

20000 Katurakenteet

JOHDANTO

Rakenteiden suunnittelu ja toimivuusvaatimukset

Toimivuusvaatimuksilla kuvataan rakenteen ja sen osien elinkaaren aikaista käyttäytymistä koskevia vaatimuksia, jotka ohjaavat teknisten vaatimusten asettamista. InfraRYLin tekniset vaatimukset määrittelevät rakenteiden valmistushetken vaatimuksia. Valmistumisen jälkeen rakenteet kuormitusten ja rasitusten vaikutuksesta yleensä hitaasti heikkenevät tai menettävät ominaisuuksiaan. Rakenteet mm. väsyvät, rappeutuvat, kuluvat, muuttavat muotoaan, halkeilevat, kallistuvat, ts. niiden toimivuus yleensä heikkenee. Toimivuusvaatimukset ovat raja-arvoja, joita enempää rakenne ei saa huonontua menettämättä käyttäjien, omistajien ja ympäristön asettamia vaatimuksia.

Rakenteiden suunnittelu sisältää tarkastelut, joissa rakenneosien keskinäinen toimivuus mitoitetaan ja varmistetaan koko elinkaaren kestävä käytön aikaisten kuormitusten ja rasitusten perusteella. Toimivuusvaatimusten periaatteiden mukaan alemman tai peittyvän kerroksen tai rakenneosan suunniteltu kestoikä on suurempi kuin päälle tulevan kerroksen tai osan, jotta koko rakenne ei rappeudu tai hajoa yhden alla olevan osan heikkouden vuoksi. Rakenteiden toimivuusvaatimukset ovat suunnittelukriteerejä rakenteita suunniteltaessa ja mitoitettaessa.

20000.0 Kadun toimivuusvaatimukset

Kadulla tarkoitetaan tässä sekä ajorataa, jalkakäytävää, erillisiä kevyen liikenteen väyliä että toreja ja aukioita. Katu on myös kunnallisteknisten johtojen ja laitteiden sijoituspaikka.

Kadun tulee täyttää toiminnallisesta katuluokastaan määräytyvä liikennetehtävä halutulla tavalla. Vaatimukset tulee mitoitaa niin, että liikenteen tuleva kehitys otetaan huomioon. Kadun tulee tukea sen varrella olevia toimintoja ja maankäyttöä.

Kadun tulee olla käyttäjälleen ja ympäristölleen turvallinen ja viihtyisä. Kadun tulee tarjota käyttötarkoituksensa mukaiselle käytölle tasainen alusta liikennöintiä varten kaikissa olosuhteissa. Liikennöinnin pitää olla sujuvaa ja kadun myös viihtyisä. Kadun tulee olla sekä itsessään että liikenne huomioon ottaen riittävän kestävä koko rakenteen suunnitellun käyttöiän. Käytettävien rakenteiden on mahdollistettava väylän ja siihen sijoitettujen johtojen ja laitteiden käytön edellyttämät hoito- ja kunnossapitotoimenpiteet.

20000.1 Kadun toimivuusluokittelu

Liikenneväylien turvallisuus-, käytettävyy-, viihtyisyys-, käyttöikä-, muuntojous- to-, ja ylläpidettävyyssuokittelua käsitellään tarkemmin *kohdassa 10000.1 Tieväylän toimivuusluokittelu*.

Viitteet

- 10000.1 Tien toimivuusluokittelu, InfraRYL.

20000.1.1 Turvallisuusluokittelu

Katuliikenne eroaa maantieliikenteestä, jolle on ominaista pelkistetty pitempimat- kainen siirtyminen paikasta toiseen. Katu ja katuliikenne ovat välittömässä vuor- ovaikutuksessa kadunvarren maankäytön ja toimintojen kanssa. Katuliikenteessä lähtökohtana on ajoneuvoliikenteen, kevyen liikenteen ja jalankulun sopeuttami- nen toisiinsa asetettujen maankäytön ja liikenteen tavoitteiden mukaisesti.

Liikenteen turvalliseen sujumiseen vaikuttavat lisäksi kadun leveys, pinnan väri, liikenteen opasteet ja kaistamerkinnot sekä niiden valonheijastuvuus, luiskien kal- tevuudet, kaiteet, aidat, portit ja erilaiset pylväät ja niiden sijoittuminen. Katujen alhaisemmat nopeudet teihin verrattuna parantavat liikenneturvallisuutta.

Kadun geometristen ominaisuuksien ja liittymien lisäksi väylän turvallisuuteen vaikuttavat lähinnä kadun pinnan ominaisuudet, turvallisuuteen liittyvät varusteet ja laitteet sekä näiden hoito.

Kadun pinnan tulee tarjota liikenteen turvallisuuden edellyttämä riittävä ja tasa- laatuinen kitka kaikissa olosuhteissa. Pinnan ja siihen tehtyjen tiemerkinnotien valonheijastavuusominaisuudet pitää olla riittävät pimeän ajan liikenteen turvaa- miseksi. Valaistuksen on oltava riittävä, eikä se saa aiheuttaa häikäistymistä.

Kadun pinnassa ei saa esiintyä liikenneturvallisuutta vaarantavia yllättäviä heittoja tai haitallisia päällysteen vaurioita.

20000.1.2 Käytettävyydenluokittelu

Kadun pinnan tulee olla ajonopeuteen nähden riittävän tasainen sekä pituus- että poikkisuunnassa. Sen pitää tarjota liikenteen sujumisen edellyttämä riittävä ja ta- salaatuinen kitka kaikissa olosuhteissa.

Kadun käytettävyyttä parantaa mm. kadun leveys, liikenteen ohjauksessa käytet- tävien opasteiden, merkkien ja merkinnotien näkyvyys, selkeys ja havainnollisuus sekä asianmukainen valaistus. Katu tulee suunnitella niin, että sen käytettävyyden tukee tarkoitettua ajonopeustasoa.

20000.1.3 Viihtyisyysluokittelu (viihtyisyys ja maisemallisuus)

katualueen viihtyisyyteen vaikuttavat käyttäjän kannalta oleellisimmin rengasme- lu, ympäristön rakenteet ja istutukset. Istutuksilla voidaan vähentää kadusta ja liikenteestä aiheutuvia esteettisiä ja sosiaalisia haittoja. Valaistuksella voidaan li- sätä viihtyisyyttä ja turvallisuuden tunnetta. Kadun aiheuttamaa ympäristön viih- tyisyyttä pienentävää meluisuutta vähennetään kadun sijoittelulla, päällysteillä, istutuksilla, meluvalleilla ja -aidoilla. Ympäristöön leviävä tärinä voidaan kokea haittana tärinälle herkässä ympäristössä.

20000.1.4 Käyttöikäluokittelu

Katurakenteissa käyttöikä määräytyy toimivuus- ja käytettävyysskriteerien perusteella. Käyttöikää rajoittaa rakenteiden ja materiaalien turmeltuminen käyttöiän aikaisten rasitusten ja olosuhteiden vaikutuksesta. Kaupunkiympäristössä kadun käyttöikään vaikuttaa myös se, että johtojen ja putkien korjaustöiden takia kadut kaivetaan usein auki. Tavoiteikäikä on aika, jonka päätyessä ennalta asetetut toimivuusvaatimukset ylittyvät. Toimivuusvaatimusten raja-arvot asetetaan käytettävyyden, teknisen kestävyuden tai taloudellisen ylläpidettävyyden perusteella. Kadun käyttöikään vaikuttavat myös odotettavissa olevat kadun ympäristön ja maankäytön muutokset.

Katurakenteen käyttöikää ei siis luokitella ainoastaan teknisen kestävyuden perusteella. Rakenteen vakavuuden ja teknisen kestävyuden (kestoikä) tulee kuitenkin olla riittävät. Rakenteet suunnitellaan ja rakennetaan siten, että alemmaksi sijoitettujen osarakenteiden ja rakenneosien kestoikä on vähintään niiden päälle tulevien osarakenteiden kestoikä.

Käyttöikä on se aika, jona rakenne tai sen osa asianmukaisesti huollettuna täyttää sille asetetut vaatimukset asetetulla todennäköisyydellä. Käyttöikä päättyy, kun rakenne tai sen osa alittaa jonkin sille asetetun ensisijaisen vaatimuksen tai saavuttaa sille asetetun rajatilan. Ensisijaisella vaatimuksella ja rajatilalla tarkoitetaan tässä esimerkiksi päällysteen urasyvyyttä, päällysteen pituussuuntaista epätasaisuutta, katurakenteen painumaa, penkereen stabiliteettia, paalulaatan ym. kantavien rakenteiden kantokykyä jne.

Katurakenteiden rakennusosilta vaadittava käyttöikä esitetään *taulukossa 1*.

Taulukko 1. Kadun rakenneosilta vaadittava käyttöikä.

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

Rakennusosa	Käyttöikä, vuotta	Todennäköisyys
Kasvillisuus	määritetään hankkeittain kasvien luonnollisen eliniän perusteella	
Luiskan eroosiosuojaus		
Mitoitusperuste kerran 2 vuodessa toistuva 10 min:n enimmäissade (pintaerosio) ja 2 vuodessa 1 h:n sadanta (mitoitusvirtaama)	määritetään hankkeittain	(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		
Syvästabilointi (riippuu pilarityypistä)	100	95 %
Massastabilointilaatta	100	95 %
Massanvaihto	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 %
Hulevesiviemärit	50	50 %

20000.1.5 Muuntojoustoluokittelu

Katurakenteissa tulee harvoin kyseeseen rakenteen leventäminen ja/tai korottaminen tai liikennemäärän kasvun edellyttämien linja-autopysäkkien ja muiden rakenteiden rakentaminen kadun yhteyteen. Kadun vaiheittainen rakentaminen tulee olla mahdollista, jos kaavassa on esitetty esimerkiksi ajoratojen vaiheittainen rakentaminen. Katurakenteen tulee tarvittaessa mahdollistaa turvallisuusrakenteiden parantaminen tai muun varustelutason muutos sekä rakenteeseen asennettävien järjestelmien asentaminen tai lisäys. Tällaisia lisäyksiä ovat esimerkiksi vesihuoltoverkon osat, kaapelit ja liikenteen ohjausjärjestelmät.

Muuntojoustotekijöitä ovat

- rakennemateriaalien ja rakenneosien uudelleenkäyttö

- turvallisuusrakenteiden ja varusteiden lisäämis-, parantamis- ja muutosmahdollisuus
- johtojen ja kaapeleiden asennusmahdollisuus.

20000.1.6 Ylläpidettävyyden luokittelu

Kadun tulee olla hoidettavissa ja ylläpidettävissä tavanomaisin menetelmin aiheuttamatta merkittävää haittaa liikenteelle ja ympäristölle. Rakenteen on mahdollistettava turvalaitteiden huoltaminen ja vaihto. Kadun ja kadun rakenteiden suunnittelussa ja rakentamisessa on vältettävä ratkaisuja, jotka tarpeettomasti lisäävät hoidon tai kunnossapidon tarvetta, esimerkiksi rakenne edesauttaa paanejään muodostumista.

Kadun kasvillisuusalueiden ja pientareiden tulee toimia nurmikon, pensaiden ja muiden istutusten kasvualustana. Kasvillisuusalueiden tulee olla vaivatta hoidettavissa tavanomaisin menetelmin riittävien näkymien ja viihtyisän ulkoasun ylläpitämiseksi.

Ennakoitavissa oleviin haittoihin tulee varautua. Ennakoitavia haittoja ovat esimerkiksi kinostuminen, puiden kaatuminen, hulevesikaivojen ja rumpujen tukkeutuminen.

Ylläpidettävyystekijöitä ovat

- katualueen leveys (lumenauraus, lumitila)
- hoito- ja ylläpitotoimenpiteiden suorituksen helppous (lumenauraus, kuivatuksen ylläpito, halkeamien juottaminen, päällysteen uusimisen mahdollisuus, näkymien ylläpito)
- turvalaitteiden ja muiden kadun varusteiden ja laitteiden huollettavuus.

21000 Katurakenteen toimivuusvaatimukset

Katurakenteiden ja niiden osien toimivuusvaatimukset esitetään *luvun 11000 Tierakenteen toimivuusvaatimukset* mukaisella jäsentelyllä. Vaatimusten todentaminen tehdään *luvun 11000* vastaavien kohtien mukaan. Myös kuvat, taulukot ja lähdeviitteet esitetään pääosin tierakenteiden yhteydessä.

Viitteet

- 11000 Tierakenteen toimivuusvaatimukset, InfraRYL.

Liikennöintiä varten kadun pinnan tulee olla tasainen ja säilyttää tasaisuutensa ja ehjyytensä suunnitellun käyttöiän. Pinta ei saa olla haitallisen liukas. Katurakenteen tulee olla sellainen, että siihen voidaan sijoittaa vesihuollon, energiansiirron ja tietoliikenteen johdot, kaapelit yms. laitteet, ja se on mahdollista varustaa liikennettä ohjaavilla ja tukevilla varusteilla ja laitteilla. Rakenteen pitää olla hoidettavissa ja ylläpidettävissä.

Maanvaraisesti tai vahvistus- ja pohjarakenteiden varaan perustettujen rakenteiden painumien ja siirtymien tulee olla yhdyskunnan johtoverkon toimivuuden

edellyttämiä ja turvallisen liikennöinnin kannalta riittävän pieniä. Maapohjan ja rakenteiden varmuuden sortumista, murtumista ja halkeilua vastaan on oltava riittävän suuri.

21000.1 Tasaisuus

Kadun pinnan tulee olla ajomukavuuden ja liikenteen turvallisuuden varmistamiseksi riittävän tasainen. Pinnan urat ja muut epätasaisuudet eivät saa häiritsevästi ohjata ajoneuvoa. Tasaisuus muodostuu primäärisesti kadun pituus- ja poikkisuuntaisesta tasaisuudesta. Näihin puolestaan vaikuttavat päällysteen urautuminen, päällysrakenteen deformatioituminen ja vauriot, kadun alustan ja pohjamaan routivuus, maapohjan ja pohjarakenteiden painuminen sekä kadussa olevien putkien painumattomuus.

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, tiiviysastevaatimuksina ja kuormituskestävyysvaatimuksina.

21000.1.1 Pituussuuntainen tasaisuus

Katu tulee perustaa ja rakentaa siten, etteivät katurakenteessa tai sen alla tapahtuva maapohjan painuminen, routuminen eivätkä käytettävät pohjarakennusratkaisut tai eristerakenteet aiheuta kadun pintaan haitallista pituussuuntaista epätasaisuutta. Samoin katuun sijoitettavien johtorakenteiden perustaminen tulee tehdä siten, että se ei aiheuta katuun epätasaisuutta.

Kadun pituussuuntaiseen epätasaisuuteen vaikuttavat lisäksi rakenteessa käytettävien materiaalien homogeenisuus. Pituussuuntaista tasaisuutta käsitellään *kohdassa 11000.1.1 Pituussuuntainen tasaisuus*. Tasaisuuden lukuarvoja voidaan soveltaa harvoin katurakenteisiin.

Viitteet

- 11000.1.1 Pituussuuntainen tasaisuus, InfraRYL.

21000.1.2 Poikkisuuntainen tasaisuus

Katurakenteen tulee kestää liikenteestä rakenteeseen aiheutuvaa rasitusta ilman pinnan haitallista urautumista. Urautuminen on päällysteen kulumista sekä sen ja alapuolisten kerrosten ja alusrakenteen deformatioitumista.

Päällysteen ominaisuuksien lisäksi urautumiseen vaikuttavat päällysteen alapuolisten kerrosten materiaali ja tiiviys, kuormituskestävyys sekä kuivatus- ja routimisominaisuudet. Kadun poikkisuuntaiseen tasaisuuteen vaikuttavat myös kadun

poikkisuunnassa epätasainen painuma ja routanousu, materiaalien homogeenisuus sekä kadun reunan kuormituskestävyys ja vakavuus.

Päällysteen pinnalla ilmenevään urautumiseen vaikutetaan päällysteellä, kantavan ja jakavan kerroksen materiaaleilla, sisäluiskan muotoilulla ja päällysrakenteen lujiteratkaisuilla.

21000.1.3 Sivukaltevuus

Kadun sivukaltevuus on tärkeä pintavesien pois johtamiseen vaikuttava tekijä. Sivukaltevuuden tulee olla sellainen, että sadevesi ei lammikoidu kadulle. Sivukaltevuuden valinnassa on otettava huomioon myös maapohjan painumasta aiheutuvat vaikutukset kaltevuuteen. Yleensä ajoradalla on kaksipuolinen 3 %:n sivukaltevuus. Tarvittaessa sivukaltevuutta voidaan vaihdella 1...5 %.

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.

Vaatimukset

Kadun sivukaltevuusvaatimukset ovat samat kuin tien sivukaltevuusvaatimukset, ks. taulukko 2.

Taulukko 2. Kadun pinnan sivukaltevuudet.

Sivukaltevuus, %	
Ajoradat	Kevyen liikenteen väylät
3,0...6,0	2,5...5,0

Kadun pinnan poikkisuuntainen kaltevuus ei saa muuttua niin, että pintakuivatus ja sivuttaiskitka muuttuvat liiaksi, ks. routanousu.

Suurin sallittu sivukaltevuuden keskimääräinen poikkeama vaaditusta arvosta on $\pm 0,7$ %-yksikköä. Paikallisesti poikkeama saa olla enintään kaksinkertainen taulukon 2 arvoihin verrattuna.

Päällysteeseen liittyvä päällystämätön piennar ei saa ylittää kaltevuutta 10 % eikä päällystetty piennar kaltevuutta 4 %. Kaltevuuden tulee kuitenkin olla vähintään samansuuruinen kuin päällystetyllä osuudella.

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

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

Viitteet

- PANK 5209 Sivukaltevuus, Regressiomalli..

21000.1.4 Pituuskaltevuus

Kadun pinnan pituuskaltevuuden tulee turvallisen ja sujuvan liikenteen mahdollistamiseksi olla riittävän pieni. Suuri pituuskaltevuus voi aiheuttaa vaaraa erityisesti kaarteissa ja liukkaalla pinnalla. Pituuskaltevuuden äkillisen muuttumisen mahdollisuus on otettava erityisesti huomioon erityyppisten rakenteiden yhtymäkohdissa sekä risteysalueilla.

Vaatimukset

Pituuskaltevuus ei saa kokooja- ja pääkaduilla olla yli 8 % eikä tonttikaduilla yli 10 %. Liittymien ja bussipysäkkien kohdalla enimmäisarvo on 4 %. Niissä kohdissa, joissa ajoradan pintakuivatus on lähinnä pituuskaltevuuden varassa, on pituuskaltevuuden vähimmäisarvo 0,5 %.

Esteettömyys otetaan huomioon julkaisun *Esteettömien julkisten alueiden suunnittelun, rakentaminen ja kunnossapidon ohjeistaminen katu-, viher- ja piha-alueilla* mukaan.

Viitteet

- *Esteettömien julkisten alueiden suunnittelun, rakentaminen ja kunnossapidon ohjeistaminen katu-, viher- ja piha-alueilla (SuRaKu-projekti).*

21000.2 Vaurioitumattomuus

Katurakenteen tulee olla lujuus- ja muodonmuutoskäyttäytymiseltään kadulla tapahtuva liikenne huomioon ottaen riittävän kestävä koko rakenteen suunnitellun käyttöajan ajan. Myös kevyen liikenteen väylien tulee kestää satunnaisesti raskaan liikenteen rasitukset. Rakenteen ennenaikaisen vaurioitumisen voi aiheuttaa stabiliteetin menetys, painuma, routanousu, sulamispehmeneminen, kantavuuden menetys, deformatioituminen tai kuluminen. Vaurioitumisen syynä voivat olla työ-, rakenne- tai materiaalivirheet. Rakenneosissa käytettävien materiaalien tulee kestävyydeltään vastata kyseiselle rakenneosalle asetettua tavoitekäyttöikä.

Liikenteen turvallisen sujumisen varmistamiseksi rakenteen tulee säilyä riittävän ehyenä ja tasaisena koko kadun 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 voidaan vaikuttaa 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 tiiviyyden (tiiviysuhteen E_2/E_1) ja kantavuuden perusteella.

21000.3 Melu ja tärinä

21000.3.1 Melu

Kaduista aiheutuvat liikennemeluongelmat esiintyvät yleensä pääkaduilla ja koojakaduilla, joilla liikenteen määrä ja nopeudet ovat suurimmat. Kaduilla rengasmelu on yleensä merkitsevin alhaisten nopeuksien vuoksi. Kadun pinnan tulee olla tasainen, jotta renkaista aiheutuisi mahdollisimman vähän melua. Renkaista aiheuttavaa meluisuutta lisäävät pinnan kuluminen ja vaurioituneisuus. Ympäristöön leviävän melun suuruuteen vaikutetaan päällysteellä ja katurakenteen ulkopuolisilla melunvaimennustoimenpiteillä. Melun vaimennusratkaisujen yhteisvaikutuksella pyritään alittamaan *valtioneuvoston päätöksessä Vnp 993/92* esitetyt ohje-arvot.

Vaatimukset

Vaatimukset esitetään *taulukossa 10 (kohta 11000.3.1)* Päällysteeltä vaadittavan melutason yläraja.

Viitteet

- 11000.3.1 Melu, InfraRYL.
- Valtioneuvoston päätös 993/92.

21000.3.2 Tärinä

Katuväylän pinnan tulee olla tasainen, jotta liikenteestä aiheutuva tärinä olisi mahdollisimman vähäistä. Ympäristöön leviävään tärinään vaikuttavat tasaisuuden lisäksi tien rakennekerrokset, liikenteen nopeus ja akselimassat, pohjasuhteet, käytetyt pohjanvahvistusrakenteet ja tärinänestorakenteet sekä kadussa olevat kansistot.

Vaatimukset

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

Kadun pinnan tasaisuudelle ei ole asetettu tasaisuusvaatimuksia tärinän syntymisen suhteen.

21000.4 Levennettävyys

Rakenteen tulee tarvittaessa mahdollistaa liikenteen välityskyvyn lisääminen rakennetta leventämällä. Yleensä katurakennetta ei levennetä, vaan kaavoituksessa otetaan huomioon kadun tuleva käyttö.

21000.5 Varusteltavuus

Katurakenne ja -alue on kyettävä varustamaan liikenteen turvallisen sujumisen varmistamiseksi tarvittavilla laitteilla ja varusteilla. Näitä ovat esimerkiksi liikennemerkkit, liikenteen ohjaukseen tarvittavat laitteet, valaistus, kaiteet, aidat, penkit, roskakorit, ja muut kadun kalusteet sekä istutukset. Varusteltavuudessa on otettava huomioon myös hoito- ja kunnossapitotyöt ja -tavat.

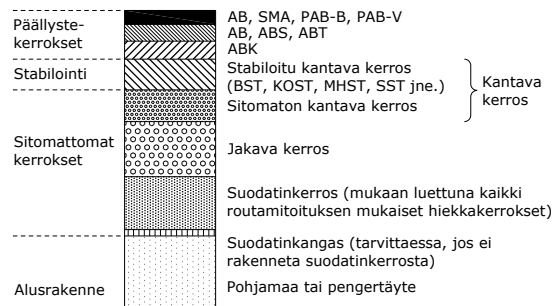
21000.6 Vakavuus

Kadulla tulee olla siinä tapahtuva liikenne huomioon ottaen riittävä stabiliteetti ja rakenteellinen varmuus sortumista ja murtumista vastaan koko rakenteen suunnitellun käyttöiän väylän turvallisuuden ja ylläpidettävyyden säilyttämiseksi. Vakavuuden tulee olla niin suuri, ettei sen puutteesta aiheudu haitallisia muodonmuutoksia itse kadun pinnalle, katurakenteelle tai katurakenteessa oleville rakenteille, kuten putkijohdoille, kaapeleille ja pylväille. Kadun vakavuus varmistetaan osarakenteiden toimivuusvaatimuksissa. Osarakenteita ovat luiskatäyttö, pengerrakenne, pohjarakenne ja luonnonmaapohja.

21100 Päälysrakenne

Päälysrakenteen suunnittelun lähtökohtana on käyttöikävaatimus, joka rakenteen on täytettävä. Vaurioittavat rasitukset ovat joko liikenneperäisiä, ilmastoperäisiä tai painumisesta ja vakavuuden puutteesta johtuvia tai näiden yhdistelmiä. Alemman kerroksen kestoikävaatimus on aina suurempi kuin ylemmän kerroksen vaadittu kestoikä. Päälysrakenteen kestoikä ilmaistaan erikseen eri toimivuusominaisuuksien suhteen.

Kadun tavanomaiseen päälysrakenteeseen kuuluvat sidotut ja sitomattomat rakennekerrokset sekä siirtymärakenteet. Pohjamaa ja pengertäyte eivät kuulu päälysrakenteeseen. Materiaalien valinta ja mitoitus riippuvat liikenteestä, pohjasuhteista ja ilmastollisista tekijöistä sekä päällysteen osalta kaupunkikuvallisista syistä. Tavanomaisen päälysrakenteen rakenneosien, *kuva 101*, päätehtävät esitetään *taulukossa 11 (luku 11100)*. Tavanomaisista poikkeavien rakennerekaisujen osalta tehtävät voivat jakautua toisin, kuitenkin siten, että päälysrakenne kokonaisuutena suoriutuu osarakenteiden tehtävistä.



Kuva 101. Päälysrakennekerrosten nimitykset. Kaikkia kuvan kerroksia ei ole samassa rakenteessa. Kuvassa ei esitetä kaikkia mahdollisia rakennevaihtoehtoja. Sidotut päälystekerrokset voidaan kokonaan tai osittain korvata luonnonkivellä, betonikivellä tai betonilla tai sora- tai kivituhkapinnoitteella. Useimmissa kaupungeissa jakava kerros ja suodatinkerros on korvattu yhdellä homogeenisella tukikerroksella.

Alusrakenteen päälle tulevien kerrosten materiaalien tulee olla routimattomia.

Viitteet

- 11100 Päälysrakenne, InfraRYL.

Kulutuskkestävyys toteutetaan käyttöön ja käyttöolosuhteisiin sopivalla päälysteellä. Siihen vaikuttavat liikennemäärä, akselikuorma, nopeus jne. Kuormien kestokyky varmistetaan kuormituskestävyyksimitoituksen perusteella valituilla, mitoituksen reunaehdot täyttävillä rakenteilla ja materiaaleilla. Lisäksi pyrkimyksenä on, ettei sidotuissa kerroksissa esiintyisi plastista deformaatiota. Sitomattomissa kerroksissakaan ei saa tapahtua haitallista deformaatiota. Roudansietokyky varmistetaan siirtymäkiiloilla ja routimisen haittoja rajoittavilla rakenteilla.

21100.1 Rakenteen homogeenisuus

Rakennekerroksissa käytettävien materiaalien tulee muodostaa rakenteessa kerros, joka on ominaisuuksiltaan mahdollisimman tasalaatuinen. Tämä edellyttää tasalaatuisuutta sekä itse materiaalilta, rakennekerrosten paksuuksilta että tiivistys- ym. toimenpiteiltä.

21100.2 Kuormituskestävyys

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

Jos rakenneosien keskinäisiä vuorovaikutuksia on vaikea todentaa, käytetään kuormituskestävyyden indikaatiosuurena sekä koko rakenteen että rakenneosien pinnan jäykkyyttä eli kantavuutta. Päälysrakenteen kuormituskestävyyden

tulee olla riittävä liikennemäärään nähden koko rakenteen suunnitellun mitoitusajanjakson. Kantavuus indikoi epäsuorasti myös mm. rakenteen urautumista (rakennekerrosten ja pohjamaan deformatiivista) ja vaikuttaa muuhun vaurioitumiseen sekä rakenteen kestoikään. Kantavuuspuutteet ilmenevät päällysteen liikenneperäisinä vaurioina esimerkiksi pyöräurissa tapahtuvana halkeiluna tai reunapainumana. Päällysteen deformatiivisuus ilmenee päällystekerroksessa tapahtuvana urautumisena.

Perinteisten rakenteiden kuormitusluokat ja niitä vastaavat tavoitekantavuudet kantavuusmitoitusta varten valitaan normaalisti päällystetyypin ja kuormituskerroksen avulla. Tavoitekantavuus riippuu myös kantavan kerroksen laadusta, mm. stabilointitavasta.

Kantavuuteen vaikuttavat materiaalien homogeenisuus, vesipitoisuus (rakenteen kuivatus, veden rakenteeseen pidätyminen), rakeisuus ja hienoainepitoisuus. Tien toimivuusvaatimusten *luvussa 11100 Päällysrakenne* esitettävissä taulukoissa varsinaisia vaatimuksia ovat päällysteen päältä mitattavan kantavuuden lisäksi päällysteen paksuus ja vaihteittain rakentamisen aika. Rakenteen kuormituskestävyys arvioidaan päällysteen ja rakennekerrosten ominaisuuksien (jäykkyys ja paksuus) sekä alusrakenteen/pohjamaan ominaisuuksien perusteella. Kuormituskestävyyden mitoituksen tavoite on liikennekuormituksen aiheuttamien vaurioiden estäminen.

Viitteet

- 11100 Päällysrakenne, InfraRYL.

Vaatimukset

Päällysrakenteen vaatimukset annetaan päällysteen ja eri päällysrakennekerrosten päältä todettavana pintakantavuutena ja päällysteen vähimmäispaksuutena eri kuormitus- ja katuluokissa.

21100.3 Routanousu ja routanousuero

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

Julkaisussa *Katu 2002* on annettu routanousujen sallittuja arvoja katurakenteille, joissa ei ole painumia tai routaliikkeitä rajoittavia putkia (s. 75, taulukko). Käytännössä sallitut kaltevuuden muutokset määräävät rakenteen toimivuusvaatimukset. Sivusuuntaisen kaltevuuden muutos saa olla pääkaduilla 0,4 % ja päällystetyillä pihakaduilla 0,5 %. Sallitut pituuskaltevuuden muutokset ovat pääkaduilla 1,1 % ja päällystetyillä pihakaduilla 1,3 %. Routanousun enimmäisarvot saavat

olla 75 mm (pääkatu) ja 100 mm (päällystetty pihakatu), kun talven pakkasmäärä on ankaruudeltaan F5 eli enintään kerran viidessä vuodessa toistuva.

Viitteet

- Katu 2002.

Vaatimukset

Kadun pinnan routanousulle esitetään laskennallinen vaatimus. Sallittu laskennallinen routanousu riippuu kadun luokasta ja katurakenteessa olevista rakenteista ja niiden roudansietokyvystä.

Ohje

Routanousun hallinnan tavoite liittyy kadun pinnan kausittaiseen routanousuun, joka saattaa aiheuttaa pituus- tai poikkisuuntaisen kaltevuudenmuutoksen.

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

21100.4 Ilmastonkestävyys

Katurakenteiden tulee kestää ilmastorasituksia, kuten vettä, lämpölaajenemista ja pakkaskutistumista. Ilmastorasituksista aiheutuu katuun poikkihalkeamia ja sitä kautta mahdollista epätasaisuutta. Kadulla ei saa olla säännöllisesti 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 *kohdassa 21110.6 Ilmastonkestävyys*. Ks. myös *kohdat 21110.7 Vaurioituneisuus, 21100.3 Routanousu ja routanousuero* sekä routivuus.

Viitteet

- 21110.6 Ilmastonkestävyys, InfraRYL.
- 21110.7 Vaurioituneisuus, InfraRYL.
- 21100.3 Routanousu ja routanousuero, InfraRYL.

21110 Päällyste

Päällyste on yleensä asfalttipintainen, mutta se voi olla myös luonnonkivi- tai betonikivipintainen.

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. Päällysteiden tulee olla myös liikennemäärään nähden riittävän kuormituksen- ja kulutuksenkestävä.

Päällyste toimii muiden kerrosten mekaanisena suojana ja estää veden haitallisen pääsyn rakennekerroksiin.

Ohje

Päällysteiden toiminnallisiin ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä eri käyttökohteissa luetellaan *taulukossa 21 (luku 11110)*. Liikennemäärän ja käyttötarkoituksen mukaiset laatuvaatimukset on mahdollista saavuttaa sideaineelle ja kiviainekselle sekä valmiille rakenteelle esitettyjen teknisten vaatimusten avulla.

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

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

Viitteet

- 11110 Päällyste, Tierakenteen toimivuusvaatimukset, InfraRYL.

21110.1 Luonnonkivipäällysteet ja -reunatuet

Kivipäällysteitä käytetään esimerkiksi kävelyalueilla ja jalkakäytävillä, kevyen liikenteen väylillä, kiertoliittymissä ja suojateissa sekä kaupunkikeskustoissa myös ajoradoilla.

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

Kivipintaisten päällysteiden ja reunatukien tulee kestää myös liikenteestä ja kadunhoidosta aiheutuvat rasitukset (lumenauraus) sekä raskaiden ajoneuvojen törmäykset. Verhouksessa käytettävän materiaalin tulee kestää verhouksesta *taulukossa 1 (kohta 20000.1.4)* edellytetty käyttöikä.

Viitteet

- 20000.1.4 Käyttöikäluokittelu, InfraRYL.

Ohje

Päällysteet valitaan kaupunkikuvallisten ominaisuuksien ja kestoajan 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, tarvittaessa myös kokopoikkeavuudeltaan, ja valmistelultaan määritettyjä kiviä. Ladottuja päällysteitä ovat laatat, nupukivipäällysteet ja -verhoukset, noppakivipäällysteet ja -verhoukset sekä kenttäkivi-verhoukset.

Ladotuissa päällysteissä kokopoikkeavuudella ja kiven määrittelyillä pyritään saamaan aikaan riittävä kuormituskestävyys ja tasaisuus. Kiviltä vaadittavan kestävyuden (suola, liikennesäätö, pakkasrapautuminen) ja esteettisyyden perusteella kiville asetetaan teknisiä vaatimuksia.

21110.2 Betonikivipäällysteet ja -reunatuot

Betonikivipäällysteiden ja -reunatuotien osalta noudatetaan soveltaen edellistä kohtaa. Betonikiviä ei suositella ajoradoille, joilla on vaatimuksena nastarengaskulutuskestävyys.

21110.3 Urat ja urautuneisuus

Vaatimukset

Päällysteessä urautuminen tapahtuu nastarengaiden aikaansaamana päällysteen kulumisena ja päällysteessä tapahtuvana deformaationa ja tiivistymisenä. Päällysteelle ei ole olemassa suoria toimivuusvaatimuksia erikseen kulumisen eikä deformaation osalta.

Toimivuusvaatimukset käsitellään tierakenteiden yhteydessä.

Ohje

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

21110.4 Kitka ja liukkaus

Kadun pinnan tulee tarjota käyttäjälle turvallisen liikennöinnin edellyttämä riittävä kitka kaikissa olosuhteissa. Pinta itsessään ei saa olla haitallisen liukas, eikä kadun pinta saa muodostua yllättäen haitallisen liukkaaksi sateen tai lämpötilan muutoksen vaikutuksesta.

Kadun 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. Tämä ei kuitenkaan päde luonnonkivipäällysteellä.

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

Vaatimukset

Uuden päällysteen kitkavaatimuservot esitetään *taulukossa 28 (luku 11110)* ja märän päällysteen kitkakertoimet *taulukossa 29 (luku 11110)*.

Viitteet

- 11110 Päällyste, InfraRYL.

21110.5 Kuormituskestävyys

Päällysteen kuormituskestävyydellä tarkoitetaan päällysteen kykyä vastustaa kumulatiivisesta liikennesituksesta johtuvia jännityksiä ja muodonmuutoksia haitallisesti vaurioitumatta tai deformatumatta.

Päällysteen tulee kestää pääosin päällysteen alapinnassa, pyöräkuorman vaikutuskohdalla ilmeneviä taivutusvetorasituksia sekä pyöräkuorman vierellä ilmeneviä leikkausrasituksia mahdollisimman pitkään väsymättä. Päällysteen rasituksiin – kuormitusten aikaiseen taipumiseen – vaikuttavat myös päällysteen alapuolisten kerrosten sekä alusrakenteen jäykkyysominaisuudet. Kerroskohtaiset vaatimukset käsitellään *luvussa 11100 Päällysrakenne, taulukko 11*.

Väsymiskestävyyspuutteet ilmenevät päällysteen liikenneperäisinä vaurioina, esimerkiksi pyöräurissa tapahtuvana halkeiluna.

Suorien väsymiskestävyysvaatimusten sijaan kestävyuden toimivuusvaatimukset johdetaan päällysteen kyvystä toimia osana koko katurakennetta liikennesituk-
sia vastaan. Tällöin vaatimussuureet ovat päällysteen jäykkyys ja paksuus. Jäykkyys määritetään välillisesti massaominaisuuksien perusteella. Riittävän jäykkyyden ja paksuuden avulla varmistetaan koko rakenteen kyky vastustaa liikennesituk-
sia. Kuvaussuureena on pinnan kantavuus.

Rakenneosien kuormituskestävyysvaatimukset voidaan asettaa myös kerroksittain teknisinä massavaatimuksina sekä vähimmäisjäykkyysvaatimuksina.

Viitteet

- 11100 Päällysrakenne, InfraRYL.

Vaatimukset

Päällysteen vaatimukset annetaan päällysteen päältä todettavana pintakantavuutena sekä vähimmäispaksuutena eri kuormitusluokissa. Kuormitusluokat ja niitä vastaavat tavoitekantavuudet valitaan päällystetyypin, kantavan kerroksen materiaalin ja kuormituskertaluvun avulla.

21110.6 Ilmastonkestävyys

Päällysteen tulee kestää vuosittaisia ja vuorokausittaisia lämpötilamuutoksia haitallisesti halkeilematta. Sen pakkasenkestävyyden tulee olla riittävä. Huono pakkasenkestävyys aiheuttaa päällysteeseen kadun poikkisuuntaisia halkeamia eli pakkaskatkoja.

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

Veden valumiseen päällystekerrosten väliin ja kerääntymiseen sinne voidaan vaikuttaa säätämällä päällysteen tyhjättilaa ja suhteittamalla rakenne alaspäin johtavaksi.

Vaatimukset

Pakkasenkestävyysvaatimukset käsitellään tierakenneluvuissa.

21110.7 Vaurioituneisuus

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

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

Päällysteen tulee kestää liikennesuorituksia ja ilmastollisia rasituksia pinnan suunnitellun käyttöänsä. Ominaisuuksiltaan päällysteen tulee olla tasalaatuinen. Sen tulee suojata alla olevia rakennekerroksia veden haitalliselta pääsylvä. Päällysteen vaurioitumisesta ja veden pääsylvästä rakenteisiin ei saa aiheutua kadun muiden rakennekerrosten kestoikää pienentäviä vaikutuksia, mm. kuormituskestävyyden alentumista tai routivuuden kasvua. Tämä edellyttää päällysteeltä itseltään kuormituskestävyyttä, vedenkestävyyttä, pakkasenkestävyyttä ja tasalaatuisuutta.

Vaatimukset

Päällysteessä tapahtuvaa vaurioitumista käsitellään tierakenneluvuissa.

21110.8 Meluisuus

Vaatimukset

Hiljaisen asfaltin meluvaatimus riippuu mittausmenetelmästä. CPX-menetelmällä suurin hiljaisen asfaltin meluarvo on 88,5 dB(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 päällysteen tulee vähentää liikennemelutasoa SPB-menetelmällä mitattaessa 3 dB(A)_{max} tai CPX-menetelmällä mitattaessa 4 dB(A)_{eq} referenssipäällysteeseen verrattuna.

21120 Kantava kerros

Kantava kerros antaa katurakenteelle jäykkyyttä ja jakaa liikennekuormitusta alempiin kerroksiin.

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

Kantavan kerroksen tulee

- olla riittävän jäykkä liikenteen aikaansaamia kimmoisia muodonmuutoksia vastaan siten, etteivät päällysteen taivutusvetojännitykset tule haitallisen suuriksi

- läpäistä ylhäältä rakenteeseen pääsystä sade- ja kondenssivettä ilman, että vettä pidättyy tai jäätyy haitallisesti kerrokseen ja aiheuttaa erottumista tai lujuuden heikentymistä, 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 pääsystä 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).

21120.1 Pituussuuntainen tasaisuus

Kantavan kerroksen materiaalilla ja materiaalin levityksellä vaikutetaan katurakenteen pituussuuntaiseen tasaisuuteen.

Vaatimukset

Kantavalle kerrokselle ei ole olemassa suoria vaatimuksia pituussuuntaisen tasaisuuden suhteen.

Vaatimukset

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

21120.2 Sivukaltevuus

Päällyste tulee voida rakentaa tasaisena kerroksena. Tällöin 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. Kantavan kerroksen sivukaltevuudelle asetetaan samat vaatimukset kuin päällysteelle.

Ohje

Tasaisuus ja sivukaltevuus, ks. luku 11120 Kantava kerros.

Viitteet

- 11120 Kantava kerros, Tien toimivuusvaatimukset, InfraRYL.

21120.3 Urat ja urautuneisuus

Kantavan kerroksen materiaalilla voidaan vaikuttaa kadun ajoradan 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, *luvut 21310 Sitomattomat kantavat kerrokset ja 21320 Sidotut kantavat kerrokset*.

Viitteet

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

21120.4 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 tiiviiden (tiiviyssuhteen E_2/E_1) ja kantavuuden avulla. Näille annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina, *luvut 21310 Sitomattomat kantavat kerrokset ja 21320 Sidotut kantavat kerrokset*.

Ohje

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

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

Viitteet

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

21120.5 Vaurioituneisuus

Vaatimukset

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

Vaatimukset

Kantavan kerroksen tai jakavan kerroksen vaurioituneisuutta hallitaan materiaalin kestävyydellä, materiaalin rakeisuuden ja kiviaineksen laatuvaatimuksilla sekä tiiviydellä (tiiviyssuhde E_2/E_1) ja kantavuudella. 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

21120.6 Kantavuus, katurakenne

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

Vaatimukset

Uuden tai parannetun rakenteen tavoitekantavuus kantavan kerroksen päältä esitetään *liitteissä Liite 01...07*.

Viitteet

- Liite 01 Kadun normaalipäällysrakenteet ja kantavuusvaatimukset kerroksittain, InfraRYL.
- Liite 02 Katuluokka 1, InfraRYL.
- Liite 03 Katuluokka 2, InfraRYL.
- Liite 04 Katuluokka 3, InfraRYL.
- Liite 05 Katuluokka 4, InfraRYL.
- Liite 06 Katuluokka 5, InfraRYL.
- Liite 07 Katuluokka 6, InfraRYL.

Todentaminen (epasuora)

Epäsuorat vaatimukset todennetaan rakeisuusmäärityksellä ja Los Angeles -kokeella.

21120.7 Vedenläpäisevyys

Kantavan kerroksen materiaalin tulee päästää päällysrakenteeseen asfaltin läpi tai mahdollista halkeamista tuleva vesi valumaan alaspäin mahdollisimman no-

peasti. Materiaalin vedenläpäisevyyden pitää olla suuri ja vedenpidättymisen vähäistä.

Vaatimukset

Kantavalle kerrokselle ei ole olemassa suoria vedenläpäisy- tai vedenpidättymisvaatimuksia.

Vaatimukset

Kantavan kerroksen vedenläpäisevyyttä ja vedenpidättymistä hallitaan kantavan kerroksen materiaalin rakeisuudella, erityisesti sen hienoainespitoisuudella. Rakeisuudelle annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina, *luvut 21310 Sitomatomat kantavat kerrokset ja 21320 Sidotut kantavat kerrokset*.

Viitteet

- 21310 Sitomatomat kantavat kerrokset, InfraRYL.
- 21320 Sidotut kantavat kerrokset, InfraRYL.

21130 Jakava kerros

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

Jakavan kerroksen tulee

- läpäistä ylhäältä rakenteeseen pääsystä sade- ja kondenssivettä ilman, että vettä pidättyy tai jäätyy haitallisesti kerrokseen ja aiheuttaa erottumista tai lujuuden heikentymistä, sekä tarvittaessa johtaa vedet pois rakenteesta
- kestää liikenteen aiheuttamia toistuvia rasituksia sekä rakenteeseen pääsevää sade- ja kondenssivettä ilman, että rakenteen lujuus tai jäykkyys käyttöiän aikana olennaisesti muuttuu
- olla riittävän jäykkä liikenteen aiheuttamia kimmoisia muodonmuutoksia vastaan siten, etteivät päällysteen taivutusvetojännitykset tule haitallisen suuriksi
- estää veden kapillaarista nousua kantavaan kerrokseen etenkin, jos suodatin-kerrosta 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.

Kantavuuden säilyttämiseksi mahdollisimman hyvänä vuodenajoista ja olosuhteista riippumatta jakavassa kerroksessa käytettävän materiaalin hienoaines- ja savipitoisuuksien tulee olla riittävän alhaiset, jotta vesi ei imeydy ja pidättäydy tarpeettoman kauan materiaalissa.

Jakavan kerroksen tulee olla materiaaliominaisuuksiltaan riittävän tasalaatuista. Jakavan kerroksen sallitut mittapoikkeamat, kantavuus- ja tiiviyssuhdevaatimuk-

set (E_2/E_1) sekä kiviaineksen vaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa, luku 21210 *Jakavat kerrokset*.

Viitteet

- 21210 Jakavat kerrokset, InfraRYL.

21130.1 Pituussuuntainen tasaisuus

Jakavan kerroksen materiaalilla ja materiaalin levityksellä voidaan vaikuttaa katurakenteen pituussuuntaiseen tasaisuuteen.

Vaatimukset

Jakavalle kerrokselle ei ole olemassa suoria pituussuuntaisen tasaisuuden vaatimuksia.

Vaatimukset

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

Viitteet

- 21210 Jakavat kerrokset, InfraRYL.

21130.2 Sivukaltevuus

Päällyste tulee voida rakentaa tasaisena kerroksena. Tällöin tarvittava sivukaltevuus toteutetaan muotoilemalla jakavan kerroksen pinta vaadittavaan kaltevuuteen. Yleensä vaadittava sivukaltevuus toteutetaan alemmissa kerroksissa, suodatinkerroksessa tai penkereessä.

Vaatimukset

Jakavan kerroksen sivukaltevuudelle ei ole olemassa suoria vaatimuksia.

Ohje

Tasaisuus ja sivukaltevuus, ks. tien toimivuusvaatimusten luku 11130 *Jakava kerros*.

Viitteet

- 11130 Jakava kerros, InfraRYL.

21130.3 Urat ja urautuneisuus

Jakavan kerroksen materiaalilla voidaan vaikuttaa katurakenteen 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.

21130.4 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 tiiviyn (tiiviyssuhde E_2/E_1) ja kantavuuden avulla. Näille annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina, *luku 21210 Jakavat kerrokset*.

Ohje

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

Viitteet

- 21210 Jakavat kerrokset, InfraRYL.

21130.5 Vaurioituneisuus

Vaatimukset

Jakavan kerroksen vaurioituneisuudelle ei ole olemassa suoria vaatimuksia.

Vaatimukset

Jakavan kerroksen vaurioituneisuutta hallitaan jakavan kerroksen materiaalin kestävyydellä, materiaalin rakeisuuden ja kiviaineksen laatuvaatimuksilla sekä tiiviydellä (tiiviyssuhde E_2/E_1) ja kantavuudella. Näille annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina, *luku 21210 Jakavat kerrokset*.

Viitteet

- 21210 Jakavat kerrokset, InfraRYL.

21130.6 Kantavuus

Vaatimukset

Jakavan kerroksen pinnan suositeltava yksittäinen vähimmäisarvo kantavuudelle on 90 MN/m² levykuormituskokeella ja 105 MN/m² pudotuspainolaitteella määritettynä.

Ohje

Kantavuuden tulee säilyä rakenteen suunnittelukäyttöajan ajan. Tänä aikana kantavuuden aleneminen saa olla enintään 15 %. Kantavuuden pysyvyyteen vaikuttavat materiaalin rakeisuus, kiviaineksen rapautumattomuus ja tiiviys.

Työmenetelmät tulee valita siten, että hienoainespitoisuus ei kerrosta rakennettaessa merkittävästi lisäännä.

Vedenpitävän stabiloinnin alla olevan jakavan kerroksen yläosalle sovelletaan kantavan kerroksen materiaalien vaatimuksia.

21140 Suodatinkerros

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

Suodatinkerroksen tulee samanaikaisesti

- läpäistä vettä ja
- 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.

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.

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

Suodatinkangas

Mineraaliaineksisen suodatinkerroksen sijaan voidaan suodatin- ja erottamistarkoitukseen käyttää pohjamaan, rakentamisolosuhteiden ja täyttömateriaalin raeeseen perusteella valittavaa standardin *SFS-EN 13249* mukaista suodatinkangas-

ta. Suodatinkankaan pitkäaikaiskestävyyden on aina täytettävä vähintään standardin *SFS-EN 13249* liitteen B kohdan B.2 mukaiset 40 vuoden käyttöajalle asetetut vaatimukset.

Viitteet

- SFS-EN 13249 Geotekstiilit ja vastaavat tuotteet. Toiminnalliste vaatimukset teiden ja muiden liikennöityjen alueiden rakentamisessa (lukuunottamatta rautateitä ja asfaltilla sidottuja kerroksia).

21140.1 Vedenläpäisevyys

Mineraaliaineksisen suodatinkerroksen vedenläpäisevyyden arvioidaan yleensä olevan riittävä, jos suodatinkerroksen materiaali täyttää sille teknisissä vaatimuksissa asetetut rakeisuusvaatimukset.

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 osoituksissa kohdissa).

21140.2 Erottaminen

Vaatimukset

Suodatinkerroksen tai sen sijasta käytettävän suodatinkankaan tulee 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 *luvussa 21110 Suodatinkerrokset*.

Viitteet

- 21110 Suodatinkerrokset, InfraRYL.

21140.3 Routanousu ja routanousuero

Vaatimukset

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

Katso kohta 21100.3 Routanousu ja routanousuero.

Viitteet

- 21100.3 Routanousu ja routanousuero, InfraRYL.

21140.4 Korkeusasema

Päällysrakenteen korkeusasemaa säädetään ensisijaisesti penkereen tai suodatinkerroksen kerrospaksuudella.

Vaatimukset

Päällysrakenteen kerrokset rakennetaan suunnitelma-asiakirjoissa osoitettuun korkeusasemaan. Suodatinkerroksen tasosijainnin poikkeamien vaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa.

21140.5 Sivukaltevuus

Ohje

Päällyste (yleensä asfalttipäällyste) rakennetaan suunnitelma-asiakirjoissa osoitettuun kaltevuuteen.

21140.6 Kantavuus

Ohje

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

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

Viitteet

- 21110 Suodatinkerrokset, InfraRYL.

21140.7 Rakenteen homogeenisuus

Ohje

Ylempien rakennekerrosten homogeenisuuteen vaikuttavat materiaalien tiheys- ja tiiviysastevaihtelut ja kerroksien paksuusvaihtelut. Vaihtelut vaikuttavat kadun 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 tiiviysasteen avulla. Näille annetaan vaatimukset teknisinä vaatimuksina, *luku 21110 Suodatinkerrokset*.

Viitteet

- 21110 Suodatinkerrokset, InfraRYL.

21140.8 Liukkaus

Ohje

Päällysrakenteen alaosalla voidaan vaikuttaa rakenteen liukkauteen. Yleensä suodatinkerros ja sen sisältämä kosteus tasaavat lämpötilaeroja.

Liukkauden muodostuminen on otettava erityisesti huomioon roudaneristerakenteita käytettäessä.

21150 Roudaneristerakenteet

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

Materiaaleilla tulee olla riittävä kuormituskestävyys ja niiden pysyvyys erilaisia vaikutuksia, mm. 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.

Katurakenteen roudaneristeinä voidaan käyttää mitä tahansa materiaalia, joka voidaan luotettavasti asentaa katurakenteeseen, joka kestää käyttötilan kuormitukset ja jonka roudaneristyskyky säilyy tavoitekäyttöään riittävänä. Roudaneriste on tarvittaessa kallistettava siten, ettei se aiheuta veden rakenteeseen kerääntymisen vaaraa.

Jos roudaneriste on lähellä kadun pintaa (alle 0,7 m), esiintyy kadun pinnassa helposti liukkautta, haitta on suurin vesistöjen lähellä ja sumuisissa notkelmissa kaarteiden ja liittymien kohdalla, sekä siltojen penkereillä.

21150.1 Lämmönjohtavuus

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

21150.2 Kuormituskestävyys

Vaatimukset

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

Roudaneristekerroksen tulee säilyttää kyseisissä olosuhteissa roudaneristyvyysominaisuutensa sekä ehjyytensä tavoitekäyttöään, *taulukko 1 (kohta 20000.1.4)*.

Viitteet

- 20000.1.4 Käyttökaluokittelu, InfraRYL

21160 Päälysrakenteen lujitusrakenteet

Päälysrakenteen lujitusratkaisuilla pyritään parantamaan päälysrakenteen ominaisuuksia, lähinnä kestävyyttä ja kestoikää. Lujittamisessa käytetään tyyppihyväksytyjä lujitekankaita sekä teräs- ja muoviverkkoja. Päälysrakenteen 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 tavoitekäyttöään ajan. Lujitteiden tulee kestää myös niiden sijoitusympäristössä esiintyviä rasituksia, kuten korkeita lämpötiloja, kadun hoidossa käytettäviä aineita ja korroosiota.

Lujiteverkkojen käytössä on otettava huomioon katuun sijoitetuista johto- ja kaapelirakenteista johtuvat rajoitukset.

21160.1 Kantavuus

Ohje

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

Lujitteen oleellisia ominaisuuksia ovat sen lujuus ja jäykkyys sekä pitkäaikaiskestävyys asennusolosuhteissa. Materiaalin pitkäaikaiskestävyyden tulee olla vähintään *taulukon 1 (kohta 20000.1.4)* 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, *luvut 14151 Verkolla lujitetut maarakenteet ja 14152 Kankaalla lujitetut maarakenteet*.

Viitteet

- 14151 Verkolla lujitetut maarakenteet, InfraRYL
- 14152 Kankaalla lujitetut maarakenteet, InfraRYL
- 20000.1.4 Käyttökaluokittelu, InfraRYL

21160.2 Vauriot ja heijastushalkeamat

Ohje

Päälysrakennekerroksiin sijoitettavilla lujitteilla pyritään estämään ja vähentämään päälysteen vaurioitumista sekä uudelleenpäällystettävissä kohteissa vanhan päälysteen halkeamista aiheutuvia heijastushalkeamia. Lujite voidaan sijoittaa sitomattomiin tai sidottuihin kerroksiin. Lujitteen oleellisia ominaisuuksia ovat sen lujuus ja jäykkyys sekä pitkäaikaiskestävyys asennusolosuhteissa. Materiaalin pitkäaikaiskestävyyden tulee olla vähintään 40 vuotta.

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 materiaalkohtaisesti teknisten vaatimusten mukaan, *luvut 14151 Verkolla lujitetut maarakenteet ja 14152 Kankaalla lujitetut maarakenteet.*

Viitteet

- 14151 Verkolla lujitetut maarakenteet, InfraRYL
- 14152 Kankaalla lujitetut maarakenteet, InfraRYL

21160.3 Routahalkeilu

Ohje

Päälysrakennekerroksiin sijoitettavilla lujitteilla pyritään estämään ja vähentämään päälysteen routanoususta aiheutuvaa vaurioitumista routivilla maapohjilla. Lujite sijoitetaan yleensä päälysteeseen tai kantavaan kerrokseen. Teräsverkoilla lujitetuille rakenteille sallitaan joissain tapauksissa suurempia routanousuja kuin vahvistamattomille rakenteille. Teräsverkkojen käyttöä tulee välttää sellaisissa kadun kohdissa, joissa katuun sijoitettujen johtojen ja putkien korjaaminen on todennäköistä.

Pituussuuntaisten halkeamien estämiseen käytettäviä teräsverkkoja ei yleensä tarvitse limit-tää.

Lujitteen oleellisia ominaisuuksia ovat sen lujuus ja jäykkyys sekä pitkäaikaiskestävyys asennusolosuhteissa. Materiaalin pitkäaikaiskestävyyden tulee olla vähintään muun rakenteen käyttöiän 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 materiaalkohtaisesti teknisten vaatimusten mukaan, *luvut 14151 Verkolla lujitetut maarakenteet ja 14152 Kankaalla lujitetut maarakenteet.*

Viitteet

- 14151 Verkolla lujitetut maarakenteet, InfraRYL
- 14152 Kankaalla lujitetut maarakenteet, InfraRYL

21160.4 Urat

Ohje

Lujitteilla voidaan pienentää rakenteen deformaation aiheutuvaa uranmuodostusta. Koska deformaation laskentaan sellaisenaankaan ei ole tehokkaita menetelmiä, lujitteiden vaikutusta arvioidaan deformaation osalta lähinnä kokemukseräisin kuormituskestävyyden kestokäkeröimien.

Lujitteet sijoitetaan lähinnä (sitomattomiin) kantaviin kerroksiin. Lujitteen oleellisia ominaisuuksia ovat lujuus ja jäykkyys sekä pitkäaikaiskestävyys asennusolosuhteissa. Materiaalin pitkäaikaiskestävyyden tulee olla vähintään muun rakenteen käyttöön 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, *luvut 14151 Verkolla lujitetut maarakenteet ja 14152 Kankaalla lujitetut maarakenteet.*

Viitteet

- 14151 Verkolla lujitetut maarakenteet, InfraRYL
- 14152 Kankaalla lujitetut maarakenteet, InfraRYL

21170 Reunatuot

Reunatuotina käytetään upotettavia luonnonreunakiviä tai upotettavia, liimattavia tai naulattavia betonireunatuotia. Liimattava reunatuot voidaan korvata liukuvaletavalla reunatuella. Reunatuilla on tarvittaessa saatava aikaan yhtenäinen kaareva tai kulman sisältävä reunalinja.

Reunatuot tehdään suunnitelma-asiakirjoissa osoitetuille osuuksille ja korokkeille käyttäen suunnitelma-asiakirjoissa osoitettua reunatuotkea. Reunatuotkien etureunan asennuskorkeus mitattuna päällysteen pinnasta osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa tai valitaan teknisten vaatimusten mukaisesti.

Reunatuotkien valinnassa, suunnittelussa ja asennuksessa tulee tarvittaessa ottaa huomioon kadun tai alueen uudelleenpäällystäminen (varautuminen lisäkerroksiin).

Ohje

Upotettavat luonnonreunakivet kestävät kulutusta ja kunnossapitoa. Betonituotien iäksi arvioidaan 20...30 vuotta. Sen jälkeen pinta on vähintään huonokuntoisen näköinen. Luonnonkivi on periaatteessa ikuinen eikä kärsi kulutuksesta. Lisäksi purettuja kiviä voidaan käyttää uudelleen. Upotettavat reunatuot ovat asennuskorkeudeltaan joustavia ja niitä on mahdollista myöhemmin korottaa esimerkiksi päällystysvaatimusten mukaisesti. Liimattavat betoniset reunatuot ovat korkeudeltaan joustamattomia ja kestävät kunnossapitoa huonommin.

21180 Hulevesikourut

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

Hulevesikourujen käyttökohteita ovat jyrkät luiskat, siltojen keilat ja kevyen liikenteen väylien, katujen ja teiden reunat sekä torit, kävelykadut, piha- ja puistoalueet. Hulevesikouruina käytetään betonisia hulevesikouruja ja kourulaattoja, muovisia hulevesikouruja, betonikivestä ladottuja hulevesikouruja, luonnonkivistä (noppa-

ja kenttäkivi) ladottuja kouruja tai pintaritulilla varustettuja linjakuivatusjärjestelmiä.

Kourujen tulee kestää ilmastorasitusta ja kadun hoidossa käytettäviä aineita niiltä vaaditun käyttöiän, *taulukko 1 (kohta 20000.4)*.

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

Viitteet

- 20000.1.4 Käyttöikäluokittelu, InfraRYL

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.

21200 Pengerrakenne

Penkereellä tulee olla riittävä varmuus sortumaa ja heikosta vakavuudesta aiheutuvia siirtymiä vastaan ja penkereen painumien on pysyttävä hyväksyttävissä rajoissa. Painumaa, painumaeroa ja vakavuutta käsitellään tarkemmin *luvussa 21400 Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet*.

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

Viitteet

- 21400 Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet , InfraRYL

21210 Katupenger

21210.1 Yläpinnan korkeusasema

Pengerrakenteella sovitetaan ensisijaisesti kadun pinnan korkeusasema kadun tasaukseen ja ympäristöön sopivaksi.

Vaatimukset

Penkereen yläpinnan taso on suunnitelma-asiakirjojen mukaisella tasolla penkereen rakentamiselle teknisissä vaatimuksissa annettujen poikkeamien rajoissa. Rakentamisen laatuvaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa, *luvut 18110 Maapenkereet ja 18121 Maalle pengerretyt louhepenkereet*.

Penkereen yläpinnan asema suunnitellaan vastaamaan kadun tasausviivaa siten, että penkereen yläpinnan asemalla tasataan maaston epätasaisuudet.

Viitteet

- 18110 Maapenkereet, InfraRYL
- 18121 Maalle pengerretyt louhepenkereet, InfraRYL

21210.2 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 työttekniikoin, jotka edesauttavat tasalaatuisuutta. Penkereen tasalaatuisuuden puutteet vaikuttavat kadun pinnalla näkyvään pituus- ja poikkisuuntaiseen tasaisuuteen.

21210.3 Kokoonpuristuminen

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

Kokoonpuristumista kuvataan tiiviyssasteena ja/tai tilavuuspainona ja teknisin vaatimuksin. Louhepenkereen vaatimukset asetetaan työtapavaatimuksina. Synteettisillä materiaaleilla ja kevytsoralla vaatimukset asetetaan lujuus- tai muodonmuutosominaisuuksien avulla. Sallittu kokoonpuristuminen asetetaan katuluokitain suunnitelma-asiakirjoissa.

Vaatimukset

Materiaalien on oltava sisäisesti stabiileja siinä rasiustilassa, mihin ne asetetaan. Materiaalitoimittaja osoittaa tarvittaessa materiaalin kelpoisuuden rasiustilan suhteen. Vaatimusten numeroarvot tunnetuille materiaaleille asetetaan teknisissä vaatimuksissa, *luvut 18110 Maapenkereet, 18121 Maalle pengerretyt louhepenkereet, 18141 Kevytsorapenkereet ja -rakenteet, 18142 Kevytsorabetonipenkereet ja 18143 Solumuovipenkereet*.

Ohje

Esimerkiksi EPS-harkkoja käytettäessä materiaalin puristusmuodonmuutoksen tulee pitkäaikaisilanteessa olla alle 2 %.

Kevytsorana käytetään teknisissä vaatimuksissa määriteltyjä kevytsoria. Kevytsoran murskau-
tuvuuden tulee olla vähintään 300 kN/m².

Viitteet

- 18110 Maapenkereet, InfraRYL
- 18121 Maalle pengerrytetyt louhepenkereet, InfraRYL
- 18141 Kevytsorapenkereet ja -rakenteet, InfraRYL
- 18142 Kevytsorabetonipenkereet, InfraRYL
- 18143 Solumuovipenkereet, InfraRYL

21210.4 Ympäristökelpoisuus

Uusiomateriaalien sijoittaminen rakenteisiin on kohdekohtaisesti luvanvaraista, ellei kyseiselle materiaalille ole erikseen säädetty poikkeusta.

Ohje

Pengerrakenteessa ja katukenteessa yleisimmin käytettävän uusiomateriaalin ympäristökelpoisuus arvioidaan tarvittaessa uusiotuotteen pitoisuuksien, liukenevien pitoisuuksien tai riskinarvioinnin avulla. Ks. julkaisut *Sivutuotteet maarakenteissa – Käyttökelpoisuuden osoittaminen; Tekesin teknologiakatsaus 93/2000* sekä *Sivutuotteet ja uusiomateriaalit maarakenteissa – Materiaalit ja käyttökohteet, Tekesin teknologiakatsaus 91/2000*.

Valmisteilla (v. 2006) on Vn asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa, jossa esitetään tietyille jätteille määräykset, joiden mukaiselle käytölle ei tarvita ympäristölupaa.

Viitteet

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

21220 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 lujitteilla (lujitteet, verkot, teräsarinat) parannetaan penkereen stabiiliteettia. Lujitusta yksistään käytettäessä penkereen kokonaispainuma ei pienene, painumaeroja lujituksella voidaan sen sijaan tasata etenkin kadun poikkisuunnassa. Lujitusta käytetään useimmiten yhdessä muiden pohjanvahvistusmenetelmien kanssa.

Penkereessä ja pengerluiskissa olevilla lujitteilla voidaan vahvistaa myös penkereen sisäistä stabiiliteettia 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 käytettävien lujitteiden tulee säilyttää mitoituksen mukaiset ominaisuutensa rakenteessa *taulukossa 1 (kohta 20000.1.4)* edellytetyn ajan.

StabiliteettiValmiin rakenteen laskennallisen stabiliteetin ilman lujitetta tulee olla kokonaisvarmuuslukuna ilmaistuna vähintään $F > 1,2$. Vaadittava lopullinen stabiliteetti määräytyy rakenteen mukaan, ks. *kohdat 21400.2 Vakavuus* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *21410.3 Vakavuus* (Luonnonmaapohja). Painuma ja painumaero Lujitetun rakenteen sallitut painumat määräytyvät ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 21400.1 Painuma, painumaero* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *21410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja).

Viitteet

- 20000.1.4 Käyttöikäluokittelu, InfraRYL.
- 21400.2 Vakavuus, InfraRYL.
- 21410.3 Vakavuus, InfraRYL.
- 21400.1 Painuma, painumaero, InfraRYL.
- 21410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL.

Ohje

Käytettäessä teräslujitteita vakavuuden lisäämistarkoituksessa korrosio otetaan huomioon joko ylimitoituksena tai käyttämällä muovipinnoitettuja tai galvanoituja teräksiä.

Lujitetut rakenteet soveltuvat ensisijaisesti matalille penkereille. Rakenteen lujittamisella voidaan vaikuttaa kadun pituussuunnassa ainoastaan painuman lyhyisiin aallonpituuksiin, eli lujitetut rakenteet tasoittavat epätasaisuuksia, mutta eivät poista niitä.

21230 Vastapenger

Vastapenkereen tehtävänä on parantaa penkereen stabiliteettia huonosti kantavilla maapohjilla. Penger materiaalin tulee massallaan nostaa varsinaisen penkereen stabiliteetti riittävälle tasolle. Vastapenkereessä käytettävän materiaalin tulee olla pysyvää.

Vaatimukset

Vastapenkereellä tuetun katurakenteen varmuuden sortumista vastaan on oltava riittävä, ks. *tierakenteet*.

21300 Maa- ja kalliroleikkausrakenteet

Tässä 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.

21310 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 suunnitellun verhoilun, nurmetuksen tai muun kasvuston alustaksi niiden rakentamisen ja ylläpidon suhteen.

Ohje

Maaleikkausten mahdolliset ympäristövaikutukset tulee ottaa huomioon ennen rakentamiseen ryhtymistä. Ympäristövaikutuksia ovat leikkausten vaikutuspiirissä sijaitsevien alueiden kuivattamiseen liittyvät riskit. Leikkausluiskan vaikutukset lähistön kaivojen ja vedenottamoiden veden pintaan, antoisuuteen ja veden laatuun selvitetään luiskaa suunniteltaessa. Teknisiin vaatimuksiin kuuluu näiden asioiden lähtöarvojen selvittäminen. Katso *luku 16110 Maaleikkaukset*.

Viitteet

- 16110 Maaleikkaukset, erittelemätön, InfraRYL.

21311 Leikattu, tukematon maaluiska

Luiskan vakavuuden tulee olla riittävä ja luiskan pinnan stabiili routimista ja roudan sulamista, pohjaveden korkeusvaihtelua ja suotautumista (myös pitkäaikaisen sateen aikana) sekä pintavaluntaa vastaan.

Luiskan vaadittu käyttöikä esitetään *taulukossa 1 (kohta 20000.1.4)*.

Viitteet

- 20000.1.4 Käyttöikäluokittelu, InfraRYL.

Vaatimukset

Luiskan stabiliteetti lasketaan rajatilamenetelmällä käyttäen osavarmuuskertoimia kuormitukselle ja kapasiteetille voimassa olevia suunnitteluohjeita noudattaen. Hydraulista murtumista vastaan kokonaisvarmuuden on oltava vähintään 1,2, jos hydraulisen murtumavaaran aiheuttavan pohjavesipinnan korkeutta tarkkaillaan. Jos pohjavesipinnan korkeutta ei tarkkailla, kokonaisvarmuuden on oltava vähintään 1,5.

Rakenteen pinnan tulee kestää mitoitussateen sekä suotautumalla kulkeutuvan veden aikaansaama ulkoinen ja sisäinen eroosiorasitus. Mitoitussateena ja -virtaamana käytetään tilastollista kerran kahdessa vuodessa toistuvaa 15 min:n enimmäissädantaa ja suotautumisessa kerran kahdessa vuodessa toistuvaa 1 h:n enimmäissädantaa. Materiaalivaatimukset perinteisille eroosiosuojauksille annetaan teknisissä vaatimuksissa.

Ohje

Leikkausluiskien murtorajatilatarkasteluissa kuormien ja maakerrosten materiaaliominaisuuksien osavarmuuslukuina käytetään tierakenteissa esitettyä ohjetta.

21312 Tuetut leikkausluiskat

Jos leikkausluiska ja -pohja itsessään ei ole pysyvästi riittävän stabiili, tulee luiska vahvistaa tai tukea. Leikkausluiskan ja -pohjan tulee olla stabiili paitsi liukusortumaa ja hydraulista murtumista vastaan myös 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 tierakenteiden *luku 11311 Leikattu, tukematon maaluiska*.

Viitteet

- 11311 Leikattu, tukematon maaluiska, InfraRYL.

21313 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

Rakenteiden ja niissä käytettyjen materiaalien tulee olla pitkäikäisiä ja käyttöiän *taulukon 1 (kohta 20000.1.4)* mukainen.

Stabiliteetti

Rakenteiden stabiliteetin kokonaisvarmuuden tulee olla

- 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°.

Viitteet

- 20000.1.4 Käyttöikäluokittelu, InfraRYL.

21320 Kallioleikkaus

Kallioleikkauksen tulee olla stabiili sekä kallioleikkausten ja maaston muotoilujen 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.

Kallioleikkauksen pohja ei saa aiheuttaa kadun pintaan heijastuvia tasaisuus- tai liukkaushaittoja tai edesauttaa paannejään muodostumista.

Ohje

Kallioleikkauksen yläpuolelle on rakennettava suoja-aita, jos on olemassa putoamisvaara.

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

21330 Kallioleikkauksen vahvistukset

Kallioleikkausten yhteydessä leikkausluiskan vakavuustarkastelu ja kallion lujitustoimenpiteiden suunnittelu on tarpeen, jos kallio on erityisen rikkonaista tai kallioleikkauksen alueella esiintyy leikkaukseen päin viettävä rakoilusuunta. Erityistä huomiota kallioleikkauksen seinämän vakavuustarkasteluun tulee kiinnittää silloin, kun leikkaukseen päin viettävissä raoissa esiintyy täyhteisyyttä.

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

Ruiskubetonia käytetään yleensä vain rikkonaisuusalueiden tukemiseen.

Vaatimukset

Vahvistetun kalliorakenteen ja vahvistuksessa käytettävien tuotteiden tulee kestää niihin käyttöön aikana kohdistuvat, kohteittain määritettävät rasitukset. Vahvistuksen tulee täyttää *taulukon 1 (kohta 20000.1.4)* vaatimukset.

Korroosion vaikutus on tarvittaessa otettava huomioon tai käytettävä korroosiolta suojattuja tuotteita.

Ruiskubetonipinnoitteen tulee täyttää pinnoitteelle *taulukossa 1 (kohta 20000.1.4)* esitetyt käyttöikävaatimukset.

Viitteet

- 20000.1.4 Käyttöikäluokittelu, InfraRYL.

21400 Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet

Pohjarakenteella estetään tai pienennetään katurakenteesta ja liikenteestä aiheutuvien rasitusten kohdistumista heikkoon tai pehmeään maapohjaan (paalu-laatta, pilarisstabilointi jne.). Pohjanvahvistusrakenteella (stabilointi, esirakentaminen jne.) voidaan ehkäistä näiden vaikutusten syntymistä maapohjassa. Pohjarakenteella ja pohjanvahvistusrakenteella voidaan myös pienentää maapohjan haitallisten muodonmuutosten siirtymistä päällysrakenteeseen (lujitteet, massastabiloinnit jne.). Pohjarakenne ja pohjanvahvistusrakenteet parantavat näin vakavuutta ja estävät tai pienentävät katurakenteen painumia ja siirtymiä.

Pitkäaikaisen pysyvyyden varmistamiseksi pohjarakenteiden ja pohjanvahvistusrakenteiden käyttöön tulee olla riittävän pitkä, *taulukko 1 (kohta 20000.1.4)*.

Pohjarakenteilla ja pohjanvahvistusrakenteilla joko poistetaan painuma (tulokseksi painumaton katu) tai pienennetään kokonaispainumaa hyväksyttävälle tasolle. Pohjamaan routivuuden vähentämiseksi voidaan käyttää homogenisointia.

Viitteet

- 20000.1.4 Käyttöikäluokittelu, InfraRYL

Ohje

Pohjarakenteiden suunnittelussa hyödynnetään tierakenteiden yhteydessä annettuja ohjeita.

21400.1 Painuma, painumaero

Rakenteiden painumisluokitus

Pohjarakenteiden ja pohjanvahvistusrakenteiden painumatoimivuusluokitus esitetään *taulukossa 34 ja kohdassa 11400.1 Painuma ja painumaero*.

Pohja- tai pohjanvahvistusrakenteen todellinen käyttäytyminen riippuu itse rakenteesta, pohjasuhteista ja katurakenteen kuormituksesta. Kokonaispainuma arvioidaan 30 vuoden ajanjaksolle. Painumalaskennassa on otettava huomioon

suunnitelma-asiakirjojen mukainen tai vähintään 0,5 m:n suuruinen pohjavesipinnan lasku. Painumalla tarkoitetaan tässä pohjarakenteen yläpinnan painumaa. Painuman hallinnan tavoite liittyy kokonaispainumaan tai epätasaiseen painumaan. Kokonaispainuma ei saa aiheuttaa haittaa kadun liittymisestä muihin, eri tavalla painuviin rakenteisiin. Painumaerot eivät saa aiheuttaa sallittua suurempaa pituussuuntaista epätasaisuutta ja poikkisuuntaista kaltevuuden muuttumista eivätkä päällystevaurioita ja rakenteen vaurioitumista. Painumat tai kaltevuudenmuutokset eivät saa heikentää veden poistumista ajoradalta.

Tarvittaessa on käytettävä siirtymärakenteita painumaerojen pienentämiseen.

Viitteet

- 11400.1 Painuma, painumaero, Tien toimivuusvaatimukset, InfraRYL.

21400.2 Vakavuus

Katuväylä tulee suunnitella ja rakentaa siten, että sillä on kadulla tapahtuva liikenne huomioon otettuna riittävä stabiiliteetti ja rakenteellinen varmuus sortumista ja murtumista vastaan koko rakenteen suunnitellun käyttöiän. Vakavuuspuutteesta johtuvista katurakenteen muodonmuutoksista ei saa aiheutua haittaa itse katurakenteelle tai ympäristölle. Jos varmuus sortumista vastaan on pieni, myös maassa tapahtuvat leikkausmuodonmuutokset tulee ottaa huomioon.

Vakavuus vaikuttaa rakenteen ylläpidettävyyteen ja turvallisuuteen.

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

Viitteet

- Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet.

21400.3 Pohjamaan ja pohjarakenteen tasalaatuisuus

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

21400.4 Poikkisuuntainen tasaisuus

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

21410 Luonnonmaapohja

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

21410.1 Painuma ja painumaero

Kokonaispainuman suhteen suunnittelun laatutavoitteena on, että kokonaispainuma ei aiheuta haittaa kadun liittymisestä muihin, eri tavalla painuviin rakenneosiin. Painumaerot eivät saa aiheuttaa sallittua suurempaa pituussuuntaista epätasaisuutta ja poikkisuuntaista kaltevuuden muuttumista eivätkä vaurioittaa päällystettä tai rakennetta.

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

Pinnan kokonaispainumaa rajoittaa sivukaltevuuden muutokselle asetetut vaatimukset ja toisaalta rakenteen kuivatusjärjestelmän toimivuuden asettamat rajoitukset.

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

Vaatimukset

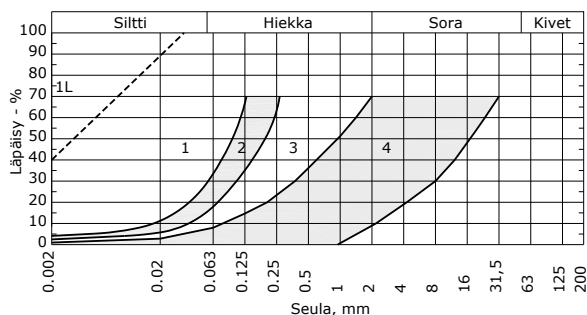
Sellaisia painumia tai kaltevuuden muutoksia, jotka estävät pintaveden poistumisen ajoradalta, ei sallita.

21410.2 Routivuus

Maapohjan routimisesta kadun tasaisuudelle ja kantavuudelle aiheutuvia haittoja arvioidaan routamitoituksella. Päällysrakenteen routamitoitus ja siirtymäkiilojen mitoitus suoritetaan kerran 10 vuodessa toteutuvan pakkasmäärän F10 mukaan. Päällysrakenteen routamitoituksessa maapohjan routimista ei pyritä kuitenkaan kokonaan estämään. Luonnonmaapohjaa suojaavat rakenteet mitoitetaan *kohdan Routanousu ja routanousuero* vaatimusten mukaan siten, etteivät kohdassa esitetyt kadun routanousut ja routanousuerot ylitä.

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

Kuvassa 104 esitetään maalajin routivuuden arviointi rakeisuusjakautuman perusteella.



Kuva 104. Maalajin routivuuden arviointi rakeisuusjakautuman perusteella. Maalaji, jonka rakeisuuskäyrä sijoittuu alueelle 1L, 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 kyseessä olevan 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 olettaa routimattomaksi, jos nousukorkeus on alle 1 m. Jos maalajin kapillaarinen nousukorkeus on tätä suurempi, maalaji on todennäköisesti routiva.

Erityistapauksissa ja esimerkiksi koostumukseltaan tavanomaisista luonnonkiviaineksista poikkeavien sivutuotemateriaalien routivuus voidaan määrittää myös routanousukokeella. Tässä tapauksessa materiaalin routivuuden arviointi perustuu joko routanousukokeen yhteydessä havaittuun kokonaisroutanousuun, routanousunopeuteen tai kokeen tuloksena määritettyyn routivuuskertoimen arvoon. Maalajien routivuuden arviointi routanousukokeen (vakiolämpötilakoe) perusteella *ISSMFE TC-8 1989:n* mukaisesti esitetään *taulukossa 37 (kohta 11410.2)*.

Viitteet

- 11410.2 Routivuus, InfraRYL
- ISSMFE TC-8 1989.

21410.3 Vakavuus

Vaatimukset

Katurakenteen vakavuuden on oltava riittävä (kokonaisvarmuus vähintään 1,8). Myös työnaikaisen vakavuuden on oltava riittävä, jotta työnaikaisina alkavat liukusortumat eivät vaikuta rakenteen myöhempään käyttäytymiseen, esimerkiksi käyttönaikaisiin muodonmuutoksiin ja epätasaisuuksiin.

21420 Kevennerakenne

Kevennerakenne voidaan rakentaa päällysrakenteeseen, penkereeseen tai pohjamaahan tai useaan näistä. Kevennyksellä painumaa aiheuttavia kuormia pienennetään tai ne poistetaan kokonaan. Täydellinen katurakenteen painon kompensatio edellyttää hyvin keveiden materiaalien käyttöä maanpinnan yläpuolisessa penkereessä ja tämän osuuden painoa vastaavaa keventämistä massanvaihdolla myös maanpinnan alapuolella. 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 mitoitusta käsitellään tierakenteiden yhteydessä.

Vaatimukset

Kevennemateriaali säilyttää käyttöolosuhteissaan tilavuuspainon mitoitusarvon *taulukossa 1 (kohta 20000.1.4)* esitetyn käyttöiän.

Kevennyksen kokoonpuristumisen rakenteen valmistumisen jälkeen tulee olla vähäistä ja käyttötilassa kevennyksestä aiheutuvan jouston ylärakenteen kohtuullista. Kevennyksen kokoonpuristuminen tai jousto on otettava huomioon ylärakenteen toimintaa mitoitettaessa.

Stabiliteetti

Rakenteen stabiliteetti määräytyy ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 21400.2 Vakavuus* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *21410.3 Vakavuus* (Luonnonmaapohja).

Painuma ja painumaero

Rakenteen painuma määräytyy ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 21400.1 Painuma, painumaero* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *21410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja).

Viitteet

- 20000.1.4 Käyttöikäluokittelu, InfraRYL
- 21400.2 Vakavuus, InfraRYL
- 21410.3 Vakavuus, InfraRYL
- 21400.1 Painuma, painumaero, InfraRYL
- 21410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL

21430 Maanvaraiset anturaperustukset

Tässä kohdassa käsitellään varusteiden ja laitteiden perustamista anturaperustuksilla.

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 (kohta 20000.1.4)* mukainen. Stabiilitteetti

Maan- tai kallionvaraisten perustusten tulee kokonaisvarmuutena ilmaistuna täyttää seuraavat arvot

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

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

Painuma ja painumaero

Rakenteen sallittu painuma ja kallistuma määräytyvät ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 21400.1 Painuma, painumaero* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *21410.1 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 laitevaatimukset muuta edellytä:

- routanousu 20 mm
- kallistuma 1,2°.

Viitteet

- 20000.1.4 Käyttöikäluokittelu, InfraRYL
- 21400.1 Painuma, painumaero, InfraRYL
- 21410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL
- ENV 1997-1 Eurocode 7 Geotekninen suunnittelu
- Teiden pohjarakenteiden suunnitteluperusteet.

21440 Paaluperustukset

Pengerpaalurakenteet

Paaluja ja paalulaattaa käyttäen kuormitus siirretään yleensä kovaan maapohjaan, minkä ansiosta painumia ei käytännössä aiheudu. Paaluhattuja käytettäessä painumien poisto riippuu paaluhattujen dimensioista, paaluvälistä, holvauskerroksessa käytetyistä materiaaleista ja mahdollisista lujitteista.

Paalutuksen viereen ei saa läjittää ilman pohjanvahvistussuunnitelmaa.

Ohje

Paalutuksen tyypillisimpiä käyttökohteita ovat korkeat penkereet silloin, kun massanvaihtoa ei maakerrosten paksuuden takia pystytä tekemään. Pienillä pengerkorkeuksilla ja/tai suurilla pehmeikkösyvyyksillä käytetään useimmiten paalulaattaa paaluhattujen sijaan. Paalutus on yleensä varmin painumia ja painumaeroja poistava rakenne. 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.

Vaatimukset

Paalut, paalulaatat ja paaluhatturakenteet sekä liittyvät siirtymälaatat suunnitellaan ja rakennetaan siten, että niillä on riittävä kantokyky sekä käytönaikaisille että työnaikaisille kuormille.

Varmuuden murtumista vastaan tulee täyttää joko kansalliset vaatimukset

- *RakMK:nosa B1 Rakenteiden varmuus ja kuormitukset, määräykset*
- *RakMK:nosa B3 Pohjarakenteet, määräykset ja ohjeet*
- *RakMK:nosa B4 Betonirakenteet, ohjeet*
- *Betoninormit RIL 131 tai Lyöntipaalutusohjeet LPO-2005*

tai vaihtoehtoisesti käytettävät eurooppalaiset vaatimukset

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

Paaluperustusten suunnitellun käyttöiän tulee olla *taulukon 1 (kohta 20000.1.4)* mukainen.

Puupaaluja ei saa käyttää.

Stabiliteetti

Perustusten stabiliteetin tulee olla riittävä. Stabiliteetti sisältää kaikki rakenteiden riittävään lujuuteen liittyvät asiat, mm. paalujen ja anturoiden kantokyvyn sekä rakenteiden ja maan vakavuuden. Pengerpaalurakenteen stabiliteetin tulee täyttää *kohdassa 21410.3 Vakavuus* 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

- 20000.1.4 Käyttöikäluokittelu, InfraRYL
- 21410.3 Vakavuus, InfraRYL
- B1 Rakenteiden varmuus ja kuormitukset, määräykset. Suomen rakentamismääräyskokoelma
- B3 Pohjarakenteet, määräykset ja ohjeet. Suomen rakentamismääräyskokoelma
- B4 Betonirakenteet, ohjeet. Suomen rakentamismääräyskokoelma

- Betoninormit RIL 131
- ENV 1991 Eurocode 1 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat
- ENV 1992 Eurocode 2 Betonirakenteiden suunnittelu
- ENV 1997 Eurocode 7 Geotekninen suunnittelu
- Lyöntipaalausohjeet LPO-2005.

Ohje

Penkereen vähimmäiskorkeus paalulaattaa käytettäessä on 1,5 m.

21450 Arinarakenteet

Arinarakenteita ovat kiviainesarinat, lankkuarinat, hirsiarinat, betoniarinat ja teräslevyarinat.

Niitä käytetään etupäässä rumpujen ja putkijohtojen perustamiseen. Katujen perustamisessa käytettäviä tela- ja arinarakenteita vastaavat osaksi nykyisin erilaiset maan lujitusratkaisut, *luku 21220 Penkereen lujitusrakenteet*.

Teloja ja arinoita käytetään pehmeillä maapohjilla parantamaan rakenteen kantavuutta ja stabiliteettiä ja tasaamaan painumaeroja. Arinan tulee tasata maapohjaan kohdistuvaa rasiusta 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. Tällöin telan ja arinan tarvittava kerroskorkeus kasvaa pohjamaan pehmetessä.

Rumpujen ja putkijohtojen perustamisessa arinan tulee pitää putkien kaltevuus mahdollisimman tasaisena ja liitoksissa tapahtuvat muodonmuutokset liitosrakenteen edellyttämissä sallituissa rajoissa.

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

- 21220 Penkereen lujitusrakenteet, InfraRYL.

Vaatimukset

Stabiliteetti

Rakenteen stabiliteetti määräytyy rakenteen mukaan, ks. *kohdat 21400.2 Vakavuus* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *21410.3 Vakavuus* (Luonnonmaapohja).

Painuma ja painumaero

Rakenteen painuma määräytyy ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 21400.1 Painuma, painumaero* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *21410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja).

Viitteet

- 21400.2 Vakavuus, InfraRYL

- 21410.3 Vakavuus, InfraRYL
- 21400.1 Painuma, painumaero, InfraRYL
- 21410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL

Ohje

Rumpujen ja putkijohtojen painuminen pidetään perustamistavan ja sijainnin mukaan hallittuna siten, ettei haitallisia painumaeroja muodostu. Rumpujen ja muiden johtojen painumiin voidaan varautua myös ennakkokorotuksella. Pienet painumaerot erot voidaan hallita valitsemalla riittävän suuri pituuskaltevuus asennusvaiheessa.

21460 Pohjanvahvistukset

21461 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, sijaintitarkkuudelle ja sideaineen syöttötarkkuudelle asetetut vaatimukset sekä lujuudelle ja homogeenisuudelle asetetut vaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa, *luku 14131 Pilaristabiloidut rakenteet.*

Viitteet

- 14131 Pilaristabiloidut rakenteet, InfraRYL

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

Ohje

Pilaristabiloinnin kriittiset tekijät ovat pilarien halkaisija, pilariväli ja stabiloinnilla saavutettavat pilarien lujuus- ja muodonmuutosominaisuudet sekä määrämittaisilla myötäävillä pilareilla lisäksi pilarin pituus. Stabiloinnin onnistuminen edellyttää pohjaolosuhteisiin sopivan sideaineen valintaa.

Massastabilointi

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

Ohje

Massastabiloinnin kriittisiä tekijöitä ovat stabiloinnin paksuus ja lujuus sekä stabiloinnin alle jäävän maapohjan painumaominaisuudet. Massastabilointilaitan käyttöä ja mitoitus on lyhyesti tarkastelu julkaisussa *Syvästabiloinnin suunnitteluohje*.

Viitteet

- Syvästabiloinnin suunnitteluohje. Tiehallinto.

Vaatimukset

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

Rakenteen käyttöikä on *taulukon 1 (kohta 20000.1.4)* mukainen.

Sideaine täyttää ympäristövaatimukset, eikä siitä liukene ympäristöön haitallisia aineita haitallisessa määrin. Käytettävä sideaine on ympäristökelpoinen.

Ohje

Syvästabiloinnilla aikaansaatatavat vaikutukset painumissa ja tasaisuudessa sekä 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
- kuormituksen suuruudesta, jakautumisesta ja suhteesta stabiloidun maan lujuuteen.

Stabiliteetti

Valmiin rakenteen kokonaisvarmuusluvun F_{kok} tulee olla $> 1,5$. Jos tarkasteltavalla alueella on pysyviä rakenteita, kokonaisvarmuusluvun F_{kok} tulee olla $> 1,8$.

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) kokonaisvarmuus $F_{\text{kok}} < 1,2$.

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

Painuma

Rakenteen painuma määräytyy ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 21400.1 Painuma, painumaero* (Pohjarakenteet ja pohjavahvistusrakenteet) ja *21410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja).

Viitteet

- 20000.1.4 Käyttöikäluokittelu, InfraRYL
- 21400.1 Painuma, painumaero, InfraRYL
- 21410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL

21462 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 niiden yhdistelmillä on pystyttävä tiivistämään maapohja tiivistykseen käytettävissä olevana aikana siten, että käyttötilanteessa kadun 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 nopeamminkin tapahtuvaksi käyttäen nauhamaisia ojia, joiden avulla maahuokosista pusertuva vesi johdetaan maanpinnalle 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 pystyjoituksella ei voida vaikuttaa.

Ohje

Pystyjoitusta käsitellään teknisissä vaatimuksissa, *luku 14120 Liuskapystyjoitetut maarakenteet*. Pystyjoien käyttöä ja mitoitusta on tarkasteltu julkaisussa *Nauhapystyjoitus*.

Viitteet

- 14120 Liuskapystyjoitetut maarakenteet, InfraRYL.
- Nauhapystyjoitus. Tielaitoksen selvityksiä 42/1994.

Dynaaminen syvätiivistys

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

Vaatimukset

Stabiliteetti

Rakenteen stabiliteetti määräytyy rakenteen mukaan, ks. *kohdat 21400.2 Vakavuus* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *21410.3 Vakavuus* (Luonnonmaapohja).

Plastisten muodonmuutosten välttämiseksi pystyjoituskentän stabiliteetti on F 1,5 myös esikuormituksen aikana.

Painuma ja painumaero

Rakenteen painuma määräytyy ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 21400.1 Painuma, painumaero* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *21410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja).

Ylipenkereen poiston jälkeen painumanopeus on suunnitelma-asiakirjojen mukainen.

Nauhapystyjojen aikaansaama jälkitiivistyminen rakenteen käytön aikana on otettava huomioon suunnitelma-asiakirjoissa vaatimukset ylittävien kadun painumien ja painumaerojen hallitsemiseksi.

Viitteet

- 21400.2 Vakavuus, InfraRYL
- 21410.3 Vakavuus, InfraRYL
- 21400.1 Painuma, painumaero, InfraRYL
- 21410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL

21463 Massanvaihto

Massanvaihdolla korvataan runsaasti kokoon puristuvat luonnonmaakerrokset siten, että kovaan pohjaan ulottuvalla massanvaihdolla poistetaan kokonaispainumat käytännössä lähes kokonaan (jää jäljelle rakennetun täytteen kokoonpuristuminen) ja osittaismassanvaihdolla korvataan maan pehmeät pintakerrokset sellaiseen syvyyteen ja siten, että massanvaihdon alapuolelle jäävien kokoon puristuvien maakerrosten aiheuttama kokonaispainuminen pysyy suunnitelluissa rajoissa.

Massanvaihtomateriaali ja massanvaihdon tekeminen kuvataan teknisissä vaatimuksissa, *luku 16110 Maaleikkaukset*.

Ohje

Kaivamalla tehtävässä massanvaihdossa kaivannon vakavuuteen liittyvät ongelmat voivat rajoittaa menetelmän soveltuvuutta. Pohjaantäytössä pohjamaan on oltava riittävän pehmeää täytön onnistumiseksi.

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

Viitteet

- 16110 Maaleikkaukset, erittelemätön, InfraRYL
- Massanvaihto. Tielaitoksen selvityksiä 2/1993. TIEL 3200127.

Vaatimukset

Massanvaihto muodostaa katurakenteelle painumien ja painumaerojen sekä stabiliteetin suhteen hallitusti käyttäytyvän, pitkäaikaisen pohjarakenteen.

Rakenteen käyttöikä on *taulukon 1 (kohta 20000.1.4)* mukainen.

Stabiliteetti

Rakenteen stabiliteetti määräytyy rakenteen mukaan, ks. *kohdat 21400.2 Vakavuus* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *21410.3 Vakavuus* (Luonnonmaapohja).

Painuma ja painumaero

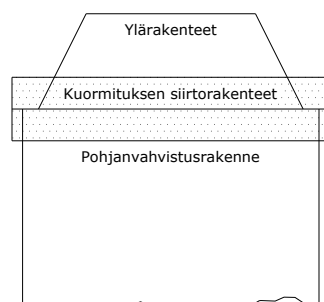
Rakenteen painuma määräytyy ylärakenteen mukaan, ks. *kohdat 21400.1 Painuma, painumaero* (Pohjarakenteet ja pohjanvahvistusrakenteet) ja *21410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja).

Viitteet

- 20000.1.4 Käyttöikäluokittelu, InfraRYL
- 21400.2 Vakavuus, InfraRYL
- 21410.3 Vakavuus, InfraRYL
- 21400.1 Painuma, painumaero, InfraRYL
- 21410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL

21470 Kuormituksen siirtorakenteet

Kuormituksen siirtorakenteilla, *kuva 105*, siirretään kuorma yläpuolella olevasta penkereestä ja liikennekuormasta pohjarakenteille, varmistetaan päällysrakenteiden ja pohjarakenteiden yhteistoiminta ja vaikutetaan kadun pinnalla ilmeneviin painumaeroihin ja sekä kadun 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 kadun pintaan painumina tai painumaeroista aiheutuvana epätasaisuutena.

Kuormien siirtorakenteilta ja sen osilta vaadittavaan käyttöikänsä sovelletaan sen alapuolisen pohjarakenteen käyttöikävaatimusta, *taulukko 1 (kohta 20000.1.4)*.

Viitteet

- 20000.1.4 Käyttöikäluokittelu, InfraRYL

Ohje

Stabiloitujen pilareiden päälle rakennetulla holvaavalla rakenteella (holvauskerroksella) siirretään päällysrakenteesta ja penkereestä aiheutuvat kuormat pilareille. Holvauskerroksen tavoitteena on muodostaa pilareiden välille pysyvä holvi siten, että itse holvauskerroksen materiaali ei valu pilareiden välistä kuormittamaan pilareiden välissä olevaa pehmeää maapohjaa.

Holvauskerroksena tulevat yleensä kyseeseen lujitetut murskemaakerrokset ja stabiloinnit.

21500 Siirtymärakenteet

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

Siirtymärakenteilla tasataan

- alusrakenteen routanousueroja
- alusrakenteen painumaeroja
- rakenteen jälkitiivistymiserojen aikaansaamia painumaeroja
- alusrakenteen jäykkyyseroja.

Lisäksi siirtymärakenteilla tasataan pohjarakenneratkaisujen muutoskohdissa, rumpujen kohdilla sekä sillan tausta-alueella eri rakenteiden välisiä painumaeroista, tiivistymisestä ja jäykkyydestä aiheutuvia haittoja.

Asetetuista laatuvaatimuksista (kadun luokasta) riippuu, kuinka loiviksi erot on tasoitettava.

Sorapäällysteisillä kaduilla 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.

Vaatimukset

Pinnan routanousueron ja painumaeron sallitut arvot esitetään *kohdissa 21100.3 Routanousu ja routanousuero* (Päälysrakenne) ja *21410.1 Painuma ja painumaero* (Luonnonmaapohja). Siirtymärakenteet suunnitellaan ja rakennetaan siten, ettei näitä vaatimuksia kadun suunnittelukäyttöään aikana ylitetä. Painumat lasketaan 30 vuoden suunnittelukäyttöälle ja routanousut kerran 10 vuodessa esiintyvälle pakkasmäärälle. Painumalaskennassa on otettava huomioon suunnitelma-asiakirjojen mukainen tai vähintään 0,5 m:n suuruinen pohjavesipinnan lasku.

Vuosikierron aikana toistuvasti maapohjan routimisesta johtuva alusrakenteen löyhtyminen ja uudelleentivistyminen ei saa aiheuttaa *taulukon 35 (kohta 11410.1)* arvoja ylittäviä epätasaisuuksia (painumaerot).

Kadun poikkisuunnassa siirtymärakenteet suunnitellaan ja rakennetaan siten, etteivät kadun kallistuksen muutokset painumasta tai routivuudesta johtuvana suunnittelukäyttöään aikana ylitä kohdassa ylitä *taulukossa 35 (kohta 11410.1)* esitettyjä arvoja.

Viitteet

- 11410.1 Painuma ja painumaero, InfraRYL
- 21100.3 Routanousu ja routanousuero, InfraRYL
- 21410.1 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, muu johto tai pohjamaassa oleva vanha oja kadun poikki routivassa pohjassa.

Routanousuja tasaavan kiilan siirtymäkiilasyvyyden, roudaneristyskyvyn ja sen ylläpitämisen sekä pohjan kaltevuuden määrittäminen on esitetty julkaisussa *Katu 2002*.

Alusrakenteen routanousueroja voidaan tasata tasalaatuistamalla pohjamaata.

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

Siirtymärakenteet painumia vastaan

Katupenkereen 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, pysyöjitystä, lujitteita ja teloja sekä siirtymälaattoja.

Siirtymärakenteiden mitoitus perustuu ensisijaisesti painumalaskelmiin. Tavallisissa olosuhteissa riittää primäärinen 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 pehmeillä sekundääripainumat pääsevät alkamaan tavallista nopeammin etenkin humuspitoisilla pehmeillä.

Viitteet

- Katu 2002.

Ohje

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

Kadun päällysrakenteen käyttöiän yhdenmukaistamiseksi kadun laskennalliset kesäkauden pintakantavuudet eivät *taulukon 38 (luku 11500)* suuntaa antavan siirtymäkiilapituuden matkalla eroa toisistaan enemmän kuin 20 % keskiarvosta. Tämä saavutetaan yleensä, kun rakenteen jäykkyydeltään merkittävästi toisistaan poikkeavien materiaalien muuntumispiituus 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.

Viitteet

- 11500 Siirtymärakenteet, InfraRYL

Ohje

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 kadun poikkisuunnassa routivasta routimattomaksi (routanousueroja tasaava kiila) tai kun alkuperäisen maaston sivukaltevuus on suurempi kuin 1:10 (tiivistymiseroja tasaava kiila). Jälkimmäisessä tapauksessa kiila tasaa myös routanousueroja, jos pengertäyte ja pohjamaa ovat routivuudeltaan erilaisia.

Putkivaivannon, kaukolämpökanaalin yms. vaikutus poikkileikkauksen routimiseen on suunniteltava ja rakennettava siten, että haitallisilta vaurioilta vältytään.

21600 Luiskatäyte

Luiskatäyteen käyttöä käsitellään tierakenteiden yhteydessä.

22000 Kuivatusrakenne

Rakenteen kuivatus, kuivatusvesien johtaminen ja ohjailu

Kuivatuksen kulloinenkin tarve riippuu paikallisista olosuhteista. Kuivatusjärjestelmän materiaalit, putkikoot, viettokaltevuudet jne. mitoitetaan hydraulisella mitoituksella julkaisun *Katu 2002* kohdan 3.10 Kuivatus mukaan.

Rakenteen kokonaisvaltaisella kuivatuksella ja kuivatusvesien johtamisella ja ohjailulla vaikutetaan turvallisuuteen, käyttöikään ja ylläpidettävyyteen. Kuivatusrakenteen pitää pystyä pitämään katurakenne suunnitellulla tavalla kuivatettuna ja johtamaan kuivatusvedet niiden purkupaikkaan. Hulevesijärjestelmä tulee suunnitella kokonaisuutena, jossa otetaan huomioon myös kadun varrella olevien kiinteistöjen hulevesien kuivatustarve.

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

 kadun pintakuivatus

 katurakenteen kuivatus

 pohjamaan/alusrakenteen kuivatus.

Pintakuivatuksen tarkoituksena on mahdollistaa liikenteen turvallinen sujuminen sateella ja vähentää veden pääsyä rakennekerroksiin. Pinnalta ja luiskista rakenteeseen pääsevä vesi poistetaan rakenteen kuivatuksella. Rakenteen kuivatuksen tarkoituksena on kadun kantavuuden säilyttäminen koko kadun käyttöajan ajan. Pohjamaata kuivatetaan vain erityistapauksissa.

Kadun pintakuivatus hoidetaan yleensä hulevesiviemäröinnillä. Pintakuivatus tulisi kuitenkin tilanteen niin salliessa ratkaista vettä viivyttävällä menetelmällä ja imeyttävällä rakenteella esimerkiksi avo-øjilla.

Katu on perustettava ja rakennettava siten, että kadun pinnan kuivatuksen edellyttämät vähimmäiskaltevuudet (pituus- ja poikkisuunnassa) eivät alitu kadun mitoitustien aikana tapahtuvien painumien tai muiden muodonmuutoksien tai siirtymien takia. Päällysten kulumisenkaan ei saa aiheuttaa haitallista lammikoitumista tai veden virtaamista kadulla 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 kadun kuormituskestävyyttä ylläpitävistä rakennekerroksista. Kun routimisen ehkäiseminen vaatii paksummat rakenteet kuin kuormituskestävyys, riittää, että kuormituskestävyyttä ylläpitävät rakennekerrokset kuivatetaan.

Siirtymäkiilojen kohdalla riittää sama kuivatussyvyys kuin viereisillä kadunkohdilla. 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.

Katurakenteen kuivatus ei saa aiheuttaa haitallisia ympäristövaikutuksia, esimerkiksi ympäristön kaivojen kuivumista ja rakennusten painumia.

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

Viitteet

- Katu 2002.

22100 Katurakenteen kuivatusrakenteet

22120 Salaojat

Katurakenteen salaojitustarve tarkistetaan osana kadun kuivatussuunnitelmaa. 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.

22120.1 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. Salaojavedet johdetaan kadun hulevesiviemärijärjestelmään.

22120.2 Vedenottokyky

Tarvittava vedenottokyky määritetään mitoituksella.

22120.3 Salaojituserroksen rakeisuus

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

Viitteet

- 18320 Alkutäytöt, InfraRYL.

22130 Sivuojat

Katujen avo-ojakuivatus on mahdollista ainoastaan poikkeustapauksissa.

Sivuojat kokoavat kadulta ja sen ulkopuolelta tulevat pintavedet sekä mahdolliset kadun rakennekerroksiin päässeeseen veden poistumisen katurakenteesta. Sivuojat johtavat veden kadun suuntaisesti seuraavaan laskuojaan tai hulevesiviemäriin, jossa ne johdetaan pois katualueelta.

Sivuojan pituuskaltevuuuden täytyy olla vähintään 0,3 % (3 mm/m) ja suositeltava pituuskaltevuus 0,5 %. Sivuojilla tulee olla tasainen lasku eikä vesi saa kerääntyä kadun reunalle tai merkittävässä määrin ojan pohjalle.

Sivuojen vedet johdetaan kadun hulevesiviemärijärjestelmään.

22200 Ympäristövesien kuivatusrakenteet

22210 Niskaojat

Katu ympäristön niskaojien tarve tarkistetaan osana kadun kuivatussuunnitelmaa. Kuivatuksen kulloinenkin tarve riippuu paikallisista olosuhteista. Niskaojien käytömahdollisuudet katujen yhteydessä ovat rajalliset. Niskaojilla ehkäistään mitoitussadannan aikaisen pinta- ja suotovesien pääsy haitallisessa määrin katurakenteeseen sekä ehkäistään ulkoinen ja sisäinen eroosioriski leikkausluiskissa. Niskaojien sijainti osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa ja lisäniskaojien tarve tarkistetaan rakennusaikana.

Niskaojien vedet johdetaan kadun hulevesiviemärijärjestelmään.

22210.1 Vedenkuljetuskapasiteetti

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

22300 Kuivatusvesien keräys- ja johtamisrakenteet

22310 Laskuojat

Kadun ja ympäristön kuivatusjärjestelmistä (sivu-, niska- ja salaojista) vedet johdetaan pois katualueelta sopivaan purkupaikkaan, hulevesiviemäriin, vesiuomiin ja maastonkohtiin, joissa ne eivät vahingoita ympäristöä. Vedet voidaan purkauttaa myös maahan imeyttämällä. Ojat voivat olla avo-ojia, hulevesiviemäreitä tai

imeytyssalaojia. Avo-ojien on oltava vesimäärään nähden riittäviä, mutta ei tarpeettoman suuria.

22310.1 Vedenkuljetuskapasiteetti

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

22310.2 Eroosionkestävyys

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

22310.3 Luiskan kaltevuus

Laskuojan luiskien kaltevuus riippuu kaivettavan maan ominaisuuksista. *Taulukossa 40 (kohta 12310.3)* esitetään luiskakaltevuus ojasyvyyden ja maalajin mukaan

Viitteet

- 12310.3 Luiskan kaltevuus, InfraRYL.

22320 Hulevesiviemärit

Viemäriin on kyettävä johtamaan mitoitussateen kerryttämät vedet pois katualueelta. Hulevesiviemäri mitoitetaan julkaisun *Katu 2002* kohdan 3.10 Kuivatus mukaan.

Hulevesiviemäröinnin tarkoituksena on koota ja johtaa sade- ja sulamisvedet katualueelta.

Viemäri pyritään sijoittamaan routarajan alapuolelle, tai se on tarvittaessa eristettävä. Sijoituksessa on otettava huomioon katuun tulevien rakenteiden ja varusteiden sijoitus.

Hulevesijohdon koko valitaan mitoitussateen virtaaman, pituuskaltevuuden ja putkimateriaalin perusteella. Putkikoosta riippuvat kaltevuuksien vähimmäisarvot on esitetty julkaisussa *Katu 2002*.

Viitteet

- Katu 2002.

Ohje

Hulevesiviemäreissä käytetään teknisten vaatimusten ohjeissa määriteltyjä betoni-, muovi- tai teräsputkia ja -kaivoja. Materiaalivalinnassa tulee ottaa huomioon, millaista vettä sadevesiviemäriässä kulkee, ks. teknisten vaatimusten *luku 14340 Rummut*. Hulevesiviemärien pysty- ja vaakataitteisiin rakennetaan kaivo. Liikennealueilla käytetään liikennekuormille mitoitettuja kaivoja. Muovi- ja teräskaivojen kansiston tulee välittää kuormat kadun päällysteeseen ja kaivon teleskooppirakenteen estää kuormien välittyminen kaivon kannesta kaivon alaosaan. Kaivoihin asennetaan liikennealueilla valurautakansistot, joiden kuormituskestävyysvaatimukset määräytyvät teknisissä vaatimuksissa esitettyjen liikennealueiden perustella, *luku 31200 Hulevesiviemärit*. Sadevesi- ja tarkastuskaivon kannen pienin läpimitta on 450 mm. Päällystetyillä alueilla käytetään päällysteen varassa kelluvaa kansistoa.

Viitteet

- 14340 Rummut, InfraRYL
- 31200 Hulevesiviemärit, InfraRYL osa 2.

22330 Rummut

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

Rumpujen tulee kyetä siirtämään niihin yläpuoliselta valuma-alueelta ja ojasta kerääntyvä vesi pää- tai sivukadun 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 huollettavuus.

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, kadun leventämistarve).

Rumpujen materiaalivaatimukset (betoniputket, teräsputket ja muoviputket) sekä rumpujen kestävyys- ja peitesyvyyksivaatimukset esitetään teknisissä vaatimuksissa, *luku 14340 Rummut*.

Rumpuputken tulee kestää suunnitellun käyttöiän, *taulukko 1 (kohta 20000.1.4)*. Rummut on rakennettava hiekkatiiviiksi. Rumpujen perustaminen, ks. *luku 13300 Arinarakenteet*.

Viitteet

- 20000.1.4 Käyttöikäluokittelu, InfraRYL
- 13300 Arinarakenteet, InfraRYL
- 14340 Rummut, InfraRYL.

Ohje

Rumpuputken materiaali ja suojaustapa valitaan syövyttävyyssolosuhteiden ja kadun suolauasteen perusteella. Liikennealueen ulkopuolella olosuhde valitaan suolaamattoman kadun korroosionkestävyysluokan mukaiseksi. Sadevesiviemäriputken korroosio-olosuhde määräy-

tyy sen mukaan, millaiselta alueelta vesi putkeen tulee. Luokka valitaan vaikeimman korroosio-olosuhteen mukaiseksi.

22330.1 Vedenkuljetuskapasiteetti

Rummun kaltevuus, korkeusasema ja sisähalkaisija osoitetaan suunnitelma-asia-kirjassa, joka perustuu julkaisuun *Katu 2002*.
Halkaisija ei saa pienentyä alavirtaan mentäessä.

Viitteet

- Katu 2002.

23000 Ympäristörakenne

Ympäristörakenteilla pyritään toisaalta vähentämään kadusta ja sen käytöstä ympäristölle aiheutuvia haittoja ja toisaalta pehmentämään väylän liityntää muuhun ympäristöön sekä parantamaan kadulla liikkujien viihtyisyyttä. Ympäristörakenteet voivat olla melun tai tärinän vaikutuksia pienentäviä tai estäviä rakenteita, pohjavedensuojaurakenteita tai esteettisesti katualueen viihtyisyyttä parantavia istutuksia, verhouksia tms. Ympäristörakenteiden toimivuusvaatimukset ja ominaisuudet ovat rakennekohtaisia.

23100 Melusteet

Melusteiden tulee estää liikennemelua suunnitellusti ja niiden tulee olla visuaalisesti maastoon sopivia. Melusteitä käsitellään tierakenteiden yhteydessä.

23200 Pohjavedensuojaukset

Pohjavedensuojauksien tarkoituksena on estää suolapitoisten vesien pääsy suurina pitoisuuksina pohjavesiin sekä vahingollisten aineiden pääsy pohjaveteen esimerkiksi säiliöauto-onnettomuuksien yhteydessä. Pohjavedensuojauksia käsitellään tierakenteiden yhteydessä.

23300 Kasvillisuus

Istutusten ensisijaisena tehtävänä on lisätä katu ympäristön viihtyisyyttä sekä sopeuttaa katua muuhun ympäristöön. Muita istutusten tehtäviä ovat esimerkiksi raivatun alueen maisemointi metsäksi tai puistomaiseksi sekä luiskan eroosio-

suojaus. Istutukset eivät saa aiheuttaa haittaa tai vaaraa liikenteelle tai muille rakennelmille.

Istutettavat alueet ja kohteet taimilajeineen, lukumäärineen, kokoluokkineen ja istutustiheyksineen esitetään suunnitelma-asiakirjoissa.

Istutukset on sijoitettava sopivaan paikkaan. Sijoittamisessa tulee ottaa huomioon kadun hoito, esimerkiksi lumenauraus. Istutukset (kasvilajit) on valittava siten, että ne kestävät kadun hoidossa käytettäviä aineita sekä ilmasto-olosuhteita. Istutusten tulee olla pitkäikäisiä ja helppohoitoisia. Istutuksilta vaadittava käyttöikä määritetään hankkeittain.

Kasvualustan tulee soveltua istutettavalle kasvillisuudelle. Kasvualustassa ei saa olla vettä kerääviä painanteita, *luvut 23111 Tuotteistetut kasvualustat, 23112 Paikalla tehtävät kasvualustat ja 23113 Kantavat kasvualustat*.

Vihersuunnittelua on käsitelty julkaisun *Katu 2002* kohdassa 3.9. Ks. *luku 23300 Istutukset*.

Viitteet

- 23111 Tuotteistetut kasvualustat, InfraRYL
- 23112 Paikalla tehtävät kasvualustat, InfraRYL
- 23113 Kantavat kasvualustat, InfraRYL
- 23300 Istutukset, InfraRYL
- Katu 2002.

24000 Varusteet ja laitteet

Varusteilla ja laitteilla tarkoitetaan katualueella ja rakenteessa olevia laitteita. Näitä ovat esimerkiksi kaiteet, kalusteet, roska-astiat, penkit, pyörätelineet, liikenne-merkit ja tiemerkinnot. Varusteiden ja laitteiden toimivuusvaatimukset ja ominaisuudet ovat rakennekohtaisia.

24100 Valaistus

Kadun valaistuksen tarkoituksena on parantaa turvallisuutta, liikenteen palvelutasoa ja ympäristöolosuhteita.

Valaistuslaitteisiin kuuluvat kaikki valaistuksessa tarvittavat kiinteät rakenteet, laitteet ja kalusteet, kuten lamput, valaisimet, pylväät, valaisinvarret, kannatinvaijerit, perustukset, ohjauskeskukset, sähkönjakelukoneistot ja -laitteet sekä johtoverkko. Lisäksi ajoradan päällyste toimii välillisenä valaistuselementtinä.

Valaistusperiaatteella tarkoitetaan valaistuslaitteiden sijoittamista kadun pituus- ja poikkileikkaukseen nähden katuun kuuluvilla alueilla, tunneleissa ja silloilla siten, että valaistusteknisten vaatimusten puitteissa ja mahdollisimman pienillä vuosikustannuksilla parannetaan liikenneturvallisuutta. Samalla on otettava hu-

mioon liikennöitävyyden, yleisen järjestyksen ja turvallisuuden sekä vuorovaikutusten parantaminen.

Katuvalaistus on osa ulkovalaistusjärjestelmää, johon saattaa sisältyä myös huomattavia kaupunkikuvallisia tavoitteita esim. julkisivuvalaistuksen osalta.

Valaisimien ja pylväiden sijoittelun, materiaalin sekä niiden suunnitellun mallin ja muodon tulee sopia ympäristöön. Valaisimien pitää olla suunnitelma-asiakirjojen mukaisessa asennossa. Valaisimien ja pylväiden pitää säilyttää asemansa ja suuntauksensa (pylväiden pystysuoruutensa) käyttöaikana mahdollisimman hyvin. Valaisimien suurin kiertymä on 5° ja pystysuoriksi suunniteltujen pylväiden kallistuma enintään 1,2°.

Ohje

Vanhon valaisimien tulee olla suunnitelma-asiakirjojen mukaisessa asennossa. Suurimmat sallitut poikkeamat ovat

- suuntaus: kiertymä 5...20 astetta kp-luokan mukaan
- pystysuoruus: kallistuma 4...12 astetta kp-luokan mukaan.

Valaistuksen vaatimuksia käsitellään tierakenteiden yhteydessä.

24200 Turvallisuus- ja suojarakenteet

Turvallisuus- ja suojarakenteiden tehtävänä on varmistaa liikenteen häiriötöntä sujumista, rajoittaa nopeuksia (esimerkiksi hidasterakenteet) estää onnettomuuksia ja mahdollisten onnettomuuksien yhteydessä pienentää onnettomuuksista aiheutuvia vaikutuksia sekä tiellä liikkujille että tarvittaessa myös ympäristölle. Turvallisuus- ja suojarakenteiden vaatimuksia käsitellään tierakenteiden yhteydessä.

24300 Opastus- ja ohjausjärjestelmät

Liikennemerkkien tulee johtaa, jakaa ja säädellä liikennettä. Liikennemerkkien tulee edesauttaa hyvää liikenneturvallisuutta ja palvelua. Liikennemerkkien määrän pitää olla mahdollisimman vähäinen ympäristön ja liikenneturvallisen viestimisen kannalta. Merkkien sijoittelussa otetaan huomioon myös kaupunkikuvalliset arvot sekä kaupunkikuva.

Liikenne- ja opastusmerkit ja viitoitus

Liikennemerkkien ja liikenteen ohjauslaitteiden tulee täyttää Suomen *liikenneasetuksen* ja *liikenneministeriön liikenteen ohjauslaitteita koskevan päätöksen* mukaiset vaatimukset.

Opastinpylväät pystytetään pystysuoraan. Pystysuoriksi suunniteltujen opasteiden kallistuma saa olla enintään 1,2°.

Viitteet

- Liikenneministeriön päätös liikenteen ohjauslaitteista Tieliikenneasetus 182/1982.

- Tieliikenneasetus 182/1982.

Ajoratamerkinnät

Kadun ajoratamerkintöjen tulee täyttää Suomen *liikenneasetuksen* ja *liikenneministeriön liikenteen ohjauslaitteita koskevan päätöksen* mukaiset vaatimukset. Ajoratamerkintöjen mitoitusperiaatteet on kuvattu julkaisussa *Tiemerkinnät*. Ajoratamerkintöjä koskevat laatuvaatimukset on esitetty julkaisuissa *Tiemerkintöjen laatuvaatimukset* ja *Tiemerkintöjen kuntoluokitus*.

Julkaisu *Tiemerkinnät* on tiemerkintöjen suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohje ja sisältää *tieliikenneasetuksen* mukaisten tiemerkintöjen käyttö- ja mitoitusohjeet. Ohje on tarkoitettu käytettäväksi tiemerkintöjen käytön suunnitteluun yleisille teille, mutta sitä voidaan soveltaa myös kaduille. Ohjeessa esitetyt tiemerkintöjen mitoitukset koskevat kaikkia tienpitäjiä Suomessa. Ohjeet perustuvat *tieliikenneasetukseen* ja *liikenneministeriön päätökseen liikenteen ohjauslaitteista*.

Ajoratamerkintöihin käytetty materiaali ei saa olla haitallisen liukasta.

Opastus- ja ohjausjärjestelmiä käsitellään tarkemmin tierakenteiden yhteydessä.

Viitteet

- Liikenneministeriön päätös liikenteen ohjauslaitteista 203/1982
- Tieliikenneasetus 182/1982
- Tiemerkinnät, TIEH 2000005-04, Luonnos 23.3.2004
- Tiemerkintöjen kuntoluokitus, TIEH 2200022-v-04
- Tiemerkintöjen laatuvaatimukset, TIEH 2200014-v-04.

24300.1 Selkeys

Liikennemerkkejä käytetään vain säädöksissä ja ohjeissa määritellyissä tilanteissa. Liikennemerkeillä pyritään antamaan tienkäyttäjälle informaatiota tarkoituksemukaisesta ja oikeasta käyttäytymisestä liikenteessä. Liikennemerkeillä 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. 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.

24300.2 Näkyvyys

Opasteiden tulee olla hyvin havaittavissa, mutta ne eivät saa peittää tienkäyttäjien näkemiä tai vaikuttaa haitallisesti liikenneturvallisuuteen. Opasteiden tulee näkyä hyvin normaaleissa olosuhteissa.

Ajoratamerkintöjen havaittavuuden ja näkyvyyden pitää olla hyvä sekä päivänvalossa että pimeällä. Ajoratamerkintöjen tulee täyttää julkaisun *Tiemerkinnät* mukaiset vaatimukset.

Toimivuusvaatimusten todentaminen tehdään katselmuksin ja mittaamalla.

Viitteet

- Tiemerkinnät, TIEH 200000-04, Luonnos 23.3.2004.

24300.3 Paluuheijastuvuus

Uudet liikennemerkit valmistetaan tarkoitukseen soveltuvasta levymateriaalista, jonka toimiva osa on heijastavaa kalvomateriaalia. Kalvotyypit on jaettu luokkiin R1, R2 ja R3, jossa suurempi numero tarkoittaa kalvomateriaalin paluuheijastuvuuden suurempaa arvoa. Luokkien R1 ja R2 paluuheijastuvuuden vähimmäisarvot on määritelty liikennemerkejä koskevassa standardissa *SFS-EN 12899-1*. Luokka R1 vastaa standardin luokkaa ref 1 ja luokka R2 standardin luokkaa ref 2. Luokan R3 paluuheijastuvuusvaatimukset ovat viitteessä esitetyn taulukon mukaiset. Muilta osin sovelletaan *SFS-EN 12899-1* vaatimuksia.

Viitteet

- SFS-EN 12899-1 Liikennemerkit ja vastaavat liikenteenohjauslaitteet. Osa 1: Liikennemerkit.

24300.4 Ajoratamerkintöjen kitka

Kitka-arvolle asetettavat vaatimukset esitetään tarvittaessa hankkeittain.

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.

24400 Kadun johdot ja kaapelit

Katualueelle tulevat johto- ja kaapelirakenteet edellyttävät yleensä kadunpitäjän lupaa. Rakenteet on suunniteltava, sijoitettava ja rakennettava siten, ettei niistä aiheudu vaaraa kadun liikenteelle tai sen kunnossapidolle. Rakenteet eivät myöskään saa estää tai rajoittaa kadun liikennöitävyyttä.

Katurakenteeseen sijoitettavia kaapeleita ja johtoja on tarkasteltu julkaisun *Katu 2002* kohdassa 3.11 Varusteet ja laitteet.

Viitteet

- Katu 2002.

25000 Alikulurakenteet

Alikulun tehtävänä on mahdollistaa jalankulkijoille ja pyöräilijöille ajoradan turvallinen alittaminen. Tätä varten alikulun tulee olla riittävän leveä ja valaistu. Alikulun suunnittelussa otetaan huomioon myös kunnossapidon tarpeet, leveys ja riittävä alikulkukorkeus.

26000 Kevyen liikenteen rakenteet

Kevyen liikenteen rakenteissa sovelletaan pääosin katurakenteista edellä annettuja vaatimuksia.

Kevyen liikenteen väylän tulee mahdollistaa jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden kuluminen paikasta toiseen mahdollisimman lyhyttä ja miellyttävää reittiä käyttäen. Väylän tulee olla sekä sosiaalisesti että liikenteellisesti turvallinen, mieluiten muusta liikenteestä eroteltu ja valaistu. Muiden liikenneväylien ylitysten pitää olla turvallisia, mahdollisesti yli- tai alikuluin järjestettyjä. Kulkemisen väylällä tulee olla helppoa ja esteetöntä myös liikuntaesteisille. Väylän korkeuserojen pitää olla kohtuullisia, mutta väylän ympäristöltään kuitenkin pienipiirteinen ja riittävän vaihteleva.