

Tierakenteen suunnittelu

28.11.2018



Tierakenteen suunnittelu
28.11.2018

Liikenneviraston ohjeita 38/2018

Kannen kuva: Miikka Himmi

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-317-632-4

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Tie- ja geotekninen yksikkö

28.11.2018

LIVI/8722/06.04.01/2018

Vastaanottaja
Projektien toteutus ja hankesuunnittelu -osastot,
ELY-keskusten L-vastuualueet

Säädösperusta
Laki liikennevirastosta 2 §

Korvaa
Tierakenteen suunnittelu 22.12.2004
Päällysteiden suunnittelu 23.12.1997
Tietoa tiensuunnitteluun 71D

Kohdistuvuus
Liikennevirasto, ELY-keskukset

Voimassa
31.12.2018 alkaen

Asiasanat
Tierakenne, päällysteet, suunnittelu

Tierakenteen suunnittelu 28.11.2018

Tätä ohjetta noudatetaan suunniteltaessa maanteiden päällysrakennetta ja asetettaessa laatuvaatimuksia rakennettavien teiden päällysteille. Ohjetta noudatetaan myös nykyisten vilkasliikenteisten teiden rakenteiden hyödyntämiskelpoisuuden arvioinnissa ja parantamisen suunnittelussa. Lisäksi ohjetta noudatetaan maantietäi rautatiehankkeisiin liittyvien jalankulku- ja pyöräteiden, sorateiden, puunkuormaustapaikkojen ja vastaavien rakenteiden suunnitteluun.

Ohjetta voidaan käyttää laatuvaatimuksena urakassa, joka sisältää suunnittelun.

Suunnittelua koskevat vaatimukset on esitetty mustalla tekstillä ja opastavat tekstit on esitetty vihreällä tekstillä.

Tekninen johtaja
Tekniikka ja ympäristö

Markku Nummelin

Väylärakenneasiantuntija

Sami Petäjä

*Ohje hyväksytään sähköisellä allekirjoituksella.
Sähköisen allekirjoituksen merkintä on viimeisellä sivulla.*

LISÄTIETOJA
Sami Petäjä
Liikennevirasto
sami.petaja(at)liikennevirasto.fi

Esipuhe

Ohjeen kirjoitus- ja kuvitustyö on tehty Destia Oy:ssä Liikenneviraston ohjeiden mukaan. Liikennevirastosta työhön ovat osallistuneet Kari Lehtonen, Sami Petäjä, Katri Eskola ja Pekka Siitonen sekä Destia Oy:stä Heikki Onninen, Hannu Peltoniemi, Marja-Terttu Sikiö ja Aarno Valkeisenmäki.

Suurimmat muutokset aikaisempaan ohjeeseen Tierakenteen suunnittelu, 2004 verrattuna ovat:

- Ohjeeseen on lisätty yksityiskohtaiset ja kattavat päällystesuunnittelun ohjeet
- Ajoneuvojen kuormitusekvivalenteja on korotettu vastaamaan uusia ajoneuvosääntöjä ja vuodelle 2025 ennustettuja ajoneuvomassoja ja ajoneuvojen koostumuksia.
- Ohjeeseen on lisätty yksi erittäin raskaasti kuormitettujen teiden kuormitusluokka ja tarkennettu kuormitusluokkien rajoja
- Ohjeeseen on lisätty puunkuormausalueiden rakenteiden suunnitteluohjeet
- Ohjeeseen on lisätty rakennekerrosten moduulit ohjeesta Tietoa tiesuunnitteluun 71D
- Sallittuihin laskennallisiin routanousuihin on tehty muutamia muutoksia
- Vilkasliikenteisen tien rakenteiden käyttökelpoisuuden arvioinnin, parantamisen ja leventämisen ohjeet on siirretty täydennettynä tähän ohjeeseen
- Ohjeeseen on lisätty velvoite laatia mitoituksen perustelumuistio
- Ohje on sisällöltään aiempaa ohjetta yksityiskohtaisempi ja kattavampi

Suunnittelua koskevat vaatimukset on esitetty mustalla tekstillä ja opastavat tekstit on esitetty vihreällä tekstillä.

Helsingissä marraskuussa 2018

Liikennevirasto
Tie- ja geotekninen yksikkö

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	9
1.1	Suunnittelussa käytettävät ohjeet	9
1.2	Poikkeavien menetelmien käyttö.....	10
1.3	Termien määrittely.....	11
1.4	Tierakenteen kerrokset.....	11
1.5	Tierakenteiden suunnittelun eteneminen.....	12
1.5.1	Yleissuunnitelma ja muut esisuunnitelmat.....	12
1.5.2	Tiesuunnitelma.....	13
1.5.3	Rakennussuunnitelma.....	14
2	POHJAMAAN JA PENGERMATERIAALIEN OMINAISUUKSIEN ARVIOINTI	16
2.1	Maaluokitukset.....	16
2.1.1	Maan luokittelu geoteknisessä suunnittelussa	16
2.1.2	GEO-maalajiluokitus	16
2.1.3	Maaperäkartoissa käytettävä maaluokitus.....	17
2.2	Alusrakenteen kuivatusolosuhde ja tasalaatuisuus.....	18
2.2.1	Alusrakenteen kuivatusolosuhde	18
2.2.2	Alusrakenteen tasalaatuisuus.....	18
2.3	Maan kelpoisuusluokat ja alusrakenneluokat sekä niiden mitoitusparametrit	20
2.4	Lähtötietojen hankinta	23
2.4.1	Yleistä.....	23
2.4.2	Kallioleikkausten ja muiden kallioesiintymien tutkimukset ja kelpoisuuden selvittäminen	23
2.4.3	Maaleikkausten ja varamaanottopaikkojen tutkiminen.....	24
3	ROUTAMITOITUS	25
3.1	Tien routamitoituksen yleisesittely	25
3.2	Routanousun suuruuden laskenta.....	25
3.2.1	Mitoittava roudansyvyys, S	25
3.2.2	Routaantuvan alusrakennekerroksen paksuus, P.....	26
3.2.3	Päällysrakennemateriaalien vastaavuus eristävyyskannalta, a_i	27
3.2.4	Alusrakenteen routaturpoama, t	28
3.2.5	Laskennallisen routanousun suuruus, RN_{lask}	28
3.3	Sallittu laskennallinen routanousu	29
3.4	Routamitoitusta täydentäviä vaatimuksia.....	31
3.4.1	Lämpöeristeiden käytöstä johtuvan liukkauden estäminen.....	31
3.4.2	Pohjamaan tasalaatuistaminen ja rakennekerrosten rakentamisaika ..	31
3.4.3	Määrän alusrakenteen kuivattaminen ja vaikuttaminen pohjaveden virtauksiin	31
4	KUORMITUSKESTÄVYYSMITOITUS.....	33
4.1	Kuormituskestävyyssmitoituksen yleisesittely	33
4.1.1	Taustaa päällysrakenteiden suunnittelulle	33
4.1.2	Kuormituskestävyyssmitoituksen osavaiheet	34
4.2	Kuormituskertaluvun ja kuormitusluokan määrittely	34
4.2.1	Kuormituskertaluvun laskentaperiaate.....	34
4.2.2	Kuormituskertaluvun laskenta.....	35
4.2.3	Vuoden 2013 ajoneuvomittauudistuksen vaikutus KKL:n laskentaan...	37
4.2.4	Kuormitusluokan määrittäminen	38

4.2.5	Kuormitusluokan määrittäminen useampikaistaisilla teillä	38
4.3	Tavoitekantavuudet ja päällystepaksuudet	39
4.4	Päällysrakenteen kerrospaksuuksien määrittäminen	43
4.4.1	Kantavuusmitoituksen tavoite	43
4.4.2	Kantavuusmitoituksen eteneminen	43
4.4.3	Kantavuusmitoituksen kerrospaksuuksien ja moduulien rajoitukset	44
4.5	Päällysrakenekerrosten E-moduulit	45
4.5.1	Sidottujen päällysrakennemateriaalien E-moduulit	45
4.5.2	Sitomattomien kaupallisten kiviainesten E-moduulit	46
4.5.3	Muut kuin SFS-EN 13285 mukaisesti luokitellut kiviainekset	47
4.5.4	Uusiomateriaalien E-moduulit	49
4.6	Muut päällysrakennetta koskevat vaatimukset ja opastukset	50
4.6.1	Huonosti vettä läpäisevä kerros	50
4.6.2	Hienoainespitoiset ja routivat rakennekerrosmateriaalit rakenteissa	50
4.6.3	Lievästi routivan moreenin käyttö päällysrakenteessa	51
4.6.4	Irtilouhinta ja louherakenne	51
4.6.5	Suodatinkerrosten tai suodatinkankaan tarve	52
4.6.6	Hydraulisen stabiloinnin sisältävä rakenne	52
4.6.7	Betonikivirakenne	53
4.7	Kerrosten ja luiskan muotoilu	54
5	PÄÄLLYSTEIDEN SUUNNITTELU	57
5.1	Yleistä	57
5.1.1	Päällysteitä koskevat ohjeet	57
5.1.2	Päällystesuunnittelun ajoitus ja tehtävät	57
5.1.3	Yksityiskohtaisen päällystesuunnittelun lähtötiedot	58
5.1.4	Yksityiskohtainen päällystesuunnittelu	58
5.2	Päällysteen leveys ja paksuus	59
5.2.1	Päällysteen leveys	59
5.2.2	Päällysteen vähimmäispaksuus	60
5.2.3	Päällystekerrosten vähimmäispaksuudet	60
5.3	Massatyyppien valinta	61
5.4	Toimenpidetyypit ja niiden käyttö	63
5.4.1	Toimenpidetyypit	63
5.4.2	Toimenpiteiden käyttö	65
5.4.3	Vierekkäisten levityskaistojen saumat	66
5.5	Päällysteiden vaiheittain rakentaminen	66
5.5.1	Edellytykset vaiheittain rakentamiselle	66
5.5.2	Esimerkkejä vaiheittain rakentamisen toimenpiteistä	68
5.6	Vaatimusten asettaminen päällysteen kestävyysominaisuuksille	74
5.6.1	Yleistä	74
5.6.2	Nastarengaskulutuskestävyysvaatimusten asettaminen	74
5.6.3	Vaatimus päällysteen deformaatiokestävyydelle	78
5.6.4	Tierakenteen deformaatiokestävyys valo-ohjatuissa ja väistämisvelvollisissa liittymissä	79
5.6.5	Vaatimuksen asettaminen tierakenteen urasyvyydelle	80
5.6.6	Vaatimus vedenkestävyydelle ja väsymiskestävyydelle	83
5.6.7	Vaatimus rengasmelun vaimennukselle	83
5.6.8	Vaatimus päällysteen uusiokäsiteltävyydelle	83
5.7	Vesitiivis tiepäällyste	83
5.7.1	Käyttökohteet	83
5.7.2	Pohjaveden suojauksessa käytettävä vesitiivis asfaltti	83

5.7.3	Hydraulisten stabilointien ja teräsverkkojen päällä käytettävä vesitiivis asfaltti	85
5.7.4	Varautuminen liukkaudentorjunta-aineiden käyttöön	86
5.8	Vaatimusten asettaminen asfalttimassalle	86
5.8.1	Yleistä	86
5.8.2	Asfalttimassan koostumuksen suunnittelutapa ja vaatimusten asettaminen sen perusteella	86
5.8.3	Asfalttirouheen käyttö maanteiden päällysteissä	87
5.8.4	Sideaineen valinta	88
6	SIIRTYMÄKIILAT	89
6.1	Käyttötarkoitus	89
6.2	Routanousueroja tasaavan siirtymäkiilan mitoitus	89
6.2.1	Siirtymäkiila routimattomasta rakeisesta materiaalista	89
6.2.2	Siirtymäkiila lämpöeristemateriaalista	91
6.3	Siirtymäkiilojen tarve ja paikat	92
6.3.1	Vanhan ojan tai entisen rummun kohdan käsittely	95
6.3.2	Tiivistymiseroja tasaavat kiilat	97
6.4	Poikkisuuntaisten siirtymäkiilojen paikat ja tarve	97
6.5	Siirtymäkiilojen kuivatus	99
7	VANHAN RAKENTEEN HYÖDYNTÄMINEN PARANTAMIS- JA LEVENTÄMISHANKKEILLA	100
7.1	Yleistä	100
7.2	Esiselvityksen ja rakennussuunnitelman tutkimukset	101
7.2.1	Tutkimusten tavoitteet ja ajoitus	101
7.2.2	Tasaus, geometria sekä kuvatieto	101
7.2.3	Rakentamis- ja korjaushistoria	102
7.2.4	Rakennekerrosten paksuus ja laatu	102
7.2.5	Tien pinnan urautuminen	103
7.2.6	Tien pituussuuntainen tasaisuus ja routavauriot	104
7.2.7	Tulvariski	104
7.2.8	Nykyisen tien painumakäyttäytyminen	104
7.2.9	Leventämissuunnittelun tutkimukset	104
7.3	Suunnittelukohteen osittaminen toimenpideluokkiin	105
7.3.1	Toimenpideluokan valinnan perusteet	105
7.3.2	Toimenpideluokka A: Ei toimenpiteitä päällysrakenteelle	105
7.3.3	Toimenpideluokka B: Uusi kulutuskerros	106
7.3.4	Toimenpideluokka C: Sitomattomien kerrosten yläosan parantaminen	106
7.3.5	Toimenpideluokka D: Uusien kerrosten rakentaminen	107
7.4	Parannettavan tien rakenteiden suunnittelu	107
7.4.1	Toimenpideluokka A: Ei toimenpiteitä nykyiselle tielle	107
7.4.2	Toimenpideluokka B: (uusi päällystekerros ja kaltevuuskorjaukset tarvittaessa)	107
7.4.3	Toimenpideluokka C (sitomattomien kerrosten lisäys tai käsittely) ..	109
7.4.4	Toimenpideluokka D: (rakennetaan uudet kerrokset)	111
7.4.5	Tien parantamisen pehmeiköllä	111
7.5	Tien leventämisen suunnittelu	111
7.5.1	Vähäinen leventäminen (enintään 0,75 m)	111
7.5.2	Suurempi leventäminen (yli 0,75 m)	112

7.5.3	Tien leventämisen pehmeiköllä	113
7.5.4	Levennyksen saumahalkeamien haittojen esto	114
7.5.5	Pysäkit	114
8	MUIDEN LIIKENNEALUEIDEN JA SORATEIDEN RAKENTEET	115
8.1	Jalankulku- ja pyörätiet	115
8.1.1	Päällysrakennemitoituksen erityispiirteitä	115
8.1.2	Päällystäminen	115
8.1.3	Routamitoitus.....	115
8.1.4	Rakenteen vahvistaminen verkolla.....	116
8.1.5	Kantavuusmitoitus	116
8.1.6	Vaiheittain rakentaminen (päällystys vasta myöhemmin)	116
8.2	Linja-autopysäkit	117
8.3	Pysäköinti- ja levähdysalueet.....	117
8.4	Sorapintaiset tiet	118
8.4.1	Soratierakenteiden suunnittelun yleisiä lähtökohtia	118
8.4.2	Rakenteiden suunnittelu ja mitoitus.....	118
8.5	Puunkuormausalueet	121
8.5.1	Sorapintaiset kuormausalueet.....	121
8.5.2	Päällystetyt kuormausalueet ja niille johtavat ajotiet	121
9	PÄÄLLYSRAKENTEIDEN SUUNNITTELUN DOKUMENTOINTI	123
9.1	Laadittavat dokumentit	123
9.2	Mitoituksen tausta- ja perustelumuistio	123
9.3	Rakenteiden nimeäminen ja rakennussuunnitelman piirustukset	123
9.3.1	Alusrakenneluokat.....	123
9.3.2	Pituusleikkaus	124
9.3.3	Rakenteellinen tyypipoikkileikkaus	124
9.3.4	Päällysrakennetaulukko	126

LIITTEET

Liite 1 Esimerkkirakenteet

1 Johdanto

1.1 Suunnittelussa käytettävät ohjeet

Seuraavassa luettelossa on kuvattu joidenkin ohjeiden roolia tierakenteiden suunnittelussa ja ohjeiden välistä rajanvetoa. Päälystesuunnittelua koskevat ohjeet on esitelty tarkemmin luvun 5 alussa.

Kaikki tien rakenteita koskevat ajantasaiset ohjeet on esitetty Liikenneviraston ”Tieohjeet” luettelossa.

- **Tien rakennussuunnitelma, Sisältö ja esitystapa** -ohjeessa on esitetty päällysrakenteiden kuvaaminen tien pituusleikkauksessa, päällysrakennetaulukossa, rakenteellisessa tyyppi-poikkileikkauksessa ja paalukohtaisissa poikkileikkauksissa. Tämän (= Tierakenteen suunnittelu) ohjeen luvussa 5 ja 9 on joitakin täydennyksiä.
- **Tien poikkileikkauksen suunnittelu** -ohjeessa on esitetty poikkileikkauksen suunnittelu, keskialueen, sivuojien ja luiskien muotoilu. Tämän ohjeen lukuihin 4 ja 7 on kopioitu ohjeen Tien poikkileikkauksen suunnittelu keskeisimmät periaatteet luiskakaltevuuden ja sivukaltevuuden parantamisen osalta.
- **Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu** -ohjeessa on esitetty teiden rakenekerrosten kuivatus. Tässä ohjeessa on tarkennettu siirtymäkiilojen kuivatusperiaatteita.
- **Pohjaveden suojaus tien kohdalla** -ohjeessa on esitetty pohjavesisuojausten tarve ja luiskasuojaukset. Tämä ohje korvaa pohjavesisuojausten päällysteiden osalta ohjeen Pohjaveden suojaus tien kohdalla.
- **Päällysteiden paikkaus** -ohjeessa on kuvattu menetelmä, jota käytetään pohjavesisuojausten vesitiiviiden päällystekerrosten halkeamien paikkaamisessa.
- **Tien melusteiden suunnittelu** -ohjeessa on esitetty päällysteiden vaikutus melutasoon.
- **Teiden suunnittelu V, Tiehen kuuluvat laitteet 5, Reunatuot** ohjeessa on käsitelty mm. päällysteiden vaiheittain rakentamista reunatuellisilla osuuksilla
- **Taajamapäällysrakenteet ja reunatuot** -ohjeessa on kuvattu betonikivipäällysteiden ja luonnonkivipäällysteiden käyttö päällysteenä ja kulkualueiden rajauksessa. Tässä ohjeessa on käsitelty näiden päällysteiden vaikutus tierakenteen mitoitukseen.
- **Geotekniset tutkimukset ja mittaukset** -ohjeessa on esitetty eri osapuolten tehtävät ja työn raportointiohjeet pohjatutkimusten ja muiden lähtötietojen hankinnassa. Tässä ohjeessa on myös tarkennettu kallioleikkausten ja -esiintymien sekä maaleikkausten ja varamaanottopaikkojen tutkimusohjeita.
- **Rakenteen parantamista edeltävät tutkimukset ja suunnitelmat** -ohjeessa on esitetty ohjeet tutkimusmenetelmistä ja tiestötietojen käytöstä rakenteen parantamisen suunnittelussa. Tässä ohjeessa on täsmennetty niitä tutkimuksia ja lähtötietojen hankkimista, kun arvioidaan sitä, voidaanko nykyistä tietä hyödyntää osana uutta vilkasliikenteistä tietä.
- **Rakenteen parantamisen suunnittelu** -ohjeessa on esitetty tien rakenteen parantamistarve sekä laatuvaatimukset. Kohtalaisen hyväkuntoisten ja lähes painumattomien pääteiden parantamis- ja levennyshankkeiden tierakenteet suunnitellaan kuitenkin tämän ohjeen mukaisesti.

- **Päällysrakenteen stabilointi** -ohjeessa on esitetty **InfraRYL:n** vaatimuksia täydentäviä teknisiä vaatimuksia stabilointimateriaaleille sekä esikoemenetelylle. Tässä ohjeessa on käsitelty stabilointien mitoitusparametrit sekä vaatimusten asettaminen hydraulisia stabilointeja suojaavalle vesitiiviille asfaltille.
- **Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa** -ohjeessa on esitetty miten arvioidaan uusiomateriaalien kelpoisuus maarakennuskäyttöön ja esitetään vaatimukset ja suositukset uusiomateriaalien käytölle tierakenteissa. Tässä ohjeessa on esitetty yleisimpien uusiomateriaalien E-moduulit.
- **Uusiomateriaaliopas**, Uusiomateriaalien käytön kehittäminen UUMA2-ohjelman väylähankkeilla, Luonnos 28.2.2014, voidaan ottaa koekäyttöön erikseen sovittavilla kohteilla. Oppaassa on esitetty lisäohjeita uusimateriaalien käytön edellytyksistä ja koerakentamisesta.
- **SILKO-ohjeiden osissa** Päällysteen halkeaman sulkeminen ja Saumausmassat esitettyjä vaatimuksia käytetään pohjavesisuojausten vesitiiviiden päällysteiden halkeamien paikkauksissa.
- **Rakennustieto Oy:n julkaisussa InfraRYL** on esitetty tien materiaalien ja tiivistysten vaatimukset sekä laadun toteaminen.
- **InfraRYL laatuvaatimusten soveltaminen tienpidossa** -ohjekirjeessä on esitetty eräitä täydennyksiä ja poikkeuksia InfraRYL:n käyttöön.
- **PANK ry:n julkaisussa Asfalttinormit 2017** on esitetty asfalttipäällysteissä käytetyt materiaalit ja asfalttipäällysteiden suunnittelumenetelmät.
- **Tie- ja ratahankkeiden inframalliohjeessa** on esitetty perusteet mallipohjaiselle suunnittelulle

1.2 Poikkeavien menetelmien käyttö

Jos käytettävän rakenteen suunnitteluohjeita ei ole esitetty tässä ohjeessa tai käytettävän materiaalin laatuvaatimuksia ei ole esitetty **InfraRYL:ssä**, on rakenteelle laadittava vastaavat ohjeet, jotka koostuvat vähintään seuraavista dokumenteista:

- vaatimukset ja kuvaukset menetelmistä, joilla varmistetaan tierakenteiden kuormitus- ja routakestävyys ja ominaisuuksien pysyvyys
- materiaalien laatuvaatimukset
- vaatimukset rakenteista ja materiaaleista aiheutuville ympäristövaikutuksille sekä vaatimukset ympäristövaikutusten hallinnan toimenpiteille
- työselostus rakenteen toteuttamisesta sisältäen ainakin vaatimukset ja työmenetelmät
- rakenteiden ja työmenetelmien laatuvaatimukset ja vaatimusten mukaisuuden todentamismenetelmät
- vaatimukset ja ohjeet tierakenteen kunnossapidolle.

Tärkeimmät uusiomateriaaleista päällysrakenteiden suunnittelua varten määritettävät ominaisuudet on määritelty ohjeessa **Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa**.

1.3 Termien määrittely

Tien poikkileikkauksen osien nimeäminen on esitetty Liikenneviraston ohjeessa **Tien poikkileikkauksen suunnittelu**.

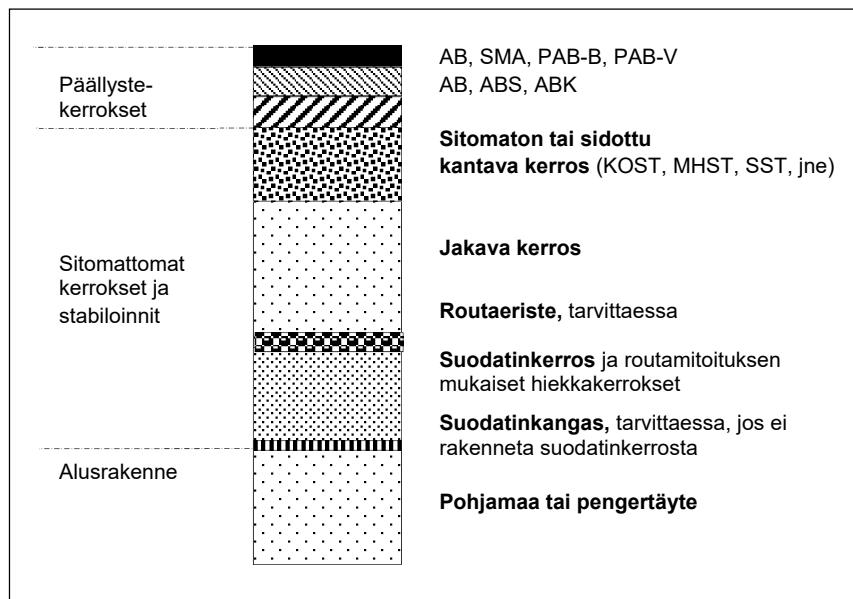
Tierakenteen kerrosten nimeäminen on esitetty kohdassa 1.4.

Maanteillä käytetyt päällysteiden massatyypit on esitetty kohdassa 5.3 ja toimenpidetyypit kohdassa 5.4. Asfalttipäällysteisiin ja niiden tekemiseen liittyviä määritelmiä on lisäksi esitetty asiakirjoissa **Asfalttinormit** ja **InfraRYL**.

Maamateriaalien ja pohjamaan luokittelu on esitetty luvussa 2.

1.4 Tierakenteen kerrokset

Tien päällysrakenteeseen kuuluu useita eri kerroksia (Kuva 1). Rakenne suunnitellaan ja mitoitetaan tapauskohtaisesti liikenteen, käytettävien materiaalien ja alusrakenteen laadun mukaan. Vilkkaasti ja raskaasti liikennöityjen teiden ylimmät päällystekerrokset voidaan usein rakentaa myös vaiheittain.



Kuva 1. Tien päällysrakennekerrosten nimitykset. Kaikkia kuvan kerroksia ei kuitenkaan yleensä ole samassa rakenteessa. Lisäksi rakennetta voidaan vahvistaa erilaisilla lujitteilla.

1.5 Tierakenteiden suunnittelun eteneminen

1.5.1 Yleissuunnitelma ja muut esisuunnitelmat

Ohjeet

Yleissuunnitelman sisältö on määritetty ohjeessa **Yleissuunnittelu - Sisältö ja esitystapa**.

Tilaaajan ja suunnittelijoiden tehtävät on kuvattu ohjeessa **Yleissuunnittelu - Toimintaohjeet**.

Pohjatutkimukset tehdään ohjeen **Geotekniset tutkimukset ja mittaukset** sekä tämän ohjeen luvun 2.4.2 mukaan.

Tehtävät

Yleissuunnittelussa päällysrakenne suunnitellaan sillä tarkkuudella, että hyväksymispäätöksen tekemiselle ja tiesuunnitelman laatimiselle on riittävät perusteet. Suunnittelutarkkuuden tulee olla sellainen, että kustannusarviot voidaan laatia riittävän luotettavasti. Jos hankkeen taloudellisuus perustuu nykyisen tierakenteen hyödyntämiseen, on rakenteen hyödyntämiskelpoisuus selvitettävä luotettavasti jo yleissuunnitteluvaiheessa. Lisäksi voi olla tarpeen selvittää tielinjalta saatavien materiaalien kelpoisuus päällysteisiin kustannusten arvioimiseksi.

Taulukko 1. Päällysrakennesuunnittelijan tehtävät yleissuunnitteluvaiheessa

Yleissuunnitelma		
Suunnittelutehtävä	Päällysrakennesuunnittelijan tehtävä	Tulostus
Lähtötietojen hankinta	Pohjatutkimusohjelman laatiminen (sisältää rekisteritietojen hankinnan) Mittaus- ja tutkimustulosten arviointi	Pohjatutkimusohjelma Pohjatutkimusraportti
Vaihtoehtojen muodostaminen ja vertailu	Pohjamaan alusrakenneluokkien alustava arviointi Olemassa olevien tierakenteiden hyödynnettävyyden arviointi Päällysrakenteiden alustava mitoitus Alustavien kustannusarvioiden laadinta	Suunnitelmapiiirustukset Yleispiirteinen selvitys ja kuvaus siitä, millä edellytyksillä olemassa olevia rakenteita voidaan hyödyntää Selvitys päällysrakennevaihtoehtoista Riskiarvio liittyen lähtötietoihin, teknisiin ratkaisuihin ja kustannuksiin
Valitun vaihtoehdon viimeistely	Valitun päällysrakenteen tarkempi suunnittelu	Selvitys valituista päällysrakennevaihtoehtoista

1.5.2 Tiesuunnitelma

Ohjeet

Tiesuunnitelman sisältö on määritetty ohjeessa **Tiesuunnitelmavaiheen asiakirjat - Sisältö ja esitystapa**

Tilaajan ja suunnittelijoiden tehtävät on kuvattu ohjeessa **Tiesuunnitelma - toiminta-ohjeet**

Pohjatutkimukset tehdään ohjeen **Geotekniset tutkimukset ja mittaukset** mukaan.

Tehtävät

Tiesuunnitelmassa määritellään hanke yksityiskohtaisesti. Keskeisenä vaatimuksena on, että siinä määritetään tiealueen rajat, suunnitelman vaikutukset ympäristöön (esimerkiksi vaikutukset pohjaveteen, pohjavedensuojaus, tärinä tai maastonmuotoilu) sekä kustannusarvio (rakennuskustannukset ja muut kustannukset).

Tiesuunnitelmassa on tärkeää selvittää kustannustaso, mutta ratkaisun ei tarvitse olla kaikkein optimaalisin, eikä kaikkia yksityiskohtia kuten siirtymäkiiloja tarvitse vielä esittää. Tiesuunnitelma laaditaan käyttäen tavanomaisia tierakenneratkaisuja.

Maanteiden leventämisen ja nykyisen rakenteen hyödyntämisen tekniset edellytykset on tutkittava viimeistään tiesuunnitelmassa huolellisesti, mikä edellyttää hyviä lähtötietoja ja perusteellista tiesuunnitelmavaiheen mitoituksen ja käytettyjen lähtötietojen dokumentointia sekä selostuksen laatimista suunnittelusta. Hyödynnettävyyden ja ylläpitotarpeen arviointia varten tarvitaan tiedot olemassa olevista rakenteista ja niiden kunnosta.

Jos tiesuunnitelmavaihetta seuraa hankinta mallilla, joka sisältää suunnittelua, vietään tekniset ratkaisut tiesuunnitelmassa tavanomaista pidemmälle tai teknisiä ratkaisuja täsmennetään myöhemmin erikseen. Tiesuunnitelman teknisten ratkaisujen täydennysosan sisällöstä ja esitystavasta ohjeistetaan erikseen hankekohtaisesti.

Taulukko 2. Päälysrakennesuunnittelijan tehtävät tiesuunnitteluvaiheessa

Tiesuunnitelma		
Suunnittelutehtävä	Päälysrakennesuunnittelijan tehtävä	Tulostus
Lähtötietojen hankinta	Rakenne- /pohjatutkimusten ja muiden lähtötietojen hankinnan suunnittelu Tutkimustulosten arviointi ja siirto suunnittelujärjestelmään	Pohjatutkimusohjelma Suunnitteluraportti ja työ-kansiot Pohjatutkimusraportti
Tielinjauksen ja korkeusaseman suunnittelu	Päälysrakennearatkaisujen, kiviainestarpeen ja tiegeometrian yhteensovittaminen	Suunnitelmapiiirustukset Muistio tiesuunnitelman teknisiin aineistoihin
Tierakenteen suunnittelu	Päälysrakennearatkaisujen suunnittelu	Muistio käytetyistä rakenteista, rakennevaihtoehdoista, rakenteiden mitoituksista ja mitoituslaskelmat teknisiin aineistoihin Rakenteelliset poikkileikkaukset teknisiin aineistoihin
Maa- ja kallioainesten otto / Kiviainesten laatu tielinjalla	Alustava selvitys hankkeen lähialueen maa-ainesten otto-alueista ja korvaavien materiaalien saatavuudesta Maa- ja kallioleikkausmassojen laadun alustava selvitys	Muistio teknisiin aineistoihin

1.5.3 Rakennussuunnitelma

Ohjeet

Rakennussuunnitelman sisältö ja esitystapa on kuvattu ohjeessa **Tien rakennussuunnitelma - Sisältö ja esitystapa**

Tilaaajan ja suunnittelijoiden tehtävät on kuvattu julkaisuissa **Tien rakennussuunnitelma - Toimintaohjeet**

Pohjatutkimukset tehdään ohjeen **Geotekniset tutkimukset ja mittaukset** mukaan.

Tehtävät

Rakennussuunnitelma on tien rakentamista varten laadittava asiakirja, jossa määritellään rakennettavat tiet ja rakenteet yksityiskohtaisesti ja yksiselitteisesti. Jos suunnitelmaa muutetaan rakennusvaiheessa, tulee kaikki päälysrakenteita ja materiaaleja koskevat muutokset dokumentoida toteutumapiirustuksiin tai -malliin.

Taulukko 3. Päälyysrakennesuunnittelijan tehtävät rakennussuunnitteluvaiheessa

Rakennussuunnitelma		
Suunnittelutehtävä	Päälyysrakennesuunnittelijan tehtävä	Tulostus
Lähtötietojen hankinta	Lisätutkimusten ja lähtötietojen hankinnan ohjelmointi Tutkimustulosten arviointi ja siirto suunnittelujärjestelmään	Pohjatutkimusohjelma Pohjatutkimusraportti
Tien tasauksen ja poikkileikkauksen suunnittelu	Osallistuminen tasausratkaisujen ja poikkileikkauksen suunnitteluun	Tien pituusleikkaus ja tyyppipoikkileikkaus
Tien alusrakenteen ominaisuuksien arviointi	Pohjamaan kosteustilan ja tasalaatuisuuden sekä tien alusrakenneluokan arviointi Pohjamaan routa- ja kuormituskäytävyyksimitoituksen parametrien määrittäminen	Tien pituusleikkaus Mitoituksen tausta- ja perustelu- muistio
Maa- ja kallioainesten otto / Kiviainesten laatu tielinjalla	Näytteenoton suunnittelu ja raportointi Leikkausmassojen laadun selvitys Korvaavien materiaalien käytön selvitykset	Pohjatutkimusohjelma Suunnitelmapiiirustukset Muistiot korvaavien materiaalien käyttöä.
Tierakenteen suunnittelu	Vaihtoehtoisten materiaalien ja rakenteiden tunnistaminen ja lopullisen rakenteen suunnittelu Päällysteiden suunnittelu	Suunnitelmapiiirustukset: pituusleikkaus, rakenteelliset tyyppi-poikkileikkaukset, päälyysrakennetaulukot, työselostus (mm. muutokset InfraRYL:iin) Mitoituksen tausta- ja perustelu- muistio sekä mitoituslaskelmat suunnitteluaineistossa
Toteutusvaihe	Toimenpiteet, kun alusrakenne tai rakennusmateriaali poikkeaa suunnitellusta	Toteutuman dokumentointi

2 Pohjamaan ja penger materiaalien ominaisuuksien arviointi

2.1 Maaluokitukset

2.1.1 Maan luokittelu geoteknisessä suunnittelussa

Pohjatutkimukset tehdään ohjeen **Geotekniset tutkimukset ja mittaukset** mukaan. Teiden suunnittelussa maaperän kuvaukseen käytetään geoteknistä maalajiluokitusta (**GEO-maalajiluokitusta**). GEO-maalajiluokituksen lisäksi tiesuunnitelmassa ja rakennussuunnitelmassa on esitettävä tien päällysrakenteen alle jäävän alusrakenteen ja maaleikkausmassojen luokitus tämän ohjeen kohdan 2.3 mukaan.

Tässä ohjeessa maasta käytetään **GEO-maalajiluokituksen** mukaisia maalajinimiä.

2.1.2 GEO-maalajiluokitus

Geotekninen maalajiluokitus (GEO) on yleisesti geoteknisessä suunnittelussa käytössä oleva maaluokitus. Sen sisältö on kuvattu VTT:n geotekniikan laboratorion tiedonannossa 14 Geotekninen maalajiluokitus (Korhonen et.al. 1974). Päämaalajit eri maalajiryhmissä ovat taulukon 4 mukaisia.

Taulukko 4. Päämaalajit eri maalajiryhmissä geoteknisen maalajiluokituksen mukaan

Maalajiryhmät	Päämaalajit	Raekoko
Eloperäiset maalajit	Turve (Tv)	
	Lieju (Lj)	
Hienorakeiset maalajit	Savi (Sa)	< 0,002 mm
	Siltti (Si)	0,002 - 0,06 mm
Karkearakeiset maalajit	Hiekka (Hk)	0,06 - 2,0 mm
	Sora (Sr)	2,0 - 60 mm
	Kivet (Ki)	60 - 600 mm
	Lohkareet	> 600 mm
Moreenimaalajit	Silttimoreeni (SiMr)	
	Hiekkamoreeni (HkMr)	
	Soramoreeni (SrMr)	

Maalajin nimen määrittämisestä ovat maalajissa olevan eloperäisen aineksen suhteellinen osuus sekä kiviaineksen lajitepitoisuudet. Kivennäismaalajit nimetään 64 mm:n seulan läpäisseen aineksen mukaan, jolloin päämaalaji määräytyy läpäisyprosenttia 50 vastaavan raeläpimitan mukaan.

Usein on tarpeellista antaa maalajille lisänimiä kuvaamaan tarkemmin maalajin koostumusta. Tällaisia nimentäsmennysperusteita ovat humuspitoisuus, savipitoisuus, siltti-, hiekka- ja sorapitoisuus sekä raekokosuhte.

2.1.3 Maaperäkartoissa käytettävä maaluokitus

Vanhemmissa Geologian Tutkimuskeskuksen (GTK) laatimissa Suomen maaperäkartoissa maalajit kuvataan käyttäen GEO-luokituksen sijaan mukautettua RT-luokitusta (rakennusteknistä luokitusta), joka on lähellä maa- ja metsätaloudessa käytettävää maaluokitusta. Maaperäkartassa kuvatut lajittuneet kivennäismaalajit on jaettu karkea- ja hienorakeisiin maalajeihin, joiden pääkivennäismaalajit raekokoineen on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Päämaalajit eri maalajiryhmissä RT-luokituksen mukaisesti

Maalajiryhmät	Päämaalajit	Raekoko
Hienorakeisissa maalajeissa:	Savi (30%) (Sa)	< 0,002 mm
	Hiesu (Hs)	0,002 - 0,02 mm
	Hieno hieta (HHT)	0,02 - 0,06 mm
	Karkea hieta (Ht)	0,06 - 0,2 mm
Karkearakeisissa maalajeissa:	Hiekka (Hk)	0,2 - 2,0 mm
	Sora (Sr), pienet kivet	2,0 - 60 mm
	Isot kivet (Ki)	60 - 1000 mm
	Lohkareet (Lo)	> 1000 mm

GEO- ja RT-luokitusten hiekalla, soralla, kivillä ja lohkarilla ei siis tarkoiteta täysin samoja maalajeja. GEO -maalajiluokituksen silttiä vastaa hiesu ja hieno hieta. Karkea hieta vastaa hienoa hiekkaa.

GTK:n maaperäkartoissa on sekalajitteisten maalajien luokituksessa käytetty vuodesta 1982 seuraavaa kolmijakoa:

- soramoreeni SrMr
- hiekkamoreeni HkMr (kartassa Mr)
- hienoaineksinen moreeni

Näiden moreenien luokitteluperusteet ovat seuraavat: soramoreeni määritetään d50 -menetelmän mukaan, mutta lisäksi siinä saa olla enintään 5 painoprosenttia raekooltaan alle 0,006 mm:n ainesta. Hiekkamoreeni rajautuu soramoreeniin ja hienoaineksiin moreeniin. Hienoaineksisessa moreenissa tulee olla yli 30 painoprosenttia läpimitaltaan alle 0,06 mm:n ainesta ja lisäksi vähintään 5 % tai sitä enemmän alle 0,002 mm:n ainesta eli savilajitetta. Hienoaineksinen moreeni on siis RT-luokituksen mukaista savi-, hiesu- tai hietamoreenia, jos savilajitetta on riittävä määrä, tai GEO-luokituksen SiMr tai siHkMr.

Lisätietoja löytyy julkaisusta **Maaperäkartan käyttöopas**, GTK 2007 (verkkoversio: http://tupa.gtk.fi/julkaisu/erikoisjulkaisu/gtk_maaperakartan_kayttoopas.pdf)

2.2 Alusrakenteen kuivatusolosuhde ja tasalaatuisuus

2.2.1 Alusrakenteen kuivatusolosuhde

Tierakenteen suunnittelua varten alusrakenteesta tulee määrittää tai arvioida sen raakeisuus, kuivatusolosuhde ja tasalaatuisuus, joiden perusteella määräytyy alusrakenneluokka. Leikkausmateriaaleista määritetään lisäksi maan kelpoisuusluokka.

Alusrakenteen kuivatusolosuhde vaikuttaa tierakenteen kuormituskestävyyssmitoituksessa alusrakenteen mitoitusmoduuliin (E) ja routamitoituksessa alusrakenteen routaturpoamaan (t) (taulukko 6). Alusrakenteen kuivatusolosuhde määräytyy pengerkorkeuden, vesipintojen korkeuksien ja pohjamaan kosteustilan perusteella.

Tien alusrakenteet jaetaan kuivatusolosuhteen mukaan kahteen luokkaan:

1. Kuiva alusrakenne
2. Märkä alusrakenne

Kuiva alusrakenne

Alusrakenne luokitellaan kuivaksi, jos joku seuraavista ehdoista täyttyy:

- Tien pengerkorkeus on suurempi kuin mitoittava roudansyvyys S (1,5 ...2,2 m), ks. kuva 4., eli tien tasausviiva on mitoittavan roudansyvyyden verran alkupeistä maan pintaa ylempänä.
- Pohjamaa on routimatonta tai lievästi routivaa (S2, H2, kohta 2.3) ja pohjaveden, orsiveden ja pintaveden pinta (HW) on pysyvästi syvemmällä kuin mitoittava roudansyvyys S (1,5 ...2,2 m), ks. kuva 4., tien tasausviivasta riippumatta siitä, onko tie penkereellä tai leikkauksessa.

Märkä alusrakenne

Alusrakenne luokitellaan märäksi, jos sitä ei edellisen kohdan mukaan voida osoittaa kuivaksi.

Alittavan tien alusrakenne on kuitenkin tulkittava märäksi aina, kun tien tasausviiva leikkautuu (sukeltaa) routivaan pohjamaahan, sillä pohjavesi voi purkautua tierakenteeseen eri paikoista pohjaveden tason vaihtelusta riippuen tai toisaalta hienojakoinen maalaji voi routia voimakkaasti riippumatta pohjaveden tai kuivatustason asemasta. Tämä on yleisintä jalankulku- ja pyöräteillä. Näissä tilanteissa pohjamaa on usein myös sekalaatuinen.

Paikat, joissa routarajalle virtaa sivulta vettä aiheuttaen epätasaista routimista, on käsiteltävä niin, että routiminen ei aiheuta vaurioita tierakenteelle (kohta 3.4.3).

2.2.2 Alusrakenteen tasalaatuisuus

Alusrakenteen tasalaatuisuus vaikuttaa routamitoituksessa sallittuun laskennalliseen routanousuun RN_{sall} (taulukko 8) Alusrakenteen tasalaatuisuus määräytyy pohjamaan lohkaaisuuden, kerroksellisuuden, maalajivaihtelujen ja veden virtausten perusteella.

Kalliopinnan aseman vaikutusta suunnitteluun ja rakentamiseen on käsitelty kohdissa 4.6.4 ja luvussa 6. Sarkaojien, salaojien ym. erityistapausten huomioonottamista suunnittelussa ja rakentamisessa on käsitelty kohdissa 3.4.2 ja 6.

Alusrakenteet luokitellaan niiden tasalaatuisuuden mukaan kolmeen luokkaan:

1. Tasalaatuinen alusrakenne esim. tE, tF
2. Sekalaatuinen alusrakenne, tutkittu esim. sE, sF
3. Sekalaatuinen alusrakenne, ei tutkittu esim. E, F

Jos alusrakenteiden tasalaatuisuutta ei ole tutkittu, alusrakenne oletetaan mitoitettaessa sekalaatuiseksi. Tutkimustulosten puutteesta on myös mainittava mitoituksen perustelumuihistiossa. Mitoituksen perusteet tarkastetaan rakennusaikaisten havaintojen perusteella.

Tasalaatuinen alusrakenne

Alusrakenne tulkitaan mitoituksessa tasalaatuiseksi, kun mitoitettavan roudansyvyyden (S) tai louherakenteella syvyyden $S+0,5$ m **yläpuolella ei ole**:

- a) routivassa pohjamaassa läpimitaltaan yli 0,3 m lohkaraita
- b) selvästi muusta pohjamaasta poikkeavia maakerroksia, jotka voivat olla:
 - paremmin vettä johtavia eli ympäristöään karkeampia, usein routimattomia linssejä ja kerroksia muutoin routivassa pohjamaassa
 - vettä padottavia eli ympäristöään vesistiiviimpiä maakerroksia tai kalliopintoja
 - routivia (savisia, silttisiä) kerroksia ja linssejä routimattomassa maassa
 - selviä maalajien vaihtumiskohtia, jotka voivat aiheuttaa routanousueroja

Kuitenkin poikkeuksena kohtaan b), pohjamaa tulkitaan mitoituksessa tasalaatuiseksi, vaikka savessa on silttikerroksia, siltissä savikerroksia tai hiekassa lievästi routivia maakerroksia, jos kerrokset ovat säännöllisen vaakasuoria ja tierakenne ei leikkaa kerrostumaa. Hienojakoisten kerroksellisten pohjamaiden suuri routivuus on otettu huomioon jo kelpoisuusluokan U1 routaturpoamassa t (%).

Alun perin sekalaatuinen alusrakenne voidaan tulkita routamitoituksessa tasalaatuiseksi, jos sekalaatuinen pohjamaa tasalaatuistetaan kohdan 3.4.2 mukaisesti.

Sekalaatuinen alusrakenne

Muut kuin tasalaatuiset alusrakenteet ovat sekalaatuisia alusrakenteita.

Tasalaatuisuuden tutkiminen suunnitteluvaiheessa on vaikeaa erityisesti syvissä leikkauksissa. Silloin alusrakenne merkitään sekalaatuiseksi. Leikkaustyön aikana tehtyjen havaintojen perusteella alusrakenne voidaan kuitenkin muuttaa tasalaatuiseksi. Sekalaatuinen alusrakenne voidaan joissakin tilanteissa muuttaa tasalaatuiseksi esimerkiksi poistamalla lohkarait kohdan 3.4.2 mukaisesti. Alusrakenteen uudelleentivistäminen on kuitenkin vaikeaa märkänä.

2.3 Maan kelpoisuusluokat ja alusrakenneluokat sekä niiden mitoitusparametrit

Maan kelpoisuusluokka kuvaa maamateriaalin soveltuvuutta penkereeseen märkänä tai kuivana ja mahdollista soveltuvuutta päällysrakenteeseen. Maan kelpoisuusluokkaa käytetään myös määrittäessä tierakenteen alusrakenneluokkaa sekä suodatinkerroksen tai -kankaan tarpeellisuutta.

Maan kelpoisuusluokka määräytyy rakeisuuskäyrän perusteella (taulukko 6, kuvat 2 ja 3). Rakeisuus määritellään pesuseulonnalla ja tarvittaessa hydrometrikokeella (areometrillä).

Alusrakenneluokka määräytyy alusrakenteen rakeisuuden ja kuivatusolosuhteen perusteella, taulukko 6. Saven osalta kelpoisuus- ja alusrakenneluokkaan vaikuttaa myös saven leikkauslujuus. Luokittelua tehtäessä otetaan huomioon alusrakenteen ylin 1 metrin kerros leikkaustason alapuolelta.

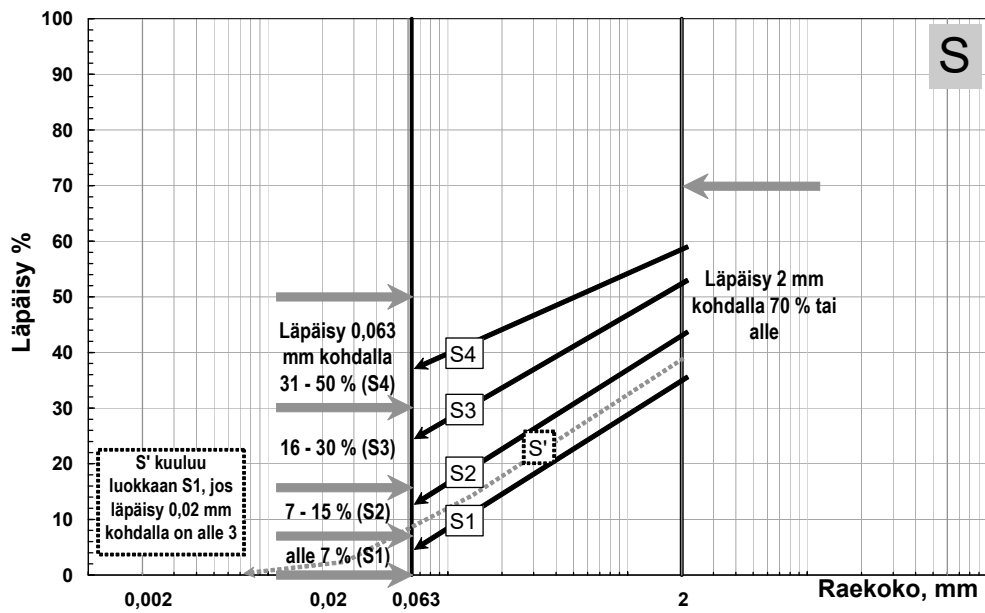
Alusrakenneluokka määrää, mitä mitoitusparametreja käytetään routa- ja kuormituskestävyysmitoituksessa.

Taulukon 6 avulla luokitellaan myös pengertäytteet. Jos materiaali tutkitaan tarkemmin ja tarvittaessa homogenisoidaan ja välpätään, moduuli määritellään kohdan 4.5.3 mukaisesti, jolloin voidaan mahdollisesti saada suurempi moduuliarvo materiaalille.

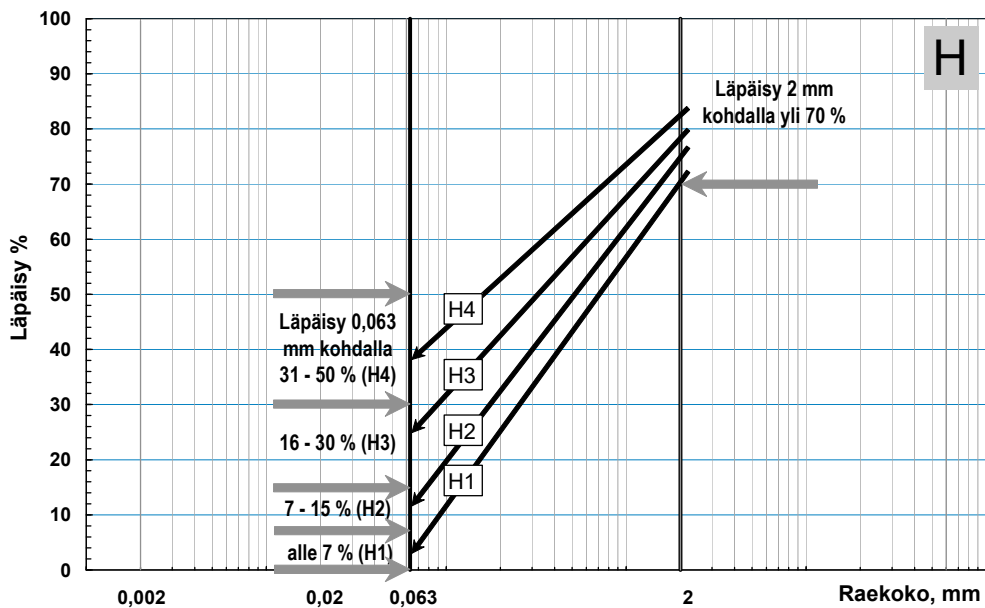
Taulukko 6 Maan kelpoisuus- ja alusrakenneluokkien sekä alusrakenteen moduulin E ja routaturpoaman t arvojen määrittäminen.

Läpäisy- % pesuseulonnessa		Kelpoisuus- luokka	Moduuli E (MPa) Alusrakenneluokka Routaturpoama t (%)		Informatiivisia tietoja		
0,063 mm	2 mm		Kuiva	Märkä	Soveltuvuus 1)	Kuvaus	
			E = 280	A t = 0	Louhe- rakenne	Irtilouhittu kallio tai louhe	
			E = 200	B t = 0	Kantava Jakava	Murske- tai soratäyttöalue	
	< 7	< 70	S1	E = 100	C t = 0	Jakava	Sr, srHk (SrMr, srHkMr)
2)	7-15	< 70	S2	E = 70 D t = 0	E = 50 E t = 3	Penger kuivana	SrMr, srHkMr
	16-30	< 70	S3	E = 50 E t = 3	E = 35 F t = 6	Penger kuivana	SrMr, srHkMr
	31-50	< 70	S4	E = 35 F t = 6	E = 20 H t = 12	Penger kuivana	siSrMr, sirsHkMr
	<7	> 70	H1	E = 70	D t = 0	Suodatin	Hk, (HkMr)
	7-15	> 70	H2	E = 50	E t = 3	Suodatin Penger kuiv.	Hk, HkMr
	16-30	> 70	H3	E = 35 F t = 6	E = 20 H t = 12	Penger kuivana	Hk, HkMr
	31-50	> 70	H4	E = 35 F t = 6	E = 20 H t = 12	Penger kuivana	siHk, siHkMr
0,002 mm	0,063 mm	Leikkaus- lujuus					
< 30	≥ 50		U1	E = 20 H t = 12	E = 20 J t = 16		Si, SiMr, 3) kerrallinen Sa/Si
≥ 30	≥ 50	≥ 40 kPa	U2		E = 35 F t = 6		Jäykkä Sa
≥ 30	≥ 50	< 40 kPa	U3		E = 10 G t = 6		Pehmeä Sa
			U4		E = 10 G t = 6		Lj

- 1) Kuva mahdollista soveltuvuutta. Soveltuvuus päällysrakenteeseen on varmistettava tarkemmillä tutkimuksilla. Kerros materiaalien rakeisuuden laatuvaatimukset on esitetty tarkemmin **InfraRYL:ssä**.
- 2) Kuuluu luokkaan s1, jos läpäisyprosentti 0,02 mm kohdalla on alle 3
- 3) Kerrallinen savi/siltti (Sa/Si) on maata, jossa saven joukossa on ainakin paikoin silttikerroksia tai sitäkin karkeampia (vettä johtavia) kerroksia
- 4) Läpäisyprosentit pyöristetään lähimpään kokonaislukuun



Kuva 2. S-maalajien kelpoisuusluokkien määrittäminen (enintään 70 % alle 2 mm rakeita). Läpäisyprosentti 0,063 mm seulan kohdalla määrää kelpoisuusluokan (S1...S4), joita nuolet havainnollistavat.



Kuva 3. H-maalajien kelpoisuusluokkien määrittäminen (yli 70 % alle 2 mm rakeita). Läpäisyprosentti 0,063 mm seulan kohdalla määrää kelpoisuusluokan (H1... H4), joita nuolet havainnollistavat.

2.4 Lähtötietojen hankinta

2.4.1 Yleistä

Lähtötietojen hankinta eri suunnitteluvaiheessa tehdään Liikenneviraston ohjeen ”**Geotekniset tutkimukset ja mittaukset**” mukaan. Kohdassa 2.4.2 on kuitenkin täydennetty kallioleikkausten ja -esiintymien tutkimusohjeita.

Lähtötietojen hankintaa pääteiden vanhan rakenteen hyödyntämisen ja leventämisen suunnitteluun käsitelty myös kohdassa 7.2.

2.4.2 Kallioleikkausten ja muiden kallioesiintymien tutkimukset ja kelpoisuuden selvittäminen

Kallioleikkauksia tutkitaan kahdesta syystä: Soveltuuko kallion laatu rakennekerrokseen tai päällysteisiin, ja liittyykö kallioleikkaukseen stabiliteetti- tai pohjavesisongelmia.

Kallioleikkausten tutkimukset sisältävät seuraavat vaiheet:

- Geologi tunnistaa kiviaineksen kannalta tärkeimmät kallioleikkaukset ja varamaanottoaikat geologisten karttojen ym. tietojen perusteella. Kartoituksen yhteydessä geologi määrittää tulevat näytteenotkohdat ja kallionäytekairausten suuntauksen.
- Laboratoriotesteissä tarvittavat näytteet tulisi ottaa ensisijaisesti räjäyttämällä erityisesti massarakenteisilla kallioalueilla.
- Kallionäytekairausta suositellaan käytettäväksi vain peitteisillä kohdin tai liuske sekä seosrakenteisilla alueilla, jolloin näytteenotto on pyrittävä suuntaamaan mahdollisuuksien mukaan kiven kerroksellisuutta tai suuntausta vastaan kohtisuoraan edustavan kuvan saamiseksi kohteen kivilajivaihteluista. Kairanäytteet valokuvataan ja niistä raportoidaan vähintään kivilajivaihtelu, rapautuneisuus, rakoluku sekä mahdolliset rikkonaisuusvyöhykkeet.
- Kallionäytteitä suositellaan otettavaksi vähintään 3 kpl jokaisesta suunnitteluosuuden kiviainesten käytön kannalta potentiaalisesta kallioleikkauksesta tai muuta ottoaluetta. Päällysteeseen ja kantavaan kerrokseen suunnitellusta materiaalinottoaikaista, on otettava niin paljon näytteitä, että voidaan arvioida myös näihin kelpaavan materiaalin määrä ja ominaisuuksien vaihtelu.
- Näytteistä tutkitaan vähintään iskunkestävyys Los Angeles -testillä ja nastarengaskulutuskestävyys kuulamylykokeella. Kustakin näytteestä laaditaan myös silmämääräinen petrografinen lausunto. Lisäksi päällystekiviainekselle määritetään näytteiden kiintotiheys ja vedenimeytyminen.
- Mikäli kallioleikkauksen tai näytteen silmämääräisen tarkastelun perusteella kivessä on nähtävissä kiisumineraaleja tai kivi on pintaa syvemmillä ruostunutta, tehdään näytteestä kemiallinen analyysi, jolla määritetään rikki- ja raskasmetallipitoisuudet kiven tai kallion kelpoisuuden arvioimiseksi.

Ohjeita kallioleikkausten näytteenottoon:

- Näytteet irrotetaan mahdollisimman pienellä panostuksella. Mahdolliset ylisuuret lohkarieet pienitään kivivasaralla. Laboratorioon toimitettavien lohkarieiden kooksi suositellaan 100–200 mm. Toimitettava näytemäärä on tarkistettava tutkimuslaboratoriosta, mutta näytteen vähimmäiskoko on 50 kg. Laboratorioon ei ole syytä toimittaa sammaloituneita tai rapautuneita kallion pinnasta tai aivan räjäytyspanoksen tuntumasta otettuja näytteitä.
- Kairasydännäytteen minimihalkaisija on näytteen muodon vaikutuksen minimoimiseksi 60 mm ja näytteen pituus vähintään 10 m.

2.4.3 Maaleikkausten ja varamaanottopaikkojen tutkiminen

Hiekkapitoisista maaleikkauksista selvitetään, soveltuuko materiaali suodatinkerrokseen, pohjavesisuojausten suojaverhoukseen tai esimerkiksi kasvumaaksi muihin verhouksiin. Karkeammista maaleikkauksista selvitetään soveltuvuus rakennekerrokseen murskattuna.

Ohjeita maaleikkausten näytteenottoon:

- Hiekkavaltaisilla maaperäalueilla näytteenottokairaus on mahdollisesti maatumalkaluotauksilla täydennettynä soveliain menetelmä leikkausmateriaalin käyttökelpoisuuden tutkimukseen tiepenkereisiin ja kerrosrakenteisiin. Tällöin kohtalaisen pienilläkin näytemäärillä saadaan edustava kuva maaperästä.
- Karkearakeisen, kivisen soran tai moreenin kyseessä ollessa koekuopat on paras menetelmä maa-aineksen laadun tutkimukseksi. Tällöin voi kokenut tutkija voi arvioida koekuopan rintaudesta ja kaivumaakasasta maa-aineksen kivisyyttä ja lohkarieisuutta. Samoin kasasta voidaan ottaa riittävän kookas ja edustava näyte. Mikäli kaivannossa esiintyy useampia maalajikerroksia, on näyte otettavissa myös koekuopan rintaudesta eri tasoilta.

3 Routamitoitus

3.1 Tien routamitoituksen yleisesittely

Routamitoitus koskee alusrakenteeltaan routivia tieosuuksia. Routimattomilla alusrakenteilla (alusrakenneluokat A, B, C tai D) routamitoitusta ei tehdä. Routamitoituksen tavoitteena on estää haitalliset routimisesta aiheutuvat epätasaisuudet ja tien pinnan halkeamat. Tähän pyritään siten, että lisätään päällysrakenteen kestävyyttä tai rajoitetaan routanousun suuruutta ja epätasaisuutta käyttämällä:

- riittävän paksuja rakenteita
- lämpöä eristäviä materiaaleja routanousun pienentämiseksi
- raudoitettuja päällysrakenteita keskihalkeamien torjumiseksi
- siirtymäkiiloja routanousuerojen muutoskohdissa (luku 6)
- pohjamaan tasalaatuistamista routanousuerojen pienentämiseksi (kohta 3.4.2)
- pohjaveden virtausten säätelyä (kohta 3.4.3)

Tierakenteen routamitoituksella ei kuitenkaan yleensä pyritä täysin routanousuttomaan ratkaisuun, vaan tielle sallitaan tietty routanousu, jonka suuruus riippuu tien vaatimusluokasta, pohjamaan tasalaatuisuudesta ja käytettävästä rakennetyypistä.

Tierakenteen routamitoituksessa arvioidaan pohjamaan routaturpoama, lasketaan routaantuvan alusrakennekerroksen paksuus ja tierakenteen laskennallisen routanousun suuruus sekä verrataan laskettua routanousua kyseiselle tielle sallittuun laskennalliseen routanousuun. Sallittavan laskennallisen routanousun suuruudessa on otettu huomioon erilaisilla teillä käytettävät tasaisuustavoitteet sekä se, että kapeille päällystetyille väylille tulee herkemmin leveitä pituushalkeamia kuin leveille teille.

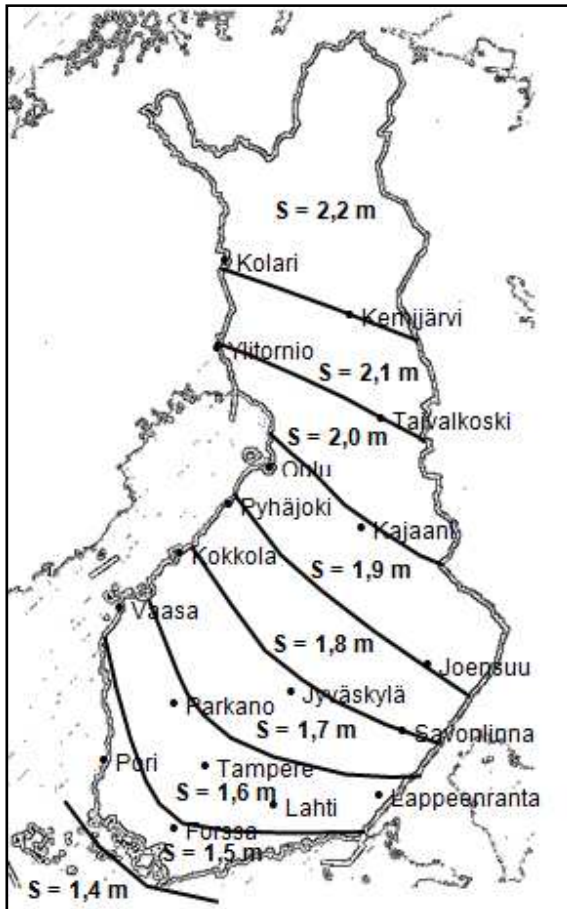
Tämä ohje on tarkoitettu pelkästään tien päällysrakenteen routanousun arviointiin. Esimerkiksi jäätymiseltä suojattavien vesijohtojen asennussyvyyttä tämä ohje ei koske, vaan niihin liittyvä ohjeistus on esitetty julkaisussa RIL 261-2013 Routasuojaus – Rakennukset ja infrarakenteet. Samassa julkaisussa on kuvattu myös tierakenteen routamitoitusta mutta sitä ei käytetä maanteiden routamitoituksessa.

3.2 Routanousun suuruuden laskenta

3.2.1 Mitoittava roudansyvyys, S

Tierakenteen mitoittavalla roudansyvyydellä (S) tarkoitetaan sitä syvyyttä, johon asti routa tunkeutuu mitoitustalven pakkasolosuhteissa pelkästään hiekasta muodostuvassa rakenteessa. Kuvan 4 mukainen mitoittava roudansyvyys ylittyy noin joka toinen vuosi, Pohjois-Suomessa hieman useammin ja Etelä-Suomessa hieman harvemmin.

Tierakenteen routamitoituksessa mitoittavana roudansyvyytenä (S) käytetään kuvan 4 mukaisia arvoja.



Kuva 4. Tierakenteen mitoittava roudansyvyys (S)

3.2.2 Routaantuvan alusrakennekerroksen paksuus, P

Routaantuvan alusrakenteen paksuuteen vaikuttavat mitoittava roudansyvyys (S) sekä tien rakennekerrosten materiaalien ominaisuudet ja paksuudet. Routamitoituksessa rakennekerrospaksuudet ovat vähintään luvussa 4 esitetävän kuormituskestävyyssmitoituksen mukaiset.

Routaantuvan alusrakennekerroksen paksuus (P) lasketaan kaavalla 1. Koska mitoittava roudansyvyys on määritetty hiekan mukaan, on mitoittavan rakenteen todelliset kerrospaksuudet (R_i) muunnettava ensin hiekkaa vastaaviksi laskennallisiksi paksuuksiksi. Muunnetun päällysrakenteen laskennallinen paksuus R_{red} saadaan kaavalla 2 (katso myös kuva 5).

Kaava 1. Routaantuvan alusrakennekerroksen paksuuden P (mm) laskenta

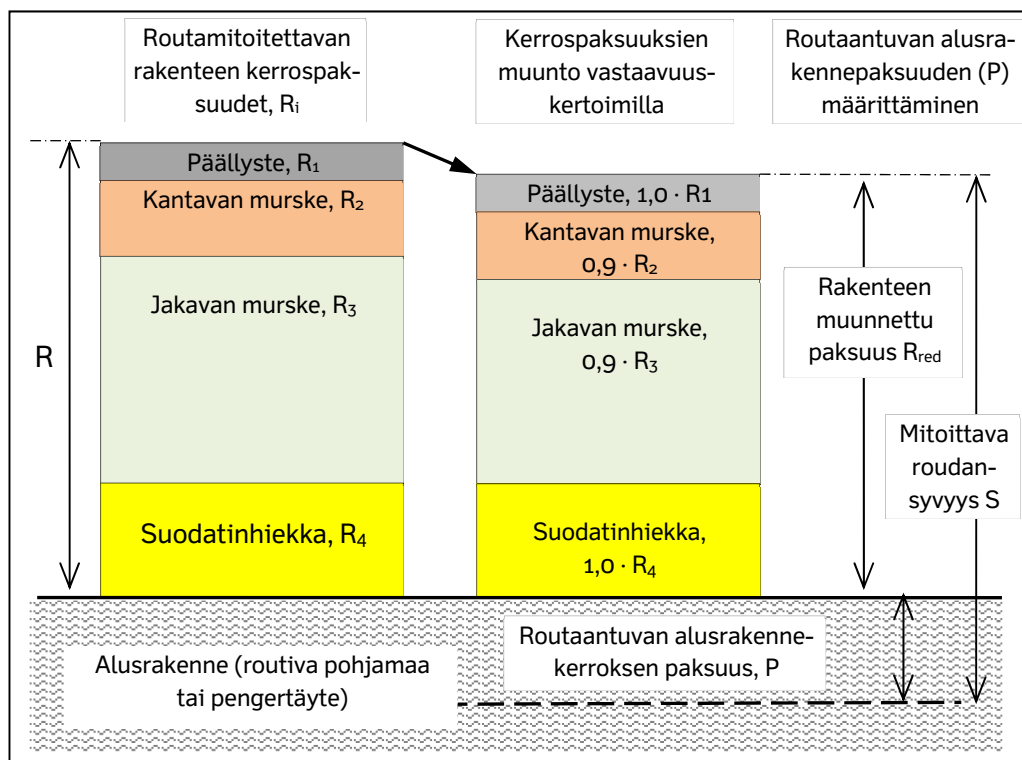
$$P = S - R_{red}$$

Kaava 2. Eristävyydeltään hiekkaa vastaavan rakenteen kokonaispaksuuden R_{red} (mm) laskenta

$$R_{red} = (a_1 \cdot R_1) + (a_2 \cdot R_2) + (a_3 \cdot R_3) + \dots + (a_i \cdot R_i)$$

Merkinnät:

P	routaantuvan alusrakennekerroksen paksuus, mm
S	mitoitettava roudan syvyys kuvasta 4, mm
R	rakenteen kokonaispaksuus
R_{red}	rakenteen laskennallinen, muunneltu kokonaispaksuus, mm
$R_1 \dots R_i$	rakennekerroksen i paksuus, mm
$a \dots a_i$	kerroksen i materiaalin vastaavuus eristävyden kannalta, taulukosta 7



Kuva 5. Routaantuvan alusrakennekerroksen paksuuden määrittämisen periaate.

3.2.3 Päällysrakennemateriaalien vastaavuus eristävyden kannalta, a_i

Päällysrakennemateriaalien vastaavuus eristävyden kannalta vaihtelee mm. lämmönjohtavuudesta sekä jäähtymis- ja jäätymisominaisuuksista riippuen.

Jos vastaava routasuojauskyky halutaan saavuttaa jotakin muuta materiaalia kuin hiekkaa käyttäen (esim. louheella, murskeella, lämpöä eristävällä materiaalilla) voidaan hiekkakerros korvata kerroksella, jonka paksuus saadaan jakamalla hiekkakerroksen paksuus vastaavuuskertoimella a_i .

Päällysrakennemateriaalien vastaavuudet eristävyden kannalta ovat taulukon 7 mukaiset.

Taulukko 7. Materiaalin vastaavuus eristävyden kannalta (a_i)

Kerrosmateriaali	Materiaalin vastaavuus eristävyden kannalta, a_i
Suodatinkerroksen hiekka	1,0
Bitumilla sidotut päällysteet	1,0
Päällysrakenteen stabiloidut kerrokset	1,0
Sora, jakavaan kerrokseen soveltuva sorainen hiekka (srHk), murske, suurirakeinen murske, betonimurske	0,9
Louhe ($\varnothing = 300$ mm tai suurempi)	0,8
Kuonamurske, kappalekuona	1,6
Kuonahiekka, masuunihiekka	1,7
Kevytsora (KS) 0,7 m syvyydessä, kuivairtoteihs rakenteessa enintään 400 kg/m ³ ja KS:n alla on 0,15 m kuivatuskerros	4
Vahtolasimurske (VaM) 0,7 m syvyydessä, kuivairtoteihs rakenteessa enintään 400 kg/m ³ ja VaM:n alla on 0,15 m kuivatuskerros	4
Suulakepuristettu polystyreeni (XPS) 0,7 m syvyydessä, kun XPS:n alla on 0,15 m kuivatuskerros	20
Paisutettu polystyreeni (EPS) 0,7 m syvyydessä, kun EPS:n alla on 0,15 m kuivatuskerros	15

3.2.4 Alusrakenteen routaturpoama, t

Pohjamaan tai muun alusrakenteen routanousuherkkyys ilmaistaan routaturpoama-arvolla (t). Se kertoo, kuinka monta prosenttia maakerroksen paksuus kasvaa, kun maakerros jäätyy hitaasti.

Routaturpoama riippuu pohjamaan rakeisuudesta ja kuivatusolosuhteista. Alusrakenteen routaturpoama valitaan kohdan 2.3 taulukosta 6.

3.2.5 Laskennallisen routanousun suuruus, RN_{lask}

Yleensä tien routamitoituksen lähtökohta on, että tien rakennekerrokset ovat routimattomia, eli niiden jääytymisestä (routaantumisesta) ei aiheudu routanousua. Todellisuudessa päällysrakenteen materiaalit saattavat paisua jäätyessään vähän.

Tierakenteen laskennallinen routanousu (RN_{lask}) määritetään alla esitetyllä kaavalla.

Kaava 3. Tierakenteen laskennallisen routanousun määrittäminen

$$RN_{lask} = P \cdot t / 100$$

P routaantuvan alusrakennekerroksen paksuus määritetään kaavoilla 1 ja 2
 t alusrakenteen routaturpoama (%) taulukosta 6

Jos päällysrakenteessa käytetään materiaalia, jonka turpoama t on yli 3, sen lisäävä vaikutus laskennalliseen routanousuun on laskettava erikseen kaavalla 3., missä P on tällöin routivan rakennekerroksen paksuus.

3.3 Sallittu laskennallinen routanousu

Tielle sallittavaan routanousuun vaikuttavia tekijöitä ovat:

- tien vaatimusluokka (liikennemäärä, ajonopeus, rakenteen tyyppi, putket yms.)
- pohjamaan tasalaatuisuus
- tierakenteen vaurioherkkyys (louherakenne, lämpöeriste, hauras stabiointi)

Tasalaatuisella pohjalla routanousu on yleensä tasaista. Suuri routanousu aiheuttaa kuitenkin pituushalkeamia varsinkin kapeilla teillä. Lisäksi suuri routanousu tai roudan epätasainen sulaminen aiheuttaa toistuessaan pysyvää epätasaisuutta ja halkeamia.

Sekalaatuisissa pohjaolosuhteissa routanoususta tulee epätasaista. Esimerkiksi loh-kareisella paikalla epätasaisuuksista tulee jyrkempimuotoisia, osittain pysyviä tai vuositain lisääntyviä. Tästä syystä sekalaatuisella pohjamaalla sallitaan pienempi routanousu kuin tasalaatuisella.

Vaatimukset tien pinnan sallitulle, laskennalliselle routanousulle (RN_{sall}) on esitetty taulukossa 8. Sallittu routanousu riippuu tien vaatimusluokasta, alusrakenteen tasalaatuisuudesta ja valitun rakennetyypin vaurioitumisherkkyydestä.

Louhetta, solumuovilämpöeristeitä, maabetonia tai viettoviemäreitä sisältävät rakenteet kestävät huonosti roudan aiheuttamia liikkeitä. Tästä syystä näille rakenteille sovelletaan taulukossa 8 saraketta "Vaurioherkkä rakenne", jossa sallitaan pienempi routanousu.

Taulukon 8 raja-arvot tarkoittavat kaavalla 3 laskettua laskennallista routanousua RN_{lask} . Jos routanousun laskemiseen käytetään Liikenneviraston luvalla jotakin toista teoriaa tai kaavaa tai toisia parametreja, on sallitun routanousun raja muutettava tämän menetelmän parametrien varmuustasoa vastaavaksi.

Routamitoitettu rakenne voidaan rakentaa vaiheittain päällysteiden osalta, kun noudatetaan kohdan 4.3 sääntöjä.

Pohjamaan tasalaatuisuus arvioidaan kohdan 2.2.2 mukaan.

Taulukko 8. Sallittu laskennallinen routanousu RN_{sall} , jota verrataan kaavalla 3. saatuun laskennalliseen routanousuun RN_{lask}

Vaatusluokat V1...K2 ja niitä kuvaavia tietoja mm. mitoitusnopeus ja KVL	Suurin sallittu laskennallinen routanousu (RN_{sall})					Siirtymäkiilan kaltevuus 1 : k 3)
	Tasalaatuinen alusrakenne			Sekalaatuinen alusrakenne		
	Ei teräsverkkoa		Teräsverkko 2)	Ei teräsverkkoa	Teräsverkko 2)	
	Normaali rakenne	Vaurioherkkä rakenne 1)				
V1, Moottoriväylät (Mo, Mol)	30	30	30	0	0	1:40
V2, Pääties (Vt, Kt) 80–100 km/h	70	70	100	10	10	1:30
V3, Seututiet 80...100 km/h ja KVL yli 1000 ajon	100	70	130	10	10	1:20
V4, Seututiet 60 km/h tai KVL alle 1000 ajon ja yhdystiet KVL yli 1000 ajon	130	70	160	30	100	1:15
V5, Yhdystiet, KVL enintään 1000 ajon	160	100	ei rajaa	70	130	1:15
R1, Reunatuellinen, 80 km/h, KVL yli 1000 ajon	30	30	30	0	0	1:30
R2, Reunatuellinen, 50...70 km/h, KVL yli 1000 ajon	70	70	100	10	10	1:30
R3, Reunatuellinen, alle 50 km/h, KVL alle 1000 ajon	Kuten V4 tai paikallisen (kuntakohtaisen) käytännön mukaan					
R4, Viemäroity tai muita viettoputkia sisältävää	70	70	70	0	0	1:30
K1, JK+PP -tie, erillinen, päällystetty	100	70	160	30	130	1:10
K2, JK+PP -tie, korotettu	Kuten ajoradalla (R1, R2 tai R3)					
1) Koskee louhetta, solumuovia tai sementtistabilointia (SST) sisältäviä rakenteita. 2) Teräsverkolla tarkoitetaan julkaisun InfraRYL mukaista roudan aiheuttamien pituushalkeamien torjuntaan tarkoitettua teräsverkkoa tai pituushalkeamien torjuntaan yhtä tehokkaaksi (pieni venymä) osoitettua verkkoa tai muuta ratkaisua. 3) Siirtymäkiilan kaltevuus on suhdeluku, joka ilmaisee, kuinka loivasti hiekkatäyteinen siirtymäkiila ohennetaan tierakenteen kerrospaksuuteen. Muista materiaaleista, mukaan lukien lämpöeristeet, tehtävän kiilan pituus on sama kuin hiekkakiilan pituus. 4) Betonikaiteen takia viemäroity Mo,Mol : siirtymäkiilan kaltevuus V1 mukaan						

3.4 Routamitoitusta täydentäviä vaatimuksia

3.4.1 Lämpöeristeiden käytöstä johtuvan liukkauden estäminen

Kun materiaalin vastaavuuskerroin eristävyuden kannalta on taulukon 6 mukaan yli 3, lämpöeristeen päälle tehdään yllättävän liukkauden torjumiseksi uusilla teillä vähintään 0,7 m paksuinen rakenne (päällysteet sekä sidotut ja sitomattomat murske-, sora- ja hiekkakerrokset yhteensä) ja jalankulku- ja pyöriteillä vähintään 0,5 m paksu rakenne. Joidenkin eristemateriaalien päälle saatetaan tarvita vieläkin paksumpi tai muuten vahvempi päällysrakenne eristemateriaalin huonon kuormituskestävyyden vuoksi.

3.4.2 Pohjamaan tasalaatuistaminen ja rakennekerrosten rakentamisaika

Sekalaatuinen pohjamaa voidaan tasalaatuistaa poistamalla pohjamaasta yli 0,3 m:n kivet ja sekoittamalla eri maalajikerrokset homogeeniseksi alusrakenteeksi. Tasalaatuistamisen johdosta löyhtynyt maakerros on tiivistettävä takaisin alkuperäiseen tiiveyteen. Hienorakeisen maakerroksen tiivistäminen on vaikeaa, jos kerroksen paksuus on yli 0,5 m tai kerros pääsee kastumaan ennen tiivistämistä.

Tasalaatuistetulla tiekohdalla kannattaa sitomattomat kerrokset rakentaa nopeasti ja päällysteet mahdollisimman myöhään, jotta jälkitiivistymisen vaikutukset tien tasaisuuteen jäävät vähäisiksi. Jos tasalaatuistetun pohjamaan tiivistäminen on epävarmaa tai se ei onnistu, niin silloin käytetään sekalaatukselle pohjamaalle mitoitettua päällysrakennetta.

Jos pohjamaassa esiintyy mitoittavan roudansyvyyden yläpuolella sarkaojia, routimatomia kaivantotäyhteitä tai muita vastaavia rakenteita, on ne joko täytettävä pohjamaata vastaavalla maa-aineksella tai rakennettava siirtymäkiilat. Tarkempia ohjeita on kohdassa 6.3.1 ja **InfraRYL:n** luvussa 21510. Mahdolliset tarkennukset ohjeisiin esitetään työselostuksessa.

3.4.3 Märän alusrakenteen kuivattaminen ja vaikuttaminen pohjaveden virtauksiin

Alusrakenteen märkyys suurentaa taulukon 6 mukaisesti routaturpoamaa ja suurentaa routanousua. Lisäksi routanousu on epätasaista, jos alusrakenteen kuivatusolosuhde vaihtelee jyrkästi. Alusrakenteen märkyyteen on kuitenkin vaikea vaikuttaa kuivatusrakenteilla. Routivassa maassa veden kapillaarinen nousukorkeus voi olla useita metrejä, jolloin esimerkiksi sivuojen syventäminen metrillä, ei yleensä vaikuta routaantuvan kerroksen veden saantiin ja routanousun suuruuteen. Lisäksi poikkeuksellisen syvät sivuojat suurentavat keskihalkeamariskiä. Tästä syystä pohjaveden pintaan pyritään vaikuttamaan vain pohjaveden virtausten ja lähteiden kohdalla tai kun halutaan kuivattaa paksu routamitoitettu rakenne pohjaan asti.

Jokin kohta alusrakenteesta voi pysyä koko talven sulana, jos pohjaveden purkautumis-kohta on tien alla. Toisaalta purkautumiskohdan vieressä saattaa olla kohta, jossa on erityisen otolliset olosuhteet routimiselle ja hyvä vedensaanti edistää routalinssien muodostumista. Tämän tyyppiset kohdat on tarkoituksenmukaista kuivattaa syväkuivatusrakenteella (esimerkiksi riittävän syvälle ulottuva suoto-oja), joka katkaisee voimakkaimmat virtaukset tien alusrakenteeseen

Sivukaltevissa paikoissa voi tien sivulta virtaava pohjavesi aiheuttaa edellä kuvatun tilanteen. Tällaisissa paikoissa veden virtaus katkaistaan syväsalaojalla tai virtauksia sisältävän maakerroksen jäätyminen estetään lämpöeristein. Myös sekalaatuiselle pohjamaalle mitoitettu louherakenne on mahdollinen ratkaisu.

4 Kuormituskestävyyssmitoitus

4.1 Kuormituskestävyyssmitoituksen yleisesittely

4.1.1 Taustaa päällysrakenteiden suunnittelulle

Kuormituskestävyyssmitoituksen tavoitteena on estää raskaan liikenteen aiheuttama päällysteiden halkeilu ja pysyvät muodonmuutokset tien rakennekerroksissa ja pohjamaassa.

Vilkasliikenteisillä teillä käytetään paksuja useampikerroksisia päällysteitä, jotka ovat melko vesitiiviitä ja jäykkiä. Hyvin toimivassa päällysrakenteessa päällystekerrokset ovat toisiinsa liimautuneita, jolloin ne toimivat yhtenäisenä rakenteena. Lisäksi alemmat rakennekerrokset mitoitetaan riittävän kantaviksi ja alusrakenteen routanousu- ja painumaeroja tasoitetaan tehokkaasti. Ylin päällystekerros suunnitellaan riittävän hyvin nastarengaskulutusta kestäväksi.

Paksut jäykät päällysteet eivät deformoidu herkästi ja ne suojaavat alempia kerroksia muodonmuutoksilta. Päällysteiden tiiviys suojaa alempia rakennekerroksia ja rakenteita veden ja liukkaudentorjunta-aineiden haitallisilta vaikutuksilta. Vesi alentaa murskeiden kantavuutta ja suolavesi voi aiheuttaa hydraulisesti sidottujen materiaalien sidosten heikentymistä. Päällystekerrosten mitoituksessa ja materiaalien valinnassa pyritään siihen, että päällysteet säilyvät ehjinä mahdollisimman pitkään, jotta niiden muoto, jäykkyys (moduulit) ja vesitiiviys säilyvät. Poikkihalkeamia ei käytännössä voida kokonaan estää, minkä vuoksi alempien kerrosten materiaalit eivät saa olla liian herkkiä veden tai suolan vaikutuksille. Muiden halkeamien muodostuminen pyritään kokonaan estämään vilkasliikenteisillä teillä.

Käytön aikana vilkasliikenteisten teiden pinnan ominaisuudet ja rakenteen toimivuus säilytetään ylläpitotoimenpiteiden avulla. Toimenpiteen tarpeen aiheuttaa lähes poikkeuksetta päällysteen nastarengaskulumisesta ja pienemmältä osin deformaatiosta johtuva urautuminen. Mikäli tien rakenne on mitoitettu ja toteutettu niin, että routanousu- ja painumaerot ovat pieniä, pysyy vilkasliikenteisten maanteiden pituussuuntainen tasaisuus yleensä hyvänä.

Vähäliikenteisillä päällystetyillä teillä käytetään ohuita ja muodonmuutoksia hyvin kestäviä päällysteitä, jotka eivät ole yleensä uutenakaan täysin vesitiiviitä. Päällysteen voidaan antaa halkeilla melko paljonkin ennen seuraavaa kunnostusta. Halkeilu ei huononna ratkaisevasti ohutpäällysteisen tierakenteen kestävyttä deformaatiosta vastaan, koska päällyste on ohut ja sen jäykkyys on ehjänäkin melko pieni. Halkeilu ja veden lisääntynyt läpikäisy alentaa kuitenkin ylimpien kerrosten jäykkyyttä sen verran, että ajan myötä kuormitusten aikaansaama vaurioituminen alkaa kiihtyä. Päällyste paikataan tai uusitaan, kun ajomukavuutta haittaavia vaurioita alkaa tulla liian nopeasti tai niitä on kertynyt liian paljon. Jos tien pinnan muodonmuutokset ovat suuria, pituus- ja poikkisuuntainen tasaisuus palautetaan sekoitusjyrsinnällä. Samalla vanha päällystemassa voidaan sekoittaa kantavaan kerrokseen tai hyödyntää uudessa päällysteessä. Rakenteen mitoituksella, vettä sietävän kantavan kerroksen valinnalla ja joustavan päällysteen valinnalla pyritään siihen, että päällysteen vaurioitumisnopeus on riittävän

hidas. Hyvin toimiva ohutpäällysteinen tie voidaan muuttaa uudelleenpäällystysten avulla paksupäällysteiseksi tieksi.

4.1.2 Kuormituskestävyysmitoituksen osavaiheet

Kuormituskestävyysmitoitukset osavaiheet ovat:

- Kuormituskertaluvun laskeminen (kohta 4.2.2)
- Kuormitusluokan, päällysteen vähimmäispaksuuden ja tavoitekantavuuden määrittäminen (kohta 4.2.4 ja 4.3)
- Alusrakenteen kantavuuden määrittäminen (kohta 2.3)
- Rakennekerrosten materiaalien valinta ja niiden mitoitusmoduulien määrittäminen
- Päällysrakenteen kerrospaksuuksien mitoittaminen tavoitekantavuuteen Odemarkin kaavan avulla (kohta 4.4)

4.2 Kuormituskertaluvun ja kuormitusluokan määrittäminen

4.2.1 Kuormituskertaluvun laskentaperiaate

Raskaan liikenteen aiheuttamaa rasitusta kuvataan kuormituskertaluvulla (KKL), joka ilmoitetaan standardiakselien (paripyörillä varustettu 10 tonnin yksittäisakseli) ylityskertojen lukumääränä sovitun laskenta-ajan aikana. Tässä ohjeessa laskenta-aika on 20 vuotta. Kuormituskertaluvun laskenta-aika ei ilmaise tierakenteen käyttöikää ja kestoikää. Päällysteille on tehtävä toimenpiteitä vilkasliikenteisillä teillä jo muutaman vuoden kuluttua, mutta rakennekerrokset kestävät kuormia pidemmän ajan (pääteillä 50...100 v).

Kuormituskertalukua määritettäessä otetaan huomioon ainoastaan raskaat ajoneuvot. Käytännössä raskaiden ajoneuvojen akselien lukumäärät ja akselimassat vaihtelevat, jolloin myös yksittäisten ajoneuvojen tielle aiheuttama rasitus vaihtelee. Erityyppisille ajoneuvoille on määritetty keskimääräiset vastaavuuskertoimet (kuormitusvastaavuus tai kuormitusekvivalentti), jotka ilmaisevat kuinka monen standardiakselin rasitusvaikutusta kyseinen ajoneuvo tai ajoneuvotyyppi vastaa.

Paripyörillä tai vähintään 490 mm levyisillä yksittäispyörillä varustetut 10 tonnin yksittäisakselit ja kapeammilla yksittäispyörillä varustetut 8 tonnin yksittäisakselit vastaavat yhtä standardiakselia. Myös erilaisille teleille on annettu standardiakselimäärät.

Kuormituskertaluku lasketaan ajosuuntaakohtaisesti (KKL_{SUUNTA}). Kaksikaistaisella tiellä raskaan liikenteen otaksutaan jakautuvan yleensä tasan molempiin ajosuuntiin. Poikkeuksena tästä ovat tiet, joilla on runsaasti raaka-ainekuljetuksia toiseen suuntaan (kohta 4.2.2, tapaus C).

Jos samaan suuntaan on käytettävissä useita ajokaistoja, ne mitoitetaan kohdassa 4.2.5 esitettyjen periaatteiden mukaisesti.

Tien poikkileikkauksen ja kaiteiden vaikutus

Raskaan liikenteen rasitusvaikutus riippuu myös ajolinjojen hajonnasta ja ajolinjan etäisyydestä tien reunaan. Kaiteiden, erityisesti betonikaiteiden on todettu ohjaavan raskaan liikenteen rasitusta tiellä samaan kapeaan ajouraan. Tien sisäluiskan kaltevuus vaikuttaa rakenteen kestävyYTEEN, ja otetaan siksi huomioon leveyskertoimessa. Näiden yhteisvaikutusta kuvataan taulukossa 9 esitettävällä leveyskertoimella (L).

Taulukkoa 9 sovelletaan vain peruskaistaan, jolla suurin osa raskaista ajoneuvoista kulkee. Muut ajokaistat ja vähintään 2,5 m levyiset pientareet mitoitetaan kohdan 4.2.5 mukaisesti.

Taulukko 9. Leveyskertoimen (L) riippuvuus kaistan ja pientareen yhteisleveydestä sekä tien sisäluiskan kaltevuudesta.

Kaistan ja viereisen pientareen yhteisleveys 1), 2), 3)	Tien sisäluiskan kaltevuus 4)	Leveyskerroin L
2,5 ... 3,49 m	1 : 2 ... 1 : 2,5	2,8
2,5 ... 3,49 m	1 : 3 ... 1 : 4	2,0
3,5 ... 5 m	1 : 3 ... 1 : 4	1,4
yli 5 m		1,0

1) Rampeilla otetaan huomioon pientareista leveämpi. Jos peruskaista on kahden ajokaistan välissä, $L = 1$.

2) Jos keskikaiteen etäisyys ajokaistasta on alle 1,5 m, ajokaistan leveydestä vähennetään 1,5 m - kaiteen etäisyys (esim. keskipiennar 0,75 m, kaista 3,5 m ja ulkopiennar 1,5 m eli yhteisleveys = $3,5 - (1,5 - 0,75) + 1,5 = 4,25$ m, josta leveyskertoimeksi $L = 1,4$).

3) Betonisen reunakaiteen yhteydessä pientareen leveydeksi lasketaan pientareen leveys - 1 m.

4) Teräskaitteellinen jyrkkäluiskainen (1:1,5) poikkileikkaus, jossa on kaidelevennys (0,25 kaiteen edessä ja 0,50 m kaiteen etupinnan takana), vastaa luiskankaltevuutta 1:3...1:4, mutta 0,25 m kaidelevennyistä ei lasketa pientareen leveyteen.

4.2.2 Kuormituskertaluvun laskenta

Kuormituskertaluvun määrittämistä varten on selvitettävä ennusteet liikenteen kokonaismäärästä (KVL) ja raskaan liikenteen määrästä (KVL_{RAS}) 10 vuoden kulutta tien liikenteelle otosta. Jos käytettävissä on tien avaamishetken liikennemäärä ja siitä 20 vuoden päähän ennustettu liikennemäärä, 10 vuoden päähän ennustettu liikennemäärä on näiden keskiverto (tulon neliöjuuri). Lisäksi on arvioitava raskaan liikenteen jakautuminen yhdistelmäajoneuvoihin (KA_{VHD}) ja muihin raskaisiin ajoneuvoihin (KA_{MUU}).

Kuormituskertaluku lasketaan ajosuunnittain (KKL_{SUUNTA}) tavalla A, B tai C riippuen käytettävissä olevista liikennemäärätiedoista ja niiden luotettavuudesta.

Laskentatapa A: Tien KVL > 1000 ajon/d ja käytettävissä on luotettavat liikennemäärät

Kun tien KVL on 10 vuoden kuluttua tien avaamisesta suurempi kuin 1000 ajon/d ja käytettävissä on luotettavat liikennemääräennusteet, saadaan KKL_{SUUNTA} kyseisen suunnan ajoneuvomäärästä kaavalla 4.

Kuormituskertaluvun laskennassa raskaita ajoneuvoyhdistelmiä ovat täysperävaunulliset ja puoliperävaunulliset yhdistelmät. Kuljetettavan tavarantoiminnan laatua ei oteta huomioon.

Kaava 4. *KKL_{SUUNTA} laskeminen, kun KVL on suurempi kuin 1000 ajon/d ja käytettävissä on luotettavat liikennemääräennusteet*

$$KKL_{SUUNTA} = L \cdot (3,2 \cdot KA_{YHD} + 0,9 \cdot KA_{MUU}) \cdot 7300 \text{ (vrk/20 vuotta)}$$

KA_{YHD} = ajosuunnan raskaiden ajoneuvoyhdistelmien määrä vuorokaudessa

KA_{MUU} = ajosuunnan muiden raskaiden ajoneuvojen määrä vuorokaudessa

Kertoimella 7300 (vrk/20 vuotta) muutetaan päivän liikennemäärä 20 vuoden suoritteeksi.

Laskentatapa B: Tien KVL < 1000 ajon/d tai käytettävissä ei ole luotettavia liikennemääriä

Jos luotettavaa liikennemäärätietoa ja ennustetta ei ole käytettävissä tai jos tien KVL on pienempi kuin 1000 ajon/d, kuormituskertaluku lasketaan käyttäen tieluokkakoh-
taisia kaavoja 5 ...8.

Tämä on suositeltava tapa myös vilkasliikenteisillä teillä, kun tieverkko muuttuu suunniteltavasta tieyhteydestä johtuen, eikä raskaan liikenteen siirtymisestä uudelle reitille ole tarkkaa tietoa.

Kaava 5. *KKL_{SUUNTA} laskeminen **valta- ja kantateillä**, kun luotettavaa liikennemäärätietoa ja ennustetta ei ole käytettävissä tai, jos tien KVL on pienempi kuin 1000 ajon/d*

$$KKL_{SUUNTA} = 0,22 \cdot L \cdot KVL_{SUUNTA} \cdot 7300 \text{ (vrk/20 vuotta)}$$

Kaava 6. *KKL_{SUUNTA} laskeminen **seututeillä**, kun luotettavaa liikennemäärätietoa ja ennustetta ei ole käytettävissä tai, jos tien KVL on pienempi kuin 1000 ajon/d*

$$KKL_{SUUNTA} = 0,13 \cdot L \cdot KVL_{SUUNTA} \cdot 7300 \text{ (vrk/20 vuotta)}$$

Kaava 7. *KKL_{SUUNTA} laskeminen **yhdysteillä**, kun luotettavaa liikennemäärätietoa ja ennustetta ei ole käytettävissä tai jos tien KVL on pienempi kuin 1000 ajon/d*

$$KKL_{SUUNTA} = 0,1 \cdot L \cdot KVL_{SUUNTA} \cdot (7300 \text{ vrk/20 vuotta})$$

Kaava 8. *KKL_{SUUNTA} laskeminen **seutu- ja yhdysteillä, kun raskaista ajoneuvoista 20...25 % on täysin kuormattuja**, kun luotettavaa liikennemäärätietoa ja ennustetta ei ole käytettävissä tai jos tien KVL on pienempi kuin 1000 ajon/d*

$$KKL_{SUUNTA} = 0,16 \cdot L \cdot KVL_{SUUNTA} \cdot 7300 \text{ (vrk/20 vuotta)}$$

Laskentatapa C: Runsaasti raaka-ainekuljetuksia, usein vain yhteen suuntaan

Kun suhteellisen vähäliikenteisen tien vaikutusalueelle rakennetaan uusi raaka-ainelähde tai raaka-aineiden käyttäjä, täysin kuormattujen autojen määrä lasketaan ajosuunnittain kuljetettavan tavaramäärän perusteella ottaen huomioon, että 76 tonnin täysperävaunuyhdistelmään mahtuu noin 53 tonnia tavaraa. Nämä ja tiellä ennestään kulkevat raaka-ainetta (puu, turve, maa-aines, ym.) kuljettavat yhdistelmät lasketaan

yhteen, jolloin saadaan kaavan 9 $KA_{YHD.TÄYSIRAACA-A}$. Muut täydet ja tyhjät yhdistelmät ($KA_{YHD.MUU}$) ja perävaunuttomat raskaat ajoneuvot (KA_{MUU}) lasketaan nykyisen liikenteen perusteella.

Laskentaa voidaan käyttää myös nykyisen tien vaurioitumisen syiden arvioimisessa.

*Kaava 9. KKL_{SUUNTA} laskeminen **erikoistapauksissa**, esim. kun täyteen kuormattuja ajoneuvoja kulkee vain toiseen suuntaan*

$$KKL_{SUUNTA} = L \cdot (5,5 \cdot KA_{YHD.TÄYSIRAACA-A} + 2,1 \cdot KA_{YHD.MUU} + 0,9 \cdot KA_{MUU}) \cdot 7300 \text{ (vrk/20 vuotta)}$$

4.2.3 Vuoden 2013 ajoneuvomittauudistuksen vaikutus KKL:n laskentaan

Vuonna 2013 suurennettiin autojen ja ajoneuvoyhdistelmien suurimpia sallittuja massoja. Ennen uudistusta sallittiin 60 t massa 7-akselisissa yhdistelmissä. Uudistuksen jälkeen sallittiin 68 t 8-akselisissa ja 76 t 9-akselisissa yhdistelmissä, kun perävaunussa on paripyörät. Kohdassa 4.2.2 käytetyt kertoimet vastaavat uutta kalustoa. Raaka-ainekuljetuksissa tarvitaan 78 kappaletta 76 t yhdistelmiä kuljettamaan sama määrä tavaraa kuin 100 kappaletta 60 t yhdistelmiä pystyy kuljettamaan.

Tästä syystä ennen vuotta 2013 liikenteestä laskettu raskaita raaka-aineita (raakapuu, hake, turve, maa-ainekset) kuljettavien kuorma-autojen lukumäärä on kerrottava kertoimella 0,8 ennen kuin voidaan käyttää kohdan 4.2.2 kaavojen 4 ja 9 kertoimia. Raaka-aineita kuljettavien yhdistelmien ja kuorma-autojen osuudeksi voidaan valita 50 %, jos käytävissä ei ole muuta tietoa. Kaavoja 5...8 käytettäessä ennen vuotta 2013 laskettu kuorma-autojen määrä tai KVL_{SUUNTA} kerrotaan kertoimella 0,9.

Vuonna 2018 tai sen jälkeen laskettuun kuorma-autojen määrään tai liikennemäärään ei sovelleta kerrointa.

Vuosien 2014...2017 liikennelaskentojen tuloksiin sovellettava kerroin voidaan interpoloida 0,9 ja 1,0:n väliltä tai kaavoissa 4 ja 9 0,8 ja 1,0:n väliltä vuosiluvun suhteen suoraviivaisesti.

Kuorma-autojen määrän väheneminen korvaa täysin yksittäisen kuorma-auton tai yhdistelmän ekvivalenttiakselien määrän kasvun lähes kaikilla teillä, kun tierakenne on mitoitettu tämän ohjeen mukaisesti. Ohutrakenteisemmilla teillä yhdistelmän akselien suurempi lukumäärä voi kuitenkin nopeuttaa märkänä aikana tai pehmeällä mällä pohjamaalla tierakenteen deformaatiota (7 kpl 9 akselisia voi rasittaa tietä enemmän kuin 9 kpl 7 akselisia, kun akselien massa on keskimäärin sama).

Jos vuoden 2013 ajoneuvomittauudistusta ei olisi tehty, yksittäispyörät olisivat alkaneet yleistyä 7-akselisissa yhdistelmissä myös raaka-ainekuljetusten osalta. Alle 490 mm levyinen yksittäispyöräakseli rasittaa tietä 2,5 kertaa niin paljon kuin samanpainoinen paripyöräakseli. Muutos olisi lisännyt merkittävästi tierasitusta, koska se ei olisi vähentänyt samalla merkittävästi yhdistelmien määrää. Vuoden 2013 asetus vaatii perävaunuun paripyörät, jos 9-akselisessa hyödynnetään 76 t yhdistelmämassaa tai 8-akselisessa 68 t yhdistelmämassaa.

4.2.4 Kuormitusluokan määrittäminen

Tiesuunnitelmassa ja tien rakennussuunnitelmassa tien ajokaistakohtainen kuormituskertaluku ja kuormitusluokka (KL_{SUUNTA}) määritetään kohdan 4.2.2 ja 4.3 mukaisesti. Symmetrisellä kaksikaistaisilla teillä kummankin ajokaistan kuormitusluokka on sama, jos ei käytetä kaavaa 9.

Tien yleissuunnitelmassa kuormituskertaluku ja kuormitusluokka voidaan valita suoraan taulukosta 10.

Taulukko 10. Kuormitusluokan määrittäminen yleissuunnitelmaan liikennemäärän ja olosuhteiden mukaan

Peruskaistan kuormitusluokka (KL_{SUUNTA})	Kuormituskertaluku (KKL_{SUUNTA})	KVL ajon/d, molemmat suunnat yhteensä Leveä tai loivaluiskainen tie	
		Leveä ja loivaluiskainen tie eikä paljon raaka-ainekuljetuksia	Kapea tai jyrkkäluiskainen tie tai paljon raaka-ainekuljetuksia
60,0	enintään 60,0	> 35 000 (1 -ajor.) tai > 50 000 (2 -ajor.)	
25,0	enintään 25,0	≤ 35 000 (1 -ajor.) tai ≤ 50 000 (2 -ajor.)	
10,0	enintään 10,0	≤ 14 000 (1 -ajor.) tai ≤ 20 000 (2 -ajor.)	
		Leveä ja loivaluiskainen tie eikä paljon raaka-ainekuljetuksia	Kapea tai jyrkkäluiskainen tie tai paljon raaka-ainekuljetuksia
5,0	enintään 5,0	≤ 6 700	≤ 5 000
2,0	enintään 2,0	≤ 3 000	≤ 2 000
0,8	enintään 0,8	≤ 1 300	≤ 800
0,3	enintään 0,3	≤ 450	≤ 300

Kaksikaistaisella tiellä alle 2,5 m levyiset pientareet mitoitetaan kuten viereinen ajokaista. Tätä leveämmällä pientareella sovelletaan useampikaistaisien teiden ohjeistusta.

4.2.5 Kuormitusluokan määrittäminen useampikaistaisilla teillä

Peruskaista

Useampikaistaisilla teillä ajosuunnan raskaan liikenteen oletetaan käyttävän tien oikeanpuoleista jatkuvaa ajokaistaa, vaikka samaan suuntaan olisi käytettävissä useita kaistoja. Tässä ohjeessa tätä ajokaistaa sanotaan peruskaistaksi.

Peruskaistan kuormitusluokka on siten

$$KL_{PERUSKAISTA} = KL_{SUUNTA}$$

Peruskaistan rakenne ulotetaan vähintään 0,25 m viereiselle pientareelle tai ajokaisalle.

Muut kaistat ja leveät pientareet

Yksi (1) luokkaa peruskaistan kuormitusluokkaa alemmaa kuormitusluokkaa käytetään seuraavilla tien osilla:

- peruskaistan oikealla puolella olevat liittymien väliset sekoittumiskaistat
- vähintään 100 m pituiset tasoliittymän kääntymiskaistat.

Tämä vastaa likimäärin kuormituskertalukua $0,4 * KKL_{SUUNTA}$.

Kaksi (2) luokkaa peruskaistan kuormitusluokkaa alemmaa kuormitusluokkaa käytetään seuraavilla tien osilla:

- peruskaistan vasemmalla puolella olevat saman suunnan ajokaistat
- rampit ja niihin liittyvät erkanemis- ja liittymiskaistat
- vähintään 2,5 m levyinen "leveä" piennar
- oikealle kääntymiseen tarkoitettu ajokaista.

Tämä vastaa likimäärin kuormituskertalukua $0,2 * KKL_{SUUNTA}$.

Alle 2,5 m levyinen piennar mitoitetaan peruskaistan mukaisesti.

Taulukko 11. Esimerkki kaistakohtaisista kuormitusluokista, kun peruskaistan kuormitusluokka 25,0.

Kolmas jatkuva kaista	Toinen jatkuva kaista	Peruskaista eli reunimmainen jatkuva kaista	Sekoittumiskaista	Leveä piennar tai kääntyvä reuna-kaista
KL = 5,0	KL = 5,0	KL = 25,0	KL = 10,0	KL = 5,0

Varautuminen tien leventämiseen tai keskikaiteen rakentamiseen

Peruskaistan oikealla puolella oleva vähintään 2,5 m levyinen piennar tai muu ajokaista mitoitetaan myös peruskaistan mukaisesti, jos

- tiellä varaudutaan tien leventämiseen tai keskikaiteen rakentamiseen, missä yhteydessä peruskaista siirtyy oikealle kyseisessä reunassa. Keskikaiteettomilla vähintään 12,5 m levyisillä teillä on varauduttava aina keskikaiteen rakentamiseen, kun nopeustaso on vähintään 80 km/h.
- varaudutaan raskaan liikenteen sallimiseen pientareella (esim. bussiliikenne).

4.3 Tavoitekantavuudet ja päällystepaksuudet

Uuden rakenteen kantavuus tarkoittaa tämän ohjeen mukaan laskettua kantavuutta, ei mitattua kantavuutta. Luvussa 7 on käsitelty parannettavan nykyisen tien kantavuuden määrittämistä.

Päällysrakenteiden tavoitekantavuudet kantavan kerroksen ja päällysteiden päältä on esitetty kuormitusluokkataulukoissa (taulukot 12...18). Taulukoissa on esitetty myös päällystekerrosten vähimmäispaksuudet vaiheittain päällystystä käytettäessä. Paksuusvaatimus katsotaan täyttyväksi, vaikka päällysteessä olisi uria, jos päällyste on tehty alun perin paksuusvaatimukset täyttäväksi.

Kohdassa 5.2.2 on esitetty, millaiset päällystemassat otetaan huomioon päällysteen kokonaispaksuutta laskettaessa.

Kuormitusluokkataulukoiden ylimmälle riville merkitty päällysteen massatyyppi vaikuttaa tavoitekantavuuteen. Pienin tavoitekantavuus on sirotepintauksella (SOP) ja suurin asfalttipäällysteellä (AB). Näiden väliin asettuvat pehmeiden asfalttikonkretien (PAB-V ja PAB-B) tavoitekantavuusarvot.

Kuormitusluokkataulukoiden toiseksi ylimmälle riville merkitty kantavan kerroksen tyyppi vaikuttaa tavoitekantavuuteen. Taulukossa käytetyt lyhenteet ovat: M = murske tai betonimurske, MHST = masuunihiekkastabilointi, BST = bitumistabilointi ja SST = sementtistabilointi.

Huom.! Kantavuuden yksikkö MPa (megapascal) on yleisesti käytetty lyhyempi esitystapa yksikölle MN/m².

Päällysteiden suunnittelua, päällystetyypin valintaa ja päällystekerrosten vaiheittain rakentamista on käsitelty yksityiskohtaisemmin luvussa 5.

Taulukko 12. Kuormitusluokan 60,0 tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet. Kuormitusluokka 60,0 soveltuu, kun leveydellä korjattu kaistan KKL_{SUUNTA} on enintään 60 milj. akselia.

Kuormitusluokka	60,0	
	M, MHST	SST
Kantavan kerroksen tyyppi	M, MHST	SST
Viimeistään vuonna 6 tien liikenteelle otosta		
Tavoitekantavuus	540 MPa	545 MPa
Päällysteiden kokonaispaksuus	240 mm	140 mm
Viimeistään vuonna 2 tien liikenteelle otosta		
Päällysteiden kokonaispaksuus	200 mm	
Liikenteelle otettaessa		
Päällysteiden kokonaispaksuus	160 mm	100 mm
Kantava kerros		
Tavoitekantavuus	160 MPa	290 MPa

Taulukko 13. Kuormitusluokan 25,0 tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet. Kuormitusluokka 25,0 soveltuu, kun leveydellä korjattu kaistan KKL_{SUUNTA} on enintään 25,0 milj. akselia.

Kuormitusluokka	25,0	
	M, MHST	SST
Kantavan kerroksen tyyppi	M, MHST	SST
Viimeistään vuonna 6 tien liikenteelle otosta		
Tavoitekantavuus	470 MPa	520 MPa
Päällysteiden kokonaispaksuus	200 mm	130 mm
Viimeistään vuonna 2 tien liikenteelle otosta		
Päällysteiden kokonaispaksuus	160 mm	
Liikenteelle otettaessa		
Päällysteiden kokonaispaksuus	120 mm	90 mm
Kantava kerros		
Tavoitekantavuus	160 MPa	290 MPa

Taulukko 14. Kuormitusluokan 10,0 tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet. Kuormitusluokka 10,0 soveltuu, kun leveydellä korjattu kaistan KKL_{SUUNTA} on enintään 10,0 milj. akselia.

Kuormitusluokka	10,0	
Kantavan kerroksen tyyppi	M tai MHST	SST
Viimeistään vuonna 6 tien liikenteelle otosta		
Tavoitekantavuus	415 MPa	495 MPa
Päällysteiden kokonaispaksuus	170 mm	120 mm
Viimeistään vuonna 2 tien liikenteelle otosta		
Päällysteiden kokonaispaksuus	130 mm	
Liikenteelle otettaessa		
Päällysteiden kokonaispaksuus	90 mm	80 mm
Kantava kerros		
Tavoitekantavuus	160 MPa	290 MPa

Taulukko 15. Kuormitusluokan 5,0 tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet. Kuormitusluokka 5,0 soveltuu, kun leveydellä korjattu kaistan KKL_{SUUNTA} on enintään 5,0 milj. akselia.

Kuormitusluokka	5,0	
Kantavan kerroksen tyyppi	M tai MHST	SST
Viimeistään vuonna 8 tien liikenteelle otosta		
Tavoitekantavuus	360 MPa	
Päällysteiden kokonaispaksuus	140 mm	
Viimeistään vuonna 2 liikenteelle otosta		
Tavoitekantavuus		470 MPa
Päällysteiden kokonaispaksuus	100 mm	110 mm
Liikenteelle otettaessa		
Päällysteiden kokonaispaksuus	60 mm	80 mm
Kantava kerros		
Tavoitekantavuus	160 MPa	290 MPa

Taulukko 16. Kuormitusluokan 2,0 tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet. Kuormitusluokka 2,0 soveltuu, kun leveydellä korjattu kaistan KKL_{SUUNTA} on enintään 2,0 milj. akselia.

Kuormitusluokka	2,0	
Kantavan kerroksen tyyppi	M tai MHST	SST
Viimeistään vuonna 6 tien liikenteelle otosta		
Tavoitekantavuus	285 MPa	
Päällysteiden kokonaispaksuus	100 mm	
Liikenteelle otettaessa		
Tavoitekantavuus		420 MPa
Päällysteiden kokonaispaksuus	60 mm	90 mm
Kantava kerros		
Tavoitekantavuus	160 MPa	290 MPa

Taulukko 17. Kuormitusluokan 0,8 tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet. Kuormitusluokka 0,8 soveltuu, kun leveydellä korjattu kaistan KKL_{SUUNTA} on enintään 0,8 milj. akselia.

Kuormitusluokka	0,8			
	PAB-V	PAB-B	AB	AB
Päällyste				
Kantavan kerroksen tyyppi	M tai MHST	M tai MHST	M tai MHST	SST
Viimeistään vuonna 6 tien liikenteelle otosta Tavoitekantavuus Päällyst. kokonaispaks.			230 MPa 80 mm	
Liikenteelle otettaessa Tavoitekantavuus Päällyst. kokonaispaks.	145 MPa 40 mm	165 MPa 40 mm	185 MPa 50 mm	400 MPa 80 mm
Kantava kerros Tavoitekantavuus	130 MPa	145 MPa	145 MPa	290 MPa

Taulukko 18. Kuormitusluokan 0,3 tavoitekantavuudet ja päällysteen vähimmäispaksuudet. Kuormitusluokka 0,3 soveltuu, kun leveydellä korjattu kaistan KKL_{SUUNTA} on enintään 0,3 milj. akselia.

Kuormitusluokka	0,3			
	SOP	PAB-V	PAB-B	AB
Päällyste				
Kantavan kerroksen tyyppi	M	M tai MHST	M tai MHST	M tai MHST
Liikenteelle otettaessa Tavoitekantavuus Päällysteiden kokonaispaksuus	130 MPa	145 MPa 40 mm	165 MPa 40 mm	170 MPa 40 mm
Kantava kerros Tavoitekantavuus	130 MPa	130 MPa	145 MPa	145 MPa

4.4 Päällysrakenteen kerrospaksuuksien määritys

4.4.1 Kantavuusmitoituksen tavoite

Riittävät kerrospaksuudet etsitään kantavuusmitoituksella niin, että kohtien 4.4 ja 4.5 mukaan laskettu rakenteen laskennallinen kantavuus on vähintään kohdan 4.3 mukaan määritetyn tavoitekantavuuden suuruinen. Tavoitekantavuuden täyttymisen lisäksi päällystekerrosten kokonaispaksuuden on oltava vähintään kuormitusluokan vaatimusten mukainen (taulukot 12...18).

Tavoitekantavuuden saavuttamista ei voi osoittaa valmiin rakenteen päältä pudotuspainolaitteella tehtävillä taipumamittauksilla eikä muilla kuin kohtien 4.4 ja 4.5 mukaisilla kaavoilla tai mitoitusparametreilla. Kun rakentamisen jälkeen arvioidaan rakenteen vaatimusten mukaisuutta, on arvioinnissa käytettävä todettuja kerrospaksuuksia ja materiaalien ominaisuuksia sekä laskettava näiden perusteella rakennetun päällysrakenteen kantavuus ja verrattava sitä vaatimukseen.

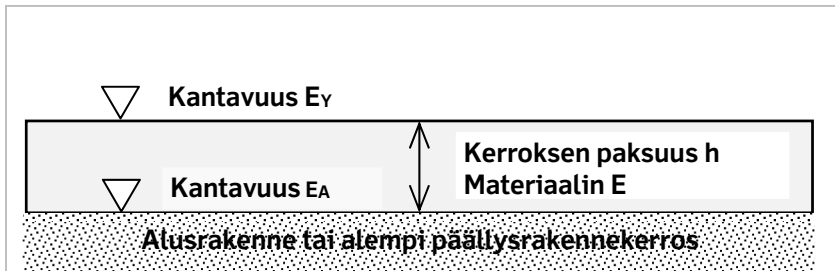
4.4.2 Kantavuusmitoituksen eteneminen

Kantavuusmitoitus etenee kerroksittain alhaalta ylöspäin. Ensin määritetään alusrakenteen kantavuus taulukon 6 avulla. Jos se on pienempi kuin 35 MPa, sen päälle suunnitellaan tavallisesti suodatinkerros, jonka paksuus valitaan niin, että päältä saavutetaan noin 35 MPa kantavuus. Sen päälle valitaan usein sellainen jakavan kerroksen paksuus, jonka päältä saadaan noin 90 MPa kantavuus. Sen päälle suunnitellaan kantava kerros, jolla saavutetaan taulukoissa 12...18 esitetty vaadittua kuormitusluokkaa koskeva tavoitekantavuus. Kantavan kerroksen päälle tehdään taulukossa määritelty paksuus päällysteitä. Kun noudatetaan taulukoissa 12...18 annettuja päällysteen paksuuksia, päällysteen päältä saavutettavaa kantavuutta ei tarvitse erikseen laskea, kun kantavan kerroksen laskennallinen tavoitekantavuus täyttyy.

Rakennekerrosten moduuli valitaan kohdan 4.5 mukaisesti. Tieosuuden muille alusrakenteille suunnitellaan rakenne samalla tavalla. Jos niilläkin suodatinkerroksen ja jakavan kerroksen yläpinnan kantavuus valitaan samaksi kuin edellä, kantavan kerroksen paksuus ja suurimmalla osalla tien pituudesta myös jakavan kerroksen paksuus säilyy vakiona. Se helpottaa tien rakentamista ainakin kiviaineksen valinnan ja tiivistystarkkailun osalta. Jos routamitoitus vaatii kantavuusmitoitusta paksumman rakenteen, lisätään yleensä suodatinkerroksen paksuutta. Kokeilemalla erilaisia kerrosten välisiä rajakantavuuksia (muitakin kuin 35 ja 90 MPa) selviää, millainen rakenne on edullisin.

Jos hiekkaa ei ole käytettävissä tai alusrakenteen kantavuus on vähintään 35 MPa, jakavan kerroksen mitoitus aloitetaan yleensä suoraan alusrakenteesta. Tarvittaessa käytetään suodatinkangasta.

Jos rakennekerrosten mitoitus tehdään ennen kuin käytettävien materiaalien todelliset rakeisuuskäyrät ovat selvillä, mitoituksessa ei pitäisi käyttää kerrosten suurimpia mahdollisia moduuleja. Rakennusvaiheessa on aina varmistettava, että käytettävät materiaalit vastaavat suunniteltuja ja alusrakenne vastaa suunnitelmassa käytettyä. Asiaa on käsitelty myös kohdassa 4.6.2.



Kuva 6. Odemarkin kantavuuskaavassa käytettävät käsitteet.

Kaava 10. Odemarkin kantavuuskaava

$$E_Y = \frac{E_A}{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 \cdot \left(\frac{h}{0,15}\right)^2}}\right) \frac{E_A}{E} + \frac{1}{\sqrt{1 + 0,81 \cdot \left(\frac{h}{0,15}\right)^2} \left(\frac{E}{E_A}\right)^{2/3}}}$$

jossa:

E_A	mitoitettavan kerroksen alapinnan kantavuus (MPa)
E_Y	mitoitettavan kerroksen yläpinnan kantavuus (MPa)
E	mitoitettavan kerroksen materiaalin E -moduuli (MPa)
h	mitoitettavan kerroksen paksuus (m)
0,15	kuormittavan pyörän kosketuspinnan laskennallinen säde (m)

4.4.3 Kantavuusmitoituksen kerrospaksuuksien ja moduulien rajoitukset

Mitoituksessa käytettävät kerrospaksuudet

Odemarkin kantavuuskaavaa käytettäessä kerrospaksuus saa olla enintään 300 mm. Paksummat kerrokset jaetaan mitoittaessa 150...300 mm paksuihin osakerroksiin. Rakennekerrosta ei saa jakaa 150 mm ohuempiin osakerroksiin.

Rakennekerrosten mitoitusmoduulit

- Sitomattoman kerroksen käyttökelpoinen E-moduuli on enintään $6 \cdot E_A$
- Osittain sidottujen kerrosten (esim. REST, KOST, MHST) E-moduuli enintään $n \cdot E_A$, missä kerroin n saadaan taulukosta 19.

Yhteen liimaantuneiden kerrosten mitoituspaksuus ja -moduuli

Yhteen liimaantuneet, ehjät bitumilla sidotut kerrokset, joiden $E > 1500$ MPa, lasketaan yhtenä kerroksena, jonka moduuliksi otetaan osakerrosten moduulien paksuuksilla painotettu keskiarvo. Ehto voi täytyä vain, kun AB-kerrosten bitumipitoisuus on vähintään 3,8 % ja massa on asemasekoitteista. Pelkästään PAB-päällysteitä sisältävissä rakenteissa bitumipitoisuuden pitää olla vähintään 3,1 % ja E-moduulin vähintään 1400 MPa. Samassa rakenteessa olevat PAB- ja AB-kerrokset eivät ole tässä mielessä yhteen liimaantuneita, vaan ne on laskettava erillisinä kerroksina. Vanhentuuksaan jäykistynyt, ehjä PAB voidaan kuitenkin laskea yhdeksi yhteen liimaantuneeksi kerrokseksi päälle sen päälle liimatun AB-kerroksen kanssa.

4.5 Päälysrakennekerrosten E-moduulit

4.5.1 Sidottujen päälysrakennemateriaalien E-moduulit

Sidotuille rakennekerrosmateriaaleille Odemarkin kantavuusmitoituksessa käytettävät E-moduulit on esitetty taulukossa 19.

Esitettyjen moduulien käyttö edellyttää päällystekerrosten osalta, että ne täyttävät **Asfalttinormeissa, InfraRYL:ssä** ja tämän ohjeen luvussa 5 Päällysteiden suunnittelu esitetyt vaatimukset. Lisäksi stabiloitujen kerrosten koostumus on suunniteltava noudattaen Liikenneviraston ohjeita.

Taulukko 19. Odemarkin mitoituksessa käytettävät sidottujen päälysrakennemateriaalien moduulit.

Materiaali ja laatuluokka	Lyhenne	E, MPa ¹⁾	Huomautukset ²⁾
Asfalttibetoni	AB, ABS, SMA	2500	
Pehmeä asfalttibetoni	PAB-B	1650	
Pehmeä asfalttibetoni	PAB-V	1400	
Kantavan kerroksen asfalttibetoni	ABK	2500	
Remixerstabilointi 1	REST 1	900 $E_A \geq 70, n=13$	Laiha tai paksu (140...200 mm)
Remixerstabilointi 2	REST 2	1250 $E_A \geq 70, n=18$	Normaali
Komposiittistabilointi 1	KOST 1	900 $E_A \geq 70, n=13$	Laiha tai paksu (200...250 mm)
Komposiittistabilointi 2	KOST 2	1250 $E_A \geq 70, n=18$	Normaali
Vaahtobitumistabilointi 1	VBST 1	700 $E_A \geq 70, n=10$	Laiha tai paksu (200...250 mm)
Vaahtobitumistabilointi 2	VBST 2	1050 $E_A \geq 70, n=15$	Normaali
Bitumiemulsiostabilointi 1	BEST 1	700 $E_A \geq 70, n=10$	Laiha tai paksu (200...250 mm)
Bitumiemulsiostabilointi 2	BEST 2	1050 $E_A \geq 70, n=15$	Normaali
Masuunihiekkastabilointi 1	MHST 1	600 $E_A \geq 80, n=7,5$	28d:n puristuslujuus $\geq 1,5$ MPa
Masuunihiekkastabilointi 2	MHST 2	1200 $E_A \geq 80, n=15$	Sementillä tai kalkilla aktivoitu, 28 d:n puristuslujuus $\geq 2,5$ MPa
Sementtistabilointi 1	SST 1	1500 $E_A \geq 80, n=18$	7 d:n puristuslujuus ≥ 3 MPa
Sementtistabilointi 2	SST 2	3500 $E_A \geq 100, n=35$	7 d:n puristuslujuus ≥ 5 MPa

1) **E** = Rakenteen mitoituksessa käytettävä materiaalin E-moduuli (MPa), jos stabiloidun kerroksen alustan kantavuus E_A on vähintään samassa solussa mainittu arvo. Jos E_A on pienempi, mitoituksessa käytettävä E-moduuli on $n \times E_A$. Alustan huono kantavuus huonontaa tiivistystulosta ja suurentaa liikennekuormituksen aikana stabiloidun kerroksen alapinnan vetojännityksiä niin paljon, että E-moduuli jää pieneksi.

2) **Laiha** = Sideainepitoisuus alittaa joka toisessa näytteessä stabilointiohjeessa vaaditus pitoisuuden noin 1 prosenttiyksikön, mutta kerros on silti routimaton.

Paksu = Kerralla tehtävän kerroksen paksuus suluissa esitetyn mukainen.

Normaali = Stabilointiohjeen mukainen sideainepitoisuus, paksuus pienempi kuin tapauksessa 'Paksu'.

4.5.2 Sitomattomien kaupallisten kiviainesten E-moduulit

Sitomattomien kiviainesten on täytettävä **InfraRYL**:ssä esitetyt vaatimukset. Rakeisuuskäyrät määritetään pesuseulonnalla ennen kiviaineksen käyttöä otetuista näytteistä.

Yleisesti myynnissä oleviin murskeisiin sovelletaan standardeja SFS-EN 13242 (CE-merkki- ja kiviainesvaatimukset, mm. vaatimus kantavan kerroksen murskeen Los Angeles-luvulle) ja SFS-EN 13285 (rakeisuusvaatimukset sitomattomille kiviainesseoksille), kun suurin raekoko D on enintään 80 mm. Niiden moduuli arvioidaan rakeisuusluokan ja raekoon perusteella taulukosta 20.

Taulukko 20. Odemarkin mitoituksessa käytettävät yleisesti myynnissä olevien standardimurskeiden E-moduulit.

Rakeisuusluokka (SFS-EN 13285 ja InfraRYL)	Moduuli, MPa			
	100	150	200	280
	Raekoko o/D (D = maksimiraekoko), mm			
G ₀	0/8...0/11,2	0/16...0/22	0/31,5	0/40...0/80
G _P	"	"	0/31,5...0/63	0/80
G _A	"	"	0/31,5...0/56	0/63...0/80
G _C	"	"	0/31,5...0/63	0/80
Soratien kulutusk.	0/11,2...0/16			
Soratien sidekerros		0/22...0/31,5		

G₀ on vähän hiekkarakeita sisältävä, avoin (eli muodoltaan roikkuva) rakeisuuskäyrä ja siksi hyvin vettä läpäisevä, nopeasti kuivuva ja märkänäkin hyvin kantavuutensa säilyttävä.

G_P on vastaava rakeisuusluokka, jonka sallittu rakeisuusvaihtelu on suurempi kuin G₀:lla.

G_A ja G_C sisältävät enemmän hiekkaa (0,063...2 mm raekokoja) kuin edellä mainitut.

G_A ja G₀ kelpaavat **InfraRYL**:n mukaan kantavan kerroksen materiaaliksi.

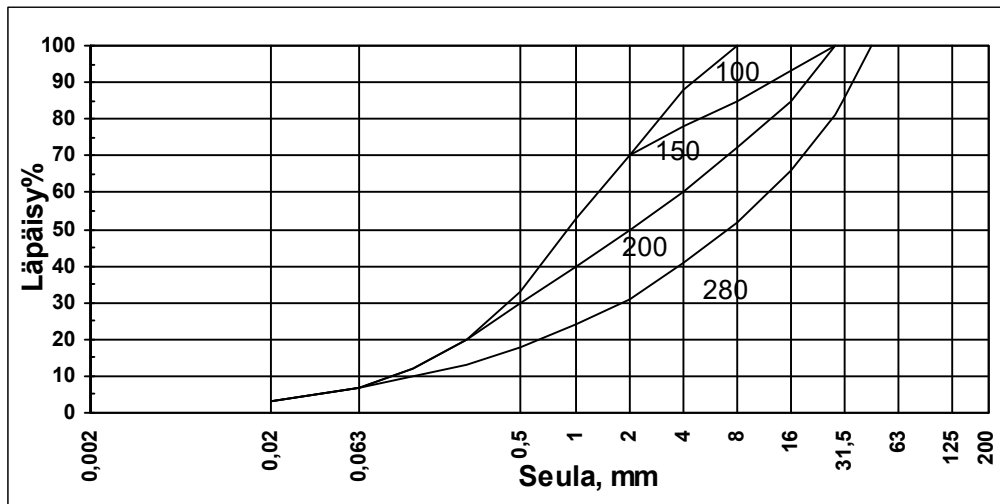
4.5.3 Muut kuin SFS-EN 13285 mukaisesti luokitellut kiviainekset

Louhe

Louheen moduuli on 280 MPa. Tätä arvoa sovelletaan myös louhekerroksen yläosassa käytettävään pienlouheesta ja murskeesta tehtyyn kiilauskerrokseen.

Murskeet

Jos kiviainesta ei luokitella standardin SFS-EN 13285 mukaisesti, E-moduulit arvioidaan kuvan 7 perusteella.



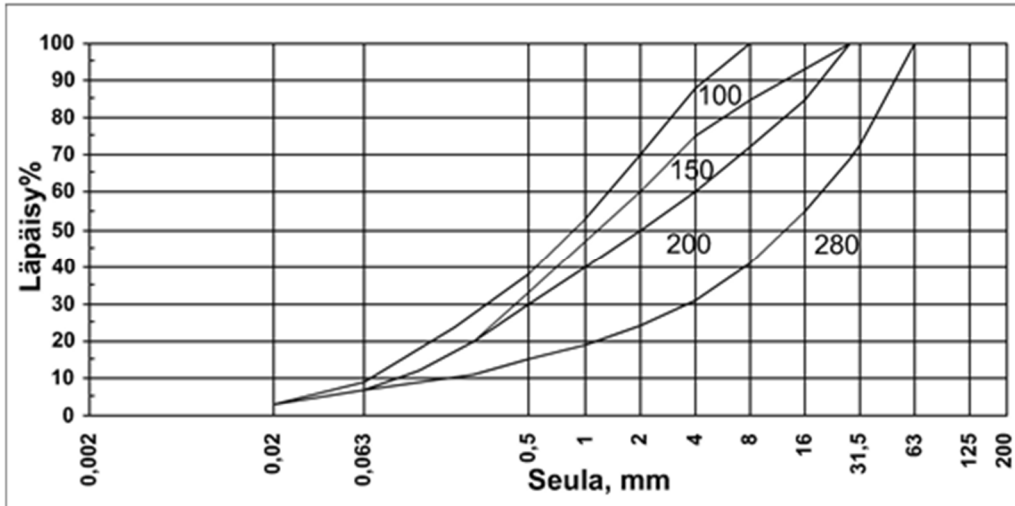
Moduulit (MPa)	Seulakoko (mm) ja sitä vastaava läpäisy-% enintään									
	0,02	0,06	0,5	1	2	4	8	16	31,5	45
280	3	7	18	24	31	41	52	66	86	100
200	3	7	30	40	50	60	72	85	100	
150	3	7	33	53	70	78	85	93	100	
100	3	7	33	53	70	88	100			

Kuva 7. Murskeen moduulin arviointi rakeisuuskäyrän perusteella. Heikoin alue, jolla rakeisuuskäyrä käy, määrää sen moduulin.

Luonnonsorat

Jakavaan tai kantavaan kerrokseen kelpaavien sorien (ja soraisten hiekkojen) E-moduulit arvioidaan rakeisuuskäyrien perusteella kuvasta 8.

Koko toimituserän moduuli E on arvo, jota suurempia tai yhtä suuria on vähintään 75 % yksittäisnäytteiden moduuleista.

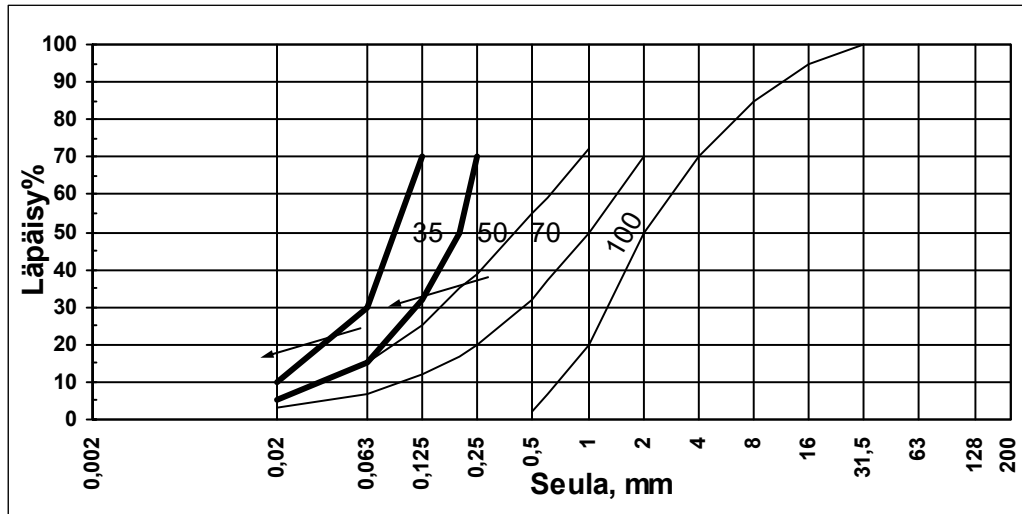


Moduulit (MPa)	Seulakoko (mm) ja sitä vastaava läpäisy-%									
	0,02	0,06	0,5	1	2	4	8	16	31,5	45
280	3	7	15	19	24	31	41	55	73	100
200	3	7	30	40	50	60	72	85	100	
150	3	7	33	47	60	75	85	93	100	
100	3	9	38	53	70	88	100			

Kuva 8. Soran moduulin arviointi rakeisuuskäyrän perusteella. Heikoin alue, jolla rakeisuuskäyrä käy, määrää sen moduulin.

Suodatinkerroksen hiekka

Suodatinkerrokseen tarkoitetun luonnonhiekan moduuli arvioidaan kuvan 9 perusteella. Kuvaa ei käytetä pohjamaan vastaavien materiaalien moduulin määrittämiseen, vaan ne määritetään taulukon 6 mukaisesti. Koko toimituserän moduuli on arvo, jota suurempia tai yhtä suuria on vähintään 75 % yksittäisnäytteiden moduuleista.



Kuva 9. Suodatinkerroksen hiekan moduulin arviointi rakeisuuskäyrän perusteella. Heikoin alue, jolla rakeisuuskäyrä käy, määrää sen moduulin. Rakeisuuskäyrät eivät saa ylittää paksua rajakäyrää nuolen suunnassa.

On huomattava, että 35 MPa:n alueella oleva suodatinhiekkä on lievästi routivaa ja sitä saa käyttää vain hyvin kuivatetuissa käyttökohteissa ja varmistamalla laadunvalvonnalla sekä materiaalin homogenisoinnilla, että rakeisuuskäyrät eivät ylitä paksua rajakäyrää nuolen suunnassa.

4.5.4 Uusiomateriaalien E-moduulit

Taulukon 21 perusteella arvioidaan siinä esitettyjen uusiomateriaalien moduulit. Lisätietoa uusiomateriaalien käytön edellytyksistä on esitetty ohjeessa **Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa** ja koekäytössä olevasta **Uusiomateriaalioppaasta**, (Liikennevirasto 2014).

Taulukko 21. Odemarkin mitoituksessa käytettävät uusiomateriaalien E-moduulit.

Materiaali	E, MPa ¹⁾	Huomautukset
Betonimurske BEM I	700 $E_A \geq 70, n=10$	Sitomattoman kantavan kerroksen rakeisuusvaatimukset. 28d:n puristuslujuus $\geq 1,2$ MPa.
Betonimurske BEM II	500 $E_A \geq 50, n=10$	Sitomattoman kantavan kerroksen rakeisuusvaatimukset. 28d:n puristuslujuus $\geq 0,8$ MPa
Betonimurske BEM III	280 $E_A \geq 47, n=6$	Sitomattoman kantavan kerroksen rakeisuusvaatimukset.
Masuunihiekka MaHk	600 $E_A \geq 60, n=10$	28 d:n puristuslujuus $\geq 1,0$ MPa
Masuunikuonamurske MaKu	430 $E_A \geq 78, n=6$	Sitomattoman kantavan kerroksen rakeisuusvaatimukset.
Kappalekuona KapKu	350 $E_A \geq 58, n=6$	

1) E = Rakenteen mitoituksessa käytettävä materiaalin E-moduuli (MPa), jos stabiloidun kerroksen alustan kantavuus E_A on vähintään samassa solussa mainittu arvo. Jos E_A on pienempi, mitoituksessa käytettävä E-moduuli on $n \times E_A$.

4.6 Muut päällysrakennetta koskevat vaatimukset ja opastukset

4.6.1 Huonosti vettä läpäisevä kerros

Päällysrakenne säilyttää kuormituskestävyytensä paremmin, jos rakennekerrosten vedenläpäisevyys paranee alaspäin mennessä ja vesitiivis pohjamaa on mahdollisimman kaukana tien pinnasta. Raskas ajoneuvo aiheuttaa sitomattomiin kerroksiin nopeasti liikkuvan paineaallon, joka näkyy mm. huokosveden paineen nopeana nousuna. Päällyste voi vaurioitua, jos veden paine ei pääse purkautumaan alaspäin. Päällysrakenteen murskeeseen tai vesitiiviin kerroksen pintaan voi syntyä talvella jäälinsejä, jos vesi ei pääse talvella poistumaan alaspäin, mutta vettä pääsee päällysteen huokosten tai halkeamin läpi rakenteeseen.

Tästä syystä

- Päällysrakenteeseen ei saa jättää päällystekerrosta alle 0,5 m etäisyydelle tien pinnasta murskekerroksen alle. Alla oleva vesitiivis päällyste estää veden poistumisen murskeesta, jolloin päällysrakenne ei kestä kuormia. Poikkeuksena on betonikivipäällyste, jolloin vesitiiviin päällysteen päälle tehdään ohut asennushiekkakerros.
- Erialaisten stabilointien ja uusiomateriaalien osalta arvioidaan materiaalityyppittäin, sovelletaanko edellä kuvattu ehto, kun materiaalin ja päällysteen välissä on sitomattomia kerroksia.
- Vesitiiviiden stabilointien päällä käytetään suolattavilla teillä kohdan 5.7 mukaista vesitiivistä päällystettä, jotta kerrosten väliin ei synny jäälinsejä.
- Vesitiiviin pohjamaan kohdalla käytetään vähintään 0,5 m paksuista päällysrakennetta tai jos vesitiiviinä alusrakenteena on kallio, kallio irtilouhitaan kohdan 4.6.4 mukaisesti.

4.6.2 Hienoainespitoiset ja routivat rakennekerrosmateriaalit rakenteissa

Kun päällysrakenteessa käytetään **InfraRYL:n** mukaisia materiaaleja, ne voidaan olettaa lähtökohtaisesti routimattomiksi. Seuraavassa tarkastellaan tilannetta, kun rakennusvaiheessa tai sen jälkeen huomataan, että routimattomaksi tarkoitettun rakennekerroksen hienoainespitoisuus ylittää **InfraRYL:ssä** sallitun rajan sallittua useammassa näytteessä.

Kantavassa kerroksessa liian suuri hienoainespitoisuus on erityisen haitallista. Materiaaliin voi syntyä talvella routanousua, jonka sulaminen nopeuttaa tien deformaatiota ja varsinkin ohuen päällysteen halkeilua. Kesälläkin tällainen materiaali kyllästyy helposti vedestä, mikä tekee siitä dynaamisia kuormia huonosti kestäväksi, mikä nopeuttaa tien deformaatiota ja päällysteen vaurioitumista. Hienoainespitoisuus pienentää kerroksen E-moduulia märkänä aikana, mutta kuivan kerroksen moduulia se voi suurentaa. Jos jälkikäteen havaitaan, että rakentamisessa on käytetty liian hienoainespitoisia materiaaleja, korjaavat toimenpiteet suunnitellaan tapauskohtaisesti. Mikäli kerros saa jäädä paikalleen, tien nopeampi vaurioituminen hyvitetään arvonmuutoksella. Liian suurta hienoainespitoisuutta ei voi korvata muita rakennekerroksia paksuntamalla. Vesitiivis päällyste voi hidastaa vaurioitumisen alkamista halkeamien syntymiseen asti. Hienoaineksen vaikutus voidaan eliminoida stabiloimalla kerros tai sekoittamalla siihen sepeliä.

Jakavassa ja suodatinkerroksessa sallittua suurempi hienoainespitoisuus ei heikennä tien kuormituskestävyyttä yhtä paljon kuin suuri hienoainespitoisuus kantavassa kerroksessa. Jos suodatinkerroksen hienoainespitoisuus ylittää 15 %, kerroksessa voi esiintyä epätasaista routanousua, jos rakennetta ei kuivateta pohjaan asti tehokkaasti. Myös jakavan kerroksen alempi E-moduuli voidaan korvata paksuntamalla ylempiä kerroksia. Lievästi routivan jakavan kerroksen käyttöä ja kuivatusta on käsitelty kohdassa 4.6.3.

Kun stabiloidaan routivaa maa-ainesta tai uusiomateriaalia päällysrakenteeseen sopivaksi, voi käydä niin, että jollakin osuudella hienoaines ei sitoudu suunnitellulla tavalla. Vanhassa rakenteessa sidokset ovat voineet purkaantua vuosien kuluessa päällysteen halkeamista valuvan suolaveden ja toistuvien sulamis-jäätymissykliä vaikutuksesta. Rapautumisen estämiseksi hydraulisten stabilointien päälle rakennetaan kohdan 5.7.2 mukainen vesitiivis päällyste.

4.6.3 Lievästi routivan moreenin käyttö päällysrakenteessa

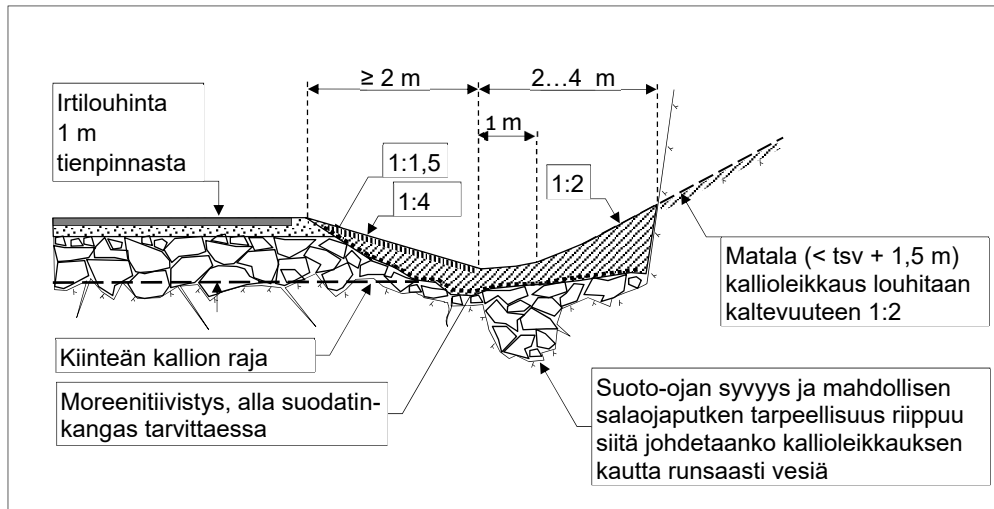
Jakavan kerroksen ohjealueeseen kuuluvaa, mutta hienoainespitoisempaa, välivarastoitua tai murskattua moreenia voidaan käyttää jakavassa kerroksessa, kun tien kuormitusluokka on enintään 2,0. Välivarastoinnin tarkoituksena on tasalaatuistaa moreeni. Jakavassa kerroksessa moreenin tai moreenimurskeen hienoainespitoisuus (alle 0,063 mm) saa olla enintään 15 %. Veden kapillaarinen nousu pohjamaasta moreenikerrokseen estetään suodatinkerroksella, jonka paksuus vähintään 200 mm ja hienoainespitoisuus enintään 15 %. Veden nousu sivuojista moreenirakenteeseen estetään, suunnittelemalla sivuojalle riittävä syvyys ja viettokaltevuus.

4.6.4 Irtilouhintaa ja louherakenne

Kun alusrakenteena on kallio, veden haitallinen kertyminen päällysrakenteen alaosaan ja kallionokkien haitallinen vaikutus tien tasaisuuteen estetään rikkomalla kallion yläosa irtilouhinnalla kuvan 10 mukaisesti. Ehjä kallio ei saa ulottua 1 metriä lähemmäksi tien pintaa. Jos kallionpinta vaihtelee 0 - 2 metrin syvyydessä, irtilouhintaa syvyudeksi voidaan valita 2 m tien pinnasta siirtymäkiilojen vähentämiseksi.

Louherakenteeksi sanotaan rakennetta, jossa jakava kerros on tehty louheesta, jonka suurimpien lohkeiden halkaisija on 300...600 mm. Louhekerroksen paksuus on vähintään kaksi kertaa louheen suurin lohkekoko. Louhekerroksen yläosa kiilataan hienommalla louheella ja murskeella siten, että päälle tehtävä kantava kerros ei varise kerrokseen ja pinnasta saadaan riittävän tasainen. Louherakenteen päällä olevan sitemattoman kerroksen paksuus on vähintään 0,25 kertaa louheen suurin lohkekoko.

Sivuojan pohjan ollessa louheen alapintaa ylempänä, on estettävä luiskatäytteen tai lietteen valuminen louheeseen suodatinkankaalla.



Kuva 10. Kallion irtilouhinta ja louheen päälle tulevia luiskarakenteita

4.6.5 Suodatinkerrosten tai suodatinkankaan tarve

Rakennekerrokset eivät saa sekoittua haitallisesti alusrakenteen kanssa tai keskenään. Jakavan kerroksen alle tarvitaan suodatinkerros tai suodatinkangas, jos jakavan kerroksen kiviaineksessa on 2 mm seulan läpäisevää ainesta:

- alle 15 %, suodatin tarvitaan E, F, G, H ja J luokan alusrakenteilla ja hienorakeisen suodatinkerroksen (E-moduuli ≤ 50 MPa) päällä
- 15...25 %, suodatin tarvitaan F, G, H ja J luokan alusrakenteilla
- 25...50 %, suodatin tarvitaan G, H ja J luokan alusrakenteilla
- yli 50 %, suodatin tarvitaan G luokan alusrakenteilla

Suodatinkangas tai -kerros tarvitaan muissakin tapauksissa, kun alusrakenne on niin häiriintynyt kosteuden, liikenteen tai käsittelyn vuoksi, että kerrosten sekoittumisvaara on suuri.

4.6.6 Hydraulisen stabiloinnin sisältävä rakenne

Hydraulisesti sidottuja stabilointeja ovat stabiloinnit, joissa materiaalin moduuli tai pieni routaturpoama perustuu sementin, kalkin tai sitoutuvan tuhkan tuottamiin sidoksiin.

Sementtistabiloinnin alustan laskennallisen kantavuuden ja vähimmäispaksuuden pitää olla ohjeen **Päällysrakenteen stabilointi** mukainen. Stabiloinnin vähimmäispaksuus on asemasekoituksessa 120 mm ja tiesekoituksessa 150 mm, kuitenkin vähintään kaksi kertaa suurin raekoko.

Kohdassa 5.7 on esitetty vesitiivyyttä koskeva vaatimus hydraulisen stabiloinnin päällä käytettävälle päällysteelle. Kohdassa 4.3 on esitetty omat tavoitekantavuutta ja päällystepaksuutta koskevat vaatimukset hydraulisen stabiloinnin sisältäville rakenteille.

4.6.7 Betonikivirakenne

Kuormitusluokassa 5,0 ja sitä ylemmissä kuormitusluokissa betonikiven vähimmäispaksuus on 100 mm. Tällöin betonikivi ja 30...40 mm asennushiekkakerros korvaavat 130 mm kohdan 4.3 mukaisista päällystekerroksista. Jos vaadittu päällysteiden kokonaispaksuus on suurempi, asennushiekan alle tehdään vähintään 40 mm kerros ABK:ta (esim. kuormitusluokan 5,0 140 mm päällysteitä korvaava betonikivirakenne: betonikivi 100 mm + asennushiekka 30 mm ja ABK 40 mm, yhteensä 170 mm)

Kuormitusluokassa 2,0 ja sitä alemmissä luokissa 80 mm betonikivi ja 30...40 mm asennushiekkakerros korvaavat kohdan 4.3 mukaiset enintään 100 mm päällystekerrokset.

Vettä läpäisevät betonikivirakenteet voivat soveltua esimerkiksi henkilöautoille tarkoitettuille pysäköintialueille osana muutoinkin avointa alas asti vettä läpäisevää rakennetta. Läpäisevä betoni soveltuu huonosti kohteisiin, jossa liikennemäärä on suuri ja/tai pinnan tukkeutumisen vaara on ilmeinen. Lisäksi suolaus voi rajoittaa läpäisevän betonin käyttöä. Vettä läpäisevien betonikivien asennus- ja saumauserä materiaalin kivianneksen tulee olla rakeisuudeltaan sellaista, että se läpäisee hyvin vettä ja että se ei heikennä betonikivien tai muiden rakennekerrosten vedenläpäisevyyttä. Vettä läpäisevässä betonikivirakenteessa käytetään mahdollisissa asfalttikerroksissa avointa asfalttia AA. Pysäköinti- ja levähdysalueet suunnitellaan luvun 8.3 mukaisesti.

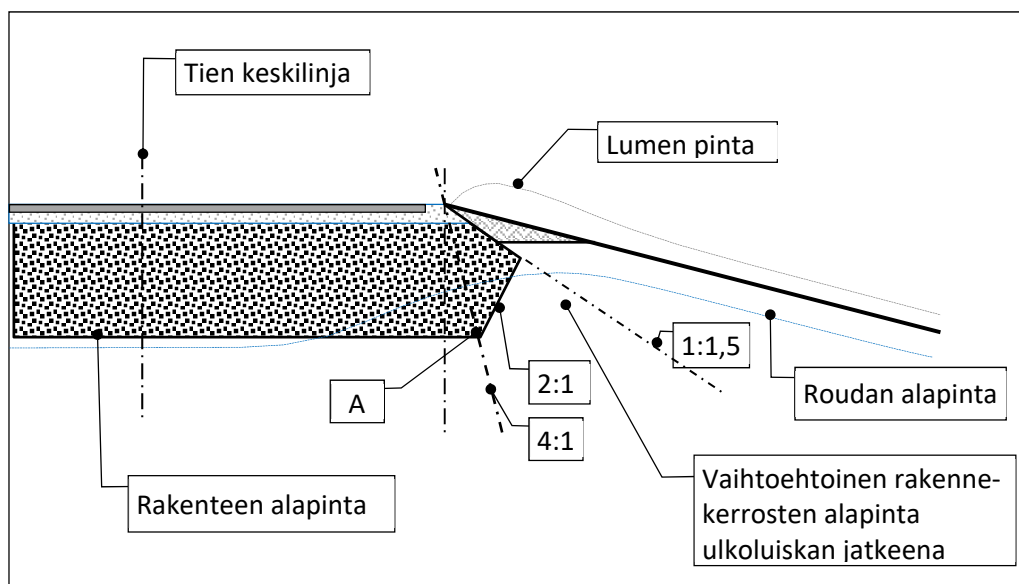
4.7 Kerrosten ja luiskan muotoilu

Tien sisä- ja ulkoluiskan pinnan sekä keskialueen ja ojan pohjan muodot suunnitellaan ohjeen **Tien poikkileikkauksen suunnittelu** mukaisesti. Maaleikkauksen ulkoluiskan kaltevuus on normaalisti 1:2. Eroosiovaara tai luiskan vakavuus voi vaatia loivemman luiskan. Pohjaveden suojauksissa ulkoluiska tehdään yleensä loivemmaksi. Kinostavilla peltoaukeilla luiskan loiventaminen vähentää kinostumista.

Tässä ohjeessa kerrotaan, miten rakennekerroksen luiskat suunnitellaan.

Maalaatikkorakenne tarkoittaa rakennetta, jossa päällysrakenteen alaosa on sijoitettu pohjamaan pinnan alapuolella olevaan kaivantoon. Maalaatikon kohdalla rakennekerrosten leveys ja luiskat suunnitellaan kuvan 11 mukaisesti. Maalaatikon pohja rakennetaan hieman tien pintaa leveämmäksi tien kestävyuden varmistamiseksi ja helpottamaan mahdollisten levennysten rakentamisesta. Maalaatikon alareunan kulmapiste A sijaitsee tien reunalinjan ulkopuolella vähintään mitan, joka määräytyy 4:1 apuviivan mukaisesti.

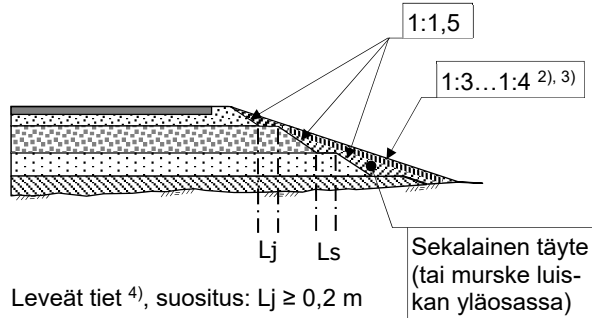
Maalaatikon alaosan reuna voidaan tehdä kaltevuuteen 2:1 kuvan mukaisesti, jos pohjamaan maalaji pysyy tässä asennossa. Muuten käytetään kaltevuutta 1:2. Kaltevuus 1:2 on rakentamisen kannalta käytännöllinen myös silloin, kun leikkauksen 1:2 ulkoluiska on suoraan sen jatkeena.



Kuva 11. Tien rakennekerrosten leveys maalaatikkorakenteessa.

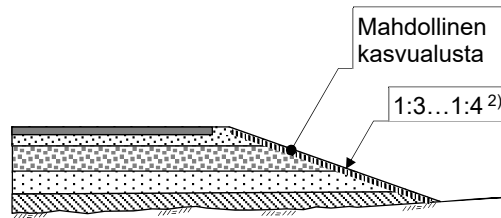
Päällysrakenteen yläosassa luiskat suunnitellaan kuvan 12 ja 13 mukaisesti. Kuvassa 12 on esitetty keinot, joilla saavutetaan riittävä reunakantavuus ja kuvassa 13 keinot, joilla rakennekerrokset voidaan kuivattaa, jos ei käytetä salaojia tai pohjamaa ei ole riittävän vettä läpäisevä.

A) PORRASTETTU RAKENNE ¹⁾

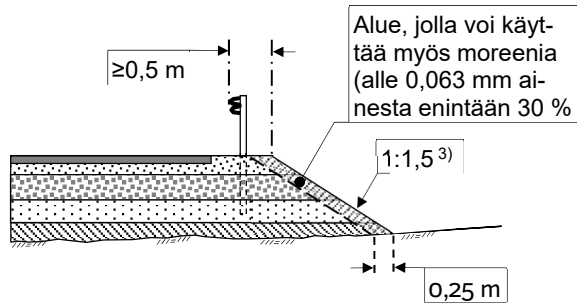


Leveät tiet ⁴⁾, suositus: $L_j \geq 0,2 \text{ m}$
Kapeat tiet, vaatimus: $L_j \geq 0,2 \text{ m}$
ja $L_j + L_s \geq 0,5 \text{ m}$

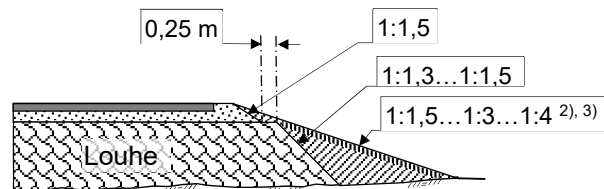
B) RAKENNEKERROKSET LUISKAAN ASTI



C) KAITEELLINEN JYRKKÄ LUISKA



D) LOUHERAKENNE



1) Luiskakaltevuus- tai porrastusvaatimus koskee päällysrakenteen ja routimattoman penkereen yläosaa vähintään 0,5 m:n syvyyteen tien pinnasta, käytännössä jakavaa ja kantavaa kerrosta. Tämän alapuolella kaltevuus on 1:1,5 tai sama kuin päällysrakenteen yläosassa (1:n).

2) Liikenneturvallisuus ja tien ulkonäkö määräävät luiskan enimmäiskaltevuuden (Tien poikkileikkauksen suunnittelu). Tarvittaessa voidaan käyttää vieläkin loivempaa luiskaa.

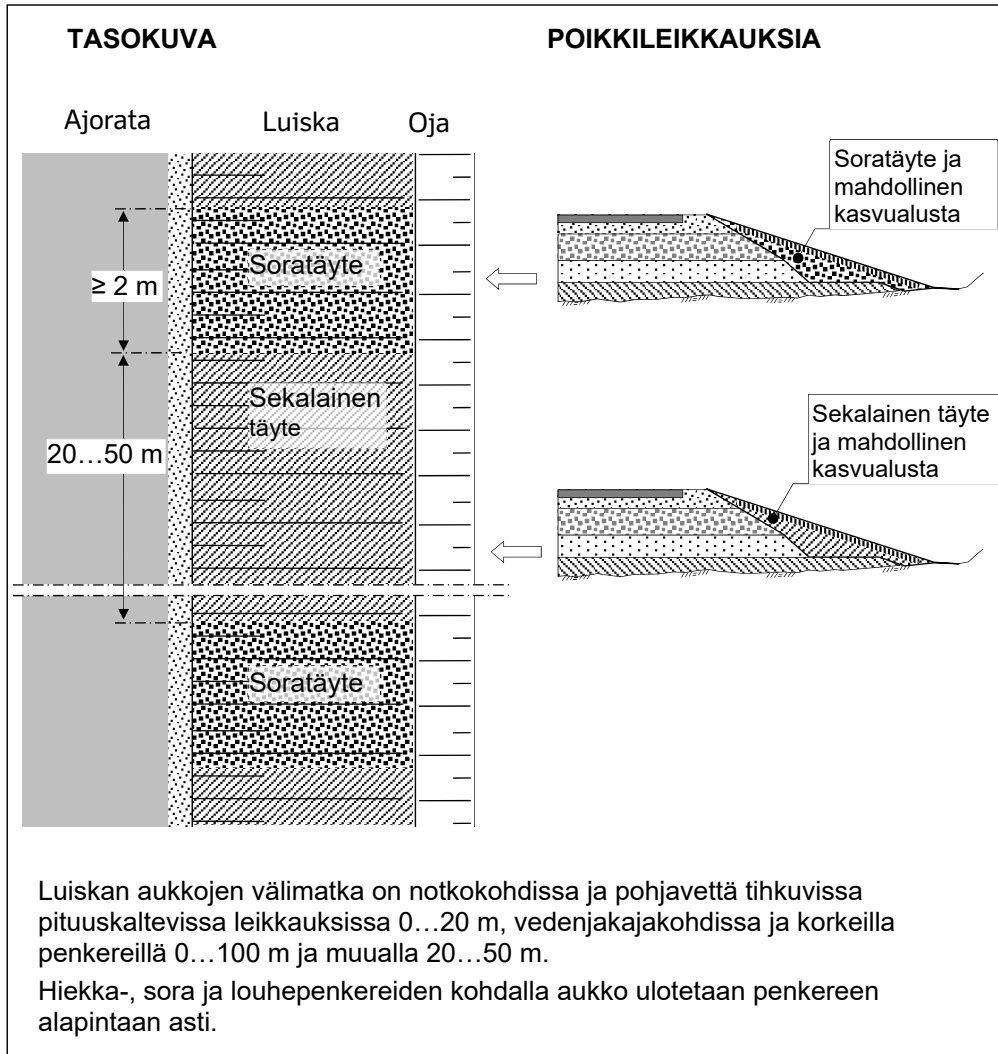
3) Luiskatäyteen materiaali (esimerkiksi Sa, Si, SiMr) saattaa vaatia loivemman luiskan.

4.

Huom.: Veden pääsy päällysrakenteesta ja pengertäyhteestä luiskan läpi on aina varmistettava.

Kuva 12. Tierakenteen luiskakaltevuuksia

Jos pengertäytteen ja/tai päällysrakenteen luiskatäytteenä käytetään yli 30 % hienoainesta sisältävää luokan H4 tai S4 materiaalia, luiskatäyte on katkaistava kuvan 13 mukaisesti ja aukkoon tehdään vettä läpäisevä vähintään 0,5 m paksu täyte hiekasta, sorasta tai murskeesta. Vaihtoehtoisesti rakenne kuivatetaan salaojilla, josta on purkuaukko riittävän tiheästi. Salaoja on ainoa vaihtoehto, kun rakennekerrokset ulottuvat avo-ojan pohjan alapuolelle.



Kuva 13. Vettä läpäisevät aukot huonosti läpäisevässä luiskatäytteenä

5 Päällysteiden suunnittelu

5.1 Yleistä

5.1.1 Päällysteitä koskevat ohjeet

Päällysteen alustan kantavuutta ja päällysteen kokonaispaksuutta koskevat vaatimukset on esitetty kohdassa 4.3 ja 4.4.

Päällysteiden raaka-aineiden yleiset laatuvaatimukset ja koostumuksen suunnitteluperiaatteet on esitetty tarkemmin PANK ry:n julkaisussa **Asfalttinormit**. Toimenpiteiden toteutusta koskevat yleiset laatuvaatimukset on esitetty Rakennustiedon julkaisussa **InfraRYL**.

Päällystetyypin vaikutusta tieympäristön melutasoon on käsitelty ohjeessa **Tien melusteiden suunnittelu**.

Silloilla käytettäviä päällysteitä on käsitelty ohjeessa **Täydentäviä ohjeita siltojen suunnitteluun**.

Maanteiden päällysteiden ylläpitoajan päällystesuunnittelua sekä päällysteiden ylläpidon toimenpidetyyppejä on käsitelty Liikenneviraston oppaassa **Päällysteiden ylläpidon toimenpidesuunnittelu**. Päällysteiden paikkausmenetelmiä on käsitelty ohjeessa Päällysteiden paikkaus.

5.1.2 Päällystesuunnittelun ajoitus ja tehtävät

Päällystesuunnittelu painottuu maanteiden rakennussuunnitteluvaiheeseen. Asfalttimassan suunnittelu tehdään pääosin hankkeiden toteutusvaiheessa päällysteurakoitsijan toimesta. Päällystesuunnitteluun kuuluu pääpiirteissään alla luetellut vaiheet. Kuitenkin esimerkiksi vaiheittain rakentaminen saattaa edellyttää suunnitteluvaiheessa toteutusvuoden, massatyyppin ja päällystekerrosten paksuuksien iterointia.

- Suunnittelukohteen lähtötietojen hankinta
- Vaiheittain rakentamisen suunnittelu
- Päällystystoimenpidetyypin valinta, kun käsitellään urautunutta alustaa
- Päällystekerrosten paksuuden ja leveyden määrittäminen
- Vaatimusten asettaminen päällysteen kestävyysominaisuuksille
- Pohjavedensuojauksiin, hydraulisten stabilointien ja teräsverkkojen suojauksiin ja meluntorjuntaan liittyvät erityisvaatimukset
- Päällysteessä käytettävän massatyyppin valinta
- Vaatimusten asettaminen asfalttimassalle ja asfaltin raaka-aineille

Vaiheiden toteutusjärjestys vaihtelee urakkamuodosta riippuen. Vähäliikenteisillä teillä vaiheita on vähemmän (lähtötiedot, paksuuden valinta, massatyyppin valinta ja raaka-aineiden valinta).

5.1.3 Yksityiskohtaisen päällystesuunnittelun lähtötiedot

Uuden maantien yksityiskohtaista päällystesuunnittelua varten tarvitaan seuraavat lähtötiedot ja vaatimukset:

- Tien poikkileikkaus
- Talvinopeusrajoitus
- Liikennemäärä, useampikaistaisella tiellä kaistakohtaisena
- Kuormitusluokka, useampikaistaisella tiellä eri ajokaistat ja pientareet eroteltuna
- Edellytetäänkö tai sallitaanko jollakin osuudella päällysteiden vaiheittain rakentamista ja minä vuonna viimeinen urakkaan kuuluva päällyste on tehtävä
- Missä liittymien tulohaaroissa sovelletaan kohdan 5.6.4 deformaatiomitoitusta
- Talvella tulevaisuudessa suolattavat osuudet, jolla mahdollisesti käytettävät hydrauliset stabiloinnit ja teräsverkot on suojattava vesitiivillä päällysteellä kohdan 5.7 mukaan. Jos tätä ei esitetä lähtötietona suolaaminen arvioidaan kohdan 5.7.3 perustella.
- Pohjaveden suojausalueet ja suojauksen tyyppi
- Osuudet, joilla vaaditaan tietty päällyste ympäristön melutason alentamiseksi
- Tiedot tiehankkeelta saatavien materiaalien laadusta (kelpoisuus asfalttikiviainekseksi)
- Poiketaanko suunnitelmassa siitä, oletuksesta, että päällysteen kulumisurat korjataan takuuajan jälkeen REM-käsittelyllä, kun kaistan liikennemäärä ylittää kohdassa 5.6.8 esitetyn liikennemäärärajan, tai lievennetäänkö kohdan 5.6.8 vaatimusta muulla tavalla.
- Vaatimus päällysteiden nastarengaskulumiskestävyydelle, deformaatiokestävyydelle tai sallitut bitumityypit. Vaatimuksen asettamisessa tarvitaan tietoja alueella yleisesti saatavilla olevien päällystekiviainesten kuulamylylarvoista sekä alueella yleisesti käytetyistä massatyypeistä.
- Asetetaanko päällysteen sideaineelle jollakin osuudella kohdasta 5.8.4 poikkeavia vaatimuksia.
- Osuuksittain ja kaistoittain takuuaikaiset vaatimukset ja niiden toteamisaika sekä mahdolliset arvonmuutosperusteet.

Kun urakka sisältää suunnittelun, tilaaja luovuttaa edellä kuvatut tiedot.

Kun hyödynnetään nykyistä tietä, lähtötiedoiksi tarvitaan lisäksi luvussa 7 vaaditut tiedot.

5.1.4 Yksityiskohtainen päällystesuunnittelu

Yksityiskohtaisessa päällysteiden suunnittelussa määritetään tarkemmin yksittäisten päällystekerrosten

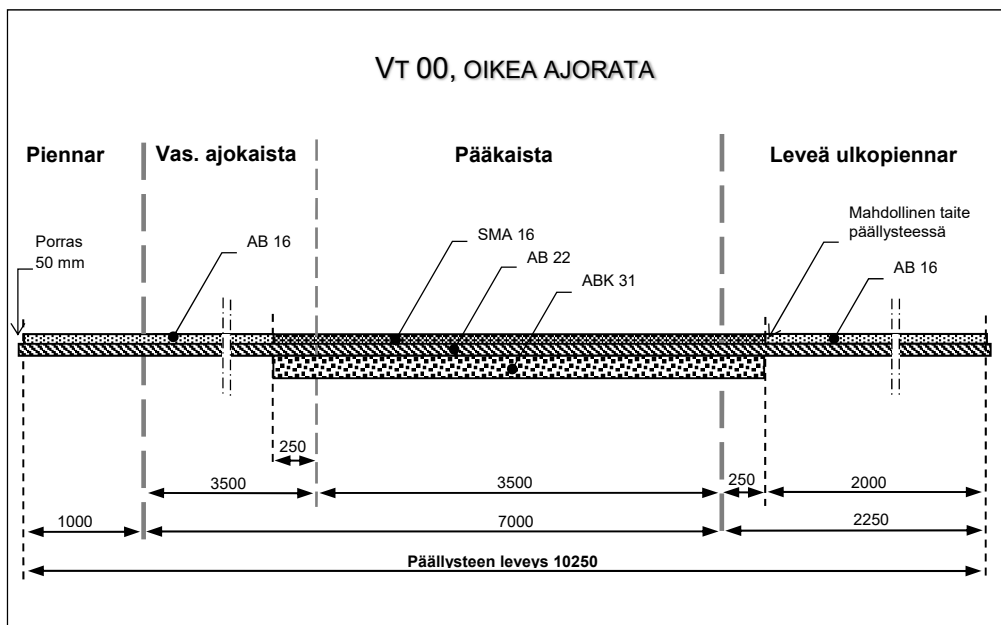
- ajoitus
- massatyypit ja sen materiaalien ominaisuudet ja seossuhteet
- päällystysmenetelmät.

5.2 Päällysteen leveys ja paksuus

5.2.1 Päällysteen leveys

Ylin päällystekerros tehdään tiesuunnitelmassa määrättyyn leveyteen. Alempi päällystekerros tehdään 100 mm ylempää leveämmäksi niin, että molempiin reunoihin syntyy vähintään 50 mm leveä porras (kuva 14). Kuormituskestävyyden kannalta luvun 4 mukaisesti mitoitettu päällysrakenteen kokonaispaksuus ulotetaan koko tien leveydelle. Tästä on kuitenkin seuraavat poikkeukset:

Jos pääkaistan vieressä on leveä piennar, pysäkki tai toinen ajokaista, jonka rakenne mitoitetaan luvun 4 perusteella peruskaistaa heikommaksi, ulotetaan peruskaistan paksummat päällysteet vähintään 250 mm viereisen kaistan puolelle. Tällaisen pientareen tai pysäkin sivukaltevuuskin voi poiketa ajokaistan kaltevuuden suunnasta.



Kuva 14. Esimerkki eri päällystekerrosten (tai stabilointien) leveyksistä ja muutoskohdista tiepoikkileikkauksessa, jos sovelletaan kaistakohtaista mitoitusta.

5.2.2 Päällysteen vähimmäispaksuus

Uusilla teillä vähimmäisvaatimus maantien päällystekerrosten kokonaispaksuudelle (mm) määräytyy kuormituskestävyysmitoituksen perusteella kohdan 4.3 mukaisesti.

Kuormitusluokkataulukoissa esitettyjen AB-rakenteiden päällysteiden kokonaispaksuus käsittää SMA, AB, ja ABK -kerrokset sekä näiden asemasekoitteiset muunnelmat, joissa on bitumia vähintään 3,8 %. ABK:ta käytetään kuormitusluokissa 2,0–60,0 päällysteen alimpana kerroksena. Sen osuus lopullisesta päällysteiden kokonaispaksuudesta saa ajokaistoilla olla enintään 65 %. Asfalttimassatyyppejä AB 11 ja SMA 11 hienorakeisemmat päällystekerrokset lasketaan kuormituskestävyyden vaatimaan kokonaispaksuuteen vain, jos niitä vaaditaan käytettäväksi meluntorjuntatarkoituksessa tai kun kysymyksessä on ensisijaisesti jalankulkijoille ja pyöräilijöille tarkoitettu väylä, jolla sallitaan autolla ajaminen; ja tällöinkin enintään 40 mm osalta.

Kuormitusluokkataulukoiden PAB-rakenteissa päällysteiden kokonaispaksuus käsittää PAB-V ja PAB-B-kerrokset, joissa on bitumia vähintään 3,1 %.

Vilkasliikenteisillä teillä (kaistan KVL yli 1500 ajon/vrk ja kaikilla vähintään kolmekaismaisilla teillä) viimeisen urakkaan kuuluvan päällystekerroksen vähimmäispaksuus on 40 mm, ellei massatyyppi tai toimenpidetyyppi edellytä tätä paksumman päällystekerroksen toteuttamista. Kun nykyiselle tielle tehdään ainoana toimenpiteenä uusi päällyste (luku 7), valitaan viimeisen päällystekerroksen paksuus tapauskohtaisesti.

Päällysteen toteutunut kokonaispaksuus osoitetaan poranäytteillä kaistan keskeltä ja tarvittaessa pientareelta.

Liikenneviraston ohje **Täydentäviä ohjeita siltojen suunnitteluun** edellyttää, että päällysteen vähimmäispaksuus on 80 mm kaikilla autoliikenteelle tarkoitetuilla betonikantisilla päällystetyillä maantiesilloilla. Tällöin kulumisurat voidaan korjata laatikojyrännän ja laatan avulla. Jalankulku- ja pyöräteillä olevilla betonikantisilla silloilla päällysteen vähimmäispaksuus on 40 mm.

Putkisilloilla käytetään samoja päällysteratkaisuja kuin samalla tieosuudella muutenkin.

5.2.3 Päällystekerrosten vähimmäispaksuudet

Päällystekerrosten paksuus esitetään suunnitelmassa ja vaatimuksissa paksuutena (mm) eikä massamääränä (kg/m²), koska paksuuden ja massamäärän suhde riippuu päällysteen tiheydestä. Päällystekerrosten paksuuden ja kohteella käytettävän päällysteen tiheyden perusteella voidaan tarvittaessa laskea massamäärä esimerkiksi toteutuksen seuranta varten. Päällysteen tiheys lasketaan Asfalttinormien mukaisesti.

Oletusvaatimukset päällystekerroksen vähimmäispaksuudelle ovat:

- a) Vakiopaksuisen päällysteen (LTA) kerrospaksuuden tulee olla vähintään 2,5 kertaa asfalttimassan maksimiraekoko. Poikkeuksena ovat ABK 22, AB 22 ja SMA 22 massat, joiden vähimmäispaksuus on tämän ohjeen mukaan suunniteltavissa kohteissa 50 mm sekä ABK 31 -massa, jonka vähimmäispaksuus on 70 mm.
- b) Massapintauksen (MP) keskimääräiseen paksuuteen sovelletaan **Asfalttinormeja** ilman em. poikkeuksia.

- c) MPKJ:ssä lisämäärän tulee olla vähintään 75% samasta kiviaineksesta ja massatyypistä tehdyn suunnitelmassa vaaditun vähimmäispaksuuden täyttävän päällystelaatan massamäärästä
- d) REMplus-menetelmässä lisämäärän tulee olla vähintään 55 % samasta kiviaineksesta ja massatyypistä tehdyn suunnitelmassa vaaditun vähimmäispaksuuden täyttävän päällystelaatan massamäärästä
- e) Päällystekerroksella saavutetaan vaiheittain rakentamisessa vaiheelta vaadittu päällystekerrosten paksuus.

On huomattava, ette edellä kuvattu REMplus voidaan REM-käsitellä toimivasti vain silloin, kun lisäkerros on samaa massatyyppiä kuin REMplus työn alustaksi jäävä kerros.

Esimerkkejä esitystavasta on kohdassa 5.5.2.

5.3 Massatyyppien valinta

Asfalttinormeissa on määritelty alla esitetyt asfalttimassatyypit. Asfalttimassatyyppien nimilyhenteen perään merkitään kiviaineksen enimmäisraekoko millimetreinä.

SMA, kivimastikiasfaltti SMA 8, SMA 11, SMA 16 ja SMA 22

AB, asfalttibetoni AB 8, AB 11, AB 16 ja AB 22

ABS, sidekerroksen asfalttibetoni ABS 16 ja ABS 22

ABK, kantavan kerroksen asfalttibetoni ABK 22 ja ABK 31

ABT, tiivis asfalttibetoni (kaatopaikoille ym.)

AA, avoin asfaltti

VA, valuasfaltti

PAB-B, pehmeä asfalttibetoni PAB-B 11, PAB-B 16 ja PAB-B 22

PAB-V, pehmeä asfalttibetoni viskositeettiluokan bitumista PAB-V 16

Vilkasliikenteisten maanteiden ylimpinä päällystekerroksina käytetään SMA- ja AB-päällysteitä. SMA on nastarengaskulutuskestävyydeltään paras massatyyppi, mutta jonkin verran kalliimpi kuin AB. SMA:n käyttö on yleensä kannattavaa, kun kaistan liikennemäärä on yli 2500 ajon/vrk. Hyvä nastarengaskulutuskestävyys johtuu SMA:n epäjatkuvasta kiviaineksen rakeisuudesta. Kiertoliittymiin soveltuu paremmin AB.

ABK-päällyste luokitellaan tässä ohjeessa ja **InfraRYL**:ssä päällystekerrokseksi. ABK-kerroksen päälle saa päästää vilkasta liikennettä vain liukkaudentorjuntakauden ulkopuolella. Liukkaudentorjuntakausi alkaa syksyn ensimmäisestä kemiallisesta liukkaudentorjuntakerrasta ja päättyy kevään viimeisenä kertana. Tämä ja kohta 5.2.2 rajoittavat ABK:n käytön vain alimpaan tai alimpiin päällystekerroksiin.

ABS -päällystettä käytetään kulutuskerroksen ja alimman päällystekerroksen välissä erittäin raskaasti kuormitetuissa kohteissa, joissa on tavoitteena jäykkä ja hyvin deformaatiota kestävä päällysrakenne.

PAB-B soveltuu kulutuskerrokseksi AB:n vaihtoehtona teillä, joissa tien KVL on enintään 2500 ajon/vrk. PAB-V soveltuu kulutuskerrokseksi, kun tien KVL on enintään 500 ajon/vrk, ei kuitenkaan teillä, joilla on runsaasti liittymissä kääntyviä raskaita ajoneuvoja. PAB-V:lle riittää kohdan 4.3 mukaisesti hiukan pienempi alustan tavoitekantavuus kuin muille päällysteille. PAB-päällysteitä ei käytetä säännöllisesti suolattavilla teillä.

Valuasfalttia (VA) käytetään paikkauksissa, kun reikää tai uraa ei voi paikata sään vuoksi paikattavaa päällystettä vastaavalla massalla. Laajaa valuasfalttipaikkausta ei sallita sellaisilla kohteilla, joihin tullaan ylläpidon aikana tekemään REM-käsittely. Jos valuasfalttia ei ensin poisteta, voi valuasfaltin bitumi nousta REM-käsittelyssä päällysteen pintaan. Valuasfaltin kulumiskestävyys on selvästi muita asfalttimassoja huonompi.

ABT on tarkoitettu kaatopaikkojen tiivistysrakenteisiin eikä se sovellu käytettäväksi maanteilla. Teiden vesitiiviinä päällysteenä käytetään AB-päällystettä, jonka vaatimukset on kuvattu tarkemmin kohdassa 5.7.

Vettä läpäisevien betonikivien alla käytetään **Asfalttinormien** mukaista avointa asfalttia (AA). Betonikivirakenteiden suunnittelu tehdään luvun 4.6.7 mukaisesti. Avoimien rakenteiden käyttöön liittyy riski öljypitoisien vesien kulkeutumisesta pohjaveteen ja maaperään. Avointa rakennetta ei pidä sen vuoksi käyttää pohjavesialueilla eikä raskaan liikenteen käyttämillä pysäköinti- ja levähdysalueilla.

Päällysteen enimmäisraekoon suurentaminen parantaa päällysteen kulumis- ja deformaatiokestävyyttä mutta lisää liikenteen aiheuttamaa rengasmelua. Enimmäisraekoon 22 mm päällyste sopii pitkäaikaiseksi kulutuskerrokseksi vain taajamien ulkopuolella, mutta alemmissa päällystekerroksissa ja lyhytaikaisena kulutuskerroksena se soveltuu myös taajamiin. Enimmäisraekokoa 11 mm hienorakeisempia massatyyppejä käytetään ajokaistoilla vain, jos niiden käyttö on perusteltua meluntorjuntaa ajatellen. Melua vaimentavia päällysteitä ei tule kulumiskestävyiden vuoksi käyttää, mikäli kaistan liikennemäärä on yli 6000 ajon/vrk. Melua vaimentavan päällysteen hyöty jää pieneksi, kun nopeusrajoitus on alle 50 km/h tai yli 100 km/h, jolloin moottorimelun tai ajoviimamelun osuus on suuri.

Kun betonisillalle tehdään kaksi päällystekerrosta, alempana kerroksena on siltakohdaisen vaatimuksen mukaisesti tavallisesti 30 tai 40 mm paksuinen AB-kerros tai joskus valuasfaltti. Kun ylempänä päällystekerroksena on SMA, **Täydentäviä ohjeita siltojen suunnitteluun** ohjeessa vaaditaan, että alempi päällystekerros on AB. Lisäksi voidaan vaatia, että sideaineena on kumibitumi, koska se parantaa vesitiiviyttä ja deformaatiokestävyyttä.

Sillan ylimmäksi päällystekerrokseksi tulisi valita sama massatyyppi kuin viereisillä tieosuuksilla. Kerroksen paksuuden tulee olla niin suuri, tavallisesti 40 tai 50 mm, että seuraavan päällystykseen yhteydessä tehtävä laatikkojyrsintä ei ulotu alempaan päällystekerrokseen. Päällystekerroksen vähimmäispaksuudessa noudatetaan kohtaa 5.2.2, mutta samalla kokonaispaksuudessa otetaan huomioon se, mille päällystepaksuudelle sillan reunapalkki ja kantavuus on suunniteltu. Karkeutetunkin valuasfaltin kulumiskestävyys on AB- ja SMA-päällysteitä huonompi, minkä vuoksi valuasfalttia ei pitäisi käyttää ylimpänä päällystekerroksena, kun kaistan KVL ylittää 1250 ajon/vrk. Valuasfaltti on kuitenkin toteutusvaiheessa ja varsinkin kunnossapidon aikana kalliimpi ratkaisu kuin että sillalla käytetään samaa massatyyppiä kuin jatkeena olevalla tieosuudella.

Jalankulku- ja pyöräteillä on päällysteen enimmäisraekoko enintään 16 mm. On kuitenkin suositeltavampaa valita enimmäisraekoon 11 mm päällyste. Rullaluistelijoiden ja rullasuksihiihtäjien suosimilla osuuksilla enimmäisraekoon tulisi olla 8 mm tai 11 mm. Betonikantisilla silloilla on tavallisesti vedeneristyksen päällä AB-päällyste samasta massasta kuin viereisillä tieosuuksilla.

5.4 Toimenpidetyypit ja niiden käyttö

5.4.1 Toimenpidetyypit

Päällystystoimenpide valitaan alustan laadun, massatyypin, liikennemäärän, tieympäristön ja tarvittavan päällystepaksuuden perusteella. Uusien teiden rakentamisessa käytetään pääasiassa toimenpidetyyppejä vakiopaksumainen asfalttipäällyste (laatta, LTA). Vaiheittain rakennettaessa sekä vanhaa rakennetta hyödynnettäessä voidaan käyttää vakiopaksumaisen päällystelaatan lisäksi myös muita alla lueteltuja toimenpidetyyppejä.

- Vakiopaksumainen asfalttipäällyste (laatta, LTA). Laatta tehdään tasatulle alustalle. Asfalttimassa levitetään mahdollisimman tasaisesti ja tiivistetään vaatimusten mukaiseen tiiveyteen ja tasaisuuteen. Jos alustana on toinen päällyste, sen tasattuun ja puhdistettuun pintaan levitetään liimauksessa käytettävä bitumiemulsio ennen massan levitystä.
- Massapintausta (MP). MP tehdään tasaamattomalle alustalle. Asfalttimassa levitetään alustalle, johon on levitetty liimauksessa käytettävä bitumiemulsio. Massapintausta tiivistetään vaatimusten mukaiseen tiiveyteen ja tasaisuuteen.
- Massapintausta kuumennusjyrsitylle ja tasatulle alustalle (MPKJ). Urautunut päällyste kuumennetaan ja jyrsitään vähintään urien pohjan tasoon saakka. Alusta tasataan jyrsinrouheella ennen uuden asfalttimassan levittämistä. Asfalttimassa levitetään välittömästi kuumennusjyrsityn ja tasatun alustan päälle mahdollisimman tasaisesti ja tiivistetään vaatimusten mukaiseen tiiveyteen ja tasaisuuteen.
- Massapintausta REMplus-menetelmällä (REMplus). REMplus-menetelmässä vanha päällyste kuumennetaan ja jyrsitään irti halutulta syvyydeltä vähintään urien pohjan tasoon saakka. Jyrsitty asfalttirouhe, johon lisätään vaadittaessa elvytintä, levitetään takaisin tielle. Ennen tiivistämistä tämän massan päälle levitetään kaksoisperällä varustetulla levittimellä erillinen kerros lisämateriaalia. Käytettävän lisämateriaalin määrän on oltava vähintään kohdan 5.2.3 mukainen. Pintaan jäävä lisämateriaali määrää päällysteen kulumiskestävyyden.
- Uusiopintausta REM -menetelmällä (REM). REM-menetelmässä vanha päällyste kuumennetaan ja jyrsitään irti. Tämän jälkeen jyrsitty asfalttirouhe, johon lisätään elvytintä, sekoitetaan lisämateriaalin kanssa ja levitetään takaisin tielle. Lisämateriaalin määrä ja jyrsintäsyvyys sovitetaan sellaisiksi, että REM-menetelmällä levitettävä materiaalin määrä vastaa kohdan 5.2.3 kohdan a) mukaista materiaalin määrää. Elvyttimen ja lisämateriaalin määrä suunnitellaan tapauskohtaisesti. Levitys tehdään mahdollisimman tasaisesti ja asfalttipäällyste tiivistetään vaatimusten mukaiseen tiiveyteen ja tasaisuuteen. Alkuperäisen päällysteen kulumiskestävyyden määrää pääosin tulevan pinnan kulumiskestävyyden, koska sen osuus uusitun päällystekerroksen massasta on yleensä 70–80 %.
- Urapaikkausta REM-menetelmällä (URAREM). URAREM -menetelmän periaate on samanlainen kuin REM-menetelmässä, mutta toimenpiteen leveys on yleensä vain 1–1,25 m. Toimenpidettä käytetään päällysteiden ylläpidossa uran

- poistoon tai leveän tai epätasaisen pituushalkeaman korjaamiseen. Investoinneissa toimenpidettä käytetään urautuneen alustan tasaamiseen ennen vaiheittain rakentamiseen liittyvää päällystämistä. URAREM-menetelmää ei saa käyttää verkkohalkeaman korjaamiseen, ellei päälle tehdä varsinaista päällystystoimenpidettä. Urapaikkauksissa vaaditaan samanlainen alusta kuin uusiopintauksessa REM-menetelmällä.
- Uusiopintausta REMO-menetelmällä (REMO). Menetelmä on vastaava kuin REM-menetelmä, mutta se tehdään PAB-päällysteelle.
 - Massatasaus (TAS). Päällysteen painumat, urat ja epätasaisuudet tasataan asfalttimassalla. Ennen tasausmassan levitystä alusta puhdistetaan, reiät paikataan käsityönä ja alustalle levitetään liimauksessa käytettävä bitumiemulsio. Massatasauksessa käytettävän asfalttimassan enimmäisraekoon tulee olla niin suuri, että deformaatiokestävyydeksi tulee vähintään sama kuin mitä tasauksen päälle tulevalta kerrokselta vaaditaan. Suuren raekoon ongelmana on se, että uran reunaan ja viereen mahtuu paljon ohuempi kerros kuin uran keskelle. Siksi koko kaistan levyinen massatasaus ei sovellu vaiheittain rakentamisen tai tien parantamisen yhteydessä pitkällä matkalla pelkkien urien tasaamiseen. Se sopii paremmin painumien ja sivukaltevuuksien korjaamiseen kuin urien tasaamiseen, johon soveltuu paremmin esimerkiksi URAREM, jos tiessä on vähintään kaksi päällystekerrosta. Painumien ja sivukaltevuuden tasaus tehdään yleensä enimmäisraekooltaan samalla asfalttimassalla kuin varsinaisen päällyste tai suunnitelman mukaisella asfalttimassalla.
 - Laatikkojyrsintä (LJYR). LJYR-menetelmässä päällysteen alusta tasataan jyrsimällä ajokaistalle yhtenäinen laatikko. Laatikon syvyys määräytyy uuden päällysteen paksuuden perusteella. Laatikoon levitetään suunnitelman mukainen uusi päällyste (LTA).
 - Tasausjyrsintä (TJYR). TJYR-menetelmällä tasataan urautunut päällyste urien pohjan tasolle. Jyrsintä tehdään ns. kylmäjyrsintänä.
 - Reunajyrsintä (RJYR). RJYR-menetelmällä voidaan lisätä päällysteen sivukaltevuutta suorilla tieosuuksilla. Päällyste jyrsitään vasemmanpuoleisesta urasta reunaviivaan tai lähes reunaviivaan saakka. Lähellä päällysteen reunaa voidaan jyrsintä tehdä syvemmältä.
 - Hienojyrsintä (HJYR). HJYR -menetelmässä urautuneen päällysteen poikittaisepätasaisuus poistetaan jyrsimällä päällyste urien pohjan tasoon. Jyrsintäjäljen on oltava ehjä, suora (liikenteen suuntainen) ja niin tasainen, että jyrsitty päällyste on liikennekelpoinen ilman uuden massan lisäystä. Jyrsittävän päällysteen ominaisuuksista ja jyrsintäsyvyyden vaihtelusta riippuu, miten pitkään (2 kk...3 v) jyrsityllä pinnalla voidaan liikennöidä.

5.4.2 Toimenpiteiden käyttö

Edellä kuvatut jyrshintämenetelmät ovat rakenteen parantamisessa käytettäviä keinoja. Tilaaja määrittelee kohdekohtaisesti, missä tilanteissa ja miten kauan niitä saa käyttää liikenteen kulutuspinna ennen varsinaista päällystämistä.

REM ja URAREM-menetelmää käytetään tämän ohjeen mukaan suunniteltavilla teillä ainoastaan silloin, kun päällystepaksuus (uran vieressä) on vähintään 80 mm ja vähintään 40 mm sen yläosasta on rakeisuudeltaan uusiopäällysteeseen soveltuvaa. Käsitelyn aikana alemmasta päällystekerroksesta ei saa nousta merkittävää määrää selvästi (yli 1,5 kertaa) karkeamman massan tai erityyppisen massan rakeita (esim. ABK 31 rakeita SMA 16 massaan). MPKJ ja REMplus menetelmällä vaadittavat paksuudet ovat 10 mm pienemmät.

Päällysteiden takuuajaisissa korjauksissa REM, URAREM, REMO, URAREMO tai muu urapaikkaus eivät ole riittäviä toimenpiteitä esimerkiksi päällysteen nastarengaskulumiskestävyyden, korjaamiseksi vaatimusten mukaiseksi. Asiaa on käsitelty tarkemmin kohdassa 5.6.5.

Jos deformaatiokestävyysskoe tai urasyvyysmittaus osoittaa, että päällystekerros ei täytä sille asetettua deformaatiokestävyyksivaatimusta tai ylisuuri ura on syntynyt pääosin nastarengaskaiden käyttöajan ulkopuolella, REM, URAREM, REMO, URAREMO tai muu urapaikkaus eivät ole riittäviä toimenpiteitä päällysteen deformaatiokestävyyden korjaamiseksi vaatimusten mukaiseksi.

Vaiheittain rakentamisessa ja nykyisen tien uudelleen päällystämässä (luku 7) voidaan käyttää taulukossa 22 esitettyjä toimenpidetyyppejä. Päällysteen alustan urasyvyys ei saa ylittää taulukossa 22 esitettyjä raja-arvoja (mm, 100 m keskiarvo). Rajan saa ylittää enintään 10 %:lla kerrallaan tehtävän toimenpiteen pituudesta, mutta ylittävilläkin 100-metrisillä keskimääräinen maksimiurasyvyys ei saa olla yli 3 mm taulukon 22 rajaa suurempi. Tarkasteltuaan parannettavan tieosuuden urasyvyksiä, tilaaja voi lieventää edellä mainittuja tai taulukon raja-arvoja vielä edelleen esimerkiksi lyhyillä osuuksilla nykyistä tietä, jotta vältetään monenlaisen päällystyskaluston tuominen kohteelle. Vaiheittain rakentamisessa on otettava huomioon myös päällysteen urautumisen vaikutukset liikenneturvallisuuteen ja liikenteen sujuvuuteen.

Tasausmassan käyttö on sallittua painumakohtien korjauksessa, mutta ei urien tasauksissa. Urien korjauksissa koko kaistan levyinen tasausmassan käyttö vastaa toimenpiteenä massapintausta (MP). Sitä ei sallita, jos urasyvyys ylittää taulukon 22 rajat. Kerroksen tekeminen kohdassa 5.2.3 vaadittua ohuempaan ei muuta rajoja.

Taulukko 22. Päällysten alustan sallittu urasyvyys eri toimenpidetyypeillä, jos hankekohtaisesti ei ole esitetty muita vaatimuksia.

Toimenpide	Suurin sallittu urasyvyys (mm, 100 m keskiarvo)
MP	10
MPKJ, REMplus	15
REM	15
URAREM + LTA	Ei menetelmästä johtuvaa raja-arvoa (liikenteen palvelutason vuoksi voi olla muita rajoja).
Laatikkojyrsintä + LTA	
Tasausjyrsintä + LTA	

5.4.3 Vierekkäisten levityskaistojen saumat

Vierekkäisten levityskaistojen (asfaltinlevittimen määräämä päällystekerroksen leveys) saumat sijoitetaan ajokaistojen rajalle. Kapea piennar päällystetään samalla kuin viereinen ajokaista. Leveä piennar päällystetään yleensä erikseen. Ongelmallinen tilanne tulee yksikaistaisilla rampeilla, kun yhdellä levittimellä ei voida päällystää kerralla ajokaistaa ja kahta piennarta. Vastaava tilanne voi syntyä myös silloin, kun liittymän kohdalla ajokaista on lyhyellä matkalla

Kun ramppi, väistötilaa varten levennetty ajokaista tai pakottavasta syystä muu vastaava tienkohta joudutaan päällystämään niin, että laattojen sauma jää ajokaistalle yli 0,3 m päähän kaistaviivasta, viimeinen urakkaan kuuluva päällyste tehdään kahdella levittimellä ja koko leveys tiivistetään kerralla. Tämä vaatimus koskee vain vakiopaksuista laattaa ja massapintausta. Tällä toimella vähennetään sauman purkautumisvaaraa. Lyhyellä matkalla (alle 50 m, jos ei muuta sovita) edellä kuvattu ratkaisu voidaan korvata muulla keinolla, jolla saumasta saadaan tiivis ja liikenteen rasitusta kestävä.

5.5 Päällysteiden vaiheittain rakentaminen

5.5.1 Edellytykset vaiheittain rakentamiselle

Päällysteiden vaiheittain rakentamista voidaan harkita, jos päällystekerrosten kokonaispaksuus on vähintään 80 mm eli kuormitusluokasta 2,0 ylöspäin. Ensimmäisen vaiheen päällysteet ovat liikenteellä yleensä 1–2 vuotta. Kaikkein vilkkaimmin liikennöidyillä teillä vaiheita voi olla jopa kolme.

Vaiheittain rakentamisella saavutetaan seuraavia etuja:

- Sitomattomien kerrosten jälkitiivistymisen vuoksi tien rakenteeseen syntyy uria ja painumia 1...3 vuoden kuluessa tien liikenteelle avaamisesta. Rakennettaessa vaiheittain ne voidaan tasata, minkä ansiosta vältetään sekä ajomukavuushaitta että raskaan liikenteen aiheuttamat dynaamiset kuormituslisät rakenteelle.
- Nastarenkaat aiheuttavat kulumisuria vilkasliikenteisillä teillä. Vaiheittain rakentamisella on mahdollista vilkasliikenteisten teiden hankkeissa korjata nastarengaskulutuksesta aiheutuneet urat.

Vaiheittain rakentamisella on myös kustannuksia lisääviä vaikutuksia, koska:

- Vaiheittain rakentaminen edellyttää joissain tapauksissa kuormituskestävyysvaatimuksia paksumpien päällysteiden toteuttamista leveillä pientareilla ja ohituskaistoilla
- Tiemerkintätoita ja piennartäyttöjä joudutaan tekemään useampaan kertaan, koska pientareiden tulee olla päällystettyjä.
- Työnaikaiset liikennejärjestelyt joudutaan tekemään jokaiseen vaiheeseen erikseen.
- Rakennusvaiheessa päällysteen yksikköhinta on yleensä pienempi kuin työskenneltäessä liikennöidyllä tiellä.

Vaiheittain rakentamisen käyttö harkitaan kohdekohtaisesti ottaen huomioon rakentamiseen tarkoitettun budjetin käyttöaika. Rakentamisen vaiheistusta suunniteltaessa on otettava huomioon luvussa 4 esitetyt päällystekerrosten paksuutta koskevat vaatimukset sekä tässä luvussa 5 esitetyt vaatimukset päällysteelle.

Vaiheittain rakentaminen ei lisää päällysteiden väsymisvaurioita, kun noudatetaan päällysteen kokonaispaksuuden saavuttamiselle asetettuja aikarajoja (kohta 4.3 taulukot 12...18).

Vaiheittain rakentaminen soveltuu parhaiten uusille maanteille ja levennettävillä teille. Mikäli hankkeen päällysteet rakennetaan vaiheittain, on tien rakennussuunnitelmassa esitettävä erikseen vaatimukset kaikille vaiheittain rakentamisen aikana liikenteelle otettaville päällystekerroksille.

Vaiheittain rakentamista ei yleensä sallita maanteiden reunatuellisilla osuuksilla, silloilla eikä lyhyillä esimerkiksi siltojen välissä olevilla osuuksilla. Näillä osuuksilla kaikki päällystekerrokset toteutetaan heti ja päällysteiden kulumisurat ja jälkitiivistymisen aiheuttamat painumat korjataan ylläpitotoimenpiteiden yhteydessä hankkeen aikana tai sen jälkeen.

Vierekkäisillä ajokaistoilla vaiheittain rakentaminen on tehtävä niin, ettei kaistojen välillä ole liikennettä haittaavaa korkeuseroa. Ylemmän kuormitusluokan kaistan päällysteiden alapinta suunnitellaan kuvan 15 ja 16 mukaisesti alempaan tasoon eri kaistojen päällysteiden paksuuseroa vastaavasti, kun halutaan eri paksuiset päällysteet peruskaistalle ja lisäkaistalle tai leveälle pientareelle.

Vaiheittain rakennettaessa asetetaan päällystekerrosten kokonaispaksuusvaatimus erikseen kullekin vaiheelle tien avaamisesta lähtien kohdan 4.3 mukaisesti. Myöhempien vaiheiden päällystekerroksen paksuuden tulee olla sama vierekkäisillä ajokaistoilla ja paksuuden tulee soveltua massatyypille ja menetelmälle, jolla saavutetaan kohdassa 5.6 esitetyt kestävyysvaatimukset ja muut luvussa 5 esitetyt vaatimukset.

Mikäli liikenne päästetään vesitiiviin AB:n päälle, tulee toteutuksessa ottaa huomioon kohdassa 5.7 esitetyt paksuusvaatimukset.

Mikäli liikenne päästetään ABK -kerroksen päälle, tulee toteutuksessa ottaa huomioon, kuinka monta kuukautta ABK:n päällä sallitaan kohdan 5.3 mukaan liikennettä.

5.5.2 Esimerkkejä vaiheittain rakentamisen toimenpideketjuista

Seuraavassa on esitetty muutamia esimerkkejä vaiheittain rakentamisen toimenpideketjuista. Toimenpideketjuesimerkit soveltuvat vilkasliikenteisten teiden hankkeille, joissa hanke jatkuu vähintään ylimmän päällystekerroksen takuuajan (tavanomaisesti 3 vuotta) loppuun saakka. Esimerkit on laadittu seuraaviin oletuksiin pohjautuen:

- Päällysteiden toteutusvuodet on valittu liikenteelle avaamisesta laskettuna niin, että kohdassa 4.3 esitetyt kuormitusmitoituksen päällystepaksuudet toteutuvat.
- Päällysteen massatyypit, menetelmät ja paksuudet on valittu niin, että luvun 5 vaatimukset täyttyvät, esim.
 - o kerroksen paksuus soveltuu valitulle massatyypille ja menetelmälle kohdan 5.2.3 mukaan
 - o kerroksen paksuus tai menetelmä ei rajoita seuraavaa REM-käsittelyä, kun liikennemäärästä (> 1500 ajon/vrk) voi päätellä, että sellaisia on tarkoitus tehdä
 - o massatyyppi voidaan ominaisuuksiensa puolesta lukea kuormitusmitoituksen kokonaispaksuuteen kohdan 5.2.2 mukaisesti
 - o kaavalla 14 laskettu urasyvyys ei ylitä seuraavan päällystystoimenpiteen alustalle sallittua enimmäisurasyvyyttä tai kohteen liikennemäärän ja nopeusrajoituksen mukaista valittua enimmäisarvoa
- Viereisten ajokaistojen toimenpiteet ja niiden toimenpiteiden ajoitus on valittu niin, että kaistojen väliin ei synny porrasta.

Esimerkki 1. Uudiskohde, yksiajoratainen tie 10/7, talviajan nopeusrajoitus 80 km/h, kuormitusluokka 10,0, KVL = 10 000 ajon/vrk.

Vaatimukset ja oletukset

- Kaistan KVL on 5000 ajon/vrk
- Liikenteen palvelutasotarpeesta johtuva toimenpideraja kohteen urasyvyydelle (KVL, nopeusrajoitus) 15 mm.
- Urakan viimeisen kulutuskerroksen laskennalliselle kulumisnopeudelle on asetettu vaatimus $KN \leq 28$. Siksi massatyyppin pitää olla vähintään SMA 16 ja KM-arvon enintään 7, jolla saadaan $KN = 27$.
- Ensimmäisen vaiheen kulutuskerros tehdään heikommin nastarengaskulusta kestävästä kiviaineksesta
- Esimerkissä esitettyjen vaiheittain rakentamisen vaihtoehtojen päällysteen laskennallinen kokonaiskäyttöaika vaihtelee 8–15 vuoden välillä.

KN = päällysteen laskennallinen kulumisnopeus (Kaava 11)

KM = Kiviaineksen kuulamylyarvo

Vaihtoehto 1a) Vaiheittain rakentamisen aika 8 v. + viimeisen päällysteen takuu-aika 3 v. yhteensä 11 vuotta liikenteelle avaamisesta. Pyritään poistamaan kulumisurat investointibudjetilla mahdollisimman pitkään. Urakkamuoto on STY.

Ensimmäisessä vaiheessa rakennetaan paksu kaksikerroksinen päällystelaatta (ABK ja AB), toisessa vaiheessa AB-kerros MPKJ-menetelmällä ja kolmannessa vaiheessa tasaan urat UraREM -toimenpiteellä ja tehdään viimeinen SMA-päällystelaatta.

- 1. toimenpide vuonna 0: ABK 22 LTA 60 mm + AB 16 LTA 40 mm (KM = 10), käyttöaika 3 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 14 mm
- 2. toimenpide vuonna 3: AB16 MPKJ 30 mm (KM = 7), jolla saavutetaan 130 mm, käyttöaika 5 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 15 mm
- 3. toimenpide vuonna 6: UraREM + SMA16 LTA 40 mm (KM = 7), jolla saavutetaan 170 mm, käyttöaika 7 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 15 mm
- päällysteen kokonaiskäyttöaika 15 vuotta

Taulukko 14 sallisi ensimmäisen vaiheen päällystepaksuudeksi 90 mm, mutta tässä esimerkissä paksuudeksi on valittu 100 mm, koska toisen vaiheen AB16 voidaan tehdä 30 mm kerroksena, kun toimenpiteenä on MPKJ.

Vaihtoehto 1b) Vaiheittain rakentamisen aika 6 v. + viimeisen päällysteen takuu-aika 3 v. yhteensä 9 vuotta liikenteelle avaamisesta

Tässä vaihtoehdossa halutaan välttää MPKJ, minkä vuoksi 2. vaihetta on aikaistettu.

- 1. toimenpide vuonna 0: ABK 22 LTA 50 mm + AB 16 LTA 40 mm (KM = 14), käyttöaika 1 vuosi, jonka jälkeen urasyvyys 9 mm
- 2. toimenpide vuonna 1: AB 16 MP 40 mm (KM = 7), jolla saavutetaan 130 mm, käyttöaika 5 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 15 mm
- 3. toimenpide vuonna 6: UraREM + SMA 16 LTA 40 mm (KM = 7), käyttöaika 7 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 15 mm
- päällysteen kokonaiskäyttöaika 13 vuotta

Kohdan 4.3. taulukko 14 sallisi toisen vaiheen tekemisen vielä vuonna 2, mutta tässä esimerkissä ensimmäisen vaiheen käyttöaika ja toisen vaiheen toimenpidetyyppi (MP) edellyttävät aikaisempaa toteutusta.

Vaihtoehto 1c) Vaiheittain rakentamisen aika 1 v. + viimeisen päällysteen takuu-aika 3 v. yhteensä 4 vuotta liikenteelle avaamisesta

Tässä tapauksessa halutaan, että urakka ja sen takuu-aika päättyy viimeistään 4 vuoden kuluttua liikenteelle avaamisesta. Viimeisen päällystekerroksen paksuus valitaan niin, että voidaan käyttää karkearakeista massatyyppiä.

- 1. toimenpide vuonna 0: ABK 31 LTA 70 mm + AB 22 LTA 50 mm (KM = 14), käyttöaika 1 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 8 mm
- 2. toimenpide vuonna 1: SMA 16 MP 50 mm (KM = 7), käyttöaika 7 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 15 mm
- päällysteen kokonaiskäyttöaika 8 vuotta

Tämän vaihtoehdon kokonaiskäyttöaika voisi pidentää yhdellä vuodella, jos tilaajan sallimaa vaiheittain rakentamisaikaa pidennettäisiin kahteen vuoteen. Muutos edellyttää ensimmäisen vaiheen AB 22 päällysteen KM-arvon parantamista ja mahdollisesti paikoin UraREM-toimenpidettä ennen SMA 16 LTA päällystettä. Toisen vaiheen UraREM on mahdollista, koska ABK 31 päällä on yli 40 mm hienempi rakeinen kerros.

Kokonaiskäyttöaika voisi pidentää myös valitsemalla toisen toimenpiteen massatyyppiä SMA 22. Urakoitsijan kannattaisi valita se, jos tilaaja olisi asettanut kohdan 5.6.2.6 mukaisesti joustavan laatuvaatimuksen kerroksen kulutuskestävyydelle (KN:n hylkäysraja 28 ja tavoitearvo hiukan pienempi).

Esimerkki 2. Uudiskohde, kaksiajoratainen tie 2 x (11,75/7,5) talviajan nopeusrajoitus 100 km/h, kuormitusluokka 25,0 peruskaistalla ja kuormitusluokka 5,0 ohituskaistalla, tien KVL = 25000 ajon/vrk

- Liikenteen palvelutasotarpeesta johtuva toimenpideraja kohteen urasyvyydelle (KVL, nopeusrajoitus) 13 mm.
- Ohituskaistan osuus suunnan liikennemäärästä on tässä 21,5 % (interpoloitu kaavalla 14).
- Peruskaistalla ja ohituskaistalla urakan viimeisen kulutuskerroksen laskennalliselle kulumisnopeudelle on asetettu vaatimus $KN \leq 28$ ja vaihtoehdossa c) kuitenkin $KN \leq 26$. Siksi massatyypin pitää olla vähintään SMA 16 ja KM-arvon enintään 7, jolla saadaan $KN = 27$ ja vaihtoehdossa c) SMA 22, jolla saadaan $KN = 25$.

Vaihtoehto 2a) Vaiheittain rakentamisen aika 4 v. + viimeisen päällysteen takuu-aika 3 v. yhteensä 7 vuotta liikenteelle avaamisesta

Päällysteet rakennetaan kolmessa vaiheessa. Ohituskaistan päällystepaksuutta on paksunnettava samana vuonna ja saman verran kuin peruskaistalla, jotta kaistojen väliin ei synny porrasta. Pientareella ei ole nastarengaskulumiskestävyyksivaatimusta, ja massaan voidaan käyttää runsaammin asfalttirouhetta.

Peruskaistan kuormitusluokka 25,0 ja kaistan KVL 9 800 ($0,5 \times 0,785 \times 25000$)

- 1. toimenpide vuonna 0: ABK 31 LTA 70 mm + AB22 LTA 50 mm (KM=7), käyttöaika 2 vuosi, jonka jälkeen urasyvyys 12 mm
- 2. toimenpide vuonna 2: AB 16 MP 40 mm (KM=7), käyttöaika 2 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 11 mm
- 3. toimenpide vuonna 4: UraREM + SMA 16 LTA 40 mm (KM=7), käyttöaika 3 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 12 mm
- päällysteen kokonaisikäikä 7 vuotta, jonka jälkeen pääkaistalle tehdään REM-käsittelyjä ja LJYR+LTA-toimenpiteitä eri aikaan kuin ohituskaistalla.

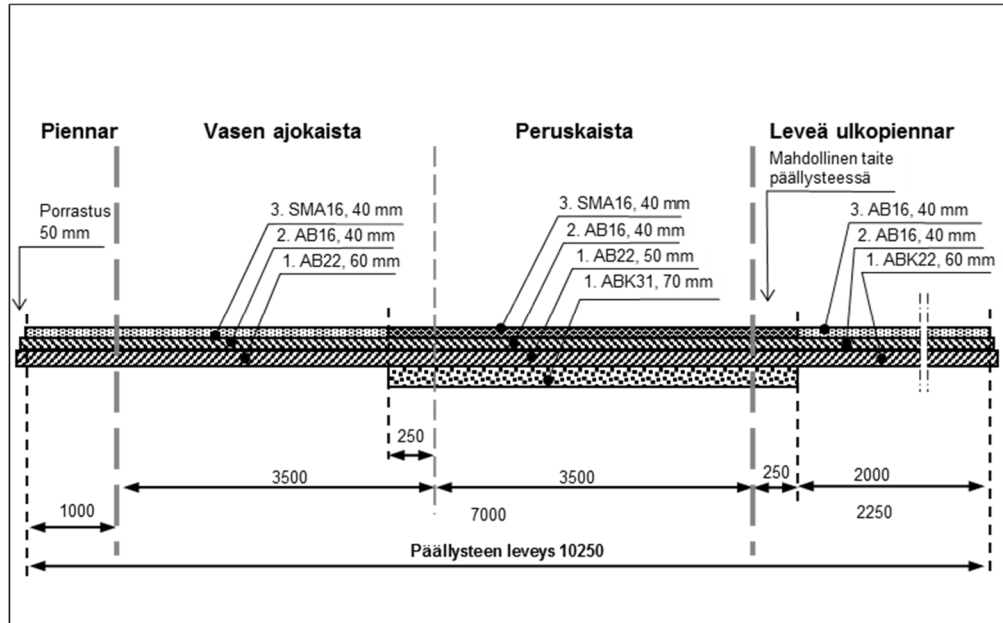
Ohituskaistan kuormitusluokka 5,0 (2 KL alempi kuin 25,0) ja kaistan KVL 2700 ($0,5 \times 0,215 \times 25000$)

- 1. toimenpide vuonna 0: AB 22 LTA 60 mm (KM=19), käyttöaika 2 vuosi peruskaistan mukaisesti, jonka jälkeen urasyvyys 9 mm
- 2. toimenpide vuonna 1 (sama kuin peruskaistalla): AB 16 MP 40 mm, käyttöaika 2 vuotta peruskaistan mukaisesti, jonka jälkeen urasyvyys 7 mm
- 3. toimenpide vuonna 3 (sama kuin peruskaistalla): SMA 16 MP 40 mm (KM=7), käyttöaika 12 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 13 mm
- päällysteen kokonaisikäikä 16 vuotta, jonka jälkeen ohituskaistalle tehdään REM-käsittelyjä eri aikaan kuin pääkaistalla.

Leveän ulkopientareen kuormitusluokka 5,0

- 1. toimenpide vuonna 0: ABK 22 LTA 60 mm pääkaistan perusteella
- 2. toimenpide vuonna 1: AB 16 40 mm pääkaistan perusteella
- 3. toimenpide vuonna 4: AB 16 40 mm

Tämä vaihtoehto ei ole välttämättä kannattava, koska päällysteitä tehdään paljon liikenteen aikana, jolloin yksikköhinta nousee.



Kuva 14. Kaksiajorataisen tien päällysteet tehdään kolmessa vaiheessa. Toimenpideketjuesimerkki 2a

Vaihtoehto 2b) Vaiheittain rakentamisen aika 4 v.+ viimeisen päällysteen takuu aika 3 v. Yhteensä 7 vuotta liikenteelle avaamisesta

Päällysteet tehdään kahdessa vaiheessa, mutta peruskaistan urat on välillä korjattava. Peruskaistan kuormitusluokka 25,0 ja KVL 9800

- 1. toimenpide vuonna 0: ABK 31 LTA 70 mm + ABK 22 LTA 50 mm + AB 16 LTA 40 mm (KM=7), jolla saavutetaan 160 mm, käyttöaika 2 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 13 mm
- 2. toimenpide vuonna 2: SMA 16 REM (KM=7) 0 mm, käyttöaika 2 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 10 mm
- 3. toimenpide vuonna 4: UraREM + SMA 16 LTA 40 mm (KM=7), jolla saavutetaan 200 mm, käyttöaika 3 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 12 mm
- päällysteen kokonaiskäyttöaika 7 vuotta, jonka jälkeen päällysteelle tehdään todennäköisesti REM

Ohituskaistan kuormitusluokka 2,0 ja KVL 2700

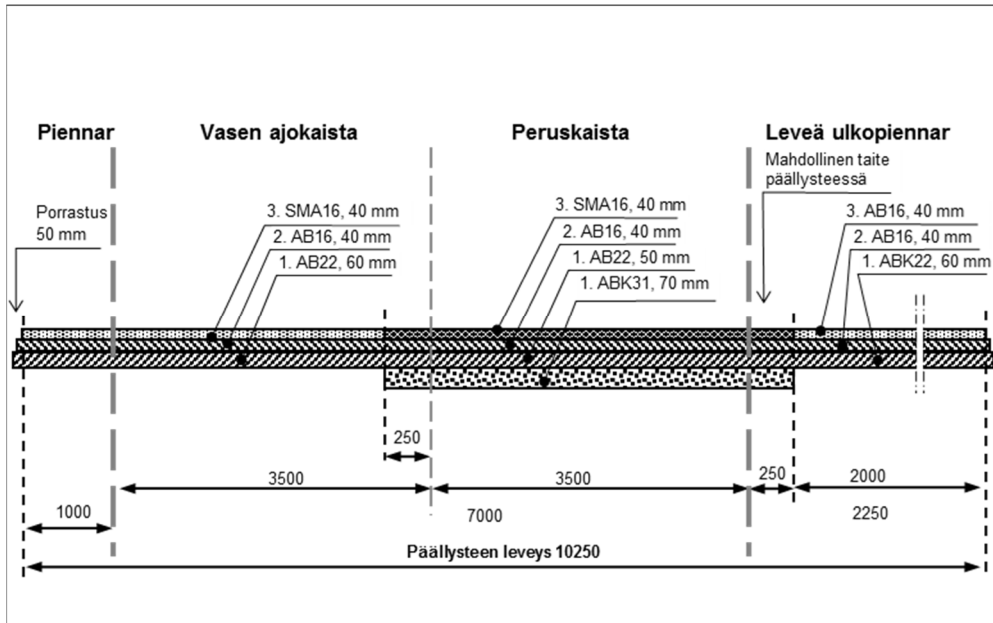
- 1. toimenpide vuonna 0: ABK 22 LTA 60 mm + AB16 LTA 40 mm (KM=7), käyttöaika 4 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 9 mm
- 2. toimenpide vuonna 4 (sama kuin peruskaistalla): SMA16 MP 40 mm (KM=7), käyttöaika 12 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 13 mm
- päällysteen kokonaiskäyttöaika 16 vuotta

Leveän ulkopientareen kuormitusluokka 2,0

- 1. toimenpide vuonna 0: ABK 22 LTA 60 mm + AB16 LTA 40 mm
- 2. toimenpide vuonna 4: AB16 MP 40 mm

Vaihtoehdon b) etuna on, että edullisempaa ABK-massaa voidaan käyttää useammassa kerroksessa, eikä liikenteen aikana tarvitse tehdä kovin monta päällystystä.

Päällysteen käyttöikä pitenisi yhdellä vuodella, jos kolmannen vaiheen päällysteenä olisi 50 mm SMA 22. Taulukko 13 ei kuitenkaan sallisi 1. vaiheen kokonaispaksuuden ohentamista, ja 50 mm päällystepaksuus pitäisi toteuttaa myös ohituskaistalla ja pien-tareella.



Kuva 15. Kaksiajorataisen tien päällysteet tehdään kolmessa vaiheessa. Toimenpideketjuesimerkki 2b.

Vaihtoehto 2c) Vaiheittain rakentamisen aika 2 v. + takuu-aika 3v. yhteensä 5 vuotta liikenteelle avaamisesta

Päällysteet tehdään kahdessa vaiheessa kahden vuoden aikana. Koska peruskaistalla ja ohituskaistalla sallitaan $KN \leq 26$, niiden massatyypiksi on valittava SMA 22 ja $KM = 7$, mistä seuraa vähimmäispaksuus 50 mm.

Peruskaistan kuormitusluokka 25,0 ja KVL 9800

- 1. toimenpide vuonna 0: ABK 31 LTA 70 mm + ABK 22 LTA 50 mm + SMA 16 LTA 40 mm ($KM=7$), jolla saavutetaan 160 mm, käyttöaika 2 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 11 mm
- 2. toimenpide vuonna 2: TJYR -10 mm + SMA 22 LTA 50 mm, jolla saavutetaan 200 mm, käyttöaika 3 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 11 mm, jonka jälkeen pääkaistalle tehdään todennäköisesti REM
- päällysteen kokonaiskäyttöaika 5 vuotta

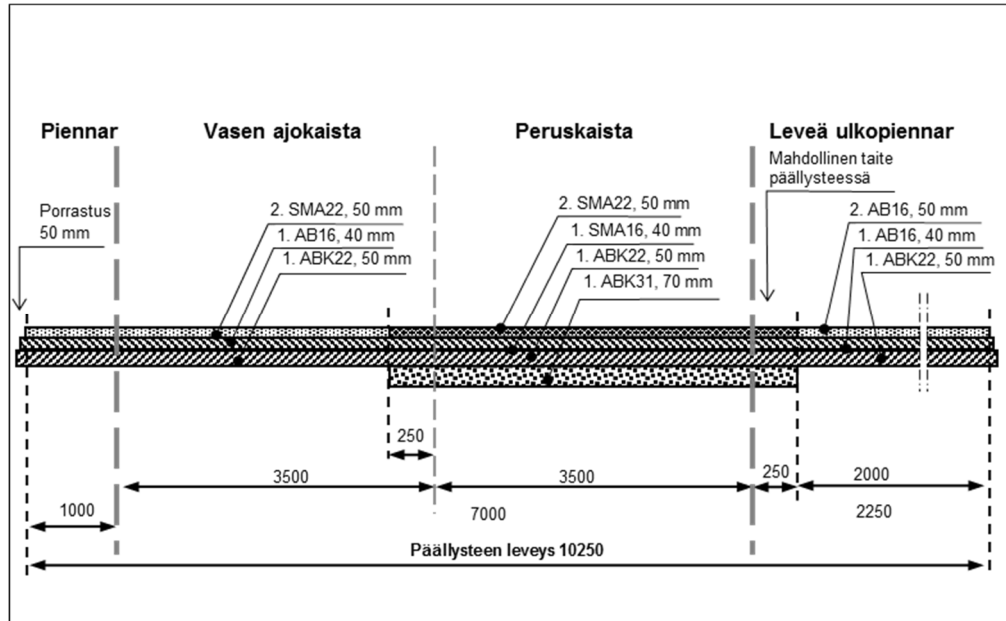
Kokonaiskäyttöaika jäisi lyhyemmäksi, jos toisena toimenpiteenä olisi URAREM+ SMA 16 LTA 40 mm.

Ohituskaistan kuormitusluokka 5,0 ja KVL 2700

- 1. toimenpide vuonna 0: ABK 22 LTA 50 mm + AB 16 LTA 40 mm ($KM=19$), käyttöaika 2 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 10 mm
- 2. toimenpide vuonna 2: SMA22 MP 50 mm ($KM=7$) (sama vuosi ja paksuus kuin pääkaistalla), käyttöaika 11 vuotta, jonka jälkeen urasyvyys 13 mm, jonka jälkeen ohituskaistalle tehdään todennäköisesti REM
- päällysteen kokonaiskäyttöaika 13 vuotta

Leveän ulkopientareen kuormitusluokka 5,0

- 1. toimenpide vuonna 0: ABK22 LTA 50 mm + AB16 LTA 40 mm
- 2. toimenpide vuonna 1: AB16 MP 50 mm



Kuva 16. Kaksiajorataisen tien päällysteet tehdään kahdessa vaiheessa. Toimenpideketjuesimerkki 2c.

5.6 Vaatimusten asettaminen päällysteen kestävyysominaisuuksille

5.6.1 Yleistä

Tässä kohdassa käsitellään

- päällysteen nastarengaskulutuskestävyyttä
- päällysteen deformaatiokestävyyttä
- tierakenteen urasyvyyden kasvunopeutta
- päällysteen vedenkestävyyttä ja väsymistä
- rengasmelun vaimennusta.

Jos päällysteelle on asetettu vaatimuksia useille kestävyysominaisuuksille, tulee kaikkien vaatimusten täytyä, jotta toteutettu rakenne on vaatimusten mukainen.

Jos tierakenteen urautumiselle on asetettu enimmäisarvo jollekin ajan hetkelle, päällysteiden ja alempien kerrosten materiaalit ja työmenetelmät on valittava niin, että vaatimusarvo tai hylkäysraja ei ylity. Kohdassa 5.6.5 on kuvattu tarkemmin, miksi urasyvyydelle on syytä asettaa vaatimus ja mitä tehdään, kun vaatimusarvo ylittyy.

Joissakin tienkohdissa urasyvyyttä koskeva vaatimus voi edellyttää päällysteeltä parempaa nastarengaskulutuskestävyyttä kuin päällysteen nastarengaskulumiskestävyydelle erikseen asetettu vaatimus edellyttäisi. Lisäksi on otettava huomioon kohdassa 5.6.5 mainitut tilanteet, joissa laboratoriokokeiden tulokset eivät vastaa päällysteen todellista kulumiskestävyyttä.

Joissakin tienkohdissa urasyvyyttä koskeva vaatimus voi edellyttää päällysteeltä myös parempaa deformaatiokestävyyttä, kuin päällysteen deformaatiokestävyydelle erikseen asetettu vaatimus edellyttäisi. Joissakin tapauksissa myös päällysteen alla olevien kerrosten deformaatiokestävyyttä on parannettava.

Tieltä mitattavan urasyvyyden suuruuteen vaikuttavat nastarengaskulumisen lisäksi rakenteen deformaatio ja mahdolliset työvirheet sekä päällysteen alku-urat. Urasyvyysvaatimuksen käytöllä halutaan varmistaa työn laadukas toteutus sekä materiaalien valinta- ja valmistusvaiheessa että päällystystyössä.

5.6.2 Nastarengaskulutuskestävyyksivaatimusten asettaminen

5.6.2.1 Yleistä

Asettamalla ylimmälle päällysteelle nastarengaskulutuskestävyyksivaatimus pyritään varmistamaan, ettei kyseinen päällystekerros uraudu liian nopeasti ja että päällysteessä käytetty asfalttimassa on riittävän kulumista kestävä, kun sitä käytetään myöhempien ylläpitovaiheiden toimenpiteiden raaka-aineena. Hyvä nastarengaskulutuskestävyys on erityisen tärkeä silloin, kun ylläpitovaiheen seuraava toimenpide on REM-käsittely, jolloin uusiopäällysteessä suurin osa asfalttimassan raaka-aineista on tieltä jyrjättyä vanhaa päällystettä.

Nastarengaskulutuskestävyysvaatimus asetetaan käyttäen jotakin seuraavista vaihtoehtoista:

- a) sallitut massatyypit ja päällysteen laskennallinen kulumisnopeus (KN),
- b) sallittu massatyyppi ja kuulamyly-arvo (tai nastarengaskulutuskestävyysluokka)
- c) sallitut massatyypit ja päällystenäytteen Prall-arvo
- d) sallitut massatyypit ja massanäytteen Prall-arvo

Vilkasliikenteisillä teillä käytetään ensisijaisesti vaihtoehtoa a), kun ei ole tarpeen sallia vain yksi massatyyppi. Myös vaihtoehto c) tulee kysymykseen, kun päällysteessä ei käytetä kumibitumia eikä kumirouheita. Lyhyillä kohteilla vaihtoehtoon c) sijaan käytetään vaihtoehtoa d) tai b). Vähäliikenteisillä teillä käytetään vaihtoehtoa b).

Vaatimuksen asettamisessa otetaan huomioon myös päällysteeltä vaadittavat erityisominaisuudet kuten melun vaimentaminen.

Nastarengaskulutuskestävyysvaatimus asetetaan rakennusurakassa ylimmälle päällystekerrokselle, joka siirtyy urakan jälkeen muun kuin investointiurakoitsijan ylläpitovastuulle. Nastarengaskulutuskestävyysvaatimuksen rinnalla urasyvyydelle asetetaan lisäksi kohdan 5.6.5 mukainen enimmäisarvo takuuajan lopussa. Tätä ennen liikenteen käyttämille päällystepinnoille asetetaan tarvittaessa raja-arvo urasyvyydelle. Urasyvyys ei saa kuitenkaan ylittää arvoa 15 mm eikä taulukossa 22 esitettyä toimenpidetyypistä riippuvaa raja-arvoa.

5.6.2.2 Sallitut massatyypit ja laskennallinen kulumisnopeus(KN)

Kaavalla 11 laskettu laskennallinen kulumisnopeus KN kuvaa päällysteen suhteellista kulumiskestävyyttä. Ennen vaatimusarvon asettamista on testattava laskemalla, onko siihen mahdollista päästä alueen kiviaineksilla, kohteeseen sopivilla päällystepaksuuksilla ja paksuuteen sopivilla massatyypeillä. Vaatimusarvojen valintaa on käsitelty tarkemmin kohdassa 5.6.2.6.

Kun päällysteen nastarengaskulumiskestävyysvaatimus asetetaan KN-arvolle, on toteuttajan mahdollista korvata lujuudeltaan heikompi kiviaines karkearakeisemman massatyyppin käytöllä, jos päällystekerroksen paksuus sen sallii.

Kaava 11. Päällysteen laskennallinen kulumisnopeus

$$KN = TP \cdot MT \cdot (9,4 + 2,21 \cdot KM)$$

jossa:

KN = päällysteen laskennallinen kulumisnopeus

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

TP = toimenpidekerroin

kerran REM = 1,15

kahdesti REM = 1,25

muut = 1,00

MT = massatyyppikerroin:

AB 16 = 1,46

AB 20-22 = 1,26

SMA 16 = 1,08

SMA 20-22 = 1,00

Toimenpidekertoimista näkyy, että REM-käsittely heikentää päällysteen kulumiskestävyyttä. Jos REM-päällysteelle tehdään vielä toinen REM-käsittely uran kohdalle, kulumiskestävyys heikkenee edelleen. Nämä kertoimet on määritetty vuosina 1990-2015 tehtyjen REM-päällysteiden urautumisen perusteella.

Kuulamylyllyarvoon perustuvien laatuvaatimusten (KN ja A_N) etuna on se, että kiviaineksen nastarengaskulumiskestävyys on mahdollista määrittää edullisella testillä useammista näytteistä, jolloin laadun hajonta saadaan näkyviin. Ongelmana on, että kiviaineksen kuulamylylkoe ei paljasta esimerkiksi päällysteen muihin kestävyysominaisuuksiin eikä bitumin laatuun, uusiomateriaalien käyttöön tai tiivistysolosuhteisiin liittyviä ongelmia. Lisäksi jotkut murskausmenetelmät voivat parantaa kuulamylyllyarvoa enemmän kuin todellista kulumiskestävyyttä. Tästä syystä vaatimusta täydennetään yleensä takuuajan urasyvyysvaatimuksella.

Vaatimus esitetään seuraavan esimerkin mukaisesti: KN -arvo enintään 26, sallitut massatyypit AB 16-22 tai SMA 16-22, tiebitumi 70/100 sekä muotoarvo **Asfalttinormien (2017, taulukko 50)** alustavien valintaperusteiden mukainen.

5.6.2.3 *Sallittu massatyyppi ja kuulamylyllyarvo*

Tämä eroaa edellisestä siinä, että sallittuja massatyyppejä on tavallisesti vain yksi. Vaatimus asetetaan asfalttimassassa käytettävän kiviaineksen kuulamylyllyarvolle tai Asfalttinormeissa esitetylle kuulamylyllyarvon luokalle eli nastarengaskulumiskestävyysluokalle A_N .

Vaatimus esitetään seuraavan esimerkin mukaisesti: massatyyppi AB 16, tiebitumi 70/100, kiviaines $KM \leq 7$ tai A_{N7} ja muotoarvo **Asfalttinormien (2017, taulukko 50)** alustavien valintaperusteiden mukainen.

Jos tilaaja ei aseta kuulamylyllyarvolle eikä nastarengaskestävyyssluokalle kohdekohtaista laatuvaatimusta, sovelletaan **Asfalttinormien** alustavia valintaperusteita vaatimuksena.

5.6.2.4 *Sallitut massatyypit ja Prall-arvo tieltä poratusta näytteestä*

Tätä menetelmää käytettäessä tiedetään näytteitä otettaessa muita menetelmiä selvemmin, mitä tienkohta näytteet edustavat, ja tarvittaessa kiinnostavalta tienkohdalta voidaan ottaa lisää näytteitä. Prall-arvoon perustuvien vaatimusten ongelmana on näytepalan pienuudesta aiheutuva hajonta, mikä edellyttää riittävän suurta näytemäärää. Aluksi tulee ottaa vähintään 5 näytettä kultakin enintään 10 km pituiselta tutkittavalta kaistakilometriltä. Jos tulosten keskiarvo ylittää vaatimuseron tai hylkäysrajan enintään 5:llä yksiköllä, näytteitä otetaan 5 näytettä lisää ja lasketaan uusi keskiarvo. Tarvittaessa voidaan ottaa vielä sama määrä uusia näytteitä ja tutkia ne toisella Prall-laitteella. Tilaaja määrittelee, miten tutkittavat kaistakilometrit valitaan, ja milloin näytteet otetaan. Näytteenottoaikat edustavat keskimääräistä päällysteen pintaa.

Prall -vaatimuksia ei aseteta asfalttimassoille, jotka sisältävät kumibitumia tai muuta polymeerimodifioitua bitumia tai kumirouhetta. Vaatimus asetetaan tällöin muilla edellä kuvatuilla menetelmillä.

Vaatimusarvon valitsemiseksi on ensin laskettava kohteeseen sopiva vaatimus laskennalliselle kulumisnopeudelle (KN) ottaen kohdan 5.6.2.2 mukaisesti huomioon alueen kiviainekset ja käytettävät massatyypit ja paksuudet. Saatu kulumisnopeus muunnetaan tiestä poratun näytteen Prall-vaatimukseksi ($PRALL_{TIE}$) kaavalla 12.

Kaava 12. Vaadittavan Prall-arvon laskeminen vaaditun KN-arvon perusteella, kun vaatimus asetetaan tieltä poratulle näytteelle

$$PRALL_{TIE} = KN - 4$$

Vaatimus esitetään seuraavan esimerkin mukaisesti: $PRALL_{TIE}$ on enintään 24, sallitut massatyypit AB 22 tai SMA 16-22, tiebitumi 70/100. $PRALL_{TIE}$ 24 tarkoittaa SFS-EN 12697-16 menetelmän A AbrA-arvoa 24 ml. Jos ei käytetä kohdan 5.6.2.6 mukaista joustavaa laatuvaatimusta, kaavalla 12 saatu vaatimusarvo suositellaan muutettavaksi **Asfalttinormien** päällysteen kulumiskestävyyttä vastaavien luokkarajojen mukaiseksi (tieltä porattujen näytteiden kulumiskestävyysluokat), jotka poikkeavat asfalttimassojen CE-merkinnässä käytettävistä luokkarajoista.

5.6.2.5 Sallitut massatyypit ja Prall-arvo laboratoriossa valmistetusta näytteestä

Prall-vaatimus asetetaan laboratorionäytteelle ($PRALL_{MASSA}$), jos päällysteestä ei voida tai haluta porata näytettä testaamista varten. Usein myös lyhyillä vilkasliikenteisten teiden osuuksilla on kannattavaa käyttää vaatimusta massanäytteelle.

Asfalttimassan koostumuksen suunnittelun yhteydessä massanäytteestä tehdään ja tiivistetään laboratoriossa laatta, josta poratuille poranäytteille määritetään Prall-arvo standardin SFS_EN12697-16A mukaan. Luokka määräytyy testitulosten keskiarvon mukaan.

Vaatimusarvon valitsemiseksi on ensin laskettava kohteeseen sopiva vaatimus laskennalliselle kulumisnopeudelle (KN). Tämä muunnetaan laboratoriossa valmistetusta laatasta poratun näytteen Prall-vaatimukseksi ($PRALL_{MASSA}$) kaavalla 13.

Kaava 13. Prall-arvon laskeminen KN-arvoon perustuen, kun vaatimus asetetaan massanäytteelle

$$PRALL_{MASSA} = KN - 6$$

Vaatimus esitetään seuraavan esimerkin mukaisesti: $PRALL_{MASSA}$ on enintään 20, sallitut massatyypit SMA 16-22, tiebitumi 70/100.

On suositeltavaa muuttaa vaatimusarvot lähimpään Asfalttinormien luokkien ylärajaarvoon, joita ovat 20, 28 ja 36 ml. $PRALL_{MASSA}$ 20 tarkoittaa **Asfalttinormien** AbrA -arvoa 20 ml.

5.6.2.6 Joustavan laatuvaatimuksen asettaminen

Kun joustavaa laatuvaatimusta käytetään, tilaaja asettaa vaaditulle ominaisuudelle tavoitetason ja hylkäysrajan sekä arvonmuutoksen määräytymisperusteet. Tavoitearvolla tarkoitetaan laatutasoa, josta ei aiheudu arvonvähennystä. Hylkäysrajalla tarkoitetaan laatutasoa, joka ei ole hyväksyttävä ja jota huonompi tuote on korvattava vaatimusten mukaisella materiaalilla ja lopputuloksella. Arvonmuutosten määräytymisperusteita on esitetty esimerkiksi Liikenneviraston asiakirjamalleissa.

Joustavilla päällysteen laatuvaatimuksilla on helpompi saada tilaajalle edullinen päällysteiden hinta-laatu-suhde kuin yhdellä vaatimusarvolla. Joustavan laatuvaatimuksen käytöllä saadaan urakoissa kilpailu toimimaan silloinkin, kun yhdellä toimijalla on alueella lujuusluokaltaan selvästi muita parempaa kiviainesta.

Esimerkki: Vain yhdellä toimijalla on saatavissa edullisesti kuulamylyllyarvoltaan hyvää kiviainesta (KM = 7) ja muilla huonompaa (KM = 11).

- Jos vaatimusarvoksi asetetaan arvo 7, muut toimijat eivät voi tarjota päällystettä kohtuulliseen hintaan, ja hyvän kiviaineksen käyttäjä nostaa hintaansa.
- Jos vaatimusarvoksi asetetaan arvo 11, kaikki voivat osallistua kilpailuun, mutta hyvän kiviaineksen haltijan ei kannata käyttää KM = 7 kiviainesta kohteessa, koska siitä ei hyvitetä mitään.
- Joustavaa laatuvaatimusta käyttäen hyvän kiviaineksen haltija saa kannusteen käyttää parempaa kiveä ja erilaatuisten kivien välille syntyy kilpailua.

Joustava laatuvaatimus voidaan asettaa päällysteen kulumisnopeudelle (KN-arvolle), kiviaineksen KM-arvolle tai päällysteen Prall-arvolle. KN-arvon tavoitearvo valitaan alueen parhaan kiviaineksen ja kohteeseen sopivan massatyyppin perusteella. Hylkäysraja valitaan niin, että myös muun kuin parhaan kiviaineksen toimittajilla on mahdollisuus tarjota päällystekiviainesta. On kuitenkin varmistettava kaavalla 14, että hylkäysrajallakin saavutetaan riittävä ja urasyvyyden vaatimusarvon kanssa yhteensopiva päällysteen käyttöikä.

Joustavaa laatuvaatimusta tulisi käyttää aina myös urasyvyydelle. Urasyvyyden tavoitearvo ja hylkäysraja asetetaan erikseen kullekin tieosuudelle. Tieosuudet valitaan liikennemäärän perusteella. Tieosuuskohtainen urasyvyyden tavoitearvo ja hylkäysraja lasketaan kohdan 5.6.5 mukaisesti. Useampikaistaisilla teillä kaistoille tulee asettaa eri vaatimukset.

Tavoitearvon ja hylkäysrajan välissä oleviin tuloksiin sovelletaan arvonmuutosta, joka lasketaan mitattavaa yksikköä kohti tavallisesti kaistoittain 100 kaistametriä kohti. Laskennassa tulisi käyttää julkaisua Elinkaarikustannuslaskentoja ST-urakan arvonvähennysten määrittämiseksi (Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 25/2007).

Vaatimus esitetään seuraavan esimerkin mukaisesti: massatyyppi AB 16 tai AB 22, tiebitumi 70/100, KN tavoitearvo 33, KN hylkäysraja 45 ja arvonmuutos 119 €/KN-yksikkö jokaista 100 kaistametriä kohti.

5.6.3 Vaatimus päällysteen deformaatiokestävyydelle

Asfalttinormeissa on esitetty asfalttipäällysteiden deformaatioluokat I...II, joista luokka I on kestävin. Deformaatiokestävyyden osalta maanteilla käytettävät oletusvaatimukset ovat:

- Deformaatiokestävyyden vaatimus on voimassa kaikille uusille päällystekeroksille
- Vähintään deformaatioluokan I päällysteitä käytetään, kun
 - o kuormitusluokka $\geq 10,0$ ja yleisesti ajetaan nopeudella ≤ 50 km/h (usein esimerkiksi taajamien sisääntulotiet)
 - o kuormitusluokka $\geq 10,0$ tunneleissa
 - o kuormitusluokka $\geq 5,0$ valo-ohjatuissa ja väistämisvelvollisissa liittymissä kohdan 5.6.4 mukaisesti

- Vähintään deformaatioluokan II päällysteitä käytetään, kun
 - o kuormitusluokka $\geq 10,0$ ja yleisesti ajetaan nopeudella > 50 km/h
 - o kuormitusluokka $5,0$ ja yleisesti ajetaan nopeudella ≤ 50 km/h
- Edellä kuvatut deformaatiokestävyyden vaatimukset eivät ole voimassa pien-tareilla, mikäli hankkeessa ei varauduta linja-autoliikenteen siirtämiseen pien-tareelle.
- Linja-autopysäkillä käytetään samaa deformaatiokestävyyttä kuin viereisellä ajokaistalla.

Edellä käytetty sanonta "Yleisesti ajetaan nopeudella ≤ 50 km/h" oletetaan toteutu-vaksi, kun nopeusrajoitus on 50 km/h tai pienempi tai tilaaja on määritellyt muun osuu-den sellaiseksi, että liikenne hidastuu alle tämän rajan säännöllisesti ruuhka-aikoina.

Kohdekohtaisesti voidaan asettaa edellä kuvattua tiukempia tai väljempää vaatimuksia.

Deformaatiokoea varten tehdään laboratoriossa tiessä käytettävää massaa edusta-vasta massasta valmistettu 80 mm paksuinen laatta, joka tiivistään mahdollisimman samaan tyhjätilaan, kuin tiessä odotetaan päästävän. Laatasta porataan ja sahataan näyte, jonka halkaisija on 150 mm ja paksuus 60 mm. Massan raaka-aineet ja tyhjätila dokumentoidaan tarkasti. Yhdessä kohteessa tehty laboratoriomääritys kelpaa toisiin-kin kohteisiin, jos raaka-aineet ovat samat.

Jos tiestä otetuista näytteistä todetaan myöhemmin, että tyhjätila on yli 1,3 kertaa niin suuri kuin laboratoriossa valmistetussa näytteestä tai massa on muuten silmin nähden poikkeava, tiestä otetuista näytteistä pyritään kokoamaan vastaava 60 mm paksuinen näyte, jolle tehdään deformaatiokoe. Yhdestä vähintään 80 mm päällystekerroksesta saadaan yksi 60 mm paksuinen pala ja yhdestä vähintään 50 mm päällystekerroksesta yksi 30 mm paksuinen pala. Kaksi ohuempaa päällystekerrosta (esim. 40 + 40 mm) voidaan monissa tapauksissa tutkia yhtenä kerroksena, mutta joissakin tapauksissa ne ovat tarttuneet toisiinsa niin huonosti, että deformaatiokoe ei kuvaa niiden toimintaa oikein. Kahdesta 30 mm paksuisesta palasta saadaan liimaamalla vaadittu 60 mm pak-suinen näyte.

Kun vaatimuksena on deformaatioluokka I, urakkaan kuuluvien päällysteiden defor-maatio-ominaisuudet tutkitaan tieltä poratuista näytteistä, jonka halkaisija on 150 mm. Tiestä otetut näytteet tutkitaan 2-9 viikon kuluessa päällystekerroksen valmistu-tumisen jälkeen. Tiestä otetaan vähintään 5 näytettä, joiden keskiarvon tulee täyttää deformaatioluokkaa koskeva vaatimus. Jos deformaatioluokka I vaaditaan yli 6 kaista-kilometrin matkalla tai massan raaka-aineet tai toteutusvuosi vaihtuu, otetaan toinen näytesarja ja sille lasketaan oma keskiarvo.

5.6.4 Tierakenteen deformaatiokestävyys valo-ohjatuissa ja väistämisvelvollisissa liittymissä

Päällysteen hyvä deformaatiokestävyys ei paranna tierakenteen deformaatiokestä-vyyttä riittävästi, jos raskasta liikennettä on paljon ja tiellä ajetaan yleisesti alhaisella nopeudella. Normaalisti mitoitettu tierakenne deformoituu nopeasti vähintään kuormi-tusluokan 5,0 tiellä valo-ohjatuissa ja väistämisvelvollisissa liittymissä 100 m ennen ja 60 m pysähtymisviivan jälkeen, bussikaistoilla ja muissa paikoissa, joissa raska liikenne pysähtyy tai ajaa hiljaa. Näillä osuuksilla käytetään deformaatioluokan I pääl-lysteitä ja lisäksi valitaan joku seuraavista deformoitumista vähentävistä tavoista,

joissa osa sitomattomasta kantavasta kerroksesta korvataan sidotuilla kerroksilla seuraavasti:

- kuormituskestävyysmitoituksen mukaisen päällysteen vähimmäispaksuuden lisäksi tehdään vähintään 80 mm ABK (tiebitumi 35/50 tai 50/70), jolloin sitomattoman kantavan kerroksen paksuutta voidaan pienentää 80 mm
- korvataan 150 mm:n kerros kantavan kerroksen mursketta 150 mm:n paksuisella MHST -kerroksella
- käytetään SST-rakennetta ja sille tarkoitettua tavoitekantavuutta ja päällystepaksuutta.

5.6.5 Vaatimuksen asettaminen tierakenteen urasyvyydelle

Tierakenteen urasyvyyden kasvunopeutta seurataan takuuajana, koska toteutunut urasyvyys kuvaa viimeisen päällysteen kulumiskestävyyttä ja koko tierakenteen deformaatiokestävyyttä varmemmin kuin materiaaleista ja työsuorituksista saatavat tunnusluvut.

Tierakenteen urasyvyyden kasvunopeutta seurataan mittaamalla urasyvyys viimeisen urakkaan kuuluvan päällysteen päältä takuuajan lopussa. Takuuajan tulisi olla vähintään 3 vuotta siitä, kun normaali liikennemäärä on alkanut käyttää päällystettä.

Urasyvyyden vaatimusarvo lasketaan kaavalla 14. Vaatimusarvon laskennassa käytetyt kaistakohtaiset liikennemäärät esitetään suunnitelmassa tai laatuvaatimuksen lähtötiedoissa.

Jos laskelma osoittaa hyvin vilkasliikenteisellä ajokaistalla, että viimeisen urakkaan kuuluvan päällysteen urasyvyys kasvaa hyviäkin materiaaleja käytettäessä suuremmaksi kuin ajateltu takuuajan urasyvyysvaatimus (esim. 14 mm), päällysteiden vaiheittain rakentamisen aikataulua tulisi muuttaa niin, että viimeinen urakkaan kuuluva päällyste rakennetaan sen verran myöhemmin, että urasyvyysvaatimus ei ylity takuuajana pitkillä kaistaosuuksilla. Samalla tarkastetaan, miten hyvin viimeistä edellinen päällyste kuluu, ja miten monikaistaisella tiellä sovitetaan eri ajokaistojen vaiheittain rakentaminen toisiinsa. Vaihtoehtoisesti takuuaikaa lyhennetään tai urakkaan sisällytetään jollakin ajokaistaosuudella jo lähtökohtaisesti laatikkojyrsintä ja päällystelaatta.

Jos takuuajan kaistakohtaisista liikennemääristä ei ole tietoa tai tilaaja määrää päällysteen toteuttamisajan lähelle takuuajan loppumista, tilaaja voi päättää, että tämän päällysteen urasyvyydelle ei aseteta muuta laatuvaatimusta kuin alku-uraa koskeva ja kulumiskestävyys arvioidaan pelkästään tiestä otettujen PRALL-näytteiden tai kiviaineksen ja massatyypin perusteella.

Jos urasyvyysvaatimus asetetaan joustavana laatuvaatimuksena, lasketaan tavoitearvo ja hylkäysraja kaavalla 14 käyttäen lähtökohtana kohdan 5.2.6.2 mukaisesti valittua KN:n tavoitearvoa ja hylkäysrajaa. Urasyvyyden hylkäysraja voidaan laskea lähtötietoja hiukan suuremmalla kaistan liikennemäärällä, jos kaistakohtaiseen liikennemäärän ennusteeseen liittyy normaalia suurempaa epävarmuutta. Päällysteen käyttöajana käytetään urakan ylimmän päällystekerroksen käyttöaikaa liikennöitynä pinnana takuuajan loppuun saakka.

Urasyvyyttä koskevan vaatimuksen käytöllä ei tulisi siirtää liikennemäärän suuruutta koskevaa riskiä rakentamisen toteuttajalle. Riskiä siirretään tilaajalle asettamalla liikennemäärälle raja-arvo (esimerkiksi 1,0 tai 1,1 kertaa laskelmissa käytetyn suuruinen

liikennemäärä), jonka ylittyessä vaatimusrvot korjataan jälkepäin vastaamaan toteutunutta liikennemäärää syöttämällä kaavaan 14 alun perin käytetyn kaista liikennemäärän sijaan toteutunutta liikennemäärää. Korjattu urasyvyyden vaatimusrvo saadaan lisäämällä alkuperäisellä ja toteutuneella liikennemäärillä saatujen urasyvyyssarvojen erotus laatuvaatimuksen vaatimusrvoon.

Kaava 14. Urasyvyyden (mm) tavoitearvon ennustaminen

$$Urasyyvyys = k_{TASALAAT} \times \left[A + t_{TAK} \times 0,3 \frac{mm}{v} \times \frac{2 \times KVL_{KAISTA}}{1000 \frac{ajon}{vrk}} \times k_{LEV} \times k_{NOP.RA.} \times \frac{KN}{46} \right]$$

jossa

$k_{TASALAAT}$ = Urasyvyyden vaihtelusta johtuva kerroin. Kerrointa käytetään, koska hyvälaatuisessakin tiessä urasyvyys poikkeaa monin paikoin urasyvyyden keskiarvosta. Yleensä kertoimen arvo on 1,2 (urasyvydet ovat paikoin 20 % keskiarvoa suurempia).

A = Arvioitu päällysteen ja sitomattomien kerrosten jälkitiivistymä. Arvoksi valitaan

- 2 mm pinnalle, joka on syntynyt päällystämällä uudelleen vähintään yhden kesäkauden yleisen liikenteen käytössä ollut tierakente
- 3 mm pinnalle, joka on syntynyt rakentamalla kantava kerros ja päällyste(itä) vanhan tierakenteen päälle.
- 4 mm, kun yleinen liikenne lasketaan tierakenteelle, jonka rakenekerroksia yleinen liikenne ei ole aikaisemmin kuormittanut.

t_{TAK} = Päällysteen käyttöaika liikennöitynä pintana

KVL_{KAISTA} = Kaistakohtainen keskivuorokausiliikenne (ajon/vrk). Kaistan KVL on kaksisuuntaisen liikenteen ajoradalla 0,5 x tien KVL. Yli kaksikaistaisilla teillä peruskaistan liikennemäärä lasketaan seuraavasti:

- 0,7 x suunnan KVL Tieräkisterin mukaisessa tilastollisessa taajamassa tai tilastollisen taajaman ulkopuolella, kun tien KVL on yli 42 000 ajon/vrk
- 0,85 x suunnan KVL tilastollisen taajaman ulkopuolella, kun tien KVL on alle 12 000 ajon/vrk
- väliarvot interpoloidaan

k_{LEV} = Tien leveydestä riippuva kerroin.

Yksi ajorataisella tiellä kerroin $k_{LEV} = \frac{8,5 m}{tien\ leveys}$; vähintään 0,71

Kaksiajorataisella tiellä kerroin $k_{LEV} = \frac{8,0 m}{tien\ leveys}$; vähintään 0,67

Kapealla keskikaidetiellä, jonka leveys tien reunasta keskikaiteeseen on alle 5 m tai (penkereen tms.) reunakaiteesta keskikaiteeseen alle 5,5 m, kertoimen arvo on 1,25. Sama koskee tilannetta, jossa kahden vähintään 1 m korkuisen (betoni tms.) kaiteen välissä on kaksi ajokaistaa, ja kaiteiden välimatka on alle 11 m vähintään 300 m matkalla.

$k_{NOP.RA.}$ = Talvinopeusrajoituksesta riippuva kerroin. Kertoimen arvo on :

- 1,1 kun talvinopeusrajoitus on 100 km/h
- 1,0 kun talvinopeusrajoitus on 80 km/h
- 0,85 kun talvinopeusrajoitus on 60 km/h

KN = Laskennallisen kulumisnopeuden tavoitearvo (kaava 11)

Vilkasliikenteisillä teillä takuuajan urasyvyysvaatimuksen asettamisella pyritään varmistamaan, että:

- a) urasyvyyden nopea kasvu tai suuri alku-ura eivät edellytä seuraavaa päällystystoimenpidettä tarpeettoman aikaisin. Tähän vaikutetaan myös määrittelemällä ylimmän päällystekerroksen tekovuosi.
- b) ylimmän päällystekerroksen massan nastarengaskulutuskestävyys, deformaatiokestävyys ja käsiteltävyys ovat riittävän hyviä myös myöhempien REM-käsittelyjen kannalta eivätkä kestävyuden arvioinnissa käytettävien laboratoriomenetelmien rajoitukset aiheuta harhaa kestävyuden arvioinnissa.
- c) päällystekerrosten ja alempien kerrosten materiaalit eivät deformoidu liikaa.
- d) päällysteet ja sitomattomat kerrokset tiivistetään niin hyvin, että tästä ei aiheudu tarpeettoman suurta alku-uraa. Tähän vaikutetaan määrittelemällä ylimmän päällystekerroksen tekovuosi

Tavoitteeseen a) tilaaja voi vaikuttaa myös määrittelemällä ylimmän päällystekerroksentekovuoden niin, että ylimmän kerroksen päällä ei liikennöidä tarpeettoman pitkään (yli tarvittavan 3 vuoden) ennen takuuajan päättymistä. ja tavoitteeseen d) niin, että suuri osa sitomattomien kerrosten jälkitiivistymistä on ehtinyt tapahtua ennen ylimmän päällystekerroksen tekemistä. Tavoitteita b) ja c) tuetaan asettamalla päällysteiden materiaaleille kohtien 5.6.2. ja 5.6.3 mukaiset vaatimukset ja seuraamalla, onko ne toteutettu **Asfalttinormien** ja **InfraRYL:n** mukaisesti.

Kun kaistan KVL ylittää 2500 ajon/vrk, mitataan urasyvyys 100-metreittäin heti nastarengaskauden jälkeen vuosittain. Kahden vuoden havaintojen perusteella voidaan enustaa takuuajan lopun urasyvyys. Mikäli takuuajan urasyvyysvaatimus uhkaa ylittyä, urasyvyys on mitattava siitä eteenpäin vuosittain nastarengaskauden lopussa ja seuraavan alussa niin, että saadaan selville nastarengaskaudella ja sen ulkopuolella syntyneen uran osuudet. Tuloksista voidaan päätellä, johtuuko urautuminen tierakenteen tai päällysteen deformaatiosta vai nopeasta nastarengaskulumisesta. Kummassakaan tapauksessa urapaikkaus tai muu urien peittäminen eivät tee lopputuloksesta laatuvaatimusten mukaista.

Kun on todettu, että päällyste, jota takuuajan urasyvyysvaatimus koskee, on kulunut enemmän kuin urasyvyyden vaatimisarvo tai hylkäysraja sallii, ja se johtuu nastarengaskulumisesta, ylimmän päällystekerroksen materiaali on muutettava sellaiseksi, joka täyttää kaikki alkuperäiset laatuvaatimukset.

Ylisuuren uran täyttäminen URAREM tai REM-menetelmällä tai muulla vastaavalla auttaa vain tavoitteen a) saavuttamisessa, mutta ei täytä tavoitetta b) ainakaan REM-käsiteltävyyden osalta, ja jos kiviaines on pääosin samaa kuin alun perin, ei myöskään kulumiskestävyuden osalta. Kohdassa 5.6.8 on annettu kaistan KVL, jonka ylittyessä oletetaan, että kulumisurat korjataan REM-käsittelyllä.

Jos nastarengaskauden ulkopuolella syntyneen urasyvyyden osuus vuoden urasyvyyden kasvusta on tavanomaista suurempi vähintään kahden vuoden jälkeen päällysteen käyttöönotosta, laskennallisen kulumisnopeuden laskentaa korjataan vähentämällä kokonaisurasyvyydestä tavanomaisen ylittävä osuus nastarengaskauden ulkopuolelta urasyvyyden kasvusta.

Jos nastarengaskauden ulkopuolisen urasyvyyden kasvu ylittää tavanomaiset osuudet, on selvitettävä, onko kysymys kahden ensimmäisen käyttöönottovuoden jälkitiivistymästä vai jatkuvasta deformaatiosta. Jatkuvan deformaation rajoittamiseksi liikaa deformoituvan rakennekerroksen materiaali vaihdettava paremmin deformaatiota kestäväksi tai jäykentämällä sen päällä olevia rakennekerroksia.

5.6.6 Vaatimus vedenkestävyydelle ja väsymiskestävyydelle

Asfalttimassan vedenkestävyyden tulee olla **Asfalttinormien** mukainen. Väsymisominaisuuksiin voidaan vaikuttaa massatyypin ja sideaineen valinnalla. Sideaine valitaan kohdan 5.8.4 mukaisesti.

5.6.7 Vaatimus rengasmelun vaimennukselle

Melua vaimentavien päällysteiden hyötyjä on kuvattu Liikenneviraston ohjeessa **Tien melusteiden suunnittelu**. Melua vaimentavien päällysteiden vaatimukset asetetaan PANK Ry:n **melua vaimentavien päällysteiden hankintaoppaan** mukaisesti. Vaatimuksina esitetään meluominaisuuksien lisäksi vaatimukset myös muille asfalttimassan ominaisuuksille.

5.6.8 Vaatimus päällysteen uusiokäsiteltävyydelle

Kun ajokaistan liikennemäärä on suurempi kuin 2500 ajon/vrk, oletetaan, että takuuajan jälkeiset kulumisurat korjataan REM-käsittelyllä. Tällöin edellytetään, että urakan ylimpään päällystekerrokseen ei tehdä urakan aikana REM-käsittelyä eikä siinä käytetä asfalttirouhetta raaka-aineena. Lisäksi viimeisessä päällystekerroksessa tulee olla samaa massatyyppiä niin paksu kerros, että tuleva REM-käsittely ei ulotu tämän kerroksen alapuolelle. Tämä toteutuu, kun päällystemassaa on vähintään kohdan 5.2.3 tapauksissa a) tai b) esitetty paksuus. Vaadittu massamäärä voi toteutua myös niin, että kaksi ylintä kerrosta on samaa massatyyppiä. Kohdassa 5.8.3 on rajoitettu asfalttirouheen käyttöä tällaisilla ajokaistoilla.

5.7 Vesitiivis tiepäällyste

5.7.1 Käyttökohteet

Vesitiivistä tiepäällystettä käytetään suolattavilla teillä

- a) pohjaveden suojauksessa
- b) hydraulisen stabiloinnin suojaamisessa
- c) teräsverkon suojaamisessa

Tarkemmin vesitiiviin päällysteen tarve on esitetty kohdissa 5.7.2 ja 5.7.4.

5.7.2 Pohjaveden suojauksessa käytettävä vesitiivis asfaltti

Pohjaveden suojauksen tarve määräytyy ohjeen **Pohjaveden suojaus tien kohdalla** mukaisesti. Seuraavassa esitetään tiellä käytettävän vesitiiviin asfaltin laatuvaatimukset.

Pohjaveden suojausosuudet esitetään tilaajan suunnitelmassa. Muita tilanteita varten tilaajan suunnitelmassa on kerrottava, onko tien suolausmäärä niin suuri, että vesitiiviin päällysteen käyttö on tarpeen. Näin tulisi menetellä, vaikka tilaajan suunnitelmassa ei olisi esitetty hydraulisen stabiloinnin tai teräsverkon käyttöä.

Pohjavedensuojausosuuksilla tiepäällysteenä on tarpeen käyttää tavanomaista asfalttipäällystettä vesitiiviimpiä mutta silti riittävän hyvin deformaatiota kestäviä päällystekerroksia. Alhainen vedenläpäisevyys saavutetaan suunnittelemalla ja toteuttamalla päällyste siten, että valmiin päällysteen tyhjätila on pieni ja päällyste kestää halkeilematta tien routaliikkeistä ja painumista sekä materiaalien lämpölaajenemisesta aiheutuvat rasitukset. Muita maanteiden vesitiiviiden päällysteiden tärkeitä ominaisuuksia ovat hyvä jäänestokemikaalien sietokyky ja pitkään kulutuskerroksena toimivassa kerroksessa hyvä nastarengaskulutuskestävyys.

Maanteilla vesitiiviinä päällysteenä käytetään AB-päällystettä. Asfalttinormien mukaiset tiiviit asfalttibetonit (ABT) on suunniteltu kaatopaikkojen allas- ja kenttärakenteisiin. Ne eivät sovellu sellaisenaan käytettäväksi maanteiden pohjavedensuojusrakenteissa, koska ne eivät ole tierasituksia (mm. kuluminen ja deformaatio) kestäviä.

Päällysteen tyhjätila

Vesitiiviinä tiepäällysteenä käytetään AB-päällystettä, jonka tyhjätila saa olla vaativassa kloridisuojauksessa keskimäärin enintään 2,5 %, yksittäishavainnoissa enintään 3,0 % ja kloridisuojauksessa keskimäärin enintään 2,8 %, yksittäishavainnoissa enintään 3,3 %. Vesitiiviin päällysteen tyhjätila ja paksuus tutkitaan poranäytteistä **Asfalttinormien** mukaisilla menetelmillä. Poranäytteet otetaan 0,5 m etäisyydeltä tien sivukaltevuuden korkeimmasta kohdasta. Asfalttimassan suunnittelu ja päällysteen tiivistäminen tehdään niin, että päästään vaatimukseksi asetettuun tyhjätilaan.

Päällysteen vähimmäispaksuus

Vesitiiviin päällysteen vähimmäispaksuus on 50 mm, jos alusta on sitomaton tai sidotun alustan urasyvyys ylittää 10 mm tai se on muuten epätasainen. Muissa tapauksissa päällysteen paksuudeksi riittää 40 mm. Yksittäishavainnonkin tulee olla vähintään 36 mm. Päällyste suunnitellaan niin, että muutkin tässä ohjeessa kuvatut kestävyysominaisuudet täyttyvät kohdekohtaisten vaatimusten mukaisesti.

Sideaine

Sideaineena käytetään polymeerimodifioitua bitumia. Tilaaja voi erikseen pienillä kohteilla määrätä, että käytetään muuta sideainetta. Massatyypinä käytetään yleensä **Asfalttinormien** mukaista asfalttibetonia (AB).

Halkeamien korjaaminen

Pehmeän bitumin tai kumibitumin käytöllä pyritään vähentämään vesitiiviiseen kerrokseen syntyviä halkeamia. Pehmeästä bitumista huolimatta vesitiiviiseen päällysteeseen tulee kuivalla hiekkakankaalla tai vastaavalla ainakin satunnaisia poikkihalkeamia. Nämä ja muut halkeamat avarretaan 25 +/- 5 mm leveydeltä ja vähintään 35 +/- 5 mm syvyydeltä ohjeen **Päällysteiden paikkaus** mukaisesti. Avartamisen jälkeen avarretut halkeamat tiivistetään plastisella saumausmassalla, joka on hyväksytty Liikenneviraston **SILKO**-ohjeissa käytettäväksi siltojen päällysteiden halkeamien korjauksissa. Halkeamat korjataan yleensä 3 vuoden kuluttua, kuitenkin viimeistään ennen seuraavan päällysteen tekemistä.

Uudelleenpäällystys

Seuraava uudelleenpäällystys pitäisi tehdä aikaisintaan vuoden kuluttua tiiviin kerroksen tekemisestä, vilkasliikenteisillä teillä (KVL > 6000 ajon/vrk) viimeistään 4 ja muilla viimeistään 6 vuoden kuluttua tiiviin kerroksen tekemisestä, jotta halkeamat tulevat esille ja ne voidaan paikata. Urasyvyys saa tällöin olla enintään 10 mm. Seuraava päällyste tehdään heti halkeamien avarrussumauksen jälkeen. Poikkeuksena ovat rampit ja vähäliikenteiset tiet (KVL < 1500 ajon/vrk). Niillä liikenne saa rasittaa vesitiivistä päällystekerrosta, jonka kuntoa ylläpidetään seurannan ja korjausten avulla. Seuraava päällystekerros liimataan huolellisesti vesitiiviiseen päällystekerrokseen ja tehdään ilman alustan kuumennuskäsittelyä. Seuraavan päällystekerroksen ei tarvitse olla vesitiivis.

Vaiheittain rakentaminen

Jos kuormituskestävyys edellyttää tielle kahta päällystekerrosta, ja ne toteutetaan vaiheittain 1...6 vuoden kuluessa, vesitiiviinä kerroksena voi toimia vain alin päällystekerros. Jos kuormituskestävyys edellyttää kolme päällystekerrosta, myös toiseksi alin päällystekerros voi toimia vesitiiviinä päällystekerroksena. Tällöin alinta päällystekerrosta saa pitää liikenteellä enintään 1 vuoden. Jos kuormituskestävyys edellyttää vain yhden päällystekerroksen, ainoasta kerroksesta tehdään vesitiivis. Lisäkerroksia ei tarvita, koska vähäliikenteisillä teillä (KVL < 1500 ajon/vrk) liikenne saa rasittaa halkeamien tiivisteitä.

Vesitiiviin päällysteen toteuttaminen nykyiselle tielle

Jos pohjavesisuojaus tehdään nykyiselle tielle, jolle tehdään yksi lisäpäällystekerros, nykyisessä päällysteessä olevat halkeamat avarretaan ja tiivistetään. Päälle tehdään vesitiivis päällystekerros, jonka halkeamia ei tarvitse erikseen tiivistää, jos ne tulevat samaan kohtaan kuin vanhan päällysteen tiivistetyt halkeamat. Tien reunassa vanhaan päällysteeseen tulee yleensä sauma bentoniittimaton sisäreunan kohdalle. Sauman tiiviyteen kiinnitetään erityistä huomiota. Nykyisen päällysteen ja levennysosuuden päälle tehdään vesitiivis päällyste. Siihen ei saa tehdä saumaa samaan kohtaan. Tarvittaessa vesitiiviin päällysteen alle voidaan levittää sauman kohdalle lujiteverkko suikale estämään mahdollisesti syntyvän pituushalkeaman heijastumista vesitiiviin päällysteen läpi. Jos pientareelle kuitenkin syntyy pituushalkeama, se voidaan korjata normaalilla saumajuotoksella tai saumojen REM-käsittelyllä, jos pituushalkeamat eivät aukea talvisin samalla tavalla kuin poikkihalkeamat.

5.7.3 Hydraulisten stabilointien ja teräsverkkojen päällä käytettävä vesitiivis asfaltti

Hydraulisen stabiloinnin pintaan voi syntyä talvella jäälinssejä, jos sen päällä on huokoinen päällystekerros. Tämä johtuu siitä, että huokoinen päällyste päästää vettä lävitse ja vesitiivis stabilointi pysäyttää sen pinnalleen. Lisäksi suolapitoinen vesi voi rauttaa stabilointia, jolloin stabilointi murenee ja voi muuttua paikoin routivaksi. Tämä ilmenee epätasaisina poikkihalkeamina ja kuormituskestävyyden heikentymisenä. Teräsverkot ruostuvat suolattavan tien alla, jos päällyste ei ole vesitiivis tai jos teräsverkkoa ei suojata ruostumiselta **InfraRYL:in** mukaisesti.

Hydraulisesti sidottujen stabilointien ja päällysrakenteen teräsverkkojen päälle tehdään vähintään yksi kohdan 2.7.2 mukainen vesitiivis päällystekerros, kun tiellä on vaurduttava kohdan 5.7.4 mukaisesti runsaaseen liukkaudentorjuntasuolan käyttöön.

Vesitiiviin päällysteen suunnittelu ja toteutus ovat muuten samanlainen kuin pohjavesialueilla, mutta poikkihalkeaman tiivistykseen voidaan hyväksyä muukin tapa. Avarussaumaus on kuitenkin tehtävä jälkeenkäin, jos tiessä ilmenee häiritsevän epätasaisia poikkihalkeamia.

5.7.4 Varautuminen liukkaudentorjunta-aineiden käyttöön

Tien rakenteissa on varauduttava runsaaseen liukkaudentorjuntasuolan käyttöön seuraavissa tapauksissa:

- a) Tien liikennemäärä on vähintään 3000 ajon/vrk
- b) Tien liikennemäärä on vähintään 1000 ajon/vrk ja alueen mitoittava roudan syvyys on kuvassa 4 enintään 2,0 m. (mm. Kt 79 ja 82 Lapissa eivät sisälly tähän, vaikka KVL > 1000))
- c) Tien liikennemäärä on vähintään 500 ajon/vrk ja tie on valtatie. (Vt 4 pohjoisimmat osat eivät sisälly tähän mutta Vt 23 kuuluu).

Kohdekohtaisesti tilaaja voi määritellä suolan käyttöön varautumisen muullakin tavalla.

Jos pohjavesialueelle ei tehdä luiskasuojauksia, mutta pohjavesisuojausten tarvearvioinnissa varaudutaan kloridin korvaamiseen muulla liukkaudentorjunta-aineella, ylimässä päällystekerroksessa tulisi käyttää sideaineena kumibitumia, koska se kestää kemikaaleja paremmin kuin tavalliset tiebitumit.

5.8 Vaatimusten asettaminen asfalttimassalle

5.8.1 Yleistä

Asfalttimassan suunnittelua (eli suhteitusta) ei yleensä tee tien rakennesuunnittelija vaan sen tekee asfalttiurakoitsija. Suunnittelutapa valitaan tämän ohjeen mukaisesti, kun kohteen rakenne mitoitetaan tämän ohjeen mukaisesti. Suunnittelija määrää kuitenkin seuraavat asfalttimassan suunnittelun reunaehdot:

- sallitut massatyypit
- mahdolliset rajoitukset asfalttirouheen käytölle
- toiminnallisessa suunnittelussa vaadittavat toiminnalliset ominaisuudet ja niiden vaatimuserät

5.8.2 Asfalttimassan koostumuksen suunnittelutapa ja vaatimusten asettamisen perusteella

Toiminnallinen suunnittelu sisältää ainakin osat a...c seuraavista sekä vaatimuksista riippuen osat d ja e.

- a) tilavuussuhteiden määrittäminen
- b) tiivistettävyyden kiertotiivistimellä
- c) vedenkestävyys **Asfalttinormien** mukaisella päällystetestillä
- d) deformaatiokestävyys jaksollisella virumiskokeella
- e) kulumiskestävyys Prall-testillä.

SMA-päällysteillä tehdään aina osat a...c sekä osa d, kun deformaatioluokka on I tai II, sekä osa e, kun kulumiskestävyyttä koskeva vaatimus perustuu Prall-kokeeseen (TIE tai MASSA).

AB päällysteellä tehdään osat a...c, kun kaistan liikennemäärä ylittää 1250 ajon/vrk tai kokemusperäiseen suunnitteluun ei ole riittäviä tietoja. Lisäksi tehdään osa d, jos deformaatioluokka on I tai II, sekä osa e, kun kulumiskestävyyttä koskeva vaatimus perustuu Prall-kokeeseen (TIE tai MASSA).

Kun toiminnallista suunnittelua ei vaadita, voidaan käyttää kokemusperäistä suunnittelua, jos siihen on riittävät lähtötiedot.

Kokemusperäinen suunnittelu

Asfalttimassan koostumuksen kokemusperäinen suunnittelu (suhteitus) tarkoittaa asfalttimassan suunnittelua kokemusperäiseen tietoon perustuen noudattaen **Asfalttinormeissa** esitettyjä vaihteluvälejä kiviaineksen rakeisuudelle, asfalttimassan sideainepitoisuudelle sekä sideaineen tunkeumalle. Suunnittelutapaa käytetään vähemmän vaativissa kohteissa, kuten vähäliikenteisillä teillä sekä jalkakäytävillä ja pyöräteillä. Kokemusperäisen suunnittelun tuloksena raportoidaan asfalttimassan ohjerakeisuus ja sideainepitoisuus sekä sideaineen tunkeuma, joiden edellytetään olevan **Asfalttinormien** mukaisia.

Toiminnallinen suunnittelu

Toiminnallisessa koostumuksen suunnittelussa asfalttiurakoitsija valitsee ensin kiviaineksen ja sen rakeisuuden sekä sideaineen ja sen pitoisuudet. Tämän jälkeen tutkitaan valitulla reseptillä saavutettavat tilavuussuhteet (päällysteen tyhjätila, täyttöaste ja kiviaineksen tyhjätila). Tilavuussuhteiden sekä alustavan rakeisuuden ja sideainepitoisuuden perusteella optimoidaan asfalttimassan sideainepitoisuus ja kiviaineksen rakeisuus vaatimusten mukaisen toimivuuden saavuttamiseksi.

Toiminnallisen suunnittelun tuloksena toteuttaja raportoi vaaditut ominaisuudet enakkokokeiden tuloksina tyyppitestausraportissa.

5.8.3 Asfalttirouheen käyttö maanteiden päällysteissä

Kohdassa 5.6.8 on esitetty kaistan KVL-raja, jonka ylittyessä oletetaan, että päällystelle tehdään REM-käsittelyjä kulumisurien korjaamiseksi. Tällöin kaistojen ylimmässä päällystekerroksessa on rajoitettu asfalttirouheen käyttöä. Rouheen Asfalttinormien mukainen käyttö on sallittua muissa päällystekerroksissa.

Jos rouheen käyttö sallitaan päällystekerroksessa, jolle on asetettu kulumiskestävyyttä koskeva laatuvaatimus, myös rouheen kiviaineksen KM-arvo selvitetään tai rouhetta sisältävän massan kulumiskestävyys määritetään Prall-menetelmällä koostumuksen suunnittelun yhteydessä tai tieltä otetuista poranäytteistä sen mukaisesti, millainen vaatimus päällysteen kulumiskestävyydelle on kohdan 5.6 mukaisesti asetettu.

Asfalttirouhetta sisältävän massan sideaineen tunkeuma lasketaan **Asfalttinormien** mukaisesti (2017, luku 9). Pohjavedensuojaurakenteissa käytettävissä vesitiiviissä asfalteissa rouheen käyttöä voidaan sallia enintään 10 % päällysteen kokonaismassamäärästä. Silloilla käytettävissä asfalteissa rouheen käyttöä voidaan sallia enintään 10 % päällysteen kokonaismassamäärästä.

Käytettäessä polymeerimodifioitua bitumia asfalttirouhetta ei saa käyttää.

5.8.4 Sideaineen valinta

Päällysteen sideaineena käytetään **Asfalttinormeissa** kyseiselle massatyypille tarkoitettua sideainetta. Jos massatyypille on esitetty useita vaihtoehtoisia sideaineita, AB- ja SMA päällysteissä käytetään kuitenkin ensisijaisesti bitumia, jonka tunkeuma on S/200, missä S on roudan mitoitussyvyys kuvasta 4. Esimerkiksi mitoitusroudan syvyys 1,5 m tarkoittaa tunkeumaa 7,5 mm. Tämä muutetaan lähimmäksi bitumin tunkeumaluokaksi 70/100, jossa tunkeuma on 7,0...10,0 mm. Vastaavasti mitoitusroudan syvyys 2,0 m tarkoittaa tunkeumaa 10 mm. Tämä muutetaan lähimmäksi bitumin tunkeumaluokaksi 70/100 tai 100/150.

Kun päällysteelle on asetettu deformaatiota koskeva vaatimus, voidaan käyttää myös alemmaa bitumiluokkaa (esim. 70/100:n sijaan 50/70) tai polymeerimodifioitua bitumia. Polymeerimodifioitua bitumia on käytettävä myös kohdassa 5.7 määritellyissä tilanteissa. Jos vaatimuksena on deformaatioluokka I, bitumin tunkeumalle ei aseteta erillistä vaatimusta.

Kun kaistan liikennemäärä on alle 1250 ajon/vrk ja halutaan parantaa päällysteen vedenkestävyyttä ja väsymiskestävyyttä, voidaan käyttää myös ylempää bitumiluokkaa (esim. 70/100 sijaan 100/150) tai massatyyppejä PAB-B.

Kun päällysteeseen käytetään asfalttirouhetta, määritetään valmistettavan massan sideaineen laskennallinen tunkeuma **asfalttinormien** mukaisesti, kun asfalttirouheen osuus on ylimmässä urakkaan kuuluvassa päällystekerroksessa yli 10% tai muussa päällystekerroksessa yli 20%. Näin saadun tunkeuman tulee olla sama kuin edellä (roudan mitoitussyvyyden perusteella saatu) tai ABK-kerroksessa 5...10 mm, mikä vastaa luokkia 50/70 ja 70/100, jos asfalttirouhetta ei käytettäisi. Jos asfalttirouheen osuus on pienempi, vaatimus koskee lisättyä bitumia.

6 Siirtymäkiilat

6.1 Käyttötarkoitus

Siirtymäkiiloilla tasoitetaan tavallisimmin routanousu- tai painumaeroja, joskus myös alusrakenteen kantavuus- ja tiivistymiseroja. Siirtymäkiilat rakennetaan yleensä tien pituussuunnassa. Tien poikkisuuntaisia siirtymärakenteita tarvitaan lähinnä sivukaltevassa maastossa ja kallioleikkauksiin liittyen (kohta 6.4).

Yleisimmin siirtymäkiiloja tarvitaan routanousuerojen tasaamiseen routivan ja (lähes) routimattoman alusrakenteen välille. Routimaton "alusrakenne" voi olla myös esimerkiksi siirtymäkiilasyvyyden alapuolelle ulottuva rumpu tai muu routimaton täyttö. Routanousueroja tasaavat siirtymäkiilat rakennetaan yleensä hiekasta, sorasta, louheesta tai muista routimattomista rakeisista materiaaleista. Ne voidaan rakentaa myös lämpöä eristävästä materiaaleista.

6.2 Routanousueroja tasaavan siirtymäkiilan mitoitus

6.2.1 Siirtymäkiila routimattomasta rakeisesta materiaalista

Siirtymäkiilasyvyys

Siirtymäkiilasyvyydellä tarkoitetaan siirtymäkiilan paksumman pään rakenteen kokonaispaksuutta. Samaa rakennepaksuutta voidaan käyttää myös pidemmällä osuudella esimerkiksi lähekkäin sijoittuvien siirtymäkiilojen välillä.

Siirtymäkiilasyvyys saadaan lisäämällä kuvassa 4 esitettyyn mitoittavaan roudan-syvyyteen (S) materiaaleista aiheutuva lisä, joka lasketaan kaavalla 2. Routa tunkeutuu murskeessa 1,1 ja louheessa 1,25 kertaa syvemmälle kuin hiekassa ja päällysteessä, joten murskeen paksuus on kerrottava kertoimella 0,9 ja louheen kertoimella 0,8. Päällysteellä ja hiekalla kerroin on 1,0.

Alaosastaan hiekalla täytetyn siirtymäkiilan syvyys on 60 mm, alaosastaan murskeella täytetyn 160...230 mm ja alaosastaan louheella täytetyn 330...500 mm paksumpi kuin mitoittava roudan syvyys. Vaihteluvälin suurempi arvo koskee Pohjois-Suomea ja pienempi Etelä-Suomea.

Eri siirtymäkiilan alaosan täyttömateriaaleja vastaavat siirtymäkiilasyvytydet saadaan taulukosta 23. Laskelmissa hiekasta rakenteen yläosassa on oletettu olevan 600 mm mursketta, murskeesta rakennetussa 100 mm päällystettä ja louheesta rakennetussa 100 mm päällystettä ja 200 mm mursketta

.Taulukko 23. Siirtymäkiilan eri täyttömateriaaleja vastaavat siirtymäkiilasyvytydet

Mitoittava roudiansyvyys S, mm	Siirtymäkiilasyvyys, mm, kun siirtymäkiilan täyttömateriaali on		
	Hiekka, S _{kHk} Paksuudesta 600 mm mursketta	Murske, S _{kM} Paksuudesta 90 mm päällystettä	Louhe, S _{kLo} Paksuudesta 90 mm pääll. 200 mm mursketta
1500	1560	1650	1830
1600	1660	1760	1950
1700	1760	1880	2080
1800	1860	1990	2200
1900	1960	2100	2330
2000	2060	2210	2450
2100	2160	2320	2580
2200	2260	2430	2700

Siirtymäkiilan pituus

Siirtymäkiilan pituus mitoitetaan tierakenteen paksuuden, hiekkatäytteisen siirtymäkiilan syvyyden ja siirtymäkiilan kaltevuuden perusteella kaavalla 15.

Kaava 15. Siirtymäkiilan pituuden laskeminen

$$L = k \times (S_{kHk} - R)$$

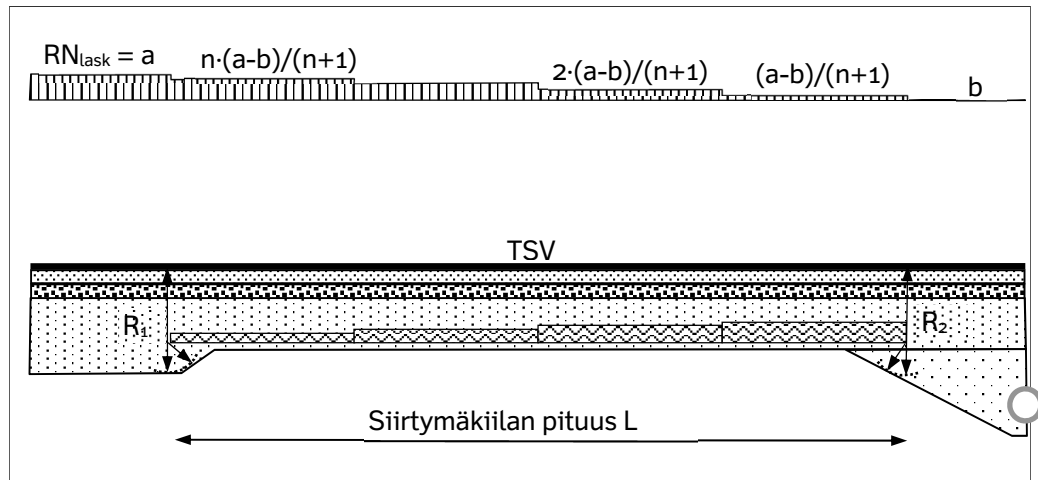
L on	siirtymäkiilan pituus
k	siirtymäkiilan kaltevuus 1:k taulukosta 8
S _{kHk}	hiekkatäytteisen siirtymäkiilan syvyys taulukosta 23
R	routamitoitetun rakenteen paksuus kuvasta 6.

Kaavaa 15 käytetään myös eri materiaaleista, mukaan lukien lämpöeristeet, rakennettujen siirtymäkiilojen pituuden määrittämiseen.

6.2.2 Siirtymäkiila lämpöeristemateriaalista

Lämpöeristekiilan paksuudet kiilan päissä ja porrastus

Siirtymäkiilan lämpöeristeen paksuus kiilan eri päissä riippuu liittyvien rakenteiden routanousuista ja routanousuerosta. Kiilan paksumman pään sallittu laskennallinen routanousu RN_{lask} on eristeen porrastusten lukumäärästä (n) riippuva osuus kiilan liittämien rakenteiden routanousuerosta ($a - b$) kuvassa 17. Yleensä routanousu b asetetaan nolllaksi.



Kuva 17. Siirtymäkiila lämpöeristelevyistä. Kiila yhdistää tierakenteet, joiden sallitut laskennalliset routanousut ovat a ja b (esim. rumpupaikkaan liittyen). Eri paksuisia tai muuten eristävydeltään erilaisia osuuksia on n kappaletta. Yleensä R_2 on rumpun ympärystätön siirtymäkiilasyvyys, jolloin routanousu $b = 0$.

Eristepaksuuden porrastukset valitaan niin, ettei laskennallisten routanousujen ero muutoskohdissa muodostu haitalliseksi. Laskennallinen routanousuero eristekiilan päässä tai porrastuksen kohdalla saa olla enintään 10...20 mm. Tämä johtaa siihen, että porrastusta ei yleensä voida toteuttaa pelkästään eristepaksuuden muutoksilla. Esimerkiksi 10 mm porrastus XPS-eristeen paksuudessa aiheuttaa yli 20 mm laskennallisen routanousuero, kun routaturpoama on yli 10 %. Tarvittaessa eristeen porrastus tehdään jättämällä eristelevyjen väliin eristämättömiä kohtia (enintään noin 0,3 m leveitä) siten, että kyseisen alueen keskimääräinen eristepaksuus vastaa haluttua porrastusta. Usein on helpompaa säätää eristeen alla olevan suodatinkerroksen paksuutta laskennallisten routanousujen sovittamisessa.

Eristekiilan minimipaksuus ja porrastus määräytyvät osittain myös materiaalipaksuuksien mukaan. Polystyreenilevyjen suositeltava vähimmäispaksuus maarakenteissa on 20 mm. Rajoittavana tekijänä voi olla eristelevyjen työnaikainen kestävyys ja käsiteltävyys. Eristeen alla suositellaan käytettäväksi vähintään 200 mm paksua suodatinhiekakerrosta, joka kuivatetaan.

Materiaalikorjattu siirtymäkiilasyvyys S_k saadaan routamitoituksella asettamalla sallittu laskennallinen routanousu (RN_{lask}) nolllaksi. Lämpöeristetyn päällysrakenteen tarvittava lämpöeristeen paksuus kiilan paksummassa päässä saadaan kaavalla 16.

Kaava 16. Tarvittava lämpöeristeen paksuus, jotta RN_{lask} olisi nolla.

$$R_E = \frac{1}{a_E} \cdot (S - R_P \cdot a_P - R_K \cdot a_K - R_J \cdot a_J - R_S \cdot a_S)$$

joissa

S	mitoitettava roudansyvyys (kuva 4)
R_E	tarvittava lämpöeristeen paksuus, jotta RN_{lask} olisi nolla
a_{Ei}	lämpöeristemateriaalin vastaavuus eristävyuden kannalta, tauluk. 7
R_P	päällysteiden paksuus
R_K	kantavan kerroksen paksuus
R_J	jakavan kerroksen paksuus
R_S	suodatinkerroksen paksuus
a_P	päällystekerrosten vastaavuus eristävyuden kannalta
a_K	kantavan kerroksen materiaalin vastaavuus eristävyuden kannalta
a_J	jakavan kerroksen materiaalin vastaavuus eristävyuden kannalta
a_S	suodatin kerroksen materiaalin vastaavuus eristävyuden kannalta

Lämpöeristekiilan leveys ja pituus

Lämpöeristetyn alueen leveys valitaan siten, että vähintään kuvan 12 mukaan määritelty maalaatikkoalue tulee suojatuksi. Käytännössä lämpöeriste ulotetaan noin 0,3 m luiskan puolelle. Tämän ulkopuolella lumivallin otaksutaan toimivan eristeenä.

Lämpöeristävästä materiaalista tehtävän kiilan pituus on sama kuin vastaavan rakeisista materiaaleista rakennetun kiilan pituus (kohta 6.2.1).

6.3 Siirtymäkiilojen tarve ja paikat

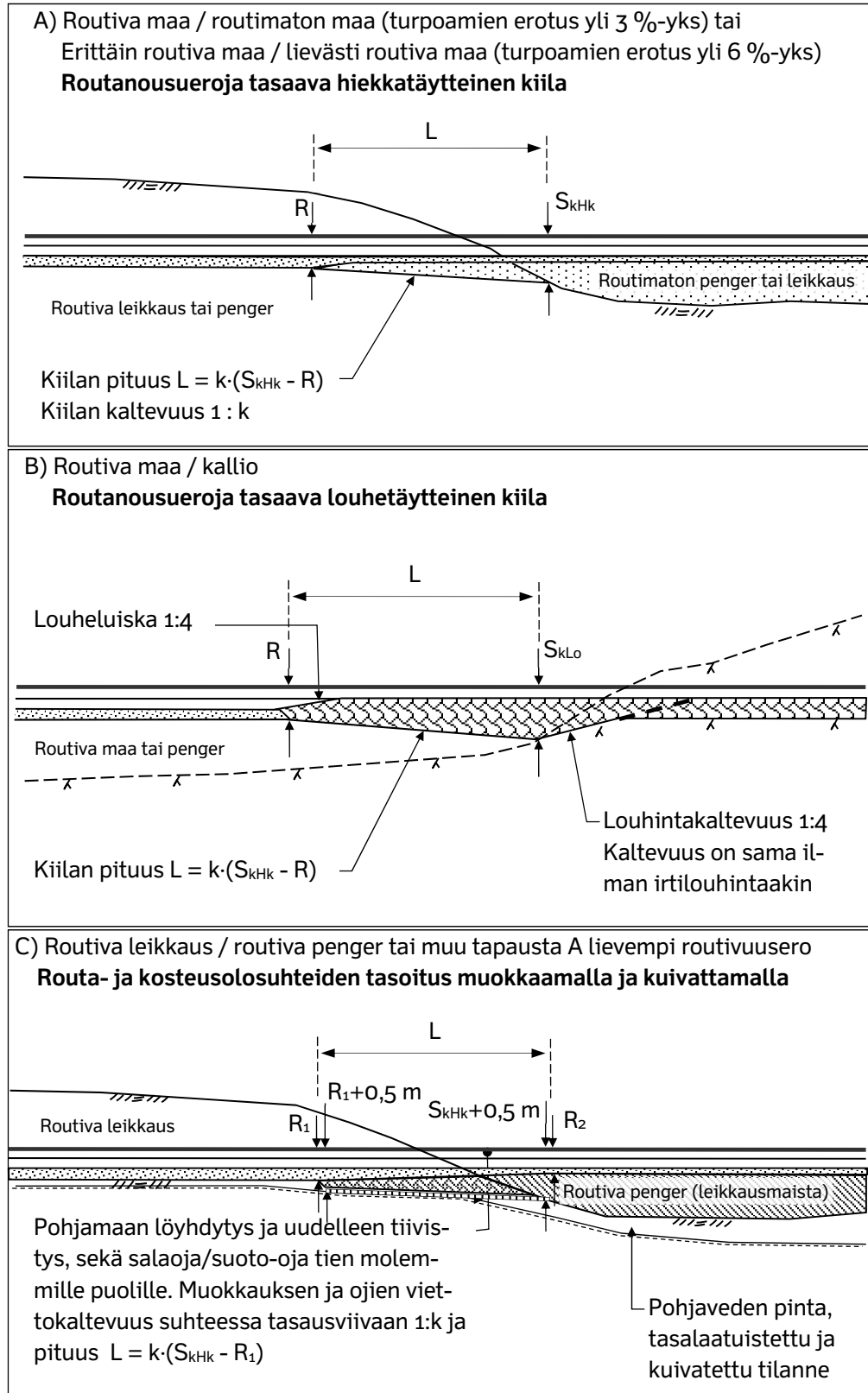
Päällystetyillä teillä siirtymäkiiloja käytetään paikoissa, joissa alusrakenne vaihtuu tai päällysrakennepaksuus muuttuu niin, että muutos voi aiheuttaa epätasaisuutta tien pintaan. Siirtymäkiilat rakennetaan seuraaviin kuvien 18-21 mukaisiin alusrakenteen seuraaviin muutoskohtiin.

Siltojen ja muiden kylmien perustusten routasuojaus perustuu eri lähtökohtiin kuin tierakenteen routasuojaus. Tien alusrakenteen ajoittainen jäätyminen sallitaan, mutta perustusten alla routivan maan jäätymistä ei sallita. Tierakenteet liitetään näihin täysin routimattomiin rakenteisiin ja putkirakenteisiin siirtymäkiilaa käyttäen.

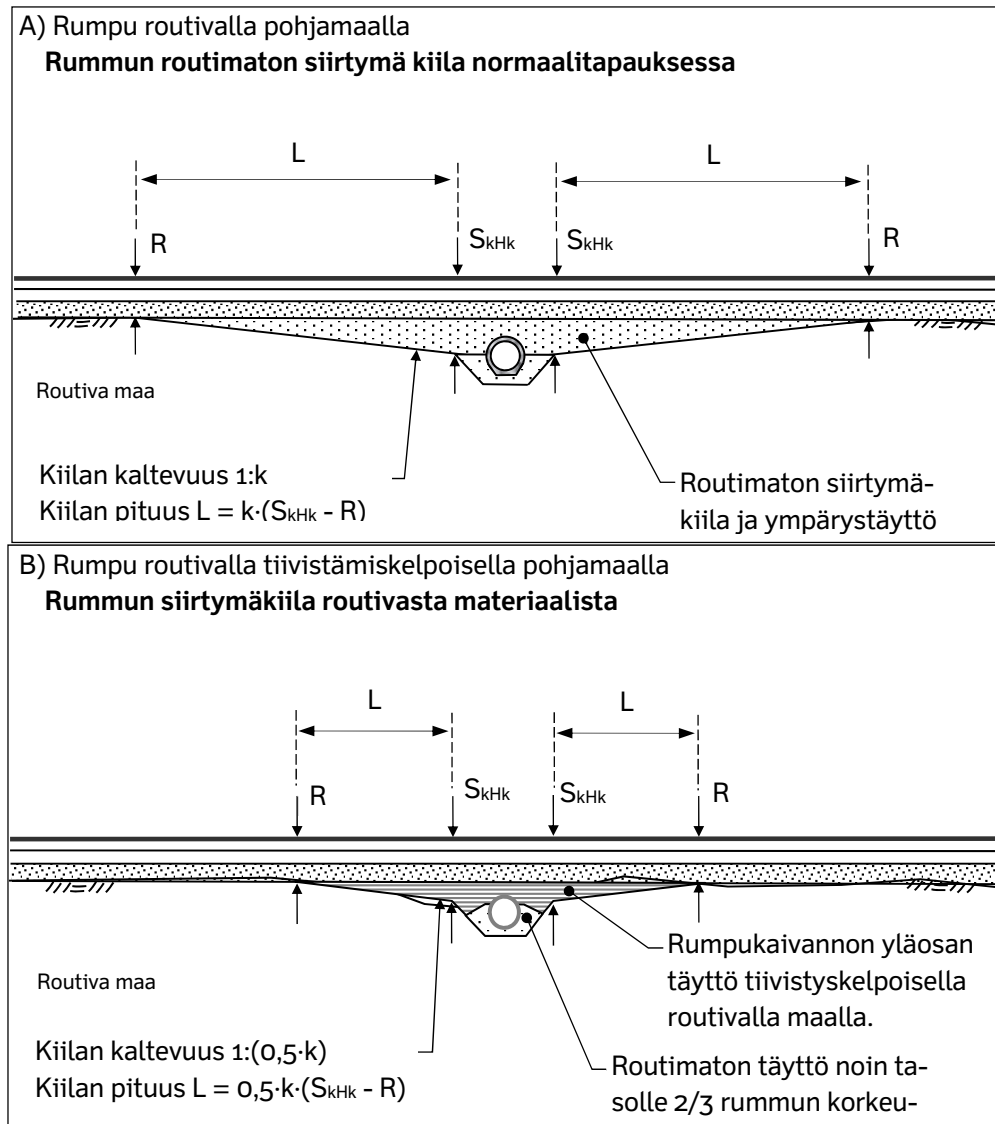
Siirtymäkiilaa ei yleensä tarvita, jos alusrakenteen muutoskohta on kokonaan siirtymäkiilasyvyuden alapuolella. Jyrkkä kosteusolosuhteiden vaihtuminen voi kuitenkin joskus aiheuttaa kiilan tarpeen, ellei kosteuseroa tasoiteta kuivatuksella.

Sellaisissa alusrakenteen vaihtumiskohdissa, joissa siirtymäkiilaa ei tarvita, päällysrakenteen paksuus muutetaan loivasti vähintään 5 m matkalla.

Sorateilla routanousueroja voidaan tasata kunnossapidon yhteydessä, eikä siirtymäkiiloja yleensä tarvita, ellei tietä ole tarkoitus päällystää myöhemmin.



Kuva 18. Routanousueroja tasaavia pituussuuntaisia siirtymärakenteita. Kuvissa A ja B liittyy routiva ja routimaton alusrakenne (suuri routanousuero). Kuvassa C liittyy kaksi eri tavoin routivaa alusrakennetta (kosteusolot ja maamateriaali erilaiset).



- Kuva 19. Routanousueroja tasaavia rumpujen pituussuuntaisia siirtymärakenteita.
- A. Routimattomalla siirtymäkiilalla tasoitetaan routanousuero, joka syntyy, kun rummun kohdalla routimattoman rakenteen paksuus on suurempi ja routanousu on pienempi kuin ympäristössä. Rummun perustamissyvyys on siirtymäkiilasyvyyttä suurempi tai rummun läpi virtaa vettä talvellakin tai pohjamaa pysyy muuten sulana.
- B. Routivalla siirtymäkiilalla pyritään saamaan tien pinnan routanousu rummun kohdalla muuta tietä vastaavaksi. Rummun ympärystätön alaosa on routimaton, jotta routa ei nostaisi rumpua vähitellen ylöspäin. Täytön yläosa ja siirtymäkiila tehdään routivasta maasta, jonka jäätymistä rumpuun kiinni voidaan ehkäistä asentamalla muovikalvo rumpua vasten. Täytön yläosan ja kiilan materiaalin ja kuivatuksen pitäisi olla mahdollisimman hyvin pohjamaata vastaava. Rummun peitesyvyyden tulee olla vähintään 0,5 m suurempi kuin päällysrakenteen paksuus. Vaihtoehto B soveltuu käytettäväksi vain vaatimusluokissa V4, V5 ja K1.

Siirtymäkiilakuvissa käytetyt merkinnät ovat seuraavat:

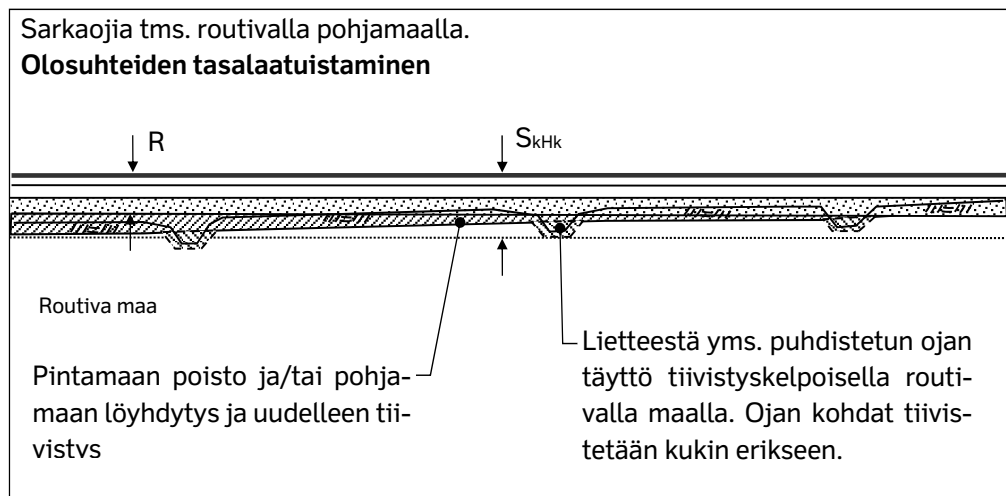
R _{on}	routimattoman päällysrakenteen paksuus
S _{khk}	hiekkatäytteen kiilan siirtymäkiilasyvyys. Kiilan täyttömateriaalin lyhenne (Hk) on liitetty alaindeksin loppuun
S _{km}	mursketäytteen (M) kiilan siirtymäkiilasyvyys
S _{klO}	louhetäytteen (Lo) kiilan siirtymäkiilasyvyys
L	siirtymäkiilan pituus (kaava 15)

6.3.1 Vanhan ojan tai entisen rummun kohdan käsittely

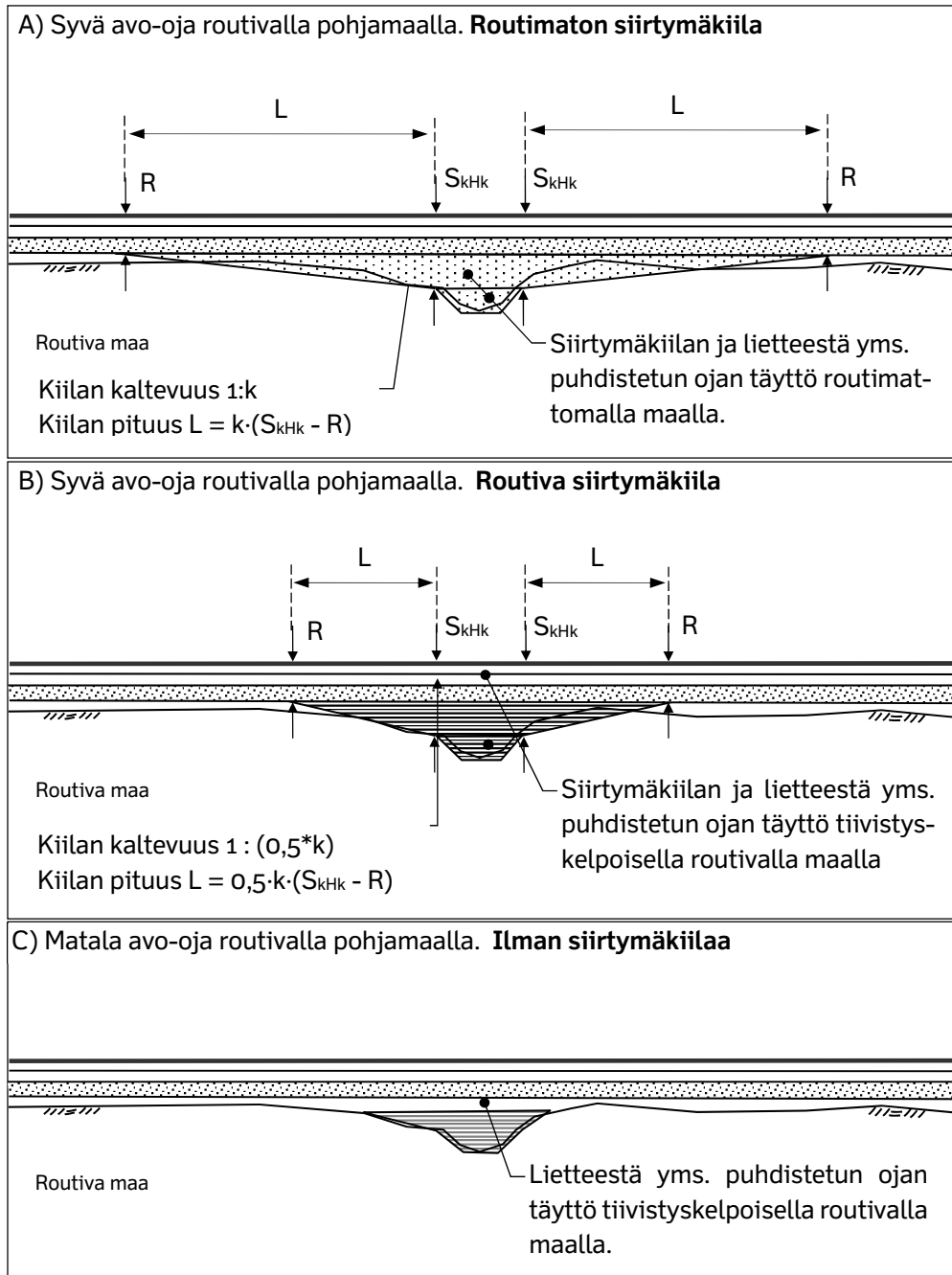
Vanhan ojan täyttöä koskevissa tapauksissa poistetaan liete ojasta ja uoma padotaan vesitiiviillä materiaalilla kuvien 21 A - C mukaisesti. Jos tie saa painua kaksi kesää ennen päällystystä tai jos pohjamaa on erityisen helposti tiivistyvää, voidaan käyttää kuvan 21 C mukaista kiilatonta ratkaisua. Jos painuma-aika on lyhyempi, käytetään kuvien 21 A tai 21 B mukaista kiilalla varustettua ratkaisua. Kuvan 21 A ratkaisu toimii ojan syvyydestä riippumatta ja se voidaan toteuttaa myös märkänä aikana.

Alusrakenteen painuma-, tiivistymis- ja routanousueroja voidaan tasata käsittelemällä pohjamaa kauttaaltaan kuvan 20 periaatteita noudattaen.

Rakennussuunnitelmaan merkitään osuudet, joilla kuvan 20 mukainen ojen tasalaatuistaminen on tehtävä.



Kuva 20. Esimerkki alusrakenteen tasalaatuistamisesta. Ratkaisu edellyttää riittävä painuma- ja tiivistymisaikaa ennen päällystystä. Tavoitteena on saada aikaan alusrakenne, joka tiivistyy ja routii kauttaaltaan lähes samalla tavalla. Tarvittaessa ojaluiskat loivennetaan kuvaa 21 B soveltaen.



- Kuva 21. Jälkitiivistymäeron ja routanousueron välttäminen ojaa tai muuta painannetta täytettäessä.
- Routimatonta ojatäyttöä käytettäessä rakenne on helppo tiivistää, mutta täytöstä aiheutuva routanousuero on tasoitettava normaalilla siirtymäkiilalla.
 - Routivaa ojatäyttöä käytettäessä ojatäytteen tiivistäminen on vaikeampaa, ja ojan kohdalle tulee jälkitiivistymän aiheuttama painuma. Painumaa voidaan loiventaa tekemällä siirtymäkiila lievästi routivasta tiivistämiskelpoisesta paikallisesta maasta. Routivuudeltaan pohjamaata vastaava kiila on kuvan A kiilaa lyhyempi.
 - Jos oja täytetään tiivistämiskelpoisella routivuudeltaan pohjamaata vastaavalla maalla, kohdan B mukaista siirtymäkiilaa ei tarvita, jos tiivistymiseen tierakenteen alla on riittävästi aikaa.

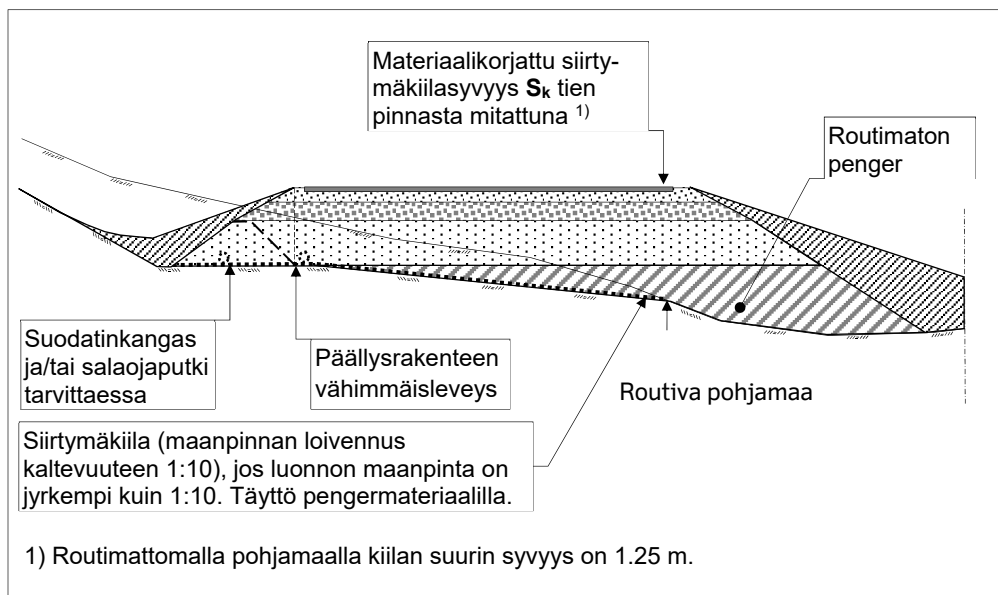
6.3.2 Tiivistymiseroja tasaavat kiilat

Tyypillisiä tiivistymiseroja tasaavia kiiloja ovat kuvien 21 A ja B tapaukset. 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.

Louheen tai irtilouhinnan ja muun routimattoman alusrakenteen rajakohdassa louheen pinta luiskataan kaltevuuteen 1:4.

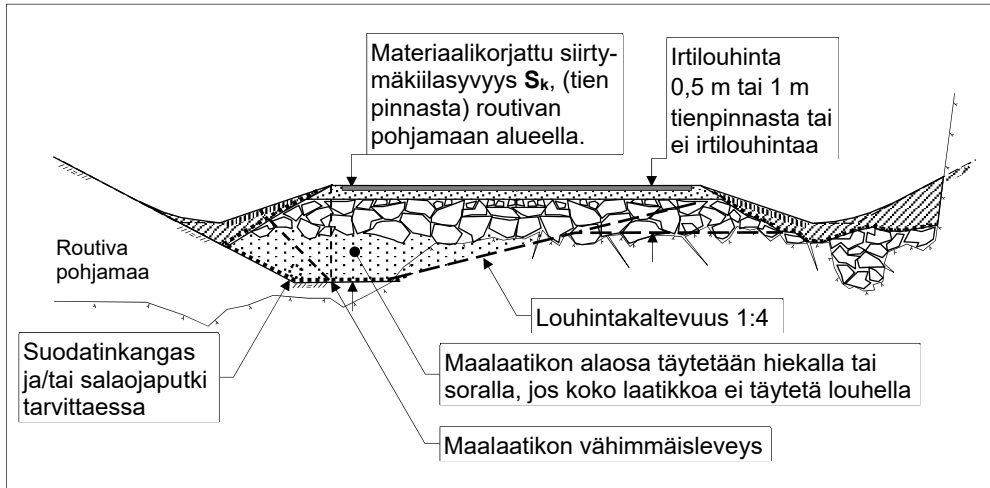
6.4 Poikkisuuntaisten siirtymäkiilojen paikat ja tarve

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



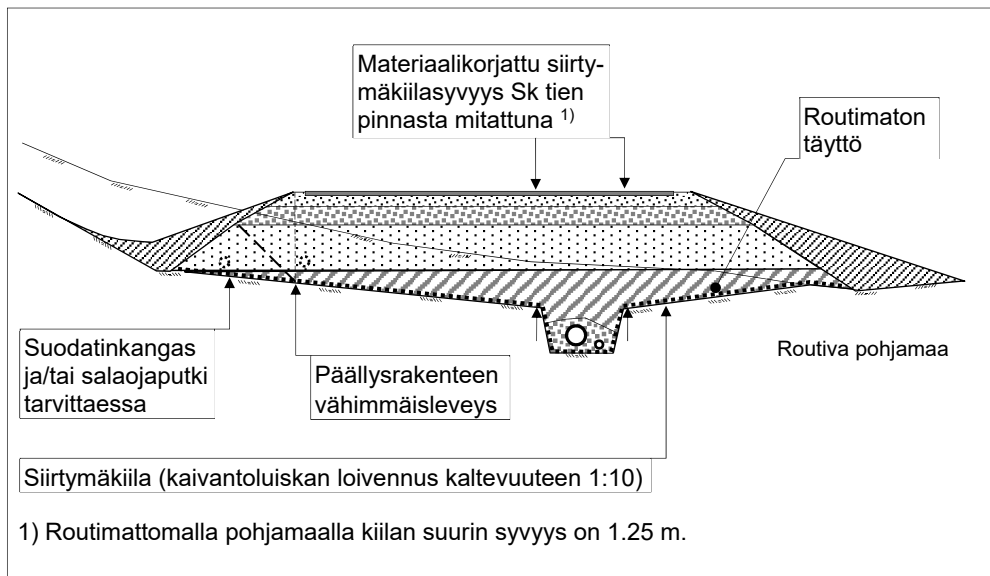
Kuva 22. Poikittainen siirtymäkiila maaleikkauksessa tai sivukaltevassa maastossa.

Toispuoleisessa kallioleikkauksessa käytetään routivan maan kohdalla kuvan 23 mukaista siirtymäkiilasyvyyteen ulotettavaa siirtymäkiilaa, maalaatikkoa tai louhelaatikkoa. Ensimmäinen täytemateriaali on louhe. Jos osa täytemateriaalista on soraa tai hiekkaa, tiivistymiserot tasoitetaan viisteellä, jonka kaltevuus on 1:4 tai loivempi. Eri materiaalien sekoittuminen estetään tarvittaessa suodatinkankaalla ja louheen pinnan kiihtäyksellä. Ratkaisun osana voidaan käyttää irtilouhintaa 2 m syvyyteen.



Kuva 23. Poikittainen siirtymäkiila routivan pohjamaan ja kallion rajakohdassa.

Vaatimusluokassa R4 pituussuuntaisen viemärin kohdalla otetaan huomioon paikkakunnalla vallitseva käytäntö ja kokemukset kyseiseltä pohjamaalta. Rakenteen poikki-leikkaus suunnitellaan sitten, ettei tiehen kokemusten mukaan tule pituushalkeamia ja poikkisuuntaista routanousueroa. Vaihtoehtoisesti noudatetaan kuvan 24 vaatimuksia.



Kuva 24. Poikittainen siirtymäkiila tien pituussuuntaisiin putkikaivantoihin liittyen.

6.5 Siirtymäkiilojen kuivatus

Tierakenteen kuivatustaso suunnitellaan yleensä niin, että kuormitusmitoituksen edellyttämät rakennekerrokset pysyvät riittävän kuivina. Yleensä siirtymäkiila pitää siksi kuivattaa noin 0,6...0,8 m syvyyteen tien pinnasta. Louherakenteessa kuivatus riittää 0,4 m.

Huomattavien vesimäärien virtaaminen siirtymäkiilaan ja kiilan kautta tierakenteeseen tai kallion irtilouhintaan on estettävä luiskaverhouksilla ja kuivatusjärjestelyillä. Siirtymäkiila on kuivatettava, jos on riski, että kiilaan kertyvä vesi toimii routivan pohjamaan vesivarastona esimerkiksi tapauksissa missä pohjamaassa on hyvän vedenläpäisevyyden omaavia kerroksia.

Siirtymäkiilat kuivatetaan kuitenkin pohjaan Liikenneviraston ohjeen **Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu** mm. kuvan 27 mukaisissa tapauksissa:

- Kallioleikkauksen yläpään siirtymäkiila. Vedet johdetaan kallioleikkauksen läpi salaojassa tai sivulle, jos maasto sallii
- Maalaatikon alapää, kun sinne voi kertyä vettä pitkältä matkalta
- Siirtymäkiilan täyttö on hyvin hienorakeista hiekkaa

Lisäksi kuivatetaan

- Siirtymäkiila, jossa on lämpöeristeitä. Tällöin kuivatetaan lämpöeristeen alapuolinen hiekkakerros.

7 Vanhan rakenteen hyödyntäminen parantamis- ja leventämishankkeilla

7.1 Yleistä

Tässä luvussa käsitellään kohtalaisen hyväkuntoisten ja lähes painumattomien vilkasliikenteisten teiden hyödyntämistä sellaisenaan tai rakenteeltaan tai tasaukseltaan parannettuna tai levennettynä. Tätä lukua sovelletaan myös uusien linja-autopysäkkien ja eritasoliittymien ramppien liittämässä nykyiseen tiehen.

Jos tiessä on routanousu- tai painumaongelmia, toimitaan ohjeiden **Tien rakenteen parantamisen suunnittelu ja tien geotekninen suunnittelu** mukaisesti. Samoin tehdään tilanteessa, jossa tietä levennetään pehmeiköllä ja haitallisten painumien torjumiseksi tarvitaan pohjanvahvistustoimenpiteitä.

Vanhojen rakenteiden hyödyntämisen suunnittelussa selvitetään aluksi (esiselvitysvaihe) onko nykyinen rakenne hyödynnettävissä ja kannattaako sitä hyödyntää.

Nykyisen tien käyttökelpoisuuden arvioinnissa suunnittelukohde jaksotetaan toteutettavan toimenpideluokan mukaisesti seuraavasti

- A. Ei toimenpiteitä nykyiselle päällysrakenteelle.
- B. Nykyisen rakenteen päälle rakennetaan uusi kulutuskerros ja korjataan tarvittaessa sivukaltevuuspuutteet ja painumat.
- C. Parannetaan nykyisen rakenteen kuormituskestävyyttä tai nostetaan tasausta lisäämällä sitomattomia kerroksia tai käsittelemällä vanhan rakenteen yläosaa sekä rakentamalla uudet päällystekerrokset.
- D. Ei hyödynnetä nykyistä rakennetta, vaan rakennetaan uudet kerrokset toiseen paikkaan tai vanhan tilalle.

Kuhunkin toimenpideluokkaan voi liittyä tien leventäminen.

Merkintää voidaan käyttää esimerkiksi pituusleikkauksissa. Hankekohtaisesti kirjaimen voidaan liittää numero, joka erittelee toimenpiteen tavoitteen ja mitoitusperusteen (esim. C1 tavoitteena eritasoliittymän rakentamisessa tarvittava tasausviivan nosto: vanha päällyste poistetaan ja tasaus nostetaan kantavan kerroksen materiaalilla ja kuormitusluokan 10,0 päällystein; C2 tavoitteena hienoainespitoisen kantavan kerroksen routivuuden poisto: vanha päällyste ohennetaan niin, että kantavan kerroksen käsittelysyvyudeksi saadaan 300 mm, kerros stabiloidaan ja päälle tehdään kuormitusluokan 10,0 päällysteet).

7.2 Esiselvityksen ja rakennussuunnitelman tutkimukset

7.2.1 Tutkimusten tavoitteet ja ajoitus

Esiselvitysvaiheen tutkimusten tavoitteena on hankkia luotettavat lähtötiedot sen arvioimiseen, voidaanko nykyistä tietä hyödyntää osana uutta vilkasliikenteistä tietä. Vaihtoehtona nykyisen tien hyödyntämiselle voi olla tien uudelleen rakentaminen nykyiselle paikalle, nykyisen tien viereen tai kauemmaksi nykyisestä tiestä.

Jos tiedot tierakenteen hyödyntämisen esteistä (epätasainen tai leventämisen kannalta liian suuri routanousu, epätasainen ja vielä jatkuva painuma) saadaan vasta sen jälkeen, kun tie on päätetty parantaa nykyiselle paikalleen, tien parantamisesta tulee kallis ja liikennettä haittaava, koska tie joudutaan osittain purkamaan liikenteen alta. Lisäksi vanhan tien geometria sitoo silloin tarpeettomasti uuden tien geometriaa ja menetetään mahdollisuus hyödyntää nykyistä tietä rinnakkaistienä.

Jotta voidaan päättää, kannattaako vilkasliikenteinen tie parantaa nykyisellä paikallaan, on tarpeen selvittää mahdollisimman aikaisessa vaiheessa:

- onko nykyisen tien sijainti ja geometria riittävä?
- onko kuormituskestävyydessä vakava puute?
- jatkuuko pehmeikölle sijoittuvan tien painuminen tulevaisuudessakin ja onko painuminen epätasaista?
- aiheuttaako routanousu toistuvasti epätasaisuuksia?
- nykyiset pohjarakenteet ja niiden kunto.

Leventämissuunnittelua varten on jo esiselvitysvaiheessa selvitettävä kohdan 7.2.9 mukaisesti lisäksi seuraavat asiat:

- mikä on päällysteen ja koko rakenteen paksuus ajoradalla ja mahdollisella leveällä pientareella
- onko nykyinen tie painunut ja pitääkö levennyksessä varautua painumaan?
- aiheuttaako routanousu levennyssaumaan halkeaman tai porrastuman?

Muut rakennussuunnittelua palvelevat tutkimukset tehdään esiselvitysvaiheen jälkeen. Kohdissa 7.2.2 ... 7.2.8 on esitelty nykyisen tien ominaisuuksien tutkimista yksityiskohdaisemmin tekemättä eroa eri suunnitteluvaiheiden välillä. Tutkimusten ajoittaminen eri vaiheisiin on harkittava hankekohtaisesti, mutta selväpiirteisissä tapauksissa esiselvityksen ja rakennussuunnitelman tutkimukset kannattaa tehdä samalla kertaa.

7.2.2 Tasaus, geometria sekä kuvatieto

Nykyisen tien geometria ja poikkileikkaus selvitetään vanhoista suunnitelmista tai mitaamalla esim. laserkeilausmenetelmällä.

Ajoneuvolaserkeilaamalla mitattu tarkka tien pinnan (noin 30 mm tarkkuudella) muoto tarvitaan rakennussuunnitelmassa, jos tien sivukaltevuuden vääristymät ja muut epätasaisuudet on tarkoitus korjata päällystämällä tai jyrsimällä. Myös tien leventämisessä ja murskeella tehtävässä tasausviivan muutoksessa tarvitaan lisäksi mitattu tasausviivan sijainti. Rakennussuunnitelmavaiheen tietoa tarvitaan massamäärien laskentaan ja työn suunnitteluun.

Tien pinnan ja reunaympäristön laserkeilauksen tai videokuvauksen avulla voidaan arvioida tien vaurioita ja kuivatuksen toimivuutta sekä suojattavaa tai poistettavaa kasvillisuutta.

7.2.3 Rakentamis- ja korjaushistoria

Tien rakentamis- ja korjaushistoria sekä mahdolliset erikoisrakenteet selvitetään vanhoista suunnitelmista, rakennerekistereistä ja haastatteluin. Erityisesti osuudet, joilla on tehty painumien korjauksia, on tärkeä selvittää päällystepaksuuden vaihtelua mitaamalla ja toimenpidehistoriaa selvittämällä. Selvitettäviä erikoisrakenteita ovat teräsverkot, pohjanvahvistukset, maabetoni- tai uusiomateriaalikerros, routaeristeet jne.

7.2.4 Rakennekerrosten paksuus ja laatu

Sitomattomien kerrosten paksuus ja laatu

Kantavan kerroksen huono laatu on usein syynä tierakenteen vaurioihin. Kantavan kerroksen ja muiden sitomattomien kerrosten laatu ja paksuus on syytä selvittää, jos nykyinen tie on vaurioitunut tai deformatunut nopeasti. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota kerros materiaalien hienoainespitoisuuteen ja mahdollisesti vedenimukykyyn.

Tutkimuksin saatu rakennekerrospaksuus ei ole aivan tarkka, vaikka näytteenotto-kairauksien tukena on ollut maatutkauskin. Siksi nykyisen tien todellinen rakennepak-suus on aina varmistettava rakennustöiden yhteydessä ainakin levennyssauman koh-dalta. Levennettävillä teillä myös luiskien rakenne on tutkittava.

Rakennekerrosten paksuutta ja laatua tutkitaan yleensä näytteenottokairalla. Mene-telmä vääristää jonkin verran hienoainespitoisuutta ja rakeisuuskäyrää. Oikeampi ra-keisuus saadaan kaivinkoneella otetusta näytteestä.

Päällysteiden paksuus ja laatu

Päällysteiden kokonaispaksuus mitataan päällystetutkalla kaistan keskeltä ja pora-näytteillä, joita otetaan vähintään 1 kpl/km.

Ylimpien päällysteiden massatyypin ja kiviainesten ominaisuudet selviävät ylläpi-tourakoiden tuottamista toteutumaportteista. Tuloksia voidaan varmistaa poranäyt-teiden avulla. Jos näitä ominaisuuksia ei selvitetä heti, on referenssiporanäytteet sääs-tettävä myöhempiä käyttöä varten. Poranäytteistä on todettava myös rajapinnat, joissa ylempi päällyste on irronnut alemmasta. Jos päällyste on vaurioitunut näissä kohdissa normaalia nopeammin, päällysteet tulisi uusia tähän rajapintaan asti.

Päällysteiden paksuusmittausten perusteella voidaan arvioida, voidaanko tielle tehdä REM-käsittely, jyrästä, stabilointi tai riittääkö kuormituskestävyys. Jos päällysteessä on paikallisia paksumpia kohtia, ne voivat viitata aikaisemmin tehtyihin painumakor-jauksiin.

Jos tielle on tehty levennyssosuus tai tiessä on leveä piennar, näiden kohdalta päällys-tepaksuus tutkitaan erikseen.

Purettavien materiaalien laatu

Purettavien tierakennemateriaalien uusiokäyttöä varten päällysteestä otetuista poranäytteistä arvioidaan mihin eri käyttötarkoituksiin rouhetta voi käyttää. Sitomattomista kerroksista selvitetään tutkimustulosten perusteella rakennekerrosten laatu ja sen tasalaatuisuus sekä käyttökelpoisuus. Myös tien sisäluiskien materiaalit selvitetävää ja rakenteisiin kelpaamattomien maa-ainesten sijoitus on suunniteltava.

7.2.5 Tien pinnan urautuminen

Tien tasaisuutta kuvaavat PTM -mittausten uraisuus-, tasaisuus- (IRI) ja sivukaltevuustiedot on saatavilla tierekisterin kuntotiedot osasta 100 m:n ja 10 m:n keskiarvoina esitettyinä. Maastossa inventoidaan havaittavat routa- ja painumaheitot. Pelkästään talvella esiintyvät heitot tulkitaan routaheitoiksi.

Tien palvelutason muutosnopeutta kuvataan vilkasliikenteisillä teillä urasyvyyden kasvunopeudella ja sen vaihtelulla ja vähäliikenteisillä teillä harjanteen kasvunopeudella ja sen vaihtelulla. Urasyvyyden ja harjanteen kasvunopeuksien laskennassa on otettava huomioon paikkaukset, jotka näkyvät urautumishistoriassa urasyvyyden pienenemisenä, jos havaintoja on riittävästi. Tulosten tulkinnassa on otettava huomioon se, että päällystystoimenpiteille merkityt eivät ole kuitenkaan täysin luotettavia.

Nopean urautumisen syiden selvittäminen

Jos urautuminen on liikennemäärään nähden nopeaa, selvitetään nastarengaskauden ulkopuolella syntyneen urasyvyyden osan osuus mittaamalla urasyvyys tarkasti vähintään kahtena keväänä ja vähintään yhtenä loppusyksynä tai yhtenä keväänä ja kahtena syksynä. Tarkoituksena on erotella nastarengaskaudella ja sen ulkopuolella syntynyt osa urautumisesta toisistaan.

Jos normaalia nopeampi urautuminen tapahtuu lähes yksinomaan talvella, selvitetään päällysteen kulumiskestävyyyteen liittyvistä ominaisuuksista ainakin kulumiskestävyys PRALL-kokeessa ja tyhjättila poranäytteestä sekä tarvittaessa kiviaineksen kuulamyllyarvo. Näitäkään tutkimuksia ei tarvita, jos kohteelle on joka tapauksessa tarkoitus tehdä kokonaan uusi päällyste.

Jos suurehko osa urasta syntyy nastarengaskauden ulkopuolella, selvitetään päällysteen paksuuden ja deformaatiokestävyyden riittävyys poranäytteistä ja kantavan kerroksen hienoainespitoisuus suuremmasta näytteestä. Myös päällysteen halkeilu urien kohdalla viittaa kuormituskestävyyden puutteeseen. Myös mitattu taipuma ja sen vaihtelu tien pituussuunnassa voi auttaa selittämään vaurion syytä. Suuren urautumisnopeuden selittäjänä otetaan huomioon myös päällystepaksuuteen nähden poikkeuksellisen suuri raskaiden raaka-ainekuljetusten tai muun raskaan liikenteen osuus, ajotilaa kaventavat betoni- ym. kaiteet sekä selvät kuivatuksen puutteet. Rakennekerrosten kuivatuspuutteet voivat selittää nopean vaurioitumisen, kun rakenteen alaosassa on käytetty hienoa hiekkaa tai yläosassa suhteellisen hienoainespitoista mursketta tai soraa. Louherakenteessa kuivatuspuutteita on harvoin.

7.2.6 Tien pituussuuntainen tasaisuus ja routavauriot

Paras keino selvittää tien paikallisten routanousuerojen (routaheittojen) sijainti ja haitallisuuden aste on ajaa tiellä keväällä maksimiroudan aikaan ja uudestaan kesällä, jolloin routa on sulanut. Myös keväällä mitattu IRI-keskiarvo 10 m matkalta voi toimia tukena ajamalla tehdylle selvitykselle.

Routanousun suuruus on arvioitava kohdan 7.2.9 mukaisesti, jos tietä levennetään.

7.2.7 Tulvariski

Tulvariskikohteet selvitetään tierekisteristä (tietolaji nro 157) ja Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) tulvatietojärjestelmästä. Tarvittaessa tien tasausviivaa nostetaan.

Lisäksi selvitetään, ovatko maantien rummut aiheuttaneet tulvariskiä yläpuolisessa tieympäristössä. Tarvittaessa rumpua suurennetaan tien parantamisen yhteydessä.

7.2.8 Nykyisen tien painumakäyttäytyminen

Jos tietä ei levennetä, viitteitä mahdollisista painumakohdista saadaan

- silmin havaittavista painumakohdista
- päällysteen paikallisista paksummista kohdista.

Jos nämä sijaitsevat maaperäkartan pehmeikkömaalajien alueella, syynä on todennäköisesti pohjamaan painuma. Edellä kuvatuille keinoille ei voi tunnistaa tasaista painumaa. Sen suuruutta ei aina tarvitse selvittää, jos tielle ei rakenneta lisäkaistoja.

Osuudet, joilla voi olla suuri tasainen painuma, voidaan tarvittaessa selvittää nykyisen tien suunnittelun aikaisten tai uusien pohjatutkimusten ja toteutettujen ratkaisujen perusteella. Näitä tietoja tarvitaan myös silloin, kun arvioidaan alustavasti, jatkuuko epätasaisiin painumiin liittyvä painuma vielä. Varma tieto painuman jatkumisesta saadaan vain vaaitsemalla tien pinnan taso kolmen vuoden välein ennen tien parantamisen suunnittelua. Vaaituspisteiden välit voidaan mitata tarkalla laserkeilauksella.

Tien absoluuttista painumaa rakentamisen ja nykyhetken välillä ei voida yleensä määrittää vertailemalla suunniteltua ja nykyistä tasausviivan korkeutta, koska suunniteltu tasaus ei ole ehkä toteutunut sellaisena.

Levennettävillä teillä painumakäyttäytyminen selvitetään kohdan 7.2.9 mukaisesti.

7.2.9 Leventämissuunnittelun tutkimukset

Levennyksen suuruudesta riippumatta on selvitettävä:

- Päällysrakenteen kokonaispaksuus sekä materiaalit reunimmaisen ajokaistan kohdalla ja erikseen yli 1,5 m levyiseltä pientareelta. (Tarvitaan myös silloin, kun tietä ei levennetä, jos ajokaistaa siirretään reunemmaksi.)
- Päällystekerrosten kokonaispaksuus koko levennettävältä tiepituudelta reunimmaisen ajokaistan ulkouran kohdalla sekä erikseen yli 1,5 m levyisiltä pientareilta. (Tarvitaan myös silloin, kun tietä ei levennetä, mutta ajokaistaa siirretään reunemmaksi)
- Levennettävän luiskan rakenne. Rakennekerrosten ulottuminen sisäluiskassa. Maalaatikkorakenteiden ja pohjarakenteiden leveys

Jos nykyisen tien reunaa aiotaan leventää enintään 0,75 m, on lisäksi selvitettävä:

- Luiskakaltevuus, sen selvittämiseksi onko leventämistä mahdollista suorittaa luiskaa jyrkentämällä (1:4 -> 1:3) ja sivuojaa siirtämättä (**Tien poikkileikkauksen suunnitteluohjeen** (2013) luvussa 7 esitetyin perustein).

Jos nykyisen tien reunaa siirretään enemmän kuin 0,75 m on lisäksi selvitettävä:

- Levennysosan pohjaolosuhteet (erityisesti pehmeiköt, kallioleikkaukset) routa- ja painumariskin sekä penkereiden ja kallioleikkausten vakavuuden arvioimiseksi, alusrakenneluokan määrittämiseksi.
- Arvio pehmeikölle maanvaraisesti rakennetun tiepenkereen painumanopeudesta ja kokonaispainumasta. Nykyisen tien tasainenkin mahdollisesti jo päättynytkin painuma voi edellyttää levennysosudelle pohjarakenteita, jotka estävät sen painumisen nykyistä tietä nopeammin.
- Jos nykyisen tien routanousu on pääosin tasaista ja päällysrakenteen paksuus routivilla pohjamailla vähintään 1 m eikä päällysrakenteen paksuudessa ole epä johdonmukaisia muutoskohtia, levennykseen voidaan rakentaa helposti vanhaa päällysrakennetta vastaava rakenne. Tällöin vanhan tien routanousua ei tarvitse mitata.
- Jos nykyisen tien päällysrakenne on selvästi ohuempi kuin tämän ohjeen luku 3 edellyttää tai, jos routanousu on suuri tai routanousu tai päällysrakenteen paksuus vaihtelee pituussuunnassa epä johdonmukaisesti, on harkittava, onko nykyinen tierakenne sovelias levennettäväksi.
- Mahdolliset teräsverkot tms. lujitteet, routaeristeet sekä luiskaan asennetut kaapelit.

Kapeiden maalaatikkorakenteiden kohdalla on varmistettava sopivin menetelmin, että levennysosan ja nykyisen tien täyspaksun rakenteen väliin ei jää kaistaletta, jossa rakennekerrosten kokonaispaksuus on pienempi.

7.3 Suunnittelukohteen osittaminen toimenpideluokkiin

7.3.1 Toimenpideluokan valinnan perusteet

Esiselvitysvaiheen tutkimusten perusteella valitaan kohteelle tai sen eri jaksoille jokin kohdassa 7.1 esitellyistä toimenpideluokista A, B, C tai D. Sitä varten on selvitettävä ja arvioitava kuinka hyvin nykyisen tien päällysteen paksuus ja muu mitoitus vastaavat uusille teille asetettuja vaatimuksia ja onko tie nopeasti vaurioitunut sekä ovatko tien pituussuuntainen tasaisuus ja sivukaltevuudet riittäviä. On huomattava, että ohjeessa **Tien poikkileikkauksen suunnittelu** ei suositella muuttamaan parannettavan tien sivukaltevuuksia kaikilta osin uusien teiden vaatimusten mukaiseksi korkean hinnan ja liikenteelle tulevan vähäisen hyödyn vuoksi.

7.3.2 Toimenpideluokka A: Ei toimenpiteitä päällysrakenteelle

Nykyiselle päällysrakenteelle ei tarvitse tehdä toimenpiteitä, jos tien rakenteellinen kunto on riittävä tai tässä vaiheessa ei ole rahoitusta. Tämä edellyttää, että:

1. Tien tasaus on hyväksyttävä
2. Tien tasaisuus on hyvä kesällä ja talvella

3. Päällyste ei ole pahoin urautunut ja päällysteen kulumiskestävyys on riittävä tien liikennemäärälle
4. Tiellä ei ole kuormituskestävyysspuutteista johtuvia päällystevaurioita eikä mahdollisissa taipumamittauksissa ole havaittu erikoisia taipumia
5. Tiellä ei kuormituksesta johtuvaa vaurioitumista ja päällystepaksuus on tien kuormitusluokkaan nähden lähes riittävä (≥ 70 % luvussa 4 vaaditusta) myös tulevassa liikennetilanteessa
6. Päällysteen sivukaltevuus on vaatimusten mukainen, eikä siinä ole reunapainumia. Vaatimusten mukaisuutta arvioitaessa on huomioitava, että Liikenneviraston ohje **Tien poikkileikkauksen suunnittelu** sallii yksisuuntaisella ajoradalla kaksipuolisen sivukaltevuuden. Tällöin suoralla ja loivissa kaarteissa yksipuolinen ja kaksipuolinen sivukaltevuus ovat vaihtoehtoja. Muutettaessa leveä kaksikaistainen tie kolmikaistaiseksi voidaan käyttää poikkeavia päällysteen sivukaltevuuksia päällysteen muotoilutarpeen vähentämiseksi. **Tien poikkileikkauksen suunnittelu** -ohjeessa on esitelty esimerkkejä tästä.

Jos nykyiselle päällysteelle ei tehdä uutta päällystekerrosta, aikaisemmat REM-käsittelyt voivat rajoittaa myöhempien REM-käsittelyjen tekemistä.

7.3.3 Toimenpideluokka B: Uusi kulutuskerros

Toimenpideluokka B, jossa nykyisen rakenteen päälle tulee uusi kulutuskerros ja mahdollisesti tasaisuuden ja sivukaltevuuksien korjaamisessa tarvittavaa massatasasta tai jyrskintöjä. Toimenpideluokka B:n käytön edellytys on kuitenkin se, että tien taseus on hyväksyttävä

Toimenpideluokka B on tarpeen, jos edellä esitetyt toimenpideluokan A kriteerit eivät täyty, mutta tiellä ei esiinny toimenpideluokkaa C edellyttäviä puutteita.

Jos tien vauriot johtuvat routanoususta tai painumisesta, toimenpideluokka B ei yleensä estä vaurioiden toistumista.

Sivukaltevuuskorjaukset tulevat kysymykseen myös moitteettomassa kunnossa olevalle tielle silloin, kun tietä levennetään toispuoleisesti niin, että keskiharjan paikka muuttuu tai tien poikkileikkaus on latistunut esim. tiepenkereen painumisen seurauksena.

7.3.4 Toimenpideluokka C: Sitomattomien kerrosten yläosan parantaminen

Toimenpideluokassa lisätään tai käsitellään sitomattomien kerrosten yläosaa. Toimenpideluokkaa käytetään toimenpideluokkien A ja B sijasta kun

1. Taseusviivaa nostetaan tai lasketaan. Lasku voi olla yleensä enintään 0,2 m.
2. Nykyisen kantavan kerroksen alla on vesitiivis kerros, joka on aiheuttanut nopeaa vaurioitumista, kuten esimerkiksi aiemmassa tasauksen korotuksessa rakenteeseen jätetty päällystekerros.
3. Tien sivukaltevuuspuute on suuri
4. Tiellä on roudan aiheuttamaa epätasaisuutta. Rakennepaksuuden kasvattaminen 0,5 metrillä korjaa kokonaan vain pelkästään kylminä talvina esiintyviä rouptaepätasaisuuksia.
5. Tie on vaurioitunut nopeasti, ja vaurioituminen voi johtua kantavan kerroksen liiallisesta hienoainespitoisuudesta tai muusta kerroksen deformaatioherkkyydestä.

7.3.5 Toimenpideluokka D: Uusien kerrosten rakentaminen

Toimenpideluokassa nykyiset rakennekerrokset jätetään pääosin hyödyntämättä ja samaan tai toiseen paikkaan rakennetaan uusi tierakenne tämän ohjeen mukaisesti. Toimenpideluokkaa D käytetään kun:

1. Päätien suuntausta parannetaan
2. Tien tasausviivaa lasketaan merkittävästi (yli 0,2 m)
3. Rakennetaan lisäkaistoja ja nykyisen tien routanousu on hyvin suuri tai nykyinen tie on painunut niin epätasaisesti, että levennysosaa ei saada samalla tavalla toimivaksi
4. Toimenpideluokilla B ja C käyttämällä ei ole mahdollista taloudellisesti saavuttaa riittävää kuormitus- ja routakestävyyttä esimerkiksi, kun huonokuntoista alempiluokkaista tietä parannetaan korkeampiluokkaiseksi tieksi.

Koko tierakenteen uudelleen rakentamiseen ja rakennepaksuuden lisäämiseen saattaa liittyä pohjamaan käsittelyä kuten stabilointeja, massanvaihtoja, maakivien poistoa, siirtymäkiilojen rakentamista maalajirajoihin, kalliopinnan puhdistusta ja irtilouhintaa jne.

Vilkasliikenteisellä tiellä uuden tierakenteen rakentaminen samaan paikkaan kuin vanha haittaa huomattavasti liikennettä ja estää nykyisen rakenteen käyttämisen rinnakkaistienä.

7.4 Parannettavan tien rakenteiden suunnittelu

7.4.1 Toimenpideluokka A: Ei toimenpiteitä nykyiselle tielle

Rakennussuunnitelman mitoituksen perustelumuiotiossa esitetään perustelut ratkaisulle sekä ehdotus seuraavan ylläpitotoimenpiteen ajankohdaksi ja sisällöksi.

7.4.2 Toimenpideluokka B: (uusi päällystekerros ja kaltevuuskorjaukset tarvittaessa)

Rakennussuunnitelmassa esitetään valmiin rakenteen päällysteen paksuus sekä kuinka paljon ja missä kohdissa on lisättävä massaa tai jyrkittävä pituus- ja poikkisuuntaisten epätasaisuuksien korjaamiseksi ja kuormituskestävyyden varmistamiseksi. Lisäksi määritellään ylimmän päällystekerroksen ominaisuudet luvun 5 perusteella.

Valmiin rakenteen päällystekerrosten kokonaispaksuuden vaatimus on yleensä sama kuin saman kuormitusluokan uudelta tieltä vaaditaan kohdassa 4.3. Nykyisestä päällystepaksuudesta riippumatta on yleensä syytä tehdä lisäksi vähintään yksi päällystekerros, jolla saadaan aikaan hyvä nastarengaskulutuskestävyys ja tasaisuus sekä mahdollisuus toteuttaa myöhemmin useita REM-käsittelyjä. Kerros peittää myös epätasaisuuksien korjaamisessa käytetyt tasauskerrokset ja jyrkityt pinnat.

Toteutunut päällysteen kokonaispaksuus ja lisättyjen kerrosten paksuus osoitetaan poranäytteillä. Näytteet otetaan ajokaistan keskeltä ja tarvittaessa pientareelta. Näytteenottoaikojen valinnassa käytetään päällystetutkaa.

Jos tien nykyisissä päällystekerroksissa on ollut merkkejä kuormituksen aiheuttamasta halkeilusta, eikä niitä ole tarkoitus korvata uudella, valitaan parannelulle tielle suurempi päällysteiden kokonaispaksuus kuin ajokaistan kuormitusluokka edellyttäisi. Nykyisen tierakenteen nopea deformatuminen, joka johtuu alemmista rakennekerroksista tai pohjamaasta edellyttää päällysteiden paksuntamista tai deformaatioherkän kerroksen poistamista.

Uudelta tieltä vaadittua pienempään kokonaispaksuuteen voidaan tyytyä, jos nykyinen rakenne on toiminut hyvin, vaikka kokonaispaksuus on ollut selvästi vaatimusta pienempi, eikä raskaan liikenteen ennusteta lisääntyvän merkittävästi. Deformaatiota ja siihen liittyvää verkkohalkeilua voidaan vähentää myös päällystemassaan lisättävillä kuiduilla (aramidi ja polyolefiini).

Kohdassa 7.5 on käsitelty, miten leventäminen ja siihen liittyvä sivukaltevuuksien muuttaminen vaikuttavat lisäpäällystyksen tarpeeseen nykyisellä ajokaistalla. Pientareen päällystepaksuuden vaatimus on harkittava tapauskohtaisesti.

Nykyisen tien päällystekerrosten kokonaispaksuus sekä kokonaispaksuuden ja tavoitteena olevan lopullisen päällystepaksuuden erotus määräävät, missä määrin sivukaltevuuksien ja painumaerojen korjauksissa voidaan käyttää jyrhintä. Jos päällystettä jäisi jyrinnän jälkeen alle 50 mm kerros, jyrintä kannattaa korvata muulla menetelmällä, koska ohut jäljelle jäävä päällystekerros vaurioituu helposti.

Jos painumia tai sivukaltevuuspuutteita korjataan tasaavalla päällystekerroksella, kerroksen reunojen alusta on jyrittävä niin, että tasaavan kerroksen reunatkin voidaan tehdä massatyyppin edellyttämässä paksuudessa. Tasaamisessa ei saa käyttää hienorakeisia massoja niiden huonon deformaatiokestävyyden vuoksi. Tarkempia ohjeita on luvussa 5.

Päällysteen saumahalkeamien ja deformaatiovaurioiden uusiutuminen voidaan estää käyttämällä vanhan ja uuden päällystekerroksen väliin asennettavia, synteettisiä lujitteita. Joissain tapauksissa riittää, että halkeama siirretään lujitteella pois ajokaistalta. Lujiteverkkojen käyttöä on kuvattu ohjeessa **Tierakenteen parantamisen suunnittelu**.

Nykyistä rakennetta paranneltaessa on syytä asettaa vähimmäisvaatimukset seuraavasti:

- päällystekerrosten kokonaispaksuus ajokaistojen reunassa tai reunassa
- päällystekerrosten kokonaispaksuus pientareella, jos se on erisuuri kuin ajokaistalla
- vähimmäispaksuus uusille päällystekerroksille
- sallitaanko hienojyrintää pientareella tai ajokaistoilla väliaikaisena kulutus-pintana.

Vaatimuksiin liitetään tieto nykyisistä päällystepaksuuksista. Vanhan päällysteen paksuudella tarkoitetaan ajokaistan keskeltä tai reunasta mitattua päällystepaksuutta, jossa ei oteta huomioon paikallisia painumakorjauksia. Jos paksuus tutkitaan ajourasta, siihen korjataan urasyvyyden vaikutus. Leveiden pientareiden päällystepaksuus selvitetään poranäyttein erikseen ainakin muutamissa poikkileikkauksissa.

Esimerkki B1. Osuudella ei ole erityisempiä ongelmia, mutta viereisten osuuksien parantamisen yhteydessä tällekin osuudelle halutaan uutta vastaava tasaisuus ja sivukaltevuus sekä uusi päällyste, jolle voidaan tehdä toistuvia REM-käsittelyitä.

Toimenpiteenä on päällystäminen niin, että ajokaistan ja pientareen kohdalla on vähintään 50 mm uutta päällystettä, ja että tien sivukaltevuus, tasaisuus ja kestävyys saavuttavat asetetut vaatimukset. Sivukaltevuuden ja painumien korjaaminen voi vaatia paksunnan päällysteen käyttöä. Tasausmassan käytössä on otettava huomioon kohdassa 5.4 esitetyt rajoitukset.

Ennen päällystystä suurimmat kohoumat ja harjanteet jyrsitään tasaisiksi. Jyrsittäviin kohtiin on jätettävä vähintään 50 mm päällystekerros ennen uudelleenpäällystämistä. Laajamittaisemmat jyrsinnät ovat sallittuja vain osuuksilla, joille jää jyrsinnän jälkeen vähintään 70 mm päällystekerros. Uuden ja vanhan päällysteen yhteispaksuuden tulee olla vähintään 140 mm. Poikkeuksena ovat osuudet, joilla sivukaltevuutta tai kohoumia korjataan jyrsimällä. Niillä osuuksilla yhteispaksuudeksi riittää 120 mm ei kuitenkaan yli 20 %:lla tien leveydestä.

Opastusta laatuvaatimuksen asettajalle: Uusien päällystekerroksien osuus voi olla vaihtoehtoisesti 40 mm tai paksumpi kuin 50 mm. Vastaavasti uuden ja vanhan päällysteen yhteispaksuutta koskeva vaatimus voi olla pienempi tai suurempi tien kuormitusluokan ja nykyisestä tiestä saatujen kokemusten mukaisesti.

Esimerkki B2. Osuudella ei ole erityisempiä ongelmia, mutta viereisten osuuksien parantamisen yhteydessä tällekin osuudelle halutaan uutta vastaava tasaisuus ja sivukaltevuus, kuormitusluokkaa vastaava kantavuus ja päällysteiden kokonaispaksuus sekä uusi päällyste, jolle voidaan tehdä toistuvia REM-käsittelyitä.

Päällystekerrosten paksuus ja tavoitekantavuus on vähintään kuormitusluokan 10,0 AB mukainen. Vähimmäistoimenpiteenä on päällystys niin, että kullakin ajokaistan ja pientareen kohdalla on vähintään 40 mm uutta päällystettä, ja että tien sivukaltevuus, tasaisuus ja kestävyys saavuttavat tuotevaatimuksissa annetut vaatimukset. Ennen päällystämistä suurimmat kohoumat ja harjanteet jyrsitään tasaisiksi.

Opastusta laatuvaatimuksen asettajalle: On huomattava, että tavoitekantavuutta koskeva vaatimus on usein turha. Päällystepaksuutta koskeva vaatimus on helpommin tulkittava.

7.4.3 Toimenpideluokka C (sitomattomien kerrosten lisäys tai käsittely)

Tien parantamista edellyttävä syy (tasausviivan nosto, vesitiivis vaurioita nopeuttanut kerros, suuri sivukaltevuuspuute, routaepätasaisuus tai muu nopea vaurioituminen) määrää, kuinka paljon nykyisen rakenteen ylimpiä kerroksia on purettava, stabiloitava tai käsiteltävä muulla tavalla ja paljonko uusia sitomattomia kerroksia päälle on tehtävä. Kantavan kerroksen materiaalin parantamisen tavoitteena on saada se moduuliltaan ja hienoainespitoisuudeltaan uusien kerrosten vaatimusten mukaiseksi. Sidottujen kerrosten paksuus valitaan kohdan 4.3 mukaisesti.

Jos tien parantamista edellyttävä syy on tasausviivan nosto tai vesitiivis vanha vaurioitumista nopeuttava kerros tai suuri sivukaltevuuspuute, vanha päällyste tai vesitiivis kerros on poistettava, jos sen päälle tulisi alle 0,5 metrin murskekerros.

Jos tien parantamista edellyttävä syy on routanousun aiheuttama toistuva epätasaisuus, tien tasausviivaa on yleensä nostettava 0,5...1,0 m. Tien pinnassa havaittujen routanousuerojen tai nykyisten rakennekerrospaksuuksien ja alusrakenteen tasalaatui-

suuden perusteella arvioidaan, mikä on routanousueron syy. Tilanteeseen pyritään soveltamaan luvun 3 periaatteita. Sivukaltevassa rinteessä ja hienosta hiekasta tehdystä maalaatikkorakenteen kohdalla myös ohjeen **Teiden ja ratojen kuivatus** mukainen syväsalaoja voi tasoittaa routanousuja. Pituushalkeamia voidaan korjata myös koko tien levyisillä teräsverkoilla tai niitä vastaavilla venymättömillä lujitteilla ja yksittäisiä epätasaisuuksia siirtymäkiiloilla.

Vanhan rakenteen yläosaa on purettava silloin, kun ohutpäällysteinen piennar muuttuu raskaan liikenteen käyttämäksi ajokaistaksi eikä koko tien leveydelle haluta tehdä pak-sua lisäpäällystettä.

Mikäli tien vaurioituminen johtuu nykyisen kantavan kerroksen hienoainespitoisuudesta tai muusta kuormituskestävyyspuutteesta, tarvitaan yleensä seuraavia toimia:

- Vanhan päällysteen ja kantavan kerroksen yläosan sekoitusjyrsintä ja stabilointi
- Vanhan päällysteen ja kantavan kerroksen sekoitusjyrsintä ja sepelin lisäys hienoainespitoisuuden vähentämiseksi
- Vanhan päällysteen ja kantavan kerroksen sekoitusjyrsintä ja uuden kantavan kerroksen rakentaminen nykyisen päälle
- Vanhan päällysteen ja kantavan kerroksen poisto sekä kantavan kerroksen tekeminen uusista materiaaleista
- Vanhan päällysteen ja kantavan kerroksen poisto ja normaalia suuremman päällysteiden kokonaispaksuuden käyttö, kun tasausviivaa halutaan samalla alentaa.

Sekoitusjyrsintää ja stabilointia käytettäessä päällystettä ohennetaan tarvittaessa jyrsimällä ennen toimenpidettä niin, että käsittely ulottuu riittävän syvälle sitomattomissa kerroksissa. Jyrsintärouhe käytetään uusiin päällysteisiin sen laadusta riippuen samassa tai toisessa kohteessa.

Esimerkki C1. Kohteessa on havaittu nopeaa kuormitusvaurioitumista ja syyksi on osoittautunut liian hienoainespitoinen kantava kerros. **Toimenpiteenä** on päällysteen jyrsintä keskimäärin 30 mm paksuiseksi, stabilointi, joka ulottuu keskimäärin 120 mm syvyyteen, ohuimmillaankin vähintään 80 mm syvyyteen kantavassa kerroksessa. Pinta muotoillaan oikeaan sivukaltevuuteen ja päälle tehdään kuormitusluokkaa 5,0 vastaava päällyste.

Esimerkki C2. Kohteessa ei ole erityisempiä ongelmia ja vaurioita, mutta tasausta halutaan laskea 0,2 m matalan sillan alla. Tutkimuksin on varmistettu, että nykyisen jakavan kerroksen moduuli on 280 MPa ja että sen hienoainespitoisuus ja lujuus täyttää kantavan kerroksen laatuvaatimukset. **Toimenpiteenä** on vanhan 140 mm paksuisen päällysteen ja enimmillään 250 mm paksuisen murskekerroksen poistaminen. Toimenpiteen aloituskohdassa nykyistä rakennetta leikataan 160 mm ja siitä se kasvaa 390 mm:iin. Tilalle tehdään ohut tasauskerros murskeesta tai asfalttirouheesta ja 170 mm uutta päällystettä.

Esimerkki C3. Kohteessa on havaittu toistuvia leveitä pituushalkeamia. Toimenpide on nykyisen tierakenteen leikkaaminen 250 mm syvyyteen. Siihen tasoon asennetaan koko tien levyinen teräsverkko ja sen päälle 150 mm murskettä ja 100 mm päällystettä.

7.4.4 Toimenpideluokka D: (rakennetaan uudet kerrokset)

Uudet rakenteet suunnitellaan tämän ohjeen muiden lukujen mukaan. Suunnittelussa käytetään mahdollisuuksien mukaan hyväksi vanhan rakenteen käyttäytymisestä saatuja tietoja.

Jos toimenpideluokkaa D käytetään nykyisen rakenteen kohdalla, nykyinen rakenne yleensä puretaan ja liikenne kierrätetään työn aikaisesti muuta kautta, mikä on rakentajalle ja liikenteelle hankalaa ja lisää kustannuksia. Painuvilla mailla etuna voi olla se, että pohjamaa ei enää painu.

Useimmiten uusi rakenne kannattaa rakentaa eri paikkaan kuin nykyinen rakenne.

7.4.5 Tien parantamisen pehmeiköllä

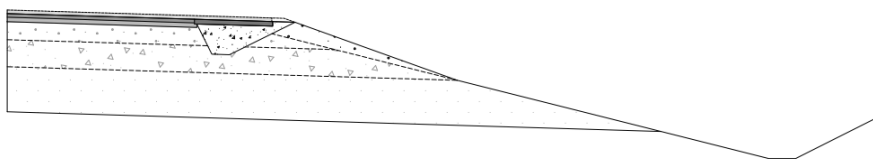
Pehmeiköillä nykyistä tien tasausta ei saa nostaa, eikä rakennepaksuutta paksuntaa yli 100 mm ilman asianmukaista geoteknistä harkintaa ja suunnittelua, joka perustuu luotettavaan tietoon pohjasuhteista.

7.5 Tien leventämisen suunnittelu

7.5.1 Vähäinen leventäminen (enintään 0,75 m)

Tien poikkileikkauksen suunnittelu -ohjeen kohdassa 7.3 ja 7.4 on käsitelty tien leventämisen tarvetta ja keinoja. Leventämisen syitä ovat mm. lisäkaistojen tarve, leveämmän pientareen tai ajokaistan tarve, keskikaiteen rakentaminen, reunakaiteen rakentaminen, huono reunakantavuus ja pohjavesisuojausten rakentaminen. Ohjeessa on todettu, miten leventämisen kustannuksia voidaan alentaa vähäisessä leventämisessä, jossa tien reuna siirtyy enintään 0,75 m:

- Sivuojiin ja kaapeleiden uudelleenrakentamisen ja rumpujen jatkamisen välttämiseksi uuteen sisäluiskaan hyväksytään jyrkempi kaltevuus (esim. 1:3) kuin uusilla teillä käytetään (1:4). Suistumisturvallisuutta voidaan tarvittaessa parantaa loiventamalla ulkoluiskaa ja raivaamalla metsän reunaa.
- Tasausmassatarpeen vähentämiseksi toisessa ajosuunnassa voidaan käyttää loivempaa ja toisessa jyrkempää sivukaltevuutta, eikä sivukaltevuuden keskiarjaa tarvitse sijoittaa aivan ajosuuntia erottavan keskiviivan tai keskikaiteen kohdalle.
- Kun nykyinen kaksipuolisesti kallistettu kaksisuuntainen ajorata muutetaan yksisuuntaisen liikenteen käyttöön, ajorataa ei tarvitse muuttaa yksipuolisesti kallistetuksi, koska siitä ei ole merkittävää hyötyä liikenteelle ja se olisi kallis toimenpide.

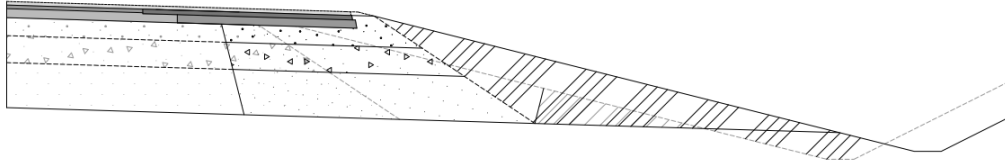


Kuva 25. Vähäinen leventäminen luiskaa jyrkentämällä, missä tiehöylällä levitetään nykyisen tien kerrosmateriaaleja luiskaan. Vako täytetään kantavan kerroksen materiaalilla ja tiivistetään samalla myös luiskaan levitetty materiaali. Tarvittaessa luiskasta poistetaan orgaaniset kerrokset.

7.5.2 Suurempi leventäminen (yli 0,75 m)

Kerrospaksuudet

Pääsääntö on, että levennysosan rakennekerroksista tehdään kuormituskestävyyden ja routamitoituksen suhteen nykyisiä rakennekerroksia vastaavat. Jos nykyinen päällysrakenne ei vastaa tulevia tarpeita, koko tien päällystyspaksuutta voidaan kasvattaa tai nykyisen tien rakenteita parantaa ennen leventämistä.



Kuva 26. Yli 0,75 m levyinen levennys; nykyisen tien viereen kaivetaan tila levennyksen rakennekerroksille, jotka rakennetaan nykyisten kerrosten paksuisina.

Rakennustyön helpottamiseksi ja jälkitiivistymien vähentämiseksi nykyisen tien rakennekerrosten materiaaleista ja paksuuksista voidaan kuitenkin poiketa seuraavasti:

- sorakerros voidaan korvata murskeella.
- ohut hiekkakerros voidaan korvata suodatinkankaalla ja murskeella
- karkea louhe voidaan korvata pienlouheella.
- päällysrakenteen yläosassa sora tai murske voidaan korvata betonimurskeella.
- sementtistabilointi tai muu hydraulinen stabilointi, joka ei kestä liikennettä uutena, korvataan levennyksessä muulla rakennekerroksella.
- bitumistabilointi voidaan korvata kantavuudeltaan vastaavalla murskeen ja päällystelispaksuuden yhdistelmällä.

Jos levennettäessä tierakenteen alaosassa käytetään hiekan asemasta mursketta, materiaalien erilaista roudan eristävyttä ei kuitenkaan kompensoida mitoituksessa, koska tien reuna-alueilla routa ei tunkeudu aivan yhtä syvälle kuin tien keskellä. Jos nykyisessä tiessä on käytetty lämpöeristeitä, levennykseen tehdään vastaava lämpöeristys. Ylimmässä levykerroksessa uusi eristelevy pyritään ulottamaan osittain nykyisen eristyksen päälle.

Jos nykyisen tien rakenteen paksuus vaihtelee jollakin osuudella tien pituussuunnassa lyhyin välein, levennysosan rakennepaksuus tehdään keskimäärin saman paksuiseksi, mutta paksuusvaihtelu vähäisemmäksi. Levennysosan päällysrakenteen paksuus saa poiketa nykyisen tien rakennepaksuudesta enintään 20 %. Siirtymäkiilat rakennetaan nykyisiä vastaaviksi.

Kapeiden maalaatikkorakenteiden kohdalla on varmistettava sopivin menetelmin, että levennysosan ja nykyisen tien täyspaksun rakenteen väliin ei jää kaistaletta, jossa rakennekerrosten kokonaispaksuus on pienempi. Vanhan rakenteen yläosaa on purettava silloin, kun nykyinen ohutpäällysteinen piennar muuttuu raskaan liikenteen käyttämäksi ajokaistaksi.

Päällystepaksuudet

Levennyksen päällystepaksuus määräytyy yleensä nykyiselle tielle tulevan päällystepaksuuden mukaan. Tien tulevaan kuormitusluokkaan nähden ylipaksu tai liian ohut nykyinen päällyste voidaan kuitenkin korvata levennysosalla ajokaistan kuormitusluokkaa vastaavalla päällystepaksuudella, mutta mahdolliset yli 40 mm suuruiset päällystepaksuuden muutoskohdat tulee sijoittaa ajokaistojen väliin, mikäli mahdollista. Kuormitusmitoitus tai muut kohdassa 7.4 esitetyt syyt voivat edellyttää päällysteen paksuntamista myös nykyisillä ajokaistoilla.

Kun rakennetaan ohituskaistatietä leventämällä nykyistä tietä, raskaan liikenteen käyttämä ajokaista tulee tavallisesti kokonaan tai suureksi osaksi levennysosalle, ja toinen nykyisen tien ajokaistoista muuttuu ohituskaistaksi. Lisäksi keskikaiteen asentaminen edellyttää sivukaltevuuden keskiharjan siirtämistä. Tällöin tarvittavat päällystepaksuudet on arvioitava ajokaistakohtaisesti kohdan 4.2.5 mukaisesti. Tulos vaikuttaa mm. siihen, voidaanko keskiharjaa siirtää vastakkaisen puolen päällystettä ohentamalla, vai pitääkö se tehdä pelkästään paksuntamalla nykyistä päällystettä levennyksen puolella eli tulevalla ohituskaistalla. Levennyspuolella voidaan käyttää kohdassa 7.5.4 kuvattua päällysteiden vaiheittain rakentamista korjaamaan mahdollisia levennyssaumahalkeamia.

Teräsverkkojen käyttö

Jos nykyisellä tiellä on estetty keskihalkeamien tai aikaisemman levennyksen yhteydessä saumahalkeamien syntyminen teräverkolla, vastaava verkko on ulotettava myös levennysosalle niin, että tien poikkisuuntaiset voimat välittyvät verkosta toiseen.

Teräsverkon ja tien pituussuuntaisen sauman liitoksen laatuvaatimukset on esitetty **InfraRYL:ssä**.

Jos nykyisen tien päällystekerroksissa on teräksinen tai synteettinen lujiteverkko, levennysosassa käytetään yleensä vastaavaa synteettistä verkkoa, joka liitetään **InfraRYL:n** mukaisesti.

7.5.3 Tien leventämisen pehmeiköllä

Pehmeiköillä nykyistä tien tasausta ei saa leventää ilman asianmukaista geoteknistä suunnittelua, joka perustuu luotettavaan tietoon pohjasuhteista.

Geoteknisellä suunnittelulla varmistetaan pehmeiköllä levennyksen riittävä vakavuus. Painuvalla pohjamaalla on lisäksi varmistettava, tarvittaessa pohjarakennustoimenpitein, että painumaero vanhan tien ja levennyksen välillä ei muodostu liian suureksi. Jos tiepenger on rakennettu painumattomaksi, on myös levennys rakennettava painumattomaksi. Vastaavasti painuvan tiepenkereen viereen ei pitäisi rakentaa painumatonta levennystä, jos nykyisen tien painuma voi vielä jatkua.

Painuvilla pohjamailla myös levennysosan alle tulevat rumpujen ja suoja-putkien jatko-osuudet ja niiden perustukset on suunniteltava niin, rumpu ei vaurioidu levennyssauman kohdalle mahdollisesti syntyvän painumaeron vuoksi.

Suunnittelussa noudatetaan **Tien geotekninen suunnittelu** ohjetta. Ohjeessa **Rakenteen parantamisen suunnittelu** on esitelty geoteknisen suunnittelun käytännön ratkaisuja.

7.5.4 Levennyksen saumahalkeamien haittojen esto

Tien levennyksiin syntyy 1...3 vuoden kuluessa rakentamisesta samanlaisia alusrakenteen ja päällysrakenteen jälkitiivistymiä kuin uusilla teillä. Uusilla teillä painumat ovat huomaamattomia, jos ne ovat tasaisia, mutta levennetyllä tiellä levennysosan tasainenkin jälkitiivistymä näkyy portaana ja halkeamana levennyssaumassa. Siksi jälkitiivistymiä pyritään vähentämään välttämällä vaikeasti tiivistettäviä materiaaleja ja työleveyksiä.

Levennyssaumaan muodostuva porrastuma voidaan korjata kunnolla yleensä vain sellaisen uudelleenpäällystyksen avulla, joka peittää levennyksen lisäksi viereisen vanhan ajokaistan. Siksi levennyskohteisiin pitäisi suunnitella mahdollisuuksien mukaan tällainen 2...6 vuoden kuluttua levennyksen käyttöön otosta toteutettava päällystekerros. Tätä levennetyn suunnan lisäpäällystettä voidaan käyttää myös sivukaltevuuden keskiharjan siirtämiseen lähemmäs ajosuuntien rajaa. Jos kuormitusmitoitus tai muu syy ei edellytä levennetyllä ajosuunnalla yhtä useampaa lisäpäällystystä, levennetyn puolen nykyisellä ajokaistalla voidaan käyttää hienojyrsittyä pintaa yksi tai kaksi keskätkä, ja sille ja levennysosalle tehdään yksi tasoittava päällystekerros ennen seuraava talvea.

Jos tielle ei tehdä uutta päällystettä, halkeama voidaan korjata esimerkiksi kapealla REM-käsittelyllä.

Levennyssauman kohdalle asennetulla lujiteverkolla voidaan siirtää halkeama ajokais-tojen väliin, jossa halkeama ei purkaudu helposti.

7.5.5 Pysäkit

Levennettävillä osuuksilla pysäkit puretaan ja tarvittaessa suunnitellaan uudelleen kohdan 8.2 mukaisesti, ellei tutkimuksin voida osoittaa pysäkin rakenteen vastaavan riittävän hyvin levennyksessä tarvittavaa rakennetta. Myös pysäkillä ja erityisesti sen ja tien reunan rajalla havaittavat porrastuneet halkeamat edellyttävät rakenteen uusimista.

Pysäkin päällyste on uusittava koko leveydeltä,

- jos vanhan päällysteen osuus pysäkillä tai liittymässä jää kapeaksi (<1/3 koko pysäkin tai liittymän leveydestä)
- jos pysäkin tai liittymän päällyste on huono.

8 Muiden liikennealueiden ja sorateiden rakenteet

8.1 Jalankulku- ja pyörätiet

8.1.1 Päälysrakennemitoituksen erityispiirteitä

Päällystettyjen jalankulku- ja pyöräteiden (JK+PP -tie) päällysrakenteet mitoitetaan samoin periaattein kuin muutkin tierakenteet. Jalankulku- ja pyöräteiden kapeus ja vähäinen liikennekuormitus aiheuttavat mitoitukseen ja rakennetyyppien valintaan kuitenkin erityispiirteitä.

Kapeilla enintään 7 m levyisillä teillä routanousu aiheuttaa tien keskikohdan ja reunan välille selvästi jyrkemmän routanousueron kuin leveämmillä teillä. Kun sivuojat ovat tien kummallakin puolella lähellä keskiosaa, routaantuva pohjamaa pääsee lisäksi laajenemaan keskihalkeamaa myös sivulle. Tien ja halkeamien levenemisnopeus on sitä suurempi, mitä kapeampi tie on ja mitä syvempiä viereiset avo-ojat ovat. Tien routaturpoama voi leventää tien keskelle syntyneitä pituushalkeamaa ja koko tietä pysyvästi joitakin senttimetrejä vuodessa. Jalankulku- ja pyöräteillä ilmiö voi olla nopea ja se on lisäksi vaarallinen erityisesti pyöräilijöille.

Jalankulku- ja pyörätien suurin liikennesäilytys aiheutuu kunnossapitokalustosta. Poikkeustapauksissa myös tonteille tapahtuva vähäinen ajoneuvoliikenne voi käyttää jalankulku- ja pyöräteitä. Tällöin kantavuusmitoitus tehdään kuormitusluokan 0,3 mukaan.

8.1.2 Päällystäminen

Yleensä jalankulku- ja pyörätiet päällystetään käyttäen AB- tai maaseudulla PAB-B-päällystettä, jos sitä käytetään myös autoliikenteen väylällä. Maaseudulla voidaan tehdä myös kivituhkapintainen (M 0/4 tai M 0/6) jalankulku- ja pyörätie, kun eroosioherkkiä mäkisiä ei ole ja kunnossapitokustannukset arvioidaan pieniksi. Sorapinta voi olla myös osa kohdan 8.1.6 mukaista vaiheittaista rakentamista.

Yhteiskäyttöisellä jalkakäytävillä ja pyörätiellä, jolle on ohjattu myös ajoneuvoliikennettä (alle 50 ajon/vrk, enintään 50 km/h), voidaan kivituhkan sijasta käyttää myös muita sorateille tarkoitettuja kulutuskerrosmateriaaleja

Sorapintaiset (kivituhkapintaiset) jalankulku- ja pyörätiet käsitellään kohdassa 8.4 yhdessä muiden sorateiden kanssa.

8.1.3 Routamitoitus

Erillisten jalkakäytävien ja pyöräteiden sallittu routanousu on taulukon 8 mukaisesti tasalaatuisella pohjamaalla 70 mm ja sekalaatuisella pohjamaalla 30 mm, kun ei käytetä teräsverkkoa. Ne ovat pienempiä kuin leveämmillä vähäliikenteisillä teillä.

Jalankulku- ja pyörätie mitoitetaan erillisenä, kun sen ja autotien välissä on koko matkalla vähintään 2 m leveä päällystämätön välialue.

8.1.4 Rakenteen vahvistaminen verkolla

Jalankulku- ja pyöräteillä teräsverkon käyttö keskihälkeaman torjuntaan on edullisempää kuin muilla teillä, koska verkon ei tarvitse olla kovin leveää.

Teräsverkolla vahvistetun päällysrakenteen sallittu laskennallinen routanousu saa olla taulukon 8 mukaisesti huomattavan suuri; tasalaatuisella pohjamaalla 160 mm ja sekalaatuisella pohjamaalla 130 mm. Vahvistamattomilla rakenteilla vastaavat sallitut routanousut ovat 70 mm (tasalaatuinen) ja 30 mm (sekalaatuinen).

Lujitteiden käyttö ei kuitenkaan ole aina mahdollista. Tien alle mahdollisesti myöhemmin tulevat putket ja johdot on otettava huomioon rakennetyyppiä valittaessa.

Teräsverkko asennetaan **InfraRYL:ssä** esitettyjen vaatimusten mukaisesti vähintään 150 mm paksun murskekerroksen alle. Synteettinen verkko voidaan asentaa myös vanhan ja uuden päällysteen väliin kunnostettaessa nykyistä jalankulku- ja pyörätietä. Lujiteverkko ei vaikuta kuormitusmitoitukseen.

Verkkojen laatuvaatimukset ja asennustapa on kuvattu **InfraRYL:ssä**.

8.1.5 Kantavuusmitoitus

Jalankulku- ja pyöräteiden kantavuusmitoitus tehdään kohdassa 4.4 esitetyllä tavalla. Päällystettyjen jalankulku- ja pyöräteiden (JK+PP -tie) päällystepaksuudet ja tavoitekantavuudet on esitetty taulukossa 24.

Taulukko 24. Erillisen sekä korotetun jalkakäytävän ja pyörätien päällysteen vähimmäispaksuudet ja tavoitekantavuudet

Jalankulku- ja pyörätien tyyppi	Erillinen JK + PP -tie AB, PAB-B, PAB-V	Korotettu JK + PP -tie AB, PAB-B
Kantavan kerroksen tyyppi	M	M
Päällysteen paksuus	40 mm	40 mm
Tavoitekantavuus päällysteen päältä	120 MPa	150 MPa
Tavoitekantavuus kantavan päältä	100 MPa	130 MPa

8.1.6 Vaiheittain rakentaminen (päällystys vasta myöhemmin)

Jalankulku- ja pyörätie voidaan rakentaa asfaltilla päällystetyksi tieksi myös kahdessa vaiheessa siten, että ensin rakennetaan kivituhkapintainen tie ilman kantavaa kerrosta ja asfalttipäällystettä. Tierakenteen toimivuudesta saatavan palautteen perusteella tielle lisätään myöhemmin kantava kerros ja asfalttipäällyste erityisesti, jos kevyt liikenne on runsasta.

Vaiheittain rakennettavan eli myöhemmin ehkä päällystettävän jalankulku- ja pyörätien tasausviivan korkeus suunnitellaan valmiin päällysrakenteen mukaan. Kantavuusmitoitus tehdään taulukon 24 mukaisesti, myös myöhemmin tehtävä päällystys huomiioon ottaen, vaikka ensimmäisessä vaiheessa kantava kerros ja päällyste korvataan ohuella kivituhkapinnoitteella.

Tasalaatuisella pohjamaalla ei sovelleta routamitoitusta eikä käytetä teräsverkkoja. Sekalaatuisen pohjamaan routamitoitusta käytetään vain riskialttiimmissa paikoissa, ja siirtymäkiilat suunnitellaan luvun 6 mukaisesti.

Ennen asfalttipäällystystä seurataan tien keskihalkeamien syntymistä ja kehittymistä mielellään vähintään 3...5 vuotta. Seurannan aikana kevättalvella kivituhkapinnassa havaittavat keskihalkeamaosuudet vahvistetaan tarvittaessa teräsverkolla ennen kantavan kerroksen ja päällysteen tekemistä. Kun tie päätetään päällystää, poistetaan kivituhkapäällyste ja tarvittaessa myös ohut kerros muuta liian hienoaainespitoista ainesta. Tilalle rakennetaan kantava kerros vaatimukset täyttävästä murskeesta.

8.2 Linja-autopysäkit

Linja-autopysäkillä tulee sama päällysrakenteen kokonaispaksuus kuin viereisellä ajokaistalla tai leveällä pientareella. Linja-autopysäkin päällysteiden paksuus määräytyy pysäkin käytön mukaan (taulukko 25).

Taulukko 25. Linja-autopysäkin päällystepaksuuden määräytyminen

Linja-autojen määrä vuorokaudessa	Päällysteiden paksuus ja sen määräytymistapa
alle 20	Sama kuin viereisellä ajokaistalla tai leveällä pientareella (ks. kohta 4.2.5), jos tiellä sellainen on
20...100	Sama kuin viereisellä ajokaistalla
yli 100	Sama kuin viereisellä ajokaistalla suunniteltuna ja vahvistettuna kohdan 5.6.4 (valo-ohjatut liittymät) mukaisesti

8.3 Pysäköinti- ja levähdysalueet

Pysäköinti- ja levähdysalueiden päällysteitä uusitaan harvoin, joten päällysteen pitäisi olla hyvin veden- ja säänkestävää. Raskaasti kuormitettujen alueiden päällysteiden on lisäksi oltava hyvin deformaatiota kestäviä.

Avoimet asfaltit ja niitä vastaavat vettä läpäisevät kivetykset voivat soveltua esimerkiksi henkilöautoille tarkoitetuille pysäköintialueille osana muutoinkin avointa alasta vettä läpäisevää, esimerkiksi louheesta tehtyä, tierakennetta. Avoimien rakenteiden käyttöön liittyy riski öljypitoisten vesien kulkeutumisesta pohjaveteen ja maaperään. Avointa rakennetta ei käytetä pohjavesialueilla eikä raskaan liikenteen käyttämillä pysäköinti- ja levähdysalueilla.

Pysäköinti- ja levähdysalueet mitoitetaan normaalisti kuormitusluokan 0,3 AB mukaan (taulukko 18), paitsi linja- ja kuorma-autojen käyttämät ajoreitit ja pysähdyspaikat kuormitusluokan 2,0 mukaan (taulukko 16).

Routamitoitus tehdään yleensä vaatimusluokan V3 mukaan. Jos alueella on sadevesiviemärointi, käytetään vaatimusluokkaa R4 (taulukko 8).

8.4 Sorapintaiset tiet

8.4.1 Soratierakenteiden suunnittelun yleisiä lähtökohtia

Tässä kohdassa käsitellään uusien sorapintaisten maanteiden rakenteiden suunnittelu ja maantien rakentamisen yhteydessä tehtävien sorapintaisten yksityisteiden rakenteiden suunnittelu.

Sorateiden kunnossapidossa käytettäviä rakennemateriaaleja, parantamista, kunnossapitoa ja alusrakenneolosuhteita käsitellään yksityiskohtaisemmin ohjeissa **Sorateiden kunnossapito ja Kelirikkokorjausten suunnittelu**.

Soratien rakentamisessa käytettävien materiaalien laatuvaatimukset on esitetty **InfraRYL**:ssä. Ne eivät ole kaikilta osin samoja kuin em. kunnossapidon ohjeissa.

8.4.2 Rakenteiden suunnittelu ja mitoitus

Sorateiden suunnittelussa noudatetaan luvun 3 routamitoitusta vain siirtymäkiilojen osalta. Alusrakenneluokassa J (märkä Si tai SiMr tai kerrostunut Si/Sa) aina ja alusrakenneluokassa H kallion rajakohdissa siirtymäkiila ulotetaan mitoittavaan roudansyvyyyteen asti. Muissa alusrakenneluokissa siirtymäkiilaa ei tarvita. Sorapintaisella tiellä routaepätasaisuuksia voidaan tasoittaa keväällä.

Sorateiden kantavuusmitoitus perustuu raskaan liikenteen määrän suuruusluokka-arvioon ja taulukossa 26 esitettyihin tavoitekantavuuksiin. Taulukon merkintä ”Soratie 80 Sr” tarkoittaa kuormitusluokkaa 80 Sr, jonka laskennallinen tavoitekantavuus on 80 MPa.

Taulukossa 26 on esitetty mitoituksessa käytetyt moduulit sekä niitä vastaavat eri alusrakenneluokkien kerrospaksuudet. Taulukossa on käsitelty maantiet ja muut soratiet sekä sorapintaiset jalkakäytävät ja pyörätiet.

Soratien sidekerroksen moduulin määrityksessä ei oteta huomioon kantavan kerroksen hienoainespitoisuusrajan ylittävää hienoainespitoisuutta, kun sidekerrosta käytetään herkästi kuivuvalla paikalla tai kapillaarisen nousun tehokkaasti katkaisevan kerroksen päällä.

Kulutuseros ja mahdollinen sidekerros

Kulutuseroksen paksuus on esitetty taulukossa 26 ja materiaalin rakeisuusvaatimus **InfraRYL**:ssä. Maanteillä kulutuseroksen materiaalina käytetään aina murskattua kiviainesta, yleensä mursketta M 0/11 tai M 0/16, jossa on 0,063 mm hienoainesta 8...15 %.

Soratien kulutuseros pölyä ja purkaantuu, kun se kuivuu. Liiallista kuivumista voi ilmetä avoimilla paikoilla, louhepenkereillä, kangasmaastossa tai paksuilla karkeilla rakennekerroksilla.

Herkästi kuivuville osuuksille suunnitellaan kulutus- ja sidekerroksen yhdistelmä rakenne. Kulutuskerroksen alla käytetään silloin normaalin kantavan kerroksen sijaan sidekerrosta, jonka rakeisuusalue on muuten sama kuin M 0/32 murskeesta tehtävässä kantavassa kerroksessa, mutta hienoainespitoisuus on 8...15 %. Kerroksen paksuus on 100...150 mm. Kerros pidättää kosteutta paremmin kuin normaali kantava kerros, mutta ei menetä herkästi kuivuvalla osuudella liikaa kantavuuttaan.

Kun yksityisen soratien (60 Sr) liikennemäärä on kesällä alle 50 ajon./vrk ja nopeus enintään 50 km/h, kulutuskerroksena voidaan käyttää myös suhteistunutta kivetöntä hiekkaa (kelpoisuusluokka H2 tai H3).

Tarvittaessa jyrkästi pituuskalteviin (yli 5 %) kohtiin tehdään 100 mm paksuinen soratien kantava kerros murskeesta (esim. M 0/32) tai kulutuskerroksena käytetään 50...100 mm paksua hyvin tasoitettua asfalttirouhekerrosta.

Kantava kerros

Soratien kantavan kerroksen materiaaleihin sovelletaan **InfraRYL**:n mukaisia jakavan kerroksen rakeisuus- ja laatuvaatimuksia, joihin ei sisälly esim. LosA-vaatimusta.

Jos soratielle rakennetaan kuivumisen estämiseksi kulutuskerroksen ja sidekerroksen yhdistelmä, yhdistelmän paksuus on sama kuin kulutuskerroksen ja kantavan kerroksen yhteispaksuus olisi. Sama koskee rakenteen kokonaispaksuutta. Yksittäisen kerroksen vähimmäispaksuus on **InfraRYL**:in mukainen.

Suodatinkangas

Taulukkoon 26 merkittyä suodatinkangasta (luokka N3) käytetään, jos kohta 4.6.5 niin edellyttää.

Taulukko 26. Pysyvästi sorapintaisten teiden rakenteiden paksuusvaatimukset

Kuormitusluokka ja tien luonteen kuvaus (ohjeellinen kantavuus kulutuskerroksen päältä)	Kerroksen nimi (materiaalin moduulin vähimmäisarvo, MPa)	Tierakenteen kerrospaksuudet, mm ¹⁾					
		Alusrakenteen luokka ja kuvaus sekä (mitoituskantavuus)					
		A - D routimaton Hk tai karkeampi, (70 MPa)	E lievästi routiva SrMr, Hk ja HkMr, (50 MPa)	F, H, J SiMr, Si, siHkMr, siHk ja jäykkä Sa, (20 MPa)		G pehmeä Sa ja Lj (10 MPa)	
Soratie 80 Sr, yleinen tie, paljon raskaita ajon., tärkeä asema tieverkossa (80 MPa)	Kulutus ¹⁾	100	100	100	100	100	100
	Kantava ²⁾	100	150	200	370	200	560
	Suodatin ⁴⁾	-	N3	300	N3	450	N3
	Yhteensä	200	250	600	470	750	660
Soratie 70 Sr, yleinen tai yksityinen tie, paljon raskaita ajon., ei asemaa tieverkossa (70 MPa)	Kulutus ¹⁾	80	80	80	80	80	80
	Kantava ³⁾	100	120	150	360	150	540
	Suodatin ⁴⁾	-	N3	370	N3	540	N3
	Yhteensä	180	200	600	440	770	620
Soratie 60 Sr, yksityinen tie, vähän raskaita ajon., ei asemaa tieverkossa (60 MPa)	Kulutus ¹⁾	70	70	70	70	70	70
	Kantava ³⁾	100	100	130	300	130	480
	Suodatin ⁴⁾	-	-	270	N3	450	N3
	Yhteensä	170	170	470	370	650	550
JK+PP 70 KL (70 MPa)	Kulutus ¹⁾	70	70	70	70	70	70
	Kantava ³⁾	100	130	170	380	170	570
	Suodatin ⁴⁾	-	N3	370	N3	540	N3
	Yhteensä	170	200	610	450	780	640
JK + PP 50 KL (50 MPa)	Kulutus ¹⁾	70	70	50	50	50	50
	Kantava ³⁾	100	100	100	260	100	440
	Suodatin ⁴⁾	-	-	230	N3	420	N3
	Yhteensä	170	170	380	310	570	490
JK+PP 70 KL louheesta (lohkarekoko, maks. 500 mm)	Kulutus ¹⁾	70	70	70	70	70	70
	Kantava ³⁾	100	100	100	100	100	100
	Louhe ⁵⁾		1000 ⁶⁾	1000 ⁶⁾	1000 ⁶⁾	1000 ⁶⁾	1000 ⁶⁾
	Yhteensä	170	1170	1170	1170	1170	1170

1) Kulutuskerrosmateriaalin laskennallinen moduuli on 100 MPa

2) Kantavan kerroksen materiaalin laskennallinen moduuli on 200 MPa (kuormitusluokassa 80 Sr)

3) Kantavan kerroksen materiaalin laskennallinen moduuli on 150 MPa (kaikissa muissa sorateiden kuormitusluokissa)

4) Suodatinhiekan laskennallinen moduuli on 70 MPa

5) Louheen laskennallinen moduuli on 200 MPa.

6) Louhekerroksen ja kiilauksen yhteispaksuus on 2 x lohkarekoko, kuitenkin vähintään 600 mm

8.5 Puunkuormausalueet

8.5.1 Sorapintaiset kuormausalueet

Puunkuormausalueet poikkeavat käyttötavaltaan ja vaatimuksiltaan merkittävästi sorateistä. Suurin kuormitus alueilla aiheutuu täysistä tukkirekoista ja joillakin alueilla nostureista, joilla puukuormat siirretään junavaunuun. Ongelmia puunkuormausalueilla ovat aiheuttaneet liian heikkolaatuiset kulutuskerrosmateriaalit, kulutuskerroksen murskeiden sekoittuminen puu- ja kuorijätteeseen, puutteelliset kuivatusjärjestelyt sekä paikalleen rakentuneiden alueiden heikko kantavuus.

Kulutuskerroksen pitää kestää pahoin urautumatta raskaan liikenteen kuormat kaikkina vuodenaikoina. Pinnan pitää olla kantava ja hyvin kuivatettu. Lisäksi alueelle kerääntyvän puu- ja kuorijätteen usein toistuva poispuuskeminen edellyttää, että kulutuskerroksen pinta on kiinteä.

Taulukossa 27 on esitetty sorapintaisille puunkuormausalueille tarkoitetut päällysrakenteet. Ajoväylien ja kuormausalueiden rakenne toteutetaan paksumpana ja vahvempana (tavoitekantavuus 145 MPa) kuin pelkästään puun varastointiin tarkoitettujen alueiden rakenteet (tavoitekantavuus 120 MPa).

Kokemusten mukaan päällysrakenteen alle tarvitaan lähes poikkeuksetta suodatinkangas, joka estää päällys- ja alusrakenteiden sekoittumisen (pohjamaan pumppautumisen ylöspäin).

8.5.2 Päällystetyt kuormausalueet ja niille johtavat ajotiet

Suuntaa-antava arvo ajoteiden kuormituskertaluvulle voidaan laskea kaavalla 9. Esimerkiksi keskimäärin 15 täysin kuormattua ajoneuvoyhdistelmää päivässä johtaa kuormitusluokkaan 2,0. Jos puuvarastoalue päällystetään, se routamitoitetaan vaatimusluokan V4 mukaan, ja päällystepaksuudeksi suunnitellaan vähintään 60 mm.

Taulukko 27. Sorapintaisten puunkuormausalueiden rakenteiden mitat

Kuormaus- alueen luokka (ohjeellinen kantavuus kulutuskerroksen päältä)	Kerroksen nimi ja rakennemateriaali (laskennallinen moduuli)	Rakenteen kerrospaksuudet, mm		
		Pohjamaan alusrakenneluokka ja kuvaus (mitoituskantavuus)		
		A–D routimaton Hk tai karkeampi, (70 MPa)	E lievästi routiva SrMr, Hk ja HkMr, (50 MPa)	F, H, J SiMr, Si, siHkMr, siHk ja jäykkä Sa, (20 MPa)
Ajovalylä ja kuormausalue 145 Sr (145 MPa)	Kulutuskerros M o/32 (150 MPa)	150	150	150
	Kantava kerros M o/63 (200 MPa)	200	200	200
	Jakava kerros M o/90 (200 MPa)	200	350	550
	Suodatinkangas	N3	N3	N3
	Paksuus yht.	550	700	900
Puuvarastoalue 120 Sr (120 MPa)	Kulutuskerros M o/32 (150 MPa)	150	150	150
	Kantava kerros M o/63 (200 MPa)	150	150	150
	Jakava kerros M o/90 (200 MPa)	200	200	400
	Suodatinkangas	-	N3	N3
	Paksuus yht.	500	500	700

Kulutuskerroksena käytetään **InfraRYL M o/32** kantavan kerroksen materiaalia.

9 Päälysrakenteiden suunnittelun dokumentointi

9.1 Laadittavat dokumentit

Tien päälysrakennesuunnitelmat ja niiden lähtökohdat esitetään seuraavissa dokumenteissa:

1. Mitoituksen tausta- ja perustelumuihistiossa
2. Hankekohtaisessa työselostuksessa
3. Pituusleikkauksessa
4. Päälysrakennetaulukossa
5. Rakenteellisessa tyyppipoikkileikkauksessa

9.2 Mitoituksen tausta- ja perustelumuihistio

Hankkeen päälysrakenteiden suunnittelusta laaditaan mitoituksen tausta- ja perustelumuihistio, jossa esitetään:

- yhteenveto lähtötiedoista lähtötietojen hankinnasta ja tulosten tulkinnasta mm. alusrakenteen alusrakenneluokan ja tasalaatuisuuden määrittelytapa
- ne osuuden, joiden alusrakenteen tasalaatuisuutta ei ole tutkittu luotettavalla tavalla
- käytetyt suunnittelu- ja mitoitusmenetelmät sekä tärkeimmät mitoituslaskelmat
- yhteenveto mitoitusparametrien valinnasta
- mitoittava roudansyvyys (yleensä sama koko hankkeen alueella)
- hankkeen teiden kuormitusluokat ajokaistakohtaisesti, tarvittaessa perusteluineen
- hankkeen teiden vaatimusluokat, tarvittaessa perusteluineen
- materiaalit, joille hankkeen teiden rakennevaihtoehdot mitoitetaan ja suunnitellaan, sekä niiden mitoitusmoduulit
- selvitys alueen kiviaineksista ja uusiomateriaaleista
- parannettavilta nykyisen tien osuuksilta kuvaus nykyisen tien ongelmista ja rakenteista sekä parantamisen tavoitteet

9.3 Rakenteiden nimeäminen ja rakennussuunnitelman piirustukset

9.3.1 Alusrakenneluokat

Routimattomat alusrakenneluokat: A, B, C, D

Routivat sekalaatuiset alusrakenteen E, F, G, H, J

Routivat tasalaatuiset alusrakenteen tE, tF, tG, tH ja tJ
(alusrakenteet on tutkittu ja todettu tasalaatuisiksi)

9.3.2 Pituusleikkaus

Nimiölehti

Pituusleikkauksen nimiölehdellä esitetään kyseisen tien:

- kuormitusluokka
- vaatimusluokka
- mitoittava roudan syvyys
- päällysteen deformaatioluokka
- päällysteen vesitiiviysluokka

Päällysrakennepalkki

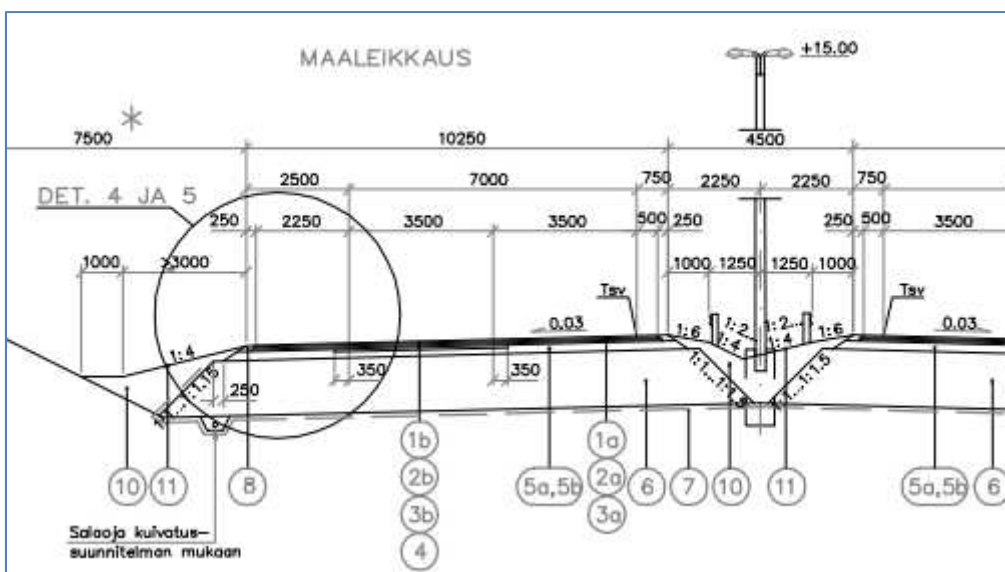
Pituusleikkauksen ”Päällysrakenne-palkissa” esitetään ensisijainen päällysrakennevaihtoehto paaluväleittäin. Rakennepalkissa esitetään alusrakenneluokka, rakenteen kokonaispaksuus ja päällysrakennetyypin nimi. Jos eri alusrakenneluokan pohjamailla on sama rakennepaksuus, voidaan rakennemerkinnyt yhdistää alla olevan esimerkin mukaisesti.

A-290-M1	E...H-1840-L5	E...G-1740-L5	A-1290-L5	tE...tF-740-M1	tF-1200-M1	C...D-550-M1
----------	---------------	---------------	-----------	----------------	------------	--------------

Urakoitsija voi halutessaan vaihtaa päällysrakennemateriaalin vastaavaan Päällysrakennetaulukot-asiakirjassa esitettyyn rakenteeseen (vastaava kuormitusluokka ja vaatimusluokka).

9.3.3 Rakenteellinen typpipoikkileikkaus

Rakenteellisessa typpipoikkileikkauksessa esitetään rakenteiden mitat ja rakennekerrosten muotoilu. Se laaditaan ohjeen **Tien rakennussuunnitelma - Sisältö ja esitystapa** mukaan.



Kuva 27. Esimerkki rakenteellisesta typpipoikkileikkauksesta ohjeesta Tien rakennussuunnitelma – Sisältö ja esitystapa

Rakenteelliseen tyyppipoikkileikkaukseen, kuva 27, kuuluu selitystaulukko ja sitä täydennetään päällysrakennetaulukoilla, joissa on esitetty rakennekerrosten paksuudet eri päällysrakenneluokissa, ks. kohta 9.3.4.

Esimerkki: rakenteellisen tyyppipoikkileikkauksen selitystaulukossa, taulukko 28 esitetään (sisältää täydennyksiä ohjeeseen Tien rakennussuunnitelma – Sisältö ja esitystapa).

- Vt 1, plv. 12300 - 32100 ja plv. 45600 - 65400
- Kuormitusluokka 25,0, vaatimusluokka V1, päätien peruskaista
- Kuormitusluokka 5,0, vaatimusluokka V1, päätien ohituskaista ja leveä piennar
- Päällysrakenteen materiaalit ja paksuudet taulukoiden R3/4-1...R3/4-2 mukaan
- Irtilouhintasyvyys vähintään 1000 mm tienpinnasta

Taulukko 28. Esimerkki rakenteellisen tyyppipoikkileikkauksen selitystaulukosta

Nro	Nimitys	Materiaali	Paksuus, mm	Huomautuksia ja lisävaatimuksia
1a	Päällyste	AB 16,	40	Ohituskaista
1b	Päällyste	SMA 16	40	Peruskaista
2a	Päällyste	AB 16	40	
2b	Päällyste	AB 16	40	
2c	Päällyste	AB 16	40	Vesitiivis päällyste, luokka A (pv-suojaus)
3a	Sidottu kantava kerros	ABK 31	70	
3b	Sidekerros	ABS 22	60	
4	Sidottu kantava kerros	ABK 31	70	
5a	Kantava kerros	M 0/32	taulukot R 3/4	
5b	Kantava kerros	M 0/56	taulukot R 3/4	
6a	Jakava kerros	L 0/500	taulukot R 3/4	
6b	Jakava kerros	M 0/90	taulukot R 3/4	
7a	Suodatinkerros	Hk	taulukot R 3/4	Materiaali InfraRYL 21110 mukaan
7b	Suodatinkangas	N3, N4 tai N5		Valinta InfraRYL 21120 mukaan
8	Piennartäyte	M 0/16		
9a	Pengertäyte	L 0/600		Alusrakenneluokka A
9b	Pengertäyte	S4, H3 tai H4		Alusrakennelk. F, kun pengerkork. ≥ 1,6 m
10	Luiskatäyte			
11	Verhous			

9.3.4 Päälysrakennetaulukko

Päälysrakennetaulukot-asiakirjassa esitetään rakennevaihtoehdot eri alusrakenneluokkia varten. Käytettävät rakenteet nimetään jakavan kerroksen materiaalin mukaan alkukirjaimilla M, murskerakenteet tai L, louherakenteet sekä rakenteen järjestysnumerolla.

Esimerkki: kuormitusluokka 5,0 ja vaatimusluokka V3, mitoittava roudansyvyys 1600 mm

Taulukko 29. R3/4 - 1. M1-murskerakenteet

Pituusleikkausmerkintä			A-290-M1	D-550-M1	tE-660-M1	E-1390-M1	tJ-1070-M1	J-1690-M1	E/J-1760-M1
Alusrakenneluokka			A	D	tE	E	tJ	J	Siirtymäkiila
Alusrakenteen kantavuus E (MPa) / routaturpoama t (%)			280 / 0	70 / 0	50 / 3	50 / 3	20 / 16	20 / 16	-
Sallittu laskennallinen routanousu (mm)			-	-	100	10	100	10	0
Kerros	E-moduuli	Tavoitekantavuus	Paksuus	Paksuus	Paksuus	Paksuus	Paksuus	Paksuus	Paksuus
	MPa	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
AB16	2500	360	40	40	40	40	40	40	40
AB16	2500		40	40	40	40	40	40	40
ABK 31	2500		70	70	70	70	70	70	70
Kantava, M 0/45	280	161	150	150	150	150	150	150	150
Jakava, M 0/56	200	121	-	260	370	1100	780	1400	1470
Suodatinkangas				N3	N3	N3	N3	N3	N3
Päälysrakenteen kokonaispaksuus			300	560	670	1400	1080	1700	1770

Taulukko 30. R3/4 - 2. L5 -louherakenteet

Pituusleikkausmerkintä		A-290-M1	D-1290-L5	tE-1290-L5	E-1530-L5	tJ-1400-L5	J-1870-L5	E/J-1950-L5	
Alusrakenneluokka		A	D	tE	E	tJ	J	Siirtymäkiila	
Alusrakenteen kantavuus E (MPa) / routaturpoama t (%)		280 / 0	70 / 0	50 / 3	50 / 3	20 / 16	20 / 16	-	
Sallittu laskennallinen routanousu (mm)		-	-	70	10	70	10	0	
Kerros	E-moduuli	Tavoite-kantavuus	Paksuus	Paksuus	Paksuus	Paksuus	Paksuus	Paksuus	
	MPa	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
AB16	2500	360	40	40	40	40	40	40	
AB16	2500		40	40	40	40	40	40	
ABK31	2500		70	70	70	70	70	70	
Kantava, M0/45	280	161	150	150	150	150	150	150	
Jakava, L0/500	200	121	-	1000	1000	1240	1110	1580	1660
Suodatinkangas				N3	N3	N3	N3	N3	N3
Päälysrakenteen kokonaispaksuus			300	1300	1300	1540	1410	1880	1960

Esimerkkirakenteet

Esimerkkirakenteilla on havainnollistettu, mikä vaikutus kuormitusluokalla, vaatimusluokalla, mitoitusroudansyvyydellä ja materiaalivalinnoilla on päällysrakennepaksuusiin.

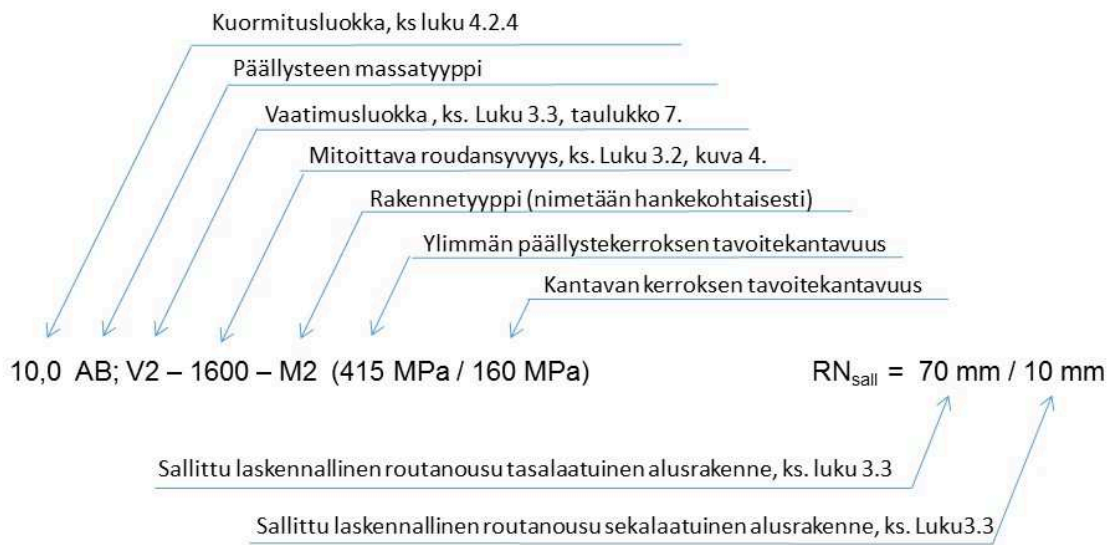
Liitteessä 2. on esitetty seuraavat esimerkkirakenteet:

- Kuva 2: Kuormitusluokan 5,0 sorarakenne, lukuohjeen esimerkkirakenne
- Esimerkkirakenteet A, B, C, D: kuormitusluokan 10,0 rakenteiden vertailu
- Esimerkkirakenteet E, F, G, H: kuormitusluokan 0,8 rakenteiden vertailu

Päällysrakennekuvien lukuohjeet

Esimerkkikuvien sisältöä on havainnollistettu kuvassa 2. Rakennekuvissa on esitetty rakennekerrosten rajapinnat eri alusrakenneluokille (C...J). Alusrakenneluokkien A ja B rakennekerroksia ei ole esitetty kuvissa. Kuvan ylin vaakaviiva esittää tien pintaa. Kuvissa rakennekerrokset on nimetty ja esitetty niiden E-moduulit

Rakennekuvien yläpuolella on rakennetunniste, mistä käy ilmi seuraavat asiat:



Kuva 1. Rakennetunnisteen lukuohje

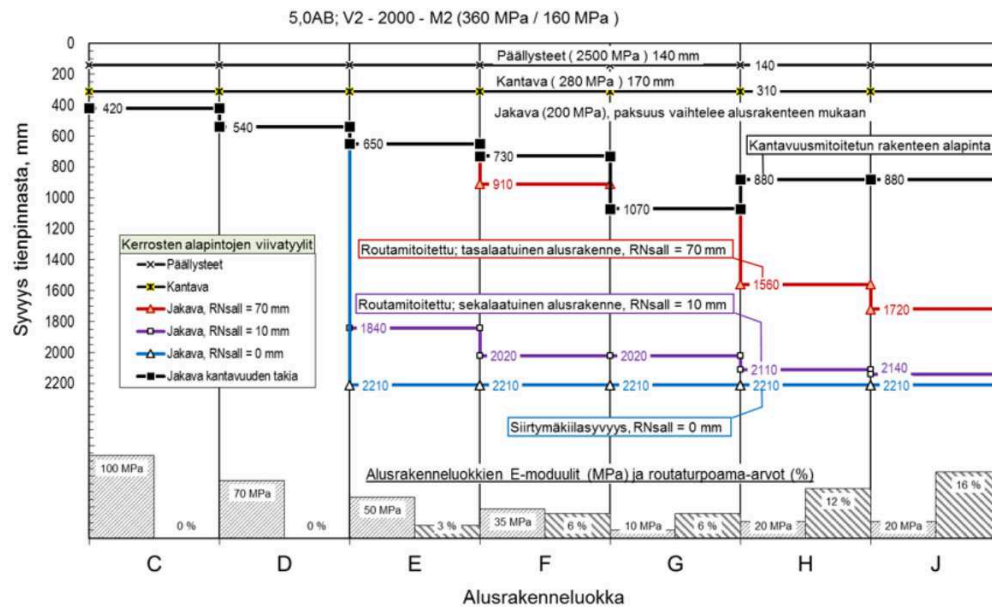
Kuvan 2 alareunaan on lisätty myös ko. alusrakenneluokan moduulia (E, MPa) ja routaturpoamaa (t, %) kuvaavat pylväät ja vastaavat lukuarvot (vrt. taulukko 6).

Esimerkkirakenteiden rakennekerrosten paksuudet on saatu mitoittamalla rakenteet ohjeen mukaan. Lopputulos riippuu alusrakenteen ja käytettävien kerrosmateriaalien ominaisuuksista sekä tien kuormituksesta, vaatimusluokasta ja maantieteellisestä sijainnista.

Rakenteet on mitoitettu kuormituskestävyydelle (kantavuusmitoitus) ja routakestävyydelle. Routamitoitus on tehty sekä tasa- että sekalaatuisten alusrakenteille. Kuvassa 2 ja esimerkkirakenteiden kuvissa on esitetty aina kantavuusmitoituksen tulos ja routamitoituksen tulos silloin, kun se vaatii paksumpaa rakennetta kuin kantavuusmitoitus.

Lukuohjeen esimerkkirakenne: Sorarakenne, Pohjois-Suomen olosuhteet

Kuvan 2 rakenteessa on käytetty sitomattomina materiaaleina vain kantavan- ja jakavan kerroksen murskeita. Jakavan kerroksen materiaalista rakennettavan kerroksen paksuus vaihtelee alusrakenteen ja mitoituksen mukaan.



Kuva 2. Esimerkkirakenne: Kuormitusluokka: 5,0, päällyste AB, vaatimusluokka V2, rakennetyyppi M2, (tavoitekantavuus tien pinnassa 360 MPa/ kantavan pinnassa 160 MPa). Lukuarvot vaakaviivoilla ovat ko. kerroksen alapinnan syvyyksiä (mm) tien pinnasta. Materiaalimoduulit ja osa kerros-paksuuksista ilmenevät teksteistä. Mitoittava roudansyvyys 2 000 mm, jolloin siirtymäkiilasyvyudeksi on saatu 2 210 mm.

Mitoituksen tulokset on esitetty kuvassa 2 ja esimerkkikuvissa seuraavilla murtoviivoilla:

- Kantavuusmitoitettun rakenteen alapinta: tämä kuvaa rakennetta, millä saavutetaan riittävä kuormituskestävyys. Esimerkkikuvissa ko. murtoviivan viivatyylien merkinnöissä on maininta "Kantavuusmitoitettu".
- Routamitoitettu tasalaatuinen alusrakenne: päällysrakenteen alapinnan syvyys, jonka routakestävyys on riittävä silloin, kun alusrakenne on tasalaatuinen. Ko. murtoviiva on piirretty näkyviin vain, jos routamitoitus vaatii suuremman rakennepaksuuden kuin kantavuusmitoitus. Tällöin murtoviivan alapuolella on merkintä tE, tF, tG, tH tai tJ, riippuen alusrakenneluokasta.
- Routamitoitettu sekalaatuinen alusrakenne: päällysrakenteen alapinnan syvyys, jonka routakestävyys on riittävä silloin, kun alusrakenne on sekalaatuinen. Ko. murtoviiva on piirretty näkyviin vain, jos routamitoitus vaatii suuremman rakennepaksuuden kuin kantavuusmitoitus. Tällöin murtoviivan alapuolella on merkintä E, F, G, H tai J, riippuen alusrakenneluokasta.
- Siirtymäkiilasyvyys: tämä on kyseisellä rakenteella riittävä routanousujen taasaamiseksi tarvittava siirtymäkiilan paksuus, ks. luku 6.2. Kunkin esimerkin siirtymäkiilasyvyys on yleensä vakio.

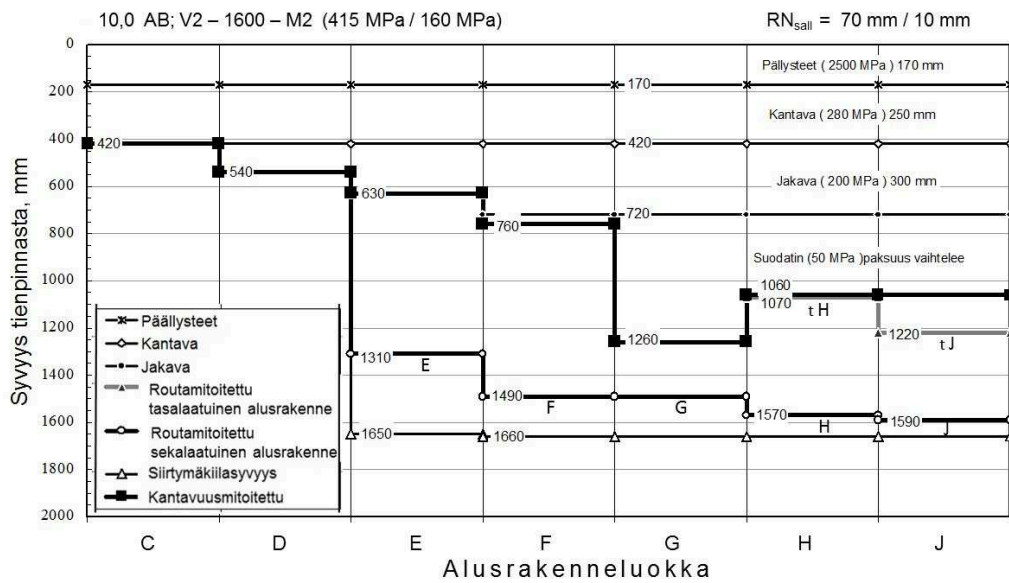
Useimmissa tapauksissa tasalaatuisten alusrakenteiden (tE ... tJ) routamitoitetut päällysrakenteet ovat selvästi ohuempia kuin vastaavat päällysrakenteet sekalaatuilla pohjamaille.

Esimerkkirakenteet

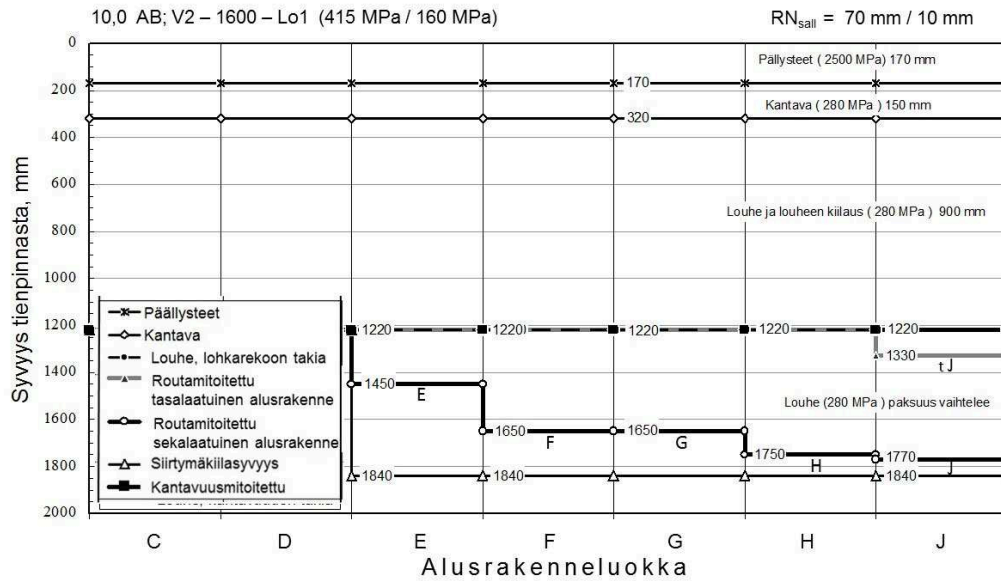
Esimerkkirakenteiden A, B, C ja D (kuormitusluokka 10,0) päällystepaksuudet ovat taulukon 14 ja esimerkkirakenteiden E, F, G, H (kuormitusluokka 0,8) taulukon 17 mukaisia.

Esimerkkirakenteet ovat pääosin ns. murskerakenteita (M), joissa kantava ja jakava kerros tehdään murskeesta (tai sorasta). Vertailun vuoksi on esitetty yksi louherakenne (B).

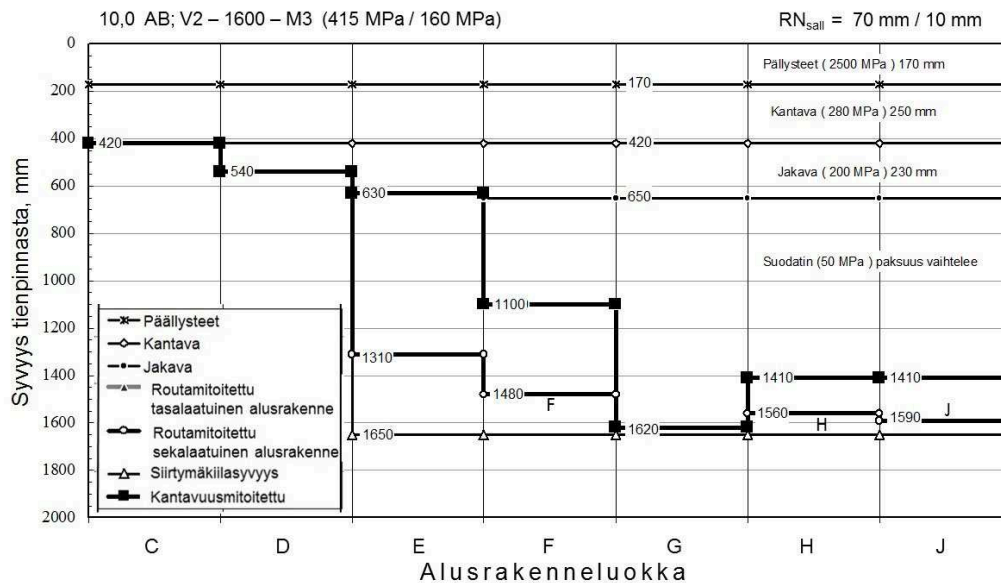
A Murskerakenne, Etelä-Suomen olosuhteet



Yksinomaan kantavuusmitoitus määrää päällysrakenteen paksuuden alusrakenneluokissa C ja D. Tasalaatuksilla routivilla pohjamailla kantavuusmitoitus on määräävä myös alusrakenteilla E, F ja G, routamitoituksen (RN_{sall} = 70 mm) ollessa määräävä alusrakenneluokissa H ja J. Epätasalaatuksilla routivilla alusrakenteilla on routamitoitus (RN_{sall} = 10 mm) on määräävä alusrakenneluokissa E...J. Päällysrakenneluokissa H ja J tarvittavat rakennepaksuudet ovat tasalaatuksilla alusrakenteilla 1070 mm ja 1220 mm. Vastaavat rakennepaksuudet sekalaatuksilla alusrakenteilla ovat selvästi suuremmat, 1570 mm ja 1590 mm.

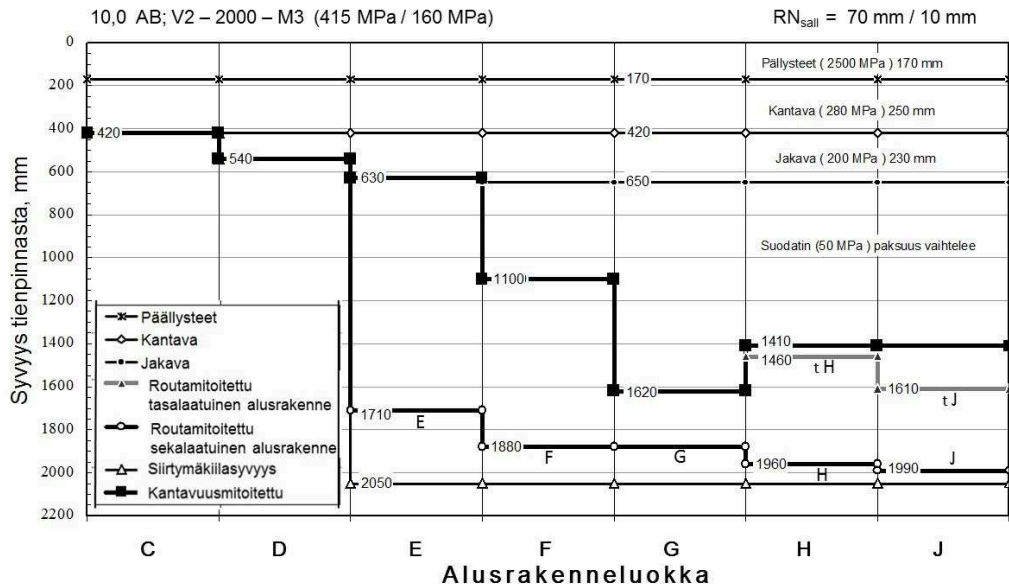
B Louherakenne, Etelä-Suomen olosuhteet

Esimerkkirakenteessa louhekerroksen vähimmäispaksuus on 900 mm eli 1,5 kertaa louheen lohkarokoko 600 mm. Tasalaatuilla alusrakenteilla (RN_{sall} = 70 mm) syntyvä 1 220 mm rakenne riittää myös routamitoituksen puolesta, lukuun ottamatta alusrakenneluokkaa tJ, millä routamitoitettu kokonaispaksuus on 1330 mm. Vastaava paksuus esimerkissä A on 1220 mm. Epätasalaatuilla alusrakenteilla (J) esimerkin A murskerakenteen paksuus on 1590 mm. Vastaava paksuus louherakenteella on 1770 mm. Tarvittava siirtymäkiilapaksuus louherakenteella on 1840 mm ja sorarakenteella 1660 mm.

C Murskerakenne, Etelä-Suomen olosuhteet

Esimerkkirakenteen C rakenteen jakavaa on ohennettu ja suodatinhiekkää paksunnettu verrattuna kuvaan A. Tällöin tasalaatuilla alusrakenteilla kantavuusmitoitus määrää rakenteiden kokonaispaksuudet kaikissa alusrakenneluokissa. Luokissa H ja J sekalaatuisten alusrakenteiden routamitoitetut rakenteet (1560 mm ja 1590 mm kokonaispaksuudet) ovat 150...180 mm paksampia kuin kantavuusmitoitettu rakenne.

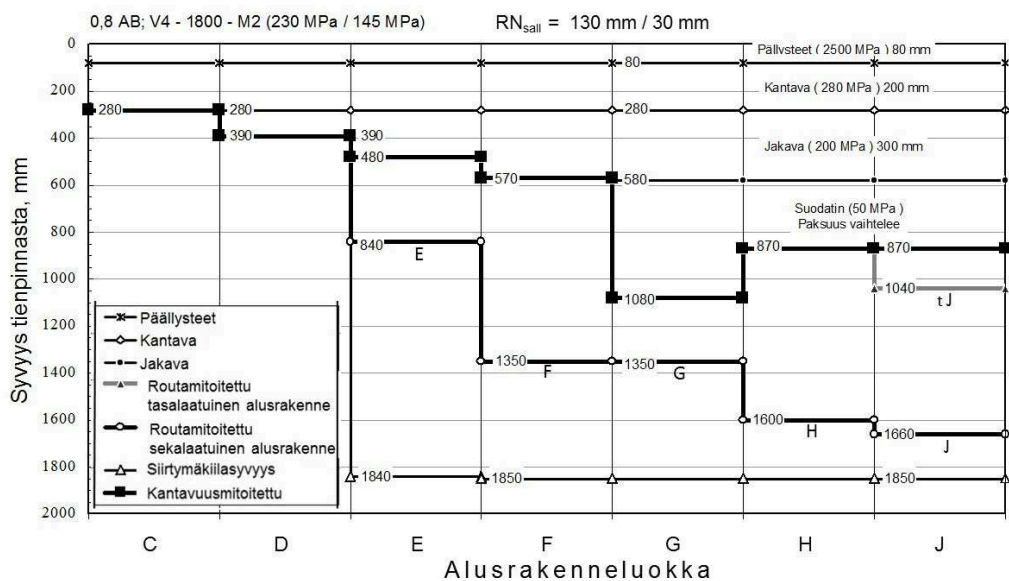
D Murskerakenne, Pohjois-Suomen olosuhteet



Kuvassa D on kuvaa C vastaava rakenne, kun mitoittava roudansyvyys $S = 2000$ mm (vastaa olosuhteita Oulusta pohjoiseen ja itään). Kaikki routamitoitetut rakenteet pak-sunevat 400 mm eli saman verran kuin mitoittava roudansyvyys. Routivimmilla alusrakenteilla (H, J) tasalaatuisten alusrakenteiden ($RN_{sall} = 70$ mm) routamitoitus antaa rakennepaksuudeksi 50...200 mm enemmän kuin kantavuusmitoitus (1410 mm).

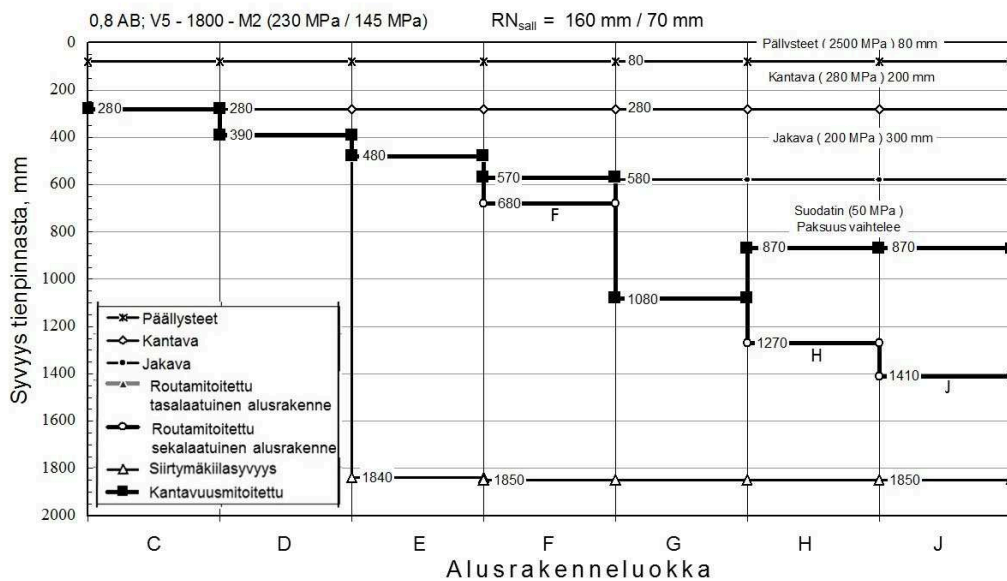
Tämän aukeaman kuvat esittävät kuormitusluokan 0,8 murskerakenteita. Päälysteinä on rakenteissa E ja F, AB (80 mm), rakenteessa G, PAB-B (40 mm) ja rakenteessa H, PAB-V (40 mm). Mitoittava roudansyvyys on kaikissa kuvissa 1800 mm (vastaa Keski-Suomen oloja). Kuvan E rakenteen vaatimusluokkaa on V4 ja rakenteiden F, G ja H luokkaa V5.

E Murskerakenne, Keski-Suomen olosuhteet

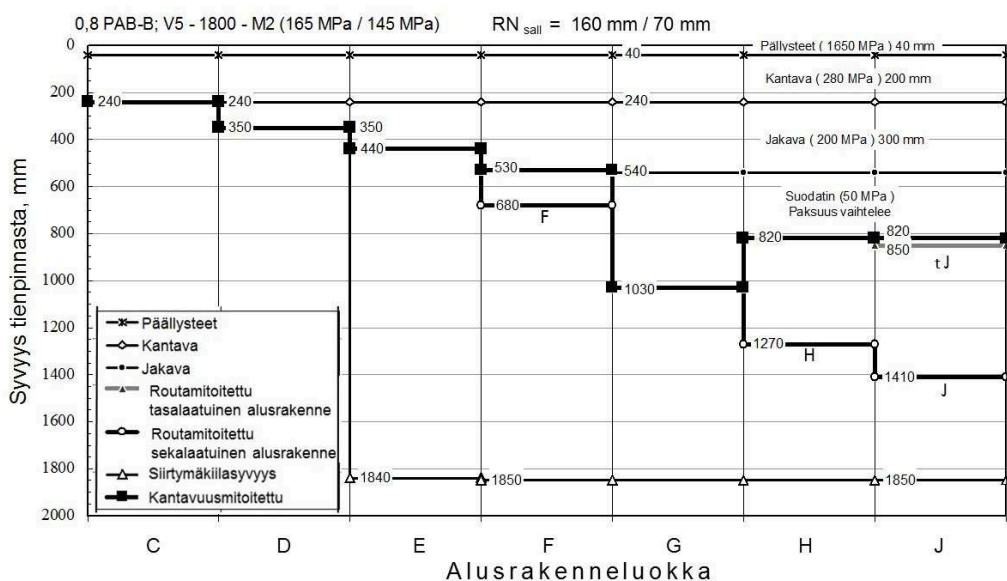


Kuvassa E routamitoitus määrää rakenteen sekalaatuisissa pohjaolosuhteissa kaikilla routivilla pohjamailla. Kuvassa F routamitoitus määrää rakennepaksuuden vain sekalaatuisissa olosuhteissa alusrakenneluokissa F, H ja J. Kuvan B alusrakenneluokan J routamitoitettu rakenne on sekalaatuisissa oloissa 250 mm ohuempi ja tasalaatuisissa oloissa 190 mm ohuempi kuin kuvassa A, koska vaatimusluokassa V5 sallitaan vastavasti 40 mm ja 30 mm suuremmat routanousut kuin luokassa V4. Kuvassa F alusrakenneluokan J tasalaatuisen alusrakenteen routamitoitettu paksuus olisi 850 mm (vrt. kuva G), mutta sitä ei näy, koska se on pienempi kuin kantavuusmitoitettu paksuus 870 mm.

F Murskerakenne, Keski-Suomen olosuhteet



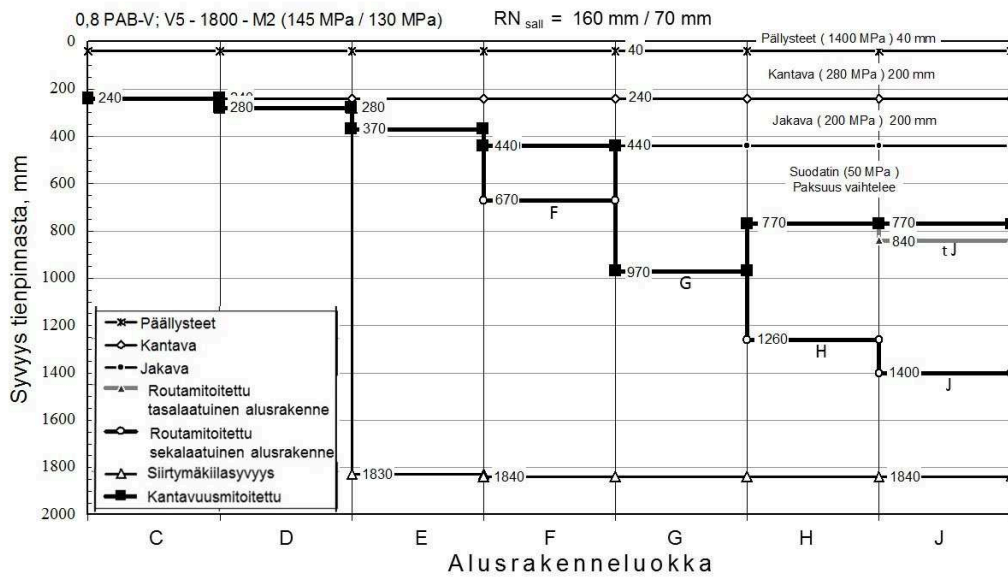
G Murskerakenne, Keski-Suomen olosuhteet



PAB-B päällysteisen rakenteet G kantavuusvaatimus (165 MPa) ja päällysteen moduuli (1650 MPa) ovat suuremmat kuin PAB-V päällysteisellä rakenteella H (145 MPa ja 1400 MPa). Rakenteilla G ja H on sama vaatimusluokka V5 (routamitoitusvaatimukset). Tarvittava rakenteen G parempi kantavuus saadaan aikaiseksi hieman jäykemmällä päällysteellä ja paksummalla suodatinkerroksella. Tällöin kantavuusmitoitettun rakenteen G paksuus on 50...90 mm suurempi kuin rakenteella H.

Rakenteiden G ja H tasalaatuisten olosuhteiden routamitoitusvaatimus ($RN_{sall} = 160 \text{ mm}$) on määräävä vain alusrakenneluokassa J, jolloin routamitoitettu paksuus 850 mm ja 840 mm. Vastaava kantavuusmitoitettu paksuus on PAB-B rakenteella 820 mm ja PAB-V rakenteella 770 mm.

H Murskerakenne, Keski-Suomen olosuhteet



ISSN-L 1798-663X
ISSN 1798-6648
ISBN 978-952-317-632-4
www.liikennevirasto.fi

Liik
enne
vira
sto

Asiakirja on sähköisesti allekirjoitettu

Asian LIVI/8722/06.04.01/2018 asiakirja

Lista allekirjoittajista

Allekirjoittaja

Todennus