatuet kohdan 5.3 mukaan.

Verhous ja reunatuet toteutetaan *lukuja 21400 Päällysteet ja pintarakenteet* ja *22100 Reunatuet, kourut, askelmat ja muurit* laatutasoa vastaavasti. Myös liukuvaluna toteutetut betonireunatuet hyväksytään saarekkeissa upotettavan tai liimattavan betonisen tuen vaihtoehtona ja muualla liimattavan betonisen reunatuen vaihtoehtona.

Viitteet

- 21400 Päällysteet ja pintarakenteet
- 22100 Reunatuet, kourut, askelmat ja muurit
- Asfalttinnormit

- PANK 4005
- PANK 4115
- PANK 4116
- PANK 4204
- PANK 4205
- PANK 4206
- PANK 4208
- PANK 4209
- PANK 4212
- PANK 4301
- PANK 4302
- PANK 4304
- PANK 5102
- PANK 5201
- PANK 5203
- Taajamapäälysteet ja reunatuet, TIEL 2140010.

Taulukko 21. Massan/päälysteen toiminnallisiin ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät eri käyttökohteissa.

Toiminnallinen ominaisuus	Menetelmä	Massan käyttökohde					Erityisliikennealue	Vaikuttava tekijä
		Tiet ja kadut						
		Kulutuskerros	Sidekerros	Kantava kerros	Jakava kerros	kerros		
Massan suhteitusominaisuus								
Julkaisun <i>Asfalttinormit</i> taulukon 15 mukaan tutkitaan:								
Kulumiskestävyys	PANK 4209		x				Kiviaineksen lujuusluokka	
Deformaatiokestävyys	PANK 4205 tai PANK 4208		x	x	x	(x)	Tyhjättila, sideainepitoisuus, sideaineen pehmenemispiste	
Vedenkestävyys	PANK 4301 tai PANK 4304		x	x	x	x	Kiviaineksen vedenadsorptiokyky	
Tapauskohteisesti tutkitaan tarvittaessa:								
Pakkasenkestävyys	PANK 4302		x	x	x	x	Sideaineen murtumispiste (Fraass)	
Jäykkyys	PANK 4204			x	x	x	Sideaineen tunkeuma, tyhjättila, sideainepitoisuus	
Vanheneminen	PANK 4005		x	x		x	Tyhjättila, sideainekalvon paksuus	
Väsyminen	PANK 4206			x	x	x	Sideaineen tunkeuma, tyhjättila, sideainepitoisuus	
Vedenläpäisevyys	PANK 4212		x				Tyhjättila	
Massan työstöominaisuus								

Tiivistettävyys	PANK 4115	x	x	x	Rakeisuus,	sideainepitoisuus
Levitettävyys	PANK 4116	x	x		Rakeisuus,	sideainepitoisuus
Valmiin pinnan ominaisuus						
Kitka	PANK 5201	x			Rakeisuus,	sideainepitoisuus
Tasaisuus	PANK 5102 ja PANK 5203	x			Rakeisuus,	sideainepitoisuus

11110.1 Urat ja urautuneisuus

Vaatimukset

Sidottu päällyste

Päällysteessä urautuminen tapahtuu nastarenkaiden aikaansaamana päällysteen kulumisena ja päällysteessä tapahtuvana deformaationa ja tiivistymisenä. Päällysteelle ei ole olemassa suoria toimivuusvaatimuksia erikseen kulumisen eikä deformaation osalta. Toimivuusvaatimukset annetaan massan kulumis- ja deformaatioluokkana, *taulukko 22*, tai pelkästään päällysteen massan todentamisella, jolloin massan urautuminen oletetaan massan ominaisuudeksi.

Taulukko 22. Päällysteeltä vaadittava kulumis- ja deformaatioluokka.

Nopeus	Liikennemäärä, KVL ajon./vrk			
	< 350	350...1500	1500...6000	> 6000
< 60	IV	IV	III	
80	IV	III	II	I
100	IV	III	II	I
120			I	I

Ohje

Päällysteen urautumista voidaan arvioida epäsuorasti asfalttimassan ominaisuuksista, jolloin vaatimukset asetetaan asfalttimassalle. Vaatimukset asetetaan kulumiskestävyyden ja deformaatiokestävyyden suhteen tai laskennallisen kulutuskestävyyden suhteen. Vaatimukset ovat päällysteen kulumisluokka, deformaatioluokka tai laskennallinen kulumisnopeus.

Kulumiskestävyys

Tiivistetty asfalttimassa jaetaan kulumisluokkiin näytteen SRK-kuluman perusteella, *taulukko 23*.

Taulukko 23. Tiivistettyjen asfalttimassojen jako kulumisluokkiin (PANK 4209).

Kulumisluokka	SRK-kuluma, cm ³
I	28
II	37
III	46
IV	55

Päällysteen urautumisen laskemiseksi on tehty malleja ja ohjelmia, esimerkiksi PCAD-excel-laskentaohjelma. Sen malleja ei ole toistaiseksi kalibroitu nykyisille, keveämmille nastatyypeille.

Deformaatiokestävyys

Päällyste jaetaan deformaatioluokkiin pyöräurituslaitteen ja jaksollisen virumiskokeen tulosten mukaan, *taulukko 24*.

Taulukko 24. Tiivistettyjen asfalttimassojen jako deformaatioluokkiin.

Deformaatioluokka	Uran syvyys laboratorikokeessa Pyöräurituskoe, PANK 4205	Jaksollinen virumiskoe, PANK 4208
	Loppusyvyys, mm	%
I	4,0	2,0
II	8,0	3,5
III	12,0	5,0
IV	16,0	6,5

Valuasfaltin deformaatiokestävyys asetetaan painumakoevaatimuksena: ajoradoilla enintään 5 mm (PANK 4401).

Laskennallinen kulumisnopeus Kulutuskerroksen laskennallisen kulumisnopeuden KN tulee olla enintään 38 – (KVL / 350).

KLV on ajokaistan ajoneuvomäärä vuorokaudessa.

Kulumisnopeus KN

$KN = MT \times (9,4 + 2,21 KM)$, missä

KM = kuulamylykokeen arvo 11,2...16 mm:n lajitteesta

MT = massatyypikerroin

AB16(18); MT = 1,46

AB20(22); MT = 1,26

SMA16(18); MT = 1,08 ja

SMA20(22); MT = 1,00.

Massan teknisten vaatimusten valintaohjeita

Asfalttimassa voidaan suhteittaa kokemusperäisellä tai täyttöasteen optimoinnilla täydennetyllä tai toiminnallisella suhteitustavalla siten, että päällyste täyttää kohteen laatuvaatimukset. Kokemusperäistä suhteitusta voidaan täydentää täyttöasteen optimoinnilla. SMA-, ABT- ja AA-massat suhteitetaan aina toiminnallisesti. Muiden asfalttityyppien suhteitustapa valitaan suhteitusluokissa A...D *taulukon 25* perusteella.

Kokemusperäisessä suhteitustavassa kiviaines valitaan siten, että asfalttimassa ja päällysteen ominaisuuksille asetetut tavoitteet saavutetaan. Yleensä kiviaineksen valintaperuste on kulumiskestävyys ja deformaatiokestävyys. Sideaineeksi valitaan periaatteessa pehmein sideaine, jolla saavutetaan riittävä deformaatiokestävyys.

Jos pyritään kulumista ja deformatumista kestävään päällysteeseen, kiviaineksen rakeisuuskäyrä suhteitetaan lähelle karkeita rajakäyriä (vilkasliikenteiset ajoradat). Jos pyritään tiiviiseen ja sileään päällysteeseen, suhteitetaan rakeisuuskäyrä ohjealueiden hienon rajakäyrän lähelle (jalankulkukäytävät, kv-liikenteen väylät). Hienorakeisella päällysteellä on yleensä parempi säänkestävyys.

Taulukko 25. Suhteitustavan valinta.

	Suhteitusluokka (A...D)		Suhteitustapa		
	Nopeusrajoitus, km/h		Kokemusperäinen suhteitus	Kokemusperäinen suhteitus + täyttöasteen optimointi	Toiminnallinen suhteitus
	> 60	60			
	KVL yhtä ajorataa kohden				
A	> 5 000	> 10 000			x

B	2 500...5 000	5 000...10 000		x	x
C	1 500...2 500	2 500...5 000	(x)	x	
D	< 1 500	< 2 500	x		

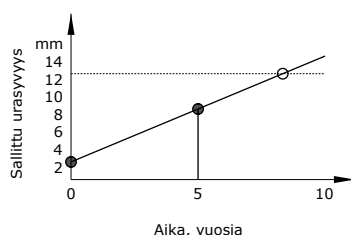
Toiminnallisen suhteituksen lähtökohtana ovat toiminnalliset laatuvaatimukset: kulumisluokka, deformaatioluokka, valuasfaltin painuma sekä asfalttimassojen vedenkestävyysvaatimukset. Asfalttimassojen ohjeellisia koostumuksia toiminnallisten ominaisuuksien suhteen on esitetty julkaisussa *Asfalttinormit*.

Viitteet

- Asfalttinormit
- PANK 4205
- PANK 4208
- PANK 4209.

Ohje

Toisen asteen toimivuusvaatimuksena voidaan esittää kokonaisuuraan pohjautuva laskennallinen kestoajan vaatimus. Kestoikä saadaan *kuvasta 102* sallitun urasyvyyden ja alkudeformaation avulla. Tilaaja määrittää alkudeformaation. Alkudeformaation suuruus on tavallisesti 2 mm (voi olla myös 4...6 mm). Urakoitsija mittaa deformaation takuuajan (esimerkiksi 5 vuotta) päättyessä. Jos kulutuskerros rakennetaan myöhemmin, siirtyy alku-ura 2 mm esimerkiksi 2 vuoteen. Kulumisnopeus on *kuvan 102* suoran kulmakerroin.



Kuva 102. Laskennallisen käyttöiän määrittäminen sallitun urasyvyyden, alkudeformaation ja takuuajan loppuvaiheen mittausten perusteella.

Sorapäällyste

Sorapäällysteelle asetettavat vaatimukset ilmoitetaan urakassa. Sorapäällysteelle ei erikseen aseteta uravaatimusta, vaan koko tien pinnan tasaisuutta kuvaava kuntoarvo vaatimus. Kuntoluokituksessa soratien kulutuskerroksen kunto luokitellaan kuntoarvona tai epätasaisuuslukuna, *taulukko 26*.

Taulukko 26. Soratien päällysteen kuntoarvot.

Kuntoarvo (silmämääräinen arvio, *Sorateiden kulutuskerroksen kuntoluokitus*, Tielaitos 1993) Epätasaisuusluku (IRI) mm/m

5	2,8
4	2,8...3,2
3	3,2...3,6
2	3,6...4,0
1	yli 4,0

Ehdotettu sorateiden palvelutaso

- Erittäin hyvä: Tien pinta on hyvin tasainen. Pinnan mahdollinen pieni epätasaisuus ei vaikuta ajomukavuuteen. Pölyämistä ei esiinny lainkaan. Tien pinta on kiinteä ja irtoainesta esiintyy lähinnä vain pientareilla
- Hyvä: Tien pinta on yleensä tasainen. Muutamia pieniä erillisiä kuoppia voi siellä täällä esiintyä. Pinnan epätasaisuuden vuoksi ei ajonopeutta tarvitse hiljentää. Pientä pölyämistä renkaiden kohdalla voi esiintyä, mutta ajoneuvon peilistä pölyämistä ei näe. Tien pinta on pääosin kiinteä. Irtoainesta esiintyy jonkin verran ajourien ulkopuolella
- Tyydyttävä: Tien pinta on suurimmaksi osaksi tasainen. Pienehköjä kuoppia ja muuta epätasaisuutta voi olla paikoitellen. Tiellä olevat kuopat ja muut epätasaisuudet voidaan väistää, tai ne ovat sellaisia, ettei ajonopeutta tarvitse niiden vuoksi hiljentää. Tiellä ei ole kelirikkoa. Tie pölyää jonkin verran. Ajoneuvon peilistä näkee pölyämistä. Ajourat ovat kiinteät. Irtoainesta esiintyy ajourien ulkopuolella
- Huono: Tien pinta on epätasainen. Tien pinnassa on jonkin verran ”pyykkilautaa”. Paikoin voi esiintyä reikiä, painumia tai kohoumia. Ajonopeutta on toisinaan hiljennettävä ja epätasaisuuskohtia varottava. Tiellä esiintyvä kelirikko haittaa liikennettä vain vähän. Tie pölyää kohtalaisesti. Ajoneuvon peilistä näkyvän pölypilven läpi näkee. Tien pinta on lähes koko leveydeltään irtoaineksen peitossa. Kiinteä pinta näkyy paikoin
- Erittäin huono: Tien pinta on erittäin epätasainen. Tien pinnassa on reikiä, kuoppia, ”pyykkilautaa”, painumia tai kohoumia, joita ei pysty väistämään. Tien pintaa on jatkuvasti tarkkailtava ja ajonopeutta useasti vaihdettava. Tiellä on liikennettä haittaavaa kelirikkoa. Tie pölyää runsaasti. Ajoneuvon peilistä näkyy lähes läpinäkymätön pölypilvi. Tien pinta on koko leveydeltään irtoaineksen peitossa. Kiinteää pintaa ei irtoaineksen alta juurikaan näe.

Viitteet

- *Sorateiden kulutuskerroksen kuntoluokitus*

Todentaminen (suora)

Sidottu päällyste

Päällysteen urautuminen todetaan kenttämittauksin tai massatyypitodentamisella. Urautuminen voi olla seurausta nastarengaskulumisesta, päällysteen deformaatiosta sekä päällysteen alapuolisten rakennekerrosten ja pohjamaan deformatiosta. Urautumisen syiden erottaminen toisistaan edellyttää useita kentällä tehtäviä toisiaan täydentäviä uramittauksia. Uramittaukset tehdään joko PTM-autolla (*PANK 5208*), profilometrillä (*PANK 5105*) tai 3 m:n oikolaudalla (*PANK 5102*).

Todentaminen kenttämittauksin

Nastarengaskuluminen

Nastarengaskuluminen mitataan seuraamalla uran kehittymistä talvikausien aikana. Uran syvyys on talvikauden lopussa mitattu uran syvyys vähennettynä talvikauden alussa mitatulla uran syvyydellä. Tulokset käsitellään 100 m:n keskiarvoina.

Jos deformatiominen tunnetaan tai voidaan olettaa tunnetuksi, vuotuinen kuluminen voidaan arvioida vähentämällä esimerkiksi takuuajan loppuun mennessä kehittyneestä urasyvyydestä arvioitu tai mitattu deformaatioura ja jakamalla erotus päällystekerroksen seuranta-ajan talvien lukumäärällä.

Talvikauden aikainen päällysteen, rakennekerrosten ja pohjamaan deformatiominen oletetaan nolaksi.

Deformaatiokestävyys

Päällysteen, rakennekerrosten ja pohjamaan deformatumista voidaan mitata rakentamisvaiheessa päällysteen alapintaan, rakennekerrosten rajapinnoille tai pohjamaan pinnalle asennetuilla mittalaitteilla. Mittaustapa on joko pyörrevirtatekniikkaan perustuva etäisyysmittaus tien pinnalta tai nk. letkupainumamittaukseen perustuva mittaus, jossa asennusrajapinnan sijaintia suhteessa referenssitason mitataan. Molemmissa mittauksissa deformaatio lasketaan aseman muutoksena eri mittausajankohtien välillä. Päällysteen yläpinnan asema mitataan korkeustasoltaan sidottuna uramittaustekniikoilla.

Todentaminen päällystemassan perusteella

Nastarengaskuluminen

Urautumisen vaikutus päällysteen toimivuuteen todetaan massasta (= massasta tehdystä koekappaleesta) ennakolta tiivistetyn asfalttimassan tai päällysteestä otetun näytteen kulumiskestävyutenä. Todentaminen voidaan tarvittaessa tehdä pelkästään massatyypin tunnistamisella, jolloin massatyypeittäin oletettu kuluminen ja deformatuminen oletetaan tunnetuiksi.

Tiivistetyn asfalttimassan kulumiskestävyys testataan sivurullakulutuslaitteessa (SRK) 5 °C:ssa märkänä (*PANK 4209*, *prEN 12697-B*) tai vaihtoehtoisesti Prallkokeiden perusteella (*prEN 12697-B*). SRK-koe edellyttää paksumpaa poranäytettä kuin Prall-koe.

Materiaalien ja massatyypin perusteella lasketaan laskennallinen kulumiskestävyys, joka vastaa suunnilleen SRK-arvoa. Tilaaaja voi vaatia tiettyä massatyyppiä ja kiviainesluokkaa vastaavan halutun kulutuskestävyyden. *Taulukossa 27* esitetään massatyyppien laskennallinen SRK-arvo kiviainesluokan ylärajalla (sideaine B70/1000). Luokan I kulumiskestävyys saavutetaan SMA16- ja SMA20-päällysteillä käyttämällä I-luokan kiviainesta.

Viitteet

- PANK 4209 Asfalttimassat ja -päällysteet, päällysteominaisuudet. Kuluminen SRK
- PANK 5102
- *PANK 5105*
- PANK 5208
- prEN 12697-B.

Taulukko 27. Laskennalliset SRK-arvot kiviainesluokan ylärajalla.

Massatyyppi	Kiviainesluokka (kuulamyllyarvo luokan ylärajalla)		
	I (7)	II (10)	III (14)
SMA20	25	32	40
SMA16	27	34	44
SMA11	33	42	54
AB20	31	40	51
AB16	36	46	59
AB11	43	54	70

Deformaatiokestävyys

Tiivistetyn asfalttimassan deformaatiokestävyys testataan pyöräurituskokeella *PANK 4205* tai jaksollisella virumiskokeella *PANK 4208*.

Viitteet

- *Asfalttinormit*
- PANK 4205 Asfalttimassat ja -päällysteet, päällysteominaisuudet. Deformoituminen pyöräurituslaitteessa
- PANK 4208 Asfalttimassat ja -päällysteet, päällysteominaisuudet. Jaksollinen virumiskoe.

Ohje

Pyöräurituskokeessa vakiokokoista 60 mm:n paksuista tiivistettyä päällystelaattaa uritetaan liikkuvalla kumipyörällä. Kokeen avulla voidaan erottaa päällystekoelempaleen alkutiivistymisestä aiheutuva ura sekä deformaation aiheutuva ura. Pyöräurituslaitteella mitattu uran loppusyvyyden laboratorikohteessa kuvaa massan deformaatiokestävyyttä, mutta lukuarvo ei ole sama kuin deformaation aiheutuva urasyyvyys tiellä.

Deformaatiota ei voi ennustaa raaka-aineiden ja massatyypin perusteella tarkasti, koska suhteisuus vaikuttaa merkittävästi deformaatioon.

Massatyypin ja suhteisuuden avulla tapahtuva kelpoisuuden todentaminen tehdään julkaisun *Asfalttinormit* mukaan.

Sorapäällyste

Luokittelu tehdään silmämääräisesti julkaisun *Sorateiden kulutuskerroksen kuntoluokitus* mukaan tai mittaamalla pinnan epätasaisuus epätasaisuuslukuna IRI-mittauksella.

Epätasaisuusluku kuvaa joko oikean tai vasemman pyörän tai molempien ajourien epätasaisuutta. Ohjeellinen arvo on mitata epätasaisuus oikean pyörän kulku-urasta. Mittaustapa sovitaan tapauksittain.

Määritelmä

Urasyyvydellä tarkoitetaan mittauksen vertailutason (lankaura *PANK 5208*) ja poikkileikkauksen välistä kohtisuoraa enimmäisetäisyyttä.

Viitteet

- PANK 5208 Asfalttimassat ja -päällysteet, päällysteominaisuudet. Jaksollinen virumiskoe
- Sorateiden kulutuskerroksen kuntoluokitus, TIEL 2233921.

11110.2 Kitka ja liukkaus

Tien pinnan tulee mahdollistaa turvallisen liikennöinnin edellyttämä riittävä kitka kaikissa olosuhteissa. Tien rakenteellinen pinta itsessään ei saa olla haitallisen liukas, eikä tien pinta saa muodostua yllättäen haitallisen liukkaaksi sateen tai lämpötilan muutoksen vaikutuksesta.

Tien pinnan ja pyörän välisen kitkakertoimen tulee olla nopeusrajoitukseen nähden riittävän suuri. Kitkaan vaikuttavat päällysteestä johtuva liukkaus (bitumin pintaan nousu, päällysteen kiillottuminen) ja säästä johtuva liukkaus (vesi ja jää). Suomessa yleensä nastat estävät päällysteen kiillottumisen.

Myös kevyen liikenteen väylillä tulee olla turvallisen ja sujuvan kävelyn ja pyöräilyn mahdollistava kitka.

Vaatimukset

Uuden päällysteen kitkavaatimuservot esitetään *taulukossa 28*. Tulokset ovat mittausteknologiaa. Arvot vastaavat vanhalla VTT:n kitkamittausautolla saatuja tuloksia. Kitkan mittauksesta on valmisteilla EN-standardi.

Taulukko 28. Uuden päällysteen kitkavaatimukset (PANK 5201).

Nopeusrajoitus, km/h	Kitkakerroin
80	0,4
100	0,5
120	0,6

Kaupunkialueen pääväylien vaatimukset esitetään *taulukossa 29*.

Taulukko 29. Märän päällysteen kitkakertoimet.

Nopeus, km/h	Jarrutuskitkakerroin	Sivukitkakerroin		
		Hyvä	Tyydyttävä	Välttävä
50	0,40	0,10	0,13	0,18
60	0,38	0,08	0,11	0,16
70	0,36	0,07	0,10	0,145
80	0,35	0,065	0,09	0,13
90	0,33	0,06	0,08	0,115
100	0,31	0,055	0,07	0,10
110	0,30	0,05	0,065	0,09
120	0,29	0,045	0,06	0,08

Ohje

Ajoradan ja renkaiden välinen kitka määrittelee väylän kaarresäteet, sivukaltevuudet ja pysähtymismatkan arvot. Mitoitettavaa jarrutuskitkakerrointa valittaessa on otettava huomioon päällysteen kitkaominaisuuksien lisäksi ajomukavuustekijät. Ajoneuvon kuljettajalle on miellyttävän hidastuvuuden yläraja $3,5...4,0 \text{ m/s}^2$, mikä vastaa kitkakerrointa $0,35...0,4$. Pienillä nopeuksilla kitkakerroin voi lukkojarrustilanteessa olla $0,6...0,8$.

Notkelmissa kaarteiden ja liittymien kohdalla sekä siltojen penkereillä tulisi käyttää normaalia karkeapintaisempaa päällystettä.

Todentaminen (suora)

Kitka mitataan kitkamittausautolla (*PANK 5201*), kannettavalla heilurikitkamittarilla (*PANK 5101* ja *SFS-EN 1436 Tiemerkintämateriaalit*), tavallisella ABS-jarruilla ja kiihtyvyyssanturilla varustetulla henkilöautolla tai ilmailulaitoksen hinattavalla mittauslaitteella BV-11.

Suomessa vuonna 2005 erityyppisiä kitkamittareita (myös kastelulla varustettuja) on VTT:llä, TKK:lla, TLL:llä, Rambollilla, IL:llä ja AL-Engineeringillä.

Ohje

Uuden päällysteen kitka mitataan enintään kahden viikon kuluessa urakkasopimuksen mukaisten päällystystöiden päättymisestä.

Ohje

Kitkalla tarkoitetaan ajoneuvon renkaan ja päällysteen välistä kitkakerrointa.

Viitteet

- PANK 5101
- PANK 5201 Päälysteet, autolla tehtävät mittaukset. Päälysteen kitka (TIE 475)
- *SFS-EN 1436 Tiemerintämateriaalit.*

11110.3 Kuormituskestävyys

Päälysteen kuormituskestävyydellä tarkoitetaan päälysteen kykyä vastustaa kumulatiivisesta liikennesituksesta johtuvia jännityksiä ja muodonmuutoksia haitallisesti vaurioitumatta tai deformatumatta.

Päälysteen tulee kestää ensisijaisesti päälysteen alapinnassa, pyöräkuorman vaikutuskohdalla ilmeneviä taivutusvetorasituksia sekä pyöräkuorman vierellä ilmeneviä leikkausrasituksia mahdollisimman pitkään väsymättä. Päälysteen rasituksiin – kuormitusten aikaiseen taipumiseen – vaikuttavat myös päälysteen alapuolisten kerrosten sekä alusrakenteen jäykkyysominaisuudet. Kerroskohtaiset vaatimukset käsitellään *taulukossa 11*.

Väsymiskestävyyspuutteet ilmenevät päälysteen liikenneperäisinä vaurioina esimerkiksi pyöräurissa tapahtuvana halkeiluna.

Suorien väsymiskestävyysvaatimusten sijaan kestävyuden toimivuusvaatimukset johdetaan päälysteen kyvystä toimia osana koko tierakennetta liikennesituksia vastaan. Tällöin vaatimussuureet ovat päälysteen jäykkyys ja paksuus. Jäykkyyden määritetään välillisesti massaominaisuuksien perusteella. Riittävän jäykkyyden ja paksuuden avulla varmistetaan koko rakenteen kyky vastustaa liikennesituksia. Kuvaussuureena on pinnan kantavuus.

Rakenneseosten kuormituskestävyysvaatimukset voidaan asettaa myös kerroskohtaisesti teknisinä massavaatimuksina sekä vähimmäisjäykkyysvaatimuksina.

Vaatimukset

Päälysteen vaatimukset annetaan päälysteen päältä todettavana pintakantavuutena sekä vähimmäispaksuutena kuormitusluokittain. Kuormitusluokat ja niitä vastaavat tavoitekantavuudet valitaan päälystetyypin, kantavan kerroksen materiaalin ja kuormituskertaluvun avulla *taulukoiden 13... 19* perusteella.

Ohje

Päälysrakenteen mitoituksessa käytettävät moduulit on esitetty julkaisussa *Tien päälysrakenteen mitoituksessa käytettävät moduulit ja väsymisfunktiot*.

Viitteet

- Tien päälysrakenteen mitoituksessa käytettävät moduulit ja väsymisfunktiot. Tietoa tien suunnitteluun nro 71 A. Luonnos 26.9.2003

Todentaminen (suora)

Kantavuus (kuormituskestävyys) määritetään suunnitteluvaiheessa laskennallisesti julkaisun *Tierakenteen suunnittelu* mukaan. Rakenteiden pintakantavuus määritetään pudotuspainolaitteella. Pudotuspainolaitteen menetelmä on kuvattu julkaisussa *Menetelmäkuvaus 1: Pudotuspainolaitemittaus (PPL-mittaus)*. Päälysteen paksuus mitataan maatumkalla tai poranäytteestä (*PANK 4001*). Kuormi-

tuskertaluku määritetään julkaisun *Tierakenteen suunnittelu* kohdan 3.2.1 mukaan. Päälysteen massatyypin todennetaan julkaisun *Asfalttinormit* (lisälehtineen) mukaan.

Ohje

Sitomattomien rakennekerrosten tavoitekantavuuksien täyttäminen todetaan rakennusvaiheen laadunvalvontamittauksilla.

Ohje

Kantavuus on rakenteen tai rakenneosan pinnan pystysuuntainen jäykkyys liikenteen aikaansaamassa jännitys- ja muodonmuutostilassa. Kantavuutta käytetään kuvaamaan tierakenteen kykyä vastustaa liikennesuunnituksesta johtuvia jännityksiä ja muodonmuutoksia.

Viitteet

- Asfalttinormit lisälehtineen
- Menetelmäkuvaus 1: Pudotuspainolaitemittaus (PPL-mittaus)
- PANK 4001, Asfalttimassat ja -päälysteet, näytteenotto
- Tierakenteen suunnittelu, TIEH 2100029-v-04.

11110.4 Ilmastonkestävyys

Päälysteen tulee kestää vuosittaisia ja vuorokausittaisia lämpötilamuutoksia haitallisesti halkeilematta, ts. päälysteellä pitää olla riittävä pakkasenkestävyys. Huono pakkasenkestävyys aiheuttaa päälysteeseen tien poikkisuuntaisia halkeamia eli pakkaskatkoja.

Päälystekerrosten tartunta alustaan tulee olla riittävä, jotta kerrosten väliin pääsevä vesi ei toistuvasti jäätyessään ja sulaessaan irrota kerroksia toisistaan ja johda päälysteen lohkeavaan purkautumiseen.

Veden valumiseen päälystekerrosten väliin ja kerääntymiseen sinne vaikutetaan säätämällä päälysteen tyhjätillaa ja suhteuttamalla rakenne alaspäin johtavaksi.

Vaatimukset

Pakkasenkestävyydelle ei ole olemassa suoria ja mitattavissa olevia toimivuusvaatimuksia. Vaatimukset annetaan massan teknisinä vaatimuksina massan koostumuksen, pääosin sideainelajin valinnan perusteella. Pakkaskestävyysvaatimus ei saa vaarantaa päälysteeltä vaadittavaa deformaatiokestävyyttä.

Päälystekerroksen tartunnalle toiseen sidottuun kerrokseen ei ole olemassa suorja ja mitattavissa olevia toimivuusvaatimuksia eikä teknisiä vaatimuksia.

Ohje

Huono pakkasenkestävyys aiheuttaa päälysteeseen poikkisuuntaisia halkeamia. Jos asfalttimassalle on asetettu pakkasenkestävyysvaatimus, sideaine valitaan kohteessa päälysteen käyttöaikana esiintyvän alhaisimman lämpötilan perusteella. Pakkaskestävän massan sideaineena käytetään Pohjois- ja Itä-Suomessa bitumia B160/220 tai sitä pehmeämpää bitumia. Jos vaaditaan erityisen suurta pakkasenkestävyyttä, käytetään sideaineena kumibitumia. Pakkaskestävän massan suunnittelussa on aina otettava huomioon myös deformaatiokestävyys. Erityisesti Etelä-Suomessa deformaatiokestävyys on etusijalla pakkasenkestävyyteen verrattuna.

Pakkasenkestävyyttä voidaan suuntaa antavasti arvioida -2 °C :n halkaisuvetolujuuden ja pakkashalkeilulämpötilan avulla, *taulukko 30*. *Taulukon 30* mukainen massa ei välttämättä ole käytännössä pakkasenkestävää.

Taulukko 30. Asfalttibetonin pakkaskestävyysvaatimukset (PANK 4302).

Pakkaskestävyysluokka	Halkaisuvetolujuus -2 °C, MN/m ²	Pakkashalkeilulämpötila, °C
I	2,8	35
II	4,1	25

Viitteet

- PANK 4302 Asfalttimassat ja -päällysteet, veden- ja lämmönkestävyys. Pakkaskestävyys, halkaisuvetomenetelmä.

11110.5 Vaurioituneisuus

Vaurioituneisuudella tarkoitetaan päällysteen halkeiluna, purkautumina tai painumina ilmeneviä liikenne- tai ilmastoperäisiä vaurioita. Niitä käsitellään seuraavissa kohdissa:

- liikenneperäinen halkeilu, *kohta Päällysteen kuormituskestävyys*
- ilmastoperäinen halkeilu (pakkasvauriot), *kohta Ilmastonkestävyys*
- tien päällysrakenteesta johtuva deformatuminen *kohta Päällysrakenteen poikkisuuntainen epätasaisuus* (deformatuminen) ja *kohta Päällysteen urat ja urautuminen*
- tien pinnalta todettavat vauriot, *kohta Tierakenteen vaurioituneisuus*.

Tien päällysteen tulee kestää liikennesuorituksia ja ilmastollisia rasituksia tien pinnan suunnitellun käyttöajan ajan. Ominaisuuksiltaan päällysteen tulee olla tasalaatuinen. Päällysteen tulee suojata sen alla olevia rakennekerroksia veden haitalliselta pääsylvä. Päällysteen vaurioitumisesta ja veden pääsylvä rakenteisiin ei saa aiheutua tien muiden rakennekerrosten kestoikkää pienentäviä vaikutuksia, esimerkiksi kuormituskestävyyden alentumista eikä routivuuden kasvua. Tämä edellyttää päällysteeltä itseltään kuormituskestävyyttä, vedenkestävyyttä, pakkaskestävyyttä ja tasalaatuisuutta.

Vaatimukset

Päällysteessä tapahtuvaa vaurioitumista voidaan arvioida epäsuorasti asfalttimassan ominaisuuksista, jolloin vaatimukset asetetaan asfalttimassalle. Vaatimukset voidaan vaurioituneisuuden osalta asettaa vedenkestävyydelle ja tasalaatuisuudelle. Vedenkestävyyden ja tasalaatuisuuden vaatimukset asetetaan teknisinä vaatimuksina.

Ohje

Vedenkestävyys

Asfalttimassan vedenkestävyyden eli sideaineen ja kiviaineksen välisen tartunnan vedenkestävyyden tulee olla *taulukon 31* mukainen.

Taulukko 31. Asfalttimassojen vedenkestävyysvaatimukset.

Ominaisuus	Asfalttityyppi	Vaatimus	Menetelmä
------------	----------------	----------	-----------

Tarttuvuusluku AA 11 - AB, SMA massalla		70 %	PANK 4301
Tarttuvuusluku suhteituksen mukaisella massalla	AB, SMA PAB-B	80 % 60 %	
MYR-arvo	PAB-V	2,0 g	PANK 4303

Tasalaatuisuus

Asfalttipäällysteen pitää olla tasalaatuista. Uudessa päällysteessä ei saa olla rakeisuuden lajittumia, sideaineen pintaannosua tai halkeamia. Haitallisimpia ovat liikenneturvallisuutta heikentävä, laaja-alainen sideaineen pintaannos ja päällysteen kestävyyttä huonontava, purkaantumiselle altis kiviaineslajittuma.

Todentaminen (suora)

Vedenkestävyys

Vedenkestävyys tutkitaan halkaisuvetolujuuteen perustuvalla menetelmällä PANK 4301 tutkittavasta kiviaineksestä ja bitumista valmistetusta avoimesta asfalttimassasta AA 11.

Ohje

Vedenkestävyys määritetään toiminnalliseen suhteitukseen liittyvänä esikokeena. Jos tämän testin tulos ei täytä taulukon 31 mukaisia vaatimuksia, vedenkestävyys testataan suhteituksen mukaisesta massasta tehdyillä koekappaleilla. Tarttuvuusluku voidaan määrittää myös päällysteestä poratuista, riittävän paksuista poranäytteistä.

PAB-V-massojen vedenkestävyys määritetään MYR-kokeella (PANK 4304, tarttuvuusarvon määrittäminen).

Tasalaatuisuus

Päällysteen pinnassa näkyvät lajittumat, sideaineen pintaan nousut ja halkeamat tarkastetaan silmämääräisesti.

Ohje

Laajoissa sideaineen pintaan nousukohdissa tarkastetaan tarvittaessa, että päällyste täyttää kitkavaatimukset.

Viitteet

- PANK 4301 Asfalttimassat ja -päällysteet, veden- ja lämmönkestävyys. Vedenkestävyys, halkaisuvetomenetelmä
- PANK 4304 Asfalttimassat ja -päällysteet, veden- ja lämmönkestävyys. Tarttuvuusarvon määrittäminen MYR-menetelmällä.

11110.6 Meluisuus

Vaatimukset

Hiljaisen asfaltin meluvaatimus riippuu mittausmenetelmästä. CPX-menetelmällä mitattaessa suurin hiljaisen asfaltin meluarvo on 88,5dB(A)_{eq} ja SPB-menetelmällä 72,5 dB(A)_{max}. Vaatimus soveltuu nopeusrajoitusalueella 60 km/h.

Hiljaisen päällysteen kriteeriksi väylillä 50...60 km/h on määritelty, että sen tulee vähentää liikennemelutasoa SPB-menetelmällä mitattaessa 3 dB(A)_{max} tai CPX-menetelmällä mitattaessa 4 dB(A)_{eq} referenssipäällysteeseen verrattuna.

Todentaminen (suora)

Rengasmelu mitataan CPX-menetelmällä (ISO/CD 11819-2) tai SPB-menetelmällä (ISO 11819-1).

Ohje

Melu mitataan päällystystyötä seuraavana kesänä, päällysteen meluominaisuuksien vakiinnuttua. Mittauksen ohella meluisuutta voidaan arvioida referenssitietojen perusteella. Pelkää referenssitietoa käytettäessä on hyvä edellyttää hyväksytyä tuotetta ja laadunvarmistusjärjestelmää. Referenssitietojen edustavuus pitää varmistaa, ts. että aikaisemmat kokemukset ovat olleet vastaavilta kohteilta. Jos raaka-aineet tai työn laatu muuttuvat, ominaisuudet eivät välttämättä ole samat.

Ohje

Rengasmelulla tarkoitetaan sitä melua, joka aiheutuu liikkuvan ajoneuvon renkaan kosketuksesta tien pintaan.

Viitteet

- ISO 11819-1
- ISO/CD 11819-2.

Ohje

Päällysteen pintakarkeus ja avoimuus vaikuttavat ajoneuvon renkaan ja päällysteen kosketuspinnassa syntyvään meluun ja sen leviämiseen. Päällysteen avoimuus vaikuttaa lisäksi ajoneuvon moottorin ym. aiheuttaman melun leviämiseen.

Meluisimpia päällysteitä voi rajata myös tietyillä teknisillä vaatimuksilla, esimerkiksi rajaamalla massan suurimaksi raekooksi 11 mm.

Rengasmelun osuus henkilöajoneuvojen melusta on merkittävä yli 50 km/h nopeuksilla, kun ajetaan kolmesta suuremmilla vaihteilla. Sekarakenteisen liikennevirran melusta sen vaikutus on merkittävä viimeistään yli 80 km/h nopeuksilla. Rengasmeluun vaikuttaa monta erillistä tapahtumaa ja ilmiötä. Osatekijöitä ovat renkaan törmäämisen tienpintaan ja irtoamisen aiheuttamat värähtelyt renkaan pinnassa, ilman liikkeitä tienpintakosketuksen lähellä sekä renkaan etu- ja jättöpuolella olevan ilmatilan akustinen toiminta. Päällyste on märkänä meluisampi kuin kuivana.

Tärinä

Tien aiheuttaman ympäristöön leviävän tärinän arviointiin ei ole olemassa yleisesti käytöön otettuja arviointimenettelyjä tieliikenteessä. Mittaamalla maanpinnassa vaikuttavan tärinän amplitudi vähintään yhdessä pisteessä voidaan leviäminen arvioida käyttäen yleisiä geometrisen tärinän vaimentumisen etäisyysfunktioita. Tärinän amplitudin pienentymisen tiestä etäännyttäessä voidaan olettaa tapahtuvan tasaisissa pohjasuhteissa (vaakasuuntaiset, jatkuvat maakerrokset) noudattaen pinta-aallon vaimentumisfunktioita (pinta- eli Rayleigh-aallon vaimentuminen on kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöjuureen), jolloin leviämistä voidaan arvioida mm. soveltaen Madhusin menetelmän periaatteita. Arviointi edellyttää asiantuntijaa.

Tärinän suuruus voidaan mitata rakennusten vaurioriskin sekä ihmisen viihtyvyyden arvioimiseksi. Mittaukset rakennusten vaurioiden arvioimiseksi voidaan tehdä rakenteen kantavista seinä- tai perustusrakenteista tavanomaisia, mm. räjäytystärinän mittaamiseen soveltuvia mitaustekniikoita käyttäen. Kansallisia käyttöön vahvistettuja raja-arvoja ei Suomessa ole. Rakennusten vaurioitumisen riski on olemassa tärinän amplitudin (heilahdusnopeuden hetkellinen enimmäisarvo) ylittäessä arvon 2...3 mm/s. Hyväkuntoisilla rakennuksilla vaurioitumista ei yleensä esiinny tärinän ollessa alle 8...10 mm/s. Asiantuntija arvioi vaurioitumisriskin rakennuksittain ottaen huomioon rakennuksen dynaamiset ominaisuudet, käytetyt rakennusmateriaalit, tärinän välittymistavan maapohjasta rakennukseen, tärinän leviämisen rakennuksessa jne.

Ihmiseen kohdistuva tärinä mitataan asuin- tai oleskelutiloista noudattaen julkaisua *Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta*.

Viitteet

- Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta. VTT tiedotteita 2278. Asko Talja.

11110.7 Vedenläpäisevyys

Ohje

Asfalttikerrokselle ei ole yleistä vedenläpäisevyysvaatimusta. Useasta kerroksesta koostuvat asfalttipinnoitteet tulee suhteittaa siten, että alempana oleva kerros on läpäisevämpi kuin ylemmänä oleva kerros veden poistumisen mahdollistamiseksi.

Useimmiten päällysteeltä vaaditaan tiivyyttä, jotta veden pääsy muihin rakennekerrokseen estetään, etteivät ne vaurioituisi. Päällyste voidaan suunnitella myös vettä läpäiseväksi.

Pohjavesialueilla kulutuskerroksen alapuolinen päällystekerros tehdään vedenpitävästä asfalttibetonista. Pohjavesialueilla noudatettavat vaatimukset esitetään pohjavedensuojauskohdassa.

11120 Kantava kerros

Kantava kerros antaa tierakenteelle jäykkyyttä ja jakaa liikennekuormitusta alempiin kerroksiin.

Sidotulle kantavalle kerrokselle ei ole olemassa varsinaisesti valmiita toimivuusvaatimuksia. Sidotun kantavan kerroksen tekniset vaatimukset esitetään suunnitelma-asiakirjoissa.

Kantavan kerroksen tulee

- olla riittävän jäykkä liikenteen aikaansaamia kimmoisia muodonmuutoksia vastaan siten, ettei päällysteen taivutusvetojännitykset tule haitallisen suuriksi
- läpäistä ylhäältä rakenteeseen pääsyyttä sade- ja kondenssivettä ilman, että vettä pidättyy tai jäätyy haitallisesti kerrokseen erottumista tai lujisuuden heikentymistä aiheuttaen, sekä tarvittaessa johtaa vedet pois rakenteesta (sitomaton kantava)
- jakaa liikennekuormitusrasituksia alempien kerrosten sietämälle tasolle (pystysuuntainen jännitys ja leikkausjännitys)
- kestää liikenteen aikaansaamia toistuvia rasituksia muotoaan tai lujuuttaan haitallisesti muuttamatta
- kestää rakenteeseen pääsyyttä sade- ja kondenssivettä ilman, että rakenteen lujuus tai jäykkyys käyttöiän aikana olennaisesti muuttuu.

Kantava kerros voi olla joko sitomaton tai sidottu (yleensä bituminen tai hydraulinen sideaine tai näiden yhdistelmä). Kantavan kerroksen stabiloinneissa voidaan käyttää erilaisia bitumistabilointeja (BEST, VBST, REST), sementtistabilointia (SST), komposiittistabilointia (KOST) tai masuunihiekkastabilointia (MHST).

11120.1 Pituussuuntainen tasaisuus

Kantavan kerroksen materiaalilla ja materiaalin levityksellä vaikutetaan tierakenteen pituussuuntaiseen tasaisuuteen.

Vaatimukset

Kantavalle kerrokselle ei ole olemassa suoria pituussuuntaisen tasaisuuden vaatimuksia.

Vaatimukset

Kantavan kerroksen vaikutusta pituussuuntaiseen tasaisuuteen hallitaan kantavan kerroksen materiaalin kestävyydellä, materiaalin rakeisuudella, tiiviysasteella ja kantavuuden homogeenisuudella pituussuunnassa. Näille annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina.

Todentaminen (epasuora)

Katso tekniset vaatimukset.

11120.2 Sivukaltevuus

Päällyste tulee pystyä rakentamaan tasaisena kerroksena. Tarvittava sivukaltevuus toteutetaan viimeistään muotoilemalla kantavan kerroksen pinta vaadittavaan kaltevuuteen. Yleensä vaadittava sivukaltevuus on toteutettava alemmissa kerroksissa, jakavassa kerroksessa, suodatinkerroksessa tai penkereessä.

Vaatimukset

Kantavan kerroksen sivukaltevuudelle ei ole olemassa suoria vaatimuksia.

Ohje

Katso kohta 11000.1.3 Sivukaltevuus.

Viitteet

- 11000.1.3 Sivukaltevuus

11120.3 Urat ja urautuneisuus

Kantavan kerroksen materiaalilla vaikutetaan tierakenteen urautumiseen.

Vaatimukset

Kantavalle kerrokselle ei ole olemassa suoria vaatimuksia urautumisen suhteen.

Vaatimukset

Kantavan kerroksen urautumiseen vaikuttavat kantavan kerroksen materiaalin kestävyys, rakeisuus (etenkin hienoainespitoisuus), tiiviysaste ja leikkauskapasiteetti (kantavuus). Näille annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina.

Todentaminen (epasuora)

Katso rakeisuuden, tiiviyksasteen ja kantavuuden vaatimukset teknisistä vaatimuksista.

11120.4 Rakenteen homogeenisuus

Vaatimukset

Kantavan kerroksen homogeenisuudelle ei ole olemassa suoria vaatimuksia.

Vaatimukset

Kantavan kerroksen homogeenisuutta hallitaan sallittujen mittapoikkeamien, materiaalin kestävyuden, materiaalin rakeisuuden ja kiviaineksen laatuvaatimusten sekä tiivyyden (tiiviyssuhteen E_2/E_1) ja kantavuuden perusteella. Näille annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina, *luvut 21310 Sitomattomat kantavat kerrokset ja 21320 Sidotut kantavat kerrokset*.

Viitteet

- 21310 Sitomattomat kantavat kerrokset, InfraRYL
- 21320 Sidotut kantavat kerrokset, InfraRYL

Ohje

Materiaalin rakeisuuden tulee pysyä ohjealueella. Tiivistäminen tai muut toimenpiteet eivät saa haitallisesti vaikuttaa materiaalin rakeisuuteen.

Todentaminen (epasuora)

Katso tekniset vaatimukset, *luvut 21310 Sitomattomat kantavat kerrokset ja 21320 Sidotut kantavat kerrokset*.

Määritelmä

Rakenneosan homogeenisuudella tarkoitetaan tässä rakenneosan vasteen pysymistä tarvittavan lähellä keskiarvoa rakenteen yhdenmukaisiksi edellytetyissä osissa. Ellei muuta esitetä, homogeeniseksi luettavan rakenteen variaatiokerroin (keskihajonnan suhde keskiarvoon) on enintään 15 %.

Ohje

Ylempien rakennekerrosten (etenkin kantava ja jakava kerros) homogeenisuuteen vaikuttavat materiaalien tiheys- ja tiiviyksastevaihtelut ja kerroksen paksuusvaihtelut. Vaihtelut vaikuttavat tien pinnalla näkyvään pituus- ja poikkisuuntaiseen tasaisuuteen. Kerrokset on rakennettava mahdollisimman homogeenisista (kerros)materiaaleista ja homogeenisuutta edistävin työtekniikoin.

11120.5 Vaurioituneisuus

Vaatimukset

Kantavan kerroksen tai jakavan kerroksen vaurioituneisuudelle ei ole olemassa suoria vaatimuksia.

Vaatimukset

Kantavan kerroksen tai jakavan kerroksen vaurioituneisuutta hallitaan materiaalin kestävyuden, materiaalin rakeisuuden ja kiviaineksen laatuvaatimusten sekä tiiviyyden (tiiviysuhteen E_2/E_1) ja kantavuuden avulla. Näille annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina, *luvut 21310 Sitomattomat kantavat kerrokset ja 21320 Sidotut kantavat kerrokset.*

Viitteet

- 21310 Sitomattomat kantavat kerrokset, InfraRYL
- 21320 Sidotut kantavat kerrokset, InfraRYL

Todentaminen (epasuora)

Katso tekniset vaatimukset, *luvut 21310 Sitomattomat kantavat kerrokset ja 21320 Sidotut kantavat kerrokset.*

11120.6 Kantavuus

Vaatimukset

Uuden tai parannetun rakenteen tavoitekantavuus kantavan kerroksen päältä esitetään *taulukossa 32* kuormitus- ja päällystemassaluokittain. Kantavuus pysyy tavoitekantavuudesta vähintään 85 %:n tasolla.

Taulukko 32. Tavoitekantavuus kantavan kerroksen päältä mitattuna. Kuormitusluokka 0,1.

KKL-luokka	SOP	PAB-V	PAB-B	AB
Tavoite kantavan päältä	115 MPa	115 MPa	145 MPa	145 MPa
Kantavan laatu	M	M	M, MHST, BST	M, MHST, BST

Tavoitekantavuus kantavan kerroksen päältä mitattuna. Kuormitusluokka 0,4.

KKL-luokka	PAB-V	PAB-B	AB
Tavoite kantavan päältä	130 MPa	145 MPa	145 MPa
Kantavan laatu	M, MHST, BST	M, MHST, BST	M, MHST, BST

Tavoitekantavuus kantavan kerroksen päältä mitattuna. Kuormitusluokka 0,8.

KKL-luokka (Vaiheittain rakent. aika)	PAB-V	PAB-B	AB	AB
Tavoite kantavan päältä	130 MPa	145 MPa	145 MPa	280 MPa
Kantavan laatu	M, MHST, BST	M, MHST, BST	M, MHST, BST	SST

Tavoitekantavuus kantavan kerroksen päältä mitattuna. Kuormitusluokka 2,0.

KKL-luokka (Vaiheittain rakent. aika)	AB	AB	AB
Tavoite kantavan päältä	160 MPa	310 MPa	160 MPa
Kantavan laatu	M, MHST, BST	SST	M, MHST, BST

Tavoitekantavuus kantavan kerroksen päältä mitattuna. Kuormitusluokka 6,0.

KKL-luokka (Vaiheittain rakent. aika)	AB	AB	AB
Tavoite kantavan päältä	160 MPa	160 MPa	285 MPa
Kantavan laatu	M, MHST	BST	SST

Tavoitekantavuus kantavan kerroksen päältä mitattuna. Kuormitusluokka 10,0.

KKL-luokka (Vaiheittain rakent. aika)	AB	AB	AB
Tavoite kantavan päältä (MPa)	160 MPa	160 MPa	265 MPa
Kantavan laatu	M tai MHST	BST	SST

Tavoitekantavuus kantavan kerroksen päältä mitattuna. Kuormitusluokka 25,0.

KKL-luokka (Vaiheittain rakent. aika)	AB	AB	AB
Tavoite kantavan päältä	160 MPa	160 MPa	265 MPa
Kantavan laatu	M, MHST	BST	SST

Yleisten sorateiden ohjeellinen tavoitekantavuus kantavan kerroksen päältä on 80 MPa (80 Sr).

Taulukko 33. Erillisen ja korotetun jalankulku- ja pyörätien tavoitekantavuuden vähimmäisarvot.

KKL-luokka	Erillinen JP-tie Sr tai M	Erillinen JP-tie AB, PAB-B tai PAB -V	Korotettu JP-tie AB, PAB-B
Vaatus kantavan päältä, MPa	60 MPa	85 MPa	130 MPa

Vaatimukset

Sitomattoman kantavan kerroksen kantavuuteen vaikuttavat tekniset ominaisuudet ovat kantavan kerroksen materiaalin hienoainespitoisuus ja kantavan kerroksen materiaalin Los Angeles -luku.

Sitomattoman kantavan kerroksen materiaalin hienoainespitoisuus 0,063 mm:n seulan kohdalla saa olla kalliomurskeella enintään 6 % ja soramurskeella enintään 9 % tierakenteeseen tiivistettynä.

Sitomattoman kantavan kerroksen Los Angeles -luku saa olla enintään 30. Stabiointien kiviaineksen Los Angeles -luku saa olla enintään 40.

Todentaminen (suora)

Rakenteiden kantavuus määritetään yleisimmin pudotuspainolaitteella ja rakennekerrosten levykuormituskokeella.

Ohje

Sitomattomien rakennekerrosten tavoitekantavuuksien täyttäminen todetaan rakennusvaiheen laadunvalvontamittauksilla.

Todentaminen (epasuora)

Epäsuorat vaatimukset todennetaan rakeisuusmäärityksellä ja Los Angeles -kokeella (TIE 231). Ks. tekniset vaatimukset.

Määritelmä

Kantavuus on rakenteen pinnan pystysuuntainen jäykkyys. Kantavuutta käytetään kuvaamaan tierakenteen kykyä vastustaa liikennesuorituksista johtuvia jännityksiä ja muodonmuutoksia. Ellei suunnitelma-asiakirjoissa ole muuta määritetty, kantavuudella tarkoitetaan +20 °C:ssa määritettyä nk. kesäkantavuutta (jäykkyyttä kesäolosuhteissa lämpötilassa +20 °C).

11120.7 Vedenläpäisevyys

Ohje

Kantavan kerroksen materiaalin tulee päästää tierakenteeseen asfaltin läpi tai mahdollisista halkeamista tuleva vesi valumaan alaspäin mahdollisimman nopeasti. Materiaalin vedenläpäisevyyden tulee siksi olla suuri ja vedenpidättymisen vähäistä.

Vaatimukset

Kantavalle kerrokselle ei ole olemassa suoria vaatimuksia vedenläpäisyn tai vedenpidättymisen suhteen.

Vaatimukset

Kantavan kerroksen vedenläpäisevyyttä ja vedenpidättymistä hallitaan kantavan kerroksen materiaalin rakeisuudella, erityisesti sen hienoainespitoisuudella. Rakeisuusvaatimukset annetaan teknisinä vaatimuksina.

Todentaminen (epasuora)

Katso tekniset vaatimukset.

11130 Jakava kerros

Jakava kerros jakaa liikennekuormitusta alempiin kerroksiin. Jos rakenteessa on sidottu kantava kerros eikä siinä ole sitomatonta kantavaa kerrosta, kantavan kerroksen kuivatustehtävät siirtyvät sitomattomalle jakavalle kerrokselle.

Jakavan kerroksen tulee

- läpäistä ylhäältä rakenteeseen pääsyyttä sade- ja kondenssivettä ilman, että vettä pidättyy tai jäätyy haitallisesti kerrokseen aiheuttaen erottumista tai lujuuden heikentymistä, sekä tarvittaessa johtaa vedet pois rakenteesta
- kestää liikenteen aikaansaamia toistuvia rasituksia sekä rakenteeseen pääsevästä sade- ja kondenssivettä ilman, että rakenteen lujuus tai jäykkyys käyttöiän aikana olennaisesti muuttuu
- olla riittävän jäykkä liikenteen aikaansaamia kimmoisia muodonmuutoksia vastaan siten, ettei päällysteen taivutusvetojännitykset tule haitallisen suuriksi
- estää veden kapillaarista nousua kantavaan kerrokseen etenkin, jos suodatinkerrosta ei ole
- toimia rakennetta kuivattavana kerroksena

- jakaa liikennekuormitusrasituksia alempien kerrosten sietämälle tasolle.

Yleensä jakava kerros ehkäisee ja hidastaa myös paksuudellaan roudan tunkeutumista routivaan pohjamaahan ja tasaa routanousueroja.

Jotta kantavuus säilyisi mahdollisimman hyvänä vuodenaajoista ja olosuhteista riippumatta, jakavassa kerroksessa käytettävän materiaalin hienoaines- ja savi-pitoisuuksien tulee olla riittävän alhaiset, ettei vesi imeydy ja pidättäydy tarpeet-toman kauan materiaalissa.

Jakavan kerroksen tulee olla materiaaliominaisuuksiltaan riittävän tasalaatuista. Jakavan kerroksen sallitut mittapoikkeamat, kantavuus- ja tiiviysuhdevaatimukset (E_2/E_1) sekä kiviaineksen vaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa.

11130.1 Pituussuuntainen tasaisuus

Jakavan kerroksen materiaalilla ja materiaalin levityksellä vaikutetaan tieraken-teen pituussuuntaiseen tasaisuuteen.

Vaatimukset

Jakavalle kerrokselle ei ole olemassa pituussuuntaisen tasaisuuden suoraa vaa-timuksia.

Vaatimukset

Jakavan kerroksen vaikutusta pituussuuntaiseen tasaisuuteen hallitaan jakavan kerroksen materiaalin kestävyydellä, materiaalin rakeisuudella, tiiviysuhdeella (E_2/E_1) ja kantavuudella. Näille annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina, *lu-ku 21210 Jakavat kerrokset*.

Viitteet

- 21210 Jakavat kerrokset, InfraRYL.

Todentaminen (epasuora)

Katso tekniset vaatimukset, *luku 21210 Jakavat kerrokset*.

11130.2 Sivukaltevuus

Päällyste tulee pystyä rakennetaan tasaisena kerroksena. Tällöin tarvittava sivu-kaltevuus toteutetaan muotoilemalla jakavan kerroksen pinta vaadittavaan kalte-vuuteen. Yleensä vaadittava sivukaltevuus toteutetaan alemmissa kerroksissa, suodatinkerroksessa tai penkereessä.

Vaatimukset

Jakavan kerroksen sivukaltevuudelle ei ole olemassa suoraa vaatimuksia.

Ohje

Katso kohta 11000.1.3 Sivukaltevuus.

Viitteet

- 11000.1.3 Sivukaltevuus, InfraRYL.

11130.3 Urat ja urautuneisuus

Jakavan kerroksen materiaalilla vaikutetaan tierakenteen urautumiseen.

Vaatimukset

Jakavalle kerrokselle ei ole olemassa suoria vaatimuksia urautumisen suhteen.

Vaatimukset

Jakavan kerroksen urautumiseen vaikuttavat jakavan kerroksen materiaalin kestävyys, materiaalin rakeisuus, tiiviysaste ja leikkauskapasiteetti (kantavuus). Näille annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina, *luku 21210 Jakavat kerrokset*.

Viitteet

- 21210 Jakavat kerrokset, InfraRYL.

Todentaminen (epasuora)

Katso tekniset vaatimukset, *luku 21210 Jakavat kerrokset*.

11130.4 Rakenteen homogeenisuus

Vaatimukset

Jakavan kerroksen homogeenisuudelle ei ole olemassa suoria vaatimuksia.

Vaatimukset

Jakavan kerroksen homogeenisuutta hallitaan sallittujen mittapoikkeamien, materiaalin kestävyuden, materiaalin rakeisuuden ja kiviaineksen laatuvaatimusten sekä tiiviyyden (tiiviyssuhteen E_2/E_1) ja kantavuuden perusteella. Näille annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina, *luku 21210 Jakavat kerrokset*.

Viitteet

- 21210 Jakavat kerrokset, InfraRYL.

Todentaminen (epasuora)

Katso tekniset vaatimukset, *luku 21210 Jakavat kerrokset*.

Määritelmä

Rakenneosan homogeenisuudella tarkoitetaan tässä rakenneosan vasteen pysymistä tarvittavan lähellä keskiarvoa rakenteen yhdenmukaisiksi edellytetyissä osissa. Ellei muuta määritellä, homogeeniseksi luettavan rakenteen variaatiokerroin (keskihajonnan suhde keskiarvoon) on enintään 20 %.

Ohje

Ylempien rakennekerrosten (etenkin kantava ja jakava kerros) homogeenisuuteen vaikuttavat materiaalien tiheys- ja tiiviysastevaihtelut ja kerroksen paksuusvaihtelut. Vaihtelut vaikuttavat tien pinnalla näkyvään pituus- ja poikkisuuntaiseen tasaisuuteen. Kerrokset on rakennettava mahdollisimman homogeenisista (kerros)materiaaleista ja homogeenisuutta edistävin työtekniikoin.

11130.5 Vaurioituneisuus

Vaatimukset

Jakavan kerroksen vaurioituneisuudelle ei ole olemassa suoria vaatimuksia.

Vaatimukset

Jakavan kerroksen vaurioituneisuutta hallitaan jakavan kerroksen materiaalin kestävyden, materiaalin rakeisuuden ja kiviaineksen laatuvaatimusten sekä tiiviyyden (tiiviysuhteen E_2/E_1) ja kantavuuden avulla. Näille annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina, *luku 21210 Jakavat kerrokset*.

Viitteet

- 21210 Jakavat kerrokset, InfraRYL.

Todentaminen (epasuora)

Katso tekniset vaatimukset, *luku 21210 Jakavat kerrokset*.

11130.6 Kantavuus

Vaatimukset

Jakavan kerroksen pinnan kaltevuuden suositeltava yksittäinen vähimmäisarvo on 90 MN/m² levykuormituskokeella ja 105 MN/m² pudotuspainolaitteella määritettynä. Vaatimus on sama kaikille päällysrakenteille. Ks. teknisten vaatimusten *luku 21210 Jakavat kerrokset*.

Viitteet

- 21210 Jakavat kerrokset, InfraRYL.

Todentaminen (suora)

Rakenteiden kantavuus määritetään yleisimmin pudotuspainolaitteella ja rakennekerrosten levykuormituskokeella.

Ohje

Sitomattomien rakennekerrosten tavoitekantavuuksien täyttäminen todetaan rakennusvaiheen laadunvalvontamittauksilla, ks. tekniset vaatimukset.

Ohje

Kantavuuden pysyvyys

Kantavuuden tulee säilyä rakenteen suunnitellun käyttöiän. Tänä aikana kantavuuden alentuminen saa olla enintään 15 %. Kantavuuden pysyvyyteen vaikuttavat materiaalin rakeisuus, kiviaineksen rapautumattomuus ja tiiviys.

Työmenetelmät tulee valita siten, että hienoainespitoisuus ei kerrosta rakennettaessa merkittävästi lisäännä. Teknisten vaatimusten mukaan hienoainespitoisuuden keskiarvo ei saa olla yli 6 % (rakeisuus < 0,063) eikä 10 % tutkimustuloksista ei saa ylittää 8 %:n hienoainespitoisuutta. Luonnonsoralla enintään 10 % hienoaineksen tutkimustuloksista saa ylittää 8 %:n hienoainespitoisuuden. 0,002 mm:n seulan läpäisevä osuus ei saa olla yli 3 %.

Vedenpitävän stabiloinnin alla olevan jakavan kerroksen yläosaan sovelletaan kantavan kerroksen materiaali vaatimuksia.

Määritelmä

Kantavuus on rakenteen pinnan pystysuuntainen jäykkyys laskettuna mm. julkaisussa *Teiden suunnittelu IV* esitetyn Odemarkin mitoitusyhtälön mukaan. Kantavuutta käytetään kuvaamaan tierakenteen kykyä vastustaa liikennesäätöksestä johtuvia jännityksiä ja muodonmuutoksia.

Viitteet

- Teiden suunnittelu IV, (KANSIO B) 29.11.1985 sekä Teiden suunnittelu IV Tien rakenne, 5. Päälysrakenne, Muutokset 15.4.1991.

11140 Suodatinkerros

Suodatinkerros (eristyskerros) erottaa rakennekerrokset ja pohjamaan toisistaan, toimii veden kapillaarista nousua vähentävänä kerroksena ja johtaa vettä pois tien rungosta.

Suodatinkerroksen tulee samanaikaisesti

- läpäistä vettä
- estää hienorakeisen alusrakenteen ja päällysrakenteen materiaalien sekoittuminen keskenään (erottamistehtävä).

Lisäksi kerrokselta voidaan vaatia, että se

- vähentää veden kapillaarista nousua rakenteeseen; toimii rakennetta kuivattavana kerroksena
- hidastaa ja vähentää roudan tunkeutumista pohjamaahan.

Suodatinkerroksen mineraaliaineksien tulee olla ominaisuuksiltaan riittävän tasalaatuisia. Mineraaliaineksien suodatinkerroksen materiaalivaatimukset, kerroksen sallitut mittapoikkeamat ja tiiviysastevaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa.

Suodatinkerros tulee rakenteeseen tarpeen mukaan, sitä ei tarvita esimerkiksi kalliolla tai louhepenkereellä. Jos rakenteessa käytetään suodatinkangasta suodatinkerrosta korvaamassa, osa suodatinkerroksen tehtävistä siirtyy jakavalle kerrokselle.

Ohje

Suodattimen (osin kantavan ja jakavankin) paksuus riippuu alusrakenneluokasta ja sen tasalaatuisuudesta. Routamitoitus määrää usein suodatinkerroksen paksuuden, jolloin paksuus riippuu sallitusta routanoususta.

Tierakenteen sivukaltevuudet muotoillaan suodatinkerroksesta lähtien siten, että ylimmät kerrokset voidaan rakentaa tasapaksuina.

Suodatinkangas

Mineraaliaineksien suodatinkerroksen sijaan voidaan suodatin- ja erottamistarcoitukseen käyttää pohjamaan, rakentamisolosuhteiden ja täyttömateriaalin rae-koon perusteella valittavaa standardin *SFS-EN 13249* mukaista suodatinkangasta, luku 21120 *Suodatinkankaat*. Suodatinkankaan pitkäaikaiskestävyyden on

aina täytettävä vähintään standardin *SFS-EN 13249* liitteen B kohdan B.2 mukaiset 25 vuoden käyttöajalle asetetut vaatimukset.

Viitteet

- 21120 Suodatinkankaat, InfraRYL
- SFS-EN 13249 Geotekstiilit ja vastaavat tuotteet. Toiminnalliset vaatimukset teiden ja muiden liikennöityjen alueiden rakentamisessa (lukuun ottamatta rautateitä ja asfaltilla sidottuja kerroksia).

11140.1 Vedenläpäisevyys

Mineraaliaineksisen suodatinkerroksen vedenläpäisevyyden arvioidaan yleensä olevan riittävä, jos suodatinkerroksen materiaali täyttää sille asetetut rakeisuusvaatimukset, *luku 21110 Suodatinkerrokset*.

Viitteet

- 21110 Suodatinkerrokset, InfraRYL.

Vaatimukset

Suodatinkerroksen materiaalin vedenläpäisevyyden tulee olla normaalitapauksessa suurempi kuin 4×10^{-5} m/s (rakeisuuden normaali ohjealue 1). Poikkeustapauksessa vedenläpäisevyyden tulee olla vähintään 6×10^{-6} m/s (rakeisuuden ohjealue 2, jonka materiaalin käyttö on sallittu suunnitelma-asiakirjoissa osoituissa kohdissa).

Vaatimukset

Suodatinkerroksen materiaalin rakeisuus on teknisissä vaatimuksissa esitetyn ohjealueen mukainen.

Todentaminen (suora)

Materiaalin vedenläpäisevyys määritetään vedenläpäisevyyskokeella. Karkearaakeisten materiaalien vedenläpäisevyyden määrittämisessä käytetään yleensä vakiopainekoetta.

Vedenläpäisevyyden määräysstandardeja ovat mm. *ASTM D 5084* ja *ISO/TS 17892-11:2004*.

Viitteet

- *ASTM D 5084* Kiviaineksen vedenläpäisevyys. Vakiopainekoe. Jäykkäseinäinen selli
- *ISO/TS 17892-11:2004*. Geotechnical investigation and testing. Laboratory testing of soil. Part 11: Determination of permeability by constant and falling head.

Todentaminen (epasuora)

Todetaan suodatinkerroksen materiaalin rakeisuuden olevan ohjealueen mukainen.

Määritelmä

Vedenläpäisevyyskerroin k ilmaisee pinta-alayksikön suuruisen poikkileikkauksen kautta aikayksikössä virtaavan veden määrän, kun hydraulinen putous $i = 1$.

11140.2 Erottaminen

Vaatimukset

Suodatinkerros tai sen sijasta käytettävä suodatinkangas erottaa rakennekerrokset pohjamaasta.

Mineraaliaineksissa suodatinkerroksessa käytetään yleensä hiekkaa, jonka rakeisuusvaatimus d_{50} on 0,2/2 ja jonka lajittuneisuudelle on myös asetettu vaatimukset, ks. rakeisuusohjealueet *luvusta 21110 Suodatinkerrokset*.

Viitteet

- 21110 Suodatinkerrokset, InfraRYL.

Todentaminen (suora)

Mineraaliaineksisen suodatinkerroksen vaatimukset todennetaan materiaalien rakeisuuskäyrien avulla. Suodatinkankaan vaatimukset todennetaan vertaamalla lähtötietoja teknisissä vaatimuksissa esitettyyn suodatinkangasluokitukseen.

11140.3 Routanousu ja routanousuero

Yhtenä suodatinkerroksen tehtävänä on hidastaa ja vähentää roudan tunkeutumista pohjamaahan. Routivilla maapohjilla rakenteen riittävä routimaton paksuus saadaan aikaan usein suodatinkerroksen paksuutta kasvattamalla.

Katso *kohta 11100.3 Routanousu ja routanousuero*.

Viitteet

- 11100.3 Routanousu ja routanousuero, InfraRYL.

11140.4 Korkeusasema

Päällysrakenteen korkeusasemaa säädetään ensisijaisesti penkereen tai suodatinkerroksen kerrospaksuudella.

Vaatimukset

Päällysrakenteen kerrokset rakennetaan suunnitelma-asiakirjoissa osoitettuun korkeusasemaan. Suodatinkerroksen tasosijainnin sallitut poikkeamat esitetään teknisissä vaatimuksissa.

Ohje

Muutokset eivät saa heikentää kuivatusta, autojen ajodynamiikkaa tai näkemiä eivätkä pienentää siltojen alikulkukorkeuksia. Pääteiden tasausta saa rakennussuunnittelussa muuttaa tiesuunnitelmaan nähden yleensä enintään $\pm 0,2$ m, yksityisteiden ± 1 m ja muiden teiden $\pm 0,3$ m.

Todentaminen (suora)

Korkeusasema määritetään tyypillisimmin erilaisin vaaitusmenetelmin.

Ohje

Korkeusasemalla tarkoitetaan rakenteen tai rakenneosan pinnan sijaintia pystysuunnassa.

11140.5 Sivukaltevuus

Ohje

Päällyste (yleensä asfalttipäällyste) rakennetaan suunnitelma-asiakirjoissa osoitettuun kaltevuuteen. Tien pinnan sivukaltevuus valitaan suoralla tiellä päällystetyypin ja kaarteissa ajodynamiikan perusteella. Päällyste rakennetaan tasaisena kerroksena. Tarvittava sivukaltevuus toteutetaan viimeistään muotoilemalla kantavan kerroksen pinta vaadittavaan kaltevuuteen. Yleensä vaadittava sivukaltevuus toteutetaan alemmissa kerroksissa, jakavassa kerroksessa, suodatinkerroksessa tai penkereessä. Suodatinkerroksen kaltevuudella vaikutetaan siten koko rakenteen kaltevuuteen.

Katso *kohta 11000.1.3 Sivukaltevuus* sekä rakenne- ja materiaalivaatimukset teknisistä vaatimuksista.

Viitteet

- 11000.1.3 Sivukaltevuus, InfraRYL.

11140.6 Kantavuus

Ohje

Suodatinkerrokselle ei ole olemassa suoria tavoitekantavuusvaatimuksia. Suodatinkerroksen materiaalilla ja paksuudella vaikutetaan kuitenkin koko rakenteen kantavuuteen.

Suodatinkerroksen kantavuutta hallitaan suodatinkerroksen materiaalin rakeisuudella ja tiiviyssasteella. Näille annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina, *luku 21110 Suodatinkerrokset*.

Viitteet

- 21110 Suodatinkerrokset, InfraRYL.

11140.7 Rakenteen homogeenisuus

Ohje

Ylempien rakennekerrosten homogeenisuuteen vaikuttavat materiaalien tiheys- ja tiiviyssastevaihtelut ja kerroksien paksuusvaihtelut. Vaihtelut vaikuttavat tien pinnalla näkyvään pituus- ja poikkisuuntaiseen tasaisuuteen. Kerrokset on rakennettava mahdollisimman homogeenisista (kerros)materiaaleista ja homogeenisuutta edistävin työtekniikoin.

Suodatinkerroksella vaikutetaan koko rakenteen vasteen ja käyttäytymisen homogeenisuuteen, sillä suodatinkerros tasaa mm. pohjamaan kantavuus- ja routivuuseroja. Suodatinkerroksen homogeenisuutta hallitaan sallittujen mittapoikkeamien, materiaalin rakeisuuden ja kiviaineksen laatuvaatimusten sekä tiiviyssasteen avulla. Näille annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina.

11140.8 Liukkaus

Ohje

Päällysrakenteen alaosalla vaikutetaan rakenteen liukkauteen. Yleensä suodatinkerros ja sen sisältämä kosteus toimivat lämpötilaerojen tasaajina.

Liukkauden muodostuminen on otettava erityisesti huomioon, kun käytetään roudaneristerakenteita.

11150 Roudaneristerakenteet

Roudaneristerakenteella ehkäistään tai pienennetään tien päällysrakenteen vaurioitumista ja muodonmuutosta tien pinnan toimivuusvaatimusten edellyttämällä tavalla. Roudaneristerakenne voi olla muodostettu routimattomista rakennekerroksista, roudaneristeistä tai näiden yhdistelminä. Roudaneristerakenteen tulee itsessään säilyttää tehtävänsä edellyttämät ominaisuudet (vaurioitumattomuus, lämmönjohtavuus, pakkasenkestävyys) tavoitekäyttöään.

Materiaaleilla tulee olla riittävä kuormituskestävyys ja niiden pysyvyys erilaisia vaikutuksia, esimerkiksi öljyä, vastaan pitää olla turvattu. Materiaali ei saa dynaamisen kuormituksen alaisena murtua tai virua eikä pitkällä aikavälillä puristua kokoon niin, että mitoittava paksuus merkittävästi pienenee.

Tierakenteen roudaneristeenä voidaan käyttää mitä tahansa materiaalia, joka voidaan luotettavasti asentaa tierakenteeseen, joka kestää käyttötilan kuormitukset ja jonka roudaneristyskyky säilyy tavoitekäyttöään ajan riittävänä. Roudaneriste on tarvittaessa kallistettava siten, ettei vesi kerääntyy rakenteeseen.

Ohje

Roudaneristerakenteen toimintaan vaikuttavat tärkeimmät tekijät ovat eristeen lämmönjohtavuus, kosteuden pääsy ja sen vaikutus eristeeseen, kuormituskestävyys (staattinen ja dynaaminen kuormitus) ja pakkasenkestävyys. Materiaalin eristysominaisuudet riippuvat merkittävästi asennusolosuhteista. Erityisesti eristemateriaalin kuivatustilanne on ratkaiseva.

11150.1 Lämmönjohtavuus

Routasuojauksessa tarvittava roudaneristeen paksuus määritetään pohjamaan routivuuden, pakkasmäärän ja mitoittavan routanousun sekä lämmönvastuksen (mitoituslämmönjohtavuuden suunnitteluarvon) perusteella. Koska lämmöneristeiden lämmönjohtavuudet ja käyttöolosuhteet vaihtelevat, ei lämmöneristerokselle anneta suoria lämmönjohtavuusvaatimuksia, vaan vaatimukset määräytyvät mitoituksen perusteella.

Ohje

Roudaneristemateriaalien mitoituslämmönjohtavuuksia on esitetty mm. julkaisuissa *Menetelmäkuvaus 8: Lämmönjohtavuuden määrittäminen* ja *Talonrakennuksen routasuojausohjeet*. XPS:n (mitoitus)lämmönjohtavuudet on kuitenkin syytä tarkistaa, koska valmistuksessa käytetyt ponnekaasut ovat muuttuneet julkaisujen teon jälkeen. Nykyisin käytetään hiilidioksidia, ja lämmönjohtavuudet ovat kasvaneet.

Mitoituskäyrästä on esimerkiksi julkaisuissa *Menetelmäkuvaus 18: Tierakenteen routamitoitus*.

Viitteet

- Menetelmäkuvaus 8: Lämmönjohtavuuden määrittäminen. Kivikoski, H., et al. Tien pohja- ja päällysrakenteet tutkimusohjelma TPPT, VTT Yhdyskuntateknikka & Oulun yliopisto, geotekniikan laboratorio <http://alk.tiehallinto.fi/tppt/pdf/8-lammonjoht.pdf>

- Menetelmäkuvaus 18: Tierakenteen routamitoitus. Saarelainen, S. Tien pohja- ja päällysrakenteet tutkimusohjelma TPPT, VTT Yhdyskuntatekniikka. <http://alk.tiehallinto.fi/tppt/pdf/18-routamitoitus.pdf>.

11150.2 Kuormituskestävyys

Vaatimukset

Roudaneristekerroksen lujuuden tulee kestää siihen kohdistuvat rasitukset. Staattisen kuormituksen ja mitoitussyöväkuorman yhdistelmän jännitysvaikutus eristyksen yläpinnan tasossa ei saa aiheuttaa merkittävää kokoonpuristumista eristyksen elinikää vastaavalla liikennekuormituksella.

Roudaneristekerros säilyttää tavoitekäyttöajan roudaneristyvyysominaisuuksensa ja ehjyytensä kyseisissä olosuhteissa, *taulukko 1*.

Roudaneristeiden materiaalivaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa.

11160 Päällysrakenteen lujitusrakenteet

Päällysrakenteen lujitusratkaisuilla pyritään parantamaan päällysrakenteen ominaisuuksia, lähinnä kestävyyttä ja kestoikää. Lujittamisessa käytetään lujitekan-kaita sekä teräs- ja muoviverkkoja. Päällysrakenteen lujittamiselle on ominaista, että lujitteet sijoitetaan yleensä sitomattomiin rakennekerrokseen tai sidottuihin päällystekerrokseen. Lujitteen tyyppi ja sijainti valitaan sen mukaan, minkä tyyppistä vaikutusta lujitteella halutaan saada aikaan.

Rakenteissa käytettävien lujitteiden tulee säilyttää mitoituksen mukaiset ominaisuutensa rakenteessa tavoitekäyttöajan. Lujitteiden tulee kestää myös niiden sijoitusympäristössä esiintyviä rasituksia, kuten korkeita lämpötiloja, tien hoidossa käytettäviä aineita ja korroosiota.

Ohje

Katso luku 21620 Päällysrakenteen lujitteet.

Viitteet

- 21620 Päällysrakenteen lujitteet, InfraRYL.

11160.1 Kantavuus

Ohje

Lujitteella saatava suora kantavuuden lisäys on yleensä niin pieni, ettei sitä sellaisenaan välttämättä havaita esimerkiksi pudotuspainolaitteella suoritettavissa mittauksissa. Etenkin pehmeillä maapohjilla päällysrakennekerrokseen asennetut lujitteet yleensä lisäävät päällysrakenteen kestävyyttä. Levennyksen yhteydessä lujitteilla parannetaan reuna-alueen stabiliteettia ja kantavuutta sekä pienennetään vanhan tien ja levennyksen väliin muodostuvien halkeamien ja muodonmuutoksen riskiä.

Lujitteen oleellisia ominaisuuksia ovat lujuus ja jäykkyys sekä pitkäaikaiskestävyys asennusolosuhteissa. Materiaalin pitkäaikaiskestävyyden tulee olla vähintään *taulukossa 1* esitetyn mukainen.

Lujitetun rakenteen toimintaan vaikuttavat oleellisesti lujitteen yhteistoiminta sitä ympäröivän materiaalin kanssa (jäykkyys muodonmuutoksen suhteen, tartunta, ankkuroituminen). Ankkuroituminen osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa yhteistoiminta huomioon ottaen. Lujitteiden lujuus ja pitkäaikaiskestävyys esitetään materiaaliakohtaisesti teknisten vaatimusten mukaan.

Katso luku 21620 Päälysrakenteen lujitteet.

Viitteet

- 21620 Päälysrakenteen lujitteet, InfraRYL.

11160.2 Vauriot ja heijastushalkemat

Ohje

Päälysrakennekerrokseen sijoitettavilla lujitteilla pyritään estämään ja vähentämään päällysteen vaurioitumista sekä uudelleenpäällystettävissä kohteissa vanhan päällysteen halkeamista aiheutuvia heijastushalkeamia. Lujite voidaan sijoittaa sitomattomiin tai sidottuihin kerrokseen. Lujitteen oleellisia ominaisuuksia ovat lujuus ja jäykkyys sekä pitkäaikaiskestävyys asennusolosuhteissa. Materiaalin pitkäaikaiskestävyyden tulee olla *taulukon 1* mukainen.

Lujitetun rakenteen toimintaan vaikuttavat oleellisesti lujitteen yhteistoiminta sitä ympäröivän materiaalin kanssa (jäykkyys muodonmuutoksen suhteen, tartunta, ankkuroituminen).

Ankkuroituminen osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa yhteistoiminta huomioon ottaen. Lujitteiden lujuus ja pitkäaikaiskestävyys esitetään materiaaliakohtaisesti teknisten vaatimusten mukaan.

Katso luku 21620 Päälysrakenteen lujitteet.

Viitteet

- 21620 Päälysrakenteen lujitteet, InfraRYL.

11160.3 Routahalkeilu

Ohje

Päälysrakennekerrokseen sijoitettavilla lujitteilla pyritään estämään ja vähentämään päällysteen routanoususta aiheutuvaa vaurioitumista routivilla maapohjilla. Lujite sijoitetaan yleensä päällysteeseen tai kantavaan kerrokseen. Teräsverkoilla lujitetuille rakenteille sallitaan joissain tapauksissa suurempia routanousuja kuin vahvistamattomille rakenteille, kohta *11100.3 Routanousu ja routanousuero*.

Pituussuuntaisten halkeamien estämiseen käytettäviä teräsverkkoja ei yleensä tarvitse rajoittaa.

Lujitteen oleellisia ominaisuuksia ovat sen lujuus ja jäykkyys sekä pitkäaikaiskestävyys asennusolosuhteissa. Materiaalin pitkäaikaiskestävyyden tulee olla *taulukon 1* mukainen.

Lujitetun rakenteen toimintaan vaikuttavat oleellisesti lujitteen yhteistoiminta sitä ympäröivän materiaalin kanssa (jäykkyys muodonmuutoksen suhteen, tartunta, ankkuroituminen).

Ankkuroituminen osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa yhteistoiminta huomioon ottaen. Lujitteiden lujuus ja pitkäaikaiskestävyys esitetään materiaaliakohtaisesti teknisten vaatimusten mukaan.

Katso luku 21620 Päälysrakenteen lujitteet.

Viitteet

- 21620 Päälysrakenteen lujitteet, InfraRYL.

11160.4 Urat

Ohje

Lujitteilla voidaan pienentää rakenteen deformaation aiheuttavaa uranmuodostusta. Koska deformaation laskentaan ei sellaisenaankaan ole tehokkaita laskentamenetelmiä, perustuu lujitteiden deformaatiovaikutuksen arviointi lähinnä empiirisiin kuormituskestävyyden kestokätkertoimiin.

Lujitteet sijoitetaan lähinnä (sitomattomiin) kantaviin kerroksiin.

Lujitteen oleellisia ominaisuuksia ovat lujuus ja jäykkyys sekä pitkäaikaiskestävyys asennusolosuhteissa. Materiaalin pitkäaikaiskestävyyden tulee olla *taulukon 1* mukainen.

Lujitetun rakenteen toimintaan vaikuttavat oleellisesti lujitteen yhteistoiminta sitä ympäröivän materiaalin kanssa (jäykkyys muodonmuutoksen suhteen, tartunta, ankkuroituminen).

Ankkuroituminen osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa yhteistoiminta huomioon ottaen. Lujitteiden lujuus ja pitkäaikaiskestävyys esitetään materiaaliakohtaisesti teknisten vaatimusten mukaan.

Katso luku 21620 *Päällysrakenteen lujitteet*.

Viitteet

- 21620 Päällysrakenteen lujitteet, InfraRYL.

11170 Reunatuet

Taajamatietä tarkastellaan kokonaisuutena. Suunnittelu ei saisi rajautua vain tiealueeseen. Ratkaisuissa on otettava huomioon jalankulkijat ja pyöräilijät sekä eri tavoin liikkumisrajoitteiset liikkujat. Pintamateriaalien valintakriteereitä ovat mm. taajamakuulliset näkökohdat, käyttömukavuus, pintamateriaalien tehtävätoimintoja ohjaavana elementtinä, säilyvyys ja kunnossapidon edellytykset. Pintamateriaaleilla voidaan selkeyttää eri käyttäjäryhmien kulkua ja taata turvallinen liikkumisympäristö.

Reunatukia käytetään

- erottamaan kevyen liikenteen väylä ajoradasta, kun niiden välissä ei ole oja- maista välikaistaa
- suojailla selkeyttämään ajoradan ja jalkakäytävän välistä rajaa erityisesti siten, ettei heikkonäköinen huomaamattaan kävele ajoradalle
- saarekkeissa, kun saareke toimii kevyen liikenteen odotustilana tai kun saarekkeessa on liikennemerkkejä tai muita laitteita tai kun maalattu saareke ei ole muuten riittävän havaittava tai tehokas ohjaamaan liikennettä
- taajamissa korostamaan tien taajamamaista luonnetta ja alhaista nopeusrajoitusta
- linja-autopysäkeillä suojaamaan odotustilaa
- suojaamaan istutuksia
- estämään veden virtaus eroosioherkkään luiskaan tai ohjaamaan vedet sadevesikaivoon.

Reunakiviä ei tulisi käyttää tarpeettomasti, koska ne hankaloittavat kunnossapitoa ja kaiteiden toimintaa. Ne voivat myös kaataa auton, jos ajonopeus on korkea.

Reunatukina käytetään upotettavia tai liimattavia luonnonreunakiviä tai betonireunakiviä, naulattavaa betonireunatukea ja asfalttimakkaraa. Reunatuilla on tarvittaessa saatava aikaan yhtenäinen kaareva tai kulman sisältävä reunalinja.

Reunatuet tehdään suunnitelma-asiakirjoissa osoitetuille tieosuuksille ja korokkeille käyttäen suunnitelma-asiakirjoissa osoitettua reunatukea. Reunatukien etureunan asennuskorkeus mitattuna päällysteen pinnasta osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa tai valitaan teknisten vaatimusten mukaisesti.

Reunatukien valinnassa, suunnittelussa ja asennuksessa tulee tarvittaessa ottaa huomioon mahdollinen liittyvän tien tai alueen uudelleenpäällystäminen (varautuminen lisäkerroksiin).

Reunatukien valinnassa ja sijoituksessa on otettava huomioon reunatukien sijainti ja muoto sekä tienkäyttäjien (autoilijat, pyöräilijät, jalankulkijat, pyörätuolilla liikkuvat, näkövammaiset jne.) että kunnossapidon kannalta.

Tuotteiden laatuvaatimukset sekä ominaisuuksien testaus, testimenetelmät ja kelpoisuusstandardit on esitelty kyseisiä tuotteita koskevissa CEN-standardiehdotuksissa. Luonnonreunakiviä koskee standardi *SFS-EN 1343*, betonisia reunakiviä *SFS-EN 1340*. Standardilla ei määritellä tuotteiden mittoja, vaan lujuus ja toleranssit.

Reunatukien tulee kestää ilmastorasitusta ja tien hoidossa käytäviä aineita niiltä vaaditun käyttöiän, *taulukko 1*.

Reunatukien asennustoleranssit esitetään teknisissä vaatimuksissa. Reunatukien tulee käyttäytyä rakenteellisesti yhtenäisesti varsinaisen päällysrakenteen kanssa käyttöikänsä aikana. Käyttöiän aikana reunatuet eivät saa irrota, eikä niihin saa syntyä haitallista porrastusta tai muuta esteettistä haittaa.

Viitteet

- SFS-EN 1340 SFS-EN 1340 Betoniset reunakivet. Vaatimukset ja testausmenetelmät. Concrete kerb units. Requirements and test methods
- SFS-EN 1343 Ulkotilojen reunakivet. Vaatimukset ja testausmenetelmät. Kerbs of natural stone for external paving. Requirements and test method.

Ohje

Upotettavat luonnonreunakivet kestävät lähes ikuisesti kulutusta ja kunnossapitoa. Betonikiven iäksi arvioidaan 20...30 vuotta. Sen jälkeen pinta on vähintäänkin huonokuntoisen näköinen. Luonnonkivi on periaatteessa ikuinen eikä kärsi kulutuksesta. Purettuja kiviä voidaan käyttää uudelleen.

Upotettavat reunatuet ovat asennuskorkeudeltaan joustavia, ja niitä on mahdollista myöhemmin korottaa esimerkiksi päällystysvaatimusten mukaisesti. Liimattavat betoniset reunatuet ovat korkeudeltaan joustamattomia ja kestävät kunnossapitoa huonommin.

11180 Hulevesikourut

Hulevesikouruja käytetään pintavesien ohjaukseen kohteissa, joissa pintaveden runsas virtaus aiheuttaa mm. haitallista eroosiota tai haittaa liikennettä. Hulevesikouruja käytetään myös eri pintamateriaaleja rajaavina elementteinä.

Hulevesikourujen käyttökohteita ovat jyrkät luiskat, siltojen keilat, kevyen liikenteen, katujen ja teiden reunat sekä torit, kävelykadut ja piha- ja puistoalueet. Hulevesikouruina käytetään betonisia hulevesikouruja ja kourulaattoja, muovisia hulevesikouruja, betonikivestä ladottuja hulevesikouruja, luonnonkivistä (noppa- ja kenttäkivi) ladottuja kouruja tai pintaritulällä varustettuja linjakuivatusjärjestelmiä, *luku 22120 Hulevesikourut*.

Kourujen tulee kestää ilmastorasitusta ja tien hoidossa käytäviä aineita niiltä vaaditun käyttöiän, *taulukko 1*.

Kourut asennetaan suunnitelma-asiakirjoissa osoitettuun tasoon ja kaltevuuteen tai vähintään 3 ‰:n kaltevuuteen.

Ohje

Jyrkissä luiskissa, esimerkiksi siltojen päissä, pintavedet johdetaan ensisijaisesti hulevesiviemäröinnin avulla luiskan alareunaan tai hulevesijärjestelmään. Vaihtoehtoisesti käytetään luiskan pintaan asennettua betonista vesikourua, joka estää pintavesien aiheuttamaa luiskan syöpymistä. Luiskaan sijoitettujen kourujen saumat eivät saa aueta, jos etupuolinen sora syöpyy pois. Hulevesikourut ankkuroidaan luiskaan kiinnikkeiden avulla. Peräkkäiset kourut kiinnitetään toisiinsa saumoista yhtenäiseksi elementiksi ruostumattomilla ruuveilla kiinnitystä varten tehdyistä rei'istä tai upottamalla kourut pituussuunnassa raudoitettuun betonivaluun. Loivissa luiskissa ja painanteissa käytetään yleisesti betonikouruja tai betoni- tai luonnonkivikouruja. Syviä betonikouruja ei suositella käytettäviksi väylien reunassa, koska ne aiheuttavat onnettomuusriskin.

11200 Pengerrakenne

Pengerrakenteella sovitetaan ensisijaisesti tienpinnan korkeusasema tieympäristöön. Tiepenkereellä tulee olla riittävä varmuus tiepenkereen sortumaa ja heikosta vakavuudesta aiheutuvia siirtymiä vastaan, ja penkereen painumien on pysyttävä hyväksyttävissä rajoissa. Painumaa, painumaeroa ja vakavuutta käsitellään tarkemmin *luvussa 11400 Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet*.

Pengermateriaalin tulee olla homogeenista ja sen jälkitiivistymisen tulee olla vähäistä. Penkereen lujuuden ja kokoonpuristumattomuuden tulee mahdollistaa yläpuolisten rakenteiden toimivuusvaatimusten täytyminen. Pengermateriaali ei saa haitallisessa määrin huuhtoutua penkereestä veden vaikutuksesta. Materiaalin tulee myös olla ympäristökelpoista.

Viitteet

- 11400 Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet, InfraRYL.

Ohje

Erosio

Pengermateriaalin ulkoinen ja sisäinen eroosio- ja stabiliteetti tulee ottaa huomioon materiaalia valittaessa. Vaatimukset eroosiota vastaan lisääntyvät veden virtausnopeuden (rakenteen pinnalla ja sisällä) kasvaessa. Pinta-eroosiota voidaan hallita eroosiosuojauksin esimerkiksi luiskatäyteen ominaisuuksia säätelemällä. Veden poistuminen penkereestä on tarvittaessa varmistettava järjestämällä vedelle poistumistie penkereestä ja rakennekerroksista luiskatäyteen läpi.

Luiskatäytteellä tarkoitetaan tien pinnan ja luiskapinnan leikkauspisteestä maapenkereillä kaltevuudessa 1:1,5 ja louhepenkereillä kaltevuudessa 1:1 olevan kuvitellun rajapinnan ulkopuolista täyttöä.

Painumakuorma

Maanvaraisesta penkereestä aiheutuu maapohjalle lisäkuormitus, joka määräytyy materiaalin tiheyden ja kerrospaksuuden perusteella. Painumakuorma vaikuttaa painuvilla maapohjilla suoraan painuman suuruuteen ja edelleen painumaerojen syntyymiseen sekä pituus- ja poikisuuntaiseen tasaisuuteen.

Vakavuus

Penger jakaa tien päällysrakenteen oman painon sekä liikennekuormituksen rasituksen pohjamaalle tai pohjarakenteelle. Jos maapohjan pieni varmuus murtumista vastaan ei edellytä pohjarakenteen käyttöä tai pohjan vahvistusta, pengerrakenne toisaalta lisää pohjamaalle tulevaa kuormaa ja pienentää vakavuutta, mutta toisaalta se lisää päällysrakenteen vakavuutta sortumista vastaan omalla lujuudellaan.

Maapohjan pengerkuormaa voidaan pienentää käyttämällä penkereessä kevennemateriaaleja. Penkereen kautta muodostuvaa murtopintaa ehkäisee penkereen leikkauslujuus. Penkereen vakavuutta voidaan lisätä materiaalin lujittamisella (stabiloinnilla ja/tai lujitteilla). Kuormituksen jakautumiseen maapohjalle/pohjarakenteelle vaikuttaa penkereen leveys sekä luiskan kaltevuus.

Tiheys

Penkereen tiheys ja ennen kaikkea tiheyserot vaikuttavat pengerrakenteen tiivistymiseen. Tiheys vaikuttaa penkereen lujuuden kautta tierakenteen vakavuuteen sekä painumakuorman suuruuteen. Tiheys vaikuttaa merkittävästi myös materiaalien lämmönjohtavuuteen. Penkereen tiheyttä hallitaan materiaalivalinnalla sekä tiivistämistyöllä, jolloin tiheyden indikaattorina käytetään tiiviysastetta tai tilavuuspainoa.

Penkereen tiheyttä hallitaan materiaalivalinnalla sekä tiivistämistyöllä, jolloin tiheyden indikaattorina käytetään tiiviysastetta tai tilavuuspainoa.

Ohje

Kevennetty pengger

Käyttämällä tiepenkereessä tavanomaisia maa- ja kivimateriaaleja kevyempiä rakennusmateriaaleja, kuten kevennysmateriaaleja, maata kevyempiä täyte- tai runkomateriaaleihin kuuluvia uusiomateriaaleja, saadaan penkereen painoa pienennetyksi, jolloin pohjamaahan kohdistuva kuormitus ja sen aiheuttama painuminen pienenee. Samalla pienenevät yleensä myös painumaerot tien pinnalla.

Kevennyspengger voidaan rakentaa esimerkiksi kevytsorasta, EPS-harkoista, rengasrouheesta tai palaturpeesta.

Stabiloitu pengger

Kun maamateriaaleista tehty pengger stabiloidaan, sille saadaan lisää lujuutta ja jäykkyyttä, jolloin maapohjasta ja sen epähomogeenisuudesta aiheutuvat painumaerot tien pinnalla pienenevät ja tien geotekninen kantavuus paranee. Käyttämällä stabiloidussa penkereessä (kerroksessa) lujitteita penkereelle saadaan vetolujuutta, mikä parantaa penkereen kuormituksen sietoa ja pienentää kuormituksen ja/tai vetojännitysten aiheuttamia muodonmuutoksia. Käytettäessä uusiomateriaaleja stabiloinnissa on varmistettava, että lujitemateriaalin kestävyydelle ei aiheudu riskiä, ja tutkittava uusiomateriaalin syövyttävyys, korroosioriski.

Katso luku 18110 Maapenkereet.

Viitteet

- 18110 Maapenkereet, InfraRYL.

11210 Tiepenger

11210.1 Yläpinnan korkeusasema

Pengerrakenteella sovitetaan ensisijaisesti tienpinnan korkeusasema tien tasaukseen ja ympäristöön sopivaksi.

Vaatimukset

Penkereen yläpinnan tason tulee olla suunnitellulla tasolla penkereen rakentamiselle teknisissä vaatimuksissa annettujen poikkeamien rajoissa. Rakentamisen laatuvaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa, ks. *luku 18100 Penkereet*. Penkereen yläpinnan asema suunnitellaan vastaamaan tien tasausviivaa siten, että penkereen yläpinnan asemalla tasataan maaston epätasaisuudet.

Viitteet

- 18100 Penkereet, InfraRYL.

Todentaminen (suora)

Katso tekniset vaatimukset, *luku 18100 Penkereet*.

Ohje

Erosiosuojausten tyyppirakenteita ja lisäohjeita on esitetty mm. julkaisussa *Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Maa- ja Pohjarakenteet* ja erosiosuojaurakenteiden teknisissä vaatimuksissa.

Viitteet

- Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Maa- ja Pohjarakenteet – SYL 2.

11210.2 Tasalaatuisuus

Tasalaatuisuudella tarkoitetaan penkereessä kokoonpuristuvuuden tasalaatuisuutta. Penkereen tasalaatuisuuteen vaikuttavat materiaali, sen tiheys- ja tiiviyssastevaihtelut sekä kerroksen paksuusvaihtelut. Penger on rakennettava vaakasuunnassa mahdollisimman vähän vaihtelevista (kerros)materiaaleista ja työtekniikoin, jotka edesauttavat tasalaatuisuutta. Penkereen tasalaatuisuuden puutteet vaikuttavat tien pinnalla näkyvään pituus- ja poikkisuuntaiseen tasaisuuteen.

Vaatimukset

Penger rakennetaan tasalaatuisista kerroksista, *luku 18110 Maapenkereet*.

Pengertäytteenä käytetään tiivistämiskelpoisia materiaaleja, *luku 18110 Maapenkereet*.

Louhetäytön rakentamisessa käytetään aina sekarakeista louhetta, jotta täyttöön muodostuvat tyhjätilat jäävät mahdollisimman pieniksi.

Raekokovaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa.

Viitteet

- 18110 Maapenkereet, InfraRYL.

Todentaminen (suora)

Suorat vaatimukset todetaan työtapatarkkailulla.

11210.3 Kokoonpuristuminen

Penkereen kokoonpuristumiserot vaikuttavat tien pinnalla näkyvään pituus- ja poikkisuuntaiseen tasaisuuteen. Penkereen työnaikainen kokoonpuristuminen on otettava tarvittaessa huomioon (kevytsora, rengasrouhe, mineraalimaarakenteen tiivistäminen suunnitellusti työmaaliikenteellä jne.).

Kokoonpuristumista kuvataan tiiviysasteena ja/tai tilavuuspainona ja niille asetettavien teknisien vaatimuksien. Louhepenkereen vaatimukset asetetaan työtappavaatimuksina. Synteettisten materiaalien ja kevytsoran vaatimukset asetetaan lujuus- tai muodonmuutosominaisuuksien avulla. Sallittu kokoonpuristuminen asetetaan tieluokkakohteisesti suunnitelma-asiakirjoissa. Esimerkiksi moottoriteiden penkereen kokoonpuristuminen ei saa olla yli 1 % käyttöönoton jälkeen (arvio).

Käyttötilan palautuvan muodonmuutoksen osalta penkereen jousto käyttöiän aikana ei saa olla yli 10 % koko tierakenteen käyttötilan joustosta, ellei sen vaikutusta rakenteen käyttäytymiseen erikseen selvitetä.

Vaatimukset

Materiaalien on oltava sisäisesti stabiileja siinä rasiutilassa, mihin ne asetetaan. Materiaalitoimittaja osoittaa tarvittaessa materiaalin kelpoisuuden rasiutilan suhteen. Tunnettujen materiaalien vaatimusten numeroarvot asetetaan teknisissä vaatimuksissa.

Ohje

Esimerkiksi EPS-harkkoja käytettäessä materiaalin puristusmuodonmuutoksen tulee pitkäaikatilanteessa olla alle 2 % Ks. *luku 18143 Solumuovipenkereet*.

Kevytsorana käytetään teknisissä vaatimuksissa määriteltyjä kevytsoria. Kevytsoran puristuslujuuden tulee olla vähintään 300 kN/m². Ks. *luku 18141 Kevytsorapenkereet ja -rakenteet*.

Rengasrouhe painuu tiivistämisen ja päälle ajettavien kerrosten painosta noin 15 %, mikä on otettava huomioon materiaalin määrässä ja rakenteen suunnittelussa ennakkokorotuksena. Ks. *luku 18144 Rengas- ja rengasrouhepenkereet*.

Viitteet

- 18141 Kevytsorapenkereet ja -rakenteet, InfraRYL
- 18143 Solumuovipenkereet, InfraRYL
- 18144 Rengas- ja rengasrouhepenkereet, InfraRYL.

Todentaminen (suora)

EPS-harkkojen kokoonpuristuvuusvaatimuksen täyttyminen osoitetaan standardin *SFS-EN 826:1996 Lämpöeristeet rakentamiskäyttöön*. Kokoonpuristuvuuden määrittäminen mukaisilla puristuskokeilla; *prEN 14933* (EPS) ja *prEN 14934* (XPS) ovat työn alla.

Viitteet

- SFS-EN 826:1996 Lämpöeristeet rakentamiskäyttöön. Kokoonpuristuvuuden määrittäminen.

Ohje

Esimerkiksi EPS-harkkojen pitkäaikaiseksi puristuslujuudeksi voidaan arvioida $0,25 \times 10$, missä 10 on lyhytaikainen puristuslujuus 10 %:n muodonmuutoksella. Tällöin päästään vaadittuun alle 2 %:n muodonmuutokseen pitkäaikaistilanteessa. Kun materiaalin tilavuuspaino on 0,2 kN/m³ ja lyhytaikainen puristuslujuus 100 kPa, voidaan sille sallia pysyvää kuormaa 25 kPa.

11210.4 Ympäristökelpoisuus

Uusiomateriaalien sijoittaminen rakenteisiin vaatii kohdekohtaisen luvan, ellei materiaalille ole erikseen säädetty poikkeusta.

Ohje

Pengerrakenteissa ja tierakenteissa yleisesti käytettävän uusiomateriaalin ympäristökelpoisuus arvioidaan tarvittaessa uusiotuotteen pitoisuuksien, liukenevien pitoisuuksien tai riskinarvioinnin avulla. Ks. julkaisut *Sivutuotteet maarakenteissa – Käyttökelpoisuuden osoittaminen* ja *Sivutuotteet ja uusiomateriaalit maarakenteissa – Materiaalit ja käyttökohteet*.

Viitteet

- Sivutuotteet ja uusiomateriaalit maarakenteissa — Materiaalit ja käyttökohteet, Tekesin teknologiakatsaus 91/2000
- Sivutuotteet maarakenteissa — Käyttökelpoisuuden osoittaminen. Tekesin teknologiakatsaus 93/2000.

11220 Penkereen lujitusrakenteet

Lujitetun penkereen ja pengerluiskan tulee täyttää penkereelle ja pengerluiskalle asetetut vaatimukset.

Penkereen materiaalisia tai toiminnallisia puutteita voidaan korvata pengertä lujittamalla. Yleensä penkereen alaosissa tai alla olevilla lujituksilla (lujitteet, verkot, teräsarinat) parannetaan penkereen stabiliteettia. Lujitusta yksistään käytettäessä penkereen kokonaispainuma ei pienene. Painumaeroja lujituksella voidaan sen sijaan tasata etenkin tien poikkisuunnassa. Lujitusta käytetään useimmiten yhdessä muiden pohjanvahvistusmenetelmien kanssa.

Penkereessä ja pengerluiskissa olevilla lujitteilla voidaan vahvistaa myös penkereen sisäistä stabiliteettia ja estää tai vähentää eroosion vaikutusta.

Lujitetun rakenteen toimintaan vaikuttavat oleellisesti lujitteen yhteistoiminta sitä ympäröivän materiaalin kanssa (jäykkyys muodonmuutoksen suhteen, tartunta, ankkuroituminen ja ankkurointipituus) sekä lujitteen sijainti rakenteessa.

Vaatimukset

Rakenteissa käytettävät lujitteet säilyttävät mitoituksen mukaiset ominaisuutensa rakenteessa *taulukossa 1* edellytetyn ajan.

Stabiliteetti

Valmiin rakenteen laskennallinen stabiliteetti lujitteetta on kokonaisvarmuusluku-
na ilmaistuna vähintään $F > 1,2$. Vaadittava lopullinen stabiliteetti määräytyy
rakenteen mukaan, *kohdat 11400.2 Vakavuus* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvis-
tusrakenteet) ja *11410.3 Vakavuus* (Luonnonmaapohja).

Painuma ja painumaero

Lujitetun rakenteen sallitut painumat määräytyvät ylärakenteen mukaan, *kohdat
11400.1 Painuma, painumaero* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja
11410.1 Painuma ja painumaero (Luonnonmaapohja).

Ohje

Käytettäessä teräslujitteita vakavuuden lisäämiseksi korroosio otetaan huomioon joko ylimi-
toituksena tai käyttämällä muovipinnoitettuja tai galvanoituja teräksiä.

Viitteet

- 11400.1 Painuma, painumaero, InfraRYL
- 11400.2 Vakavuus, InfraRYL
- 11410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL
- 11410.3 Vakavuus, InfraRYL.

Todentaminen (suora)

Vaatimukset todennetaan suunnittelu- ja materiaalitietojen perusteella maan ja
lujitteiden yhteistoiminta huomioon ottaen. Lujitteiden lujuus ja pitkäaikaiskestä-
vyys todennetaan materiaalikohtaisesti teknisten vaatimusten mukaan.

Stabiliteettivaatimusten täytyminen todennetaan tarvittaessa stabiliteetilaskel-
min.

Painuman ja painumaeron todentaminen, ks. *11410.1 Painuma ja painumaero*
(Luonnonmaapohja).

Ohje

Lujitetut rakenteet soveltuvat ensisijaisesti matalille penkereille. Rakenteen lujittamisella vai-
kutetaan tien pituussuunnassa ainoastaan painuman lyhyisiin aallonpituuksiin eli lujitetut ra-
kenteet tasoittavat epätasaisuuksia, mutta eivät poista niitä.

Lujitteina toimivien geovahvisteiden käyttöä ja mitoitusta on käsitelty julkaisussa *Synteettiset
geovahvisteet. Suunnittelu ja rakentaminen*.

Viitteet

- Synteettiset geovahvisteet. Suunnittelu ja rakentaminen. Aalto, A., Slunga, E., Tanska, H.,
Forsman, J. & Lahtinen, P.

11230 Vastapenger

Vastapenkereen tehtävänä on parantaa penkereen stabiliteettia huonosti kanta-
villa maapohjilla. Penger materiaalin tulee massallaan nostaa varsinaisen pen-
kereen stabiliteetti riittävälle tasolle. Vastapenkereessä käytettävän materiaalin
tulee olla pysyvää.

Vaatimukset

Vastepenkereellä tuetun tiepenkereen varmuus sortumista vastaan täyttää julkaisun *Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet* vakavuusvaatimukset.

Ohje

Vastapengertä käytettäessä on varsinaisen penkereen vakavuuden ilman vastapengertäkin oltava riittävä (kokonaisvarmuusluvun F suuntaa antava arvo savipehmeiköillä on vähintään 1,2). Vaadittava lopullinen stabiliteetti määräytyy rakenteen mukaan.

Rakenteen pitkäaikaisen pysyvyyden varmistamiseksi vastapenkereisiin ei saa käyttää pintamaata tai eloperäisiä maalajeja, kuten turvetta tai multaa. Ks. *luku 18150 Vastapenkereet*.

Varsinaisen penkereen toimintaedellytysten ylläpitämiseksi vastapenkereen pinta tasataan niin, että vesi ei lammikoidu penkereen pinnalle, *luku 18150 Vastapenkereet*.

Viitteet

- 18150 Vastapenkereet, InfraRYL
- *Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet*.

Todentaminen (suora)

Vastapenkereen soveltuvuus stabiliteetin parantamiseen, ts. riittävyys vakavuuden nostamiseksi vaadittavalle tasolle, arvioidaan vakavuuslaskelmin.

Vastapenkereessä käytettävän maan laatu ja pinnan tasaisuus arvioidaan teknisten vaatimusten mukaan.

11300 Maa- ja kalliroleikkausrakenteet (pysyvät)

Tässä luvussa käsitellään vain pysyviksi jääviä maa- ja kalliroleikkauksia.

Luiskien vakavuuden tulee olla riittävä ja pintojen tulee olla eroosionkestäviä. Lisäksi tulee ottaa huomioon läheisyydessä olevien rakenteiden siirtymäriski.

Maaluiskat verhoillaan, nurmetetaan tai istutetaan eroosion estämiseksi sekä esteettisistä syistä. Veden haitallinen virtaus luiskaan estetään kuivatusrakentein.

11310 Maaleikkaus

Maaleikkausten geometriset vaatimukset esitetään suunnitelma-asiakirjoissa. Pintojen geometriset toleranssit ja tasaisuuden tarkkuusvaatimukset määritetään teknisissä vaatimuksissa. Jääviin maaleikkauspintoihin ei saa jättää pintaa ruumentavia tai liikenteelle vaarallisia lohkaraita tai kalliopaljastumia. Luiskan pinnan tulee soveltua suunnitelma-asiakirjojen mukaisen verhoilun, nurmetuksen tai muun kasvuston alustaksi näiden rakentaminen ja ylläpito huomioon ottaen.

Ohje

Maaleikkausten ympäristövaikutukset tulee ottaa huomioon ennen rakentamiseen ryhtymistä. Näitä ovat leikkausten vaikutuspiirissä sijaitsevien alueiden kuivattumiseen liittyvät riskit. Leik-

kausluiskan vaikutukset lähistön kaivojen ja vedenottamoiden veden pintaan, antoisuuteen ja veden laatuun selvitetään luiskaa suunniteltaessa. Teknisiin vaatimuksiin kuuluu näiden asioiden lähtöarvojen selvittäminen.

Leikkausluiskan kaltevuus on normaalisti 1:2. Märässä saviluiskassa tai pohjavettä vuotavassa siltti-, hiekka- tai moreeniluiskassa saatetaan tarvita luiskan verhoilua, porrastusta tai muuta tukemista kaltevuuden 1:2 saavuttamiseksi. Ahtaissa paikoissa voidaan käyttää jyrkempää luiskaa, jos luiskan vakavuus tarkistetaan laskelmin tai luiska tuetaan.

Tien ulkonäkö tai liikenneturvallisuus saattaa edellyttää loivan 1:3...1:6 luiskan käyttöä myös ulkoluiskassa matalassa leikkauksessa. Myös lumitilaa saatetaan tarvita. Aukeilla kinostavilla paikoilla olevissa matalissa leikkauksissa (tasausviiva enintään 1 m ympäristöä alempana) voidaan käyttää jopa luiskakaltevuutta 1:10 kinostumisen vähentämiseksi. Lumitilan tarvetta käsitellään laajemmin julkaisun *Teiden suunnittelu IV* kohdassa 4.24 sekä julkaisussa *Lumitilan tarve melusteiden, välikaistojen yms. kohdalla*.

Katso luku 16110 *Maaleikkaukset*.

Viitteet

- 16110 Maaleikkaukset, erittelemätön, InfraRYL
- Tietoa tiensuunnitteluun 2. Lumitilan tarve melusteiden, välikaistojen yms. kohdalla.
- Teiden suunnittelu IV, (KANSIO B) 29.11.1985.

11311 Leikattu, tukematon maaluiska

Luiskan vakavuuden tulee olla riittävä ja luiskan pinta stabiili routimisen ja roudan sulamisen, pohjaveden korkeusvaihtelun ja suotautumisen (myös pitkäaikaisen sateen aikana) vaikutuksia sekä pintavaluntaa vastaan.

Luiskan vaadittu käyttöikä esitetään *taulukossa 1*.

Vaatimukset

Luiskan stabiliteetti lasketaan rajatilamenetelmällä käyttäen kuormituksen ja kapasiteetin osavarmuuskertoimia voimassa olevia suunnitteluohjeita noudattaen. Hydraulista murtumista vastaan kokonaisvarmuus on vähintään 1,2, jos hydraulisen murtumavaaran aiheuttavan pohjavesipinnan korkeutta tarkkaillaan. Jos pohjavesipinnan korkeutta ei tarkkailla, kokonaisvarmuus on vastaavasti vähintään 1,5.

Rakenteen pinta kestää mitoitussateen sekä suotautumalla kulkeutuvan veden aikaansaaman ulkoisen ja sisäisen eroosiorasituksen. Mitoitussateena ja -virtaamana käytetään tilastollista kerran kahdessa vuodessa toistuvaa 15 min:n enimmäissäadantaa ja suotautumisessa kerran kahdessa vuodessa toistuvaa 1 h:n enimmäissäadantaa. Perinteisten eroosiosuojauksien materiaali vaatimukset annetaan teknisissä vaatimuksissa, *luku 22200 Luiskaverhoukset ja eroosiosuojaukset*.

Viitteet

- 22200 Luiskaverhoukset ja eroosiosuojaukset, InfraRYL.

Ohje

Leikkausluiskien murtorajatilatarkasteluissa kuormien ja maakerrosten materiaaliominaisuuksien osavarmuuslukuina käytetään julkaisun *Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet*

taulukossa 11 ja 12 esitettyjä arvoja tai vaihtoehtoisesti Eurocode 7:n esistandardissa *ENV 1997-1* ja kansallisessa soveltamisasiakirjassa (*NAS*) esitettyjä varmuuslukuja. Maaleikkausten suunnittelussa noudatetaan seuraavien julkaisujen ohjeita

- *Geotekniset laskelmat*
- *Pehmeikölle rakennettavien tieleikkausten geotekniset laskelmat.*

Tien ulkonäkö, liikenneturvallisuus, lumitila tai lumen kinostuminen saattavat edellyttää loivien (1:3...1:10) luiskien käyttöä.

Viitteet

- EN 1997 Eurocode 7. Geotekninen suunnittelu
- Geotekniset laskelmat, TIEL 2180002.
- Pehmeikölle rakennettavien tieleikkausten geotekniset laskelmat (TIEL 43/1992)
- Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet, TIEH 2100002-01.

Todentaminen (suora)

Vaatimusten täytyminen todennetaan stabiileettilaskelmin. Tuotteiden, joista ei ole kokemuksellista tietoa, eroosionkestävyys todetaan kokeellisesti ja/tai teoreettisesti. Perinteisten eroosiosuojusrakenteiden kestävyys osoitetaan teknisten materiaalivaatimusten avulla, *luku 22200 Luiskaverhouket ja eroosiosuojaukset.*

Viitteet

- 22200 Luiskaverhoukset ja eroosiosuojaukset, InfraRYL.

11312 Tuetut leikkausluiskat

Jos leikkausluiska ja -pohja eivät itsessään ole pysyvästi riittävän stabiileja, tulee luiska vahvistaa tai tukea. Leikkausluiskan ja -pohjan tulee olla stabiili liukusortumaa ja hydraulista murtumista vastaan sekä pinta- tai pohjaveden aiheuttamaa eroosiota vastaan.

Ohje

Leikkausten vahvistamismenetelmän valinnassa ratkaisevimmat kriteerit ovat

- leikkausluiskien ja -pohjan riittävä vakavuus
- leikkauspohjan hydraulisen murtuman välttäminen
- haitallisten ympäristövaikutusten välttäminen
- kestävyys eroosiota vastaan.

Joissain tapauksissa on tarpeen lujittaa leikkauspohjaa kantavuuden lisäämiseksi, pohjamaan häiriintymisen vähentämiseksi tai jäätymisestä ja sulamisesta aiheutuvien painumien välttämiseksi. Tähän käytettäviä menetelmiä voivat olla

- syvästabilointi
- lujitteet
- massanvaihto.

Vaatimukset

Katso *luku 11311 Leikattu, tukematon maaluiska.*

Ohje

Kaivantojen vakavuus tarkistetaan aina. Suunnitelma-asiakirjoissa esitettävien luiskakaltevuuksien ja tuennan suunnittelussa noudatetaan seuraavien julkaisujen ohjeita:

- *Rakennuskaivanto-ohje RIL 181-1989*
- *Putkikaivanto-ohje RIL 194-1992.*

Kaivannon mitoitus suositellaan tehtäväksi rajatilamenetelmällä. Mitoitus voidaan kuitenkin tehdä myös kokonaisvarmuuskerroinmenetelmällä ja sallittujen jännitysten menetelmällä. Vaadittu kokonaisvarmuusluku F on $> 1,8$ pysyvälle maata tukevalle rakenteelle tai työnaikaiselle maata tukevalle rakenteelle sekä kaivannon liukusortumaa vastaan, kun mahdollisen sortuman alueella on muita kuin työnaikaisia rakenteita.

Maan- tai kallionvaraisen perustuksen liukumiselle tai kaatumiselle perustamistasossa varmuusluku on vähintään 1,5.

Viitteet

- Rakennuskaivanto-ohje RIL 181-1989
- Putkikaivanto-ohje RIL 194-1992.

Todentaminen (suora)

Katso kohta 11311 *Leikattu, tukematon maaluiska.*

Viitteet

- 11311 Leikattu, tukematon maaluiska, InfraRYL.

11313 Tukimuurit ja tukiseinät

Maanpaineen rasittamien tukimuurien ja tukiseinien stabiliteetin tulee olla riittävä. Tukimuureissa tai tukiseinissä ei saa myöskään esiintyä esteettisiä tai itse rakenteiden tai liittyvien rakenteiden toimintaa haittaavia muodonmuutoksia, siirtymiä tai painumia.

Vaatimukset

Rakenteet ja niissä käytetyt materiaalit ovat pitkäikäisiä ja käyttöiältään *taulukon 1* mukaisia.

Stabiliteetti

Rakenteiden stabiliteetin osalta on kokonaisvarmuus

- kantokyvyn suhteen 1,8
- liukumisen suhteen 1,5
- kaatumisen suhteen 1,5.

Siirtymät ja muodonmuutokset

Maanpainerasitus, maapohjan painuminen tai routiminen ei saa haitallisesti siirtää, laskea, nostaa tai kallistaa rakennetta. Rakenteen sallitut siirtymät ja kallistumat eivät saa käyttöiän aikana ylittää seuraavia arvoja, elleivät käytetyt materiaalit tai rakenteet muuta edellytä:

- pystysuuntainen siirtymä 20 mm, kulmakiertymä 1/300

- vaakasiirtymä 10 mm, kulmakiertymä 1/500
- kallistuma 1,2°.

Todentaminen (suora)

Stabiilettivaatimusten täytyminen todennetaan stabiilettilaskelmin.

Siirtymät ja muodonmuutokset todennetaan siirtymämittauksin.

Tukirakenteissa käytettävien synteettisten lujitteiden pitkäaikaiskestävyys osoitetaan riippumattoman tutkimuslaitoksen selvityksellä kestoiästä. Terästä käytettäessä kestoikä osoitetaan käytettävä korroosiovara tai korroosiosuojaus huomioon ottaen. Synteettisten tuotteiden vaatimukset, ks. *Lujitetut penkereet ja pengerialuiskat*.

Viitteet

- 11220 Penkereen lujitusrakenteet, InfraRYL
- 11312 Tuetut leikkausluiskat, InfraRYL.

11320 Kallioleikkaus

Kallioleikkauksen tulee olla stabiili. Kallioleikkausten ja maaston muotoilujen tulee olla esteettisesti miellyttäviä ja maisemaan sopivia.

Vaatimukset

Kallioluiska on stabiili. Kallioleikkauksista eikä leikkauksen yläpuolelta ei saa pudota ajoradalle maa- tai kallioainesta eikä muuta liikenneturvallisuutta vaarantavaa tai ylläpitoa haittaavaa ainesta.

Kallioleikkaukspohja ei saa aiheuttaa tien pintaan heijastuvia tasaisuus- tai liukkaushaittoja tai edesauttaa paannejään muodostumista.

Ohje

Kallioleikkausten geometriset vaatimukset annetaan liikenneturvallisuusperustein tieluokittain. Kallioleikkauksen yläpuolelle on rakennettava suoja-aita, jos on olemassa ihmisen tai eläimen putoamisvaara.

Jos kallioleikkaukseen syntyy niin suuria ryöstöjä, että maaluiskaa ei voida muotoilla rumentavia mutkia tekemättä, rakennetaan tukimuuri. Kallioleikkausten päissä maaluiskat sovitaan maisemaan.

Todentaminen (suora)

Vaatimustenmukaisuus saavutetaan suunnitelma-asiakirjojen perusteella toteuttavien kuivatus-, eristys- yms. toimenpitein sekä teknisiä vaatimuksia noudattaen. Ks. *luku 17110 Kallioavoleikkaukset*.

Viitteet

- 17110 Kallioavoleikkaukset, erittelemätön, InfraRYL.

11330 Kallioleikkauksen vahvistukset

Kallioleikkausten yhteydessä leikkausluiskan vakavuustarkastelu ja tarvittavien kallion lujitustoimenpiteiden suunnittelu on tarpeen, jos kallio on erityisen rikko-
naista tai kallioleikkauksen alueella esiintyy leikkaukseen päin viettävä rakoilu-
suunta. Erityistä huomiota kallioleikkauksen seinämän vakavuustarkasteluun
tulee kiinnittää silloin, kun leikkaukseen päin viettävissä raoissa esiintyy täytei-
syyttä.

Verkkojen, pulttien yms. vahvistuksissa käytettävien tuotteiden tulee olla riittävän
pitkäikäisiä ja kestäviä.

Ruiskubetonia käytetään yleensä vain rikkonaisuusalueiden tukemiseen.

Vaatimukset

Vahvistettu kalliorakenne ja vahvistuksessa käytettävät tuotteet kestävät niihin
käyttöön aikana kohdistuvat, kohteittain määritettävät rasitukset. Vahvistus täyt-
tää *taulukon 1* käyttöikävaatimukset.

Korroosion vaikutus otetaan tarvittaessa huomioon tai käytetään korroosiosuo-
jattuja tuotteita.

Ruiskubetonipinnoite täyttää pinnoitteelle *taulukossa 1* esitetyt käyttöikävaati-
mukset.

Todentaminen (suora)

Pultituksen käyttöikä saavutetaan noudattaen teknisiä vaatimuksia.

Vaijeripulttien pitkäaikaiskestävyys osoitetaan tarvittaessa riippumattoman tutki-
muslaitoksen selvityksellä kestoikästä.

Ruiskubetonoinnin käyttöikämitoitus on esitetty julkaisussa *by 50 Betoninormit* ja
standardissa *EN 206*.

Viitteet

- by 50 Betoninormit
- SFS-EN 206-1 Betoni. Osa 1: Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus.

11400 Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusraken- teet

Pohjarakenteella (paalulaatta, pilaristabilointi jne.) estetään tai pienennetään tier-
akenteesta ja liikenteestä aiheutuvien rasitusten kohdistumista heikkoon tai peh-
meään maapohjaan. Pohjavahvistusrakenteella (stabilointi, esirakentaminen jne.)
ehkäistään näiden vaikutusten syntymistä maapohjassa.

Pohjarakenteella ja pohjanvahvistusrakenteella (lujitteet, massastabiloinnit jne.)
voidaan myös pienentää maapohjan haitallisten muodonmuutosten siirtymistä

päällysrakenteeseen. Pohjarakenne ja pohjanvahvistusrakenteet parantavat vakavuutta ja estävät tai pienentävät tierakenteen painumia ja siirtymiä.

Pitkäaikaisen pysyvyyden varmistamiseksi pohjarakenteiden ja pohjanvahvistusrakenteiden käyttöiän tulee olla riittävän pitkä, *taulukko 1*.

Pohjarakenteilla ja pohjanvahvistusrakenteilla joko poistetaan painuma (tulokse-
na painumaton tie) tai pienennetään kokonaispainumaa hyväksyttävälle tasolle.

Pohjamaan routivuuden vähentämiseksi voidaan käyttää homogenisointia.

Ohje

Pohjarakenteiden suunnittelu

Pohjarakenteiden suunnittelun tulee perustua julkaisuun *Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet* ja geotekniikassa yleisesti hyväksytyihin ja käytössä oleviin teoreettisiin tietoihin. Ratkaisut on perusteltava julkaisun *Geotekniset laskelmat* mukaisesti laadituilla ja esitetyillä laskelmilla. Geoteknisessä suunnittelussa ja rakennustöiden toteuttamisessa on erityisesti pidettävä huolta nykyisen ajoradan pysyvyydestä, vaurioitumattomuudesta ja sillä kulkevan liikenteen turvallisuudesta.

Viitteet

- Geotekniset laskelmat, TIEH 2100018-v-03 2003
- Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet, TIEH 2100002-01.

11400.1 Painuma, painumaero

Rakenteiden painumiluokitus

Pohjarakenteiden ja pohjanvahvistusrakenteiden painumatoimivuusluokitus esitetään *taulukossa 34*.

Pohja- tai pohjanvahvistusrakenteen todellinen käyttäytyminen riippuu itse rakenteen lisäksi pohjasuhteista sekä tierakenteen kuormituksesta. Kokonaispainuma arvioidaan 30 vuoden ajanjaksolle. Painumalaskennassa on otettava huomioon suunnitelma-asiakirjojen mukainen tai vähintään 0,5 m:n suuruinen pohjavedenpinnan lasku. Painumalla tarkoitetaan tässä pohjarakenteen yläpinnan painumaa.

Luokka A

Luokkaan A kuuluvan rakenteen kokonaispainuma on vähäistä ja painuma-aika on niin lyhyt, että painumisen loppuminen voidaan mittauksin todeta 5 vuoden aikana rakenteen perustamisesta. Tierakenne perustetaan joko pohjarakenteiden tai pohjanvahvistusten varaan.

Luokan A rakenteille on luonteenomaista, että painumien hallinta sekä painuman kokonaismäärän että ajan keston suhteen on luotettavaa. Rakenteen kokonaispainuma (liikenteelle ottamisen ajankohdasta lukien) saa olla enintään 100 mm, ja painuman loppuminen tulee olla luotettavasti todettavissa. Rakenteelle sallitaan vain sellainen vähäinen siirtymä, jonka rakenne kestää vaurioitumatta.

Luokka B

Luokkaan B kuuluvat pohjanvahvistusrakenteet, joilla tien painuminen voi jatkua pitkään, yli 5 vuotta, tai kokonaispainuminen on enintään 300 mm. Painumisen loppumista ei voida yleensä luotettavasti todeta.

Luokka C

Luokkaan C kuuluvat pohjanvahvistusrakenteet, joilla tien painuminen jatkuu yleensä kauan, yli 5 vuotta, tai kokonaispainuminen ylittää 300 mm. Painumisen loppumista ei voida yleensä luotettavasti todeta.

Taulukko 34. Pohjarakenne- ja pohjanvahvistusmenetelmät luokittain.

Luokka	Perustamis- tai pohjanvahvistusmenetelmä
Luokka A, painumattomat rakenteet	<ul style="list-style-type: none">• paalulaatta (tuki- tai kitkapaalut, materiaalina teräsbetoni tai teräs, ei puu)• paaluhatturakenne (tuki- tai kitkapaalut, materiaalina teräsbetoni tai teräs, ei puu)• massasyvästabilointi (syvyys enintään 5 m, ei turve eikä lieju)• syvästabilointi kimmoisia ja myötäämättömiä pilareita käyttäen• massanvaihto kaivaen (syvyys enintään 5 m)• esikuormitus (siltili, savipehmeiköt, joiden paksuus on enintään 3 m sekä savipehmeiköt, joiden leikkauslujuus on vähintään 50 kPa).
Luokka B, vähän painuvat rakenteet	<ul style="list-style-type: none">• paaluhatturakenne (koheesiopaalut)• syvästabilointi (myötäävät pilarit tai määrämittaiset pilarit)• massasyvästabilointi (pohjamaana lieju)• massanvaihto kaivaen (syvyys > 5 m)• massanvaihto pohjaan täyttäen• kevennys (mm. kevytsora, solumuovi)• pystyjoitus• esikuormitus (muut kuin luokkaan A kuuluvat pohjamaat).
Luokka C, painuvat rakenteet	<ul style="list-style-type: none">• Muut kuin kohdassa A ja B mainitut, pohjaltaan vahvistetut, esimerkiksi pystyjoitetut, lujitteilla vahvistetut, vajaasti kevennetyt, esikuormitetut tai määrämittaisilla pilareilla syvästabiloidut, tierakenteet savipehmeiköllä, jonka saven leikkauslujuus on enintään 50 kPa tai savikerroksen paksuus on vähintään 3 m.

Painuman hallinnan tavoite liittyy kokonaispainumaan tai epätasaiseen painumaan. Kokonaispainuma ei saa aiheuttaa haittaa tien liittymisestä muihin, eri tavalla painuviin rakenteisiin. Painumaerot eivät saa aiheuttaa sallittua suurempaa pituussuuntaista epätasaisuutta ja poikkisuuntaista kaltevuuden muuttumista eivätkä päälystevaurioita tai rakenteen vaurioitumista. Painumat tai kaltevuudenmuutokset eivät saa heikentää veden poistumista ajoradalta.

Tarvittaessa on käytettävä siirtymärakenteita painumaerojen pienentämiseen.

11400.2 Vakavuus

Tieväylä tulee suunnitella ja rakentaa siten, että sillä on tiellä tapahtuva liikenne huomioon ottaen riittävä stabiliteetti ja rakenteellinen varmuus sortumista ja murtumista vastaan koko rakenteen suunnitellun käyttöajan. Myöskään tierakenteen muodonmuutoksista vakavuuspuutteen johdosta ei saa aiheutua haittaa itse tierakenteelle tai ympäristölle. Jos varmuus sortumista vastaa on pieni, myös maassa tapahtuvat leikkausmuodonmuutokset tulee ottaa huomioon.

Vakavuus vaikuttaa rakenteen ylläpidettävyyteen ja turvallisuuteen.

Tierakenteen sortumalle kokonaisvarmuusluvun F vähimmäisarvo on 1,8, kun sortuman vaikutusalueella on muita kuin työnaikaisia rakenteita. Osavarmuuskerroinmenettelyyn sovellettavat osavarmuusluvut on esitetty julkaisussa *Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet*.

Viitteet

- Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet, TIEH 2100002-01.

11400.3 Pohjamaan ja pohjarakenteen tasalaatuisuus

Käytettävän pohjarakenteen tulee joko itsessään tai siihen liittyvien rakenneosien (paalulaatta/-hatut, lujitteet, holvausrakenteet) avulla muodostaa tierakenteelle yhtenäisen tasalaatuisesti käyttäytyvä ja riittävän stabiili pohja.

11400.4 Poikkisuuntainen tasaisuus

Pohjarakenteen tai pohjanvahvistusrakenteen tulee olla sellainen ja siten tehty, että se mahdollisimman tehokkaasti pienentää myös tien poikkisuuntaista epätasaisuutta ja siirtymiä. Pohjarakenteen tai pohjanvahvistusrakenteen tulee myös vähentää stabiliteetin menettämisen vaaraa etenkin tien reuna-alueella sekä tarvittaessa mahdollistaa tien leventäminen samaa tai eri pohjarakennusratkaisua käyttäen ilman haitallista vaikutuksia poikkisuuntaiseen tasaisuuteen.

Ohje

Tierakenteiden perustamistapoja suunniteltaessa tulee aina tarkastella ratkaisun sopivuutta mahdollisiin tuleviin rakennusvaiheisiin. Usein on mahdollista pienin lisäkustannuksin helpottaa tien myöhempää leventämistä, esimerkiksi pienellä perustamisen levennyksellä tai vino-paalujen välttämällä. Pohjanvahvistusten tekeminen kokonaan valmiiksi tulevia rakennusvaiheita varten on harvoin taloudellisesti perusteltua. Kyseeseen tulee lähinnä pohjaantäytön leventäminen, koska pohjaantäyttöjen myöhempi leventäminen on usein teknisesti hankalaa ja ratkaisu saattaa massatilanteesta riippuen olla edullinen. Tien leventämiseen varautuminen pohjarakenteilla tai pohjanvahvistusrakenteilla esitetään erikseen suunnitelma-asiakirjoissa. Saman ajoradan alueella perustamistavan vaihtaminen poikkisuunnassa on perusteltua vain poikkeustapauksissa, ja ratkaisu on suunniteltava erittäin tarkasti, jotta nimenomaan poikkisuuntaiset painumaerot olisivat mahdollisimman pienet.

11410 Luonnonmaapohja

Luonnonmaapohjalla tarkoitetaan tien rakennekerrosten tai penkereen alla olevaa luonnontilaista pohjamaata. Tässä kohdassa luonnonmaapohjaa käsitellään, jotta voidaan todeta sen ominaisuuksien riittävyys vaatimusten täyttämiseksi. Jos vaatimuksia ei saavuteta luonnonmaapohjaa käsittelemättä, maapohjan ominaisuuksia joko parannetaan (pohjanvahvistus) tai käytetään pohjarakenteita.

11410.1 Painuma ja painumaero

Kokonaispainuman suhteen suunnittelun laatutavoitteena on, että kokonaispainuma ei aiheuta haittaa tien liittymisessä muihin, eri tavalla painuviin rakennesiiin. Painumaerot eivät saa aiheuttaa sallittua suurempaa pituussuuntaista epätasaisuutta ja poikkisuuntaista kaltevuuden muuttumista eivätkä päällysteen tai rakenteen vaurioitumista.

Painuman hallinnan avulla tarkistetaan, etteivät kokonaispainumat tai epätasaiset painumat aiheuta sallittua suurempaa pituussuuntaista epätasaisuutta ja poikkisuuntaista kaltevuuden muuttumista, eivätkä päällystevaurioita tai tierakenteen muuta vaurioitumista.

Tien pinnan kokonaispainumaa rajoittaa sivukaltevuuden muutokselle asetetut vaatimukset ja toisaalta tierakenteen kuivatusjärjestelmän toimivuuden asettamat rajoitukset.

Tierakenteiden painumat lasketaan 30 vuoden ajanjaksolle. Painumalaskennassa on otettava huomioon suunnitelma-asiakirjojen mukainen tai vähintään 0,5 m:n suuruinen pohjavedenpinnan lasku.

Vaatimukset

Sallitut laskennalliset kaltevuuden muutokset ja painumat asfalttipäällysteisillä teillä esitetään *taulukossa 35*. Sellaisia painumia tai kaltevuudenmuutoksia, jotka estävät pintaveden poistumisen ajoradalta, ei sallita.

Tien poikkisuunnassa sovelletaan sallitun sivukaltevuuden muutoksen kriteeriä. Tien pituussuunnassa sovelletaan sallitun pituuskaltevuuden muutoksen ja enimmäispainuman kriteeriä. Enimmäispainuman kriteeriä sovelletaan vain rajapituutta L_r suuremmilla painumapituuksien arvoilla. Rajapituus L_r saadaan sallitusta enimmäispainumasta jakamalla se sallitun kaltevuuden muutoksella.

Rajapituutta L_r pienemmillä painuman pituuksilla ($L < L_r$) noudatetaan sallitun kaltevuudenmuutoksen kriteeriä. Kriteeri täyttää seuraavien kaavojen ehdot, *kuva 103*:

$$pk \leq S_1/L_1$$

kun $L < L_r$, niin $pk \leq S/L$

$$pk \leq S_2/L_2$$

pk = sallittu kaltevuuden muutos

Rajapituutta L_r suuremmilla painuman pituuksilla ($L > L_r$) noudatetaan sallitun kaltevuudenmuutoksen kriteeriä ja enimmäispainuman kriteeriä. Kriteerit täyttävät seuraavien kaavojen ehdot, *kuva 103*:

$$pk \leq S_1/L_1$$

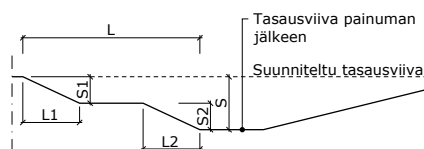
kun $L > L_r$, niin $S \leq S_{max}$

$$pk \leq S_2/L_2$$

$$S \leq S_{max}$$

S = sallittu painuma

S_{max} = sallittu painuman enimmäisarvo.



Kuva 103. Painuman pituuden, kokonaispainuman ja osapainumien määrittäminen.

Taulukko 35. Tienpinnan laskennalliset sallitut pituuskaltevuuden muutokset, enimmäispainumat ja sivukaltevuuden muutokset 30 vuoden aikana asfalttipäällysteisillä teillä. Taulukkoa sovelletaan julkaisun Teiden pohjarakenteiden suunnittelu- perusteet kohdan 8.4 mukaisesti.

Tien toiminnallinen luokka, mitoitusnopeus	Sallittu pituuskaltevuudenmuutos pk	Sallittu painumanenimmäisarvo S_{max}	Rajapituuden arvo L_r	Sallittu sivukaltevuudenmuutos
	%	mm	m	%
Moottoriväylät, 120 km/h	0,6	400	67	1,5
Päätiet, 105 km/h	0,8	500	63	1,5
Seudulliset tiet, 90km/h	1,1	600	55	2,0
Paikallisiväylät, 80 km/h	1,6	700	44	2,0
60 km/h	2,2	800	36	2,0
Kadut	1)	1)		1)
Meluvallit	5	400		—
Meluaita, melukaide	Sallittu kaltevuuden muutos määritetään aita- tai kaidemateriaalin ja -rakenteen perusteella julkaisun Pohjarakennusohje RIL 121-2004 kohdan 8.3 mukaan.			

1) Tapauksittain Suomen Kuntaliiton tai kyseisen kunnan julkaisemien ohjeiden mukaisesti.

Ohje

Viiden vuoden sallitut kaltevuuden muutokset ja painumat asfalttipäällysteisillä teillä esitetään taulukossa 36.

Päällystetyillä teillä ei viiden vuoden aikana sallita painumisesta johtuvia halkeamia.

Taulukko 36. Tienpinnan sallitut pituuskaltevuuden muutokset, enimmäispainumat ja sivukaltevuuden muutokset takuuajana (5 vuotta) asfalttipäällysteisillä teillä. Taulukkoa sovelletaan julkaisun Teiden pohjarakenteiden suunnittelu- perusteet kohdan 8.4 mukaisesti.

Tien toiminnallinen luokka, mitoitusnopeus	Sallittu pituuskaltevuudenmuutos pk	Sallittu painuman enimmäisarvo S_{max}	Rajapituuden arvo L_r	Sallittu sivukaltevuudenmuutos
	%	mm	m	%
Moottoriväylät 120 km/h	0,24	120	50	0,6
Päätiet 105 km/h	0,32	150	47	0,6
Seudulliset tiet 90km/h	0,44	180	41	0,8
Paikallisiväylät 80 km/h	0,64	210	33	0,8
60 km/h	0,88	240	27	0,8
Kadut	1)	1)		1)
Meluvallit	3	150		—
Meluaita, melukaide	Sallittu kaltevuuden muutos määritetään aita- tai kaidemateriaalin ja -rakenteen perusteella julkaisun Pohjarakennusohje RIL 121-2004 kohdan 8.3 mukaan.			

1) Tapauksittain Suomen Kuntaliiton tai kyseisen kunnan julkaisemien ohjeiden mukaisesti.

Viitteet

- Pohjarakennusohje RIL 121-2004.

Todentaminen (suora)

Painumat ja painumaerot osoitetaan suunnitteluvaiheessa laskennallisesti.

Painuman ja painumaerojen suuruus määritetään rakenteesta suunnitelma-asiakirjoissa esitetyin aika- ja paalulukuvälein suoritettujen pinnan korkeustasojen määritysten avulla.

Kulmanmuutoksen laskenta painumahavainnoista esitetään kuvassa 103 ja julkaisussa *Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet*.

Viitteet

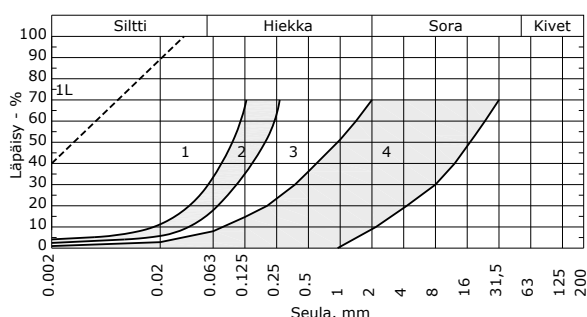
- Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet, TIEH 2100002-01.

11410.2 Routivuus

Maapohjan routimisesta tien tasaisuudelle ja kantavuudelle aiheutuvia haittoja arvioidaan routamitoituksella. Päälysrakenteen routamitoitus ja siirtymäkiilojen mitoitus suoritetaan kerran 10 vuodessa toteutuvan pakkasmäärän F_{10} mukaan. Päälysrakenteen routamitoituksessa maapohjan routimista ei pyritä kokonaan estämään. Luonnonmaapohjaa suojaavat rakenteet mitoitetaan *kohdan 11100.3 Routanousu ja routanousuero* vaatimusten mukaan siten, etteivät kohdassa esitetyt tien routanousut ja routanousuerot ylitä.

Maapohjan routivuuden arviointi perustuu maamateriaalin rakeisuusjakautuman määrittämiseen, kapillaarisen nousukorkeuden mittaamiseen tai varsinaiseen routanousukokeeseen.

Ohje



Kuva 104. Maalajin routivuuden arviointi rakeisuusjakautuman perusteella. Maalaji, jonka rakeisuuskäyrä sijoittuu alueelle 1, on routiva. Rakeisuuskäyrän sijoituessa alueelle 1L maalaji on kuitenkin lievästi routiva. Vastaavasti maalaji, jonka rakeisuuskäyrä kulkee alueilla 2, 3 tai 4, on todennäköisesti routimaton, jos rakeisuuskäyrän alapää pysyy alueen ylemmän rajakäyrän alapuolella.

Rakeisuusjakautumaan perustuvan routivuusarvion tukena on suositeltavaa käyttää maalajin kapillaarisen nousukorkeuden mittaamista erityisesti silloin, kun maalajin routimattomuus ei rakeisuusjakautuman perusteella arvioituna ole täysin ilmeistä.

Kapillaarisen nousukorkeuden perusteella maalaji voidaan otaksua routimattomaksi, jos nousukorkeus on alle 1 m. Maalaji, jonka kapillaarinen nousukorkeus on suurempi, on todennäköisesti routiva.

Erityistapauksissa ja esimerkiksi koostumukseltaan tavanomaisista luonnonkiviaineksista poikkeavilla sivutuotemateriaaleilla routivuus voidaan määrittää myös routanousukoetta käyttäen. Tässä tapauksessa materiaalin routivuuden arviointi perustuu joko routanousukokeen yhteydessä havaittuun kokonaisroutanousuun, routanousunopeuteen tai kokeen tuloksena määritettyyn routivuuskertoimen arvoon.

Taulukko 37. Maalajien routivuuden arviointi routanousukokeen (vakiolämpötilakoe) perusteella (ISSMFE TC-8 1989).

Routivuus	Routimiskerroin SP, mm ² /Kh
Routimaton	< 0,5
Lievästi routiva	0,5...1,5
Keskinkertaisesti routiva	1,5...3,0
Erittäin routiva	> 3,0

Viitteet

- 11100.3 Routanousu ja routanousuero, InfraRYL
- ISSMFE TC-8 1989.

11410.3 Vakavuus

Vaatimukset

Tierakenteella kuormitetun maapohjan stabiliteetti lasketaan rajatilamenetelmällä käyttäen osavarmuuskertoimia kuormituksella ja kapasiteetilla.

Myös työnaikaisen vakavuuden on oltava riittävä, jotta työnaikaisina alkavat liukusortumat eivät vaikuta rakenteen myöhempään käyttäytymiseen, esimerkiksi aiheuta käytönaikaisia muodonmuutoksia ja epätasaisuuksia.

Ohje

Penkereen vakavuus selvitetään laskelmilla, ellei vakavuus suuruusluokkatarkastelujen perusteella ole selvästi riittävä. Vakavuusanalyysiä varten määritetään työnaikaiset ja käyttötilan kuormitustilanteet sekä määritetään kuormille ominaisarvot. Vakavuustarkasteluissa on otettava huomioon muun muassa

- työnaikaiset ja käyttötilan aikana tapahtuvat merkittävät painumat ja niiden korjaus pengertä korottomalla
- vastapenkereiden käyttö
- vaiheittain pengerrys
- pystyjojen käyttö.

Kuormien ja maaperän ominaisuuksien materiaalin osavarmuuslukuina käytetään julkaisun *Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet* taulukoissa 9 ja 10 esitettyjä arvoja tai vaihtoehtoisesti Eurocode 7:n esistandardissa *ENV 1997-1* esitettyjä ja kansallisessa soveltamisasiakirjassa (NAS) esitettyjä kertoimia.

Laskelmat tehdään julkaisun *Geotekniset laskelmat* mukaisesti.

Yksityiskohtaisia ohjeita on esitetty muun muassa julkaisussa *Maanvarainen tiepengerrys* savi-kolla.

Penkereen varmuus sortumista vastaan kokonaisvarmuuslukuna ilmaistuna tulee työn aikana olla vähintään 1,3 ja käyttötilassa 1,5, kun tarkasteltavalla alueella ei ole pysyviä rakenteita ja vastaavasti 1,5 ja 1,8, kun tarkasteltavalla alueella on pysyviä rakenteita.

Viitteet

- EN 1997 Eurocode 7. Geotekninen suunnittelu
- Geotekniset laskelmat, TIEH 2100018-v-03 2003
- Maanvarainen tiepenger savikolla, suunnitteluohje
- Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet, TIEH 2100002-01.

Todentaminen (suora)

Vaatimusten täytyminen todennetaan stabiliteetilaskelmin.

11420 Kevennerakenne

Kevennerakenne voidaan rakentaa päällysrakenteeseen, penkereeseen tai pohjamaahan tai useaan näistä. Kevennyksellä painumaa aiheuttavia kuormia pienennetään tai ne poistetaan kokonaan. Täydellinen tierakenteen painon kompensointi edellyttää hyvin keveiden materiaalien käyttöä maanpinnan yläpuolisessa penkereessä ja tämän osuuden painon verran keventämistä myös maanpinnan alapuolella massanvaihdolla. Käytännössä painumattoman kevennyksen aikaansaaminen edellyttää huomattavaa ylikompensaatiota.

Kevennyksessä käytettävät materiaalit toimivat yleensä myös lämmöneristeenä, joten keventäminen samalla poistaa myös routivasta pohjamaasta aiheutuvia ongelmia. Keventäminen parantaa myös penkereen vakavuutta. Kevenneiden käyttöä ja mitoitus on käsitelty julkaisussa *Tien kevennyksrakenteet*.

Viitteet

- Tien kevennyksrakenteet, TIEL 3200475.

Vaatimukset

Kevennemateriaali säilyttää käyttöolosuhteissaan tilavuuspainon mitoitusarvon *taulukossa 1* esitetyn käyttöiän ajan.

Kevennyksen kokoonpuristuminen rakenteen valmistumisen jälkeen on vähäistä ja käyttötilassa kevennyksestä aiheutuva jousto ylärakenteessa kohtuullista. Kevennyksen kokoonpuristuminen tai jousto otetaan huomioon ylärakenteen toimintaa mitoitettaessa.

Stabiliteetti

Rakenteen stabiliteetti määräytyy ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 11400.2 Vakavuus* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *11410.3 Vakavuus* (Luonnonmaapohja).

Painuma ja painumaero

Rakenteen painuma määräytyy ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 11400.1 Painuma, painumaero* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *11410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja).

Todentaminen (suora)

Muiden kevennysmateriaalien kuin teknisten vaatimusten mukaisen kevytsoran pitkäaikaiskestävyys osoitetaan riippumattoman tutkimuslaitoksen selvityksellä kestoikästä kyseisissä käyttöolosuhteissa.

Kokoonpuristuminen ja jousto, ks. *kohta 11210.3 Kokoonpuristuminen* (Tiepeng-er).

Stabiliteettivaatimusten täyttyminen todennetaan stabiliteettilaskelmin.

Painuman ja painumaeron todentaminen, ks. *kohta 11410.3 Vakavuus* (Luonnonmaapohja).

Viitteet

- 11210.3 Kokoonpuristuminen, InfraRYL
- 11400.1 Painuma, painumaero, InfraRYL
- 11400.2 Vakavuus, InfraRYL
- 11410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL
- 11410.3 Vakavuus, InfraRYL.

11430 Maanvaraiset anturaperustukset

Tässä luvussa käsitellään varusteiden ja laitteiden perustamista anturaperustuk-
silla.

Vaatimukset

Anturaperustukset siirtävät kuormat kokonaisuudessaan maapohjalle siten, että varmuus maapohjan murtumista vastaan on riittävä ja että painumat ja kallistumat pysyvät sallituissa rajoissa.

Anturaperustusten tavoitekäyttöikä on *taulukon 1* mukainen.

Stabiliteetti

Maan- tai kallionvaraiset perustukset täyttävät kokonaisvarmuutena ilmaistuna seuraavat arvot:

- kantokyvyn suhteen 1,8
- liukumisen suhteen 1,5
- kaatumisen suhteen 1,5.

Rajatilamenetelmää käytettäessä noudatetaan julkaisua *Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet* tai vaihtoehtoisesti Eurocode 7:n esistandardissa *ENV 1997-1* esitettyjä ja kansallisessa soveltamisasiakirjassa (*NAS*) esitettyjä menetelyjä.

Painuma ja painumaero

Rakenteen sallittu painuma ja kallistuma määräytyy ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 11400.1 Painuma, painumaero* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *11410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja).

Painuma ei saa vaarantaa johtojen eikä rakenteiden toimintaa. Sellaisia painumia tai kaltevuuden muutoksia, jotka estävät pintaveden poistumista ajoradalta, ei sallita. Painumista aiheutuvia halkeamia ei saa syntyä.

Routiminen

Routiminen ei saa haitallisesti nostaa tai kallistaa rakennetta. Rakenteen sallitut routanousut ja kallistumat eivät saa käyttöiän aikana ylittää seuraavia arvoja, elleivät laitetekniset vaatimukset muuta edellytä:

- routanousu 20 mm
- kallistuma 1,2°.

Viitteet

- 11400.1 Painuma, painumaero, InfraRYL
- 11410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL
- EN 1997 Eurocode 7. Geotekninen suunnittelu
- Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet.

Todentaminen (suora)

Todentaminen suoritetaan silmämääräisen tarkastelun perusteella ja tarvittaessa mittauksin.

11440 Paaluperustukset

Pengerpaalurakenteet

Paaluja ja paalulaattaa käyttäen kuormitus siirretään yleensä kovaan maapohjaan, minkä johdosta painumia ei käytännössä aiheudu. Paaluhattuja käytettäessä painumien poistotehokkuus riippuu paaluhattujen dimensioista, paaluvälistä, holvauskerroksessa käytetyistä materiaaleista ja mahdollisista lujitteista. Paalutuksen viereen ei saa läjittää ilman pohjanvahvistussuunnitelmaa.

Ohje

Paalutuksen tyypillisimpiä käyttökohteita ovat yleensä korkeat penkereet silloin, kun massanvaihtoa ei maakerrosten paksuuden takia pystytä tekemään. Pienillä pengerkorkeuksilla ja/tai suurilla pehmeikkösyvyyksillä käytetään useimmiten paalulaattaa paaluhattujen sijaan. Painumia ja painumaeroja poistetaan yleensä varmimmin paalutuksella. Paalutuksella poistetaan yleensä myös pohjamaan routivuuteen ja kantavuuteen liittyvät ongelmat, kun paalutuksen varaan tulevan penkereen korkeus on 1,5 m tai suurempi. Paalutuksen käyttöä ja mitoitusta on tarkasteltu julkaisussa *Paalulaattojen ja paaluhatturakenteiden suunnitteluohje*.

Viitteet

- Paalulaattojen ja paaluhatturakenteiden suunnitteluohje. Suunnitteluvaiheen ohjaus. TIEH 2100007-01.

Vaatimukset

Paalut, paalulaatat ja paaluhatturakenteet sekä liittyvät siirtymälaatat suunnitellaan ja rakennetaan siten, että niillä on riittävä kantokyky sekä käytönaikaisille että työnaikaisille kuormille. Varmuus murtumista vastaan täyttää joko kansalliset vaatimukset

- RakMK:n osa *B1 Rakenteiden varmuus ja kuormitukset, määräykset*

- RakMK:n osa *B3 Pohjarakenteet, määräykset ja ohjeet*
- RakMK:n osa *B4 Betonirakenteet, ohjeet*
- *Betoninormit by 50*
- *Lyöntipaalutusohje LPO-2005*

tai eurooppalaiset vaatimukset

- kuormitusosa *EN 1991 Eurocode 1*
- betoniosa *EN 1992 Eurocode 2*
- geo-osa *EN 1997 Eurocode 7*.

Paaluperustusten suunnittelukäyttöikä on *taulukon 1* mukainen.

Puupaaluja ei saa käyttää.

Stabiliteetti

Perustusten stabiliteetti on riittävä. Stabiliteetti sisältää kaikki rakenteiden riittävään lujuuteen liittyvät asiat, mm. paalujen ja anturoiden kantokyvyn sekä rakenteiden ja maan vakavuuden. Pengerpaalurakenteen stabiliteetti täyttää *kohdassa 11410.3 Vakavuus* (Luonnonmaapohja) esitetyt vaatimukset.

Painuma ja painumaero

Paaluperustuksen varaan perustetun rakenteen painuma täyttää kitka- ja koheesiopaaluille perustetuilla rakenteilla enintään painumaluokan B vaatimukset ja tukipaaluille perustetuilla rakenteilla painumaluokan A vaatimukset.

Viitteet

- 11410.3 Vakavuus, InfraRYL
- B1 Rakenteiden varmuus ja kuormitukset, määräykset. Suomen rakentamismääräyskokoelma
- B3 Pohjarakenteet, määräykset ja ohjeet. Suomen rakentamismääräyskokoelma
- B4 Betonirakenteet, ohjeet. Suomen rakentamismääräyskokoelma
- by 50 Betoninormit
- EN 1991 Eurocode 1. Rakenteiden kuormitukset
- EN 1992 Eurocode 2. Betonirakenteiden suunnittelu
- EN 1997 Eurocode 7. Geotekninen suunnittelu
- Lyöntipaalutusohje LPO-2005.

Ohje

Paalulaatta

Penkereen vähimmäiskorkeus paalulaatta käytettäessä on 1,5 m. Poikkeuksena on sieni-laatta, jossa on yhden tason raudoitus, kun sitä käytetään moottoritien liikennealueella. Tällöin vähimmäiskorkeus on 1,8 m.

Paaluhatut

Paaluhatturakennetta voidaan normaalipenkereen osalta käyttää, kun saven leikkauslujuus on vähintään 15 kPa ja kun leikkaustason alle jää kuivakuorta vähintään 1 m. Kuivakuoren puuttuessa saven leikkauslujuus on vähintään 20 kPa.

Penkereen korkeuden on oltava vähintään kolminkertainen hattujen rakoväliin nähden, kuitenkin aina vähintään 1,5 m ja moottoritien kanssa vähintään 1,8 m.

Paaluhatturakenteen voi aloittaa 20 m:n etäisyydeltä sillan päädystä.

Routamitoitus tehdään kerran 20 vuodessa toistuvan pakkasmäärän mukaan julkaisun *Pohjarakennusohjeet RIL 121-2004* kuvan 3b mukaan.

Viitteet

- *Pohjarakennusohjeet RIL 121-2004.*

Todentaminen (suora)

Stabiliteetti- ja painumavaatimusten täyttyminen todennetaan laskelmin ja niiden lähtökohtana käytettyjen lähtötietojen luotettavuuden arvioinnilla. Ks. julkaisu *Geotekniset laskelmat*.

Materiaalien käyttöikä käyttöolosuhteissa esitetään materiaaliikohtaisesti laskelmin tai käyttöikävaatimusten asettamien materiaali- ja dimensiovaatimusten täyttymisenä. Esimerkiksi betonin käyttöikä voidaan esittää standardin *SFS-EN 206-1* tai kansallisesti julkaisun *by 50* mukaan ja terästen käyttöikä standardin *EN 1993 Eurocode 3* tai kansallisesti RakMk:n osan *B7 Teräsrakenteet* mukaan. Koko rakenteen toiminnallinen käyttöikä — käyttäytyminen toiminnallisesti tarkoituksemukaisella tavalla määritetään laskelmilla.

Viitteet

- B7 Teräsrakenteet, ohjeet 1996. Suomen rakentamismääräyskokoelma
- by 50 Betoninormit
- *EN 1993 Eurocode 3*
- Geotekniset laskelmat, TIEH 2100018-v-03 2003.
- *SFS-EN 206-1 Betoni. Osa 1: Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus.*

11450 Telat ja arinarakenteet

Tela- ja arinarakenteita ovat kiviainesarinat, lankkuarinat, hirsiarinat, betoniarinat ja teräslevyarinat. Niitä käytetään etupäässä rumpujen ja putkijohtojen perustamiseen. Teiden perustamisessa käytettäviä tela- ja arinarakenteita vastaavat osaksi nykyisin erilaiset maan lujitusratkaisut, ks. *kohta 11220 Penkereen lujitusrakenteet*.

Teloja ja arinoita käytetään pehmeillä maapohjilla parantamaan rakenteen kantavuutta ja stabiliteettia ja tasaamaan painumaeroja. Arinan tulee tasata maapohjaan kohdistuvaa rasiitusta jakamalla kuormaa suuremmalle alueelle yleensä lujuutensa ja taivutusjäykkyytensä vaikutuksella. Pelkästään rakeisesta materiaalista koostuvilla sora-arinoilla ei itsessään ole vetolujuutta. Niiden toiminta perustuu kuormien jakamiseen ja pohjamaasta aiheutuvien vaikutusten tasamiseen. Telan ja arinan tarvittava kerrokorkeus kasvaa tällöin pohjamaan pehmetessä.

Tiealueen rumpujen ja putkijohtojen perustamisessa käytetään edelleen kiviainesarinoita ja muitakin arinaratkaisuja.

Rumpujen ja putkijohtojen perustamisessa arinan tulee pitää putkien kaltevuus mahdollisimman tasaisena ja liitoksien muodonmuutokset liitosrakenteen edellyttämässä sallituissa rajoissa, katso *luvut 12320 Hulevesiviemärit* ja *12330 Rummut*.

Käytettävän arinaratkaisun tulee kestää rakenteen suunnitellun käyttöiän. Suojaamattomasta puusta käsitellyn arinarakenteen tulee siksi säilyä märkänä esimerkiksi saven sisällä. Kiviainesarinaa käytettäessä maa ei saa olla niin pehmeää, että se estää päälle tulevien kerrosten tiivistämisen.

Viitteet

- 11220 Penkereen lujitusrakenteet, InfraRYL.
- 12320 Hulevesiviemärit, InfraRYL.
- 12330 Rummut, InfraRYL.

Vaatimukset

Stabiliteetti

Rakenteen stabiliteetti määräytyy rakenteen mukaan, ks. *kohdat 11400.2 Vakavuus* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *11410.3 Vakavuus* (Luonnonmaapohja).

Painuma ja painumaero

Rakenteen painuma määräytyy ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 11400.1 Painuma, painumaero* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *11410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja).

Ohje

Rumpujen ja putkijohtojen painuminen pyritään hallitsemaan perustamistavan ja sijainnin mukaan siten, ettei haitallisia painumaeroja muodostu. Rumpujen painumiin voidaan varautua myös ennakkokorotuksin. Pienet painumaerot voidaan hallita valitsemalla riittävän suuri pitiuskaltevuus asennusvaiheessa.

Viitteet

- 11400.1 Painuma, painumaero, InfraRYL.
- 11400.2 Vakavuus, InfraRYL.
- 11410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL.
- 11410.3 Vakavuus, InfraRYL.

Todentaminen (suora)

Stabiliteettivaatimusten täyttyminen todennetaan stabiliteettilaskelmin.

Painuman ja painumaeron todentaminen, ks. *kohta 11410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja) sekä *luvut 12320 Hulevesiviemärit* ja *12330 Rummut*.

Viitteet

- 11410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL.
- 12320 Hulevesiviemärit, InfraRYL.
- 12330 Rummut, InfraRYL.

11460 Pohjanvahvistukset

11461 Massa- ja syvästabiloinnit

Stabiloituja pilareita käytettäessä kuorma on kyettävä siirtämään pilareille sopivalla holvauskerroksella, arinoilla, lujitteilla tms. rakenteella.

Ohje

Tyypillisimpien sideaineiden kalkin ja sementin laatuvaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa, *luvut 14131 Pilaristabiloidut rakenteet ja 14132 Massastabiloidut rakenteet*.

Viitteet

- 14131 Pilaristabiloidut rakenteet, InfraRYL.
- 14132 Massastabiloidut rakenteet, InfraRYL.

Stabiloidut pilarit

Stabiloiduilla pilareilla siirretään ylärakenteista tulevat kuormat pilarin lujuuden mukaan seuraavasti:

- myötäämättömillä pilareilla (leikkauslujuus yli 200 kPa) kuormat siirretään kantavaan maapohjaan, jolloin painumat saadaan hyvin pieniksi (lähes vain pilareiden kokoonpuristuminen)
- myötäävillä pilareilla kuormat siirretään joko kokonaan tai osittain maakerrosten varaan, jolloin painumat pienennetään kokonaispainumien kannalta hyväksytylle tasolle
- määrämittaisilla myötäävillä pilareilla kuormia ei viedä kantaville maakerroksille, vaan pilarikuormat jaetaan kokoonpuristuville maakerroksille. Määrämittaisia pilareita voidaan käyttää siirtymärakenteina.

Stabiloitujen pilareiden, joiden leikkauslujuus on enintään 200 kPa, sijaintitarkkuuden ja sideaineen syöttötarkkuuden vaatimukset sekä lujuus- ja homogeenisuusvaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa, *luku 14131 Pilaristabiloidut rakenteet*.

Luiskien vahvistamisessa ei käytetä erillisiä pilareita, vaan pilareista muodostetaan aina seinämärakenteita.

Massastabilointi

Massastabiloinnilla ylärakenteesta tulevat kuormat siirretään joko kantavaan maakerrokseen tai pehmeään maakerroksen yläosa lujitetaan massastabilointilaa-talla, jolloin kuormat jakaantuvat paremmin ja laatta tasaa painumaeroja myös omalla jäykkyydellään.

Ohje

Pilaristabiloinnin kriittiset tekijät ovat pilarien halkaisija, pilariväli ja stabiloinnilla saavutettavat pilarien lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet sekä määrämittaisilla myötäävillä pilareilla li-

säksi pilarin pituus. Stabiloinnin onnistuminen edellyttää pohjaolosuhteisiin sopivan sideaineen valintaa. Syvästabiloinnin käyttöä ja mitoitusta on käsitelty julkaisussa *Syvästabiloinnin suunnitteluohje*.

Määrämittaisten pilarien käyttöä ja mitoitusta on lyhyesti tarkasteltu julkaisussa *Syvästabiloinnin suunnitteluohje*. Määrämittaisten pilarien käyttöä siirtymärakenteissa on käsitelty julkaisussa *Tiepenkereen siirtymärakenteet pehmeiköllä*.

Massastabilointi

Massastabiloinnin kriittisiä tekijöitä ovat stabiloinnin paksuus ja lujuus sekä stabiloinnin alle jäävän maapohjan painumaominaisuudet. Massastabilointilaatan käyttöä ja mitoitusta on lyhyesti tarkasteltu julkaisussa *Syvästabiloinnin suunnitteluohje*.

Viitteet

- Syvästabiloinnin suunnitteluohje.
- *Tiepenkereen siirtymärakenteet pehmeiköllä*, TIEL 3200248.

Vaatimukset

Syvä- ja massastabilointi muodostaa tierakenteelle painumien ja painumaerojen sekä stabiliteetin suhteen suunnitellusti käyttäytyvän pohjarakenteen. Stabiloinnissa käytettävällä sideaineella kyetään lisäämään maan jäykkyyttä ja lujuutta tunnetusti ja pitkäaikaisesti.

Rakenteen tavoitekäyttöikä on *taulukon 1* mukainen.

Sideaine täyttää ympäristövaatimukset, eikä siitä liukene ympäristöön haitallisia aineita haitallisessa määrin, *luvut 14131 Pilaristabiloidut rakenteet ja 14132 Massastabiloidut rakenteet*. Sideaine on ympäristökelpoinen.

Viitteet

- 14131 Pilaristabiloidut rakenteet, InfraRYL
- 14132 Massastabiloidut rakenteet, InfraRYL

Ohje

Syvästabiloinnilla aikaansaatavat vaikutukset painumissa, tasaisuudessa ja stabiliteetissa riippuvat

- stabiloitavan maan ominaisuuksista
- stabiloinnissa käytettävän sideaineen ominaisuuksista ja määrästä
- sideaineen jakautumisen suunnitelmanmukaisuudesta
- stabiloidun rakenteen dimensioista ja suhteesta stabiloimattomaan maapohjaan
- massan lujuus- ja muodonmuutosominaisuuksista
- kuormituksesta, sen suuruudesta, jakautumisesta ja suhteesta stabiloidun maan lujuuteen.

Stabiliteetti

Valmiin rakenteen kokonaisvarmuusluku on $F_{\text{kok}} > 1,5$. Jos tarkasteltavalla alueella on pysyviä rakenteita, kokonaisvarmuusluku on $F_{\text{kok}} > 1,8$.

Pilaristabilointia ei tule käyttää, jos rakenteen laskennallinen stabiliteetti ilman pilareita on $F_{\text{kok}} = 1,0$ ja jos maanpinta on kaltevampi kuin 5 % (1:20) ja kokonaisvarmuus on $F_{\text{kok}} = 1,2$.

Turpeen stabiloinnissa voidaan käyttää vain massastabilointia. Stabiloitavan turvekerroksen paksuus on enintään 5 m.

Painuma

Rakenteen painuma määrytyy ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 11400.1 Painuma, painumaero* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *11410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja).

Viitteet

- 11400.1 Painuma, painumaero, InfraRYL
- 11410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL

Todentaminen (suora)

Todentaminen tehdään tarkastamalla suunnitelmat ja todentamalla, että rakenne on suunnitelma-asiakirjojen mukainen. Suunnitelmien tulee olla julkaisun *Syväs-tabiloinnin suunnitteluohje* mukaiset. Poikettaessa ohjeen lujuusvaatimuksista tai käytettäessä tavanomaisesta poikkeavia sideaineita, lujuuden saavuttaminen osoitetaan ennen rakentamista laboratoriokokein sekä pilarikairauksin koerakenteesta.

11462 Tiivistäminen mekaanisesti

Luonnonmaapohjia voidaan tiivistää

- esikuormituksella (ylipenger, yleensä hienorakeiset maapohjat) ja/tai
- pystyjoituksella (tyypillisimmin normaalisti konsolidoituneet savet) sekä
- syvätiivistyksellä (yleensä karkearakeiset maamateriaalit).

Valitulla tiivistystavalla tai tapojen yhdistelmillä on pystyttävä tiivistämään maapohja tiivistykseen käytettävissä olevana aikana siten, että käyttötilanteessa tien käyttöaikana jäljelle jäävät painumat tai painumaerot eivät ylitä sallittuja arvoja.

Esikuormitus

Esikuormituksessa painumien syntymistä nopeutetaan asettamalla maapohjalle joksikin aikaa suurempi kuormitus (ylipenger) kuin mitä sille lopullisesta rakenteesta aiheutuu.

Ohje

Esikuormituspengertä käsitellään teknisissä vaatimuksissa, *luku 18160 Esikuormitusrakenteet*.

Viitteet

- 18160 Esikuormitusrakenteet, InfraRYL

Pystyjoitus

Pystyjoituksessa hienorakeisten maakerrosten painumaa nopeutetaan 1...3 vuodessa tai nopeammin tapahtuvaksi käyttäen nauhamaisia ojia, joiden avulla maa-huokosista pusertuva vesi johdetaan maan pinnalle ja edelleen vettä johtavan ojituserroksen kautta avo-ojiin. Tavallisesti pystyjoituksen yhteydessä tarvitaan painumien nopeuttamiseksi rakennusaikaisena esikuormituksena ylipenger ja riittävän vakavuuden varmistamiseksi vastapenkereet. Pystyjoitus soveltuu käytettäväksi jokseenkin normaalikonsolidoituneilla savikoilla. Humuspitoisissa savissa

voi esiintyä merkittävää sekundääripainumaa, johon pystyöjituksella ei voida vaikuttaa.

Ohje

Pystyöjituksista käsitellään teknisissä vaatimuksissa, *luku 14120 Liuskapystyöjitetut maarakenteet*.

Pystyöjien käyttöä ja mitoitusta on tarkasteltu julkaisussa *Nauhapystyöjitus*.

Viitteet

- 14120 Liuskapystyöjitetut maarakenteet, InfraRYL
- Nauhapystyöjitus. Tielaitoksen selvityksiä 42/1994. TIEL 3200251. .

Dynaaminen syvätiivistys

Dynaamisessa syvätiivistyksessä maapohjaan kohdistetaan suuri iskuenergia maan pintaan korkealta pudotettavan suuren painon avulla, minkä vaikutuksesta maa saadaan osittain juoksevaan tilaan. Tämän seurauksena vettä poistuu maan huokosista ja maa tiivistyy huokostilavuuden pienenemisen johdosta. Tiivistysmenetelmä soveltuu kitkamaille ja tiivistysvaikutus ulottuu käytettävän iskuenergian mukaan useiden metrien syvyyksiin, *luku 14111 Pudotustiivistetyt maarakenteet*.

Viitteet

- 14111 Pudotustiivistetyt maarakenteet, InfraRYL.

Vaatimukset

Stabiliteetti

Rakenteen stabiliteetti määräytyy rakenteen mukaan, ks. *kohdat 11400.2 Vakavuus* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *11410.3 Vakavuus* (Luonnonmaapohja). Plastisten muodonmuutosten välttämiseksi pystyöjituskentän stabiliteetti on $F = 1,5$ myös esikuormituksen aikana.

Painuma ja painumaero

Rakenteen painuma määräytyy ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 11400.1 Painuma, painumaero* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *11410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja).

Ylipenkereen poiston jälkeen painumanopeus on suunnitelma-asiakirjojen mukainen.

Nauhapystyöjien aikaansaama jälkitiivistyminen rakenteen käytön aikana otetaan huomioon suunnitelma-asiakirjoissa vaatimukset ylittävien tien painumien ja painumaerojen hallitsemiseksi.

Viitteet

- 11400.1 Painuma, painumaero, InfraRYL.
- 11400.2 Vakavuus, InfraRYL.
- 11410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL.
- 11410.3 Vakavuus, InfraRYL.

Todentaminen (suora)

Stabiliteettivaatimusten täytyminen todennetaan stabiliteettilaskelmin.

Painuman ja painumaeron todentaminen, ks. *11410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja).

11463 Massanvaihto

Massanvaihdolla korvataan runsaasti kokoonpuristuvat luonnonmaakerrokset siten,

- että kovaan pohjaan ulottuvalla massanvaihdolla poistetaan kokonaispainumat käytännössä lähes kokonaan (jää jäljelle rakennetun täytteen kokoonpuristuminen)
- että osittaismassanvaihdolla korvataan maan pehmeät pintakerrokset sellaiseen syvyyteen ja niin, että massanvaihdon alapuolelle jäävien kokoonpuristuvien maakerrosten aiheuttama kokonaispainuminen pysyy suunnitelluissa rajoissa.

Massanvaihdon tekeminen kuvataan teknisissä vaatimuksissa, *luku 16110 Maaleikkaukset*.

Viitteet

- 16110 Maaleikkaukset, erittelemätön, InfraRYL.

Ohje

Kaivamalla tehtävässä massanvaihdossa kaivannon vakavuuteen liittyvät ongelmat voivat rajoittaa menetelmän käyttöä. Pohjaantäytössä pohjamaan on oltava riittävän pehmeää, jotta täyttö onnistuu.

Massanvaihdon käyttöä on tarkasteltu julkaisussa *Massanvaihto*. Massanvaihdon, erityisesti pohjaantäytön, osalta painumat tulee arvioida ottaen huomioon työmenetelmissä ja laadunvarmistuksessa käytettävät menetelmät.

Viitteet

- Massanvaihto. Tielaitoksen selvityksiä 2/1993. TIEL 3200127.

Vaatimukset

Massanvaihto muodostaa tierakenteelle painumien ja painumaerojen sekä stabiiliteetin suhteen hallitusti käyttäytyvän pitkäaikaisen pohjarakenteen.

Rakenteen käyttöikä on *taulukon 1* mukainen.

Stabiiliteetti

Rakenteen stabiiliteetti määräytyy rakenteen mukaan, ks. *kohdat 11400.2 Vakavuus* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *11410.3 Vakavuus* (Luonnonmaapohja).

Painuma ja painumaero

Rakenteen painuma määräytyy ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 11400.1 Painuma, painumaero* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *11410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja).

Viitteet

- 11400.1 Painuma, painumaero, InfraRYL
- 11400.2 Vakavuus, InfraRYL

- 11410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL
- 11410.3 Vakavuus, InfraRYL

Todentaminen (suora)

Stabiiliteettivaatimusten täytyminen todennetaan tarvittaessa stabiiliteetilaskelmin.

Painuman ja painumaeron todentaminen, ks. *11410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja).

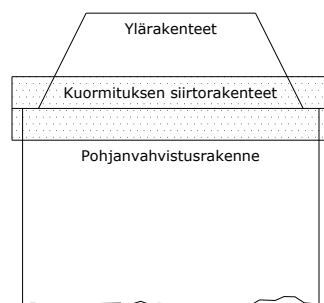
Viitteet

- /TYLT4000/ TYLT4000: Penger- ja kerrosrakenteet. TIEL 2212460. ISBN 951-47-8747-1. Helsinki 1994. 62 s.
- Massanvaihto. Tielaitoksen selvityksiä 2/1993. TIEL 3200127. ISBN 951-47-6961-9. 41 s.

11470 Kuormituksen siirtorakenteet

Kuormituksen siirtorakenteilla, *kuva 105*,

- siirretään kuorma yläpuolella olevasta penkereestä ja liikennekuormasta pohjarakenteille
- varmistetaan päällysrakenteiden ja pohjarakenteiden yhteistoiminta
- vaikutetaan tien pinnalla ilmeneviin painumaeroihin sekä tien kantavuuseroihin.



Kuva 105. Kuormituksen siirtorakenne. Periaatekuva. Kuormituksen siirtorakenteissa käytettäviltä materiaaleilta vaaditaan lujuutta sekä rakenteelta jäykkyyttä ja holvaavuutta.

Vaatimukset

Kuormituksen siirtorakenne kykenee siirtämään ja jakamaan kuormituksen pohjamaalle tai pohjarakenteelle tasaisesti, luotettavasti ja pitkäaikaisesti. Kuormituksen siirtorakenne estää maapohjan tai mahdollisesti pistemäisesti käyttäytyvän pohjarakenteen vaikutusten heijastumisen tien pintaan painumina tai painumaeroista aiheutuvana epätasaisuutena.

Kuormien siirtorakenteilta ja sen osilta vaadittavaan käyttöikään sovelletaan sen alapuolisen pohjarakenteen käyttöikävaatimusta, *taulukko 1*.

Todentaminen (suora)

Kuormituksen siirtorakenteen toiminta arvioidaan suunnitelma-asiakirjojen ja käytettävien materiaalien ominaisuuksien perusteella.

Määritelmä

Holvauskerros, mahdollinen lujite ja stabiloidut pilarit tai paaluhatut Stabiloitujen pilareiden päälle rakennetulla holvaavalla rakenteella, holvauskerroksella, siirretään päällysrakenteesta ja penkereestä aiheutuvat kuormat pilareille. Holvauskerroksen tavoitteena on muodostaa pilareiden välille pysyvä holvisiten, että itse holvauskerroksen materiaali ei valu pilareiden välistä kuormittamaan pilareiden välissä olevaa pehmeää maapohjaa. Holvauskerrokset ovat yleensä lujitettuja murskemaakerroksia ja stabilointeja.

11500 Siirtymärakenteet

Siirtymärakenteen tarkoitus on varmistaa, että tien pinta pohjasuhteiden vaihtelusta riippumatta pysyy riittävän tasaisena ja päällysrakenteen yläosien käyttöikä mahdollisimman vakiona.

Siirtymärakenteita tehdään tasaamaan

- alusrakenteen routanousueroja
- alusrakenteen painumaeroja
- rakenteen jälkitiivistymiserojen aikaansaamia painumaeroja
- alusrakenteen jäykkyyseroja, ks. *luku 21510 Siirtymäkiilat*.

Lisäksi siirtymärakenteilla tasataan vastaavasti pohjarakenneratkaisujen muutoskohdissa, rumpujen kohdilla sekä sillan tausta-alueella eri rakenteiden välisiä painumaeroista, tiivistymisestä sekä jäykkyudesta aiheutuvia haittoja. Siirtymärakenteita tehdään näihin muutoskohtiin.

Tielle asetetuista laatuvaatimuksista (tien luokasta) riippuu, kuinka loiviksi edellä mainitut erot on tasoitettava.

Sorateilla eroja voidaan tarvittaessa tasata kunnossapidon yhteydessä.

Jyrkkiä ja haitallisen suuria painumaeroja muodostuu erityisesti pehmeikköjen reuna-alueilla, pohjanvahvistusten muutoskohdissa sekä siltojen, rumpujen ja putkijohtojen kohdilla. Routimisen haitalliset vaikutukset ilmenevät usein näillä samoilla kohdilla.

Viitteet

- 21510 Siirtymäkiilat, InfraRYL.

Vaatimukset

Tien pinnan routanousueron ja painumaeron sallitut arvot esitetään kohdissa *11100.3 Routanousu ja routanousuero (Päällysrakenne)* ja *11410.1 Painuma ja painumaero (Luonnonmaapohja)*. Siirtymärakenteet suunnitellaan ja rakennetaan siten, ettei näitä vaatimuksia tien suunnittelukäyttöään aikana ylitetä. Painumat

lasketaan 30 vuoden suunnittelukäyttöiälle ja routanousut kerran 10 vuodessa esiintyvälle pakkasmäärälle. Painumalaskennassa on otettava huomioon suunnitelma-asiakirjojen mukainen tai vähintään 0,5 m:n suuruinen pohjavedenpinnan lasku.

Vuosikierron aikana toistuvasti maapohjan routimisesta johtuva alusrakenteen löyhtyminen ja uudelleentivistyminen ei saa aiheuttaa *taulukon 35* arvoja ylittäviä epätasaisuuksia (painumaerot).

Tien poikkisuunnassa siirtymärakenteet suunnitellaan ja rakennetaan siten, etteivät tien kallistuksen muutokset painumasta tai routivuudesta johtuvana suunnittelukäyttöiän aikana ylitä *kohdan 11410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja) *taulukossa 35* esitettyjä arvoja.

Viitteet

- 11100.3 Routanousu ja routanousuero, InfraRYL.
- 11410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL.

Ohje

Siirtymärakenteet routanousua vastaan

Siirtymäkiilat rakennetaan seuraaviin alusrakenteen muutoskohtiin

- kallio / routiva maalaji
- kallio / routimaton maalaji (kiila tasoittaa kantavuuserot)
- routiva maalaji / routimaton maalaji
- routiva leikkaus / routiva pengerr
- routiva leikkaus, pohjamaa vaihtuu
- silta, rumpu tai pohjamaassa oleva vanha oja tien poikki routivassa pohjassa.

Routanousuja tasaavan kiilan siirtymäkiilasyvyyden, roudaneristyskyvyn ja sen ylläpitämisen sekä pohjan kaltevuuden määrittäminen on esitetty julkaisussa *Tierakenteen suunnittelu*. Hiekkatäytteisen siirtymäkiilan pohjan kaltevuus suhteessa tien tasausviivaan esitetään myös *kohdan 11100.3 Routanousu ja routanousuero* (Päällysrakenne) *taulukossa 20*.

Alusrakenteen routanousueroja voidaan tasata tasalaatuistamalla pohjamaata.

Jyrkkä kosteusolosuhteiden vaihtuminen voi joskus aiheuttaa kiilan tarpeen, ellei kosteuseroa tasoiteta kuivatuksella.

Siirtymärakenteet painumia vastaan

Tiepenkereen perustamistapojen muutoskohtaan syntyy usein painumaero, joka loivennetaan siirtymärakenteella. Pohjanvahvistustavan muutoskohta voidaan luokitella seuraavasti:

- vahvistettu painumaton rakenne / vahvistettu painuva rakenne
- vahvistettu painumaton rakenne / maanvarainen painuva pengerr
- vahvistettu painuva rakenne / maanvarainen painuva pengerr.

Tyypillinen vahvistetulta painumattomalta rakenteelta painuvalle rakenteelle siirtyminen on pengerrpaalutuksen ja maanvaraisen penkereen rajakohta. Siirtymärakenteina voidaan käyttää kevennystä (myös kiilakevennys), siirtymäpaalutusta, syvästabilointia, massanvaihtoa, pystyjoitusta, lujitteita ja teloja sekä siirtymälaittoja.

Siirtymärakenteiden mitoitus perustuu pääosin painumalaskelmiin. Tavallisissa olosuhteissa riittää primäärisen konsolidaatiopainuman suuruuden ja painumanopeuden määrittäminen. On kuitenkin tiedostettava tilanteet, joissa muutkin painumalajit voivat olla merkittäviä. Sekundääripainumien suuruus on syytä ottaa huomioon ainakin pystyjoitusosuuksilla, kun nämä rajautuvat painumattomaan rakenteeseen, sillä pystyjoitetuilla pehmeiköillä sekundääripainumat pääsevät alkamaan tavallista nopeammin etenkin humuspitoisilla pehmeiköillä.

Julkaisussa *Tiegeotekniikan yleismitoitusterusteet* on esitetty *taulukossa 38* olevat tieluokasta riippuvat sallitut painumat tien päällysrakenteen suunnitellun käyttöiän (30 vuotta) aika-

na. Näitä arvoja voidaan pitää suuntaa antavina lähtökohtina myös siirtymärakenteiden suunnittelussa. Ne johtavat tasalaatuisissa olosuhteissa *taulukossa 38* esitettyihin siirtymärakennepituuksiin.

Taulukko 38. Suuntaa antavat siirtymärakenteiden pituudet pehmeiköillä (modifioitu).

Painuma	Siirtymärakenteen pituus			
	Moottoriväylät	Valta- ja kantatiet	Seudulliset tiet	Betonipäällysteiset tiet
200 mm	33 m	25 m	18 m	42 m
300 mm	50 m	38 m	27 m	
400 mm	67 m	50 m	36 m	liian suuri kokonais painuma
500 mm		63 m	45 m	

Tien luokka pitää siirtymärakenteen mitoituksessa ottaa huomioon vain siirtymän pituutta määritettäessä. Rajakohdilla sen sijaan pitää pyrkiä välttämään jyrkät painumaerot tien luokasta riippumatta.

Penkereen tiivistymiseroja tasaavat siirtymäkiilat

Jos rakenteelle voidaan varata painuma- ja tiivistymisaikaa, oikaistaan rakentamisaikana syntyneet painumat ennen päällystystä, jolloin voidaan käyttää pienempää kiilaa tai joissakin tapauksissa kiilasta voidaan luopua kokonaan.

Kantavuus-siirtymärakenteet

Tien päällysrakenteen käyttöään yhdenmukaistamiseksi tien laskennalliset kesäkauden pintakantavuudet eivät eroa *taulukon 38* suuntaa antavan siirtymäkiilapituuden matkalla toisistaan enemmän kuin 20 % keskiarvosta. Tämä saavutetaan yleensä, kun rakenteen jäykkyydeltään merkittävästi toisistaan poikkeavien materiaalien muuntumispituus ei ole jyrkempi kuin 1:4. Esimerkiksi kallion ja louheen, louheen ja muun routimattoman materiaalin tai soran ja hiekan välisen rajapinnan välinen kaltevuus tulee olla enintään 1:4.

Siirtymälaatat

Siirtymälaatat suunnitellaan ja rakennetaan siten, että niillä on riittävä kantokyky sekä käytönaikaisille että työnaikaisille kuormille.

Siirtymälaattoja käytetään aina paalulaattojen päättymiskohdassa, vaikka jälkipainumia ei olisi odotettavissa.

Poikkisuuntaisten siirtymäkiilojen paikat ja tarve

Maaleikkauksessa tarvitaan poikittainen siirtymäkiila, kun alusrakenne vaihtuu tien poikkisuunnassa routivasta routimattomaksi (routanousueroja tasaava kiila), tai kun alkuperäisen maaston sivukaltevuus on suurempi kuin 1:10 (tiivistymiseroja tasaava kiila), jolloin kiila tasaa myös routanousueroja, jos pengertäyte ja pohjamaa ovat routivuudeltaan erilaisia.

Viitteet

- 11100.3 Routanousu ja routanousuero, InfraRYL.
- *Tiegeotekniikan yleiset mitoitusperusteet, TIEL 3200150*
- Tierakenteen suunnittelu, TIEH 2100029-v-04.

Todentaminen (suora)

Suorat vaatimukset todennetaan laskennallisesti painuman ja routanousun osalta.

11600 Luiskatäyte

Luiskatäytteen käytöllä vaikutetaan tien turvallisuuteen ja esteettisyyteen sekä tienrakenteen säilyvyyteen. Luiskatäytteellä loivennetaan tien liityntää ympäristöön ja vähennetään vesien valumista tien rakenteeseen. Luiskatäyte toimii myös kasvualustana.

Luiskatäytteellä tarkoitetaan tien pinnan ja luiskapinnan leikkauspisteestä maapenkereillä kaltevuudessa 1:1,5 ja louhepenkereillä kaltevuudessa 1:1 olevan kuvitellun rajapinnan ulkopuolista täyttöä.

Pohjavedensuojaustarkoituksessa rakennettavat luiskan täytöt ja rakenteet käsitellään *luvussa 14230 Pohjavedensuojaukset*.

Viitteet

- 14230 Pohjavedensuojaukset, InfraRYL.

11600.1 Turvallisuus

Luiskan kaltevuuden tulee olla sellainen, ettei ajoneuvolla ole välitöntä vaaraa kaatua, jos ajoneuvo ajautuu luiskaan. Jyrkissä luiskissa on käytettävä kaiteita. Luiskan kantavuuden tulee olla riittävä tien hoidossa käytettäviä laitteita ja koneita sekä satunnaista luiskassa ajoa varten.

11600.2 Pintavesien ohjaus

Luiskan liitynnän muuhun tierakenteeseen tulee olla sellainen, että se ohjaa tiepäällysteeltä valuvan veden edelleen sivuojaan. Luiskatäyttemateriaalin vedenläpäisevyyden tulee olla niin pieni, etteivät tiepäällysteeltä valuvat vedet merkittävässä määrin valu tien runkoon. Luiskan verhouksella vaikutetaan rakenteen kuivatukseen ja tien vaurioitumisalttiuteen myös tukemalla tien runkoa. Ks. *luku 22200 Luiskaverhoukset ja eroosiosuojaukset*.

Viitteet

- 22200 Luiskaverhoukset ja eroosiosuojaukset, InfraRYL

11600.3 Vakavuus

Luiskan kaltevuudella ja täyttömateriaalilla vaikutetaan tierakenteen vakavuuteen. Tien vakavuus muodostuu usean eri osarakenteen yhteisvaikutuksesta (luiskatäyttö, pengerrakenne, pohjarakenne sekä luonnonmaapohja). Vakavuusvaatimukset esitetään *kohdassa 11410.3 Vakavuus* (Luonnonmaapohja).

Viitteet

- 11410.3 Vakavuus, InfraRYL.

11600.4 Sopivuus kasvualustaksi

Luiskatäytteen tulee pintaosiltaan soveltua nurmetukseen ja mahdollisesti muiden kasvien istutukseen. Nurmetetuilla ja istutuksin varustetuilla luiskilla vaikutetaan tieväylän viihtyisyyteen, *luku 23112 Paikalla tehtävät kasvualustat*.

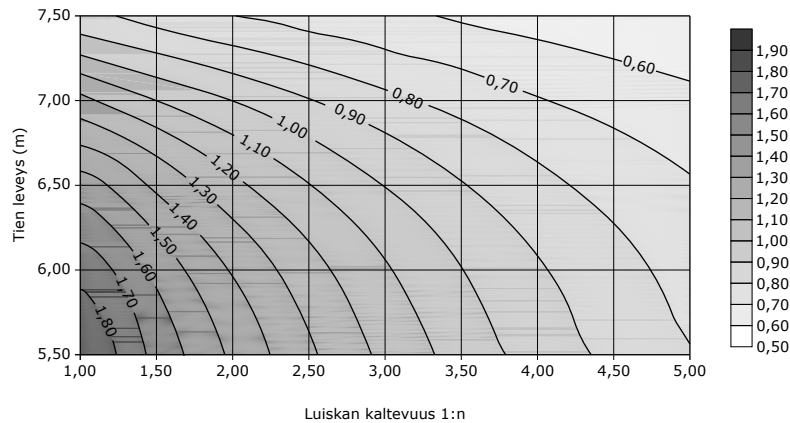
Viitteet

- 23112 Paikalla tehtävät kasvualustat, InfraRYL.

11600.5 Luiskien kaltevuus

Pengerluiskien kaltevuudella on välitön vaikutus tieväylän liikenneturvallisuuteen ja ulkonäköön. Pengerluiskan kaltevuus vaikuttaa myös tierakenteen vakavuuteen, kantavuuteen ja urautumiseen sekä päällysteen pituushalkeamien synty-miseen. Luiskien kaltevuudella vaikutetaan välillisesti myös tien ylläpidettävyyteen ja kuivatukseen:

- tien ulkonäön tai liikenneturvallisuuden kannalta vaativissa paikoissa sekä ke-ski- ja välikaistoilla luiskakaltevuudeksi pitäisi valita 1:4...1:10. Luiskat loiven-netaan ulkonäön ja liikenteen turvallisuuden kannalta tieluokittain. Luiskan kaltevuudet on määritetty julkaisussa *Normaalipoikkileikkaukset* (1.3 Normaali-poikkileikkaukset III 1,3 - 1...6 ja Liite 1-13 12.3.1968 sekä 1.32 Normaali-poik-kileikkauksen valinta, jonka V 2 Kaiteet ja suistumisonnettomuuksien ehkäisy korvaa osittain). Luiskan kaltevuus vaikuttaa myös lumen kinostumiseen
- luiskan kaltevuuden vaikutus tierakenteen vakavuuteen riippuu materiaalien lu-juusominaisuuksista (kitkakulma, joka puolestaan riippuu materiaalin rakeisuu-desta, tiiviydestä jne.), rakenteen paksuudesta sekä pengerluiskan alapuolises-ta pohjamaasta ja pohjarakenneratkaisuista
- luiskan kaltevuus vaikuttaa erityisesti tien reuna-alueen kantavuuteen ja defor-maatioherkkyyteen. *Kuvassa 106* esitetään ohutpäällysteisten teiden pinnan deformatiivisuus suhteessa 6,5 m leveään tiehen, jonka luiskan kaltevuus on 1:3.



Kuva 106. Tien pinnan deformaatiomäärä suhteessa 6,5 m leveään tiehen, jonka luiskan kaltevuus on 1:3 ohutpäällysteisillä teillä.

Viitteet

- Normaalipoikkileikkaukset.

Vaatimukset

Alus- ja päällysrakenteen luiskien kaltevuudessa otetaan huomioon tien reunaosien kantavuus, luiskien vakavuus, ylläpito sekä tien ulkonäkö ja liikenneturvallisuus.

Ohje

Jos penkereessä käytetään erillistä luiskatäytettä, pengertäyte tehdään tavallisesti luiskakaltevuuteen 1:1,5 ja louhepenkereessä kaltevuuteen 1:1.

Tien sisäluiskan kaltevuus on

- normaalisti 1:3
- moottori- ja moottoriliikenneteillä 1:4
- kaiteellisella penkereellä 1:1,5.

Tien ulkonäön tai liikenneturvallisuuden kannalta vaativissa paikoissa sekä keski- ja välikais-toilla luiskakaltevuus on 1:4...1:10. Luiskakaltevuutta 1:2...1:2,5 saa käyttää vain poikkeuksellisesti. Tarkempia ohjeita on esitetty julkaisun *Teiden suunnittelu* osan III kohdassa: 1 Poikkileikkaus sekä osan V kohdassa 2 Kaiteet.

Myös syvät (0,7...1,5 m) jyrkkäluiskaiset ojat heikentävät reunakantavuutta, lisäävät keskihalkemia kapeilla teillä ja aiheuttavat valumia ojan pohjalle.

Viitteet

- Teiden suunnittelu.

Todentaminen (suora)

Suorat vaatimukset todennetaan suunnitelma-asiakirjojen ja teknisten vaatimusten perusteella.

11600.6 Luiskatäytteen sisäinen vakavuus

Vaatimukset

Luiskatäytteen materiaali on riittävän kantavaa ja heikosti vettä läpäisevää. Materiaalin leikkauslujuus on riittävä luiskan kaltevuuteen nähden. Materiaali on kestävä (eroosionstabiili) tieltä valuvien vesien kulutusta vastaan. Materiaali toimii tarvittaessa myös kasvualustana, *luku 23112 Paikalla tehtävät kasvualustat*.

Ohje

Luiskan materiaalina voidaan käyttää sekalaista täytettä, jolla tarkoitetaan soraa, hiekkaa ja moreeneja, jotka voivat sisältää vähäisen määrän kasvijätteitä, enintään 20 % turvetta sekä silttejä ja savia, jotka pysyvät luiskan kaltevuudessa. Suuria kiviä ja lohkareita ei saa sijoittaa 0,2 m lähemmäksi luiskapintaa. Ks. *luvut 18110 Maapenkereet ja 18121 Maalle pengerrytetyt louhepenkereet*.

Viitteet

- 18110 Maapenkereet, InfraRYL.
- 18121 Maalle pengerrytetyt louhepenkereet, InfraRYL.
- 23112 Paikalla tehtävät kasvualustat, InfraRYL.

Todentaminen (suora)

Suorat vaatimukset todennetaan suunnitelma-asiakirjojen ja teknisten vaatimusten perusteella.

11600.7 Vedenläpäisevyys

Vaatimukset

Luiskatäyttemateriaalin vedenläpäisevyys on niin pieni, etteivät tienpäällysteeltä valuvat vedet merkittävässä määrin valu tien runkoon. Luiskatäyte päästää rakennekerroksista tulevan veden poistumaan kuivatusojaan. Vedenpitävää luiskatäyttöä käytettäessä vedelle järjestetään poistumistie.

Pohjaveden suojaamiseksi tehty luiskatäyte käsitellään *luvussa 14230 Pohjavedensuojaukset*.

Ohje

Vedenpitäväksi luiskatäytteeksi katsotaan savi, siltti ja silttimoreeni. Ks. *luvut 18110 Maapenkereet ja 18121 Maalle pengerrytetyt louhepenkereet*.

Vedelle järjestetään poistumistie rakennekerroksista routivan luiskatäytteen läpi ojaan korvaamalla tiivis täyte 2 m:n matkalla soralla tai sepelillä. Aukko tehdään tien molemmille puolille 20 m:n välein. Aukkoja ei tarvita ulkokaarten puolella, jos alusrakenne on kallistettu sisäkaarteeseen päin, eikä myös salaojin kuivatetussa rakenteessa. Ks. *luvut 18110 Maapenkereet ja 18121 Maalle pengerrytetyt louhepenkereet*.

Salaojilla voidaan korvata purkuaukot loivaluiskaisilla teillä.

Viitteet

- 14230 Pohjavedensuojaukset, InfraRYL.
- 18110 Maapenkereet, InfraRYL.
- 18121 Maalle pengerrytetyt louhepenkereet, InfraRYL.

Todentaminen (suora)

Vaatimukset todennetaan suunnitelma-asiakirjojen ja teknisten vaatimusten perusteella.

12000 Kuivatusrakenne

Rakenteen kuivatus, kuivatusvesien johtaminen ja ohjailu

Kuivatuksen kulloinenkin tarve riippuu paikallisista olosuhteista. Kuivatusjärjestelmän materiaalit, putkikoot, viettokaltevuudet jne. mitoitetaan hydraulisella mitoituksella tai arvioidaan kokemuseräisesti. Kuivatuksen hydrologiset perusteet, pintakuivatuksen ja syväkuivatuksen suunnittelu sekä rumpujen ja sadevesiviemärien mitoitus on esitetty Tiehallinnon julkaisussa *Teiden suunnittelu IV*.

Tierakenteen kokonaisvaltaisella kuivatuksella ja kuivatusvesien johtamisella ja ohjailulla vaikutetaan tien turvallisuuteen, käyttöikään ja ylläpidettävyyteen. Kuivatusrakenteen tulee pitää tierakenne suunnitellulla tavalla kuivatettuna ja johtaa kuivatusvedet purkupaikkaan.

Tien kuivatus on toteutettava hyväksyttävällä tavalla kolmella kuivatuksen osa-alueella. Osa-alueet ovat

- tien pintakuivatus

- tierakenteen kuivatus

- pohjamaan/alusrakenteen kuivatus.

Pintakuivatuksen tarkoituksena on mahdollistaa liikenteen turvallinen sujuminen sateella ja vähentää veden pääsyä rakennekerrokseen. Tien pinnalta ja luiskista rakenteeseen pääsevä vesi poistetaan tierakenteen kuivatuksella. Tierakenteen kuivatuksen tarkoituksena on tien kantavuuden säilyttäminen koko tien käyttöajan ajan. Pohjamaata kuivatetaan vain erityistapauksissa.

Tie on perustettava ja rakennettava siten, että tien pinnan kuivatuksen edellyttämät vähimmäiskaltevuudet (pituus- ja poikkisuunnassa) eivät alitu tien mitoituksensa aikana tapahtuvien painumien tai muiden muodonmuutoksien tai siirtymisien takia. Päällysten kulumisenkaan ei saa aiheuttaa haitallista lammikoitumista tai veden virtaamista tiellä kohtuuttoman pitkää matkaa.

Rakennekerrokset kuivatetaan siten, etteivät ne pääse liiaksi kastumaan edes roudan ja lumen sulamisvaiheessa. Päällysrakenteeseen päässeet vedet poistetaan rakenteiden pehmenemisen ehkäisemiseksi. Vajovedet on poistettava tien kuormituskestävyyttä ylläpitävistä rakennekerroksista. Kun routimisen ehkäiseminen vaatii paksummat rakenteet kuin kuormituskestävyys, riittää, että kuormituskestävyyttä ylläpitävät rakennekerrokset kuivatetaan.

Siirtymäkiilojen kohdalla riittää sama kuivatussyvyys kuin viereisillä tien kohdilla. Veden poistuminen siirtymäkiilasta ja tasausviivan notkopaikoista tulee varmistaa järjestämällä vedelle poistumistie myös alusrakenteen pinnan tasoon. Siirtymäkiila tulee kuivattaa myös silloin, kun kiilatäyte on heikosti vettä johtavaa, esimerkiksi hienoa hiekkaa, tai liettyvää.

Tierakenteen kuivatus ei saa aiheuttaa haitallisia ympäristövaikutuksia, esimerkiksi ympäristöjen kaivojen kuivumista ja rakennusten painumia.

Kuivatusjärjestelmän osineen tulee kestää kulumista, eroosiota ja kuormitusta. Tien kuivatusrakenteen pitää olla suodatinkerrosta lukuun ottamatta huollettavissa ja pysyä toimintakykyisenä kaikissa sää- ja ilmasto-olosuhteissa läpi vuoden koko tierakenteen eliniän.

Viitteet

- Teiden suunnittelu IV.

Ohje

Myös kallionleikkauksessa on estettävä veden pinnan nousu päällysrakenteeseen. Alusrakennetta ei yleensä kuivateta. Alusrakenteen kuivattamisella voidaan parantaa kantavuutta jonkin verran.

Pohjaveden nousua on rajoitettava, jos pohjaveden pinta on liian lähellä tasausviivaa. Pohjaveden voimakas virtaus alusrakenteessa saattaa aiheuttaa tierakenteiden ja luiskien syöpmistä sekä haitallista paannejään muodostumista. Haitallista pohjaveden virtausta esiintyy useimmiten poikkisuuntaisena varsinkin sivukaltevaan maastoon tehdyissä leikkauksissa ja pituussuuntaisena pitkissä tai jyrkissä pituuskaltevissa osuuksissa.

12000.1 Vedenkuljetuskapasiteetti

Kuivatusrakenteen vedenkuljetuskapasiteetin tulee olla riittävä rakenteesta poistettavaan tai siirrettävään vesimäärään nähden. Kuivatusrakenteen vedenkuljetuskapasiteettiin vaikuttavat materiaalien tai kuivatuselementtien vedenläpäisyvyys/vedenjohtavuus, vedenottokyky, geometriset mitat ja viettokaltevuus. Kuivatusrakenne ei saa tukkiutua rakennekerroksista tai ympäröivästä maasta peräisin olevalla aineksella. Vedenkuljetuskapasiteetin on säilyttävä riittävänä rakenteen mahdollisesta painumisesta tai routimisesta huolimatta.

Vedenkuljetuskapasiteetin puute aiheuttaa mm. veden rakenteeseen kertymistä, mikä vaikuttaa puolestaan kantavuuteen ja vaurioittaa rakennetta.

12000.2 Kestävyys

Kuivatusrakenteen osineen tulee kestää maanpaineesta ja liikennekuormituksesta aiheutuvat mekaaniset ja termiset rasitukset sekä esimerkiksi tien hoidon kemialliset rasitukset vaadittavan käyttöiän.

Kuivatusjärjestelmän ja sen osien kestävyyden puutteet vaikuttavat järjestelmän kykyyn koota ja poistaa vettä, mikä heijastuu tien kantavuuteen, rakenteen vaurioitumiseen ja kestoikään, ja ne voivat näkyä vaurioina tien pinnalla ja luiskissa.

12000.3 Huollettavuus

Kuivatusrakenteen osineen tulee olla huoltovapaa (esimerkiksi suodatinrakenne) tai sen osat on pystyttävä huoltamaan riittävän vedenkuljetuskapasiteetin ylläpitämiseksi järjestelmän käyttöiän ajan.

12100 Tierakenteen kuivatusrakenteet

12110 Suodatinkerros

Katso luku 11140 Suodatinkerros (Päällysrakenne).

Viitteet

- 11140 Suodatinkerros, InfraRYL.

12120 Salaojat

Salaojien päätarkoituksena on maahan imeytyneen veden kerääminen ja poisjohtaminen. Pintavesiä johdetaan yleensä vain poikkeustapauksessa salaojiin tai suotosalaojiin, minkä takia salaojan yläpuolinen luiska ja ojan pohja verhoillaan vettä heikosti läpäisevällä materiaalilla.

Ohje

Salaoja tulee sijoittaa tarpeeksi syvälle jäätymisen estämiseksi. Etelä-Suomessa salaojan asennussyvyyden tulee olla maanpinnasta mitattuna noin 1,5 m ja Pohjois-Suomessa noin 2 m. Salaojat sijoitetaan yleensä tien luiskan alle 0,5...1,5 m:n etäisyydelle tien reunasta. Sorasta, kivistä tai sepelistä ja suodatinkankaasta tehtyä suotosalaojaa voidaan käyttää alle 100 m:n matkoilla, kun pituuskaltevuus on vähintään 2 % ja johdettava vesimäärä pieni. Kallion kohdalla voidaan käyttää irtilouhimalla tehtyä suotosalaojaa. Salaojittaminen vaatii aina myös tarkastuskaivojen tekemistä noin 40 m:n välein, jotta salaojia voidaan huuhdella ja puhdistaa. Kuivatuksen tekniset ratkaisut on esitetty luvussa 14311 Aluesalaojat ja julkaisuissa

- *Teiden suunnittelu IV*
- *Loivaluiskaisten teiden kuivatus*
- *Kuivatusrakenteet ja putkistot*
- *Yksityisteiden parantaminen ja kunnossapito. Routimishaittojen vähentäminen. Salaojat*
- *Pellon kuivatus tien kohdalla.*

Viitteet

- 14311 Aluesalaojat, InfraRYL.
- Loivaluiskaisten teiden kuivatus Tietoa tiensuunnitteluun 43. 17.5.1999.
- Kuivatusrakenteet ja putkistot TYLT 6800 – 6870.
- Pellon kuivatus tien kohdalla. Tielaitoksen selvityksiä 64/1993. TIEL 3200189.
- Teiden suunnittelu IV, 4. Kuivatus (KANSIO B) TIEL 2140005 Th-527/1.6.1993
- Yksityisteiden parantaminen ja kunnossapito. Routimishaittojen vähentäminen. Salaojat. Kortti 28.02.2002 / 15.6.2004.

12120.1 Vedenkuljetuskapasiteetti

Tarvittaessa virtaamat on arvioitava ja putkikoot sekä kaltevuudet mitoitettava. Vedenkuljetuskapasiteetti riippuu salaojaputkien halkaisijasta ja viettokaltevuudesta. Putken halkaisija on vähintään 100 mm ja vähimmäiskaltevuus on 0,4 % (4 mm/m). Ilman erityistä syytä ei tule käyttää alle 1 %:n kaltevuutta. Vähimmäiskaltevuuden alittuessa on käytettävä viemäriä, jos vettä joudutaan kuljettamaan maan alla pitkiä matkoja (400 m) tai kyseessä on painumille altis pehmeikkö.

12120.2 Vedenottokyky

Tarvittava vedenottokyky määritetään mitoituksella. Salaojiin virtaavat vesimäärät on tarvittaessa selvitettävä esimerkiksi suotovirtauslaskelmin.

Salaojaputkien vedenottokyky riippuu salaojaputken rei'ityksestä, putken läpimitasta ja mahdollisesta putken ympärillä olevasta suodatinkankaasta sekä myös ympäröivän materiaalin vedenläpäisevyydestä ja vedenpaineesta. Salaojaputkien vedenottokyky on yleensä esitetty tuote- ja rakennekohtaisesti.

12120.3 Salaojituserroksen rakeisuus

Salaojituserroksen tehtävänä on siirtää maakerroksista tuleva vesi salaojaputkeen. Salaojituserroksen materiaaalilta vaaditaan vedenläpäisevyyttä $k > 10^{-3}$ m/s. Salaojituserroksen mitta- ja rakeisuusvaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa, *luku 18320 Alkutäytöt*.

Viitteet

- 18320 Alkutäytöt, InfraRYL.

12130 Sivuojat

Sivuojat kokoavat tieltä ja sen ulkopuolelta tulevat pintavedet sekä mahdollistavat tien rakennekerrokseen päässeen veden poistumisen tierakenteesta. Sivuojat johtavat veden tiensuuntaisesti seuraavaan laskuojaan, jossa ne johdetaan pois tiealueelta. Sivuoja tarvietaan yleensä leikkausosuuksilla ja matalilla penkereillä, kun ympäröivä maasto viettää tielle päin. Lisäksi sivuojat yhdessä tien luiskan kanssa muodostavat tarvittavan lumitilan.

Ahtaissa paikoissa, joissa sivuoja ei voida kaivaa, voidaan sivuoja korvata salaojalla tai putkella.

Sivuojan pituuskaltevuuden täytyy olla vähintään 0,4 % (4 mm/m) ja poikkeuksellisesti vähintään 0,1 %. Sivuojilla tulee olla tasainen lasku, eikä vesi saa lammitua tien reunalle tai merkittävässä määrin ojan pohjalle.

Sivuojat kaivetaan suunnitelma-asiakirjoissa osoitettujen mittojen mukaisesti ottaen tarvittaessa huomioon verhouksien vaatima lisäkaivu. Tarkkuusvaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa, *luku 14330 Avo-ojat ja -uomat*.

Ohje

Syvän ojan haittana on, että

- se heikentää tien reunakantavuutta
- se nopeuttaa kapeilla teillä pituushalkeaman levenemistä
- suistuva auto törmää rajusti ulkoluiskaan tai kaatuu
- salaojaputkien päät voivat rikkoutua ojan perkauksessa
- jyrkät luiskat valuvat ja aiheuttavat eroosiota ja jatkuvaa perkaustarvetta
- salaojavedet voivat jäätyä ojan pohjaan
- syvä oja rikkoo kuivakuoren ja voi lisätä tien painumista ja nopeuttaa ojan pohjan nousemista.

Viitteet

- 14330 Avo-ojat ja -uomat, InfraRYL.

12200 Ympäristövesien kuivatusrakenteet

12210 Niskaojat

Kuivatuksen kulloinenkin tarve riippuu paikallisista olosuhteista. Niskaojilla ehkäistään mitoitussadannan aikaisen pinta- ja suotovesien pääsy haitallisessa määrin tierakenteeseen sekä ulkoinen ja sisäinen eroosioriski leikkausluiskissa. Haitalliseksi katsotaan veden pinnan korkeustason nousu tien kuormituskestävyyden aikaansaavien rakennekerrosten korkeudelle. Ojituksen virtaamat on arvioitava sekä ojien koot, verhoilu ja kaltevuudet mitoitettava.

Niskaojien sijainti osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa ja lisäniskaojien tarve tarkistetaan rakennusaikana. Niskaojat kaivetaan leikkausluiskien yläpuoliseen rinneeseen likimain tien suuntaisiksi.

Ohje

Niskaoja pyritään sijoittamaan vähintään 1 m:n etäisyydelle ulkoluiskan ulkopuolelle. Niskaojat sijoitetaan niin, että ne sopeutuvat ympäröivään maastoon. Niskaojien vedet johdetaan tiealueen ulkopuolelle. Tarvittaessa vedet johdetaan sivuojiin esimerkiksi pintavesikouruin. Niskaojien lisäksi voidaan kallion päällä ja lähteellisissä luiskissa tarvita jäätymiseltä suojattuja salaojia, jotka estävät luiskien syöpymisen ja paannejään muodostumisen.

Katso *luku 14330 Avo-ojat ja -uomat*.

Viitteet

- 14330 Avo-ojat ja -uomat, InfraRYL.

12210.1 Vedenkuljetuskapasiteetti

Niskaajan vedenkuljetuskapasiteetti riippuu ojan poikkileikkauksesta ja kaltevuudesta. Virtaamat on arvioitava ja ojat mitoitettava. Niskaajan pituuskaltevuuden täytyy olla vähintään 0,4 % (4 mm/m) ja poikkeuksellisesti vähintään 0,1 %.

12300 Kuivatusvesien keräys- ja johtamisrakenteet

12310 Laskuojat

Tien ja ympäristön kuivatusjärjestelmistä (sivu-, niska- ja salaojista) vedet johdetaan pois tiealueelta sopivaan purkupaikkaan, vesiuomiin ja maastonkohtiin, joissa ne eivät vahingoita ympäristöä. Veden purkauttaminen voi tapahtua myös maahan imeyttämällä. Ojatyyppeinä tulevat kyseeseen avo-ojat, sadevesiviemärit tai imeytyssalaojat. Avo-ojien on oltava vesimäärään nähden riittäviä, mutta ei tarpeettoman suuria.

Ohje

Laskuojista purkautuva vesi ei saa aiheuttaa vettymis-, syöpymis- yms. haittoja ympäristölle. Laskuojan tukkeutuminen aiheuttaa ongelmia myös tiealueelle.

Laskuoja suunnitellaan kaivettavaksi alavirtaan niin pitkälle, että ojan pohja yhtyy luonnonuomaan. Ellei varsinaista luonnonuomaa ole, laskuoja kaivetaan vain niin pitkälle, että rummun tai ojan liettymistä tien lähellä tai muuta välitöntä haittaa ei ole odotettavissa. Jos puron uomaa aiotaan kunnostuksen yhteydessä muuttaa, on hankkeesta pyydettävä paikallisen ympäristökeskuksen lausunto.

Katso luku 14330 Avo-ojat ja -uomat.

Viitteet

- 14330 Avo-ojat ja -uomat, InfraRYL.

12310.1 Vedenkuljetuskapasiteetti

Sivu- ja laskuojien vedenkuljetuskapasiteettiin vaikuttavat ojien poikkileikkauksien suuruus ja ojien vietto. Etenkin laskuojan syvyys ja poikkileikkauksen muoto määräytyvät tiealueelta tai sen taakse jääviltä alueilta tulevien vesimäärien, alueen kuivatusarpeen ja maaston kaltevuussuhteiden perusteella. Ojien tulee tukkeutumatta, syöpymättä ja eroosioitumatta johtaa tierakenteesta ja ympäristöstä tulevat vedet laskupaikkaan.

Laskuojan pohjan vähimmäisleveys on 200...500 mm. Hydraulinen mitoitus on esitetty julkaisussa *Teiden suunnittelu IV*. Laskuojan pituuskaltevuuden tavoitearvo on 0,4 % (4 mm/m), mutta tasaisessa maastossa kaltevuus voi olla 0,25 %.

Ohje

Loivan laskuojan ja rummun tukkeutumista voidaan vähentää siten, että ojan alkuosalle noin 20 m:n matkalla rummista lähtien annetaan suurempi kaltevuus (0,5...1,0 %).

12310.2 Eroosionkestävyys

Sivu- ja laskuojien tulee kestää niissä kuljetettavien vesien aiheuttamaa eroosiota.

Ohje

Ojat eroosiosuojataan tarvittaessa pituuskaltevuuden mukaisella verhouksella esimerkiksi noudattaen *taulukon 39* periaatteita.

Taulukko 39. Ojien eroosiosuojaus, luku 14330 Avo-ojat ja -uomat.

Ojan pituuskaltevuus	Verhous
4...5 %	nurmetus
6...10 %	turve, karkea sepeli tai vastaava
> 10 %	kiveys, betonikourut tai vastaava

Jos ojan pohjan kaltevuus muodostuu yli 2 %:n suuruiseksi, on eroosiolta suojaamattomissa syöpyvissä maalajeissa (siltti, hieno hiekka) käytettävä putousportaita.

Viitteet

- 14330 Avo-ojat ja -uomat, InfraRYL.

12310.3 Luiskan kaltevuus

Laskuojan luiskien kaltevuus riippuu kaivettavan maan ominaisuuksista. *Taulukossa 40* esitetään luiskakaltevuus ojasyvyyden ja maalajin mukaan.

Taulukko 40. Laskuojan luiskan kaltevuus ojasyvyyden ja maalajiin mukaan.

Maalaji	Luiskan kaltevuus kaivussyvyyden ollessa			
	alle 1,0 m	1,0...1,5 m	1,5...2,0 m	yli 2,0 m
Louhikko, kivikko	1:0,8	1:1	1:1	1:1,25
Sora, moreeni, maatumaton turve	1:1	1:1,25	1:1,15	1:1,75
Hiekka, siltti, kuivakuorisavi, turve, maatumut turve	1:1,25	1:1,15	1:1,75	1:2
Pehmeä savi, lieju	1:1,15	1:2	1:1,25	1:3

12320 Hulevesiviemärit

Viemäriin on kyettävä johtamaan mitoitusasteen kerryttämät vedet pois tiealueelta. Hulevesiviemäri mitoitetaan julkaisun *Teiden suunnittelu* kansio B:ssä esitetyllä tavalla.

Hulevesiviemäröinnin tarkoituksena on koota ja johtaa sade- ja sulamisvedet tiealueelta. Viemäröintiä käytetään

- kun poikkileikkauksessa on reunatuki, joka estää veden pääsyn pinnalta sivuojaan
- kaksiajorataisten teiden keskikaistalla
- kun kuivatusta ei voida hoitaa avo-ojilla tai avo-ojia ei haluta käyttää esimerkiksi ulkonäkösyistä
- alikulkujen ja risteyssiltojen yhteydessä
- kohdissa, joissa ei saada riittävää pintakaltevuutta tai vesiä ei muista syistä voida johtaa pois.

Viemäri on sijoitettava routarajan alapuolelle tai viemäri on eristettävä. Sijoituksessa on otettava huomioon myös valaisinpylväiden yms. rakenteiden sijoitus. Hulevesijohdon koko valitaan mitoitusvirtaaman, pituuskaltevuuden ja putkimateriaalin perusteella. Putkikoosta riippuvat kaltevuuksien vähimmäisarvot esitetään teknisissä vaatimuksissa, *luku 31200 Hulevesiviemärit, InfraRYL osa 2*.

Ohje

Sadevesiviemäreissä käytetään teknisten vaatimusten ohjeissa määriteltyjä betoni-, muovi- tai teräsputkia ja -kaivoja. Materiaalivalinnassa tulee ottaa huomioon, millaista vettä hulevesiviemäriin kulkee, ks. *luku 31200 Hulevesiviemärit*. Hulevesiviemärien pysty- ja vaakataitteisiin rakennetaan kaivo. Liikennealueilla käytetään liikennekuormille mitoitettuja kaivoja. Muovi- ja teräskaivojen kansiston tulee välittää kuormat tien päällysteeseen ja kaivon teleskooppirakenteen tulee estää kuormien välittyminen kaivon kannesta kaivon alaosaan. Kaivoihin asennetaan liikennealueilla valurautakansistot, joiden kuormituskestävyysvaatimukset määräytyvät teknisissä vaatimuksissa esitettyjen liikennealueiden perusteella. Sadevesi- ja tarkastuskaivon kannen pienin läpimitta on 450 mm. Päällystetyillä alueilla käytetään päällysteen varassa kyllänsä kansistoa. Ks. *luku 31200 Hulevesiviemärit, InfraRYL osa 2*.

Viitteet

- 31200 Hulevesiviemärit, InfraRYL osa 2
- Teiden suunnittelu.

12330 Rummut

Rumpu on vapaalta aukoltaan alle 2 m:n levyinen putkirakenne, jonka avulla tie ylittää vesiuoman. Jos aukon leveys on yli 2 m, nimityksenä on silta. Jos siltana on yli 2 m:n putki, nimitys on putkisilta.

Rumpujen tulee siirtää niihin yläpuoliselta valuma-alueelta kerääntyvä vesi pää- tai sivutien alitse. Siirtokapasiteettiin vaikuttavat rummun koko, kaltevuus ja päiden korkeusasema. Tarvittavaan rummun kokoon puolestaan vaikuttavat yläpuolisen valuma-alueen koko ja ominaisuudet sekä rumpuun laskevien ojien kaltevuus. Rummun koon valinnassa tulee ottaa huomioon myös huollettavuuteen liittyvät tekijät.

Rumpujen sallitut peitesyvyydet riippuvat rumpumateriaalista ja sen jäykkyydestä, rummun halkaisijasta ja kuormituksesta. Rumpujen sijoittamisessa on otettava huomioon myös liikenneturvallisuus ja esteettisyys (rumpujen päät ja niiden muotoilu, tien leventämistarve). Rumpujen päät viistetään teknisissä vaatimuksissa esitetyllä tavalla.

Rumpujen materiaalivaatimukset (betoniputket, teräsputket ja muoviputket) sekä rumpujen kestävyyttä ja peitesyvyyksiä koskevat laatuvaatimukset esitetään *luvussa 14340 Rummut*. Rumpuputken tulee kestää sille suunnitellun käyttöiän, *taulukko 1*.

Rummut on rakennettava hiekkatiiviinä paitsi suojattavaksi määrätyllä pohjavesialueella, jossa käytetään julkaisun *Kuivatusrakenteet ja putkistot* taulukon 6810.3 mukaisia vedenpitäviä liitoksia tieltä kerättyä vettä johdettaessa.

Rumpujen perustaminen, ks. *luku 11450 Telat ja arinarakenteet* ja tekniset vaatimukset *luku 13300 Arinarakenteet*.

Viitteet

- 11450 Telat ja arinarakenteet, InfraRYL.
- 14340 Rummut, InfraRYL.
- *Kuivatusrakenteet ja putkistot*.

Ohje

Rumpuputken materiaali ja suojaustapa valitaan syövyttävyysolosuhteiden ja tien suolausasteen perusteella. Liikennealueen ulkopuolella olosuhde valitaan suolaamattoman tien korroosiokestävyysluokan mukaiseksi. Sadevesiviemäriputken korroosio-olosuhde määräytyy sen mukaan, millaiselta alueelta vesi putkeen tulee. Luokka valitaan vaikeimman korroosio-olosuhteen mukaiseksi. Ks. *luku 14340 Rummut*.

Jos rummussa käytetään rummussa virtaavan veden jäätymistä vähentävää sisäpuolista lämmöneristettä, tulee eristeen materiaalin, puristuslujuuden, sulamis-jäätymiskestävyuden ja lämmönjohtavuuden täyttää tekniset vaatimukset. Rumpueristeen paksuus määritellään paikallisten olosuhteiden mukaisesti. Ks. *luku 14221 Putkijohtorakenteiden ja rumpujen lämmöneristykset*.

Viitteet

- 14221 Putkijohtorakenteiden ja rumpujen lämmöneristykset, InfraRYL.
- 14340 Rummut, InfraRYL.

12330.1 Vedenkuljetuskapasiteetti

Rummun kaltevuus, korkeusasema ja sisähalkaisija osoitetaan suunnitelma-asiakirjassa, joka perustuu julkaisuun *Teiden suunnittelu IV* (Tien rakenne 4. Kuivatus).

Halkaisija ei saa pienentyä alavirtaan mentäessä. Ks. *luku 14340 Rummut*.

Viitteet

- 14340 Rummut, InfraRYL.
- Teiden suunnittelu IV. Tien rakenne 4. Kuivatus.

13000 Ympäristörakenne

Ympäristörakenteilla pyritään toisaalta vähentämään tieväylästä ja sen käytöstä ympäristölle aiheutuvia haittoja ja toisaalta pehmentämään väylän liityntää muuhun ympäristöön sekä parantamaan tiellä liikkujien viihtyisyyttä. Ympäristörakenteet voivat olla melun tai tärinän vaikutuksia pienentäviä tai estäviä rakenteita, pohjavedensuojusrakenteita tai esteettisesti väylän viihtyisyyttä parantavia istutuksia, verhouksia tms. Ympäristörakenteiden toimivuusvaatimukset ja ominaisuudet ovat rakennekohtaisia.

13100 Melusteet

Melusteiden tulee estää liikennemelua suunnitellusti, ja niiden tulee olla visuaalisesti maastoon sopivia.

Melusteilla pyritään alentamaan ympäristöön leviävä melu hyväksyttävälle tasolle. Saavutettava vaimennus riippuu melusteiden ja suojattavan kohteen sijainnista, korkeudesta, pituudesta. Melusteiden rakenteen vaikutus vaimennukseen on erittäin pieni, kun tietty vähimmäistaso on saavutettu.

Melusteiden tulee

- olla turvallisia (törmäykset, osien irtoaminen, valon heijastavuus, palonarkuus)
- olla ääntä eristäviä ja absorpoivia (ei heijasta ääntä takaisin tielle)
- säilyttää melua pienentävät ominaisuutensa säärasituksista, liasta, pölystä ja muista niihin kohdistuvista kuormituksista (esimerkiksi lumen auraus, tuuli) huolimatta koko käyttöiän.

Melusteiden on tarvittaessa kyettävä toimimaan myös kaiteena. Tarvittaessa melusteiden ulkonäön on oltava myös muunneltavissa.

Meluste ei saa siirtyä riittämättömän vakavuuden, painumisen tai routimisen johdosta haitallisesti (ulkonäkö, eristävyys jne.) käyttöiän aikana.

Vaatimukset

Melusteille asetetaan hankekohtaisesti eristävyysvaatimus ja äänen absorptiovaatimus. Melusteiden ääneneristävyys ei saa heikentyä valitun vaatavuustason alle melusteiden käyttöiän aikana esimerkiksi rakoilun vaikutuksesta.

Ohje

Eristävyysvaatimus mitoitetaan kohteittain.

Melusteiden eristävyysvaatimus luokitellaan standardin *EN 1793:1997* osan 2 mukaisesti:

- luokka B3 vähintään 25 dB
- luokka B2 vähintään 15 dB

- luokka B1 vähintään 5 dB.

Tavallisimmin eristävyyslukuvaatimukseksi valitaan 25 dB.

Äänenimevyys määritetään äänen absorptiolukuna DL. Sen suuruus on standardin *EN 1793:1997* osan 1 mukaisissa luokissa vähintään seuraava:

- A0 = ei testattu
- A1 1...3 dB
- A2 4...7 dB
- A3 8...11 dB
- A4 vähintään 12 dB.

Melusteelle voidaan asettaa standardin *EN 1794-2E* ja *F* mukaisia valon heijastumista ja läpinäkyvyyttä koskevia vaatimuksia.

Meluesteen tukirakenteiden ja akustisten elementtien käyttöiän tulee täyttää *taulukon 1* vaatimukset.

Ääntä imevä pintaosa tehdään materiaalista, joka kestää suomalaisen tienreunailmaston aiheuttamaa sääräsitusta ja auraslunta vähintään 15 vuoden ajan menettämättä ulkonäköään, akustisia ominaisuuksiaan tai lujuuttaan. Selvityksin on osoitettava, että absorptio on todennäköisesti myöhemminkin 15 vuoden aikana vähintään 6 dB.

Viitteet

- SFS-EN 1793 Teiden melusteet. Akustisten ominaisuuksien määrittäminen. Osa 1: Tuotekohtainen äänen absorptio. Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Part 1: Intrinsic characteristics of sound absorption
- SFS-EN 1793 Teiden melusteet. Akustisten ominaisuuksien määrittäminen. Osa 2: Tuotekohtainen ilmaääneneristävyys Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Part 2: Intrinsic characteristics of airborne sound insulation
- SFS-EN 1794-2:en Teiden melusteet. Muut kuin akustiset ominaisuudet. Osa 2: Yleiset turvallisuus- ja ympäristönäkökohdat. Road traffic noise reducing devices. Non-acoustic performance. Part 2: General safety and environmental requirements.

Todentaminen (suora)

Meluestetuotteiden eristävyys osoitetaan standardin *EN 1793-2* mukaisella laboratoriomittauksella.

Äänenimevyys mitataan standardin *EN 20354:1993* mukaisesti laboratoriossa.

Ohje

Melualueet määritetään laskemalla. Laskelmissa käytetään uusinta tieliikennemelun laskentamallia. Maastossa tehtävissä melumittauksissa paikasta, säästä ja liikennemäärästä aiheutuvat vaihtelut ovat niin suuria, että yksittäisiä mittaustuloksia ei voi käyttää yksinään arvioinnin lähtökohdana.

Muut vaatimukset ja niiden määrittäminen, ks. julkaisu *Teiden suunnittelu V 3 Melusteet*.

Viitteet

- EN 20354:1993
- SFS-EN 1793-2 Teiden melusteet. Akustisten ominaisuuksien määrittäminen. Osa 2: Tuotekohtainen ilmaääneneristävyys Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Part 2: Intrinsic characteristics of airborne sound insulation
- Teiden suunnittelu V 3 Melusteet, TIEL 2140013.

13100.1 Meluisuus

Melutasoon vaikuttavat voimakkaimmin liikennemäärä, erityisesti raskaiden ajoneuvojen määrä, nopeus, etäisyys, nousut sekä väylän ja ympäristön väliset korkeussuhteet.

Maankäyttö ja väylän sijainti sekä väylän sijoittaminen poikkileikkauksessa vaikuttavat melun leviämiseen. Maankäytön ja liikenneväylien suunnittelulla estetään meluhaittojen syntymistä, varsinkin sallittujen melutasojen ylittymistä. Väylän sijoittamisella leikkaukseen tai tunneliin voidaan rajoittaa tehokkaasti melun leviämistä. Muulloin melutasoa vähennetään meluvallien ja -seinien, melua sietävien rakennusten sekä jossain määrin istutusten avulla.

Valtioneuvoston päätöksen Vnp 993/92 mukaiset melutason ohjearvot esitetään taulukossa 41. Ohjearvot koskevat laskennallista ekvivalenttitasoa, eivät yksittäisiä huippuja. Uusia teitä suunniteltaessa pyritään tietä ja melusteitä suunnittelemaan siihen, ettei tie aiheuta ohjearvojen ylityksiä. Jos ohjearvojen alittaminen edellyttäisi erittäin kalliita tai maisemaa pilaavia melusteitä tai muita kohtuuttomia ratkaisuja, voidaan asuntoalueiden joillakin osilla hyväksyä 55 dB:n ylittyminen, mutta ei yleensä yli 60 dB:n arvoja.

Taulukko 41. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista.

Enimmäisarvot	Melun ekvivalenttitaso L_{Aeq}	
	Päivällä klo 7...22	Yöllä klo 22...7
Ulkona		
Asuntoalue, virkistysalue, hoito- ja oppilaitosalue taajamassa	55	50 ¹⁾
Leirintäalue, taajaman ulkopuolella oleva virkistysalue ja luonnonsuojelualue	45	40 ²⁾
Sisällä	Päivällä klo 7...22	Yöllä klo 22...7
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneissa	35	30
Liike- ja toimistohuoneissa	45	—
Opetus- ja kokoontumistilassa	45	—

1) Uusilla alueilla on yöohjearvo 45 dB. Oppilaitosalueella ei käytetä yöohjearvoja.

2) Yöohjearvoa ei käytetä niillä luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun.

Viitteet

- Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/92.

13200 Pohjavedensuojaukset

Pohjavedensuojauksien tarkoituksena on estää suolapitoisten vesien pääsy suurina pitoisuuksina pohjavesiin sekä vahingollisten aineiden pääsy pohjaveteen esimerkiksi säiliöauto-onnettomuuksien yhteydessä.

Suojausluokan valinta on kuvattu julkaisussa *Pohjaveden suojaus tien kohdalla*. Suojausten laajuus ja sovittu vaativuusluokka sekä pintavesien purkupaikat esitetään suunnitelma-asiakirjoissa. Kussakin luokassa sallitut suojarakenteet on kuvattu julkaisussa *Pohjaveden suojaus tien kohdalla ja luvussa 14230 Pohjavedensuojaukset*.

Tiiviissä rakenteissa myös tien pinnoitteen tulee olla mahdollisimman läpäisemätön tai rakenteen tulee muuten olla mahdollisimman läpäisemätön. Pohjavesisuojuksilla alueilla tulee ottaa huomioon rakenteelliset yksityiskohdat, mm. pylväiden ja liikennemerkkien läpäisy sekä istutukset.

Ohje

Pohjavesialueilla kulutuskerroksen alapuolinen päällystekerros tehdään yleensä vedenpitävästä asfalttibetonista.

Pohjavedensuojauksirakenteina käytetään bentoniittimattoa, bentoniittimaata tai maatiivistettä. Lisäksi rakenteissa käytetään muovikalvoja ja bitumikermejä.

Katso luku 14230 *Pohjavedensuojaukset*.

Viitteet

- 14230 Pohjavedensuojaukset, InfraRYL
- Pohjaveden suojaus tien kohdalla, TIEH 2100028-v-04.

13200.1 Vedenläpäisevyys

Tiiviin asfaltin vedenläpäisevyys

Pohjavedensuojausalueilla, ainakin kloridisuojauksissa, käytetään normaalia vedenpitävämpää päällystettä.

Ohje

Vedenpitävä päällyste tehdään yleensä kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa tehdään vedenpitävä päällyste, jonka päällä liikennöidään liikennemäärän mukaan 2...8 vuotta. Sitten todetaan päällysteeseen syntyneet pituus- ja poikkihalkeamat, jotka todennäköisesti heijastuisivat tulevan, varsinaisen kulutuskerroksen läpi. Halkeamat paikataan julkaisun *Päällysteiden paikkaus* mukaisella avarrussumauksella, jossa halkeaman kohdalle tehdään 20...40 mm leveä ja 20...40 mm syvä rako, joka täytetään pakkasenkestävyysluokkaan I hyväksytyllä massalla.

Vedenpitävä päällyste tehdään sitomattoman kantavan kerroksen päälle 50 mm:n paksuisena ja muiden päällysteiden päälle vähintään 40 mm:n paksuisena.

Päällyste suhteutetaan julkaisun *Asfalttinormit* mukaan kulutusta ja kuormitusta kestäväksi. Suhteitus ja tiivistys tehdään niin, että päästään riittävän pieneen tyhjätilaan. Etelä-Suomeen suositellaan bitumia B100/150 ja Itä- ja Pohjois-Suomeen bitumia B160/220, mutta luokkaa kovempiakin bitumeja voidaan käyttää. Massatyypinä on yleensä julkaisun *Asfalttinormit* mukainen asfalttibetoni (AB).

Vaatimukset

Tiiviin asfalttibetonin vedenläpäisevyys on alle 10^{-9} m/s.

Vaatimukset

Asfaltin tyhjätila on alle 3 %.

Vaativassa kloridisuojauksessa tyhjätila saa olla keskimäärin enintään 2,5 % ja yksittäishavainnoissa enintään 3,0 % ja kloridisuojauksissa keskimäärin enintään 2,8 % ja yksittäishavainnoissa enintään 3,3 %.

Päällysteen paksuuden keskiarvon on oltava vähintään nimellispaksuuden suuruisen. Yksittäishavainnot eivät saa olla alle 36 mm.

Todentaminen (suora)

Vedenläpäisevyys määritetään menetelmällä *PANK 4212* mittaamalla päällysteyttä näytteen läpi aikayksikössä kulkeva vesimäärä, kun päällysteen yläpintaan kohdistetaan valittu vedenpaine tietyn ajan. Vedenpaineen suuruus ja kuormitusaika valitaan tapauksittain.

Todentaminen (epasuora)

Vedenpitävän päällysteen tyhjätila ja paksuus tutkitaan poranäytteistä *Asfalttinormien* mukaisilla menetelmillä (*PANK 4114*). Poranäytteiden välien tyhjätila ja paksuus tutkitaan maatumalla.

Määritelmä

Tiivis asfalttibetoni (ABT) on asfalttibetonia, jonka tyhjätila on alle 3 % ja jonka vedenläpäisevyys on alle 10^{-9} m/s.

Ohje

Laboratoriossa vedenläpäisyn määrittämiseen voidaan käyttää vedenläpäisevyyskoetta *PANK 4212*. Näyte voi olla joko tieltä tai laatasta porattu tai laboratorioissa muottiin tiivistetty. Menetelmä soveltuu avoimia ja jatkuvia huokosia sisältävien näytteiden vedenläpäisevyyden määrittämiseen, kun näytteen vedenläpäisevyys on $k < 10^{-5}$ m/s. Suomessa ei ole käytössä vakiintunutta valmiin päällysteen vedenläpäisevyyden kohteessa tehtävää määritysmenettelyä.

Epäsuorana menetelmänä voidaan tiiviiden arvioimiseen käyttää tyhjätilan määrittämistä. Normaaliin AB-massojen tyhjätila (3...5 %) ja normaalit kerrospaksuudet tekevät kerroksista yleensä vettä läpäisemättömiä tai ainakin vettä huonosti (pistemäisesti) läpäiseviä. Näiden massojen vedenläpäisevyyttä voitaneen arvostella kulutus- ja tukikerroksen tyhjätilan perusteella. Kun tyhjätila laskee alle 3 %:n, massa on käytännössä vettä läpäisemätön (lukuun ottamatta vaurioituneita kohtia). Kun tyhjätila on 3...5 %, niin päällystekerroksesta löytyy kohtia, jotka läpäisevät vettä.

Pohjavedensuojauksessa käytettävien muiden materiaalien vedenläpäisevyys Pohjavedensuojaurakenteissa käytetään muina suojausmateriaaleina bentoniittimattoja, bentoniittimaata, maatiivistettä ja lisäksi muovikalvoja ja bitumikermejä. Tiivistemateriaaleilta vaadittavat ominaisuudet ja testausmenetelmät sekä laatuvaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa sekä julkaisussa *Pohjaveden suojaus tien kohdalla* erikseen bentoniittimattojen, bentoniittimaan, maatiivisteeseen käytettävän materiaalin ja muovikalvojen osalta.

Viitteet

- Asfalttinormit 2000 lisälehtineen
- PANK 4212 Asfalttimassat ja -päällysteet, päällysteominaisuudet. Vedenläpäisevyys
- PANK 4114 Asfalttimassat ja -päällysteet, perusmenetelmät. Asfalttipäällysteen tyhjätila ja muut tilavuussuhteet
- Pohjaveden suojaus tien kohdalla, TIEH 2100028-v-04.
- *Päällysteiden paikkaus.*

13300 Kasvillisuus

Istutusten ensisijaisena tehtävänä on lisätä tienkäyttäjien ja tien varsien asukkaiden viihtyisyyttä ja sopeuttaa tieväylää muuhun ympäristöön. Muita istutusten tehtäviä ovat esimerkiksi raivatun alueen maisemointi metsäksi tai puistomaiseksi, luiskan eroosiosuojaus, meluesteen piilottaminen puiden tai pensaiden avulla, meluseinän suojaaminen ilkevallalta, häikäisyn torjunta syksyllä ja talvella tai kevyen liikenteen suistumisen estäminen pensailta. Istutukset eivät saa aiheuttaa haittaa tai vaaraa liikenteelle, tielle tai muille rakennelmille.

Istutettavat alueet ja kohteet taimilajeineen, lukumäärineen, kokoluokkineen ja istutustiheyksineen esitetään suunnitelma-asiakirjoissa.

Istutukset on sijoitettava sopivaan paikkaan. Sijoittamisessa tulee ottaa huomioon tien hoito, esimerkiksi lumenauraus. Istutusten kasvilajit on valittava siten, että ne kestävät ilmasto-olosuhteita ja tien hoidossa käytettäviä aineita. Istutusalueen tulee soveltua valituille kasvilajeille. Istutusten tulee olla pitkäikäisiä ja helppohoitaisia. Istutuksilta vaadittava käyttöikä määritetään hankkeittain.

Istutuksia suunniteltaessa ja toteutettaessa on erityisesti varmistettava viherrakenteiden ja valaistus-, pohjavedensuojaus- ja kuivatusrakenteiden yhteensopiisuus sekä suurikokoisiksi kasvavien puiden sijoittamisesta aiheutuva turvallisuusriski. Istutukset eivät myöskään saa haitata näkemiä minään vuodenaikana. Istutettavia ja metsitettäviä alueita ei nurmeteta, ellei se eroosion estämiseksi ole välttämätöntä.

Kasvialueen tulee soveltua istutettavalle kasvillisuudelle. Kasvialueella ei saa olla vettä kerääviä painanteita.

Ohje

Istutusten laadussa tulee ottaa huomioon väylän koko ja liikennenoisuus. Suurinopeuksilla teillä istutusalueet voivat olla laaja-alaisempia ja sisältää suurikokoisempia kasveja kuin esimerkiksi kevyen liikenteen väylillä. Kevyen liikenteen väylillä pienen kulkunopeuden takia vaihtelevuus ja yksityiskohdat ovat viihtyisyyden luomiseksi tärkeitä. Nopealla nurmetus- tai istutusaikataululla voidaan vähentää rakenteiden keskeneräisyyden tunnetta.

Istutusten tulee sulautua tietä ympäröivään luontoon. Tätä voidaan edesauttaa käyttämällä istutuksia, jotka kuvastavat alueen alkuperäistä luontoa ja/tai mahdollistamalla luonnonvaraisen kasvillisuuden leviäminen hallituille alueille.

Istutusten koko, sijainti ja laatu määräytyvät istutuksille asetettujen tehtävien perusteella. Istutuksia ei saa istuttaa maassa olevien johdotusten välittömään läheisyyteen. Puita, jotka saattavat vanhemmiten saavuttaa olemassa olevat ilmajohdot, ei myöskään saa istuttaa tällaisten ilmajohtojen alle eikä välittömään läheisyyteen.

Tekniset vaatimukset esitetään *luvussa 23000 Kasvillisuusrakenteet.*

Viitteet

- 23000 Kasvillisuusrakenteet, InfraRYL.

13400 Tieympäristön verhoilu

Tieympäristössä käytettävät verhoukset (tieympäristön pintarakenteet) valitaan ensisijassa esteettisyyden, taajamakuullisten ominaisuuksien ja kestoiän perusteella.

Verhousien tulee kestää ilmastolliset rasitukset, tien hoidossa käytettävän suolan ja muiden aineiden vaikutukset ja olla vastustuskykyisiä eroosiota ja routavaurioita vastaan. Verhousien tulee kestää myös liikenteestä ja tienhoidosta aiheutuvat rasitukset, kuten lumenauraus ja tärinä.

Verhouksissa käytettävien nurmetusten, nupu- ja noppakivien sekä kenttä- ja betonikiveyksien laatuvaatimukset annetaan teknisissä vaatimuksissa, *luvut 23200 Nurmi- ja niittyverhoukset, 21442 Noppakiveykset, 21443 Nupukiveykset, 21444 Kenttäkiveykset ja 214311 Betonikivipäällysteet.*

Vesialueisiin rajoittuvien penkereiden luiskaverhouksina (suojarakenteina) käytetään eroosiosuojusrakenteita, ks. *luku 22200 Luiskaverhoukset ja eroosiosuojaukset.*

Verhousien sijainti, muoto ja materiaali määräytyvät verhoukselle asettavien tehtävien perusteella. Verhouksessa käytettävän materiaalin tulee kestää verhoukselta edellytettävän käyttöiän, *taulukko 1.*

Viitteet

- 21442 Noppakiveykset, InfraRYL
- 21443 Nupukiveykset, InfraRYL
- 21444 Kenttäkiveykset, InfraRYL
- 214311 Betonikivipäällysteet, InfraRYL
- 22200 Luiskaverhoukset ja eroosiosuojaukset, InfraRYL
- 23200 Nurmi- ja niittyverhoukset, InfraRYL

13500 Läjitysalueet

Läjittämisen tavoitteena on löytää rakennusprosessissa syntyville ylijäämämassoille sopiva sijoituspaikka. Läjitysalueet suunnitellaan ensisijaisesti tätä varten ja mitoitetaan siten, että syntyvät massat saadaan niille tarkoituksenmukaisesti sijoitettua. Pääosa massoista pyritään käyttämään maastonmuotoiluun.

Ohje

Ensisijaisena tavoitteena on hyödyntää mahdollisimman suuri osa massoista tiehankkeessa. Kestävän kehityksen kannalta on oleellista hyödyntää käyttökelpoiset ainekset uudelleen, lajitella läjitettävä materiaali ja sijoittaa rakenteisiin kelpaamaton materiaali mahdollisimman

lähelle sen syntypaikkaa. Rakenteissa kelpaamattomia maamassoja voidaan hyödyntää maisemoinnissa ja viherrakentamisessa. Uudelleenkäyttöä on mm. ylijäämämaiden parantaminen kasvualustaksi tai niiden geoteknisten ominaisuuksien parantaminen esimerkiksi stabiloimalla. Osa ylijäämämassoista soveltuu myös vanhojen maa-ainesten ottoalueiden kunnostamiseen.

Läjitysalueella tarkoitetaan tiealueen ulkopuolista aluetta, jonne sijoitetaan ylijäämämassoja ja joka varataan tietyön ajaksi rakentajan käyttöön.

Jos tien tekemisen ajaksi on tarpeen perustaa oikeus tietyön aikana syntyvien maa-ainesten läjittämiseen, voidaan tästä määrätä tiesuunnitelmassa, jossa osoitetaan tarkoitukseen tarvittava alue. Läjitysalueet tulee luetella myös tiesuunnitelman hyväksymispäätöksessä. Läjitysalueiden suunnittelua, läjitystoimintaa ja siitä aiheutuvien haittojen korvauksia käsittelevät lait, asetukset ja valtioneuvoston päätökset on esitetty julkaisussa *Läjitysalueen suunnittelu*.

Läjitysalueen valinnassa ja läjityksen muotoilussa tulee ottaa huomioon ympäristöolosuhteet ja maisemalliset lähtökohdat.

Läjitys on suunniteltava ja rakennettava niin, ettei se aiheuta turvallisuus- tai ympäristöriskejä.

Läjityksen ja läjitysalueen vakavuuden tulee olla riittävä. Luiskien varmuuden murtumista vastaan tulee olla riittävä. Lisäksi lähellä olevilla rakenteilla tulee olla niin suuri varmuus (kokonaisvarmuuskertoimena ilmaistuna $F_{\text{kok}} = 1,8$), ettei synny vaaraa leikkausmuodonmuutosten aiheuttamista sivusiirtymistä, jotka voivat aiheuttaa myös ympäristön kohoamista.

Paalutetun penkereen viereen ei saa läjittää mitään ilman suunnitelmaa.

Ohje

Suunnittelussa on otettava huomioon, että läjitettävät massat ovat usein heikosti kantavia ja häiriintyvät kaivutyön yhteydessä. Paremmiin kantavista maista voidaan tehdä tarvittaessa reunapenkereet ja välipenkereet ja läjittää massat näin rakennettaviin altaisiin.

Läjitysalue ei saa padota pintavesien virtausta tai merkittävästi muuttaa vedenjakajien paikkoja. Läjitysalue ei saa haitata vedenottoa pohjavedestä tai vesistöistä. Läjitysalueen kuivatus on hoidettava asianmukaisesti. Läjittäminen ei saa aiheuttaa haittaa läjitysalueen tai sen ympäristön olemassa olevalle kuivatukselle.

Läjitysalue on jälkihoitotoimenpiteillä (muotoilu, istutukset) sovitettava maastoon. Luiskien kaltevuuden tulee olla enintään 1:3 ja pinnan vieton pintavesien ohjaimiseksi vähintään 2 %.

Viitteet

- Läjitysalueen suunnittelu – Läjitysalueohje, TIEL 2110014, 19.2.1999.

Ohje

Läjitysalueen maapohjan kantavuus ja vakavuus on selvitettävä pohjatutkimuksilla. Alue on suunniteltava siten, että alueen vakavuus ja kantavuus ovat riittävän suuria kaikissa työvaiheissa. Läjitysalueella olevat kuivatusojat ja rinnepaikat on otettava huomioon suunnittelussa. Läjitysalueen kuivatus tulee järjestää siten, että alueelta pois valuvan veden laatu (lähinnä sameuden osalta) täyttää sille asetetut vaatimukset. Tarvittaessa on kuivatusvesille rakennettava seisonta-allas, jonka kautta vedet ohjataan alueelta.

Läjitettäessä vetisiä ruoppausmassoja on läjitysallas mitoitettava niin suureksi, että ruoppausvedellä on vähintään vuorokauden viipymä ennen sen valumista altaasta pois.

Läjitettäessä vetisiä, juoksevia maamassoja on alue padottava niin, etteivät massat ja pintavesi pääse kontrolloimatta valumaan ympäristöön. Pato on suunniteltava pysyväksi rakenteeksi. Läjitysalueen ympäristön kuivatus on hoidettava siten, että luonnontilaiset kuivatusolosuhteet säilyvät.

14000 Varusteet ja laitteet

Varusteilla ja laitteilla tarkoitetaan tässä yleisten teiden tiealueella ja tierakenteessa olevia laitteita, kuten kelikameroita, tiesääasemia, portteja ja kaiteita, sekä muita varusteita, esimerkiksi liikennemerkkejä ja tiemerkintöjä. Varusteet ja laitteet ovat merkittävä osa tieomaisuutta, ja ne vaikuttavat huomattavasti liikenneturvallisuuteen ja tienkäyttäjän kokemaan palvelutasoon.

Varusteilla ja laitteilla parannetaan tiellä liikkujien turvallisuutta ja lisätään liikenteen sujuvuutta. Erityistapauksissa varusteet ja laitteet voivat palvella myös yhteiskunnan muita toimintoja. Varusteiden ja laitteiden toimivuusvaatimukset ja ominaisuudet ovat rakennekohtaisia.

14100 Valaistus

Tien valaistuspäätös voi perustua tien sijaintiin, geometriaan, liikennemääriin tai onnettomuustiheyteen. Valaistuksen tarkoituksena on parantaa liikenneturvallisuutta, liikenteen palvelutasoa, ajomukavuutta, yleistä turvallisuutta ja ympäristöolosuhteita.

Valaistuslaitteisiin kuuluvat kaikki valaistuksessa tarvittavat kiinteät rakenteet, laitteet ja kalusteet, kuten lamput, valaisimet, pylväät, valaisinvarret, perustukset, sähkönjakelukoneistot ja -laitteet sekä johtoverkko. Lisäksi ajoradan päällyste toimii välillisenä valaistuselementtinä.

Valaistusperiaatteella tarkoitetaan valaistuslaitteiden sijoittamista tien poikkileikkaukseen ja suuntaukseen nähden tieosilla, liittymissä, tiehen kuuluvilla alueilla, tunneleissa ja silloilla siten, että valaistustekniset vaatimukset otetaan huomioon ja että mahdollisimman pienillä vuosikustannuksilla parannetaan liikenneturvallisuutta. Samalla on otettava huomioon liikennöitävyyden ja ajomukavuuden, yleisen järjestyksen ja turvallisuuden sekä vuorovaikutusten parantaminen. Valonkäyttöperiaatteet vaihtelevat tieluokan mukaan.

Tievalaistus on toteutettava siten, että tienkäyttäjä havaitsee ajoissa tiellä ja sen välittömässä läheisyydessä olevan esteen ja saa oikean käsityksen asemastaan ja nopeudestaan muihin tienkäyttäjiin nähden. Edelleen tienkäyttäjän on saatava oikea kuva tiestä ja sen jatkuvuudesta. Toisaalta valaistus ei saa häiritä tienkäyttäjiä. Valaistuksen tulee toimia myös optisena ohjauksena.

Käytettävien valaisimien ja pylväiden sijoittelun ja muodon tulee sopia ympäristöön. Valaisimien pitää olla suunnitelma-asiakirjojen mukaisessa asennossa. Valaisimien ja pylväiden tulee säilyttää asemansa ja suuntauksensa (pylväiden pystysuoruutensa) käyttöaikana mahdollisimman hyvin. Valaisimien suurin kiertymä on 5°, ja pystysuoriksi suunniteltujen pylväiden kallistuma enintään 1,2°.

Ohje

Vanhjojen valaisimien tulee olla suunnitelma-asiakirjojen mukaisessa asennossa. Suurimmat sallitut poikkeamat suunnitelmasta ovat

- suuntaus: kiertymä 5...20° kp-luokan mukaan
- pystysuoruus: kallistuma 4...12° kp-luokan mukaan.

14100.1 Valaistuksen riittävyys

Tievalaistuksen laatu, tehokkuus ja suorituskyvyn pysyvyys riippuvat valaisimien, valonlähteiden, tien päällysteen ja lisälaitteiden oikeasta valinnasta sekä osien toisiinsa sopivuudesta.

Tievalaistuksen liikenneturvallisuutta ja ympäristöä parantavat vaikutukset saadaan aikaan sopivalla valaistusluokalla. Valon tulee olla riittävä tasaisuudeltaan, määrältään ja häikäisynrajoituksiltaan. Valaistus pysyy luokassaan, kun valaistustekniset ominaisuudet täyttävät näkemisen ja havaitsemisen edellyttämät vaatimukset ja ovat keskenään oikeassa suhteessa.

Tunnelivalaistuksen avulla taataan päivällä ja yöllä sellaiset olosuhteet, että ajoneuvot voivat lähestyä tunnelia, ajaa sen sisälle ja sieltä ulos liikenneturvallisuuden ja ajomukavuuden ollessa mahdollisimman lähellä avoimen väylän ominaisuuksia. Erityisvalaistuksilla lisätään havaittavuutta ja joidenkin alueiden ja kohteiden imagoa.

Valaistavat tieosat ja niiden valaistusluokat (AL) määritellään hankkeen suunnitelma-asiakirjoissa. Valaistusluokkia vastaavat valotekniset vaatimukset on esitetty standardissa *SFS-EN 13201-2*. Valaistusvoimakkuuteen perustuvia AE-luokkia käytetään alueilla, joilla luminassitarkastelu ei ole käyttökelpoinen.

Valaistuksen tulee täyttää hankkeen suunnitelma-asiakirjoissa määritellyn valaistusluokan valotekniset arvot, kuten keskimääräinen luminanssi, pitkittäis- ja yleistasaisuudet ja häikäisy, sekä määrän tien luminanssin tasaisuus. Julkaisussa *Tievalaistuksen suunnitteluohje* luokan 4b arvoa ($L_m = 0,75 \text{ cd/m}^2$) pidetään alimpana autoliikenneteille tarkoitettuna arvona. Ympäristön häiriövaloa tulee rajata. Valaistulaitteiden muodostama kokonaisvaikutelma ei saa olla levoton eikä häiritsevää, ja sen tulee tukea väylän arkkitehtuuria.

Valaistus suunnitellaan julkaisun *Teiden suunnittelu V Tiehen kuuluvat laitteet 1 Valaistus* mukaisesti ja toteutetaan laatutasoltaan julkaisua *Tienrakennuksen yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset* osan Tievalaistus ja portaalien sähkölaitteet (1993 tai uudempi) vastaavasti tekovuoden sähköturvallisuusmääräysten mukaan. Huom. julkaisu *Tievalaistuksen suunnitteluohje* on tarkistettu vuonna 2005 (TIEL 2140003). Se on uudistettu painos tievalaistuksen käsikirjasta.

Ohje

Rakenteen turvallisuusmääräykset on esitetty standardissa *SFS-EN 60598-2* (luku 3 Tie- ja katuvalaisimet, luku 5 Valonheittimet).

Tämän lisäksi valaisimet tyyppitarkastetaan ja hyväksytään Tiehallinnossa.

Valoteknisten arvojen täytyminen osoitetaan valaistuskalkelmin. Laskenta on tehtävä ohjelmalla, joka täyttää standardin *SFS-EN 13201-3* vaatimukset. Mitoituksessa käytettävät kuivan päällysteen ja määrän päällysteen luokat annetaan hankkeen suunnitelma-asiakirjoissa.

Ohje

Yleisimmin Suomessa käytetyt päällysteet ovat CIE:n kuivapäällyste R2 ja märkäpäällyste W3. Jos käytetään näistä heijastusominaisuuksiltaan poikkeavaa päällystettä, päällysteen ominaisuudet osoitetaan etukäteen mittauksin yhden talven nastarengaskulutusta vastaavana. Laskenta suoritetaan silloin käytettävän pinnoitteen ominaisuuksien mukaan. Arvojen tulee täyttyä käytettävän pinnoitteen mukaisilla heijastumisominaisuuksilla. Valaistustaso todetaan eri poikileikkaustyypeille tehtävin valaistusvoimakkuusmittauksin.

Tunnelien valaistusvaatimukset annetaan tunneleittain. Kaikissa tunneleissa pitää olla normaalivalaistus, joka takaa riittävän näkyvyyden päivällä ja yöllä.

Erityisvalaistun kohteen valaistusvaikutelman tulee olla tasapainossa ympäristön kanssa ja tukea kohteen toimintoja sekä arkkitehtuuriohjelmassa asetettuja tavoitteita. Valaistuksien toteutuksissa tulee saada ympäristöön tuleva häiriövalo mahdollisimman pieneksi.

Valaisimien tehtävä on ohjata valo hyvällä hyötysuhteella lampusta ajoradalle ja sen lähiympäristöön sekä lampun suojaaminen erilaisilta rasituksilta, kuten likaantumiselta, sään vaihteluilta, tärinältä, korroosiolta, pölyltä, kiviltä ja ilman epäpuhtauksilta. Valaisimen tulee olla helposti huollettavissa ja vaihdettavissa sekä muodoltaan sellainen, että tuulikuorma on mahdollisimman pieni (muotokerroin $< 1,2$). Valaisimen pitää täyttää sähköturvallisuusmääräykset ja valonjako-ominaisuuksien pitää olla mitattuna C- -järjestelmässä.

Valaisimet ryhmitellään

- käyttötarkoituksen mukaan; tievalaisin, liikennemerkkivalaisin, tunnelivalaisin ym.
- lampputyypin mukaan; elohopeavalaisin, loistevalaisin ym.
- rakenteen mukaan; avoin tai suljettu
- asennustavan mukaan; asennus vaijeriin, pylvään päähän ym.

Valaisintyypit valitaan siten, että valaistustekniset vaatimukset täyttyvät ja valaisimen valonjakoluokka soveltuu hankkeeseen mahdollisimman taloudellisella tavalla.

Valaisimen hyötysuhteen (valaisimen antaman ja lampun valovirran suhdeluku) ja lampun virran aleneman (likaantuneen ja puhdistetun valaisimen valovirran suhdeluku) tulisi olla mahdollisimman korkea.

Valaisimien ulkoisten rasitusten kestävyys tulee olla hyvä, erityisesti kevyen liikenteen väylien, liikennemerkkien, tunneleiden ja tärinäalttiiden paikkojen valaisimissa, minkä vuoksi yleisillä teillä käytetään suljettuja valaisimia. Valaisimen tulee soveltua valittuun lampputyyppiin ja asennustapaan. Lisäksi valaisimen koon pitää olla oikeassa suhteessa muuhun rakenteeseen.

Samalla tieosalla käytettävien valaisimien tulee olla samaa tyyppiä. Tievalaisimet on voitava kiinnittää joko valaisinvarteen (suoraan tai ripustamalla) tai pylvään päähän, ja ne on varustettava käytettävän lampun lajia ja muotoa osoittavalla merkinnällä.

Sähkölaitteiden tulee olla rakenteeltaan standardien, virallisten määräysten ja niitä täydentävien tiedonantojen sekä rakenne- ja koestusmääräysten mukaisia.

Ohje

Julkaisussa *Tievalaistus/sähkötiedote nro 7B* on lueteltu ne valaisimet, jotka ovat käyttökelpoisia Tiehallinnon tarpeisiin. Niitä on tarkasteltu kaksirivisenä keskikaista-asennuksina ja yksirivisinä reunasijoituksina järjestelmällisesti ja ryhmiteltyinä valaisimen valaistusteknisiä perusominaisuuksia vastaavan asennusgeometrian mukaisesti. Luetteloa uusitaan tarvittaessa. Esitettyjä valaisimia voidaan käyttää muissakin tiepoikkileikkauksissa laskelmien perusteella, kun valaistusluokan vaatimukset täyttyvät.

Valaistuksen laskentaohjelmia, joihin useimmat valaisinvalmistajat toimittavat valaisinlähtötietoja on lueteltu julkaisussa *ABB:n TTT-käsikirja 2000-7*.

Viitteet

- ABB:n TTT-käsikirja 2000-07
- SFS-EN 13201-2:en Road lighting. Part 2: Performance requirements
- *SFS-EN 13201-3:en Road lighting. Part 3: Calculation of performance*
- Teiden suunnittelu V Tiehen kuuluvat laitteet 1 Valaistus
- Tievalaistuksen suunnitteluohje
- Tievalaistuksen käsikirja, TIEL 2140003
- Tievalaistus- ja liikennemerkkien sähkötyöt, TIEL 2210012
- Tievalaistus/sähkötiedote nro 7B. Yleisillä teillä käytettävät valaisimet, Tiehallinto.

Määritelmä

Valaistustekniset suureet

Luminanssi

Luminanssi L (cd/m^2) osoittaa, miten valoisa tien pinta näyttää. Keskimääräinen luminanssi L_m on koko tarkasteltavan pinnan luminanssiarvojen aritmeettinen arvo. Keskimääräisen luminanssin nostaminen pidentää näköetäisyyttä, parantaa havaitsemista, lyhentää reaktioaikaa ja suhteellisen liikkeen arviointia. Näkösuorituskyky lisääntyy jyrkästi keskimääräisen luminanssin kasvaessa arvosta $0,7 \text{ cd}/\text{m}^2$ arvoon noin $2 \text{ cd}/\text{m}^2$.

Yleistasaisuus U_0 vaikuttaa näkösuorituskykyyn. Näkyvyyden kannalta tarvittava yleistasaisuus lasketaan koko ajoradan pienimmän ja keskimääräisen luminanssin osamääränä $U_0 = L_{\min}/L_m$. Luminanssin tasaisuus vaikuttaa valaisinväljen suuruuteen.

Pitkittäistasaisuus U_1 on merkittävä ajo- ja näkömukavuuden kannalta. Näkösuorituskyky alenee merkittävästi, kun yleistasaisuus huononee. Ajo- ja näkömukavuuteen vaikuttava pitkittäistasaisuus lasketaan kunkin kaistan keskellä ja samassa kohdassa olevan havaitsemispisteen kautta kulkevalla suoralla olevien pienimmän ja suurimman luminanssin osamääränä $U_1 = L_{\min}/L_{\max}$.

Valaisinväli vaikuttaa pitkittäistasaisuuteen – mitä pitempi väli sitä alhaisempi voi tasaisuus olla näkemisen kannalta.

Häikäisy

Estohäikäisyn näkemistä heikentävä vaikutus on mitattavissa silmän kontrastinerotuskyvyn muuttumisena TI (%).

Valaistusvoimakkuus

Vaakatason keskimääräinen valaistusvoimakkuus E_m (lx) on valovirta pinta-alayksikköä kohti.

Pystytason valaistusvoimakkuus E_h (lx) on valovirta pinta-alayksikköä kohti.

Puolipallovalaistusvoimakkuus Ehs (Ix) on pienen pallon puolikkaan pinnan keskimääräinen valaistusvoimakkuus. Se on merkittävä esteiden, kohoutumien, kolojen yms. kolmiulotteisten kohteiden havaitsemisen kannalta.

Puolisynterivalaistusvoimakkuus Esc (Ix) on pystyssä olevan pienen sylinterinpuolikkaan pinnan keskimääräinen valaistusvoimakkuus. Kasvojen korkeudella mitattuna se on vaikuttava tekijä tunnistamisen kannalta.

Ympäristön valaistus

Suhdeluku SR on ajoradan vieressä olevan puolen ajoradan levyisen kaistan valaistusvoimakkuus jaettuna lähimmän ajokaistan valaistusvoimakkuudella.

14100.2 Valonheijastuvuus

Ajoradan luminanssin ja sen tasaisuuden laskemista varten on tunnettava päällysteen heijastusominaisuudet: vaaleusaste ja peilimäisyys. Nämä ominaisuudet vaihtelevat päällysteen laadun, iän ja olotilan mukaan. Kuluminen ja pinnan rakenteen muuttuminen vaikuttavat kuivan päällysteen vaaleusasteeseen ja peilimäisyyteen. Märällä päällysteellä vaaleat lisäaineet vähentävät peilimäisyyttä ja parantavat paluuheijastuvuutta.

Valaistusvoimakkuus ja heijastusominaisuudet määräävät yhdessä ajoradan pinnan luminanssin. Ajoradan päällysteen heijastusominaisuudet riippuvat

- päällysteen rakenteesta (kiviaines, sideaine, valmistusmenetelmä)
- päällysteen fysikaalisesta tilasta (pinnan puhtaus, kosteus)
- pinnalle tulevan valon tulokulmasta
- ajoneuvonkuljettajan havaintokulmasta.

Heijastusominaisuudet määritellään tavallisesti sekä kuivalle että märälle päällysteelle valaistaessa ajorataa kiinteällä liikennevalaistuksella tai yksinomaan ajoneuvon omilla ajovaloilla.

Koska päällystetyyppejä on runsaasti, ne on ryhmitelty valaistussuunnittelua varten kolmella tavalla, neliluokkaiseen R- ja N-järjestelmiin sekä kaksijakoiseen C-järjestelmään. Jokaista kuivan ja märän päällysteen luokkaa varten on määritetty teoreettinen standardipäällyste, joka kuvaa laskelmissa riittävällä tarkkuudella kaikkia tähän luokkaan kuuluvia päällysteitä. Ks. taulukko 42 ja taulukko 43.

Heijastusominaisuuksia kuvaavat parametrit vaaleusaste Q_0 sekä peilimäisyyssasteen suureet S_1 ja S_1' , joiden mukaan tehty luokittelujärjestelmä yksinkertaistaa ajoradan luminanssilaskelmia.

Käytännössä suurin osa yleisten teiden päällysteistä kuuluu luokkiin R2 ja W2, W3. Useat katupäällysteet voidaan sijoittaa luokkiin R3 ja W3.

Taulukko 42. Kuivien päällysteiden luokittelu. Suomessa käytetään R-luokkia.

Luokka	S1:n alue	Nimellisarvo	
		S1	Q_0
C1	$S_1 < 0,40$	0,24	0,10
C2	$S_1 \geq 0,40$	0,97	0,07

R1	S1 < 0,42	0,25	0,10
R2	0,42 S1 < 0,85	0,58	0,07
R3	0,85 S1 < 1,35	1,11	0,07
R4	S1 1,35	1,55	0,08
N1	S1 < 0,28	0,18	0,10
N2	0,28 S1 < 0,60	0,41	0,07
N3	0,60 S1 < 1,30	0,88	0,07
N4	S1 1,30	1,61	0,08

Taulukko 43. Märkien päällysteiden luokittelu.

Luokka	S1': n alue	Nimellisarvo	
		S1'	Q ₀
W1	S1 < 9,6	5,8	0,088
W2	9,6 S1 < 26,5	16	0,091
W3	26,5 S1 < 73	44	0,097
W4	73 S1 < 200	121	0,104

Heijastusominaisuudet vaikuttavat valaistusratkaisuun seuraavasti: Mitä suurempi vaaleusaste Q₀ sitä pidemmät pylväsvälit tai pienemmät lampputehot. Suuri peilimäisyys S1 vaikeuttaa valaisimien sijoittelua, koska luminanssi ja sen tasaisuus muuttuvat herkästi päällysteen olotilan vaihdellessa. Pieni peilimäisyys sallii yleensä pitemmät pylväsvälit.

Tievalaistuksen kannalta luokan tulisi olla mahdollisimman pieni eli päällysteen vaaleata, mutta ei peilimäistä. Pinnan tulisi olla karkea, jotta erilaiset kosteustilat eivät vaikuta kohtuuttomasti luminanssiin ja sen tasaisuuteen.

Valaistustekninen mitoitus tehdään tavallisesti standardipäällysteellä R2. Sateen aikana päällysteen peilimäisyys on suurimmillaan, ja kuivumisen aikana heijastusominaisuudet muuttuvat jatkuvasti, kunnes saavuttavat kuivan päällysteen ominaisuudet. Tämän vuoksi märän päällystenäytteen heijastusominaisuudet mitataan 30 min:n kuluttua siitä, kun määrätty kastelu on lopetettu, ja ryhmitellään luokkiin W1 ja W4 peilimäisyyskertoimen S1' avulla.

Ajoratamerkintöihin käytettävien massojen heijastusominaisuuksien tulee olla riittävän erilaiset päällysteeseen nähden eli asfalttipäällysteillä mahdollisimman vaaleita Q₀ 0,20 ja valoa hajottavia, S1 on 0,05...0,20.

14100.3 Pylväiden törmäysturvallisuus

Valaisimia kantaviin rakenteisiin kuuluvat pylväät, varret, tien poikki- tai pituus-suuntaiset vaijerit, pylväiden kiinnityslaitteet ja perustukset. Tie- ja katuvalaistuksessa käytettävät vakiorakenteet on suunnittelun, valmistuksen ja asentamisen helpottamisen sekä yhtenäistämisen takia standardisoitu (SFS, CEN) tai esitetty tyyppiirustuksissa.

Valaisinpylväiltä vaadittava toiminnallinen luokka (väistyvä, energiaa vaimentava, jäykkä) sekä pylvään ulkonäkökuvaus annetaan suunnitelma-asiakirjoissa.

Valaisinpylväiden käyttökelpoisuuteen vaikuttavat seuraavat ominaisuudet: lujuus, törmäysominaisuudet, valaisinistukan siirtymä, taipumat ja värähtelyt, asennus- ja kunnossapito-ominaisuudet, ulkonäkö ja hinta.

Pylväät jaotellaan materiaalin perusteella metalli-, puu-, betoni- ja keinoainepylväisiin. Rakenteeltaan ne ovat putki- tai ristikkopylväitä tai olakkeellisia, kartiomaisia, jäykkiä tai myötäviä pylväitä.

Pylväiden toimintatapa ryhmitellään törmäysturvallisuuden perusteella seuraavasti:

turvallisesti pysäyttävä, taipuva pylväs (standardi *EN 12767*)

törmäyksessä väistyvä, kokonaan murtuva pylväs

törmäyksessä väistyvä, jalustasta irtoava tai katkeava pylväs

törmäyksessä jäykkä pylväs.

Myötäävien pylväiden toimintatapa on 1, 2 tai 3.

Myötäävien pylväiden käyttö ja pylvästyypin valinta on esitetty julkaisussa *Tievalaistus/sähkötiedote 11D*.

Törmäyksessä turvallisten väistyvien pylväiden tulee täyttää standardin *EN 12767* luokan NE 1, LE 3 tai HE 3 vaatimukset ja energiaa vaimentavien pylväiden luokan HE 3 vaatimukset. Yli 12,3 m korkeiden pylväiden ei tarvitse olla standardin mukaisesti testattuja, mutta ne on valmistettava vastaavista rakenteista kuin standardin mukaisesti hyväksytyt pylväät. Pylväiden tulee olla Pohjoismaissa tyyppihyväksytyjä. Muualla kuin Suomessa hyväksytyistä on varmistettava mitoitus tuulikuormaa vastaan ja asennusohjeiden riittävyys.

Tiehallinto julkaisee listan tyyppihyväksytyistä pylväistä, jotka täyttävät standardin *EN 12767* vaatimukset.

Pylväiden on säilytettävä lujuusominaisuutensa *taulukossa 1* esitetyn ajan. Ruostumisen, syöpymisen ja lahoamisen estosta on annettava selvitys. Metallipylväille riittää standardin *SFS 4642* mukainen suojaus ja puupylväille standardin *SFS 3974* luokan A lahosuojaus.

Pylväsperustuksia ei yleensä tehdä hankekohtaisesti pohjasuhteiden mukaan mitoitettuna. Pylväiden perustuksia suunniteltaessa käytetään valmiiksi mitoitettuja jalustatyyppejä, joista valitaan olosuhteisiin sopiva. Perusvaatimuksena on, että pylväs ei kallistu ulkonäköä haittaavasti pohjamaan painumisen, ympärystytön tiivistymisen, roudan tms. takia. Pystysuoriksi suunniteltujen pylväiden kallistuma saa olla enintään 1,2°.

Viitteet

- EN 12767:en Tien laitteiden tukirakenteiden törmäysturvallisuus. Vaatimukset ja testimenetelmät. Passive safety of support structures for road equipment. Requirements and test methods
- *SFS 3974 Kyllästetty puutavara. Laatuvaatimukset*
- SFS 4642
- Tievalaistus/sähkötiedote 11D Törmäyksessä myötäävät valaisinpylväät vuonna 2004.

Ohje

Toimintatapa 1 sopii kaikkialle. Tavat 2 ja 3 eivät sovi tiiviisti rakennetulle kaupunkialueelle eikä paikkoihin, joissa sekundäärisen onnettomuuden riski on olemassa.

Myötäävien valaisinpylväiden käyttö on suositeltavaa ja taloudellisesti kannattavaa, kun KVL ylittää 1000...1500 ajon./vrk. Myötäävä pylväs murtuu helposti, väistyy tai pysäyttää auton turvallisen pehmeästi törmäystilanteessa. Murtuva pylväs murtuu pylvään alaosaan ja hidastaa autoa enemmän kuin irtoava. Taipuva pylväs taipuu auton alle ja pysäyttää auton turvallisen hitaasti. Nämä pylväävät mitoitetaan siten, että pylväs kestävä täyden taivutusmomentin mutta vain pienen leikkausvoiman. Tämä saadaan aikaan valmistamalla pylväs ohutlevystä, ontosta puusta, komposiittimuovista, ristikosta tai käyttämällä irtoavaa kiinnityslaitetta. Kaksiajorataisen kadun keskikaistalla pylvääisiin törmääminen estetään yleensä kaiteella. Jos kaide ei ole tarpeen keskikaistan leveyden tai muun syyn vuoksi, on yleensä taloudellista käyttää myötääviä pylvääitä. Turvallisesti pysäyttäviä pylvääitä tulisi käyttää, kun tie on vilkasliikenteinen, tiellä on paljon kalliioleikkauksia, metsänreuna tai jyrkäne on lähellä tai pylväävät sijoitetaan alle 2 m:n välikaistalle.

Energiaa vaimentavia pylvääitä (HE) suositellaan vilkasliikenteisille teille, kun pylvääiden takana on vilkasliikenteinen kevyen liikenteen väylä tai kapean sivuojan takana metsän puut. Väistyvien pylvääiden tuoma hyöty jää osittaiseksi, jos auto törmää pylväään jälkeen puuhun tai jalankulkijaan. Taajamien teillä, joiden nopeusrajoitus on 60 tai 70 km/h, on muutenkin syytä välttää raskasrakenteisia pylvääitä. Raskaiden pylvääiden käyttöön liittyy jonkinasteinen riski, että pylväs putoaa vapaasti huonokuntoisen auton katolle. Alhaisella nopeudella ja maakaapeliasennusta käytettäessä riski on suurimmillaan, mutta se on silti aika pieni. Ilmajohdo pienentää riskiä. Muissa tapauksissa kaikki energianvaimennusluokat (HE, LE ja NE) ovat samanarvoisia.

14100.4 Häikäistymisen estäminen häikäisysuojilla

Häikäistymisen estäminen tai vähentäminen lisää liikenteen turvallisuutta. Häikäisysuojan tehtävä on estää vastaan tulevan liikenteen aiheuttama häikäisy. Häikäisysuoja on normaalisti keskikaistalla oleva tiheä pensasrivi tai maavalli ja pensasrivi. Jos tilaa pensaille ei ole, voidaan kaiteen päälle asentaa levyjä tai säleikkö.

Häikäisysuojien vaikutuksesta voidaan käyttää pitkiä ajovaloja. Silloin on mahdollista valaista pysähtymiseen tarvittava matka myös ajonopeuksilla yli 60 km/h. Jonossa ajettaessakin takana tulevat hyötyvät siitä, että jonon ensimmäinen näkee riittävän pitkälle.

Häikäisysuojia harkitaan seuraavissa tapauksissa:

- 15 m:n keskikaista; valli ja kasvit kaarteissa, joissa on häikäisyä
- 6,5 m:n keskikaista; kasvit koko osuudella tai kaarteissa
- keskikaide, ei keskikaistaa; koko osuudella paitsi, jos suoja olisi näkemäeste
- kahden vilkasliikenteisen tien välissä, jos esiintyy häikäisyä.

Pienemmillä kaarresäteillä kuin 3300 m häikäisysuoja aiheuttaa näkemäesteen (keskikaista 1,70 m) vasemmalle, koska se lyhentää pysähtymisnäkemää alle sallitun. Silloin häikäisysuojaa ei käytetä.

Häikäisysuojiksi valittavien kasvien tulee muodostaa lehdettöminäkin riittävä häikäisysuoja. Kasvien tulee kestävä ilmasto-olosuhteet ja mahdollisimman hyvin tienhoidossa käytettävät aineet, lähinnä suola. Häikäisysuojan tulee olla riittävän korkea häikäisyn estämiseksi.

Häikäisysuojina voidaan käyttää muovista tai metallista valmistettuja lamelleja. Lamellien sijaan voidaan käyttää muovista tai metallista ritilää tai verkkoa tai pui-

sia tai betonisia tolppia. Häikäisysuojan tulee varjostaa 20°:n kulmassa tuleva valo.

Ohje

Häikäisysuojiksi valittavien kasvien tulisi olla suomalaisia ja kasvuston mahdollisimman tiivis. Mitä leveämpi keskikaista sitä paremmin kasvit menestyvät. Jos kasvit istutetaan maavallin päälle, vältetään suolauksen aiheuttamilta haitoilta. Seuraavat kasvit ovat suolaa kestäviä, ja niitä voidaan suositella häikäisysuojiksi: Kanadan tuomipihlaja, orapihlaja, kurttulehtiruusu, Siperian hernelpensas, sinikuusama, rusokuusama, kaunokuusama, lumimarja, punapaju ja koripaju. Näistä kuusi ensimmäistä on lehdettöminäkin tuuheita. Kurttulehtiruusu riittää korkeudeltaan lähinnä vain vallin päällä käytettäväksi. Pensaat voidaan istuttaa kahteen tai kolmeen riviin.

Häikäisysuojan korkeus riippuu siitä, mitä suojataan ja miltä suojataan. Esimerkiksi kuorma-auton kuljettajan suojaaminen kuorma-auton valoilta vaatii korkeamman häikäisysuojan kuin kuorma-auton kuljettajan suojaaminen henkilöauton valoilta. Normaalisti suojataan ainakin kuorma-auto henkilöautolta, mahdollisuuksien mukaan myös kuorma-auto kuorma-autolta.

Taulukossa 44 esitetään standardin *PrEN 12676:1997* mukaiset häikäisysuojan suosituskorkeudet. Häikäisysuojan korkeus laskennallisesti koverissa ja kuperissa taitteissa on esitetty julkaisussa *Tien häikäisysuojat*.

Taulukko 44. Tarvittavat häikäisysuojan korkeudet.

Silmä / valo	Kaistojen lukumäärä / keskikaistan leveys			
	3 / 1,7 m	4 / 1,7 m	4 / 6,5 m	4 / 15 m
ha ¹⁾ / matala ha ¹⁾	0,7	0,78	0,75	0,74
ha ²⁾ / korkea ha ²⁾	1,07	1,12	1,,03	0,98
ha ²⁾ / korkea ka ³⁾	1,17	1,18	1,16	1,15
ka ³⁾ / korkea ha ²⁾	1,52	1,77	1,68	1,63
ka ³⁾ / korkea ka ³⁾	1,75	1,94	1,87	1,83

1) silmä 1,0 m, valo 0,4 m.

2) silmä 1,2 m, valo 0,6 m.

3) silmä 2,45 m, valo 1,05 m.

Häikäisysuojan alareuna ei saa olla ylempänä kuin 0,74 m, kun suojataan henkilöauto henkilöautolta.

Muoveista polyeteeni kestää pakkasessa selvästi paremmin kolhuja kuin PVC. Keinotekoinen häikäisysuoja sijoitetaan usein kaiteen päälle. Häikäisysuojan ei tarvitse olla tiivis. Häikäisysuojan tulee varjostaa 20°:n kulmassa tuleva valo. Vastaava tangentti on 1:2,7. Jos lamellien leveys on 25 cm, lamellien etäisyydeksi tulee 69 cm. Jos lamellien leveys on 18 cm, lamellien etäisyydeksi tulee 49 cm.

Viitteet

- *SFS-EN 12676 Teiden häikäisysuojat*
- Tien häikäisysuojat. Tietoa tiensuunnitteluun nro 40.

14200 Turvallisuus- ja suojarakenteet

Kaiteet ja johteet

Turvallisuus- ja suojarakenteiden tehtävänä on varmistaa liikenteen häiriötöntä sujumista ja pienentää onnettomuuksista aiheutuvia vaikutuksia sekä tiellä liikkujille että tarvittaessa myös ympäristölle.

Tien reuna-alue on suunniteltava siten, että suistuva ajoneuvo ei kaadu tai törmää vaaralliseen esteeseen. Väylän reunaan varataan vapaata tilaa, jolla ei saa olla törmäysesteitä. Vapaan tilan leveys riippuu nopeudesta ja liikennemäärästä. Vapaata aluetta tarvitaan myös näkemäalueita, istutuksia, maastonmuotoilua, melusteita ja aurauslumen varastointia varten. Jos vapaan tilan sisäpuolelle joudutaan jättämään tai sijoittamaan esteitä, niihin törmäminen estetään kaiteella.

Kaiteilla voidaan suojata myös kohdetta törmäykseltä, esimerkiksi kevyen liikenteen väylää tai suurjännitepylvästä.

Kaiteiden tulee olla turvallisia ja tehokkaita sekä siihen törmäävän auton että suojattavan kohteen kannalta. Auto ei saa ponnahtaa kaiteesta liian jyrkästi, eikä henkilöautossa olijoihin saa kohdistua liian suuria hidastuvuuksia (riskitaso A on paras), eivätkä suuret kaiteen osat saa tunkeutua autoon tai lentää ympäristöön. Auto ei myöskään saa kaatua tai mennä kaiteen läpi tai yli. Laatuvaatimukset perustuvat standardiin *SFS-EN 1317-2*.

Huomioon otetaan myös standardi *SFS-EN 1317-5*, kun se valmistuu.

Kaiteiden sijoittaminen ei saa haitallisesti vaikuttaa näkemiin tai lumen kasaantumiseen tielle. Kaiteiden valinnassa tulee ottaa huomioon myös esteettiset näkökohdat.

Kaiteiden ja johteiden kestoajan tulee olla vähintään *taulukon 1* mukainen.

Ohje

Tavallisesti tiekaiteeksi valitaan jokin seuraavista:

- Tielaitoksen tyyppipiirustuksen mukainen kaide
- Tielaitoksen tyyppihyväksymä kaide
- standardin *SFS-EN 1317-2* vaatimukset täyttävä Suomeen soveltuva kaide.

Kaide voidaan valita myös suunnitelma-asiakirjoissa annettujen perusteiden mukaan (*SFS-EN 1317-2* mukainen, törmäyskoeluokka N1...H4, luokkaa vastaava sivusiirtymä DD ja W, ulkonäkö, säänkestävyys, kolhunkestävyys ja korjattavuus) tai käyttää tyyppipiirustuksen Ty 3/51 mukaista kaidetta.

Keskikaide lisää liikenneturvallisuutta kohtaavien ajoneuvojen välillä.

Tiekaiteen tarpeellisuus ja tyyppi osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa. Kaiteen sijoitus, pituus, viisteet ja törmäyssuojat, pylväsväli ja -pituus sekä luiskan kaltevuus ja muotoilu esitetään suunnitelma-asiakirjoissa, tai niissä noudatetaan teknisiä vaatimuksia.

Törmäysvaimentimiin sovellettavat standardin *SFS-EN 1317-3* mukaiset hyväksymiskriteerit ovat periaatteessa samat kuin kaiteiden kriteerit.

Ohje

Kaiteiden tarpeellisuus ja pituus on esitetty julkaisussa *Teiden suunnittelu V 2 Kaiteet ja suistumisonnettomuuksien ehkäisy* (v. 2002).

Tiekaiteiden laatuvaatimukset ja kaidetyypin valinta on esitetty julkaisussa *Tiekaiteiden laatuvaatimukset ja kaidetyypin valinta*.

Kaiteet suunnitellaan ja toteutetaan määräävien ohjeiden mukaan:

- *Kaiteet ja suistumisonnettomuuksien ehkäisy*
- *Tietoa tiensuunnitteluun nro 61A, Tiekaiteiden laatuvaatimukset ja kaidetyypin valinta*
- *TYLT 7210 Tiekaiteet TIEL 2210013-99.*

Viitteet

- SFS-EN 1317-2:en Kaiteet ja törmäysvaimentimet. Osa 2: Kaiteet. Toiminnalliset luokat, hyväksymisperusteet törmäyskokeissa ja testimenetelmät Road restraint systems. Part 2: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers
- SFS-EN 1317-3:en Kaiteet ja törmäysvaimentimet. Osa 3: Törmäysvaimentimet. Toiminnalliset luokat, hyväksymisperusteet törmäyskokeissa ja testimenetelmät Road restraint systems. Part 3: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for crash cushions
- Kaiteet ja suistumisonnettomuuksien ehkäisy, TIEH 2100014-02.
- Tiekaiteiden laatuvaatimukset ja kaidetyypin valinta. Tietoa tiensuunnitteluun nro 61A.
- TYLT 7210, Tiekaiteet, TIEL 2210013-99.

Aidat, puomit ja portit

Suoja- ja riista-aidat estävät eläimiä tai ihmisiä joutumasta tiealueen ulkopuolelta, ympäristöstä ja maastosta liikennealueelle. Aitojen tulee kestää ilmaston aiheuttamat rasitukset, tien hoidosta (lumenauraus) aiheutuvat rasitukset sekä eläinten ja kasvillisuuden aiheuttamat rasitukset. Aitojen kestoajan tulee olla vähintään *taulukon 1* mukainen.

Aitojen tulee sopia maastoon esteettisesti. Riista-aidat ja suoja-aidat integroidaan yhteen esimerkiksi kallioleikkausten ja tunneleiden suuaukkojen yhteydessä. Aidoissa ei saa olla häiritseviä pullistumia tai repeämiä.

Riista-aita sovitetaan maisemaan. Aitojen tulee estää eläinten, lähinnä hirvien, pääsy tielle. Hirviaidat sijoitetaan alueille, joita hirvet käyttävät tien ylitykseen. Aidan tulee olla riittävän korkea hirvien ylihyppäämisen estämiseksi. Aidat toteutetaan siten, että eläimillä on mahdollisuus havaita aita riittävän etäältä ja aidan tien puolelle joutuneille eläimille järjestetään kohtuullisin välein mahdollisuus siirtyä takaisin maaston puolelle.

Puomeilla ja porteilla estetään tarvittaessa liikenteen tai yksittäisten ajoneuvojen muulle liikenteelle häiriötä tai vaaraa aiheuttavat toimenpiteet. Puomien ja porttien tulee olla tarvittaessa avattavissa esimerkiksi tien hoidossa ja kunnossapidossa käytettäville ajoneuvoille ja mahdollistaa kulku maa- ja metsätaloussikäytössä oleville ja vastaaville alueille.

Ohje

Suoja-aitaa käytetään pääasiassa kallioleikkausten, tukimuurien ja muiden jyrkänteiden kohdalla. Aidan tarkoituksena on estää ihmisten putoaminen. Suoja-aidalla estetään moottoritien ylitys tai pääsy vaaralliseen paikkaan. Aidan tyyppi osoitetaan tilaajan hyväksymissä suunnitelma-asiakirjoissa. Jos tyyppiä ei ole määritetty, aita suunnitellaan julkaisun *Teiden suunnittelu V, Tiehen kuuluvat laitteet 4 Aidat* mukaan. Siinä oletustyytit ovat

- harva verkkoaita taajamien ulkopuolisissa kallioleikkauksissa, metallipylväät
- tiheä verkkoaita asuntojen, puistojen, koulujen ym. lähellä, metallipylväät
- riista-aita myös kallioleikkauksiin, jos tieosalle rakennetaan riista-aita heti tai lähiaikoina, puupylväät
- jäykkä verkkoaita estämään moottoritien tai vastaavan ylitys, metallipylväät.

Aitoihin rakennetaan portit. Yleisen tien tai vilkasliikenteisen yksityisen tien liittymissä ei käytetä porttia, vaan aita muotoillaan päätieltä katsottuna suppilomaiseksi siten, ettei se haittaa näky- miä. Maa- ja metsätalousliittymiin rakennetaan suljettava portti.

Porttien laatuvaatimukset on esitetty julkaisussa *Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset* osassa Varusteet ja erityisrakenteet.

Viitteet

- Teiden suunnittelu V, Tiehen kuuluvat laitteet 4 Aidat, TIEL 2140014.
- Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, Aidat, TIEH 2200021-v-04.

14300 Opastus- ja ohjausjärjestelmät

Liikennemerkkien tulee johtaa, jakaa ja säädellä liikennettä. Liikennemerkkit edistävät hyvää liikenneturvallisuutta ja palvelua. Liikennemerkkien määrän tulee olla mahdollisimman vähäinen ympäristön ja liikenneturvallisen viestimisen kan- nalta. Merkkien sijoittelussa otetaan huomioon myös maisemalliset ja esteettiset arvot.

Liikenne- ja opastusmerkit ja viitoitus

Liikennemerkkien ja liikenteen ohjauslaitteiden sekä tiemerkin- töjen tulee täyttää Suomen *liikenneasetuksen* ja *liikenneministeriön liikenteen ohjauslaitteita koske- van päätöksen* mukaiset vaatimukset. Jäljempänä liikennemerkkeistä, viitoitustau- luista ja muista liikenteenohjauslaitteista käytetään tarvittaessa yhteisnimitystä opasteet.

Opasteiden havaittavuuden tulee olla hyvä, mutta ne eivät saa peittää tienkäyt- täjien näkemiä tai vaikuttaa haitallisesti liikenneturvallisuuteen. Opasteiden tulee näkyä hyvin normaaleissa olosuhteissa, ja niissä tulee käyttää ympäristöön so- veltuvia pylväitä ja ripustuksia. Opastinpylväät pystytetään pystysuoraan. Pysty- suoriksi suunniteltujen opasteiden kallistuma saa olla enintään 1,2°. Opastinpyl- väiden liikenneturvallisuus varmistetaan käyttämällä myötäviä pylväitä tai turvataan muutoin liikenneturvallisuus.

Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä on esitetty julkaisussa *Yleisohjeet liiken- nemerkkien käytöstä*. Liikennemerkkien kalvon, pohjamateriaalin ja pystytysra- kenteiden valintaperusteet ja laatuvaatimukset sekä standardin *SFS-EN 12899-1:2001* Liikennemerkkit ja vastaavat liikenteen ohjauslaitteet. Osa 1: Lii- kennemerkit (Road equipment, Fixed, vertical road traffic signs, Part 1: Signs) soveltaminen Suomessa on esitetty julkaisussa *Liikennemerkkien pystytys ja ra- kentaminen, Rakenteita ja laatua koskevat vaatimukset, Suunnittelu- ja toteutta- misvaiheen ohjaus*.

Ohje

Liikennemerkkejä on kolmea kokoa. Yleensä käytetään normaalikokoisia liikennemerkkejä. Tiehallinto on laatinut kaikista *tieliikenneasetuksen* mukaisista liikennemerkkeistä piirustukset

Liikennemerkkipiirustukset TIEL 2131908, joissa on esitetty liikennemerkkien mitat. Kokosäädöksiä sekä liikennemerkkikohtaiset sijoitusohjeet ja -säädökset on esitetty julkaisussa *Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä*.

Pystytysrakenteiden valintaperusteet ja laatuvaatimukset on esitetty julkaisussa *Liikennemerkkien pystytys ja rakentaminen, Rakenteita ja laatua koskevat vaatimukset, Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus*.

Tiemarkinnät

Tiemarkintöjen tulee täyttää Suomen *liikenneasetuksen* ja *liikenneministeriön liikenteen ohjauslaitteita koskevan päätöksen* mukaiset vaatimukset. Tiemarkintöjen mitoitusperiaatteet on kuvattu julkaisussa *Tiemarkinnät*. Tiemarkintöjä koskevat laatuvaatimukset on esitetty julkaisuissa *Tiemarkintöjen laatuvaatimukset* ja *Tiemarkintöjen kuntoluokitus*.

Tiemarkintöjen havaittavuuden ja näkyvyyden tulee olla hyvä sekä pimeällä (paluuheijastuvuus) että päivänvalossa. Tiemarkintöjen tulee täyttää myös luminanssille, värille ja kitka-arvoille esitetyt vaatimukset sekä muut julkaisun *Tiemarkintöjen laatuvaatimukset* vaatimukset.

Tiemarkintöjen suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohje julkaisu *Tiemarkinnät* sisältää *tieliikenneasetuksen* mukaisten tiemarkintöjen käyttö- ja mitoitusohjeet. Ohje on tarkoitettu käytettäväksi tiemarkintöjen käytön suunnitteluun yleisille teille, mutta sitä voidaan soveltaa myös kaduille. Ohjeessa esitetyt tiemarkintöjen mitoitukset koskevat kaikkia tienpitäjiä Suomessa. Ohjeet perustuvat *tieliikenneasetukseen* ja *liikenneministeriön päätökseen liikenteen ohjauslaitteista*.

Tiemarkintöihin käytetty materiaali ei saa olla haitallisen liukasta.

Ohje

Tiemarkintöjen mitoitus määräytyy yleensä tieluokan ja nopeusrajoituksen perusteella. Kullakin nopeudella käytettävien merkintöjen mitoitus ja koko on esitetty kyseisen merkinnän kohdalla. Sulkuviivan ja varoitusviivan pituuden määrittää mitoitusnopeus ja näkemä.

Jos tielle on määrätty tiekohtainen nopeusrajoitus, käytetään mitoittavana nopeutena yleensä suurinta sallittua nopeutta. Lyhyitä paikallisia tai pistekohtaisia rajoituksia ei oteta huomioon. Yleisrajoituksen alaisilla teillä valitaan mitoitusnopeudeksi tien geometrian edellyttämä nopeus, yleensä 80 km/h tai 60 km/h. Samalla tiellä ei pidä mitoitusnopeutta muuttaa, elleivät olosuhteet selvästi muutu. Taajamissa tiemarkinnät mitoittaa nopeusrajoitus.

Viitteet

- Liikennemerkkien pystytys ja rakentaminen, Rakenteita ja laatua koskevat vaatimukset, Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus
- *Liikennemerkkipiirustukset*, TIEL 2131908
- Liikenneministeriön päätös liikenteen ohjauslaitteista 203/1982
- SFS-EN 12899-1 Liikennemerkit ja vastaavat liikenteenohjauslaitteet. Osa 1: Liikennemerkit
- Tieliikenneasetus 182/1982
- Tiemarkinnät, TIEH 2000005–04, Luonnos 23.3.2004.
- Tiemarkintöjen kuntoluokitus, TIEH 2200022-v-04.
- Tiemarkintöjen laatuvaatimukset, TIEH 2200014-v-04.
- Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä, TIEH 2000006-v-03.

14300.1 Selkeys

Liikennemerkkejä käytetään vain säädöksissä ja ohjeissa määritellyissä tilanteissa. Liikennemerkkeillä pyritään antamaan tienkäyttäjälle informaatiota tarkoitukseenmukaisesta ja oikeasta käyttäytymisestä liikenteessä. Liikennemerkkeillä annettavan informaation tulee olla mahdollisimman yksinkertaista ja selkeää. Liikenteen ohjaamiseen voidaan käyttää liikennemerkkejä, liikennevaloja, tiemerkintöjä ja muita liikenteen ohjauslaitteita siten kuin niistä *tieliikenneasetuksessa* säädetään. Liikenteen ohjauslaitteiden käytössä on lisäksi noudatettava *liikenneministeriön liikenteen ohjauslaitteista antaman päätöksen* mukaisia määräyksiä. Tiehallinto on myös antanut tai antaa tarpeen mukaan yksityiskohtaisia merkkitaimerkkiryhmäkohtaisia ohjeita. Liikenteen ohjaukseen käytetään vain *tieliikenneasetuksen* mukaisia liikennemerkkejä, jotta merkin viesti on aina yksiselitteinen ja ymmärrettävä.

Viitteet

- Liikenneministeriön päätös liikenteen ohjauslaitteista 203/1982
- Tieliikenneasetus 182/1982.

14300.2 Näkyvyys

Opasteiden tulee olla hyvin havaittavissa, mutta ne eivät saa peittää tienkäyttäjien näkemiä tai vaikuttaa haitallisesti liikenneturvallisuuteen. Opasteiden pitää näkyä hyvin normaaleissa olosuhteissa.

Tiemerkintöjen havaittavuuden ja näkyvyyden tulee olla hyvä sekä päivänvalossa että pimeällä. Tiemerkintöjen tulee olla täyttää julkaisun *Tiemerkinnät* mukaiset vaatimukset.

Toimivuusvaatimukset todennetaan katselmuksin ja mittaamalla.

Viitteet

- Tiemerkinnät, TIEH 2000005–04, Luonnos 23.3.2004.

14300.3 Paluuheijastuvuus

Uudet liikennemerkkit valmistetaan tarkoitukseen soveltuvasta levymateriaalista, jonka toimiva osa on heijastavaa kalvomateriaalia. Kalvotyypit on jaettu luokkiin R1, R2 ja R3, joissa suurempi numero tarkoittaa kalvomateriaalin paluuheijastuvuuden suurempaa arvoa. Luokkien R1 ja R2 paluuheijastuvuuden vähimmäisarvot on määritelty liikennemerkkejä koskevassa standardissa *SFS-EN 12899-1:2001*. Luokka R1 vastaa standardin luokkaa ref 1 ja luokka R2 standardin luokkaa ref 2. Luokan R3 paluuheijastuvuusvaatimukset ovat julkaisussa *Liikennemerkkien pystytys ja rakentaminen, Rakenteita ja laatua koskevat vaatimukset, Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus* esitetyn taulukon mukaiset. Muilta osin sovelletaan standardin *SFS-EN 12899-1:2001* vaatimuksia.

Liikennemerkkien kalvo suositellaan valittavaksi julkaisun *Liikennemerkkien pystytys ja rakentaminen, Rakenteita ja laatua koskevat vaatimukset, Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus* taulukon 1 mukaisesti .

Tiemerkintöjen paluuheijastuvuus määrittää lopputuotteen palvelutason liikenteen kannalta. Tiemerkintöjen paluuheijastuvuuden ($\text{mcd/m}^2/\text{lx}$) toiminnalliset vaatimukset esitetään *taulukossa 45*. Hankekohtaisesti voidaan esittää julkaisun *Liikennemerkkien pystytys ja rakentaminen, Rakenteita ja laatua koskevat vaatimukset, Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus* taulukossa 1 esitettyjä arvoja korkeampia tai alempia vaatimuksia. Taajamien ja pitkille taajamien ulkopuolisille valaistuille tieosuuksille voidaan asettaa alempi vaatimus tai standardin *SFS-EN 1436* paluuheijastavuusluokka R0, ei vaatimusta.

Taulukko 45. Tiemerkintöjen paluuheijastuvuuden ($\text{mcd/m}^2/\text{lx}$) toiminnalliset vaatimukset).

Paluuheijastus vähintään: uusi merkintä kuivana (R_{LK}) ja märkänä (R_{LM}) ¹⁾ ja ²⁾		Paluuheijastus vähintään: vanhan merkinnän vähimmäisvaatimukset kuivana (R_{LK}) ja märkänä (R_{LM}) ¹⁾ ja ²⁾	
Valkoinen	Keltainen	Valkoinen	Keltainen
150 (R_{LK})	100 (R_{LK})	100 (R_{LK})	80 (R_{LK})
50 (R_{LM})	50 (R_{LM})	35 (R_{LM})	35 (R_{LM})

¹⁾ Märän/kostean kelin paluuheijastuvuusvaatimus koskee niitä merkintöjä, joissa urakkasopimuksen mukaan edellytetään näitä ominaisuuksia.

²⁾ Taulukon paluuheijastuvuusarvot (R_L) vastaavat standardin *SFS-EN 1436* 30 m:n mittausgeometriaa.

³⁾ Tapauksittain voidaan määrittää tarkemmin maalien, ohutmassojen sekä masamerkkintöjen toiminnalliset vaatimukset.

Julkaisussa *Tiemerkintöjen laatuvaatimukset* on esitetty luettelo Suomessa käytössä olevista mittareista.

Viitteet

- Liikennemerkkien pystytys ja rakentaminen, Rakenteita ja laatua koskevat vaatimukset, Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus
- SFS-EN 1436 Tiemerkintämateriaalit. Tiemerkintöjen toimivuus tienkäyttäjien kannalta
- SFS-EN 12899-1 Liikennemerkkit ja vastaavat liikenteenohjauslaitteet. Osa 1: Liikennemerkkit
- Tiemerkintöjen laatuvaatimukset, TIEH 2200014-v-04.

14300.4 Tiemerkintöjen kitka

Kitka-arvolle asetettavat vaatimukset esitetään tarvittaessa hankekohtaisesti. Kitka-arvo mitataan, jos sille on asetettu vaatimukset. Tällöin mittaukset tehdään standardin *SFS-EN 1436* mukaan tai muulla vastaavat tulokset antavalla tavalla. Jos kitkalle asetetaan vaatimuksia, tulee sen olla standardin *SFS-EN 1436* taulukon luokan S1 mukainen eli $SRT > 0,45$.

Viitteet

- SFS-EN 1436 Tiemerkintämateriaalit. Tiemerkintöjen toimivuus tienkäyttäjien kannalta.

14400 Tien rasiterakenteet

Kaapeli-, johto- ja putkijohtovaraukset

Tiealueelle tulevat rasiterakenteet edellyttävät yleensä tienpitäjän lupaa. Rasiterakenteet on suunniteltava, sijoitettava ja rakennettava siten, ettei niistä aiheudu vaaraa yleisen tien liikenteelle tai sen kunnossapidolle. Rakenteet eivät myöskään saa estää tai rajoittaa tienpidon kannalta tarpeellisten rakenteiden tai laitteiden sijoittamista tiealueella.

Rasiterakenteet eivät saa merkittävästi haitata näkemiä. Rasiterakenteiden sijoittamisessa tulee ottaa huomioon melusteet, pohjavedensuojaukset ja muut tietä palvelevat rakenteet.

14400.1 Sijoittaminen

Tien suuntainen maakaapeli sijoitetaan tiealueen reunaan. Ainoastaan poikkeuksellisissa tilanteissa tien suuntainen kaapeli voidaan sijoittaa tien rakenteeseen (taajamissa ja telekaapelin aurauksen yhteydessä). Tien poikittaissuuntaisten kaapeleiden alitukset pyritään tekemään vilkasliikenteisillä teillä poraamalla tai työntämällä, tietä auki kaivamatta.

Moottori- ja moottoriliikenneteiden tiealueelle ei sijoiteta pituussuuntaisia sähköjohtoja tievalaistusjohtoja lukuun ottamatta. Tiealueen ulkopuolellekaan ei saa sijoittaa sähköjohtoja, jos johtojen asentamis- ja huoltotyötä ei voida tehdä muualta kuin moottori- ja moottoriliikennetieltä.

Jos alitus tehdään poraamalla tai työntämällä on varmistuttava, että tien pintaan ei muodostu epätasaisuuksia. Kohouman syntyminen voi olla poikkeuksellisesti hyväksyttävää, jos se voidaan jyrsiä pois. Vähäliikenteisillä teillä voidaan alitus tehdä myös auki kaivamalla, jos alituksen tekeminen muutoin osoittautuu kohutuuttomaksi. Tien alituksissa asennussyvyys on vähintään 1 m alitusputken yläpinnasta päällysteen pintaan. Poikkeuksellisesti asennussyvyys voi olla vähintään 0,8 m, mitä syvyyttä ei satunnaisestikaan saa alittaa. Työmenetelmä saattaa edellyttää huomattavasti vähimmäissyvyysiksi suurempaa asennussyvyyttä. Ojan pohjalla kaapeli asennetaan vähintään 0,8 m:n syvyyteen sivuojan pohjasta.

Verkonhaltija merkitsee tarvittaessa tiealueella olevan kaapelin sijainnin maastoon. Merkintätavan pitää olla selvä sekä merkinnän sellainen, ettei se haittaa liikennettä eikä tienpitoa. Käytettävät merkkipaalut eivät saa muistuttaa tien reuna-apaaluja.

Sähköpylvästä ei saa sijoittaa tien näkemäalueelle siten, että sen betonijalusta tai muu pylvääseen kuuluva leveä rakenne rajoittaa liikenneturvallisuutta vaarantavasti tien näkemää.

Ohje

Pylväät ja harukset sijoitetaan tavallisesti vähintään 1...2 m sivuojan taakse törmäysten estämiseksi. Muilta osin pylväiden sijainti valitaan julkaisun *Sähköjohdot ja yleiset tiet* kohdan 1.3.2 ja kuvan 5 mukaan. Harusten poikkeamat eivät ole niin vaarallisia kuin pylväiden poikkeamat. Tien sisäluiskaan voidaan sijoittaa enintään 1 kV:n johto, kun rakennetaan tievalaistus ja kyseessä on paikallista liikennettä palveleva tie, jota ei tarvitse leventää. Pylväiden ja niiden sijainnin tulee täyttää valaisinpylväitä koskevat vaatimukset.

Viitteet

- Sähköjohdot ja yleiset tiet, TIEH 2122342-2001.

15000 Alikulkurakenteet

Alikulun tehtävänä on mahdollistaa jalankulkijoille ja pyöräilijöille ajoradan turvallinen alittaminen, joten alikulun tulee olla riittävän leveä ja valaistu. Alikulun suunnittelussa otetaan huomioon myös kunnossapidon tarpeet, leveys ja riittävä alikulkukorkeus.

Eläimiä varten tarkoitettujen alikulkujen tulee mahdollistaa eläinten liikkuminen väylän ali. Pieneläinten liikkumista varten käytetään erikokoisia putkia ja rumpuja. Suurikokoisten eläinten alikulkujen on annettava kooltaan, muodoltaan ja sijoittamiseltaan eläimelle riittävä turvallisuuden tunne. Alikulku toteutetaan esimerkiksi väylällä olevan sillan alta.

Ohje

Alikulkukäytävän aukon vähimmäisleveys on kevyen liikenteen väylän leveys + 1 m. Suositeltava vähimmäisleveys on 6 m. Kunnossapitokalusto vaatii 2,5...3,2 m:n alikulkukorkeuden.

16000 Kevyen liikenteen rakenteet

Kevyen liikenteen väylän tulee

- mahdollistaa jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden kulkeminen paikasta toiseen mahdollisimman lyhyttä ja miellyttävää reittiä
- olla sekä sosiaalisesti että liikenteellisesti turvallinen, mieluiten muusta liikenteestä eroteltu ja valaistu. Muiden liikenneväylien ylitysten tulee olla turvallisia, mahdollisesti yli- tai alikuluin järjestettyjä. Kulkemisen väylällä tulee olla helppoa ja esteetöntä myös liikuntavammaille
- olla korkeuseroiltaan kohtuullinen, mutta ympäristöltään pienipiirteinen ja riittävän vaihteleva
- olla tasainen
- olla helposti ja nopeasti kunnossapidettävissä, etenkin talvisin tavanomaisesti käytetyllä kalustolla. Kunnossapito on otettava huomioon myös väylän leveyksiä ja alikulkukorkeuksia valittaessa

- kestää väylän hoitamisessa ja kunnossapidossa käytettävän huoltokaluston ra-
situkset, erityisesti kevätkantavuuden tulee olla riittävä.

Keuyen liikenteen väylän kantavuusvaatimukset esitetään *taulukossa 33*. Keuyen liikenteen väylän routanousu ei saa ylittää kohdassa *11100.3 Routanousu ja rou-
tanousuero* (Päällysrakenne) esitettyjä arvoja. Väylään ei syntyä haitallisia rou-
tahalkeamia.

Korotetun jalankulkuväylän painuman tulee käyttäytyä pääväylän painuman ta-
paan. Erillisen keuyen liikenteen väylän painuma ei saa poiketa haitallisesti pää-
väylän painumasta. Keuyen liikenteen väylän painuma saa olla enintään
paikallistien painuman suuruinen (800 mm).

Keuyen liikenteen väylän ensisijainen päällyste on asfalttibetoni. Ulkonäkösyistä
tai muista syistä päällyste voi olla muukin.

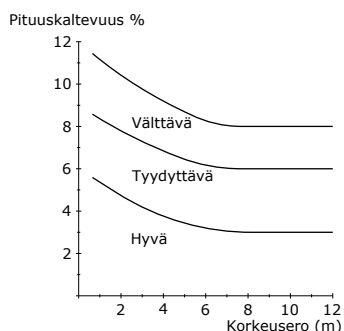
Viitteet

- 11100.3 Routanousu ja routanousuero, InfraRYL

Ohje

Keuyen liikenteen väylän päällyste valitaan julkaisun *Taajamapäällysteet ja reunatuet* (1998)
kohdan 3.2 mukaan, verhoukset kohdan 4 ja reunatuet kohdan 5.3 mukaan. Verhous ja reu-
natuet toteutetaan InfraRYLin *luku*jen 21410 *Asfalttipäällysteet*, 22110 *Reunatuet*, 22120
Hulevesikourut ja 22130 *Maastoaskelmat* laatutasoa vastaavasti.

Keuyen liikenteen väylän pituuskaltevuuden enimmäisarvot esitetään *kuvassa 107*.



Kuva 107. Keuyen liikenteen väylän pituuskaltevuuden enimmäisarvot.

Viitteet

- 21410 Asfalttipäällysteet, InfraRYL
- 22120 Hulevesikourut, InfraRYL
- 22130 Maastoaskelmat, InfraRYL
- 22110 Reunatuet, InfraRYL
- *Taajamapäällysteet ja reunatuet*.

17000 Levähdyspaikat ja muut vastaavat rakenteet

Pysäköimis- ja levähdysalueen tulee olla toimiva, turvallinen ja viihtyisä. Pysäköi-
misalue on tarkoitettu lyhytaikaiseen pysähtymiseen ja levähtämiseen. Levähdy-

alueet on tarkoitettu tienkäyttäjien lepoa ja ravitsemista sekä ajoneuvojen huoltoa varten. Viihtyisän ja toimivan levähdysalueen tunnusmerkkejä ovat kaunis maisema, hyvät palvelut ja siisteys.

Pysäköimisalueella tulee olla vähintään pysäköintitila ajoneuvoille ja jäteastia. Levähdysalueilla tulee olla pysäköintitila ajoneuvoille (merkityt paikat eri ajoneuvoyhdistelmille), jäteastia, wc-palvelut, pöytä-penkki-kalustus erillisellä oleskelualueella, valaistus tarpeen mukaan, opastaulu lähialueesta, mahdollisesti kioski tai kahvila ja tietoa seuraavista tienvarsipalveluista.

Pysäköimis- ja levähdysalueiden rakenteiden ja varusteiden pitää olla esteettisiä, kestäviä ja pitkäikäisiä.

Rakenteellisesti näiden alueiden tulee käyttäiltään sekä tasaisuus-, painuma- ja routanousuvaatimuksiltaan vastata sen päätien laatutasoa, jonka varrella ne sijaitsevat.

Linja-autopysäkki on linja-autoja varten järjestetty pysäyttämispaiikka, joka on merkitty *tieliikenneasetuksen* mukaisella linja-autopysäkin merkillä. Linja-autopysäkkiin kuuluvat myös ne alueet ja kiinteät rakenteet, joita linja-automatkustajat käyttävät pysäkillä tullessaan, linja-autoa odottaessaan sekä linja-autoon nousuun ja siitä poistuessaan.

Rakenteellisesti linja-autopysäkkien tulee olla käyttäiltään sekä tasaisuus-, painuma- ja routanousuvaatimuksiltaan sen päätien laatutasoa, jonka varrella ne sijaitsevat.

Viitteet

- Tieliikenneasetus 182/1982.