



Timo Kurki, Harri Spoof, Mikko Malmivuo,
Sami Petäjä & Jarkko Leinonen

Kunnossapitourakoiden toimivuusvaatimukset

Kunnossapitourakoiden toimivuusvaatimukset

Timo Kurki, Harri Spoof, Mikko Malmivuo,
Sami Petäjä & Jarkko Leinonen
VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

ISBN 951-38-6509-6 (nid.)
ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 951-38-6510-X (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)
ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)

Copyright © VTT 2004

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 4374

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 20 722 111, fax + 358 20 722 4374

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Lämpömiehenkuja 2, PL 1800, 02044 VTT
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 6251

VTT Bygg och transport, Värmemansgränden 2, PB 1801, 02044 VTT
tel. växel 020 722 111, fax (09) 456 6251

VTT Building and Transport, Lämpömiehenkuja 2, P.O.Box 1801, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 20 722 111, fax + 358 20 722 6251

Kurki, Timo, Spoof, Harri, Malmivuo, Mikko, Petäjä, Sami & Leinonen, Jarkko. Kunnossapitourakoiden toimivuusvaatimukset [Performance requirements in road and street maintenance contracts]. Espoo 2004. VTT Tiedotteita – Research Notes 2268. 123 s. + liitt. 7 s.

Avainsanat streets, roads, maintenance, performance requirements, assessment, service life, environmental impacts, noise, vibrations, traffic safety

Tiivistelmä

Tutkimushankkeen tavoitteena oli määrittää teiden ja katujen kunnossapidon toimivuusvaatimuksia ja niiden todentamismenetelmiä. Tutkimuksen toimivuusvaatimusosio oli jaettu kahtia siten, että VTT vastasi (Tiehallinnon terminologian mukaisesti) ylläpidon toimivuusvaatimusten kehittämisestä ja Teknillisen korkeakoulun Tielaboratorio vastasi hoidon osuudesta. Tutkimushankkeeseen kuuluvan kunnossapitopalvelujen hankinnan prosessin kuvauksen laatimisesta vastasi Teknillisen korkeakoulun rakentamistalouden laboratorio, ja liikenneväylien hanke- ja rakennusosien määrittelystä vastasi Rappal Oy.

Tutkimuksessa käytiin läpi Tiehallinnon ja kuntien urakoinnin hankinnassa käyttämiä laatuvaatimuksia. Tutkimuksessa selvitettiin myös näiden toimivuusvaatimusten kansainvälistä nykytilaa. Selvitettäviä maita olivat Pohjoismaiden lisäksi mm. Englanti, Hollanti, Uusi-Seelanti, Yhdysvallat ja Kanada. Lisäksi tiedusteluja tehtiin myös mm. Ranskaan, Sveitsiin, Espanjaan ja Portugalin, mutta haastattelujen perusteella niissä ei ole kokemuksia kunnossapitourakoiden toimivuusvaatimuksista.

Toimivuusvaatimuksia voidaan asettaa eri tasoilla. Esimerkiksi turvallisuutta voidaan mitata ”korkealla” tasolla onnettomuuksien määrällä tai maanläheisemmin kitkalla. Tutkimuksessa selvitettiin yksityiskohtaisemmin, voidaanko liikenneonnettomuuksien määrää käyttää toimivuusvaatimuksena. Kunnossapitajan toimien ja liikenneturvallisuuden heikko yhteys sekä säiden vaikutus vaikeuttavat turvallisuusbonusten käyttöä.

Väylän käyttäjälle tärkeitä ovat turvallisuus ja palvelutaso. Väylän käyttäjille ja ympäröivälle asutukselle tärkeitä ovat ympäristövaikutukset ja viihtyisyys. Väylän omistaja on kiinnostunut rakenteiden käyttäjästä ja vaurioriskistä.

Turvallisuus muodostuu urasyvyydestä, kitkasta, valaistuksesta, kaiteista jne. Palvelutaso muodostuu mm. pitkittäisepätasaisuudesta, opasteiden näkyvyydestä ja tienvarsikalusteiden kunnosta. Ympäristövaikutukset muodostuvat mm. ympäristömelusta, tärinästä ja materiaalien uusiokäytöstä. Viihtyisyyteen vaikuttavat mm. tieympäristön rakenteet ja istutukset. Käyttöikään ja vaurioriskiin kuuluvat esim. päällysteen urautumisnopeus ja tierakenteen kuivatus.

Toimivuusvaatimusten käyttö tuottaa monia etuja. Hankintamenettely, samoin kuin itse urakan valvonta, on tilaajalle kevyempi taakka kohdistuessaan vain lopputuotteeseen, eikä tilaajan tarvitse puuttua teknisiin yksityiskohtiin. Urakoitsijalla on mahdollisuus tehostaa toimintaansa ja hankkia kilpailuetua markkinoilla panostamalla tuotekehitykseen ja kehittämällä uusia tehokkaampia työmenetelmiä, materiaaleja tai työkoneita. Toimivuusvaatimusten käyttöönottoon liittyy myös riskejä, kuten urakoitsijalle aiheutuvan riskin kasvu ja tarjoajien väheneminen ja sitä kautta urakkahintojen nousu.

Tilaaja voi valita, minkälaista laatuvaatimusta hankinnoissaan käyttää. Joskus on teknisesti ja taloudellisesti järkevämpää käyttää vanhaa yleisesti ymmärrettyä ja selkeästi todennettavaa teknistä laatuvaatimusta kuin siirtää riskejä ja vastuuta teknisistä ratkaisuisista urakoitsijan harteille käyttämällä toimivuusvaatimuksia.

Kurki, Timo, Spoof, Harri, Malmivuo, Mikko, Petäjä, Sami & Leinonen, Jarkko. Kunnossapitourakoiden toimivuusvaatimukset [Performance requirements in road and street maintenance contracts]. Espoo 2004. VTT Tiedotteita – Research Notes 2268. 123 p. + app. 7 p.

Keywords streets, roads, maintenance, performance requirements, assessment, service life, environmental impacts, noise, vibrations, traffic safety

Abstract

The main purpose of this project was to determine performance requirements and assess methods for maintaining roads and streets. The present requirements of Road administration and counties were trawled through. Also present state of other countries was examined by studying northern countries, England, Holland, New Zealand, USA and Canada. Enquires were made also to France, Switzerland Spain and Portugal, but based on interviews, but they did not have much experience of performance requirements in maintenance contracts.

Performance requirements can be set on different levels. For example safety can be measured by following number of accidents or by measuring fraction. One results of the project was, that correlation between traffic safety and actions of maintenance was poor. Also varying weather makes more difficult to use safety bonus system.

Safety and standard of service is important to users of roads. Environmental affects and pleasant environment are important to users of roads and habitants living near road. The owner of road is interested in service life and risk of failure of road contraction.

Safety is comprised of rut depth, friction, lightning etc. Standard of service is comprised of longitudinal unevenness, visibility of signs, condition of facilitates in rest area etc. Environmental affects are ambient noise, vibration, reuse of materials etc. Pleasant environment service is comprised of quality of materials, plants etc. Service life and risk of failure are comprised of rutting speed, drainage etc.

The use of performance requirements brings several benefits. Buying and control of project is easier to customer, because demands are only for end product and customer don't have to interfere to technical details. Contractor can make his procedures more effective and get competitive advantage by investing R&D in working methods, devices and materials. There are also risks, such as contractor's higher risk, which can lift contract prices. Sometimes it is technically and economically more reasonable to use old well understood and clear technical quality demands than to transfer risks and responsibility of technical solutions to contractor by using performance requirements. It is customer's choice, which kinds of demands are used.

Alkusanat

Tämä tutkimus liittyy osaselvityksenä Tekesin Infra-teknologiaohjelman ”Toimivuusvaatimukset kunnossapitourakoissa” -tutkimushankkeeseen. Tutkimuksen rahoittajina ovat olleet Tekes, Tiehallinto, Kuntaliitto, Helsingin, Jyväskylän ja Oulun kaupungit sekä Tieliikelaitos, Suomen Maarakentajien Keskusliitto ry ja Asfalttiliitto ry. Tutkimuksen toteutuksesta on vastannut VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka.

Tutkimusprojektin johtoryhmässä Kari Ström (Jyväskylän kaupunki), Harto Rätty (Infra teknologiaohjelma), Markku Teppo (Tiehallinto), Kalevi Katko (Tieliikelaitos), Harri Kailasalo (LEMCON Oy), Tom Warras (Tekes), Heikki Jämsä (Asfalttiliitto ry) ja Pekka Huovila (VTT).

Tämän julkaisun tekemiseen ovat osallistuneet VTT:stä Timo Kurki, Harri Spoof, Mikko Malmivuo, Sami Petäjä ja Jarkko Leinonen. Ohjausryhmänä on toiminut PANK ry:n tekninen valiokunta. Julkaisu keskittyy ylläpitoon, mutta siihen on tuotu myös hoidon vaatimuksia, jotka on raportoitu myös omana julkaisuna (TKK, Jere Keskinen, diplomityö). Lisäksi tutkimushankkeeseen kuului kunnossapitopalvelujen hankinnan prosessikuvausten laatiminen (TKK, Rakentamistalous) ja liikenneväylien hanke- ja rakennusosien määrittäminen kunnossapidon toimivuusvaatimuksia varten (Rapol Oy).

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	3
Abstract.....	5
Alkusanat.....	6
1. Johdanto.....	11
1.1 Taustaa.....	11
1.2 Tutkimushankkeen osat.....	11
1.3 Tavoitteet.....	12
2. Menetelmät ja aineisto.....	13
3. Toimivuusajattelu.....	14
3.1 Käsitteitä.....	14
3.2 Toimivuusvaatimukset.....	14
3.3 Toimivuusvaatimusten perusteet ja todentaminen.....	15
3.3.1 Toimivuusajattelun tavoitteet.....	15
3.3.2 Toimivuuden määrittäjät.....	15
3.3.3 Toimivuuden tasot.....	16
3.3.4 Toimivuusvaatimus ja todentaminen.....	18
3.3.5 Mahdollisuudet.....	18
3.3.6 Riskit.....	19
4. Toimivuusvaatimusten perusteet.....	20
4.1 Nykyiset laatuvaatimukset.....	20
4.2 Muiden maiden toimivuusvaatimukset.....	21
4.2.1 Johdanto.....	21
4.2.2 Pohjoismaat.....	21
4.2.2.1 Ruotsi.....	21
4.2.2.2 Norja.....	25
4.2.2.3 Tanska.....	27
4.2.3 Muu Eurooppa.....	29
4.2.3.1 Englanti.....	30
4.2.3.2 Hollanti.....	31
4.2.4 Muu maailma.....	32
4.2.4.1 Uusi-Seelanti.....	32
4.2.4.2 Pohjois-Amerikka.....	33
4.3 Onnettomuustilastot toimivuusvaatimuksena.....	35

4.3.1	Yleistä	35
4.3.2	Liikenneonnettomuuksien harvinaisuus.....	35
4.3.3	Onnettomuusrekisteröinnin puutteellisuus.....	36
4.3.4	Tien kunnan ja onnettomuuksien heikko yhteys.....	37
4.3.5	Kunnossapitäjän mahdollisuus vaikuttaa talvikelionnettomuuksiin	37
4.3.6	Voiko turvallisuutta mitata muuten kuin onnettomuuksien avulla?	37
4.3.7	Yhteenveto.....	38
4.4	Liikenneväylän vaatimukset.....	38
4.4.1	Yleiset vaatimukset	38
4.4.2	Toimivuusluokittelu	39
4.4.2.1	Turvallisuus.....	39
4.4.2.2	Palvelutaso	39
4.4.2.3	Ympäristövaikutukset	40
4.4.2.4	Viihtyisyys	40
4.4.2.5	Käyttöikä ja vaurioriski.....	40
5.	Toimivuusvaatimukset ja todentamismenetelmät.....	42
5.1	Turvallisuus	42
5.1.1	Päällysteen poikittaissuuntainen epätasaisuus	42
5.1.2	Sivukaltevuus	45
5.1.3	Liukkaus.....	46
5.1.4	Piennar.....	47
5.1.5	Valaistusjärjestelmä	48
5.1.6	Kaiteet	50
5.1.7	Aidat ja niihin liittyvät rakenteet.....	53
5.1.8	Häikäisyesteet	54
5.1.9	Näkemiä haittaavat esteet.....	55
5.1.10	Liikennemerkit ja opasteet	55
5.1.11	Ajoratamerkinnät.....	61
5.1.12	Reunapaalut.....	63
5.2	Palvelutaso.....	63
5.2.1	Päällysteen pituussuuntainen tasaisuus	63
5.2.2	Soratien kulutuskerroksen kuntoluokitus.....	67
5.2.3	Soratien kelirikkoluokitus	67
5.2.4	Vauriot.....	68
5.2.5	Korkeusasema	72
5.2.6	Tasalaatuisuus	72
5.2.7	Liikennöintiä ja kulkemista haittaavat esteet	73
5.2.8	Liikenteelle aiheutuva haitta	74
5.2.9	Käyttäjien tyytyväisyys.....	75
5.3	Ympäristövaikutukset.....	75
5.3.1	Melu	75

5.3.2	Päällysteen melu.....	77
5.3.3	Melusteet	78
5.3.4	Tärinä	82
5.3.5	Pölyämättömyys.....	83
5.3.6	Uusiokäyttö ja kierrätettävyys.....	84
5.4	Viihtyisyys.....	84
5.4.1	Päällysteen ulkonäkö.....	84
5.4.2	Reunatuet ja pintamateriaalit.....	84
5.4.3	Tienvarsikalusteet	85
5.4.4	Roska-astioiden täyttöaste ja siisteys.....	86
5.4.5	Tie- ja katuympäristön likaisuus ja roskaisuus	86
5.4.6	Tie- ja katuympäristön kasvit.....	86
5.5	Käyttöikä ja vaurioriski	87
5.5.1	Tierakenteen kestävyys	87
5.5.2	Kuivatusjärjestelmä.....	103
5.5.3	Päällysteen vedenläpäisevyys	106
5.5.4	Sillat	107
6.	Työkalu vaatimusten asetantaan	113
6.1	EcoProP-ohjelma.....	113
6.2	Huomioita jäsentelyn ja ohjelman käytöstä.....	114
7.	Pohdinnat ja yhteenveto.....	115
	Lähdeluettelo	118
	Liite 1	

1. Johdanto

1.1 Taustaa

Nykyisten teiden ja katujen kunnossapitopalvelujen hankintamenettelyjen ei ole katsottu riittävästi kannustavan tuottajia kehittämään tuotteitaan ja palvelujaan. Urakkakilpailujen pääasiallisena ratkaisuperusteena on perinteisesti ollut urakkahinta. Laatuvaatimukset ovat merkittävältä osin olleet teknisluonteisia ja työ- tai tehtäväorientoituneita. Urakoitsijan liikkumisvapaus on ollut varsin pieni.

Tilaaajapuolen ongelmana on ollut valvontaresurssien pienuus, ja tämä ongelma tulee varmasti jatkossa korostumaan. Valvontavastuuta onkin talonrakennuksessa vallitsevan trendin mukaisesti siirretty urakoitsijan työnjohdolle. Laadunhallinta poikkeamaraportointineen ja sanktioineen on jatkuvaa urakoitsijan ja tilaajan valvojan kanssakäymistä.

Ongelmana on myös urakkakäytäntöjen ja urakoiden laatustandardien kirjavuus eri kuntien kesken sekä katujen ja yleisten teiden välillä. Eroavaisuudet lähtevät jo terminologiasta: katujen osalta puhutaan ylläpidosta, joka käsittää kunnossapidon ja hoidon, kun taas yleisten teiden kunnossapito kattaa sekä ylläpidon että hoitotehtävät. Kuntien käyttämä terminologia on yhdenmukainen kiinteistösektorin kanssa. Tässä julkaisussa käytetään Tiehallinnon eli yleisten teiden mukaista terminologiaa.

1.2 Tutkimushankkeen osat

Tutkimushanke ”Toimivuusvaatimukset kunnossapitourakoissa” kuuluu Tekesin Infra-teknologiaohjelmaan ja sen Rakennuttaminen ja palvelut -osioon. VTT:n Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koordinoi hanketta. Tutkimusryhmään osallistuivat VTT:n lisäksi Teknillinen korkeakoulu ja Rapal Oy. Tutkimus käynnistyi elokuussa 2002 ja päättyi syyskuussa 2004. Toimivuusvaatimuksia on testattu pilottihankkeissa.

Tutkimuksen varsinainen toimivuusvaatimusosio oli jaettu kahtia siten, että VTT vastasi (Tiehallinnon terminologian mukaisesti) ylläpidon toimivuusvaatimusten kehittamisestä ja Teknillisen korkeakoulun Tielaboratorio vastasi hoidon osuudesta.

Tutkimushankkeeseen kuuluvan kunnossapitopalvelujen hankinnan prosessin kuvauksen laatimisesta vastasi Teknillisen korkeakoulun rakentamistalouden laboratorio. Kuvaus on esitetty liitteessä 1. Liikenneväylien hanke- ja rakennusosien määrittelystä vastasi Rapal Oy.

1.3 Tavoitteet

Tässä tutkimuksessa tarkastelukohteena oli liikenneväylien (teiden ja kaujen) ylläpidon (kunnossapidon ja hoidon) hankinnan kehittäminen. Kunnossapidolla tarkoitetaan yleisesti kaikkia niitä toimenpiteitä, joilla rakenne säilyttää käyttökelpoisuutensa. Tiehallinnolla ja kuntasektorilla on käytössä eri termit kunnossapidossa, jotka tulisi yhdenmu-kaistaa eri toimijoiden kesken.

Tutkimuksen avulla edistetään sellaisen hankintakulttuurin syntymistä, jossa palvelujen ja tuotteiden tarjoajilla on mahdollisuus kehittää uusia tuotteita ja hankkia sitä kautta kilpailuetua. Hanke tukee avoimien markkinoiden ja tuoteominaisuuksiin perustuvan kilpailun syntymistä infra-alalle.

Tämän tutkimushankkeen päätavoitteet ovat:

- Käytössä (Suomessa ja ulkomailla) ja kehitteillä olevien laatuvaatimusten selvittäminen ja analysointi. Tavoitteena on selvittää Tiehallinnon ja kuntien urakoinnin hankinnassa käyttämät laatuvaatimukset ja analysoida niitä toimivuusvaatimusten kehittelyn pohjaksi.
- Toimivuusvaatimusten määrittäminen teiden ja katujen kunnossapitoon. Tarkoituksena on arvioida nykyisten laatuvaatimusten sopivuutta toimivuuksipohjaiseen urakointiin ja kehittää uusia toimivuusvaatimuksia.
- Kehitettyjen toimivuusvaatimusten todentamismenettelyjen määrittäminen.
- Työkalun tekeminen toimivuusvaatimusten hallintaan.

Tutkimuksen tuloksena saadaan uudentyyppisissä hankintamenettelyissä tarvittavat toimivuusvaatimukset hankittaville palvelukokonaisuuksille. Vaatimuksille on osoitettavissa todentamismenettelyt, joilla tilaaja voi varmistautua toteutuneesta laadusta. Tuoteosien teknisten vaatimusten on myös oltava yhteensopivat toimivuusvaatimusten kanssa. Kaikilla kohteilla käyttäjä ei tarvitse samanlaista laatua ja palvelutasoa. Erityyppisille hankinnoille tarvitaan tuotteiden vaatimusprofiilit ja ominaisuuksien todentamismenettelyt, joilla tilaaja määrittää halutun palvelutason ja asettaa hyväksymisrajat tuotteiden ja palveluiden eri ominaisuuksille.

Tässä projektissa ei varsinaisesti kehitetty em. toimivuusvaatimusten todentamismenettelyjä mutta osallistuttiin lausunnoilla mm. PANK-menetelmäohjeiden tekemiseen. Mittausmenetelmien kehittäminen on tarpeellista osana hankintamenettelyjen kehittämistä. Infra-ohjelmassa on käynnissä projektit päällysteiden melun ja rakenteen deformaation mittaamisen kehittämiseksi.

2. Menetelmät ja aineisto

Tutkimus jakaantui viiteen vaiheeseen:

1. Nykytilaselvitys Suomessa
2. Nykytilaselvitys ulkomailla
3. Toimivuusvaatimusten kehittäminen
4. Todentamismenetelmien määrittäminen
5. Työkalun tekeminen vaatimusten hallintaan.

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin lähinnä kirjallisuudesta ja erilaisista ohjeistuksista nykyisin käytetyt laatuvaatimukset ja niiden todentamismenetelmät.

Tutkimuksen toisessa vaiheessa selvitettiin lähinnä kirjallisuuden ja haastattelujen avulla ulkomailla nykyisin käytössä olevat toimivuusvaatimukset.

Kolmannessa vaiheessa tarkasteltiin vaatimuksia toimivuusajattelun näkökulmasta. Tämän lisäksi erilaisilla ideariihillä pyrittiin määrittelemään keskeisiä toimivuuksia ja kehittämään sekä ideoimaan uusia toimivuusvaatimuksia. Projektin kuluessa järjestettiin kaksi workshop-seminaaria (hoidosta ja ylläpidosta), joiden tarkoituksena oli koota yhteen asiantuntijoita keskustelemaan toimivuuspohjaisesta kunnossapitourakoinnista.

Tutkimuksen neljännessä vaiheessa, joka pääosin kulki rinnan kolmannen vaiheen toimivuusvaatimusten kehittämisen kanssa, määritettiin toimivuusvaatimuksille todentamismenetelmiä. Todentamismenettelyistä arvioitiin lähinnä nykyisten menetelmien soveltuvuutta toimivuusvaatimusten todentamiseen. Varsinaista mittausmenetelmien kehittämistä ja tarkempaa määrittelyä ei tässä hankkeessa tehty.

Mittauksen ja todentamisen tarkka määrittely ja vakiointi ovat yksi tärkeä tehtävä tulevaisuudessa. Tässä yhteydessä on kuitenkin todettava, että eksaktien mittausmenetelmien määrittäminen pitkälti arvostuksiin perustuvilla ominaisuuksilla (esimerkiksi siisteydelle ja esteettisyydelle) ja toisaalta hyvin laajalle ja moninaisten olosuhteiden vaikutuksen alaisena olevalle ominaisuuksien kirjolle on sangen vaikea tehtävä.

Tutkimuksen viidennessä vaiheessa tuotettiin tietokonetyökalu vaatimusten hallintaan. Esikuvana käytettiin talopuolen VTT ProP -toimivuusvaatimusjäsentelyä ja ECOProP-ohjelmaa. Vaatimusten jäsentelyssä käytettiin liikennejärjestelmien jäsentelyä.

3. Toimivuuasajattelu

3.1 Käsitteitä

Toimivuuasajattelulla (Performance approach) rakentamisessa tarkoitetaan menettelytapaa, jossa rakentamisen lopputuotteesta kuvataan valintavaiheessa käytönaikaiset ominaisuudet eikä teknistä ratkaisua. Toimivuuasajattelussa pääpaino on lopputuloksen kuvauksessa eikä teknisissä ratkaisuissa. (CIB)

Toimivuudella (Performance) tarkoitetaan tuotteen käytön aikaista suoriutumista (RIL).

Toimivuuasvaatimuksella (Performance specification) tarkoitetaan vaadittua ominaisuutta, joka esitetään kuvaamatta teknistä ratkaisua (RIL). Muita käytössä olevia termejä ovat: toiminnallinen vaatimus, tuotevaatimus ja lopputuotevaatimus.

Käyttöikä (Service life) on se aika, jonka rakenne tai sen osa asianmukaisesti huolletuna täyttää sille asetetut vaatimukset. Käyttöikä päättyy, kun rakenne tai sen osa saavuttaa rajatilan jonkin sille asetetun ensisijaisen vaatimuksen suhteen. (RIL)

3.2 Toimivuuasvaatimukset

Hyvän vaatimuksen tunnusmerkit ovat [Haumer et al. 2000, Kotonya 1999, Kamara et al. 2000, Kott et al. 1995, Kar et al. 1996, Jarke 1998, Lin et al. 1996]: kattava, ristiriidaton, johdonmukainen, toteuttamiskelpoinen, neutraali teknisen ratkaisun suhteen, jäljitettävä, tarpeellinen, tiiviisti kuvattu, oikea ja todennettavissa oleva.

Nykyisellään laatuvaatimukset sisältävät sekä väylän toiminnallisiin ominaisuuksiin että työsuorituksen tai väylän teknisiin yksityiskohtiin kohdistuvia vaatimuksia. Tiehallinnon [Tienpidon hankintastrategia. Tiehallinto 2003c] määrittelyn mukaisesti laatuvaatimuksella tarkoitetaan perinteistä tuotteen, sen osan, materiaalin tms. tekniseen ominaisuuteen liittyvää vaatimusta. Itse lopputuotteeseen kohdistuvia laatuvaatimuksia kutsutaan usein tuotevaatimuksiksi tai lopputuotevaatimuksiksi. Nämä voivat kohdistua tuotteen teknisiin tai toiminnallisiin ominaisuuksiin, eikä niillä ainakaan periaatteessa rajoiteta tai aseteta ehtoja tuotantoprosessille.

Talonrakennuksessa on olemassa määritelmä *toimivuuasajattelulle* – se tarkoittaa menettelytapaa, jossa rakentamisen lopputuotteesta kuvataan käytönaikaiset ominaisuudet rajaamatta niiden tuottamiseksi tarvittavia teknisiä ratkaisuja. Väylien hoidossa toimivuuasajattelu voidaan ymmärtää siten, että edellä mainittu lopputuote tarkoittaa väylän tilaa tai kuntoa.

Siten toimivuspohjaisessa kunnossapitopalvelujen hankinnassa toimivusvaatimuksilla kuvataan väylällä vallitseva haluttu laatutaso rajaamatta sen tuottamiseksi tarvittavia teknisiä ratkaisuja.

Yksinkertaistetusti väylän toimivuus voidaan ymmärtää seuraavien kysymyksien kautta:

- Toimiiko väylä tai sen osa siinä käytössä, mihin se on tarkoitettu?
- Vastaako tietty väylän ominaisuus käyttäjän, omistajan, ympäristön ja yhteiskunnan tarpeita ja tavoitteita?

3.3 Toimivusvaatimusten perusteet ja todentaminen

3.3.1 Toimivusajattelun tavoitteet

Toimivusajattelulla ja toimivuspohjaisella urakoinnilla tavoitellaan hyötyjä tienkäyttäjälle, tilaajalle ja urakoitsijalle. Keskeiset tavoitteet ovat seuraavat:

- Urakoitsijan liikkumavapauden lisääminen, joka mahdollistaa kilpailun tuoteominaisuuksilla ja kilpailuedun hankkimisen uusilla innovaatioilla.
- Tuotekehityksen kautta saatavat kannattavuushyödyt
- Kokonaistaloudelliset ja oikein kohdennetut palvelut ja tuotteet
- Loppuasiakkaan tarpeista lähtevä laadun määrittely
- Asiakslähtöisyyden korostuminen
- Toimivat markkinat
- Tilaajille nykyistä edullisemmat hankintatavat.

3.3.2 Toimivuuden määrittäjät

Toimivuuden määrittäviä osapuolia ovat väylän käyttäjä, väylän omistaja sekä ympäristö ja yhteiskunta. Näillä kaikilla on omat tarpeensa ja vaatimuksensa väylän ominaisuuksille.

Töiden tärkein asiakas on tuotteen loppukäyttäjä eli tienkäyttäjä. Käyttäjä kokee väylän toimivuuden sen näkyvien tai muuten aistittavien pintaominaisuuksien kautta. Tienkäyttäjä odottaa väylältä ja sen ympäristöltä muun muassa käyttökelpoisuutta ja turvallisuutta sekä esteettisyyttä.

Omistaja, tai tilaaja, on yleensä julkishallinnon viranomainen. Omistaja on perinteisesti omistanut myös kunnossapitotyötä tuottavan organisaation. Omistaja vastaa väyläomaisuuden arvosta ja sen säilymisestä. Tämän lisäksi omistajan tehtävänä on tulkita muiden osapuolten vaatimukset ja tarpeet ja pyrkiä ohjauksellaan toteuttamaan niitä väylien hoidossa.

Kolmas osapuoli on yhteiskunta ja ympäristö, joka asettaa osaltaan reunaehdot tienpihdolle ja väylien hoidolle. Nämä vaatimukset liittyvät muun muassa kansalaisten ja alueiden tasapuoliseen kohteluun, turvallisuuteen ja ympäristöarvoihin.

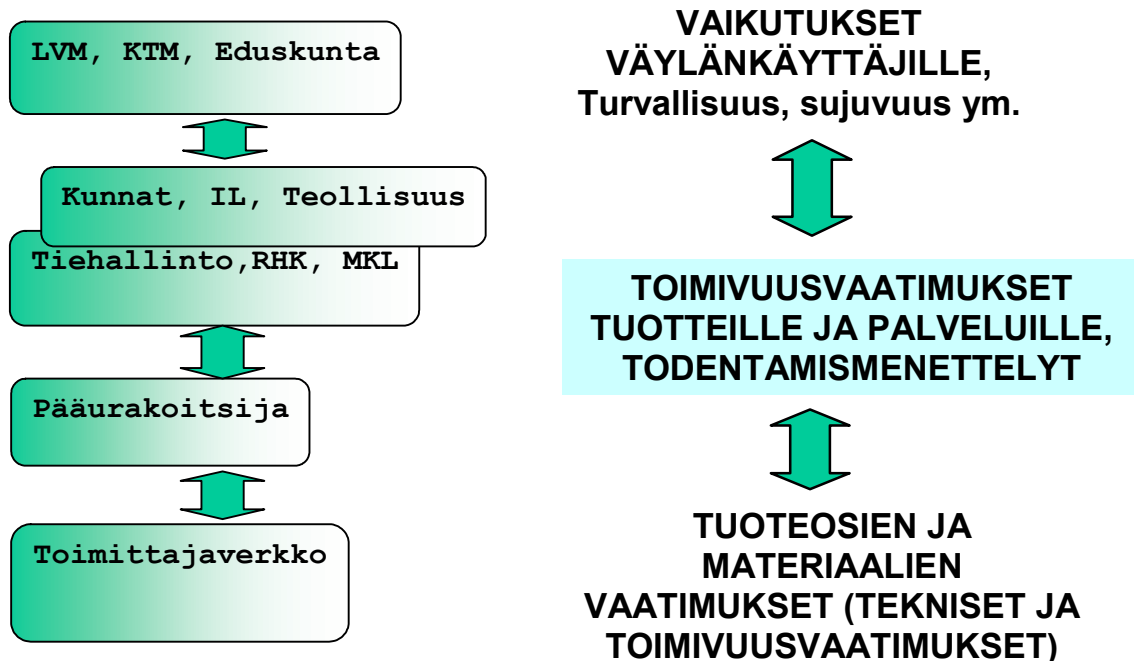
3.3.3 Toimivuuden tasot

Väylän osalta toimivuusvaatimukset voidaan ryhmitellä seuraavasti:

Väylän käyttäjä	A. Turvallisuus B. Palvelutaso
Väylän käyttäjät ja ympäröivä asutus	C. Ympäristövaikutukset D. Viihtyisyys
Väylän omistaja	E. Käyttöikä ja vaurioriski.

Turvallisuuteen liittyviä väylän toimivuusvaatimuksia ovat mm. ura, kitka, sivukaltevuus ja nopeusrajoitukset. Palvelutasoon liittyviä toimivuusvaatimuksia ovat mm. pituussuuntainen tasaisuus, pinnan vauriot, melu, sorateiden pölyävyys sekä akselipaino- ja kelirikorajoitukset. Pääoma-arvon säilymiseen ja elinkaarikustannuksiin vaikuttavat muiden ominaisuuksien (kuten urasyvyyden, vaurioiden, melutason jne.) pysyvyys ja muutosnopeus (käyttöikä ja vaurioriski). Kuvassa 1 esitetään vaatimusten asettajat ja tasot.

VÄYLÄNPIDON HANKINNAN TASOT



Kuva 1. Toimivuusvaatimusten asettajat ja tasot.

Seuraavassa esitetään toimivuusvaatimusten asettajat ja tasot esimerkin (turvallisuus) avulla:

Toimivuusvaatimustaso: Ministeriö, eduskunta tai Tiehallinto, kunnat jne.

- turvallisuus

Toimivuusvaatimustaso: Tilaaja tai pääurakoitsija

- urasyvyys

Tekniset tai toimivuusvaatimukset: Pääurakoitsija tai aliurakoitsijat ja materiaalitoimittajat

- tuotteet, materiaalit ja suhteet, työtavat jne.

Ylimmän tason toimivuusvaatimukset eli toimivuuden määrittäjien perustavoitteet ja -tarpeet liikenneväylien kunnolle tai toimivuudelle ovat yleispiirteisiä ja sisällöltään laajoja. Siksi varsinaiset urakkasopimuksiin kirjattavat toimivuusvaatimukset tulee ainakin aluksi asettaa alemmalle tasolle, jolloin niiden toteutuminen ja urakoitsijan toimien vaikutukset laadun toteutumiseen on helpompi todeta. Näiden toimivuusvaatimusten tulee kuitenkin perustua ylimmän tason vaatimuksiin.

Esim. turvallisuusvaatimuksia (loukkaantuneita/tiekem) ei aseteta tilaajan ja pääurakoitsijan välillä, vaan siinä toimivuusvaatimukset ovat ”maanläheisempiä”, kuten esimerkiksi urasyvyys.

Alemmilla tasoilla toimivuusvaatimukset ovat muutettu teknisiksi ratkaisuuksi (tuotteiksi) ja teknisiksi vaatimuksiksi, joita pääurakoitsija asettaa aliurakoitsijoille ja materiaali-toimittajille. Myös pääurakoitsija- tai toimittajaverkkotasolla voidaan käyttää toimivuusvaatimuksia.

3.3.4 Toimivuusvaatimus ja todentaminen

Toimivuusvaatimuksen tulee ohjata urakoitsijan toimintaa tuottamaan laatua, joka vastaa käyttäjän, omistajan ja ympäristön käsitystä toimivasta liikenneväylästä. Urakoitsijalla tulee olla mahdollisuus vaikuttaa ja hallita kyseisen vaatimuksen mukaista väylän laatuominaisuutta.

Erittäin tärkeää on, ettei toimivuusvaatimus määrää tai rajaa lopputuotteen tuottamiseksi tarvittavia teknisiä ratkaisuja, kuten käytettäviä koneita, menetelmiä tai materiaaleja. Tekniset ja yleisesti toteutukseen liittyvät ratkaisut jäävät urakoitsijan harkinnan varaan. Tällä pyritään kannustamaan urakoitsijoita ja suunnittelijoita verkottumaan ja kehittämään uusia innovaatioita.

Kunnossapitotöiden laadun sopimuksenmukaisuuden todentamiseen tarvitaan selkeästi määriteltyjä ja vakioituja mittaus- tai todentamismenetelmiä. Menetelmien tulisi olla mahdollisimman objektiivisia ja riittävän suurella varmuudella toistettavissa. Menetelmät eivät saa sitoa liikaa resursseja, vaan jatkossa tulisi entistä enemmän pyrkiä automaattisiin mittausjärjestelmiin. Kuitenkin suuri osa nykyisistä laadun todentamismenetelmistä perustuu silmämääräiseen havaintoon, ajotuntumaan tai muuhun enemmän tai vähemmän subjektiiviseen asiantuntija-arvioon.

3.3.5 Mahdollisuudet

Toimivuusvaatimusten käyttämisellä kunnossapitopalveluiden hankinnassa voidaan saavuttaa useita etuja eri osapuolille. Käyttäjän kannalta merkittävimmät mahdolliset hyödyt liittyvät paremmin toimiviin palveluihin, jotka voidaan saavuttaa käyttäjien tarpeista ja tavoitteista lähtevillä laatuvaatimuksilla.

Omistaja tai tilaaja hyötyy ostaessaan hoitopalveluja tehokkailta ja toimivilta markkinoilta, joilla riittävä kilpailu tehostaa tuottajien toimintaa ja laskee urakkahintoja. Han-

kintamenettely, samoin kuin itse urakan valvonta, on tilaajalle kevyempi taakka sen kohdistuessa vain lopputuotteeseen, eikä tilaajan tarvitse puuttua teknisiin yksityiskohtiin.

Urakoitsijalla on mahdollisuus tehostaa toimintaansa ja hankkia kilpailuetua markkinoilla panostamalla tuotekehitykseen ja kehittämällä uusia tehokkaampia työmenetelmiä, materiaaleja tai työkoneita.

3.3.6 Riskit

Toimivuusvaatimusten käyttöönottoon liittyy myös riskejä:

- laatuvaatimusten ja muiden urakka-asiakirjojen määrittelyjen täsmällisyys
- urakoitsijalle aiheutuvan riskin kasvu ja tarjoajien väheneminen ja sitä kautta urakkahintojen nousu
- Tarjousten monimutkaisuus ja niiden tekemisen ja vertailun työmäärä kasvaa merkittävästi, mikä saattaa osaltaan vähentää tarjouksia ja vaikeuttaa niiden vertailua.
- Riskien ja päätävävallan siirtyessä runsain mitoin urakoitsijoille heidän osaamisensa ja ammattitaitonsa korostuvat vahvasti. Tässä voidaan kohdata ongelmia uusien käytäntöjen alkutaipaleilla.

4. Toimivuusvaatimusten perusteet

4.1 Nykyiset laatuvaatimukset

Sekä Tiehallinnon että kuntien nykyiset laatuvaatimusjärjestelmät ovat osin varsin jäsentymättömiä. Laatuvaatimukset eivät aina selvästi erotu tehtävän muusta kuvauksesta tai työselostuksesta – varsinaisia toimivuusvaatimuksia on paikoin vaikea löytää. Vaatimukset saattavat olla hajallaan eri julkaisuissa ja ne ovat rakenteiltaan erilaisia. Kuitenkin uudemmissa varsinkin Tiehallinnon julkaisuissa toimivuutta on tuotu esille. Tiehallinnon julkaisut ovat suurelta osin verkossa ja siten helposti ja nopeasti päivitettävissä.

Otsikkotasolla laatuvaatimukset esitetään usein työlle tai tehtävälle, esimerkiksi ”Liikennemerkkien rakenne ja pystytys”. Näiden sisältämät yksityiskohtaisemmat laatuvaatimukset koskevat niin lopputuotetta kuin myös työtapaa ja materiaaleja, eli toimivuusvaatimuksia ja teknisiä vaatimuksia ei ole selvästi erotettu toisistaan. Tällöin ei toimivuusajattelun perusoletus palvelun tuottajan liikkumavapaudesta toteudu.

Vaatimukset ovat usein verbaalisia, yleisiä tai jopa epämääräisiä laadun kuvauksia, esimerkiksi ”kadun tulee olla pölytön” tai ”nurmetuksen on liityttävä saumattomasti viereiseen ympäristöön”. Myös voi olla maininta ominaisuudesta (kaiteen kinostava vaikutus), mutta varsinaista vaatimusta ei ole kuvattu. On kuitenkin todettava, että eksaktien vaatimusten ja mittausmenetelmien asettaminen eräille tuotteille on varsin hankalaa.

Laatuvaatimusten todentamismenetelmät ovat osin silmämääräisiä, subjektiiviseen arvioon perustuvia tarkastuksia ja katselmuksia. Osa tällaisista laatuvaatimuksista kuvataan ainoastaan sanallisesti, osa kuvastandardeilla.

Useita tuotteita varten on olemassa ohjeita vaatimustasosta. Nämä helpottavat merkittävästi vaatimustason asettamista. Ohjeita pitää saada kaikkiin tuotteisiin, ja eräitä ohjeita voidaan tiukentaa. Esimerkiksi alku-uravaatimus koskee nykyisten Asfalttinormien mukaan vai tiettyjä suhteitusluokkia (nopeuden ja liikennemäärän perusteella), mutta miksi ei vaadittaisi kaikilta kohteilta vähäistä alku-uraa. Alku-ura kuvaa työn laatua ja valitun vaihtoehdon sopivuutta kohteeseen.

Uusien vaatimusten asettamisessa on oltava maltillinen. Ei ole realistista ajatella, että kaikki vanhat laatuvaatimukset ja standardit korvataan hetkessä uusilla. Vuosikymmenien aikana muotoutuneet standardit ovat pitkän kehittelyn tulos, ja niillä on saatu varmistettua laatuaso. Näin ollen aluksi toimivuusvaatimusten on hyvä pohjautua teknisluonteisiin ja käytännönläheisiin mittareihin ja tuttuihin, väylien hoidossa jo toiminnallisiin ominaisuuksiin perustuviin vaatimuksiin ja mittareihin.

4.2 Muiden maiden toimivuusvaatimukset

4.2.1 Johdanto

Tutkimuksessa selvitettiin myös teiden ja katujen kunnossapitourakoissa käytetyistä toimivuusvaatimusten kansainvälinen nykytila. Selvitys sisältää lisäksi hoidon osalta Ruotsin ja Norjan tilanteen. Aineisto on koottu kirjallisuuden, Internetin sekä suorien kyselyjen ja haastattelujen pohjalta. Kokemuksia toimivuusvaatimuksista esitetään maittain seuraavissa kohdissa niistä maista, joista kokemuksia on kertynyt. Lisäksi tiedustelut suoritettiin myös mm. Ranskan, Sveitsin, Espanjan ja Portugalin osalta, mutta haastattelujen perusteella heillä ei ole kokemuksia toimivuusvaatimuksista kunnossapitourakoissa.

4.2.2 Pohjoismaat

4.2.2.1 Ruotsi

Ruotsin valtiollisella tieverkolla on tehty toimivuusvaatimukseen perustuvia urakoita vuodesta 1985 lähtien. Toimivuusvaatimukseen perustuvien urakoiden määrä on lisääntynyt vuosi vuodelta niin, että vuonna 2002 lähes kaikki tiemerkitäurakat, kymmeniä päällystysurakoita sekä muutama investointiurakka perustui toimivuusvaatimukseen. Urakoiden takuuajat ovat yleensä 4–10 vuotta ja yksittäistapauksissa jopa 15 vuotta.

Toimivuusvaatimusten todentaminen tapahtuu eri vaiheissa työn aikana, työn valmistuttua ja takuuajan päätyttyä menetelmäkuvauksissa esitetyin tavoin. Eri toimivuusvaatimusten raja-arvot ja määrittäminen on esitetty teiden ja katujen suunnitteluohjeissa sekä normeissa [ATB VÄG 2003, ATB VINTER 2003, FSB, DRIFT96].

Taulukkoon 1 on koottu Ruotsissa tien kunnossapitourakoissa käytettyjä toimivuusvaatimuksia ja niiden yleisyys urakoissa.

Taulukko 1. Toimivuusvaatimusten käyttö kunnossapitourakoissa Ruotsissa [NVF 2002].

Toimivuusvaatimus	Yleisyys	Ajankohta
Urasyvyys (mm)	Yleensä	Tak
Urautumisnopeus	Harvoin	Las
Alku-urasyvyys (mm)	Yleensä	Väl
Pituushalkeamat (määrä ja luokka)	Yleensä	Tak
Poikkihalkeamat (määrä ja luokka)	Yleensä	Tak
Vaurioitumisen alkamisajankohta	Harvoin	Las
Kantavuus	Harvoin	Väl
Routanousu (mm)	Harvoin	Las
Routanousu (mm)	Harvoin	Tak
Tasaisuus, IRI (mm/m)	Yleensä	Väl
Tasaisuus, IRI (mm/m)	Harvoin	Tak
Tasaisuus, oikolauta	Yleensä	Väl
Sivukaltevuus	Yleensä	Väl
Korkeusasema	Harvoin	Väl
Kitkaluku	Yleensä	Väl
Deformaatiokestävyys	Harvoin	Väl
Vedenkestävyys	Harvoin	Väl
Pakkaskestävyys	Harvoin	Väl
Makrokarkeus	Harvoin	Väl
Vedenläpäisevyys	Harvoin	Väl
Kuivatus	Harvoin	Väl
Meluominaisuus	Harvoin	Väl
Paluuheijastuvuus	Harvoin	Väl

Taulukossa oleva todentamisajankohta on merkitty seuraavasti:
 Väl = Vaatimus tarkastetaan välittömästi toimenpiteen jälkeen
 Tak = Vaatimus tarkastetaan takuuajan lopussa
 Las = Vaatimus on laskennallinen.

Tieviranomaisen kokemukset Ruotsissa toteutetuista toimivuusvaatimuksiin perustuvista kunnossapitourakoista ovat pääsääntöisesti hyviä. Matkan varrella on kuitenkin tapahtunut yksittäisiä kielteisiä kokemuksia eri osapuolille. Toisinaan on saavutettu jopa 30 % vuosikustannussäästöjä verrattuna perinteisiin menetelmiin. Tilaaajan kannalta on ensisijaisen tärkeää, että toimivuusvaatimukset ovat asianmukaisia ja selkeitä sekä käytettävissä ovat todentamiseen tarvittavat työkalut toimivuusvaatimusten yksiselitteiseen mittaamiseen ja arviointiin.

Suuri osa nykyään Ruotsin tieverkolla tapahtuvaa hoitotoimintaa toteutetaan toimivuusvaatimuksiin perustuvina alueurakoina. Teiden liikennöitävyys ja liikenneturvallisuus

on turvattava ja hoidettava aina kohtuullisten sääolosuhteiden vallitessa. Toimivuusvaatimuksia on asetettu mm. lumen syvyydelle, lumen poiston ja liukkaudentorjunnan toimenpide ajalle, liikennemerkkien näkyvyydelle, jne. Lisäksi tietyömaiden liikennejärjestelyille on käytössä toimivuusvaatimukset. Alla on listattu muita Ruotsissa alueurakoissa käytettyjä hoidon toimivuusvaatimuksia päällystetyille tielle [FSB]:

Talvihoito ja liukkauden torjunta

- kitka: raja-arvo tai aikaraja
- lumen syvyys ajoradalla ja pientareella: raja-arvo tai aikaraja
- lumivallien korkeus (näkemä): raja-arvo tai aikaraja
- tasaisuus (pituus- ja poikkisuuntainen): raja-arvo (mitataan 60 cm:n oikolaudalla) tai aikaraja
- aurasviitat: sijainti, näkyvyys
- kuivatus: rumpujen sulatus, lumiojan syvyys (kevällä).

Päällystetty tie

Liikennöitävyys

- kelirikkorajoitus
- tiealueen esteettömän liikkumisen hoito (kuolleitten eläinten poistaminen, onnettomuuksien siivous, hylätyt autot jne.)
- liikenteen kierto-ohjaus (aikaraja)
- pinnan tasoerot ja reunapainumat
- sallittu pituus- tai poikkisuuntainen tasoero (mm)
- halkeamat: leveät halkeat korjattava (mm), reiät paikattava (mm)
- kuivatus: ojien toimivuus, vedensyvyys, rumpujen toimivuus, avonaisuus, luiskan kunto, kaivon kansien taso (mm)
- kitka: raja-arvo.

Tieympäristö

- kiellettyjen viitoitusten poisto, kasvillisuuden korkeus (näkyvä) tai raja-arvo
- puhtaanapito tai aikaraja
- viheralueet: ruohon korkeus (mm tai kertoja vuodessa), istutusten hoito (kertoja vuodessa), raivaus ja niitto (kertoja vuodessa).

Varusteet ja laitteet

- kaiteet: ei halkeamia, korkeus (mm), pylväskaltevuus (mm)
- hirviadat: pylväskaltevuus (mm), verkon kunto
- meluaidat: kunto

- tiemerkinnot: paluuheijastuvuus (cd/lux/m²), kunto (aikaraja)
- liikennemerkit ja opasteet: paluuheijastuvuus (cd/lux/m²), näkyvyys määrätäisyydeltä, puhtaanapito ja korjaukset (aikaraja)
- reunapylväät: paluuheijastuvuus (cd/lux/m²), näkyvyys (aikaraja), kaltevuus (mm)
- valaistus: tarkastukset (aikaraja), sammuneiden lamppujen maksimimäärä
- telematiikkalaitteet: näkyvyys tai kuuluvuus määrätäisyydeltä, puhtaanapito ja korjaukset (aikaraja).

Katupuolella asetetut toimivuusvaatimukset voidaan jakaa kolmeen tasoon seuraavasti:

- toimivuusvaatimukset asfalttimassalle
- toimivuusvaatimukset päällystekerrokselle
- toimivuusvaatimukset tien pinnalle.

Ruotsalaisen mielestä on tärkeää, että ei aseteta yhtäaikaista toimivuusvaatimuksia ja materiaalivaatimuksia esim. kiviainekselle tai sideaineelle. Vastaavasti toimivuusvaatimukset tulisi aina asettaa vain yhdelle tasolle kerrallaan, eli mikäli toimivuusvaatimukseksi on määrätty urasyvyys, ei tulisi asettaa vaatimuksia esim. päällysteen kulutuskestävyydelle. Taulukossa 2 esitetään eri tasoille kuuluvat toimivuusvaatimukset.

Taulukko 2. Toimivuusvaatimusten eri tasot [Wågberg 2001].

Taso 1 – Asfalttimassa (laboratorionäyte)	Taso 2 – Päällyste (poranäyte tieltä)	Taso 3 – Tien pinta
Kulumiskestävyys Deformoitumiskestävyys Vedenkestävyys	Kulumiskestävyys Deformoitumiskestävyys Vedenkestävyys Jäykkyys Vedenläpäisevyys Joustavuus Väsymiskestävyys	Urasyvyys Pitkittäinen epätasaisuus Makrokarkeus Kitka Tasalaatuisuus Sivukaltevuus Meluominaisuus Purkautuminen

Ruotsissa kuntapuolella Göteborgin kaupunki on ollut edelläkävijä toimivuusvaatimusten käyttöönottamisessa päällystysurakoissa. Ensimmäiset pilottikokeilut tehtiin vuonna 1996. Myöhemmin toimivuusvaatimusurakoita on toteutettu myös muualla Ruotsissa (esim. Luleå, Jönköping, Linköping ja Helsingborg). Nykyään Göteborgissa ei enää toteuteta yhtään urakkaa reseptiperiaatteella, vaan kaikki urakat sisältävät toimivuusvaatimuksia. Göteborgin kaupunki asettaa toiminnalliset vaatimukset päällystystöissä asfalttimassan lisäksi myös kadun pinnalle.

Toimivuusvaatimuksena on kulumiskestävyys, deformaatiokestävyys, karkeus- tai kitkavaatimus sekä kaltevuusvaatimus. Lisäksi takuuajana ei saa esiintyä halkeamia eikä purkauksia. Toimivuusvaatimusurakoissa takuuajana on yleensä viisi vuotta, mutta myös seitsemän vuoden takuuajakoja on kokeiltu. Tasaisuusvaatimuksen asettaminen urakoitsijalle, joka tekee ainoastaan kulutuskerroksen, on hankalaa, koska pinnan tasaisuus johtuu koko rakenteesta.

Göteborgin kaupungin kokemukset toimivuusvaatimukseen perustuvasta hankinnasta ovat erittäin positiiviset, eikä siellä missään tapauksessa tulla siirtymään takaisin reseptiin perustuvaan aikaan.

4.2.2.2 Norja

Norjan valtiollisella tieverkolla ensimmäiset toimivuusvaatimukseen perustuvat urakat tehtiin vuonna 1992. Toimivuusvaatimukseen perustuvien urakoiden määrä on lisääntynyt vuosi vuodelta niin, että vuonna 2002 lähes puolet hoitoon ja kunnossapitoon käytetystä budjetista perustui toimivuusvaatimukseen. Urakoiden takuuajat ovat yleensä 2–7 vuotta.

Taulukkoon 3 on koottu Norjassa tien kunnossapitourakoissa käytettyjä toimivuusvaatimuksia.

Taulukko 3. Toimivuusvaatimusten käyttö kunnossapitourakoissa Norjassa [NVF 2002].

Toimivuusvaatimus	Yleisyys	Ajankohta
Urasyvyyys (mm)	Harvoin	Tak
Urautumisnopeus	Harvoin	Las
Alku-urasyvyyys (mm)	Harvoin	Väl
Tasaisuus, IRI (mm/m)	Harvoin	Väl
Tasaisuus, IRI (mm/m)	Harvoin	Tak
Tasaisuus, oikolauta	Yleensä	Väl
Sivukaltevuus	Yleensä	Väl
Kitkaluku	Yleensä	Väl

Taulukossa oleva todentamisajankohta on merkitty seuraavasti:
 Väl = Vaatimus tarkastetaan välittömästi toimenpiteen jälkeen
 Tak = Vaatimus tarkastetaan takuuajan lopussa
 Las = Vaatimus on laskennallinen.

Norjassa asfaltin toimivuusvaatimukset on jaettu kahteen luokkaan:

1. asfalttimassan toimivuusvaatimukset
2. tien pinnan toimivuusvaatimukset.

Asfalttimassalle esitetyt laboratoriomäärittelyihin perustuvat toimivuusvaatimukset ovat ta-
pauskohtaisia ja perustuvat normeihin ja suunnitteluohjeisiin. Niitä voivat olla esimerkiksi:

- kulumiskestävyys
- deformatumiskestävyys
- kitka tai kiillottuminen
- paluuheijastuvuus
- pakkaskestävyys
- vedenkestävyys
- jäykkyys
- vedenläpäisevyys
- joustavuus
- väsymiskestävyys.

Taulukossa 4 on esitetty tien pinnan toimivuusvaatimukset, jotka on jaettu kahteen ryh-
mään siten, että toiset määritetään uudesta päällysteestä ja toiset takuuajan päätyttyä (tai
takuuajana) [Håndbok 018 Vegbygging 2002].

Taulukko 4. Tien pinnan toimivuusvaatimukset.

Tien pinta (uusi päällyste)	Tien pinta (takuuajan lopussa)
Kerrospaksuus	Uraisuus
Sivukaltevuus	Pitkittäinen epätasaisuus
Tasaisuus	Vauriot
Makrokarkeus	Purkautuminen
Kitka	
Tasalaatuisuus	
Kestävyys (erikoistilanteissa)	

Alla on listattu Norjassa alueurakoissa käytettyjä hoidon toimivuusvaatimuksia päällys-
tetyille tielle [Drift og vedlikehold 2002]:

Talvihoito ja liukkauden torjunta

- kitka: raja-arvo tai aikaraja
- lumen syvyys ajoradalla ja pientareella: raja-arvo tai aikaraja
- lumivallien korkeus (näkemä): raja-arvo tai aikaraja
- tasaisuus (pituus- ja poikkisuuntainen): raja-arvo tai aikaraja
- lumiaidat: pystytys ja poisto, pienempimuotoiset korjaukset, suoristukset.

Päällystetty tie

- halkeamat: leveät halkeat korjattava (mm), reiät paikattava (mm)
- kuivatus: ojien toimivuus, vedensyvyys, rumpujen toimivuus, avonaisuus, luis-
kan kunto.

Tieympäristö

- kasvillisuuden korkeus (näkyvä): raja-arvo
- puhtaanapito: aikaraja
- viheralueet: ruohon korkeus (mm), istutusten hoito (aikaraja), raivaus ja niitto
(aikaraja)
- reunakivet: irtokivien kiinnitys ja korjaus
- levähdyspaikat: puhtaanapito ja korjaukset.

Varusteet ja laitteet

- kaiteet, puomit ja aidat: pienempimuotoiset korjaukset, suoristukset, verkon kunto,
puhtaanapito
- meluaidat: puhtaanapito, korjaukset
- tiemerkinnät: kitka, paluuheijastuvuus (cd/lux/m²), puhtaanapito, kunto (aikaraja)
- tienpintaheijastimet: kiinnitys ja vaihto
- liikennemerkit ja opasteet: paluuheijastuvuus (cd/lux/m²), puhtaanapito ja korja-
ukset (aikaraja), pylväiden suoristukset, valaistuksen hoito
- reunapylväät: puhtaanapito ja korjaukset, pylväiden suoristukset.

Valaistus

- tarkastukset (aikaraja)
- telematiikkalaitteet
- näkyvyys/kuuluvuus määrätäsyydeltä
- puhtaanapito ja korjaukset (aikaraja)
- pylväiden suoristukset
- lampun vaihdot ja muut korjaukset.

4.2.2.3 Tanska

Tanskassa on toteutettu kahden tyyppisiä toimivuusvaatimukseen perustuvia kunnossapito-
tourakoita. Tiepiireissä on käytetty toimivuusvaatimuksia yksittäisten tiehankkeiden
kunnossapitourakoissa. Kuntapuolella on toteutettu kunnossapidon alueurakoita, jotka
ovat käsittäneet osittain tai kokonaan kunnan tie- ja katuverkon.

Tiepiireissä on nykyhetkellä noin 25 toimivuusvaatimukseen perustuvaa kunnossapitourakkaa, ja kuntapuolella niitä on lähes kymmenen. Varsinkin kuntasektorilla on esitetty suurta kiinnostusta aiheeseen.

Tanskassa toimivuusvaatimusurakoissa on yleensä pitkät takuuajat, 10–15 vuoteen. Seuraavat toimivuusvaatimukset ovat olleet käytössä:

- kestävyys (purkautumat, halkeamat, saumat ja reiät)
- uraisuus
- kuivatus
- kitka
- tasaisuus
- valon heijastuvuus
- kantavuus.

Tanskassa pääpaino on asetettu vaurioinventoinnille. Tanskassa Tielaitoksen (Vejdirektoratet) PMS-järjestelmä (Pavement Management System) laskee vaurioinventoitulosten perusteella ns. kuntoindeksiä (Condition Index), jolla kuvataan tien vaurioitumisen tasoa (vastaa Suomessa Tiehallinnon vauriosummaa). Taulukossa 5 on esimerkki kuntoindeksin käytöstä toimivuusvaatimusurakoissa:

Taulukko 5. Kuntoindeksin käyttö toimivuusvaatimuksena.

Tieluokka	Kuntoindeksin keskiarvo	Kuntoindeksin yläraja	Enimmäismäärä paikkauksia (%)
1	1,5	3	20
2	2,5	4,5	40
3	3,5	5,5	60

Tieverkko on jaettu tieluokkiin, joiden mukaan raja-arvo määräytyvät. Esimerkin tieluokka 1 vastaa korkeinta tieluokkaa ja 3 verkon alinta tieluokkaa. Joka tieluokalla on omat keskiarvo- ja ylärajavaatimukset kuntoindeksille. Ehjällä tiellä kuntoindeksin arvo on 0 ja tie on erittäin huonossa kunnossa, mikäli kuntoindeksi ylittää arvon 6. Lisäksi vaatimuksissa on rajoitettu paikkausten määrä.

Rakenteellisena toimivuusvaatimuksena on tiepiireissä käytetty kantavuutta. Kuntapuolella kantavuutta kokeiltiin tarjouskilpailussa kerran, mutta se johti aivan liian kalliisiin ratkaisuihin, joten siitä luovuttiin.

Kuntotilaa seurataan ja tarkistetaan vaurioinventoinnein ja kantavuusmittausten lisäksi PTM-mittauksin noin kolmen vuoden välein takuuajana sekä takuuajan lopuksi. Taulukossa 6 on muita Tanskassa käytettyjä tien ja kadun toimivuusvaatimuksia sekä niiden todentamismenettelyt.

Taulukko 6. Muita Tanskassa käytettyjä toimivuusvaatimuksia.

Toimivuusvaatimus	Todentamis- menettely	Kriteeri
Kitka	ROAR	Kitkaluku, $f > 0,4$ (60 km/h)
Urasyyvyys	Laser	Urasyyvyys < 15 mm (luokka 1) Urasyyvyys < 20 mm (luokka 2)
Tasaisuus	Laser	IRI < 4,5 mm/m (yläraja) Viagraf number (DK standardi) Yleisesti: Ei vettä tiellä tai kadulla
Valon heijastuvuus	Beta-arvo	Beta arvo > 0,095 (keskiarvo) Beta arvo > 0,09 (yläraja)
Poikkiprofiili	Arvio	Ei vettä tiellä tai kadulla
Reiät	Arvio	Raja-arvo 10*10 cm
Tiimerkinnät	Arvio tai mittaus	Paluuheijastuvuus, keskiarvo ja alaraja
Pientareen kunto	Arvio	Korkeusero < 5 cm
Kuivatuksen kunto	Arvio	Veden on poistuttava
Kantavuus	PPL	Kestoikä (harvoin käytetty, liian kallis)

Tienpitäjä inventoi aina tien kunnan ja luovuttaa tulokset urakoitsijoille ennen tarjousvaihtoa. Tällä tavalla urakoitsijat saavat käsityksen vanhan rakenteen kunnosta ja tilaaja voi asettaa raja-arvot realistiselle vaatimustasolle.

Tanskassa tiepiirien kokemukset toimivuusvaatimukseen perustuvista kunnossapitourakoista ovat pääasiassa positiivisia. Urakkamuodon seurauksena hinnat ovat kyllä nousseet mutta vastaavasti laatu on selvästi parantunut.

Kuntasektorilla kokemukset ovat vielä vähäisiä, mutta vaikuttaa siltä, että urakoitsijat investoivat sopimuksen alkuaikana tieverkkoon pääomaa nopeammin kuin mihin kunnilla itsellä olisi mahdollisuutta.

4.2.3 Muu Eurooppa

Kyselyjen perusteella saatujen kokemusten perusteella useimmissa Euroopan maissa ei vielä ole toteutettu toimivuusvaatimukseen perustuvia hankintoja. Kiinnostus aiheetta kohtaan on kuitenkin selvästi lisääntymässä, ja muiden kokemuksia seurataan mielenkiinnolla. Seuraavassa on esimerkkejä Englannista ja Hollannista, joissa on kokemuksia toimivuusvaatimuksista ja takuuajoista kunnossapidon hankinnassa.

4.2.3.1 Englanti

Englannissa on käytetty toimivuusvaatimuksia erilaisissa projektintoteutusmenetelmissä jo pitkään. Siellä käytetään toimivuusvaatimuksia sekä yksittäisten hankkeiden kunnossapidolle että alueurakoiden yhteydessä. Näitä verrattain isoja alueurakoita, yleensä noin 100 km:n verkkoja, on toteutettu kahdeksan kappaletta. Niissä luodaan yleensä kerrallaan toimivuusvaatimuksille viisivuotinen suunnitelma, jossa asetetaan viiden vuoden ajalle tavoitearvot sekä minimitasot. Suunnitelmissa voidaan asettaa kahden tasoisia toimivuusvaatimuksia alla esitetyllä tavalla.

Output measures ovat lopputuotteen toimivuusvaatimuksia, joilla määritellään lopputuotteen toimivuus tieverkolla. Toimivuuteen vaikuttavat

- tien kunto
- kitka
- ajomukavuus (tasaisuus)
- käyttöikä
- melu
- varusteiden ja laitteiden kunto.

Kokonaisuus koostuu yleensä useasta lopputuotteen toimivuusvaatimuksesta, jotka yhdessä tuottavat käyttäjän kokemat tien toimivuusominaisuudet, **Outcome measures**. Esimerkkinä voi mainita, että päällysteen hyvät kitkaominaisuudet edistävät hyvän liikenneturvallisuuden saavuttamista tiellä. Hyvä liikenneturvallisuus on

- tien liikenneturvallisuutta
- matka-ajan keston luotettavuutta
- ruuhkan hallintaa (mm. onnettomuustilanteissa).

Tierakenteen tärkein toimivuusvaatimus kestoikälle on tien rakenteellinen kantavuus (bearing capacity). Tästä määritetään tielle jäljellä oleva kestoikä tai jäännösarvo. Tien pintaominaisuuksille käytetään useimmiten toimivuusvaatimuksina minimiarvoja kitkalle ja ajomukavuudelle. Toimivuusvaatimustasot vaihtelevat yleensä tieluokan ja/tai liikennemäärän mukaan. Eri toimivuusvaatimusten raja-arvot on esitetty suunnitteluohjeissa tai normeissa [DMRB 2003].

Huom. Pekka Pakkalan mukaan Englanti käyttää outcome measures -vaatimuksia mutta nimitystä output. Tämän on päinvastoin kuin Uudessa-Seelannissa ja Australiassa, joissa käytetään nimitystä outcome based criteria.

4.2.3.2 Hollanti

Hollannissa on viimeisen parin vuoden aikana ollut virallisena menettelytapana siirtyminen kohti kehittyneitä hankintatapoja kunnossapitourakoissa kansallisella päätiellä. Tällä tarkoitetaan luopumista perinteisistä teknisiin ohjeisiin perustuvista menettelytavoista aina, kun vain on mahdollista. Tavoitteena on se, että tulevaisuudessa kaikki kunnossapitourakat perustuisivat puhtaasti toimivuusvaatimuksiin.

Erilaiset toimivuusvaatimukset jaetaan Hollannissa viidelle tasolle seuraavasti [Korteweg]:

Käyttäjän vaatimukset (User Demands)

- turvallisuus
- palvelutaso
- liikennöitävyys
- kestävä
- matka-aika
- jne.

Toiminnalliset vaatimukset (Function Demands)

- kitka
- tasaisuus
- melu
- jne.

Rakenteelliset vaatimukset (Construction Demands)

- lujuus
- kantavuus
- kestävyys
- jne.

Rakennekerrosten vaatimukset (Layer Demands)

- väsyminen
- halkeilu
- deformatuminen
- paksuudet
- jne.

Materiaalien vaatimukset (Material Demands)

- kiviaineksen ominaisuudet
- sideaineen ominaisuudet
- tiivistettävyys
- tyhjätila
- jne.

Hollannissa kunnossapitourakoiden takuuajat ovat 3–7 vuotta. Koska takuuajat ovat näin lyhyet, tienpitäjä ei näe järkeväksi vaatia elinkaarilaskentaa urakoitsijoilta vaan tekee kunnossapito-ohjelmat ja kuntomittaukset itse. Näin ollen urakoitsijan vapausasteet rajoittuvat tunnettujen ja hyväksytyjen materiaalien ja ratkaisujen valintaan.

Tien rakenteellisia ominaisuuksia kuvaavia toimivuusvaatimuksia ei ole käytetty kunnossapitourakoissa, vaan ainoastaan seuraavia pintakuntoa kuvaavia toimivuusvaatimuksia on käytetty:

- kitka
- tasaisuus
- veden poistuminen (makrokarkeus)
- rengasmelu.

Toteutumaa seurataan urakoitsijan laatujärjestelmän esittämällä tavalla sekä valvotaan viranomaisen pistokokein. Raja-arvot perustuvat kansallisiin ohjeisiin ja normeihin, jotka vaihtelevat tieluokittain.

Hollannissa koetaan siirtyminen kohti toimivuusajattelua kunnossapitohankkeissa yleisesti positiiviseksi. Huolta aiheuttaa kuitenkin epävarmuus toimenpiteiden pitkäaikaiskäyttäytymisestä sekä urakoitsijoiden tulevaisuudesta.

4.2.4 Muu maailma

4.2.4.1 Uusi-Seelanti

Uudessa-Seelannissa on toteutettu toimivuusvaatimukseen perustuvia alueurakoita vuodesta 1998 lähtien. Urakat ovat pitkiä, ja niiden sopimusajat ovat yleensä vähintään kymmenen vuotta.

Urakoitsijalle asetetaan kolmen tasoisia tavoitteita toimivuudelle:

- tieverkon hallinnalle, toimenpideohjelmoinnille, suunnittelulle ja raportoinnille (Management Performance Measures)
- toimivuusvaatimuksille (Key Performance Measures).
- tien hoidolle (Operational Performance Measures).

Kohdan kaksi toimivuusvaatimukset sisältävät yleensä seuraavat asiat:

- tasaisuus
- makrokarkeus
- kitka
- urautuminen

- päällysteen kestoikä
- rakenteellinen kunto.

Alla on esimerkki Uudessa-Seelannissa käynnissä olevasta alueurakasta (PSMC-001), joka perustui toimivuusvaatimukseen. Urakka-aika on 10 vuotta (1999–2009), ja siihen sisältyy noin 1000 kaistakilometriä ja 132 siltaa. Urakka sisältää hoidon ja kunnossapidon (myös kevyt rakenteen parantaminen) osalta seuraavat asiat:

- päällysteet
- sillat
- kuivatusjärjestelmä
- liikenteenohjausjärjestelmä
- tiemerkinnot
- tukimuurit
- viherrakenteet
- tiedon kerääminen ja hallinta.

Seuraavat ajoradan tai päällysteen toimivuusvaatimukset ovat käytössä:

- Tasaisuus: Keskiarvovaatimus, NAASRA päätteillä 69, ja huonokuntoisia osuuksia saa olla enintään 3 % (NAASRA >150).
- Karkeus: Keskiarvovaatimus päätteillä vähintään 2,0 mm, ja 0,5 %:ssa verkosta saa olla pienempi kuin 0,5 mm.
- Kitka: 2,0 % verkosta saa ylittää raja-arvon.
- Ura: 0,2 %:ssa verkosta saa olla yli 20 mm.
- Kulutuskerroksen jäljellä oleva käyttöikä: päätteillä jäljellä olevan käyttöiän on oltava vähintään 3,7 vuotta, vuosittain on tehtävä minimipituus uudelleenpäällystystä.
- Päällysrakenteen kunto: PPL-mittausten mukaan asetetaan verkolle minimivaatimus, vuosittain on tehtävä minimipituus rakenteen parantamista, kolmen vuoden välein tehtävä pudotuspainolaitemittaukset, joilla tilaaja seuraa verkon rakenteellista kuntoa.

4.2.4.2 Pohjois-Amerikka

Pohjois-Amerikassa on eri osavaltioissa ja provinseissa toteutettu yksittäisiä toimivuusvaatimukseen perustuvia hankintoja. Alla on esitetty muutamia esimerkkejä hankinnoista, jotka perustuvat takuuajaan ja toimivuusvaatimukseen.

Yhdysvalloissa toimivuusvaatimuksia on käytetty kunnossapitourakoissa kokeiluluon-
toisesti vuodesta 1996 lähtien [FOCUS]. Takuuajat ovat vaihdelleet kolmesta viiteen vuoteen, ja asfalttipäällysteisillä teillä on käytetty seuraavia toimivuusvaatimuksia:

- tasaisuus, IRI
- päällysteen deformatio
- vauriot (halkeamat, reiät, purkautumat)
- kitka.

Kanadassa, esimerkiksi Quebecin provinssissa, *Ministère des Transports du Québec (MTQ)* toteutti ensimmäisen takuuaikaan ja toimivuusvaatimukseen perustuvan kunnossapitourakan vuonna 1995 [Rioux]. Tämän jälkeen on toteutettu ainoastaan pari muuta vastaavaa kunnossapitourakkaa. Kaikissa urakoissa oli takuuaikana viisi vuotta; käytetyt toimivuusvaatimukset esitetään taulukossa 7.

Taulukko 7. Quebecissä käytettyjä toimivuusvaatimuksia.

Toimivuus-vaatimus	Todentamis-menettely	Työn valmistuttua	Takuuajan lopussa
Tasaisuus (IRI)	Profilometri	70 % ≤ 1,2	70 % ≤ 2,0
		100 % ≤ 1,4	100 % ≤ 2,2
		Kesä- ja talvitasaisuuden ero ≤ 1,0	
Kitka	SCRIM	Keskiarvo > 55 Yksittäisarvo > 55	Keskiarvo > 55 Yksittäisarvo > 55
Makrokarkeus	Sand Patch	Keskiarvo > 0,70 Yksittäisarvo > 0,55	Keskiarvo > 0,70 Yksittäisarvo > 0,55
Urautuminen (mm)	Oikolauta (1,8 m)	Keskiarvo < 5 Yksittäisarvo < 5	Keskiarvo < 6 Yksittäisarvo < 10

Lisäksi oli erilaisia vaatimuksia vaurioitumiselle (halkeamille, rei'ille ja purkaumille) riippuen siitä, onko kyseessä betoni- vai asfalttitie.

Quebecin kokemukset toimivuusvaatimukseen perustuvasta hankinnasta ovat pääpiirteittäin positiiviset. Tarjottujen ratkaisujen laatu oli selvästi korkeampi kuin normaalilla hankintatavalla, joskin hinta oli hieman korkeampi.

4.3 Onnettomuustilastot toimivuusvaatimuksena

4.3.1 Yleistä

Koska kunnossapidon perimmäisenä tavoitteena on taata teiden liikennöitävyys ja turvallisuus ympäri vuoden, tuntuisi luontevalta, että kunnossapitäjän toimintaa mitattaisiin, ohjattaisiin ja palkittaisiin juuri liikennöitävyys- ja turvallisuusmittarien mukaan sen sijaan, että käytetään välillisiä mittareita, kuten esim. kitkaa tai toimenpideaikaa. Liikenne-turvallisuustulosten mittaamiseen liittyy kuitenkin useita ongelmia. Näistä ongelmista keskeisimpiä ovat a) liikenneonnettomuuksien harvinaisuus, b) onnettomuusrekisteröinnin puutteellisuus sekä c) tien kunnan ja onnettomuuksien välinen heikko yhteys.

4.3.2 Liikenneonnettomuuksien harvinaisuus

Uusien tietyyppien turvallisuustarkastelun mukaan [Peltola 2001] moottoriteiden henkilövahinkoon johtavan onnettomuuden riski oli vuosina 1996–2000 keskimäärin 4,3 henkilövahinkoon johtanutta onnettomuutta sataa miljoonaa ajoneuvokilometriä kohden. Tämän perusteella voidaan esim. päätellä, että uudella Lahden ja Heinolan välisellä moottoritieosuudella, jonka kokonaispituus on noin 27 km ja keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä noin 15 000 ajon./vrk, tulee tapahtumaan korkeintaan yksi onnettomuusrekistereihin päätyvä henkilövahinkoon johtanut onnettomuus vuosittain, mikäli tien turvallisuustaso parane vuosituhannen lopun moottoriteiden yleisestä turvallisuustasosta (taulukko 8).

Taulukko 8. Hvj-onnettomuuksien oletettu määrä moottoriteillä eripituisilla tiejaksoilla ja eri liikennemäärillä vuosina 1996–2000 (hvj-riski 4,3 hvj-onn./100 milj. ajon. km).

Hvj-onnettomuuksien lukumäärä/ vuosi										
KVL (ajon./vrk)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
6000	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9
7000	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
8000	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3
9000	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4
10000	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6
11000	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7
12000	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9
13000	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
14000	0,2	0,4	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2
15000	0,2	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4
16000	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5
17000	0,3	0,5	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,7
18000	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,8
19000	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0
20000	0,3	0,6	0,9	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1

Mikäli tarkastellaan kokonaista urakka-aluetta, hvj-riski on keskimääräisesti suurempi (kaikkien yleisten teiden hvj-riski 10,9) ja hoidettavan tieverkon pituus moninkertainen mutta keskimääräinen (tiepituudella painotettu) KVL selvästi alhaisempi (taulukko 9). Tällöin puhutaan tyypillisesti vuosittain joistakin kymmenistä hvj-onnettomuuksista, pääkaupunkiseudulla muutamasta sadasta.

Taulukko 9. Hvj-onnettomuuksien oletettu määrä alueurakan teillä alueurakan yhteenlasketun tiepituuden ja keskimääräisen (pituudella painotetun) KVL:n suhteen 1996–2000 (hvj-riski 10,9 hvj-onn./100 milj. ajon. km).

		Hvj-onnettomuuksien lukumäärä/ vuosi									
KVL (ajon./vrk)	500	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
	1000	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	9,9
	1500	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,4	11,9	13,4	14,9
	2000	2,0	4,0	6,0	8,0	9,9	11,9	13,9	15,9	17,9	19,9
	2500	2,5	5,0	7,5	9,9	12,4	14,9	17,4	19,9	22,4	24,9
	3000	3,0	6,0	9,0	11,9	14,9	17,9	20,9	23,9	26,9	29,8
	3500	3,5	7,0	10,4	13,9	17,4	20,9	24,4	27,8	31,3	34,8
	4000	4,0	8,0	11,9	15,9	19,9	23,9	27,8	31,8	35,8	39,8
	4500	4,5	9,0	13,4	17,9	22,4	26,9	31,3	35,8	40,3	44,8
	5000	5,0	9,9	14,9	19,9	24,9	29,8	34,8	39,8	44,8	49,7
	5500	5,5	10,9	16,4	21,9	27,4	32,8	38,3	43,8	49,2	54,7
6000	6,0	11,9	17,9	23,9	29,8	35,8	41,8	47,7	53,7	59,7	
6500	6,5	12,9	19,4	25,9	32,3	38,8	45,3	51,7	58,2	64,7	
7000	7,0	13,9	20,9	27,8	34,8	41,8	48,7	55,7	62,7	69,6	
7500	7,5	14,9	22,4	29,8	37,3	44,8	52,2	59,7	67,1	74,6	
		250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500
		Tiejakson pituus (km)									

Mikäli tarkasteltaisiin kaikkia onnettomuuksia, voidaan karkeasti olettaa, että talvikuu-kausina poliisin rekistereihin päätyy kaikkia onnettomuuksia noin viisinkertainen ja kesäkuukausina noin nelinkertainen määrä henkilövahinko-onnettomuuksiin nähden (kaikki yleiset tiet).

4.3.3 Onnettomuusrekisteröinnin puutteellisuus

Yleisen käsityksen mukaan Suomessa kirjataan kaikki kuolemaan johtaneet onnettomuudet. Sen sijaan melko tuoreen tutkimuksen [Räty 2000] mukaan poliisi kirjaisi henkilövahinkoon johtaneista onnettomuuksista vain joka viidennen, kun vastaavan vuonna 1980 tehdyn tutkimuksen mukaan poliisin tilastoihin päätyi kaksi kolmannesta onnettomuuksista. Omaisuusvahinko-onnettomuuksien kirjaamisprosentti on luonnollisesti vielä huomattavasti alhaisempi.

Onnettomuusrekisteröinnin puutteellisuus korostuu aina tilanteissa, joissa tarkastellaan absoluuttisia onnettomuusmääriä esim. suhteellisten onnettomuusjakaumien sijasta. Rekisteröinnin puutteellisuus aiheuttaa sen, että etenkin omaisuusvahinko-onnettomuuksia

olisi vaikea ottaa ainakaan suhteellisen rajattujen alueiden turvallisuusbonusten lähtökohdaksi, koska silloin alueen omaisuusvahinkojen rekisteriin päätymisessä sattuma näyttölee niin suurta osaa. Mikäli Rädyn tutkimuksen yllättävät tulokset pitävät paikkansa, tämä ongelma koskee myös henkilövahinko-onnettomuuksia.

4.3.4 Tien kunnon ja onnettomuuksien heikko yhteys

Tutkimuksessa ”Teiden kunnossapidon yhteys liikenneturvallisuuteen” [Malmivuo & Kärki 2000] tarkasteltiin mm. tien kunnon merkitystä kuolemaan johtaneissa yleisten teiden onnettomuuksissa. Tutkimuksessa todettiin, että vuosina 1997–1999 tapahtui 771 tutkijalautakuntien selvittämää kuolemaan johtanutta onnettomuutta. Näistä onnettomuuksista 367, eli lähes puolet, oli yhden voimakkaan tekijän, kuten itsemurhan, alkoholin, huumeiden tai sairauskohtauksien tai erittäin erikoislaatuisten seikkojen selittämiä. Lopuista 404 onnettomuudesta vain 150 onnettomuutta tapahtui talvikelin aikana ja 34 vetisellä tai märällä tienpinnalla. Edelleen vain osa talvikelin onnettomuuksista oli sellaisia, jolloin tutkijalautakunta katsoi kelin vaikuttaneen voimakkaasti onnettomuuden syntyyn. Edellä olevan perusteella voidaan hyvin karkeasti arvioida, että kuolemaan johtaneista onnettomuuksista vain 10–20 % on sellaisia, joihin kunnossapitäjällä on mahdollisuus vaikuttaa.

4.3.5 Kunnossapitäjän mahdollisuus vaikuttaa talvikelionnettomuuksiin

Vaikka tietyissä talvikelionnettomuuksissa kunnossapitäjällä olisi teoriassa mahdollisuus vaikuttaa talvikelionnettomuuksiin, niin onko mahdollisuus aina käytännössä olemassa? Mikäli esim. voimakkaan lumisateen aikana satava pöllyävä lumi on syynä onnettomuuteen ja kunnossapitäjä on ollut jo pitkän aikaa täydellä ja monilukuisella auruskalustollaan töissä, onko syy kunnossapitäjällä? Tässä yhteydessä törmätään kelin problematiikkaan: tietynä talvena keliolosuhteet ovat sellaiset, että niitä on helpompi torjua, ja toisena talvena liukkaudesta on vaikeampi päästä eroon. Turvallisuusbonuksista puhuttaessa on jälleen kysyttävä, palkitaanko hyvästä talviajan liikenneturvallisuudesta todellisuudessa kunnossapitäjää vai ilmojen haltijaa?

4.3.6 Voiko turvallisuutta mitata muuten kuin onnettomuuksien avulla?

Kokonaan toinen kysymys on, voitaisiinko liikenteen käyttäytymistä mittaamalla ja tutkimalla saada kuvaa tiejakson onnettomuusalttiudesta tavalla, johon ei vaikuta onnettomuuksien harvalukuisuus ja sattumanvarainen rekistereihin päätyminen. Perinteisesti liikenneturvallisuustutkimuksessa onnettomuuksien harvalukuisuuden ongelmaa on vältetty konfliktimittauksilla, joissa liikennevirrasta etsitään poikkeavaa käyttäytymistä ja

häiriötilanteita. Konfliktimittauksia ei ole kuitenkaan toistaiseksi pystytty automatisoimaan, eikä konfliktitutkimus sovellu siten turvallisuusbonusten perusteeksi.

Erilaiset liikenteen nopeusmittaukset ovat suhteellisen helposti toteutettavissa. Vaikka nopeuden yhteys turvallisuuteen on kiistaton, ei pelkästä nopeudesta voida tehdä pitkälle vieviä johtopäätöksiä, ellei sitä kyetä luotettavasti yhdistämään ajoradan liikennetapahtumiin, keliin yms. Mustavalkoisesti nopeuksia tarkastelemalla joudutaan myös nurinkuriiseen tilanteeseen, sillä kunnossapitäjän toimet pääsääntöisesti nostavat ajonopeuksia.

4.3.7 Yhteenvetoa

Onnettomuustapahtuman harvinaisuus sekä onnettomuustilastoinnin puutteet johtavat tilanteeseen, jossa suppealla maantieteellisellä alueella on vaikeaa arvioida kunnossapitäjän onnistumista syntyneiden onnettomuuksien perusteella. Vaikka arvioitaisiin kunnossapitäjän suoriutumista kokonaisella urakka-alueella, vaikeuttaa kunnossapitäjän toimien ja liikenneturvallisuuden heikko yhteys sekä säiden vaikutus turvallisuusbonusten käyttöä. Mikäli jollain innovatiivisella mittaussuunnitelmalla saataisiin paremmin yhdistettyä tienpitäjän toimet tiejakson liikenneturvallisuuteen, olisivat liikenneturvallisuusbonukset edelleen perusteltavissa. Periaatteessa yhä laajempien kansalaisryhmien sitouttaminen liikenneturvallisuustyöhön edustaisi varmasti liikenneturvallisuuden kannalta suotuisaa toimintatapaa.

4.4 Liikenneväylän vaatimukset

4.4.1 Yleiset vaatimukset

Tieväylän tulee olla käyttäjälleen ja ympäristölleen turvallinen. Tieväylän tulee tarjota käyttäjälle tasainen alusta liikennöintiä varten kaikissa olosuhteissa. Liikennöinnin tulee olla sujuvaa. Väylän tulee olla myös viihtyisä.

Tieväylän tulee olla sekä itsessään että tiellä tapahtuva liikenne huomioonottaen riittävän kestävä koko rakenteen suunnitellun käyttöajan ajan. Käytettävien rakenteiden on mahdollistettava väylän käytön edellyttämät hoito- ja kunnossapitotoimenpiteet.

Väylän käyttäjä	A. Turvallisuus B. Palvelutaso
Väylän käyttäjät ja ympäröivä asutus	C. Ympäristövaikutukset D. Viihtyisyys
Väylän omistaja	E. Käyttöikä ja vaurioriski

4.4.2 Toimivuusluokittelu

4.4.2.1 Turvallisuus

Tien geometristen ominaisuuksien lisäksi väylän turvallisuuteen vaikuttavat lähinnä tien pinnan ominaisuudet, turvallisuuteen liittyvät varusteet ja laitteet sekä näiden hoito. Tien pinnan tulee tarjota liikenteen turvallisuuden edellyttämä riittävä ja tasalaatuinen kitka kaikissa olosuhteissa. Tien pinnan ja siihen tehtyjen tiemerkintöjen tulee omata riittävät valonheijastavuusominaisuudet pimeällä tapahtuvan liikenteen turvaamiseksi. Valaistuilla teillä valaistuksen tulee olla riittävä, eikä se saa aiheuttaa häikäistymistä. Tien pinnassa ei saa esiintyä liikenneturvallisuutta vaarantavia, yllättäviä heittoja tai haitallisia päällysteen vaurioita. Liikenteen turvalliseen sujumiseen vaikuttavat lisäksi tien ja pientareen leveys, tien pinnan väri, liikenteen opasteet ja kaistamerkinnot sekä niiden valonheijastavuus, luiskien kaltevuudet, kaiteet, aidat, portit ja erilaiset pylvääät ja niiden sijoittuminen. Ulkopuolista ympäristöä suojaavat tiealueella tapahtuvilta onnettomuuksilta kaiteet ja pohjavesisuojaukset.

Turvallisuus muodostuu mm. seuraavista tekijöistä:

- valaistus
- häikäistyvyys
- valonheijastavuus
- kitka
- routa- ja painumaheitot
- urasyvyys
- vauriot
- aidat
- kaiteet.

4.4.2.2 Palvelutaso

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

Palvelutaso muodostuu mm. seuraavista tekijöistä:

- liikenteen välityskyky, matka-ajan ennakoitavuus
- kuntotilan jatkuvuus
- pinnan kuntotila
- urautuneisuus

- pitkittäisepätasaisuus
- vauriot
- kitka
- opasteiden, merkkien ja merkintöjen näkyvyys, selkeys ja havainnollisuus
- valaistus
- liikennöintiä ja kulkemista haittaavat esteet
- tienvarsikalusteet.

4.4.2.3 Ympäristövaikutukset

Tieväylän aiheuttamia haittoja ympäristöön voidaan vähentää väylän sijoittelulla, päällysteillä, meluvalleilla ja -aidoilla. Ympäristöön leviävä tärinä voidaan kokea haittana tärinäherkässä ympäristössä. Tiestä irtoava pöly häiritsee asukkaita ja kevyttä liikennettä. Ympäristövaikutukset muodostuvat mm. seuraavista tekijöistä:

- ympäristömelu
- pölypäästöt
- tärinä
- materiaalien uusiokäyttö ja kierrätettävyys.

4.4.2.4 Viihtyisyys

Tieväylän viihtyisyyteen vaikuttavat käyttäjän kannalta oleellisin rengasmelu ja tieympäristön rakenteet sekä istutukset. Valaistuksella voidaan lisätä viihtyisyyttä. Tieväylän ympäristön viihtyisyyttä pienentävää meluisuutta voidaan vähentää väylän sijoittelulla, päällysteillä, meluvalleilla ja -aidoilla. Viihtyisyys muodostuu mm. seuraavista tekijöistä:

- rengasmelu
- päällysteen ulkonäkö
- istutukset
- verhoukset
- valaistus
- roskaisuus.

4.4.2.5 Käyttöikä ja vaurioriski

Tierakenteissa käyttöikä määräytyy käytettävyys- ja toimivuuskriteerien perusteella. Käyttöikää rajoittaa rakenteiden ja materiaalien turmeltuminen käyttöiän aikaisten rasi-
tusten ja olosuhteiden vaikutuksesta. Tavoiteikä on aika, jonka päätyessä ennalta asetetut toimivuusvaatimukset ylittyvät. Toimivuusvaatimusten raja-arvot asetetaan käytettävyyden, teknisen kestävyuden tai taloudellisen ylläpidettävyyden perusteella.

Tierakenteen käyttöikä ei siten luokitella ainoastaan tekniseen kestävyysperusteen perustuen. Rakenteen vakavuuden ja teknisen kestävyys (kestoikä) tulee kuitenkin olla riittävä. Rakenteet tulee suunnitella ja rakentaa siten, että alemmaksi sijoitettujen osarakenteiden ja rakenneosien kestoiän tulee olla vähintään niiden päälle tulevien osarakenteiden kestoiän suuruinen.

Käyttöiän rakennetasoiset toimivuusvaatimukset asetetaan seuraaville tekijöille:

- poikkisuuntaiselle tasaisuudelle
- pituussuuntaiselle tasaisuudelle
- kaltevuudelle
- vaurioiden määrälle
- kokonaispainumalle ja painumaerolle (rakenteen parantaminen)
- routanousulle ja routanousuerolle (rakenteen parantaminen)
- kuivatukselle.

Rakenteen kestoiän turvaamiseksi osarakenteille, rakenneosille ja materiaaleille voidaan asettaa myös erillisiä teknisen kestävyys vaatimuksia, mm. kantavuus, materiaalin lujuuden ja jäykkyyden pysyvyys, huoltoystävällisyys jne.

5. Toimivuusvaatimukset ja todentamismenetelmät

5.1 Turvallisuus

5.1.1 Päällysteen poikittaissuuntainen epätasaisuus

Päällysteessä ei saa olla sellaisia epätasaisuuksia, jotka voivat aiheuttaa veden lammitumista. Uuden päällysteen alku-uran mittaamisella varmistetaan päällysteen mitoituksen mukaisuus ja homogeenisuus. Tierakenteen tulee kestää liikenteestä rakenteeseen aiheutuvaa pyörien välittämää rasitusta. Rasitus ei saa aiheuttaa haitallista pinnoitteen tai päällysteen kulumista tai deformatumista eikä myöskään päällysteen alapuolisten kerrosten haitallista deformatumista.

Poikittaissuuntaisella epätasaisuudella tarkoitetaan tässä kaikkia tunnuslukuja, jotka kuvaavat ajokaistan poikkisuuntaisen yläpinnan eroa suorasta linjasta kaistalla. Näitä tunnuslukuja ovat mm.

- urasyvyys (lanka, vesi, oikolauta, puolittain leikkaava, leikkaava)
- uraisuus (käytetään myös nimitystä poikittainen epätasaisuus)
- harjanteen korkeus
- reunapainuma
- uran jyrkkyys.

Urasyyvyys

Urautuminen johtuu nastojen aiheuttamasta kulumisesta, kulutuskerroksen deformaatiosta, epätasaisesta tiivistymisestä (alkutiivistyminen) tai tierakenteiden deformaatiosta tai painumisesta. Urasyyvyyden määrittelyjä ovat:

- lankaura, jonka erikoistapaus on 3 m:n oikolauta
- vesiura.

Urasyyvyyden mittaamenetelmiä ovat:

- 3 m:n oikolauta (PANK 5102)
- lankaura, PTM-auto (PANK 5208)
- kaikki tunnusluvut, Profilometri (PANK 5105).

Vaatimuksia asetettaessa pitää määrittää tunnusluku ja mittaamenetelmä. Riippuen mittalaitteen tarkkuudesta, lankauratulokset ja 3 m:n oikolautatulokset ovat samoja, jos lankaura mitataan 3 m:n leveydellä. Vesiurasyvyysvaatimusta käytetään harvoin.

Uudet päällysteet

Taulukko 10. Uuden päällysteen tasaisuusvaatimus poikkisuunnassa (alku-uran syvyys) suhteitusluokissa A ja B (menetelmä PANK 5102, 5105, 5202 tai 5204) [Asfalttinormit 2000].

	Yksittäisen 100 m:n keskiarvo*)	Koko kohteen keskiarvo*)
Alku-uran syvyys (mm)	4	3

Taulukko 11. Uuden päällysteen tasaisuusvaatimukset pituus- ja poikkisuunnassa 3 m:n oikolaudalla (PANK 5102) [Asfalttinormit 2000].

Rakenne	Suurin sallittu epätasaisuus (mm)	
	Tiet ja kadut	Erityisliikennealueet
Kulutuskerros, kun sen alusta on sidottu ja tasattu	4	8
Kulutuskerros muulloin ja sidekerros sekä tasaus	6	12
Kantava kerros, sidottu	8	20

Vanhat päällysteet

Taulukko 12. Tiehallinnon kuntotavoiterajat uralle [PMSPPro].

Nopeus (km/h)	101–120	81–100	61–80	≤ 60
Ura (mm)	13	14	15	18

Taulukko 13. Laatusuositus katuluokittain urasyvyydelle [Asfalttipäällysteiden valinta-ohje 2000, Kuntaliitto 1996b].

	Katuluokka	KVL	Uran syvyys (mm)
1	Erittäin raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu	> 30 000	20
2	Raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu	10 000–30 000	20
3	Pääkatu, kokooja- tai vilkasliikenteinen kerrostaloalueen asuntokatu	2 500–10 000	25
4	Asuntokatu tai pientaloalueen kokoojakatu, raskaiden ajoneuvojen pysäköintialueet	500–2 500	30
5	Pientaloalueen asuntokatu, huoltoliikenteen väylät, henkilöautojen pysäköintialueet	10–500	-
6	Jalkakäytävät, pyörätiet, puistotiet	Ei ajoneuvoja	-

Uraisuusluku (tai poikittainen epätasaisuus)

Uraisuusluku lasketaan vertaamalla poikkiprofiilin anturiarvoja vertailusuoraan, joka on asetettu kulkemaan poikkiprofiilin reunojen kautta. Etäisyyksien itseisarvoista lasketaan keskiarvo. Ei ole yleisessä käytössä.

Harjanteen korkeus

Ehdotus harjanteen laskemiseksi on esitetty Tiehallinnon [2001b] raportissa *Tien poikkiprofiilit ja uudet tunnusluvut*. Siinä harjanteen korkeus mitataan urien pohjien tasosta. Tämä poikkeaa cen-ehdotuksesta, jossa vertailutaso kulkee kaistan reunojen kautta. Tunnusluku ei ole yleisessä käytössä urakkavaatimuksissa.

Uran jyrkkyys

Uran jyrkkyys vaikuttaa ajoneuvon hallintaan. Ehdotus uranjyrkkyuden laskemiseksi on esitetty Tiehallinnon raportissa *Tien poikkiprofiilit ja uudet tunnusluvut*. Ehdotus on kuitenkin monimutkainen ja kaipaa yksinkertaistamista. Uran jyrkkyuden laskemiseksi tarvitaan melko tiheästi poikkisuunnassa mitattu profiili, joten kaikki PTM-autot eivät voi tätä tunnuslukua tuottaa.

Polanteen tasaisuus

Polanteen urien tai muiden epätasaisuuksien katsotaan haittaavan sujuvaa ja turvallista liikennöintiä, kun ne ylittävät tasaisuusvaatimukset. *Teiden vaatimukset on esitetty julkaisussa Teiden talvihoito, Laatuvaatimukset, Tiehallinto* [2001d] ja katujen vaatimukset julkaisussa *Alueurakointi, yleinen tehtäväluettelu 2003* [Kuntaliitto 2003].

Hyväksytyyn tasaisuuden saavuttamiseksi voidaan antaa urakoitsijalle toimenpideaika esimerkiksi Tiehallinnon nykyisen käytännön mukaisesti. Toimenpideaika tarkoittaa aikaa tasaisuusvaatimuksen alituksesta tasauksen loppuunsaattamiseen

Mittaus tehdään nykykäytännön (Tiehallinto) mukaisesti 1 metrin oikolaudalla.

Poikkeustapauksia: Päällysteuraa ja reunapainumaa ei oteta mukaan tasaisuutta mitattaessa. Kylminä kausina, kun suolaaminen ei ole mahdollista, hoitoluokan Is tasaisuusvaatimus on 1 cm. Polanneura ja -kynnys eivät saa olla jyrkkäreunaisia (1:1 tai jyrkempiä) hoitoluokissa Is, I ja Ib. Luokissa TIb, II ja III sallitaan enintään 1 cm:n reuna. (Tiehallinto).

5.1.2 Sivukaltevuus

Tien tai kadun sivukaltevuus on tärkeä, jotta sadevesi valuisi pois ajoradalta jäämättä lammikoiksi uriin, jossa se aiheuttaa vesiliirtoa ja veden roiskumista mm. jalankulkijoiden päälle. Sivukaltevuuden valinnassa on otettava huomioon myös liikenneturvallisuuden asettamat vaatimukset. Lisäksi on vaara, että vesi tunkeutuu päällysteen läpi heikentäen päällystettä ja rakenteita. Tien pinnan sivukaltevuus valitaan suoralla tiellä päällystetyypin ja kaarteissa ajodynamiikan perusteella. Ohjearvot on annettu *Teiden suunnitteluohjeen osan III kohdassa 2.2. Geometrinen suunnittelu*.

Sivukaltevuutta mitataan oikolaudalla, PTM-autolla ja erityisellä kaltevuusmittarilla. Sivukaltevuuden vertailusuoria on monia:

- uran pohjien kautta kulkeva suora
- reunojen ylimpien kohtien kautta kulkeva suora
- poikkiprofilin pisteiden avulla laskettu regressio, josta saadaan kulmakerroin.

Päällysteen viettokaltevuuden on oltava aina vähintään niin suuri, että vesi ei lammioidu sen pinnalle. Niissä kohdissa, joissa ajoradan kuivatus on lähinnä pituuskaltevuuden varassa, kuten kaarevuuden käännepisteissä sekä reunatuen kohdalla, on pituuskaltevuuden ohjeellinen vähimmäisarvo 1,0 %, poikkeuksellisesti 0,5 %.

Jos päällysteelle asetetaan sivukaltevuus- ja korkeusasemavaatimuksia, lähtöarvot ja vaatimuserät ilmoitetaan tarjouspyyntöasiakirjoissa. Samalla ilmoitetaan sivukaltevuuden mittaustapa. Yleensä sivukaltevuusvaatimuksia asetetaan vain, jos urakoitsijalle kuuluu päällysteen alustan tekeminen tai sivukaltevuutta edellytetään korjattavan.

Suurin sallittu sivukaltevuuden poikkeama vaaditusta ohjearvosta on Mo- ja Mol-teillä $\pm 0,3$ %-yksikköä, muilla Vt- ja Kt-teillä $\pm 0,5$ %-yksikköä ja muilla yleisillä teillä $\pm 0,7$ %-yksikköä. Päällysteeseen liittyvä päällystämätön piennar tehdään 8–10 %:n kaltevuuteen. Päällystetty piennar tehdään 3–4 %:n kaltevuuteen, kuitenkin vähintään samaan kaltevuuteen kuin ajorata.

Päällystekerrokset rakennetaan suunnitelmassa osoitettuun kaltevuuteen ja korkeusasemaan. Teillä kaduilla ja erityisliikennealueilla on suositeltavaa noudattaa taulukon 14 mukaisia pienimpiä sivukaltevuuksia. [Asfalttinormit 2000].

Vaatimuksia asettaessa kaltevuuden määritelmä pitää sopia. Regressiomittaukselle PTM-autolla menetelmäohje on PANK 5209.

Taulukko 14. Uuden päällysteen suositeltavat pienimmät sivukaltevuudet teillä, kaduilla ja erityisliikennealueilla [Asfalttinormit 2000].

Asfalttityyppi	Sivukaltevuus (%)		
	Ajoradat ja pientareet suoralla	Kevyen liikenteen väylät	Muut erityisliikennealueet
AB, SMA, PAB-B, PAB-V, AA	3,0	2,5	2,0
VA	3,0	2,0	1,5

5.1.3 Liukkaus

Tien pinnan tulee tarjota tien käyttäjällä turvallisen liikennöinnin edellyttämä riittävä kitka kaikissa olosuhteissa. Tien rakenteellinen pinta itsessään ei saa olla haitallisen liukkas, eikä tien pinta saa muodostua yllättäen haitallisen liukkaaksi sateen tai lämpötilan muutoksesta johtuvien tekijöiden vaikutuksesta. Tienpinnan ja pyörän välisen kitkakerroimen tulee olla nopeusrajoitukseen nähden riittävän suuri.

Kitkaan vaikuttaa päällysteestä johtuva liukkaus (bitumin pintaannousu, päällysteen kiillottuminen) ja säästä johtuva liukkaus (vesi ja jää). Suomessa yleensä nastat estävät päällysteen kiillottumisen. Liukkauden estämisessä on huomioitava myös lämpöeristeen asianmukainen sijoittaminen (rakenteen parantaminen).

Kitkaa on hyvin vaikea mitata. Siihen vaikuttavat mm. nopeus ja pinnan märkyys. Voidaan sanoa, että suurilla nopeuksilla vesi ja tasainen pinta aiheuttavat pidon heikkenemisen vaikka pienellä nopeudella pito voi olla suurikin.

Kitkaa voidaan mitata:

- kitkamittausautolla (PANK 5201)
- kannettavalla heilurikitkamittarilla (SFS-EN 1436 (D))
- tavallinen ABS-jarruilla ja kiihtyvyyssanturilla varustettu henkilöauto
- Ilmailulaitoksen BV-11 (hinattava mittauslaite).

Kesäaikainen kitka

Uuden päällysteen kitkalle esitetään taulukossa 15 vaatimuservot noudatettavan nopeusrajoituksen mukaan jaoteltuna. Kitka mitataan tarvittaessa enintään kahden viikon kuluessa urakkasopimuksen mukaisten päällystystöiden päättymisestä.

Taulukko 15. Uuden päällysteen kitkavaatimukset (PANK 5201) [Asfalttinormit 2000].

Nopeusrajoitus (km/h)	Kitkakerroin
≤ 80	≥ 0,4
100	≥ 0,5
120	≥ 0,6

Väylän pinnalla ei saa olla pitoa merkittävästi heikentävää irtoainesta (hiekkaa, pudonneita lehtiä, öljyä tms.). Erityisesti tulee ottaa huomioon kaarteet, liittymäalueet sekä vilkkaat kevyen liikenteen väylät ja ulkoilureitit.

Todentaminen tehdään silmämääräisesti ja ajotuntuman perusteella.

Talviaikainen liukkaus

Väylällä tulee olla aina sujuvan ja turvallisen liikkumisen mahdollistava kitka. Erityisesti on otettava huomioon vaativimpien tienkäyttäjryhmien (esim. raskaan liikenteen, vanhusten, pyöräilyn) ja väylän osien (esim. liittymien, vilkkaiden jalkakäytävien) vaatimukset ja liikenteen aikajakautuma (esim. työmatka- ja juhlapyhäliikenne).

Ajoradat

Sään muutostilanteissa noudatetaan Tiehallinnon nykyisiä kitkavaatimuksia ja toimenpideaikoja. [Teiden talvihoito – Laatuvaatimukset, 2001d.]

Kevyen liikenteen väylät

Kevyen liikenteen väylillä tulee olla turvallisen ja sujuvan kävelyn ja pyöräilyn mahdollistava kitka. Toimenpideaika on Tiehallinnon nykyisen käytännön mukaisesti kaksi tuntia.

Todentaminen tehdään silmämääräisesti ja tuntuman perusteella.

5.1.4 Piennar

Päällystetyt väylät

Sorapientareen tai reunatäytön kaltevuuden tulee olla sama kuin ajoradan kaltevuus tai enintään -5 %, ja sen korkeuspoikkeama (kynnys) päällysteen reunasta saa olla enintään +20...-30 mm (klv 0...-30 mm) kp-luokan mukaisesti. Reunapalle ei saa merkittävästi haitata veden virtaamista pois ajoradalta. Todentaminen tehdään mittaamalla ja silmämääräisesti.

Sorapintaiset väylät

Pientareen tulee olla samassa tasossa ja kaltevuudessa (tai enintään –5 %:n poikkeamalla) kuin ajorata. Reunapalle ei saa merkittävästi haitata veden virtaamista pois ajoradalta. Todentaminen tehdään mittaamalla ja silmämääräisesti.

5.1.5 Valaistusjärjestelmä

Valaistustekniset vaatimukset

Uusi valaistusjärjestelmä

Valaisimen asennuskorkeuden, pylväsvälin sekä valaisin- ja lampputyypin kelpoisuus todetaan vertaamalla niillä laskettuja luminanssi-, häikäisy- ja valaistusvoimakkuusarvoja vaatimukseen, jotka on esitetty julkaisuissa *Teiden suunnittelu osa V. Tiehen kuuluvat laitteet TIEL 2140004 1991 ja Tievalaistuksen käsikirja TIEL 2140003 1991*. Vaatimukset riippuvat tien toiminnallisesta luokasta.

Vanha valaistusjärjestelmä

Pimeiden lamppujen määrä

Pimeiden lamppujen sallittu määrä *Tiehallinnon tai Kuntaliiton nykykäytännön mukaan*: esimerkiksi 5 % väyläosan tai alueen lampuista, kuitenkin enintään kaksi peräkkäistä sammunutta lamppua ja liittymäalueella yksi sammunut lamppu [Tiehallinto, 2003b].

Lampun valovirta

Lampun valovirran tulee olla vähintään 80 % lampputyypille ominaisesta valovirrasta.

Turvallisuus

Sähköturvallisuus

Yleisillä teillä käytettävien tie-, silta- ja liikennemerkkivalaisimien tulee olla sähkötarkastuskeskuksen hyväksymiä. Rakennetta koskevat turvallisuusmääräykset on esitetty standardissa SFS-EN 60 598-2 (luku 3 Tie- ja katuvalaisimet, luku 5 Valonheittimet). Tämän lisäksi valaisimet tyyppitarkastetaan ja hyväksytään tiehallituksessa. [TYLT 7510: Tievalaistus- ja liikennemerkkien sähkötyöt.]

Törmäysturvallisuus

Tiehallinto julkaisee tyyppihyväksytyt pylväät, jotka täyttävät standardin EN 12767 (esim. *Törmäyksessä myötäävät valaisinpylväät vuonna 2001*).

Myötääviä pylväitä kannattaa käyttää, kun liikennemäärällä on vähintään 1000 ajon./d, kun tiellä (tai kadulla) käytettävät nopeudet ovat yleensä vähintään 60 km/h (mikä voi esiintyä myös 50 km/h alueella), ja 700 ajon./d, kun tiellä käytettävät nopeudet ovat yleensä vähintään 80 km/h.

Energiaa vaimentavia pylväitä (HE) suositellaan vilkasliikenteisille teille, kun pylväiden takana on vilkasliikenteinen kevyen liikenteen väylä tai kapean sivuojan takana metsän puut. Väistyvien pylväiden tuoma hyöty jää osittaiseksi, jos auto törmää pylvään jälkeen puuhun tai jalankulkijaan.

Taajamien teillä, joiden nopeusrajoitus on 60 tai 70 km/h, on muutenkin hyvä käyttää auton alle taipuvia pylväitä (HE, LE tai NE).

Muuntyyppisillä pylväillä on jonkinlainen riski, että pylväs putoaa vapaasti huonokuntoisen auton katolle. Alhaisella nopeudella ja maakaapeli-asennusta käytettäessä riski on suurimmillaan mutta silti aika pieni. Ilmajohto pienentää riskiä. Väistyviä pylväitä käytetään, kun pylväiden takana on leveä loivaluiskainen oja.

Ulkonäkö

Uudet valaisimet

Pylväiden sijoittelun ja muodon tulee sopia ympäristöön. Valaisimien pitää olla suunnitelman mukaisessa asennossa.

Vanhat valaisimet

Valaisimen tulee olla suunnitelman mukaisessa asennossa. Suurimmat sallitut poikkeamat tästä ovat:

- Suuntaus: kiertymä 5–20 astetta kp-luokan mukaan.
- Pystysuoruus: kallistuma 4–12 astetta kp-luokan mukaan.
- Määräaika: valaisimien tulee olla suoristetut 1.6. mennessä.

Toimenpideajat määräajan jälkeen ovat kuntoluokan ja kunnossapitoluokan mukaisesti kahdesta vuorokaudesta kahteen viikkoon.

Poikkeustapaus: Routa-aikana voidaan sallia suurempia kallistumia. Todentaminen tehdään silmämääräisesti tai tarvittaessa mittaamalla.

Kestävyys

Pylväiden on säilytettävä lujuusominaisuutensa 30 vuoden ajan. Ruostumisen, syöpmisen ja lahoamisen estosta on annettava selvitys.

Tekniset vaatimukset

Metallipylväille riittää standardin SFS 4642 mukainen suojaus ja puupylväille vastaavasti SFS 3974 luokan A lahosuojaus. Kiinnikkeiden on oltava haponkestäviä tai kuumasinkittyjä. Muut käsittelytavat voidaan hyväksyä selvityksen perusteella. Teräspylväiden tulee olla kuumasinkittyjä. Puupylväiden tulee olla kyllästettyjä. Jalustan ja sen kiinnikkeiden on kestävä suunnitelmaan merkitty momentti (M+Mh) tai standardin SDS 4628 mukainen kuorma.

5.1.6 Kaiteet

Turvallisuus

Turvallisuuteen vaikuttavien asioiden inventointi (ja kaiteiden tarve) tehdään julkaisun *Reunaympäristön pehmentäminen – inventoinnin työohje* [Tiehallinto 2001 TIEH 2100005-01] mukaan.

Törmäysturvallisuus

Tiehallinnon kohteissa käytetään normaalisti EN 1317-2 mukaisesti testattua, hyväksymisehdot täyttävää, jonkin Euroopan Talousalueen maan viranomaisen hyväksymää, kaidetta, jonka törmäyskestävyysluokka on vähintään N2 (jolloin myös H1, H2, H3 ja H4 kelpaavat). Matkustajan turvallisuustaso on normaalisti A.

Poikkeukset:

1. Kun tien nopeusrajoitus on 50 km/h tai pienempi eikä kysymyksessä ole tärkeä sisääntulotie, kaiteen ei tarvitse olla törmäyskokein testattu. Kaiteessa ei kuitenkaan saa olla seivästävää päätä tai jatkosta.
2. Siltojen kaiteita koskevat vaatimukset esitetään julkaisussa *Siltojen kaiteet – Sillankaiteiden suunnitteluohje ja laatuvaatimukset*.

3. Matkustajan turvallisuustaso saa olla huonompi kuin A silloin, kun on erityisen tärkeää, että autot eivät mene kaiteen läpi ja kaiteen törmäyskestävyysluokka on H2, H3 tai H4.
4. Luokkaa N2 korkeampi törmäyskestävyysluokka valitaan kohdassa ”Kaidetyypin valinta” esitetyissä tapauksissa.
5. Vaadittava toimintaleveys määräytyy kohdan ”Tilantarve kaiteen ja esteen välissä” mukaan.
6. Täydellisiä törmäyskokeita ei vaadita, jos markkinoilla ei ole yhtään käyttökohteeseen sopivaa täydellisesti testattua kaidetta. Tällöin kaiteena voidaan käyttää testatun kaiteen muunnelmaa tai vaihtoehtoisella tavalla testattua ja Tiehallinnon turvalliseksi toteamaa kaidetyyppejä.
7. Vanhaa kaidetta voidaan jatkaa samantyyppisellä kaiteella, vaikka se ei täyttäisi kaikkia laatuvaatimuksia.

[Tietoa tiensuunnitteluun nro 61A, Tiehallinto 2002b.]

Näkemä

Erityisesti rombisissa eritasoliittymissä sillan kaide ja tiekaide rajoittavat näkemää liittyttäessä rampilta sillan päällä olevalle tielle. Silloin sillassa ja tiekaiteessa tulisi käyttää kaksiputkikaidetta. Kaksiputkikaiteet ovat suositeltavia myös muissa tilanteissa, joissa halutaan tarjota hyvä näkyvyys liittymässä, sisäkaarteessa tai maisemien katselua varten. Myös vaijerikaide on läpinäkyvä, mutta sen liittäminen siltaan on hankalaa.

Järven rannalla ja laajan pellon reunalla tavanomainen kaide kinostaa enemmän kuin kaksiputkikaide tai vaijerikaide. Ero on merkittävä. Aivan tien reunassa olevaa vaijerikaidetta on korjattava useammin kuin kaksiputkikaidetta. [Tietoa tiensuunnitteluun nro 61A, Tiehallinto 2002b.]

Toimivuusvaatimus: Kaiteet, turvallisuus, kaide ei saa rajoittaa näkemää liikenneturvallisuuksiin vaarantavasti.

Todentamismenetelmä: asiantuntija lausunto

Vaatimus: Näkemäalueet määritetään Liikenne- ja viestintäministeriön ohjeen yleisten teiden näkemäalueista (24.1.2002) mukaisesti tai Kuntaliiton (Alueurakointi, yleinen tehtäväluettelo 2003) ohjeiden mukaisesti.

Ulkonäkö

Toimivuusvaatimus: Kaiteen tulee sopia ympäristöönsä.
Todetaan silmämääräisesti.

Meluominaisuudet

Ks. meluvallit.

Kestävyys

Kaiteen pitkäaikaiskestävyys

Toimivuusvaatimus: Kaiteen kestää ruostumista ja muita vaurioita.
Todetaan asiantuntijalausunnolla.

Aurauskestävyys

Kaiteet luokitellaan aurauskestävyyden osalta luokkiin taulukon 16 mukaisesti. Vähimmäisvaatimukseksi valitaan luokka 4 erityisen kolhiintumisalttiissa paikoissa, esimerkiksi kapealla mutkaisella tiellä sekä runsaslumisimmilla alueilla. Leveiden teiden reu-
nassa tulisi sallia myös luokka 3 kilpailun lisäämiseksi. Aurauskestävyys, samalla myös henkilöautojen työtäisyyden kestävyys, otetaan kuitenkin huomioon vaihtoehtojen kunnossapitokustannuksia arvioitaessa. Betonikaiteiden aurauskestävyyttä ei luokitella, mutta se on yleensä hyvä. [Tietoa tiensuunnitteluun nro 61A, Tiehallinto 2002.]

Taulukko 16. Metallikaiteiden aurauskestävyysluokat.

Auraus- kestävyys- luokka	Johteen etureunan etäisyys pylväästä	Johteen ainepaksuus teräksellä 1)		Taivutusvastus vaakasuoraa voimaa vastaan (cm ³) ²		Pylvään ja johteen välinen ruuvi ³
		Avoprofiili	Putki	Johde	Pylväs	
4	> 50 mm	> 4 mm	> 2,9 mm	15	22	M12 4.X
3	> 50 mm	> 3 mm	> 2,2 mm	9	18	M10 4.X
2	Vaijerikaide, teräksinen					
1	Muu					

1. alumiinille 20 % suurempi
2. koskee teräslaatua ST235; muille taivutusvastus jaetaan ReH/235 N/mm²:lla
3. tai kiinnitys, jolla on vastaava leikkauslujuus pystykuormia vastaan

Hyväksymismenettely

Tiedote Tietoa tiensuunnitteluun nro 62A sisältää

- luettelon Suomen markkinoille tuoduista hyväksytyistä kaidetuotteista
- kaidetoimittajien yhteystietoja.

Kaiteiden yleiset laatuvaatimukset ja kaidetyypin valintaohjeet on kuvattu Tietoa tiensuunnitteluun numeron 61 uusimmassa versiossa. Siinä esitetyt laatuvaatimukset perustuvat standardiin SFS-EN 1317-2 ja 3. Myöhemmin otetaan huomioon myös EN1317-5, kun se valmistuu. Julkaisu Tietoa tiensuunnitteluun nro 62A Tiehallinto 2002 ei sisällä kaikkia em. laatuvaatimukset täyttäviä kaiteita. Siksi sitä ei saa käyttää laatuvaatimuksenä, vaan myös muut jonkin ETA-maan viranomaisen hyväksymät suomalaiset laatuvaatimukset täyttävät kaidetuotteet ovat hyväksyttävä, jos ne täyttävät hankekohtaiset valintakriteerit.

Toimivuusvaatimus: kaidetuote on Suomessa hyväksytty (mainittu julkaisussa Tietoa tiensuunnitteluun nro 62A) tai se on jonkin ETA-maan viranomaisen hyväksymä suomalaiset laatuvaatimukset täyttävä kaidetuote ja se täyttää hankekohtaiset valintakriteerit.

5.1.7 Aidat ja niihin liittyvät rakenteet

Turvallisuus

Suoja-aitaa käytetään pääasiassa kallioleikkausten, tukimuurien ja muiden jyrkänteiden kohdalla. Aidan tarkoituksena on estää ihmisten putoaminen. Suoja-aidalla voidaan estää myös moottoritien ylitys tai estää pääsy vaaralliseen paikkaan.

Riista-aidalla rajoitetaan hirvien, peurojen ja porojen pääsyä tielle. Tiheä verkko rajoittaa myös pienempien eläinten pääsyä tielle.

Aidan toimintaan vaikuttaa aidan sijainti, korkeus ja aidassa olevien aukkojen enimmäiskoko [TYLT 7220 AIDAT].

Vaatimukset todetaan silmämääräisesti ja mittaamalla.

Ulkonäkö

Aidan tyyppi osoitetaan tilaajan hyväksymässä suunnitelmassa. Jos sitä ei ole määritetty, se suunnitellaan julkaisun *Teiden suunnittelu V, Tiehen kuuluvat laitteet 4 Aidat* mukaan.

Aitaan ei saa syntyä turhia ulkonäköä haittaavia taitepisteitä: peräkkäisiä lähekkäin sijaitsevia, laskevasta nousevaan ja takaisin tai vastaavia sivuttaisia mutkia. Ongelmakohtissa aidan sijainti ja maaston tasoitustarve suunnitellaan käyttäen apuna keppejä ja lankaa.

Aidat asennetaan niin, että pystylangat ovat pystysuorassa vaakasuorilla osuuksilla, sallittu poikkeama on 4 astetta pystysuorasta [TYLT 7220 AIDAT].

Vaatimukset todetaan silmämääräisesti ja mittaamalla.

Kestävyys

Kestävyyteen vaikuttaa käytetyt materiaalit ja pystytystapa. Kestävyys voidaan todentaa kahdella tavalla:

- takuuajana todentamalla (esim. aidan rakentamisesta vastaava vastaa myös aidan kunnossapidosta yli kymmenen vuoden ajan)
- Aita on rakennettu kuormia ja säänkestävyyttä koskevien laatuvaatimusten mukaisesti [TYLT 7220 AIDAT] tai vastaava kestävyys on osoitettu muuten.

5.1.8 Häikäisyesteet

Häikäistymisen estäminen tai vähentäminen lisää liikenteen turvallisuutta. Häikäisysoijan tehtävä on estää vastaantulevan liikenteen aiheuttama häikäisy. Häikäisysoijien vaikutuksesta voidaan käyttää pitkiä ajovaloja. Silloin on mahdollista valaista pysähtymiseen tarvittava matka myös yli 60 km/h ajonopeuksilla. Jonossa ajettessakin takana tulevat hyötyvät siitä, että jonon ensimmäinen näkee riittävän pitkälle. Häikäisysoija on normaalisti keskikaistalla oleva tiheä pensasrivi tai maavalli ja pensasrivi. Jos tilaa pensaille ei ole, voidaan kaiteen päälle asentaa levyjä tai säleikkö.

Turvallisuus

Häikäisyesteen korkeus valitaan ohjeen *Tien häikäisysoijat – Tietoa tiensuunnitteluun nro 40* mukaisesti.

Esteessä ei saa olla törmäyksessä vaarallisia kasvien paksua runkoja tai muita rakenteita.

Todetaan silmämääräisesti.

Ulkonäkö

Esteen tyyppi osoitetaan tilaajan hyväksymässä suunnitelmassa. Vaatimukset todetaan silmämääräisesti.

Kestävyys

Kasvien ja laitteiden kestävyys arvioidaan asiantuntija-arvion perusteella tai ohjeen *Tien häikäisysuojat – Tietoa tiensuunnitteluun nro 40* mukaisesti.

5.1.9 Näkemiä haittaavat esteet

Väylien liittymäalueilla (myös kevyen liikenteen väylät), suojateiden läheisyydessä, kaarrekohtissa sekä tien ja rautatien tasoristeyksissä ei saa olla näkemäalueilla sellaisia näkemäesteitä, jotka heikentävät liikenneturvallisuutta tai liikenteen joustavuutta.

Näkemäesteitä voivat aiheuttaa esim. lumivallit ja kasvillisuus (esim. ylikasvanut vesakko tai pensaat). Näkemäesteiksi ei tässä lueta suunnitelman mukaisesti näkemäalueelle sijoitettuja rakenteita, laitteita tai varusteita eikä yksittäisiä runkopuita (jos alimmat oksat riittävällä korkeudella). Näkemäalueet määritetään Liikenne- ja viestintäministeriön ohjeen yleisten teiden näkemäalueista (24.1.2002) mukaisesti tai Kuntaliiton (Alueurakointi, yleinen tehtäväluettelo 2003) ohjeiden mukaisesti.

Todentaminen tapahtuu mittaamalla ja silmämääräisesti.

5.1.10 Liikennemerkkit ja opasteet

Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02: Liikennemerkkeinä käytetään tieliikenneasetuksen ja liikenneministeriön liikenteen ohjauslaitteita koskevan päätöksen mukaisia liikennemerkkejä. Niiden tulee täyttää tielaitoksen asettamat väriä, rakennetta ja mitoitusta koskevat vaatimukset.

Tiehallinto, *Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä* [TIEL 2131909-94] ja *Tienrakennuksen yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset osa Varusteet ja erityisrakenteet* [TIEL 2212461-93]: Liikennemerkkejä ovat tieliikenneasetuksen ja liikenneministeriön (LVM) liikenteenohjauslaitteita koskevan päätöksen mukaiset merkit lisäkilpineen sekä tiehallinnon hyväksymät tiemerkit. Opastusmerkit ovat liikennemerkkejä, joita käytetään tiellä kulkevan opastusta ja suunnistusta varten.

Liikennemerkkien suunnittelua, valmistusta ja hyväksyntää koskevat seuraavat ohjeet [Liikennemerkkien käyttöohjeet ja lainsäädäntö: Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä TIEL 2000006-03]:

- Liikennemerkkien symbolien ja tekstien mitoitus: Liikennemerkkipiirustukset, TIEH 2131908
- Viitoituskohteiden, taulutyyprien sekä tekstikoon määrittely: Viitoitus, TIEL 2130006-96
- Perustukset: Sivukuormitetut pilariperustukset, TIEH 2100006-01
- Opastustaulujen kuormitus ja mitoitus, taulukkolaskentaohjelma: Opta2e.xls tai uudempi (www.tiehallinto.fi/tlohje); käyttöohje: Varusteluettelot, TIEL 3200625
- Liikennemerkejä koskeva standardi: SFS-EN 12899-1:2001 Liikennemerkit ja vastaavat liikenteen ohjauslaitteet – Osa 1: Liikennemerkit (Fixed, vertical road traffic signs – Part 1: Fixed signs, EN 12899-1: 2001 E)
- Törmäysturvalliset opastustaulut vuonna 2002, Tietoa tiensuunnitteluun 69A tai uudempi Liikennemerkkien kunnossapitoa koskevat ohjeet
- Liikennemerkkien ja reunapaalujen kuntoluokitus, TIEL 2230007
- Teiden talvihoito, Laatuvaatimukset 2001, TIEH 2230018-01, kohta 6.2
- Teiden talvihoito, Menetelmätieto, TIEH 2230006-01, kohta 6.1
- Hoidon tuotekortit 2.1.

Julkaisussa *Liikennemerkkien rakenne ja pystytys, rakenteita ja laatua koskevat vaatimukset Tiehallinto 2004* on yhdistetty asiaa koskevat suunnitteluohjeet ja tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset osalta. Lisäksi siinä on esitetty, miten standardia SFS-EN 12899-1:2001 *Liikennemerkit ja vastaavat liikenteen ohjauslaitteet. Osa 1: Liikennemerkit (Road equipment, Fixed, vertical road traffic signs, Part 1: Signs)* sovelletaan Suomessa. Julkaisu riittää yleensä laatuvaatimukseksi yhdessä viitoituksen yleissuunnitelman kanssa. Laatu tasoa voidaan kuitenkin täydentää seuraavilla asioilla:

1. Opastustaulujen tukien ja portaalien ulkonäkövaatimukset: Vaaditaanko ristikkorakenne tai maksetaanko maisemallisesti arvokkailla paikoilla normaalia siistimmistä tukirakenteista bonus?
2. Sallitaanko merkin läpäisevien kiinnikkeiden käyttö? Voidaan esimerkiksi periä arvonvähennys xx €/vakiomerkki ja xx €/m² muista merkeistä, joissa käytetään kalvon läpäiseviä kiinnityksiä.
3. Sallittujen pystysuoruuksien ym. poikkeamien lievistä ylityksistä, kalvon lievästä naarmuuntumisesta jne. voidaan määrätä arvonvähennys.

Havaittavuus ja luettavuus

Koko

Liikennemerkkejä on kolmea kokoa: suurikokoisia, normaalikokoisia ja pienikokoisia. Yleensä käytetään normaalikokoisia liikennemerkkejä. Pienikokoisia liikennemerkkejä voidaan käyttää mm. muusta liikenteestä erillään olevilla kevyen liikenteen väylillä. Suurikokoisia liikennemerkkejä voidaan käyttää mm. moottori- ja moottoriliikennetiellä sekä niihin liittyvillä tietyömailla.

Toimivuusvaatimus: julkaisun Liikennemerkkien rakenne ja pystytys, rakenteita ja laatua koskevat vaatimukset 2004 mukaisesti.

Paluuheijastuvuus

Uudet liikennemerkkit valmistetaan tarkoitukseen soveltuvasta levymateriaalista, jonka toimiva osa on heijastavaa kalvomateriaalia. Kalvotyypit on jaettu luokkiin R1, R2 ja R3, jossa suurempi numero tarkoittaa kalvomateriaalin paluuheijastuvuuden suurempaa arvoa.

Toimivuusvaatimus: Liikennemerkkien rakenne ja pystytys, rakenteita ja laatua koskevat vaatimukset Tiehallinto 2004 mukaisesti.

Sijainti

Liikenneministeriön päätöksessä liikenteenohjauslaitteista 203/1982, muutettu 384/1994 on määrätty liikennemerkkien sijoittamisesta.

Toimivuusvaatimus on asentaa merkki julkaisun ”Liikennemerkkien rakenne ja pystytys, Tiehallinto 2004” mukaisesti.

Havaintoetäisyys

Liikenteen ohjauslaitteiden (tässä liikennemerkkit, opasteet ja liikennevalot) tulee kaikissa normaaleissa sääoloissa olla helposti havaittavissa ja niiden informaation selkeästi luettavissa vähintään pysähtymismatkan (taulukko 17) päästä mitattuna 1,1 metrin korkeudelta tien pinnasta (kuljettajan silmäpari) merkkiin.

Todentaminen tehdään silmämääräisesti tai tarvittaessa mittaamalla.

Taulukko 17. Nopeusrajoituksesta riippuva lyhin sallittu havaintoetäisyys (pysähtymisetäisyys ministeriön ohjeen mukaisesti [LVM, 2002]).

Nopeusrajoitus (km/h)	Havaittavan liikennemerkkin etäisyys L _p (m) ¹⁾
30	25 (20)
40	35 (30)
50	55 (45)
60	75 (65)
70	95 (85)
80	120 (105)
90	150
100	180
110	220
120	260

1) suluissa mainittuja arvoja voidaan käyttää kohtuuttomien kustannusten välttämiseksi taajamaoloissa.

Turvallisuus

Liikennemerkkit ja taulut eivät saa aiheuttaa merkittävää loukkaantumisriskiä.

Liikennemerkkit

Tekninen vaatimus

Toissijaista 114/2 mm putkikokoa tulisi välttää, koska se voi aiheuttaa törmäyksessä turhia vahinkoja ja on ulkonäöltään raskas. Jos sitä käytetään nopean liikenteen teillä, on käytettävä nykyisenkaltaista betonijalustaa, joka murtuu törmäyksessä. Taajamissa 90 mm:n putki voi olla tarpeen, kun auraslumi osuu merkkiin tai kun merkkejä on kaksi.

Opastustaulujen törmäysturvallisuus

Opastustaulut ja liikennemerkkit luokitellaan seuraaviin luokkiin törmäysturvallisuuden perusteella:

A: EN 12676 mukaisesti törmäysturvalliset: Tuote tai sen suurikokoisempi versio on testattu törmäyskokeella ja hyväksytty standardin mukaisesti. Luokkien HE100,3; LE100,3 ja NE 100,1...3 tuotteet kelpaavat kaikille teille ja luokkien HE70,3; LE70,3 ja NE70,1...3 tuotteet kelpaavat enintään 80 km/h teille (teoreettinen iskunopeus THIV < 27 km/h). Kun opastustaulu tulee tien ja kevyen liikenteen tien väliin, tulisi harkita energiaa vaimentavaa luokan HE tai LE rakennetta, joka hidastaa auton nopeutta.

B: Rajatapaukset, jotka eivät täytä em. vaatimuksia mutta jotka eivät ole aiheuttaneet runsaasti henkilövahinkoja: mm. opastustaulut, joissa on kaksi tai kolme 114 mm:n putkea betonijalustassa.

C: Selvästi vaaralliset rakenteet: Portaalien tuet, opastustaulut, joissa on vähintään neljä 114 mm:n putkea, sekä muut rakenteet, joissa on yli 120/3 mm:n teräsputki ilman erityistä turvalaitetta.

Kun liikennemäärä ylittää 1 500 ajon./d tai nopeusrajoitus on vähintään 80 km/h, vanhat vaaralliset portaalit suojataan uusien ohjeiden mukaisella kaiteella. Vilkasliikenteisillä teillä uusissa opastustauluissa käytetään ensisijaisesti törmäysturvallisia rakenteita. Vaihtoehtoisesti rakenteet sijoitetaan riittävän etäälle tai riittävän pitkän kaiteen taakse. Etäisyys- ja kaiteen pituusvaatimukset on esitetty julkaisussa Teiden suunnittelu V 2 Kaiteet ja suistumisonnettomuuksien ehkäisy. Vähäliikenteisillä teillä (alle 1 500 ajon./d tai nopeus enintään 50 km/h) voidaan käyttää myös ryhmän B rajatapausrakenteita.

Tiehallinnon julkaisussa *Törmäysturvalliset opastintaulut 2002* on esitetty törmäysturvallisten taulujen valmistajat.

Kestävyys, uudet merkit

Kalvon ja pohjamateriaalin kylmänkestävyys

Kalvon kylmänkestävyys osoitetaan vaihtoehtoisesti jollakin seuraavista tavoista:

- a) Näytettä säilytetään kaksi vuotta ulkona sateelle ja auringonvalolle alttiina alueella, jolla esiintyy useina vuorokausina alle -35 °C lämpötiloja.
- b) Näytettä säilytetään vähintään kaksi vuotta sateelle ja auringonvalolle alttiina, minkä jälkeen se viedään kolmeksi vuorokaudeksi -35 °C :n lämpötilaan.
- c) Osoitetaan muulla Tiehallinnon hyväksymällä tavalla, että kuvatonlainen sääaltistus ei vaikuta haitallisesti kalvon eikä pohjamateriaalin kestävyys ja yhteistoimintaan, ja viedään näyte kolmeksi vuorokaudeksi -35 °C :n lämpötilaan.

Merkkien osien muu pitkäaikaiskestävyys

Ei toimivuusvaatimusta. Teknisissä vaatimuksissa on vaatimuksia materiaaleille, mm. kuumasinkitysvaatimus teräsputkille.

Kuormituskestävyys

Merkkien kestävyys tuuli- ja aurasuormia vastaan osoitetaan mitoituksella.

Toimivuusvaatimus: Mitoitetaan julkaisun *Liikennemerkkien rakenne ja pystytys* [Tiehallinto 2004] mukaisesti.

Tekniset vaatimukset

Liikennemerkkien materiaalien (mm. varsien) ja asennustavan tulee täyttää julkaisun *Liikennemerkkien rakenne ja pystytys* [Tiehallinto 2004] vaatimukset.

Vanhat merkit

Kuntoluokitus

Kuntomääritys tehdään julkaisun *Liikennemerkkien ja reunapaalujen kuntoluokitus*, 1999 mukaisesti. *Liikennemerkkien ja reunapaalujen kuntoluokitus* [TIEL 2230007] jaottelee nämä viiteen kuntoarvoon (5 = erittäin hyvä, 1 = huono) kriteereillä toiminnallisuus, esteettisyys ja heijastavuus (pimeään aikaan).

Paluuheijastuvuus

Jos yksittäinen merkki joudutaan uusimaan, valitaan sama kalvotyyppi kuin lähistöllä sijaitsevilla muissa merkeissä on käytetty. Erityisesti, jos vanhan vakiomerkin kanssa samaan pylvääseen kiinnitetään uusi merkki tai tieto, tulisi varmistaa, ettei materiaalien heijastavuusominaisuuksissa ole merkittävää eroa.

Hyväksymismenettely

Tiehallinto hyväksyy auditointimenettelyllä yleisille teille liikennemerkkejä valmistavat yritykset ja ylläpitää luetteloita auditoiduista valmistajista Internet-sivuillaan. Auditointi käsittää valmistajan laatujärjestelmän sekä valmiin tuotteen auditoinnin. Tulevaisuudessa hyväksymisen hoitaa rakennustuotedirektiivin mukainen hyväksymislaitos. Tarkemmat tiedot tullaan myöhemmin esittämään standardissa hEN 12899-1:200X.

5.1.11 Ajoratamerkinnt

Uusien tiemerkintöjen vaatimukset

Julkaisussa *Tiemerkintöjen laatuvaatimukset v. 2004* [Tiehallinto 2004c] on esitetty tiemerkintöjä koskevat laatuvaatimukset ja todentamismenetelmät tiemerkintätöissä. Tie-liikennelain 50 §, -asetuksen 55 § 2 momentin ja liikenneministeriön antaman liikenteen ohjauslaitteita koskevan päätöksen 5 § mukaan julkaisun velvoittavat osat koskevat kaikkia tieliikennelainsäädännön tarkoittamia teitä ja katuja.

Julkaisussa on vaatimukset mm. materiaalivalmistajien laatujärjestelmälle ja materiaaleille (mm. värille). Materiaalien kestävyydelle ei ole vaatimusta. Lisäksi on esitetty vaatimukset valmiille merkinnälle seuraavien ominaisuuksien osalta: paluuheijastuvuus, kitka-arvo, luminanssitekijä ja värikoordinaatit, mittapoikkeamat, kuivakalvon paksuus, yliajettavuus (kuivumisaika) ja laadunvalvonta.

Paluuheijastuvuus

Paluuheijastuvuusvaatimukset on esitetty asiakirjassa *Tiemerkintöjen laatuvaatimukset v. 2004*. Taajamien ja pitkille taajamien ulkopuolisille valaistuille tieosuuksille voidaan asettaa alempi vaatimus tai standardin SFS-EN 1436 paluuheijastuvuusluokka R0 ”ei-vaatimusta”.

Kitka-arvo

Kitka-arvo mitataan vain, jos sille on urakkakohtaisissa asiakirjoissa asetettu vaatimukset. Tällöin mittaukset tehdään SFS-EN 1436:n mukaan tai muulla vastaavat tulokset antavalla tavalla. Jos kitkalle asetetaan vaatimuksia, tulee sen olla standardin SFS-EN 1436 taulukon luokan S1 mukainen eli $SRT > 0,45$.

Väri ja luminanssi

Jos silmämääräisen tarkastelun perusteella on syytä olettaa, että kyseessä on värvirhe, tarkastetaan asia mittaamalla luminanssi ja väri SFS-EN 1436:n mukaan. Luminanssi-vaatimus valkoiselle on standardin taulukon 5 luokka B3 ($\geq 0,40$) ja keltaiselle luokka B2 ($\geq 0,30$).

Mittapoikkeama

Merkinnöissä ei saa esiintyä leveyden tai paksuuden vaihtelua eikä suuntavirheitä ja sen tulee olla selkeälinjainen. Merkintöjen mittapoikkeamat tarkastetaan silmämääräisesti ja tarvittaessa mittaamalla.

Yliajettavuus

Mikäli liikenteelliset, olosuhde tai muut tekijät edellyttävät, voidaan merkinnälle asettaa kuivumisaikavaatimus (yliajettavuus): Tuoreet tiemerkinnät tulee suojata liikenteeltä kuivumisen ajaksi suojakartioilla, vaahtohattaroilla tai muilla hyväksytyillä suojalaitteilla niin, ettei merkintöjen yliajaminen aiheuta viivojen vaurioitumista ja muun tienpinnan ja ajoneuvon tahriintumista.

Laadunvalvonta

Julkaisun liitteessä B on tarkempia ohjeita mittapaikan valinnasta merkintöjen osalta. Työkohtaisissa asiakirjoissa voidaan antaa tarkempia ohjeita tai vaatimuksia mm. mittauksen teosta, tulosten julkaisemisesta, mittajan puolueettomuudesta, arvonmuutoksisista, takuuajoista, takuista ym. tiemerkintätyön teettämiseen liittyvistä asioista.

Kestävyys

Merkintämassoille ei ole olemassa laboratoriokokein esitettyä kestävyysvaatimusta. Kestävyys todennetaan takuuajaisella kunnolla.

Vanhojen tiemerkintöjen vaatimukset

Tiemerkintöjen ominaisuuksia ovat mm. paluuheijastuvuus (yönäkyvyys), luminanssi (päivänäkyvyys), väri, kitka, kulumattomuus, merkinnän mitat ja sijainti. Paluuheijastuvuus, luminanssi, väri ja kitka ovat mitattavia suureita eikä niitä arvioida silmämääräisesti. Julkaisussa *Tiemerkintöjen kuntoluokitus 2004* [Tiehallinto 2004d] annetaan ohjeet tiemerkintöjen kuntoarvon silmämääräistä määrittystä varten. Tiemerkintöjen kunnan silmämääräisessä arvioinnissa otetaan huomioon seuraavat kriteerit:

- kulumattomuus eli jäljellä olevan merkinnän määrä tai pinta-ala
- silmämääräisesti arvioitavat väri ja valkoisuus ja/tai puhtaus (tahriintumattomuus).

Paluuheijastuvuus (yönäkyvyys)

Toimivuusvaatimus ja todentaminen asiakirjan *Tiemerkintöjen laatuvaatimukset v. 2004, vanhat merkinnät* [Tiehallinto 2004c] mukaisesti tai ei vaatimusta.

Luminanssi (päivänäkyvyys) ja väri

Toimivuusvaatimus ja todentaminen asiakirjan Tiemerlintöjen laatuvaatimukset v. 2004 mukaisesti tai ei vaatimusta.

Kitka

Kitka-arvo mitataan vain, jos sille on urakkakohtaisissa asiakirjoissa asetettu vaatimukset. Tällöin mittaukset tehdään standardin SFS-EN 1436 mukaan tai muulla vastaavat tulokset antavalla tavalla. Jos kitkalle asetetaan vaatimuksia, tulee sen olla standardin SFS-EN 1436 mukainen.

Kunto

Julkaisussa Tiemerlintöjen kuntoluokitus 2004 annetaan ohjeet tiemerlintöjen kuntoarvon silmämääräistä määrittystä varten. Tiemerlintöjen kunnan silmämääräisessä arvioinnissa otetaan huomioon seuraavat kriteerit:

- kulumattomuus eli jäljellä olevan merkinnän määrä tai pinta-ala
- silmämääräisesti arvioitavat väri ja valkoisuus ja/tai puhtaus (tahriintumattomuus).

Toimivuusvaatimus ja todentamismenetelmä julkaisun Tiemerlintöjen kuntoluokitus 2004 mukaisesti. Luokat: 1–5 (huono – erittäin hyvä)

5.1.12 Reunapaalut

Kuntomääritys tehdään julkaisun Liikennemerkkien ja reunapaalujen kuntoluokitus, 1999 mukaisesti. Liikennemerkkien ja reunapaalujen kuntoluokitus (TIEL 2230007) jaottelee nämä viiteen kuntoarvoon (5 = erittäin hyvä, 1 = huono) kriteereillä toiminnallisuus, esteettisyys ja heijastavuus (pimeän aikaan).

Todentaminen: Puhtaus todennetaan silmämääräisesti kaksi kertaa syksyllä ja kaksi kertaa talvella. Heijastimien kunto tarkastetaan silmämääräisesti kaksi kertaa joka syksy.

5.2 Palvelutaso

5.2.1 Päällysteen pituussuuntainen tasaisuus

Pitkittäisepätasaisen epätasaisuuden esiintyminen indikoi yleensä routavaurioiden ja painumaerojen olemassaolosta, ja ne ilmenevät pitkittäisepätasaisuutena. Uudella tiellä

pitkittäisepätasaisuuden mittauksella varmistetaan, että päällysteen ja/tai työn laatu vastaa tieluokalle asetettua tasaisuusvaatimusta.

IRI, IRI4 ja oikolauta

IRI on kansainvälinen pituussuuntaisen epätasaisuuden tunnusluku. IRI:n mittaukseen käy mikä tahansa laite, joka mittaa tien pituusprofiilia. Käytännössä yleensä Suomessa käytetään päällystetyillä teillä PTM-autoa (PalveluTasoMittaus). PTM-automittauksella käyttörajoitus on vähintään 35 km/h nopeus, joten kaikkiin paikkoihin se ei sovi. IRI-arvo tulostetaan 100 m:n välein. IRI:stä on kehitetty 5mIRI, joka on muuten sama kuin IRI mutta tulostetaan 5 m:n välein.

IRI vastaa aallonpituusalueita 0,5–30 m ja IRI4 0,5–4 m. IRI4:ssä on 4 m:ä pidemmät aallonpituudet poistettu, ja sitä käytetään päällystetyön laadunvalvontaan (päällysteurakoitsija ei pysty vaikuttamaan suurempiin aallonpituuksiin silloin, kun urakka ei sisällä rakenteenparantamista). Mittaamiseen käytetään samoja menetelmiä kuin IRI:ssä.

3 m:n oikolauta (PANK-5102) kattaa megakarkeusalueen ja osan IRI4-aluetta. Mittaus-tapa sopii useimpiin olosuhteisiin.

Uudet päällysteet

Asfalttinormeissa 2000 on esitetty tasaisuusvaatimukset päällystetyypeittäin, joka on toimivuusajattelun vastaista. Taulukossa 18 esitetään Asfalttinormien 2000 mukaiset vaatimukset, suluissa lievemmat vaatimukset, jotka mahdollistavat esim. PAB-V:n ja SOP:n käytön.

Taulukko 18. Uuden päällysteen IRI4- ja IRI-tasaisuusvaatimukset pituussuunnassa (PANK-5207).

SUURIN SALLITTU EPÄTASAISUUS*) (mm/m)					
Mo- ja Mol-tiet		Muut 2-ajorataiset sekä valta- ja kantatiet		Muut yleiset tiet	
IRI4	IRI	IRI4	IRI	IRI4	IRI
1,0	1,4	1,1 (1,3–1,4)	1,6 (1,9)	1,2 (1,4–1,5)	1,8 (2,1–3,0)

Taulukko 19. Uuden päällysteen laatusuositus katuluokittain tasaisuudelle [Asfalttipäällysteiden valintaohje 2000, Kuntaliitto 1000b].

	Katuluokka	Tasaisuus IRI4 / 3 m:n oikolauta
1	Erittäin raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu	1,2/4
2	Raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu	1,2/4
3	Pääkatu, kokooja- tai vilkasliikenteinen kerrostaloalueen asuntokatu	1,4/4
4	Asuntokatu tai pientaloalueen kokoojakatu, raskaiden ajoneuvojen pysäköintialueet	-/8
5	Pientaloalueen asuntokatu, huoltoliikenteen väylät, henkilöautojen pysäköintialueet	-/8
6	Jalkakäytävät, pyörätiet, puistotiet	-/8

Vanhat päällysteet

Taulukko 20. Tiehallinnon kuntotavoiteraja tasaisuudelle (IRI), PMSPro (mm/m).

Nopeus (km/h)	101–120	81–100	61–80	≤ 60
kvl < 1500	3,5	4,5	5,5	6,5
kvl > 1500	2	2,7	3,5	4,5

Taulukko 21. Kuntosuositus katuluokittain tasaisuudelle [Asfalttipäällysteiden valintaohje 2000, Kuntaliitto 1999b].

	Katuluokka	KVL	Tasaisuus (IRI4 mm/m)
1	Erittäin raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu	> 30 000	1,5
2	Raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu	10 000 – 30 000	1,5
3	Pääkatu, kokooja- tai vilkasliikenteinen kerrostaloalueen asuntokatu	2 500 – 10 000	1,5
4	Asuntokatu tai pientaloalueen kokoojakatu, raskaiden ajoneuvojen pysäköintialueet	500 – 2 500	
5	Pientaloalueen asuntokatu, huoltoliikenteen väylät, henkilöautojen pysäköintialueet	10–500	-
6	Jalkakäytävät, pyörätiet, puistotiet	Ei ajoneuvoja	-

Makrokarkeus

Makrokarkeusalue (0,5–50 mm) kuvastaa sitä, kuinka karkea tai sileä päällysteen pinta on. Sileä pinta hiljaisempi, helpompaa puhdistaa ja varsinkin pienipyöräisten kulkuneuvojen (rullaluistimien, rollaattoreiden jne.) kannalta mukavampi. Päällysteen lajittuminen aiheuttaa pinnan karkeuden vaihtelua. Makrokarkeuden mittausmenetelmät ovat lasihelmimenetelmä (sandpatch) PANK 5103 tai laser-mittarin tuottama MPD (Mean Pro-

file Depth, ISO/DIS 13473-1 (ja 2)). Menetelmät eivät anna samaa tunnuslukua, mutta on olemassa kaava, jolla ne saadaan vastaamaan toisiaan.

Taulukko 22. Laatusuositus katuluokittain karkeudelle [Asfalttipäällysteiden valintaohje 2000, Kuntaliitto 1999b].

	Katuluokka	Karkeus PANK 5103 (mm)
1	Erittäin raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu	0,4–0,8
2	Raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu	0,4–0,8
3	Pääkatu, kokooja- tai vilkasliikenteinen kerrostaloalueen asuntokatu	0,4–0,8
4	Asuntokatu tai pientaloalueen kokoojakatu, raskaiden ajoneuvojen pysäköintialueet	0,4–0,8
5	Pientaloalueen asuntokatu, huoltoliikenteen väylät, henkilöautojen pysäköintialueet	0,4–0,8
6	Jalkakäytävät, pyörätiet, puistotiet	0,2–0,4

Megakarkeus (RMS)

Megakarkeusalue (**5–50 cm**) myös kuvastaa päällystystyön työvirheitä eli tien pieni-muotoista ”nypytystä”, joka ei näy IRI-arvossa. Asfalttinormeissa ei ole vaatimusta megakarkeudelle. Aikaisemmin vanha PTM-auto tuotti RMS-luvun megakarkeudesta. Mittauksista luovuttiin, koska SMA-päällysteet saivat suuria arvoja. Tällöin jäi tutkimatta, mistä tämä johtui ja olisiko laskentaa kehittämällä saatu tunnusluku käyttöön. Mittausmenetelmät ovat PTM-auto ja profilometri (pistemäiset mittaukset).

Muut RMS-luvut

Eri aallonpituuksille voidaan laskea eri RMS-arvoja, mutta yleisessä käytössä ne eivät ole.

Pyörä-IRI

Tasaisuuden mittaamiseen käytettävä IRI-mopo on kaksipaikkainen invamopoa muistuttava ajoneuvo. Tasaisuutta mitataan Roadmaster-laitteistolla, joka on eri järjestelmä kuin teiden tasaisuusmittauksessa käytetty. Myös mittausaallonpituudet ovat erilaiset kevyen liikenteen väylillä kuin teillä. Kevyen liikenteen väylien tasaisuuden mittausväli on 20 metriä, kun teillä se on 100 metriä. Tasaisuus ilmoitetaan yleisten teiden tapaan kansainvälisellä IRI-luvulla (suhdelukuasteikko). Erotuksena teiden tasaisuusmittaustuloksista kevyen liikenteen väylien tasaisuusluvusta käytetään yleisesti nimitystä pyörä-IRI. [Tieomaisuuden kunnon yhtenäinen palvelutasoluokitus, Tiehallinto 2004e.]

Mittapoikkeamat suunnitelmasta

Valmiissa kaduissa sallitaan seuraavat mittapoikkeamat, mikäli ne eivät haittaa rakenteen toimivuutta tai ulkonäköä [Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02, Kuntaliitto 2002]:

- Asfaltilla tehdyssä kulutuskerroksessa suurin sallittu poikkeama suunnitelman mukaisesta muodosta pituussuunnassa 5 m:n oikolaudalla mitattuna on 7 mm ja poikkisuunnassa 3 m:n oikolaudalla mitattuna on 4 mm.
- Nupu- ja noppakivipäällysteellä suurin sallittu poikkeama suunnitelman mukaisesta muodosta 3 m:n oikolaudalla mitattuna on 4 mm, kun kiveys on tehty uusista kivistä. Kun kiveys on tehty vanhoista kivistä, vastaavat epätasaisuudet ovat 9 mm.
- Kivilaatoilla, betonikivillä ja -laatoilla suurin sallittu poikkeama suunnitelman mukaisesta muodosta on 3 m:n oikolaudalla mitattuna 4 mm. Vierekkäisten kivien tai laattojen korkeusero saa olla enintään 2 mm.
- Reunatuen viereen jalkakäytävälle tulevan laatoituksen tai betonikiveyksen yläpinnan tulee olla 5 mm reunatukea korkeammalla.

5.2.2 Soratien kulutuskerroksen kuntoluokitus

Tiehallinnon kuntoluokituksessa soratien kulutuskerroksen kunto luokitellaan asiantuntija-arviolla. Kuntoluokkia on 1–5 (5 paras). Kunto arvioidaan silmämääräisesti huomioiden poikkileikkauksen muoto, pinnan epätasaisuus, pölyävyys. Lisänä arviossa voidaan käyttää mitattua epätasaisuuslukua. [Sorateiden kulutuskerroksen kuntoluokitus, Tielaitos 1993a.]

5.2.3 Soratien kelirikkuoluokitus

Runkokelirikkoa arvioidaan luokitteluasteikolla. Runkokelirikko luokitellaan neljään luokkaan seuraavasti [Tieomaisuuden kunnan yhtenäinen palvelutasoluokitus, Tiehallinto 2004e]:

- = ei runkokelirikkoa

1 = tie lähes ajokelvoton

2 = huomattava haitta liikenteelle

3 = haitta liikenteelle.

5.2.4 Vauriot

Pinnoitteessa ei saa esiintyä eikä siihen saa syntyä sellaisia vauriota, jotka heikentävät turvallisuutta, ajomukavuutta ja rakenteen muiden osien toimivuutta tai kestävyyttä. Inventointi tehdään silmämääräisesti. Tällä hetkellä Suomessa ei ole käytettävissä objektiivista mittaria vaurioiden inventoimiseen. Vauriot voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- halkeamat (pitkittäis-, poikittais-, verkkohalkeama)
- purkauma
- lajittuma
- reikä.

Päällystevauriot voidaan ryhmitellä myös muodon, syntyvän ja haitan kohdistumisen perusteella seuraavasti:

A. Pääasiassa liikennettä haittaavat vauriot:

1. pitkittäisepätasaisuudet (painumat, kohoumat)
2. poikittaisepätasaisuudet (urat, reunapainumat)
3. purkaumat
4. reiät
5. liukkaat kohdat
6. lammikoituvat kohdat.

B. Pääasiassa tien rakennetta haittaavat vauriot:

1. avonaisuus
2. verkkohalkeamat
3. halkeamat.

C. Ympäristöhaittoja aiheuttavat vauriot:

1. melua tai tärinää aiheuttavat kohdat, esim. sillan pään tai kaivon kohdalla
2. pohjavedensuojauksen vesitiiviin päällystekerroksen halkeamat.

Vaurioindeksi (esim. Tiehallinnon käyttämä vauriosumma $m^2/100m$) on painotettu summa erilaisista vaurioista. Urakan lähtötiedoissa pitää esittää yksittäiset vauriot ja niiden sijainti, koska näistä tiedoista voi jollakin tarkkuudella päätellä vaurioitumisen syitä. Pelkän vauriosumman perusteella sitä ei voi tehdä. Lajittumat aiheuttavat tien pintakarkeuden vaihtelua, joka voidaan mitata karkeusmittauksilla.

Tiet

Eri vaurioista lasketaan painokertoimien avulla vauriosumma, jolle on määritelty seuraava 5-portainen kuntoluokitus [Tieomaisuuden kunnan yhtenäinen palvelutasoluokitus, Tiehallinto 2004e]:

- Erittäin hyvä: Pääasiassa vaurioton tie. Ainoastaan vähän lyhyitä ja kapeita viivahalkeamia. Ei tarvetta toimenpiteisiin.
- Hyvä: Vauriot pääasiassa erilaisia viivahalkeamia. Satunnaisesti myös pieniä verkkohalkeamia. Toimenpiteenä mahdollisesti leveimpien viivahalkeamien saumaus.
- Tyydyttävä: Pääteillä vain viivahalkeamia, mutta muilla teillä myös verkkohalkeamia tai alkavia purkaumia tai lieviä reunapainumia. Mahdolliset paikat pysyneet ehjinä. Tienkäyttäjät havaitsevat vauriot, mutta ne eivät vaikuta ajamiseen. Suurimpia vaurioita tarpeen korjata.
- Huono: Leveitä ja pitkiä viivahalkeamia, alemman luokan tiellä myös verkkohalkeamia ja paikkoja tai suuria reunapainumia. Vauriot vaikuttavat ajolinjojen valintaan. Vauriot korjattava. Päällysteen uusiminen on tarpeen 0–2 vuoden kuluttua.
- Erittäin huono: Runsaasti verkkohalkeamia ja niiden lisäksi purkaumia tai reikiä ja huonokuntoisia paikkoja sekä reunapainumia. Vauriot vaikuttavat ajolinjojen valintaan ja ajonopeuksiin. Yksittäisiä vaurioita ei kannata korjata, vaan koko päällyste on uusittava tai koko rakenne parannettava.

Taulukko 23. Vauriosumman raja-arvot [Meriläinen et al. 2003, Meriläinen 2004].

Kuntoluokka	Vauriosumma VS m ² /100 m
Erittäin hyvä	≤ 10
Hyvä	11–30
Tyydyttävä	31–61
Huono	61–120
Erittäin huono	> 120

Taulukko 24. Tiehallinnon kuntotavoiterajat vauriosummalle, PMSpro.

KVL	Vauriosumma (m ² /100 m)
< 1500	160
> 1500	60

Taulukko 25. Kuntosuositus katuluokittain vaurioille [Asfalttipäällysteiden valintaohje 2000, Kuntaliitto 1999b].

	Katuluokka	KVL	Vauriosumma (m ² /100 m)
1	Erittäin raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu	> 30 000	15
2	Raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu	10 000 – 30 000	30
3	Pääkatu, kokooja- tai vilkasliikenteinen kerrostaloalueen asuntokatu	2 500 – 10 000	40
4	Asuntokatu tai pientaloalueen kokoojakatu, raskaiden ajoneuvojen pysäköintialueet	500 – 2 500	40
5	Pientaloalueen asuntokatu, huoltoliikenteen väylät, henkilöautojen pysäköintialueet	10–500	40
6	Jalkakäytävät, pyörätiet, puistotiet	Ei ajoneuvoja	40

Kevyen liikenteen väylät

Kevyen liikenteen väylien vaurioita mitataan vaurioinventoinneilla. Inventointi tehdään ajoneuvosta. Vauriosummaan lasketaan myös vaurioinventoijan kokemaa haitallinen epätasaisuus. Tiehallinnossa on parhaillaan käynnissä kevyen liikenteen väylien kunnonhallintaan liittyvä kehittämistyö ja on todennäköistä, että osa mainituista painotuksista tulee muuttumaan lähiaikoina. Kesällä 2003 tehdyn ajopaneelin perusteella harkitaan leveän pituushalkeaman painoarvon kasvattamista ja verkkohalkeaman painoarvon pienentämistä. Haitallisen epätasaisuuden ei todettu näkyvän vauriosummassa, vaan sen painoarvoa tulisi nostaa olennaisesti. Ajopaneelin perusteella huonokuntoisen kevyen liikenteen väylän raja on noin 100 m²/100 m. [Tieomaisuuden kunnon yhtenäinen palvelutasoluokitus, Tiehallinto 2004e.]

Vaurioita mitataan suhdelukuasteikolla. Kevyen liikenteen väylien vaurioille on määritetty viisiportainen kuntoluokitus. Kuntoluokituksesta ei ole esitetty erillisiä sanallisia kuvauksia muuten kuin keskinkertaisen ja huonon (100 m²/100 m) raja-arvon osalta. Tätä arvoa pidetään kevyen liikenteen väylän kunnostamisen toimenpiderajana. [Nyman ja Ehrola 1996.]

Taulukko 26. Kevyen liikenteen vauriosummien raja-arvot kuntoluokittain [Meriläinen 2003].

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

Vaurioiden korjauksen kiireellisyys

Julkaisussa *Päällysteiden paikkaus* [Tiehallinto 2002] on esitetty vaurioiden korjausten kiireellisyysluokitus. Luokitus on viisiportainen:

I Turvallisuutta vaarantavat reiät, halkeamat, routaheitot ja porrastukset, esim.

- tiellä yli 150 mm leveä ja yli 50 mm syvä reikä sekä yli 50 mm leveä halkeama kevyen liikenteen väylällä
- yli 100 mm leveä ja yli 30 mm syvä reikä sekä pituussuuntainen yli 30 mm leveä halkeama ilmeisen ajoneuvon rikkoutumisriskin aiheuttava päällystevaurio, porrastus tai routaheitto.

Kaikilla teillä, silloilla ja kevyen liikenteen väylillä korjaus on tehtävä viipymättä vuodenajasta riippumatta. Tarvittaessa käytetään tilapäismenetelmää.

II Ajomukavuutta oleellisesti haittaavat reiät, halkeamat ja routaheitot sekä siltapäällysteiden purkaumat, esim.

- tiellä yli 30 mm syvät reiät sekä yli 30 mm leveät halkeamat kevyen liikenteen väylillä
- yli 20 mm leveät halkeamat päällysteen vaurio, routaheitto tai sillan päässä oleva yli 20 mm korkea kynnyks, jota normaali liikenne joutuu selvästi varomaan.

Valta- ja kantateillä sekä silloilla korjaus ja (routaheittojen) taseaus on tehtävä viikon kuluessa vaurion syntymisestä. Muun tiestön ja kevyen liikenteen väylien korjaus sekä (routaheittojen) taseaus on tehtävä kahden viikon kuluessa vaurion syntymisestä.

III Nopeasti laajentuvat tai ympäristöhaittoja aiheuttavat vauriot

- purkaumat
- reiät
- tiheät verkkohalkeamat
- vettä keräävät halkeamat pohjavesialueella
- lammikot päällysteen reunatuen vieressä.

Nämä vauriot on korjattava niin pian kuin voidaan käyttää pysyvän korjauksen menetelmää, useimmiten keväällä. Alkavat vauriot pyritään korjaamaan ennen talven tuloa.

IV Hitaasti laajentuvat vauriot

- pienehköt pitkittäisepätasaisuudet
- urat ym. poikittäisepätasaisuudet
- kuluminen
- harvat verkkohalkeamat
- halkeamat.

Em. vauriot korjataan tarvittaessa normaalin päällystyskauden aikana, mieluiten sen alkupuolella (touko–kesäkuussa).

V Muut vauriot

- pienet kaltevuus- ja korkeusasemavirheet
- muotoiluvirheet.

Nämä vauriot korjataan tarvittaessa normaalin päällystyskauden aikana.

5.2.5 Korkeusasema

Tasauksen tulee täyttää tien geometrialle, pintakuivatukselle ja tasaisuudelle asetetut vaatimukset. Lisäksi kuivatuksen toimivuus ja tien soveltuvuus ympäristöön eivät saa vaarantua. Rakenteiden toiminta ei saa huonontua päällysteen pinnan korkeusasemavirheiden vuoksi. Mm. siltojen kohdalla tulee olla vaadittu alikulkukorkeus.

Päällystekerrokset rakennetaan suunnitelmassa osoitettuun kaltevuuteen ja korkeusasemaan. Korkeusasema mitataan vaaitsemalla.

Asfalttinormit 2000 ja Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 97: Valmiin katu-, piha- ym. päällysteen pinnan tulee olla suunnitelman mukaisessa korkeudessa ± 20 mm:n tarkkuudella sellaisissa kohdissa, jotka liittyvät korkeusasemaa määrääviin muihin rakenteisiin (reunatuet, sisäänkäynnit ovet ym.). Muualla korkeusasematarkkuuden tulee olla ± 50 mm.

5.2.6 Tasalaatuisuus

Asfalttipäällysteen pitää olla tasalaatuista. Uudessa päällysteessä ei saa olla rakeisuuslajittumia, sideaineen pintaannousua tai halkeamia. Haitallisimpia ovat liikenneturvallisuutta heikentävä, laaja-alainen sideaineen pintaannousu tai päällysteen kestävyyttä huonontava, purkaantumiselle altis kiviaineslajittuma. Päällysteen pinnassa näkyvät lajittumat, sideaineen pintaannousut ja halkeamat tarkastetaan yleensä silmämääräisesti.

Laajoissa sideaineen pintaannousukohtissa tarkastetaan tarvittaessa, että päällyste täyttää kitkavaatimukset. Liikenneturvallisuutta heikentävä sideainelajittuma on korjattava välittömästi.

Tasalaatuisuus todetaan silmämääräisesti.

5.2.7 Liikennöintiä ja kulkemista haittaavat esteet

Vapaassa liikennetilassa ei saa olla liikennöintiä estäviä tai liikenteen sujuvuutta merkittävästi haittaavia eikä turvallisuutta vaarantavia kiinteitä, lumen, sohjon tai veden aiheuttamia esteitä.

Vapaan liikennetilän ulottuvuudet ovat leveyssuunnassa pientareen (päällystetyn tai päällystämättömän tai uloimman aurauslinjan) ulkoreunaan tai reunatukeen, korkeussuunnassa 4,80 m (klv 2,80 m, jk 2,60 m). Ulottuvuudet eivät koske rakennettuja kiinteitä rakenteita, kuten esimerkiksi matalia siltoja tai tie- tai katualueella sijaitsevia rakennuksia.

Lumi, sohjo

Sään ja kelin muutostilanteessa tai tuulen kinostaessa lunta ajoradalle lumen tai sohjon määrä katsotaan liikenteen sujuvuutta tai turvallisuutta haittaavaksi, kun lumen tai sohjon syvyys ylittää tiehallinnon [Teiden talvihoito, Laatuvaatimukset, Tiehallinto 2001d] tai Kuntaliiton [Alueurakointi, yleinen tehtäväluettelu 2003, Kuntaliitto 2003] nykyisten määritelmien mukaiset syvyydet.

Vakiintuneessa sää- ja kelitilanteessa väylän pinnan tulee olla paljas tai puhdas irtolomesta kunnossapitoluokan mukaisesti. Toimenpideaikat ovat Tiehallinnon nykyisen käytännön mukaan, eli lumenpoiston toimenpideaika alkaa lumisateen päättyessä. Toimenpideaikan päätyttyä sää- ja kelitilanne katsotaan vakiintuneeksi. Poikkeukselliset tilanteet, jolloin tilapäisesti voidaan sallia edellisistä poikkeavia lumimääriä:

- poikkeuksellinen lumimyrsky
- vähäisen lumentulon tilanteet.

Kiinteät esteet

Kiinteitä esteitä ovat esimerkiksi:

- kivet tai muut maa-ainekset ja ”kovat” roskat (> 40 mm)
- kuolleet eläimet
- vaurioituneet, irronneet, kallistuneet tai kaatuneet rakenteet, laitteet ja varusteet

- kasvillisuus (esim. kaatuneet puut tai liikennetilaan ulottuvat pensaats tai oksat)
 - Suuria (>200 mm) kiinteitä esteitä ei saa olla myöskään sisäluiskassa.

Tässä kiinteiksi esteiksi ei lueta tie- tai katualueelle tarkoituksellisesti ja hyväksytysti sijoitettuja rakenteita, laitteita ja varusteita.

Toimenpideajat: Vaaraa aiheuttavat esteet on poistettava välittömästi, muut 1–3 vrk:n kuluessa kp-luokan mukaan.

Kulkua haittaavat pinnan muodot

Pyörätuolilla liikkuvan kulku estyy, jos tiellä on yli 60 mm:n levyinen ja syvyinen kou-ru tai yli 30 mm:n korkuinen reunatuki. Pienempikin korkeusero haittaa.

Jalankulkuväylän korkeuserot ovat varsinkin liikkumisesteisille hankalia. Monille lieväs-tikin liikkumisesteisille 8 %:n pituuskaltevuus on liikaa lyhyissäkin nousuissa. Suositelta-va kaltevuus on enintään 5 %. Myös jalankulkuväylän sivukaltevuuksien on pysyttävä suunnitteluohjeiden mukaisissa sallituissa rajoissa. Sivukaltevuuden normaaliarvo on 2 %. Liian suurissa kaltevuuksissa pyörätuolia voi olla hankala, jopa mahdoton ohjata. Liuk-kaalla kelillä suuret kaltevuudet tuottavat ongelmia myös muille liikkujille. Suotavaa on, että korkeuseroja on mahdollisimman vähän ja että portaita ei lainkaan tarvita. Jos portaita kuitenkin on, tulee niiden lisäksi olla vaihtoehtoinen yhteys esimerkiksi luiskaa pitkin. Luiska ei saa olla liian jyrkkä – portaiden jyrkkyyteen tehty luiska ei auta pyörätuolilla liikkuvaa, ja lastenvaunujenkin työntäminen vaatii paljon voimia.

5.2.8 Liikenteelle aiheutuva haitta

Kunnossapitotöissä joudutaan kulkuväylä usein sulkemaan joko osaksi (yksi kaista) tai kokonaan, joko hetkeksi tai pidemmäksi ajaksi. Tietyömaat aiheuttavat lisäajokustan-nuksia tienkäyttäjille lähinnä pidentyneenä matka-aikana, kohonneina ajoneuvokustan-nuksina sekä lisääntyneenä onnettomuusriskinä. Ajokustannuslisä aiheutuu työmaan kohdalla tapahtuvasta ajonopeuden laskusta, mahdollisesta kiertotiestä sekä ruuhkautu-misesta.

Urakoitsijoita voidaan kannustaa erilaisilla maksuilla lyhentämään tienkäyttäjää häirit-seviä työaikoja ja muuttamaan niiden ajankohtaa vähemmän häiritseväksi. Työmaanai-kaiset liikenteelle aiheutuvat haikkakustannukset voidaan arvioida esim. hyödyntäen kaistavuokrausperiaatetta. Kaistavuokra määritetään työmaille, jotka aiheuttavat liiken-teelle häiriötä. Kaistanvuokran suuruuteen vaikuttavat työmaan kesto aika ruuhka-aikoina, häiriön pituus metreinä sekä liikenteenohjaustapa työmaalla.

5.2.9 Käyttäjien tyytyväisyys

Eräissä urakoissa on käytetty bonuksen maksamisen perusteena väylän käyttäjien tyytyväisyystutkimuksia. Niiden tuloksiin liittyy epävarmuustekijöitä, joka rajoittavat niiden käyttöä ainakin sakkojen perusteeksi.

Hämeen piirin talvella 2004 tehdyssä tutkimuksessa tuloksiin vaikuttivat jonkin verran tilastollisen otannan muuttaminen asukaspainotuksesta alueelliseen painotukseen ja siirtyminen puhelinkyselystä postikyselyyn. Tienkäyttäjien ryhmien välillä oli eroja, ja he arvostivat eri asioita. Esim. yksityisautoilijat pitävät tärkeänä lumen aurausta, kun taas ammattiautoilijat arvostavat liikennemerkkien näkyvyyttä ja liukkauden torjuntaa. Konginkankaan suuronnettomuus (toisessa tiepiirissä) muutti ammattiautoilijoiden tyytyväisyyttä, joka heikkeni selvästi onnettomuuden jälkeen tulleissa vastauksissa.

Tiehallinnon tyytyväisyysmittauksissa (liukkauden torjunta, lumen auraus) talven 2003 kohdalla oli notkahdus, jota tiehallinnon laatumittaukset eivät selittäneet. Toisaalta talvella 2004 tyytyväisyys parani vaikka laatu heikkeni. Selityksenä saattaa olla se, että vuoden 2004 talvi oli ”selkeä” talvi, jolloin tienkäyttäjät ymmärsivät tienpidon vaikeuksia paremmin. Talvi 2003 oli erikoinen talvi, jolloin esiintyi mm. pakkasliukkaita.

Yhteenvedon voidaan sanoa, että tyytyväisyysmittaustuloksiin vaikuttavat merkittävästi myös urakoitsijasta riippumattomat tekijät. Siksi niiden käyttöä kunnossapitourakoissa tulee tarkasti harkita.

5.3 Ympäristövaikutukset

5.3.1 Melu

Melutasoon vaikuttavat voimakkaimmin liikennemäärä, erityisesti raskaiden ajoneuvojen määrä, nopeus, etäisyys, nousut sekä väylän ja ympäristön väliset korkeussuhteet. Maankäytön ja väylän sijainti sekä väylän sijoittaminen poikkileikkauksessa vaikuttavat melun leviämiseen. Maankäytön ja liikenneväylien suunnittelulla pyritään estämään meluhaittojen syntymistä, varsinkin sallittujen melutasojen ylittymistä. Väylän sijoittamisella leikkaukseen tai tunneliin voidaan rajoittaa tehokkaasti melun leviämistä. Muulloin melutasoa vähennetään meluvallien ja -seinien, melua sietävien rakennusten sekä josain määrin istutusten avulla. Mikäli sallittu melutaso ylittyy suojauskeinoista huolimatta, voidaan tutkia ympäristön sietokyvyn kohottamismahdollisuuksia, kuten maankäyttömuodon muuttamista.

Valtioneuvoston yleiset melutason ohjeet ulkomelutasolle (993/1992) esitetään taulukossa 27. Sisällä asuin-, opetus- ja hoitotiloissa päivää koskeva ohjearvo on 35 dB ja

toimistoissa 45 dB. Avoin ikkuna vähentää melua ulkomeluun verrattuna alle 5 dB ja suljettu 25–35 dB ikkunatyypistä riippuen. Sisämelu on harvoin määräävämpi kuin ulkomelu, kun kysymys on liikennemelusta. Öiset (klo 22–7) ohjearvot ovat alhaisempia: asuin- ja hoitotiloissa sisällä 30 dB.

Ohjearvot koskevat laskennallista ekvivalenttitasoa, eivät yksittäisiä huippuja. Uusia teitä suunniteltaessa pyritään tietä ja melusteitä suunnittelemaan siihen, ettei tie aiheuta ohjearvojen ylityksiä. Jos ohjearvojen alittaminen edellyttäisi erittäin kalliita tai maisemaa pilaavia melusteitä tai muita kohtuuttomia ratkaisuja, voidaan asuntoalueiden joillakin osilla hyväksyä 55 dB:n ylittyminen mutta ei yleensä yli 60 dB:ä. [Teiden suunnittelu V 3 Melusteet.]

Taulukko 27. Valtioneuvoston yleiset melutason ohjearvot (993/1992).

	Päivällä klo 7–22	Yöllä klo 22–7
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	50dB 1) 2)
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB3)

1) Uusilla alueilla melutason yöohjearvo on 45 dB.

2) Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.

3) Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.

Mitattu melutaso

Melualueet määritetään laskemalla. Laskelmissa käytetään uusinta tieliikennemelun laskentamallia. Maastossa tehtävissä melumittauksissa paikasta, säästä ja liikennemäärästä aiheutuvat vaihtelut ovat niin suuria, että yksittäisiä mittaustuloksia ei voi käyttää yksinään arvioinnin lähtökohtana. Vuoden 1997 lopussa uusien laskentamallien pohjoismaisen tieliikennemelumallin kolmas versio.

Laskennallinen melutaso

Melun leviäminen ympäristöön voidaan todentaa mittaamalla melu häiriintyvissä kohteissa tai käyttämällä melunleviämislaskentamalleja. Hiljaisten päällysteiden tapauksessa käytetään Tieliikennemelun laskentamallin (Ympäristöministeriön Ohje 6/1993) lisäksi korjausta, joka on esitetty Tiehallinnon julkaisussa Tietoa tiensuunnitteluun nro 75.

Melusteiden tarkoituksena on vaimentaa melua suojustavassa kohteessa. Saavutettava vaimennus riippuu melusteiden sijainnista, korkeudesta, pituudesta ja suojustavan koh-

teen sijainnista ja korkeudesta. Meluesteen rakenteen vaikutus vaimennukseen on erittäin pieni, kun tietty vähimmäistaso on saavutettu. Jos esteessä on 200 mm:n korkuinen rako, vaimennus on 1–2 dB ennustettua pienempi alle 20 m:n etäisyydellä meluesteestä ja noin 0,5 dB ennustettua pienempi kauempana.

5.3.2 Päällysteen melu

Päällysteen pintakarkeus (lisääntyy kulumisen myötä), avoimuus ja pinnan vauriot vaikuttavat ajoneuvon renkaan ja päällysteen kosketuspinnassa syntyvään meluun ja sen leviämiseen. Väylän meluisuuteen vaikuttavat lisäksi mahdolliset melun torjumiseksi rakennetut meluesteet.

Usein sanotaan, että rengasmelun osuus henkilöajoneuvojen melusta on merkittävä yli 50 km:n/h nopeuksilla, kun ajetaan kolmesta suuremmilla vaihteilla, ja sekarakenteisen liikennevirran melusta sen merkitys on selvä viimeistään yli 80 km:n/h nopeuksilla. Autot ovat hiljentyneet, ja sen vuoksi alhaisemmilla nopeuksilla kuin 50 km/h rengasmelu voi olla merkittävää, varsinkin karkeilla tai epätasaisilla päällysteillä, kuten nupukivipäällysteillä.

HILJA-projekti (Hiljaiset päällysteet tuotevaatimukset ja mittarit) päätyi suosittamaan päällysteen meluominaisuuksien mittaamiseksi kahta menetelmää: SPB-menetelmä eli ohitusmelu (ISO 11819-1 CEN/TC 227 WI 116/1) ja CPX- eli vaunumittausmenetelmä (ISO/CD 11819-2) tien pinnalta. Uusina kaikki päällysteet ovat hiljaisempia, joten melumittaukset suositellaan tehtäväksi vasta meluominaisuuksien vakiinnuttua eli ensimmäisen talven jälkeen.

HILJA-projektissa määriteltiin ”hiljaisen päällysteen” kriteeriksi (0–60 km:n/h väylillä), että sen tulee vähentää liikennemelutasoa SPB-menetelmällä mitattaessa 3 dB(A)max tai 4 dB(A)eq CPX-menetelmällä mitattaessa referenssipäällysteeseen (SMA16) verrattuna. Normaalilla SMA16-päällysteellä keskimääräinen melutaso on SPB-menetelmällä mitattaessa 75,5 dB(A)max ja CPX-menetelmällä mitattaessa 92,5 dB(A)eq. Eli hiljaisen päällysteen raja-arvoiksi 50–60 km:n/h teillä on määritelty SPB-menetelmällä mitattaessa 72,5 dB(A)max ja CPX-menetelmällä mitattaessa 88,5 dB(A)eq. Melu mitataan päällystystyötä seuraavana kesänä päällysteen meluominaisuuksien vakiinnuttua.

Kannattaa muistaa, että vaikka ei vaadittaisi erityisen hiljaista päällystettä, niin voidaan vaatia, että päällyste ei saa olla erityisen meluisa.

Taulukko 28. Melurajat (dB).

Mittausmenetelmä	Hiljainen	Normaali
SPB	72,5	75,5
CPX	88,5	92,5

Todentaminen voidaan tehdä referenssitietojen pohjalta.

Referenssitietojen käyttö on yksinkertaista. Pelkkää referenssitietoa käytettäessä on hyvä edellyttää hyväksyttyä tuotetta ja laadunvarmistusjärjestelmää. Referenssitietojen edustavuus pitää varmistaa eli se, että aikaisemmat kokemukset ovat olleet vastaavilta kohteilta. Mikäli raaka-aineet tai työn laatu muuttuvat, eivät ominaisuudet ole välttämättä samat. Jos tilaajalla on epäily, ettei haluttuja ominaisuuksia saavutettu, joudutaan tekemään melumittauksia.

Takuuajan seurantaan perustuva, 1–3 vuoden takuu aika

Toteutunut laatutaso on selkeästi todennettavissa. Haittana on urakoitsijan riskin ja hintojen kasvaminen, koska kokemukset ovat vielä vähäisiä.

Kuntovastuu-urakka, 6–12 vuoden takuu aika

Kaupunkiolosuhteissa käyttö hankalaa, koska kohteet ovat pienehköjä ja olosuhteet saattavat muuttua vastuuajana oleellisesti mm. rakentamistoimenpiteiden takia.

Tekniset vaatimukset

Meluisimpia päällysteitä voidaan rajata myös tietyillä teknisillä vaatimuksilla eli esim. rajaamalla massan suurimaksi raekooksi 11 mm.

5.3.3 Melusteet

Melusteilla pyritään tarvittaessa alentamaan ympäristöön leviävä melu tasoltaan hyväksyttävälle tasolle. Saavutettava vaimennus riippuu melusteen sijainnista, korkeudesta ja pituudesta sekä suojattavan kohteen sijainnista ja korkeudesta. Melusteen rakenteen vaikutus vaimennukseen on erittäin pieni, kun tietty vähimmäistaso on saavutettu.

Melusteiden tulee olla turvallisia (ei törmäysvaaraa, osien irtoamista tai valon heijastuvuutta) sekä ääntä eristäviä ja absorboivia (ei heijasta ääntä takaisin tielle). Melusteiden tulee säilyttää melua pienentävät ominaisuutensa sääräsituksista, liasta, pölystä ja muista niihin kohdistuvista kuormituksista (esim. lumen aurauksesta) huolimatta koko niiden käyttöiän ajan.

Meluesteen on tarvittaessa kyettävä toimimaan myös kaiteena. Tarvittaessa meluesteen ulkonäön on oltava myös muunneltavissa. Perustuksille perustetut meluesteet eivät saa menettää ulkonäköään perustusten painumisen tai routimisen johdosta.

Liikenteestä aiheutuvaan meluun voidaan vaikuttaa myös päällysteen valinnalla (katso kohta väylä, melu).

Eristävyys

Meluestetuotteiden eristävyys osoitetaan EN 1793-2:n mukaisella laboratoriomittauksella. Meluestetuotteita ostettaessa eristävyysvaatimus luokitellaan standardin EN 1793:1997 osan 2 mukaisesti:

- luokka B3: vähintään 25 dB
- luokka B2: vähintään 15 dB
- luokka B1: vähintään 5 dB.

Yleensä määrätään, ettei eristävyys saa heikentyä valitun vaativuustason alle meluesteen käytön aikana esimerkiksi rakoilun vaikutuksesta. Tavallisimmin eristävyyslukuvaatimukseksi valitaan 25dB.

Absorptio

Äänen imevyys mitataan EN 20354:1993:n mukaisesti laboratoriossa. Tuloksena on äänen absorptioluku DL. Sen suuruus on EN 1793:1997 (Road traffic noise reducing devices – Test method for determining the acoustic performance) osan 1 (Intrinsic characteristics – Sound absorption) mukaisissa luokissa vähintään seuraava:

- A0 = ei testattu
- A1 1–3 dB
- A2 4–7 dB
- A3 8–11 dB
- A4 vähintään 12 dB.

Luokan A3 tai A4 mukaista meluestettä tai tukimuurin pinnoitetta tulisi käyttää seuraavissa tapauksissa:

- a) vilkasliikenteisen ajoradan ja meluesteen välissä on kevyen liikenteen väylä
- b) tien toisella puolella on meluseinä, seinä tai tukimuuri, ja välimatka on alle 15 kertaa seinien korkeus
- c) kulkuaukon kohdalla, kun käytetään limitystä
- d) tien vastakkaisella puolella on asutusta, jonka melua heijastava melueste lisäisi
- e) tunnelissa.

Luokan A2 meluesteitä ei pidetä varsinaisena ääntä imevänä meluesteenä edellä mainituissa tapauksissa. Niistä voi kuitenkin olla hyötyä muissa kohteissa.

Diffraktio

Diffraktio tarkoittaa äänen taittumista esteen yläreunassa joka suuntaan. Meluesteen tehoa voidaan parantaa käyttämällä esteen yläreunassa äänen taittumista vähentävää rakennetta, joka estää kulkeutumisen esteen ympäri ja ohi. Vaatimuksia ei ole täsmennetty.

Turvallisuus

Auton törmäys

Tapauskohtaisesti voidaan vaatia, että melueste toimii kuten kaide. Toiminta tutkitaan EN 1317-2:n mukaisella törmäyskokeella. Joskus voidaan vaatia, että törmäyksen pitää olla autossa oleville turvallinen mutta auto saa mennä meluesteen läpi. Turvallisuus osoitetaan törmäyskokeella.

Osien putoaminen

Erityisesti risteys sillat: Melueste voidaan suunnitella siten, ettei siitä irtoa auton törmäyksessä suuria paloja tai palojen putoaminen estetään varmuusköysin, ketjuin tai verkoin. Varmuusköysien on kestävä nelinkertaisena sen varaan jäävien osien paino. Palojen koko ja määrä selvitetään myöhemmin valmistuvan EN 1794-2 B:n mukaan 500 Nm:n tai 6 000 Nm:n heilurikokeen avulla.

Häikäisy ja läpinäkyvyys

Meluesteelle voidaan asettaa standardien EN 1794-2 E ja F mukaisia valon heijastumista ja läpinäkyvyyttä koskevia vaatimuksia. Ajovaloja tai auringonvaloa voimakkaasti heijastavia pintoja on vältettävä.

Kestävyys

Kestoikä

Toimivuusvaatimus: Meluesteen tukirakenteiden tulee kestää ilmastoa vähintään 30 vuotta, ellei muuta sovita. Akustisten elementtien kestoikä on 15 vuotta, ellei muuta sovita.

Todentaminen: Kestoikä osoitetaan materiaalikohtaisin standardein tai käyttökokemuksin samanlaisesta pienilmastosta ja olosuhteista. Joskus voidaan käyttää nopeutettua ilmatorasituskoetta. Myös materiaalien yhteensopivuus on osoitettava.

Tuulikuorma

Toimivuusvaatimus: Tuuli ei saa murtaa tai taivuttaa liikaa meluseinää.

Todentaminen: Tuulikuorma lasketaan standardien SFS-ENV 1991-2-4 (tai Suomen rakennusmääräyskokoelman osan B2/1983) mukaisesti. Standardin EN 1794-1 liitteen A mukaan meluesteen tukipilari ei saa taipua enempää kuin on pilarin korkeus maanpinnasta jaettuna 150:llä. Perustusten sallittu siirtymä määrätään tapauskohtaisesti. Kuormat eivät saa 1,5-kertaisinakaan aiheuttaa vaurioita rakenteisiin.

Aurauslumikuorma

Jos meluesteen etäisyys aurattavasta tiestä on alle 7 m, aurauksessa lentävän lumen aiheuttama kuorma voi olla suurempi kuin tuulikuorma. EN 1794-1 E:n mukaan aurauskuorman suuruus on aurausnopeudella 60 km/h 15 kN ja aurausnopeudella 50 km/h 10 kN, kun etäisyys tien reunasta on 1–4 m. Kuormat pienenevät 2,5 kN aina etäisyyden kasvaessa yhden metrin 4 m:stä eteenpäin. Aurauskuorma jakaantuu tasan 2 m x 2 m:n alalle, jonka yläreunan korkeus tien pinnasta on enintään 2,5 m. Epäedullisin kuorman sijainti määrää. Aurauskuorma ei saa aiheuttaa vaurioita rakenteisiin. Jos meluesteen etäisyys aurattavasta alueesta on alle 1 m, meluste pitää mitoittaa tapauskohtaisesti. Aurauskuorma ei esiinny yhtä aikaa tuulen kanssa.

Toimivuusvaatimus: Aurauskuorma ei saa aiheuttaa vaurioita rakenteisiin.

Todentaminen: Aurauskuorma lasketaan.

Palonarkuus

Meluesteen yhdistäessä kaksi rakennusta toisiinsa tai muutenkin tapauskohtaisesti voidaan vaatia, että meluste on palamaton tai paloa hidastava. Ominaisuus voidaan testata polttamalla EN 1794-2 A:n mukainen korillinen lastuja meluesteen vieressä. Palokoe vastaa heinikko tai penssaikkopaloa. Lisäksi voidaan rajoittaa palamistuotteiden laatua, esimerkiksi klooriyhdisteitä.

Toimivuusvaatimus: meluste on palamaton tai paloa hidastava.

Todentaminen: poltetaan EN 1794-2 A:n mukainen korillinen lastuja meluesteen vieressä.

Iskunkestävyys

Toimivuusvaatimus: aurauksesta lentävää jääpala tai pikkulasten heittämä kivi ei saa aiheuttaa suurempaa vahinkoa.

Todentaminen: Pistemäinen 30 Nm:n isku ei saa EN 1794-1 C:n mukaan aiheuttaa pientä lommaa tai halkeamaa suurempaa vahinkoa. Isku kuvaa aurauksesta lentävää jääpalaa tai pikkulasten heittämää kiveä. Kylmähauraat materiaalit testataan –20 °C:n lämpötilassa.

Oma, veden ja lumen paino

Meluesteen on kestettävä EN 1794-1 B:n mukainen oma ja siihen kertyvän veden ja lumen paino murtumatta tai taipumatta liikaa.

Materiaalit, päästöt ja hävittäminen

Meluesteen sisältämät materiaalit ovat vaadittaessa kuvattava EN 1794-2 C:n mukaisesti yleisin materiaalinimikkein. Myrkyllisistä palamiskaasuista ja rakentamisen ja käytön aikana irtoavista haitallisista aineista on varoitettava. Pyydettyessä on annettava selvitys käytetyn meluesteen hävittämistä tai uusiokäyttömahdollisuuksista.

Ulkonäkö

Melueste ei saa olla vaurioista, ilkvallasta tai ym. syistä epäesteettisen näköinen.

Tuotehyväksyntä

Tiehallinto julkaisee listaa markkinoilla olevista meluestetuotteista, jotka täyttävät seuraavat Tiehallinnon ohjeen Teiden suunnittelu V 3 Meluesteet [B] mukaiset laatuvaatimukset:

- äänen eristävyys
- äänen absorptio
- tuulikuormankestävyys
- aurauslumikuormankestävyys
- ulkonäön muunneltavuus
- mahdolliset muut ominaisuudet.

5.3.4 Tärinä

Ennen rakentamista on tarvittaessa selvitettävä liikennetärinä. Se ei saa aiheuttaa vauriota rakennukselle eikä kohtuutonta häiriötä rakennuksessa oleville ihmisille [Rakentamismääräyskokoelman B3, 2003, Ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista].

Tärinän suuruuteen vaikuttavat maalaji, tienpinnan tasaisuus, etäisyys tiestä, rakennuksen perustamistapa sekä raskaiden ajoneuvojen määrä ja nopeus. Maankäytön ja liikenneväylien suunnittelulla pyritään estämään haitallisen tärinän syntymistä.

Tien aiheuttaman ympäristöön leviävän tärinän arvioitiin ei ole olemassa yleisesti käyttöön otettuja arviointimenettelyjä. Leviäminen voidaan arvioida käyttäen yleisiä geometrisen tärinän vaimentumisen etäisyysfunktioita ja mittaamalla maanpinnassa vaikuttavan tärinän amplitudi vähintään yhdessä pisteessä. Tärinän amplitudin pienentymisen tiestä etäännyttäessä voidaan olettaa tapahtuvan tasaisissa pohjasuhteissa (vaakasuuntaisissa, jatkuvissa maakerroksissa) noudattaen pinta-aallon vaimentumisfunktiota (Pintaeli Rayleigh-aallon vaimentuminen on kääntäen verrannollinen etäisyyden neliöjuureen), jolloin leviämistä voidaan arvioida mm. soveltaen Madhusin menetelmän [Madhus et al. 1996, Törnqvist & Nuutilainen 2002] periaatteita. Arviointi edellyttää asiantuntijaa.

Tärinän suuruus voidaan mitata rakennusten vaurioriskin sekä ihmisen viihtyvyyden arvioimiseksi. Mittauksen rakennusten vaurioiden arvioimiseksi voidaan tehdä rakenteen kantavista seinä- tai perustusrakenteista tavanomaista, mm. räjäytystärinän mittaamiseen soveltuvia mittaustekniikoita käyttäen. Kansallisia käyttöön vahvistettuja raja-arvoja ei Suomessa ole. Rakennusten vaurioitumiseen riski on olemassa tärinän amplitudin (heilahdusnopeuden hetkellisen maksimin) ylittäessä arvon 2–3 mm/s. Hyväkuntoisilla rakennuksilla vaurioitumista ei yleensä esiinny tärinän ollessa alle 8–10 mm/s. Vaurioitumisriski arvioidaan rakennuskohtaisesti asiantuntijan toimesta ottaen huomioon rakennuksen dynaamiset ominaisuudet, käytetyt rakennusmateriaalit, tärinän välittymistapa maapohjasta rakennukseen, leviäminen rakennuksessa jne.

Ihmiseen kohdistuva tärinä mitataan asuin- tai oleskelutiloista noudattaen norjalaista standardia NS 8176 (1999) taikka kansainvälistä standardia ISO 2631-2 (2003). Kansallista mittaustapaa ihmisen kohdistuvan tärinän mittaamiseksi ollaan laatimassa v. 2004 em. standardien pohjalta. Suositeltavia raja-arvoja ollaan asettamassa niin ikään vuoden 2004 aikana.

5.3.5 Pölyämättömyys

Liikenteen tai tuulen väylän pinnasta nostattama pöly ei saa aiheuttaa merkittävää haittaa liikenteelle tai muulle katu- tai tiealueella tapahtuvalle toiminnalle eikä ympäristön maankäytölle tai kasveille. Päällystetyillä väylillä todentaminen tehdään silmämääräisesti.

Soraväylillä todentaminen tapahtuu silmämääräisesti. Pölyhaittaa arvioidaan henkilöauton ajonopeudella 60 km/h nostattaman pölyn perusteella. Sorateiden pintakuntoa inventoidaan luokitteluasteikolla. [Sorateiden kulutuskerroksen kuntoluokitus, Tielaitos 1993a.]

5.3.6 Uusiokäyttö ja kierrätettävyys

Kunnossapitotöissä ei pidä käyttää materiaaleja, jotka haittaavat päällysteen myöhemmää uusiokäyttöä ja kierrätettävyyttä. Myös muut mahdolliset myöhemmän käytön vaatimukset, kuten materiaalien kestävyys, pitää ottaa huomioon. Vaatimus todennetaan asiantuntijalausunnolla.

5.4 Viihtyisyys

5.4.1 Päällysteen ulkonäkö

Väri

Päällysteen ja merkintöjen väri mitataan värimittarilla SFS-EN 1436 (C). Vaatimus voidaan esittää alueena värikoordinaatistossa.

Muut ominaisuudet

Päällysteelle voidaan asettaa muita ulkonäköön vaikuttavia vaatimuksia, kuten kuviollisuus. Käytännössä vaatimukset asetetaan teknisin vaatimuksin, esim. vaaditaan käytettäväksi nupukiveä.

Ulkonäköön vaikuttaa myös päällysteen homogeenisuus.

5.4.2 Reunatuet ja pintamateriaalit

Rakenteiden, laitteiden ja varusteiden tulee olla ehjiä, siistejä ja käyttökunnossa, jotta ne toimivat käyttötarkoituksessaan ja ovat turvallisia.

Reunatuet

Korjaustarve

Korjaustarve on esitetty julkaisussa *Teiden suunnittelu V, Tiehen kuuluvat laitteet 5, Reunatuet* [Tiehallinto 1997c].

Ulkonäkö

Rikkoontuneiden reunamatukimateriaalien tilalle on hankittava uutta materiaalia ja sen tulee olla samaa (väri, kivityyppi, käsittely) kuin alkuperäinen reunatukimateriaali.

Asennuksessa sallittuja mittapoikkeamia on julkaisuissa *TYLT Kovat pintaverhoustyöt, sadevesikourut, reunatuet ja sorapinta* ja *Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02*.

Kestävyys

Lujuusvaatimukset luonnonreunakiville on esitetty *standardissa SFS4159/EN 1343* ja betonisille reunakiville *standardissa prEN 1340 (vaatimus säänkestävyysluokka 2/B ja taivutuslujuusluokka 2/T)*.

Tekniset määräykset

Teiden suunnittelu V, Tiehen kuuluvat laitteet 5, Reunatuet, 1997
TYLT Kovat pintaverhoustyöt, sadevesikourut, reunatuet ja sorapinta
Taajamapäällysteet ja reunatuet [Tiehallinto 1997a]
Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02.

Pintamateriaalit

Tekniset määräykset

TYLT Kovat pintaverhoustyöt, sadevesikourut, reunatuet ja sorapinta
Taajamapäällysteet ja reunatuet [Tiehallinto 1997a]
Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02
Ulkotilojen luonnonkivien tasokiveys-päällysteen suunnittelu- ja laatuohje (2001)
Betoni- ja luonnonkivituotteet päällysterakenteena SKTY 14/1997.

5.4.3 Tienvarsikalusteet

Tienvarsikalusteiden kunto arvioidaan seuraavilla kriteereillä: vaurioituneisuus, puhtaus, yleisilme. *Tienvarsikalusteiden kuntoluokituksessa [Tielaitos 1994a]* on viisi kuntoarvoa, jotka määräytyvät arviointikriteereistä heikoimman mukaan silmämääräisesti.

Toimivuusvaatimus: Kalusteiden ja varusteiden tulee olla ehjiä, siistejä ja käyttökunnossa, jotta ne toimivat käyttötarkoituksessaan ja ovat turvallisia.

Todentaminen tapahtuu silmämääräisesti vertaamalla vallitsevaa tilannetta esimerkiksi Tiehallinnon tienvarsikalusteiden kuntoluokituksen kuvastandardiin tai kalusteen tai varusteen valmistajan ohjeiden mukaan.

5.4.4 Roska-astioiden täyttöaste ja siisteys

Roska-astioiden tulee olla siistejä ja käyttökunnossa. Astioiden täyttöasteen tulee olla alle 80 %. Astiat eivät saa aiheuttaa esteettisiä haittoja.

Todentaminen: silmämääräisesti.

5.4.5 Tie- ja katuympäristön likaisuus ja roskaisuus

Toimivuusvaatimus: Tie- tai katualueen yleisilmeen tulee olla puhdas ja roskaton. Havaittavissa ei saa olla merkittävästi ympäristöä rumentavaa tai käyttöä haittaavaa likaisuutta tai roskaisuutta.

Todentaminen: alueiden siisteys arvioidaan silmämääräisesti vertaamalla vallitsevaa tilannetta Tiehallinnon puhtaanapidon kuntoluokituksen kuvastandardiin. Vaadittu siisteystaso tulee saavuttaa keväällä kolmen viikon kuluessa lumien sulamisesta, minkä jälkeen siisteys ylläpidetään kohteen luonteen ja/tai kunnossapitoluokan mukaan määräytyvässä toimenpiteessä, joka voi vaihdella esimerkiksi yhdestä vuorokaudesta kahteen viikkoon.

5.4.6 Tie- ja katuympäristön kasvit

Nurmen pituus

Toimivuusvaatimus: nurmikon yleisilmeen tulee olla siisti ja hoidettu. Nurmikon pituuden tulee olla 4–25 cm kp-luokan mukaan [Kuntaliitto, 2003]. Esteiden ympärökset eivät saa olennaisesti poiketa alueen yleisilmeestä [Jyväskylän kaupunki, 2002].

Todentaminen: mittaamalla ja silmämääräisesti.

Tekninen vaatimus: nurmikko leikataan x kertaa kesässä.

Täydentäviä ohjeita on julkaisussa Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset, osa Viherrakenteet [TIEL 2212400-98] sekä Vihertyöt tieympäristössä [TIEL 2150003-98].

Vesakon pituus

Toimivuusvaatimus: vesakko ei saa haitata näkyvyyttä eikä liikenneturvallisuutta. Tien varsien yleisilmeen tulee olla hoidettu. Vesakon suurin sallittu pituus sisäluiskassa, ojassa ja ulkoluiskassa 0,5 m:n etäisyydellä ojan pohjasta on 1 m.

Todentaminen: mittaamalla ja silmämääräisesti.

Istutusten ja luonnonkasvustojen elinvoimaisuus ja ominaispiirteet

Toimivuusvaatimus: kasvien tulee olla elinvoimaisia ja niiden lajinmukaisten ulkoisten (visuaalisten) ominaisuuksien tulee olla havaittavissa. Esimerkiksi:

- Kasvuston, lehvästön ja kukinnon tulee olla lajille ominainen.
- Kasvit eivät saa peittyä rikkakasveihin tai aluskasvillisuuteen.

Todentaminen: silmämääräisesti.

Viheralueiden suunnitelman- tai luonnonmukaisuus

Toimivuusvaatimus: viheralueen vallitsevat kasvilajit ovat suunnitelman mukaisia tai eistutetulla alueella alueen luonnollisia kasveja.

Todentaminen: silmämääräisesti.

Viherrakenteiden vauriottomuus

Toimivuusvaatimus: viherrakenteissa ei saa olla häiritseviä tai yleisilmettä rumentavia vaurioita.

Todentaminen: silmämääräisesti.

5.5 Käyttöikä ja vaurioriski

5.5.1 Tierakenteen kestävyys

Yleistä

Tierakenteen tulee tarjota liikenteen turvalliselle sujumiselle tasainen pinta tien suunnittelun kestoajan ajan. Tiehen ei saa syntyä kantavuus-, routa- tai painumavaurioita. Tien päällysteen tulee olla myös kulutusta ja ilmastollisia rasituksia kestävä sekä homogeeninen.

Päällysteen tulee suojata sen alla olevia rakennekerroksia veden pääsylvä ja sen aiheuttamilta haitallisilta, tien kestoikää pienentäviltä vaikutuksilta, mm. kantavuuden alentumiselta ja routivuuden kasvulta rakenteeseen pääsevän kosteuden vaikutuksesta. Tämä edellyttää päällysteeltä itseltään vedenkestävyyttä, pakkasenkestävyyttä ja tasalaatuisuutta.

Väylän kestävyden (ominaisuuksien säilyminen) toteaminen voidaan tehdä usealla tavalla:

- seuraamalla kohdetta niin kauan, että kunto saavuttaa hylkäämisrajan
- seuraamalla kuntoa osan aikaa (takuu aika) ja päättelemällä kunnan kehityksen perusteella hylkäämisrajan saavuttamiseen kestävä aika
- mitoituksella eli määrittelemällä käyttöikä epäsuorasti rakennetietojen, käytettyjen materiaalien tietojen (mittausten ja laboratoriokokeiden), tuotehyväksyntätietojen ym. perusteella.

Selkeä tapa kestävyuden varmistamiseksi on takuu aika. Normaalit takuuajat eivät kuitenkaan yleensä ole niin pitkiä, että ne kattaisivat koko rakenteen ja siinä käytettyjen materiaalien elinkaaren. Tämän takia tarvitaan tien pinnalta mitattavien toimivuusvaatimusten lisäksi tai sijasta rakenneosille vaatimuksia, jotka on asetettu mitoituksen perusteella. Rakenneosan odotettavissa olevan kestoajan kasvaessa mitoituksella osoitettavien vaatimusten osuus kasvaa varsinkin, mitä syvemmälle tierakenteessa mennään. Kun laatu osoitetaan mitoituksella, on tärkeää, että seurataan työn laatua ja että urakoitsija on käyttänyt luvattuja materiaaleja ja rakennekerroksia.

Usein eräiden kuntomuuttujien käyttöikä on vaikea ennustaa, joten mitoituksessa tyydytään arvioimaan vaurioriskiä. Mitoitusta käytetään pinnalta mitattavien toimivuusvaatimusten sijasta, kun

- takuu aika muodostuisi ylipitkäksi ja siten urakkahintoja liikaa korottavaksi
- normaalin takuuajan aikana voi tapahtua muita toimenpiteitä (erityisesti kaupunkeissa)
- ominaisuuden mittaaminen on hankalaa (kapeat kadut) tai epätarkkaa (vähäiset muutokset)
- mittauskustannukset suhteessa hankintahintaan ja riskeihin nousevat suuriksi.

Esimerkiksi vähäliikenteisemmällä väylällä uran muodostus on hidasta, joten sen mittaamiseen liittyy ongelmia. Sen sijaan voidaan asettaa vaatimukset päällystemassan kulumiskestävyydelle esim. SRK-arvona.

Kestävyuden todentaminen takuuajalla

Pituussuuntainen tasaisuus

Pituussuuntainen epätasaisuus muuttuu yleensä hitaasti, ellei epätasaisuus synny roudasta tai painumista. Sen sijaan päällystystyössä voi esiintyä työvirheitä, jotka aiheuttavat epätasaisuutta ja ehkä myöhemmin vaurioita. Sen vuoksi uusille päällysteille on asetettu vaatimuksia.

Taulukko 29. Uuden päällysteen IRI4- ja IRI-tasaisuusvaatimukset pituussuunnassa (PANK-5207) [Asfalttinormit 2000].

SUURIN SALLITTU EPÄTASAISUUS*) (mm/m)					
Mo- ja Mol-tiet		Muut 2-ajorataiset sekä valta- ja kantatiet		Muut yleiset tiet	
IRI4	IRI	IRI4	IRI	IRI4	IRI
1,0	1,4	1,1 (1,3)	1,6	1,2 (1,4)	1,8

Taulukko 30. Uuden päällysteen laatusuositus katuluokittain tasaisuudelle [Asfaltti-päällysteiden valintaohje 2000, Kuntaliitto 1996b].

	Katuluokka	Tasaisuus IRI4/3 m:n oikolauta
1	Erittäin raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu	1,2/4
2	Raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu	1,2/4
3	Pääkatu, kokooja- tai vilkasliikenteinen kerrostaloalueen asuntokatu	1,4/4
4	Asuntokatu tai pientaloalueen kokoojakatu, raskaiden ajoneuvojen pysäköintialueet	-/8
5	Pientaloalueen asuntokatu, huoltoliikenteen väylät, henkilöautojen pysäköintialueet	-/8
6	Jalkakäytävät, pyörätiet, puistotiet	-/8

Poikkisuuntainen tasaisuus

Urautumisenopeus todetaan takuuajan mittauksilla. Viime aikoina tavallinen takuu-aika uramittauksessa on kolme vuotta. Urakkamuodosta riippuen urakoitsija lupaa tiettyä urautumisenopeutta tai tilaaja määrittää enimmäisnopeuden (urasyvyyden takuuajan lopussa).

Takuuajan käytössä voi aiheutua muutamia ongelmia. Urien syyt voivat olla alemmissä rakennekerroksissa. Jos tehdään pelkästään uusi päällyste (urakoitsija ei voi vaikuttaa rakenteeseen), on riski, että myös muissa rakennekerroksissa voi muodostua uraa.

Lisäksi urien muodostuminen voi olla sen verran hidasta, että sen arvioiminen on epätarkkaa normaalisti käytettyjen takuu-aikojen puitteissa. Käytännössä se on mahdollista vilkkailla väylillä. Esim. Hki-Tampere-moottoritieellä (poikkileikkauksen kvl noin 35 000 ajon./vrk, 4 kaistaa) yhden talven kuluminen on ajokaistalla noin 2 mm talvessa normaalilla hyvällä päällysteellä. Helsingin Pohjoisrannassa (poikkileikkauksen kvl noin 32 000 ajon./vrk, 4 kaistaa) kokonaisurautuminen oli 8 mm kolmessa vuodessa sisältäen alku-uran.

Mittausten tekeminen voi olla myös kallista ja hankalaa. Kunnissa katuverkon mittauksista hankaloittavat pysäköidyt autot (varsinkin asuntokaduilla), ja muilla kuin pääkaduilla urautumisenopeus on pieni.

Urasyvyyteen vaikuttaa kulumisen lisäksi kulutuskerroksen ja koko rakenteen deformaatio. Jos halutaan erottaa urasyvyydestä vain kulumisen vaikutus (poistaa deformaation osuus), tie mitataan kaksi kertaa vuodessa (syksyllä ja keväällä). Kulumista tapahtuu pääasiassa nastarengasaikana, joten se saadaan lasketuksi syksyn ja kevään tuloksien erotuksena.

Uuden päällysteen alku-uravaatimus (takuu aika 3–6 viikkoa) on myös osoitus päällystyttyön onnistumisesta ja deformaatiokestävyydestä. Sitä olisi hyvä käyttää nykyistä laajemmin eikä pelkästään vilkkaimmissa kohteissa.

Toimivuusvaatimus: Uuden päällysteen alku-ura Asfalttinormien 2000 ja lisälehden 2003 mukaisesti (suhteitusluokissa A ja B).

Toimivuusvaatimus: Asfalttinormien 2000 ja lisälehden 2003 mukaisesti kaikissa kohteissa liikennemäärästä riippumatta.

Toimivuusvaatimus: x mittaisen takuuajan päätteessä urasyvyys ei saa ylittää y mm.

Todentaminen: 3 m:n oikolauta: 3 m:n oikolauta PANK 5102, 3 m:n oikolauta, lankaura: Profilometri (PANK 5105), lankaura, PTM-auto (PANK 5208).

Uudet päällysteet

Taulukko 31. Uuden päällysteen tasaisuusvaatimus poikkisuunnassa (alku-uran syvyys) suhteitusluokissa A ja B (menetelmä PANK 5102, 5105, 5202 tai 5204) [Asfalttinormit 2000].

	Yksittäisen 100 m:n keskiarvo*)	Koko kohteen keskiarvo*)
Alku-uran syvyys (mm)	4	3

Taulukko 32. Uuden päällysteen tasaisuusvaatimukset pituus- ja poikkisuunnassa 3 m oikolaudalla (PANK 5102) [Asfalttinormit 2000].

Rakenne	Suurin sallittu epätasaisuus (mm)	
	Tiet ja kadut	Erityisliikennealueet
Kulutuskerros, kun sen alusta on sidottu ja tasattu	4	8
Kulutuskerros muulloin ja sidekerros sekä tasaus	6	12
Kantava kerros, sidottu	8	20

Joskus on tarpeen erottaa deformaation osuus urautumisesta. Pintamittauksia käytettäessä joudutaan pinnan profiilit mittaamaan kaksi kertaa vuodessa (keväällä ja syksyllä), jotta nastarengaskulumien osuus kokonaisdeformaatiosta voidaan poistaa.

Rakennekerroskohtaiset deformaatiot voidaan todentaa, jos rakenne instrumentoidaan etukäteen. Instrumentoimattomien rakennekerrosten deformaatioiden määrittäminen on vaikeaa avatustakin rakenteesta, jos deformaatiot ovat pieniä.

Rakennekerroskohtainen deformaation todentaminen voidaan tehdä:

- käyttäen pyörrevirtamittausta sidottujen kerrosten deformaatioiden määrittämiseen (mittausulottuma 0–300 mm).
- käyttäen painumaletkutekniikkaa muiden kerrosten deformaatioiden mittaukseen (kaikki kerrokset, pohjamaan pintaan asti).

Todentamismenettelyt palvelevat tilaajan tarpeita mutta myös pää- ja aliurakoitsijoiden tarpeita, jos deformaation tarkempi paikka rakenteesta on myöhemmin selvitettävä.

Todentamismenetelmiä on kehitetty Tekes-projektissa ”Deformaation vähentäminen tien päällysrakenteita kehittämällä”.

Vaurioituneisuus

Suomessa mitoitusikä on tyypillisesti 20 vuotta. Normaalisti käyttäytyvän rakenteen vaurioitumista alkaa ilmetä vasta pitkälti mitoitusiän puolenvälin jälkeen. Rakenteen vaurioitumista on erittäin vaikeaa todentaa – tai edes arvioida mittauksin – tätä lyhempänä aikana. [TPPT Menetelmäkuvaus 17. Kuormituskestävyyden mitoitus – päällysrakenteen väsyminen.] Näin ollen pelkkään takuuajaa perustuva kuormituskestävyyden varmistaminen johtaisi useassa tapauksessa epärealistisen pitkään seuranta-aikaan.

Sen sijaan väärin materiaalien ja työvirheiden aiheuttamat vauriot ilmenevät melko nopeasti, jolloin takuuajan käyttö on järkevää (esim. 3–5 vuotta).

Esimerkki toimivuusvaatimuksesta: työ- ja materiaalivirheistä johtuvia vaurioita ei saa esiintyä takuuajana.

Todentaminen: silmämääräinen tarkastelu

Kantavuus, BCI-arvot

Kun kohteen suunnittelu ja rakentaminen annetaan rakentajan vastuulle, tilaaja yleensä haluaa varmistua rakenteen kunnosta rakentamisen jälkeen. Tilaaja voi esimerkiksi asettaa tietyille valmiista rakenteesta tehtäville mittaustuloksille tavoitearvoja, jotka rakentaja pyrkii saavuttamaan suunnitteleamalla rakenne näitä vastaavaksi. Yleisesti käytettyjä tavoitearvoja ovat pudotuspainolaitteen mittaustuloksista laskettu kantavuus tai tietyt BCI-arvot. Kunnostettavalle kohteelle annetaan tavoitearvo (esim. kantavuus) useimmi-

ten tapauskohtaisesti. Ohjeellisina arvoina voidaan käyttää Tiehallinnon Teiden suunnittelu -ohjeen kantavuusarvoja.

Ongelmaksi tällaisessa menettelyssä saattaa muodostua tilanne, jolloin suunnittelussa käytetyt tiedot (esim. materiaalien laatu tai pohjaolosuhteet) ja todelliset olosuhteet eivät vastaakaan riittävästi toisiaan. Tällöin eivät suunnitteluvaiheessa lasketut tavoitearvot ja mitatut arvot vastaakaan toisiaan ja erojen syyt saattavat olla hankalasti selvitettävissä. Usein syynä tilanteeseen on kohteen puutteelliset ennakkotutkimukset ja niiden perusteella virheellisesti arvioidut suunnittelun lähtötiedot.

Lisäksi vertailumenetelmää käytettäessä on syytä muistaa, etteivät pitkälle yksinkertaistetut suunnittelumenetelmät koskaan pysty täysin vastaamaan käytännön olosuhteissa esiintyviä fysikaalisia ja mekaanisia ilmiöitä.

Mitoitukseen perustuva arviointi

Kunnossapitotoimenpiteen suunnittelussa ja mitoituksessa pyritään lopputuotteeseen, joka täyttää tien toimivuusvaatimukset kestoian aikana. Vaurioittavat rasitukset ovat joko kuormitusperäisiä (liikenneperäisiä), ilmastoperäisiä tai painumisesta johtuvia tai näiden yhdistelmiä. Suunnittelun lähtökohtana on käyttöikävaatimus, joka rakenteen on täytettävä.

Sitomattomien kerrosten, erityisesti kantavan ja jakavan kerroksen, tehtävänä on muodostaa päällysteelle niin kantava alusta, että päällysteen alapinnan sallittua taivutusvetojännitystä ei ylitetä. Lisäksi kerrokset jakavat liikenteen kuormat niin laajalle alalle, ettei alusrakenteen sallittuja puristusjännityksiä ylitetä. Sitomattomien kerrosten kiviaineksen on oltava kestävä. Kulutuskestävyys hoidetaan liikennemääriin sopivalla päällysteellä. Kuormien kestävyys varmistetaan kantavuusmitoituksella. Lisäksi edellytetään, ettei sidotuissa kerroksissa esiinny plastista deformaatiota. Sitomattomissa kerroksissa ei saa tapahtua haitallista deformaatiota.

Pituussuuntainen tasaisuus

Tie tulee perustaa ja rakentaa siten, ettei tierakenteessa tai sen alla tapahtuvasta maapohjan painumisesta, routimisesta, tai käytettävistä pohjarakennusratkaisuista tai eristerakenteista johtuen aiheudu tien pintaan haitallista pituussuuntaista epätasaisuutta. Tien pituussuuntaiseen epätasaisuuteen vaikuttaa lisäksi rakenteessa käytettävien materiaalien homogeenisuus.

Poikkisuuntainen tasaisuus

Tien pinta tulee valita siten, että se kestää liikenteestä aiheutuvaa kulumista ja deformaatiota ilman haitallista urautumista valitun kunnossapitajakson ajan. Tien poikkisuuntaiseen tasaisuuteen vaikuttavat lisäksi rakennekerrosten materiaalien deformaation, tien painumat ja routanousut, materiaalien homogeenisuus sekä tien leveys.

Vaurioituneisuus

Liikenteen turvallisen sujumisen varmistamiseksi tierakenteen tulee säilyä mahdollisimman ehyenä koko tien suunnitellun mitoitusajanjakson ajan. Pinnoitteessa ei saa esiintyä eikä siihen saa syntyä sellaisia vaurioita, jotka heikentävät rakenteen muiden osien toimivuutta tai kestävyyttä. Tien vaurioituneisuuteen vaikuttavat päällysteen väsyminen, rakenteen deformaatio, sää ja kuivatusolosuhteet, painuminen, routiminen, materiaalien yhteensopivuus, homogeenisuus jne.

Mitotukset

Käyttöiän ja vaurioriskin määrittämiseksi pitää siis tehdä monia tarkasteluja. Jos mitoitusta käytetään kestävyuden todentamiseen, pitää tilaajan määrätä laskentakaavat. Laskentatavat pitäisi yhtenäistää ja ”virallistaa”.

- Päällyste
 - Kuluminen
 - Deformaatio
 - Vedenkestävyys
 - Pakkaskestävyys
- Kuormituskestävyysmitoitus, kantavuusmitoitus
- Rakenteen deformaatiomitoitus
- Routamitoitus
- Painumamitoitus.

Päällysteen kulumiskestävyys

Päällysteen kulumisnopeutta voidaan arvioida

- SRK-kokeiden (PANK 4209, prEN 12697-16 B) tai Prall-kokeiden (prEN 12697-16 A) perusteella, jotka voidaan tehdä valmiista päällysteestä otetuista näytteistä tai samoista materiaaleista tehdyistä koekappaleista
- materiaalien ja massatyypin perusteella, jossa lasketaan laskennallinen kulumisnopeus (vastaa suunnilleen SRK-arvoa).

SRK ei sovi ohuiden pintausten valmiin päällysteen testaukseen. Jossain tapauksissa voidaan liimata porapaloja yhteen tarpeeksi paksun koekappaleen valmistamiseksi. Prall-laitetta (prEN 12697-16 A) ei ole vielä mainittu asfalttinormeissa. Sen yhteys kulumiseen on vähintään SRK:n tasoa, ja sillä pystytään tutkimaan ohuetkin pintaukset. Prall-testin rajuuden takia se ei sovi kaikille massoille. Päällystemassan tutkimisessa käytetään samoja menetelmiä kuin valmiin päällysteen näytteillä. SRK-laitetta voidaan käyttää laajemmin tällä tasolla, koska tutkittava massa voidaan tiivistää laboratoriossa tarvittavaan näytekokoon.

Päällysteen kulumiskestävyys voidaan arvioida myös raaka-aineiden ja massatyypin perusteella. *Asfalttinormien 2000* muutoksissa (Lisälehti 2003) on esitetty laskennallisen kulumisnopeuden (laskennallisen SRK) kaava, jolla päällysteen kulumiskestävyyttä arvioidaan kiviaineksen kuulamylyarvon ja massatyypin avulla.

Vaatimukset SRK-arvolle ja laskennallinen kulumisnopeudelle (laskennallinen SRK) voidaan asettaa oheisten taulukoiden perusteella.

Taulukko 33. Tiivistetyn asfalttimassojen jako kulumisluokkiin (PANK4209).

Kulumis- luokka	SRK-kuluma (cm³) tai laskennallinen kulumisnopeus
I	≤ 28
II	≤ 37
III	≤ 46
IV	≤ 55

Taulukko 34. Uuden päällysteen laatusuositukset [Asfalttipäällysteiden valintaohje 2000. Suomen kuntaliitto 1999b].

	Katuluokka	Kulumis- kestävyys PANK 4209	Deformaatio- luokka [Asfalttinormit 2000]
1	Erittäin raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu	30	I
2 a	Raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu, raskasta liikennettä	35	I
2 b	Raskaasti liikennöity moottori- tai pääkatu, ei raskasta liikennettä	35	II
3 a	Pääkatu, kokooja- tai vilkasliikenteinen kerrostaloalueen asuntokatu, raskasta liikennettä	35	II
3 b	Pääkatu, kokooja- tai vilkasliikenteinen kerrostaloalueen asuntokatu, ei raskasta liikennettä	45	III
4 a	Asuntokatu tai pientaloalueen kokoojakatu, raskaiden ajoneuvojen pysäköintialueet, raskasta liikennettä		II
4 b	Asuntokatu tai pientaloalueen kokoojakatu, raskaiden ajoneuvojen pysäköintialueet, ei raskasta liikennettä		
5	Pientaloalueen asuntokatu, huoltoliikenteen väylät, henkilöautojen pysäköintialueet		
6	Jalkakäytävät, pyörätiet, puistotiet		

Tekniset vaatimukset

Tilaaaja voi vaatia tiettyä massatyyppeä ja kiviainesluokkaa halutun kulumiskestävyyden. Taulukossa 35 esitetään eri massatyyppeiden laskennallinen SRK-arvo kiviainesluokan ylärajalla (sideaine B70/100). Taulukosta ilmenee, että I-luokan kulumiskestävyys saavutetaan SMA 16 ja SMA20 -päällysteillä käyttämällä I-luokan kiviainesta.

Taulukko 35. Laskennalliset SRK-arvot kiviainesluokan ylärajalla.

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

Kulumis- ja deformaatiokestävyyden vaatimustason asettamiseen tarvitaan tieto ominaisuuden vaikutuksesta kestoikään. Tietoa tästä saa kohteiden aikaisemman päällysteen tai rakenteen ominaisuuksista ja niiden todetusta kestoikästä. Lisäksi päällysteen urautumisen laskemiseksi on tehty malleja ja ohjelmia, kuten tiehallinnon Vaasan piirin käyttämä PCAD-excel-laskentaohjelma. Sen mallit perustuvat ASTO-koeteiden aineistoon (1990–1997). Ohjelma on tehty juuri siihen aikaan, kun mm. kulumiseen vaikuttavissa tekijöissä tapahtui suuria muutoksia. Esim. nastamääräysten takia nastat ovat keventyneet ja siten kulumisen on vähentynyt. Myös mittaustavat ja uran tunnusluku ovat muuttuneet (esim. PTM-auto), joten ohjelmassa käytetyt arvot pitää päivittää.

Kulutuskerroksen deformaatiokestävyys

Bussikaistat, bussipysäkit, liikennevaloalueet ja teollisuusaluekadut ovat esimerkkejä kohteista, joissa on korkeat deformaatiovaatimukset.

Päällystenäytteestä deformaatiokestävyys mitataan jaksollisella virumiskokeella (creep, PANK 4208) ja valuasfalteilla painumakokeella (PANK 4401). Laboratoriossa näytteet voidaan tiivistää tutkittavaksi pyöräurituslaitteella (PANK 4205). Testausmenetelmät eivät ole täysin vertailukelpoiset. ASTO-tutkimuksissa mm. polymeerimodifioituja sideaineita sisältävät massat deformoituvat tavallisia sideaineita sisältäviin massoihin verrattuna virumiskokeessa eri tavalla kuin pyöräurituslaitteessa.

Deformaation ennustaminen raaka-aineiden ja massatyyppin perusteella on epätarkkaa, koska suhteitus vaikuttaa merkittävästi deformaatioon.

Taulukossa 36 on esitetty deformaatioluokat. Jaksollisessa virumiskokeessa on siirrytty suurempaan näytekokoon (\varnothing 100 mm \rightarrow \varnothing 150 mm), ja tulokset ovat nykyään arviolta

0,5 prosenttiyksikköä alhaisempia. Normivaatimuksia ei muutettu, joten pyöräurituskokeen raja-arvot ovat nyt liian tiukkoja virumiskokeeseen verrattuna.

AB- ja SMA-päällysteitä suhteitettaessa ei ole suuria vaikeuksia päästä virumiskokeella I-luokkaan ja suhteellisen helposti päästään II-luokkaan B70/100-bitumilla. Pakkaskesävyttöä testattaessa kohteissa käytetään pehmeämpää bitumia, joten siellä vaatimukset ovat lievempiä.

Taulukko 36. Tiivistetyn asfalttimassojen jako deformaatioluokkiin.

Deformaatio- luokka	Uran syvyys laboratorio- kokeessa, pyöräuritusko- e, PANK 4205		Jaksollinen viru- miskoe, PANK 4208
	Ohjeellinen alkusyvyys (mm)	Loppusyvyys (mm)	(%)
I	≤ 1,0	≤ 4,0	≤ 2,0
II	≤ 1,5	≤ 8,0	≤ 3,5
III	≤ 2,0	≤ 12,0	≤ 5,0
IV	≤ 3,0	≤ 16,0	≤ 6,5

Vedenkestävyys

Huono vedenkestävyys heikentää sideaineen ja kiviaineksen välistä tartuntaa, mikä aiheuttaa päällysteen rapautumista ja nopeuttaa päällysteen vaurioitumista ja kulumista. Pahimmassa tapauksessa päällyste purkautuu. Vedenkestävyys on tähän asti koettu vain pienen liikennemäärän omaavien teiden ja katujen ongelmaksi. Kuitenkin huono vedenkesto kiihdyttää myös kulumista, joten sillä on merkitystä myös suurilla liikennemäärillä.

Vedenkestävyyttä ei voida mitata suoraan nopeasti pintamittauksilla. Epäsuorasti sen voi todeta päällysteen vaurioilla (vanha päällyste, silmämääräisesti) tai mittaamalla kulumista. Päällysteen kuluminen on nopeampaa, jos vedenkestävyys on huono.

Jos koe tehdään valmiista päällysteestä, joka on melko tiivis, nykyinen asfalttinormin mukainen koe (PANK 4301, lyhyt 3 vrk säilytysaika) ei erota vedenkestäviä massoja huonoista, varsinkin kun vaatimusrajat ovat alhaiset. Asfalttinormin 2000 mukaan koe tulisi tehdä ensiksi AA11-massalla. Jos vaatimus ei täyty, normin 2000 mukaan koe uusiaan suhteituksen mukaisella massalla.

PAB-V-massoilla käytetään vedenkestävyyden tutkimiseen MYR-koetta (PANK 4304).

Testiä on VTT:llä kehitetty siten, että käytetään modifioitua AA11 massaa (AA11+), jossa täytejauheen osuutta on lisätty. Tällöin koe kuvaa paremmin raaka-aineiden yhteisvaikutusta. Testi ei ole yleisesti käytössä.

Toimivuusvaatimus: vedenkestävyys Asfalttinormien 2000 (Lisälehti 2003) mukaan.

Pakkasenkestävyys (kutistumishalkeama)

Huono pakkasenkestävyys aiheuttaa päällysteeseen tien poikkisuuntaisia halkeamia eli pakkaskatkoja. Tiellä ne esiintyvät usein säännöllisen välimatkan päässä toisistaan. Asfalttinormeissa 2000 ei ole pakkasenkestävyydelle testiä eikä raja-arvoa vaan vain sideaineen valintaa koskevia ohjeita. Vanhoissa normeissa oli vielä testinä halkaisuvetolujuus -2 °C ja Pakkashalkeilulämpötila (PANK 4302).

Taulukko 37. Asfalttibetonin pakkaskestävyysvaatimukset (PANK 4302).

Pakkas-kestävyysluokka	Halkaisuvetolujuus -2 °C MN/m²	Pakkashalkeilulämpötila $^{\circ}\text{C}$
I	$\leq 2,8$	≤ 35
II	$\leq 4,1$	≤ 25

Tekninen vaatimus: sideaineelle on PVN-testi, jonka tuloksilla ei ole määrätty raja-arvoja.

Jäänestoaineidenkestävyys

Jäänestoaineidenkestävyys todetaan testin peEN 12697-41 avulla. Kestävyysluokat ovat A:sta E:hen (A paras, E ei vaatimusta).

Pakkasenkestävyys (jäätymis-sulamiskestävyys)

Betonimassasta valmistetuille koekappaleille on pakkas-suolakestävyyskoe (SFS5449), jossa sulatus-jäädäytysyksen jälkeen koekappale puhdistetaan irtonaisesta aineksesta kevyesti harjaamalla. Asfalttipäällysteille ei ole vakiintunutta menetelmää. Mm. VTT:llä käytetään kahta erilaista menetelmää, joissa jäädäytysulamissyklin jälkeen testataan halkaisuvetolujuus. Vaatimuksia ei ole asetettu.

Väsymismitoitus

Tierakenteen kuormituskestävyydellä tarkoitetaan rakenteen kykyä kestää vaurioitumatonta liikenteen aiheuttamaa kuormitusta. Rakenteelle asetetaan yleensä tietty mitoitusaika

(tavoiteikä, elinikä), jonka ajan rakenteen tulee kestää vaurioitumatta liikaa. Kriteerit on asetettu niin, että mitoitusiän lopussa rakenteen tyypillisestä alkukestävyydestä arvioidaan olevan jäljellä puolet (esim. ilmaistuna väsymistä kuvaavan vasteen avulla).

Kunnossapitokohteiden rakenteen parantamisen tarve ja menetelmä määritetään vanhan rakenteen tilan perusteella. Tällöin on ensin arvioitava vaurioitumiseen vaikuttavat tekijät, ja tämän perusteella määritetään tarvittavat tutkimukset. Näiden avulla toisaalta todetaan vaurioitumisen syyt ja toisaalta selvitetään korjausrakenteen suunnittelussa tarvittavat mitoituksen lähtötiedot.

Alustava arvio voidaan tehdä tasaisuusmittaustietojen ja vauriokartoituksen perusteella. Kartoituksen perusteella voidaan myös rajata alustavasti vaurioituneen osuuden pituus. Vanhan rakenteen tila kuormituskestävyyden kannalta selvitetään pudotuspainolaitemittauksin ja tarkalla vauriokartoituksella. Kerrospaksuudet määritetään käyttäen hyväksi maatutkamittauksia ja näytteenottoja sekä tietoa tien päällystyshistoriasta. Pudotuspainomittauksista lasketaan rakennekerrosten ja pohjamaan moduulit käyttäen mitatun taipumasuppilon lisäksi lähtötietona rakennekerrospaksuuksia.

Suomessa rakenteen suunnittelu (kuormitusmitoitus) tehdään normaalisti käyttäen Odemarkin mitoituksikaavaa, ns. kantavuusmitoitusta. Kaavan avulla lasketaan suunniteltavan rakenteen päältä saavutettava kantavuus. Tällöin lähtötiedoksi tarvitaan vaadittu päällystetyyppi, tavoitekantavuus, päällystekerrosten vähimmäispaksuus ja pohjamaan tai penkereen kantavuus. Yksinkertaisimmillaan Odemark-mitoitus toteutuu taulukkorakenteiden avulla, joita on koottu erilaisiin olosuhteisiin soveltuvista vaihtoehtoisista rakenteista julkaisuihin *Teiden suunnittelu, TVL:n ohjeet, Kansio B, IV Tien rakenne Tielaitos ja Katu 2002: kadunrakennuksen tekniset ohjeet, Suomen kuntatekniikan yhdistys*.

Toinen, yleistyvä mitoitustapa on väsymisteoriaan perustuvaa mekanistinen laskentamenettely, väsymismitoitus (esim. APAS-mitoitusohjelma). Menettely mahdollistaa päällystekerrosten optimaalisemman tarkastelun ja hyödyntämisen kuin kantavuusmitoitus. [Ehrola, E., Liikenneväylien rakennesuunnittelun perusteet (Rakennustieto), APAS_3 mitoitushjelman käyttöohje, Tiehallinto]

Käytettäessä rakenteen suunnittelua todentamisenettelynä edellytetään yleensä suunnitteludokumenttien sekä niissä käytettyjen laskentaparametrien ja -kriteerien esittämistä tilaajalle. [Tietoa tiensuunnitteluun nro 73, Ennakkotietoja uudesta tierakenteen mitoitushjeesta; Tietoa tiensuunnitteluun nro 71 C, Tien päällysrakenteen mitoituksessa käytettävät moduulit ja väsymisfunktiot]

Suunnitelmien toteuttaminen varmistetaan rakentamisen aikana normaalilla laadunvalvontamenettelyllä.

Rakenteen arviointi mittauksin

Eräissä tapauksissa rakennuttaja saattaa pitää tiettyä korjaustoimenpidettä niin ilmeisenä – esim. kulutuskerroksen uudelleen päällystämistä – ettei sille edes harkita vaihtoehtoja. Tällaiseen tilanteeseen voitaisiin päätyä esimerkiksi tilanteessa, jossa kohteen kunnostustarve johtuu pääasiallisesti kulumisesta, ja vanhan rakenteen pudotuspainomittaustulosten perusteella riittävä kuormituskestävyys saavutetaan uuden laatan minimipaksuudella. Tällöin rakenteen todentamiseen riittävät useimmiten pelkät rakentamisen aikana ja heti sen jälkeen tehtävät laadunvalvontamittaukset. Massa- ja poranäytteiden perusteella voidaan massan laadun lisäksi tietyllä tarkkuudella arvioida myös rakenteen paksuutta.

Hieman vaativimmissa kohteissa laadunvalvontamittauksia voidaan täydentää maatumka- ja/tai pudotuspainolaitemittauksilla. Pudotuspainolaitetuloksista voidaan laskea erilaisia tunnuslukuja (kantavuus, SCI, BCI), joiden avulla on mahdollista arvioida rakennustoimenpiteen laatua painottaen eri asioita tai rakenteen osia. [TPPT Menetelmäkuvaus 1, Pudotuspainolaitemittaus (PPL-mittaus)]

Suunnittelun rakenteen kestävyuden varmistaminen mittauksin

Kun kohteen suunnittelu ja rakentaminen annetaan rakentajan vastuulle, tilaaja yleensä haluaa varmistua rakenteen kunnosta rakentamisen jälkeen. Tilaaja voi esimerkiksi asettaa tietyille valmiista rakenteesta tehtäville mittaustuloksille tavoitearvoja, jotka rakentaja pyrkii saavuttamaan suunnitteleamalla rakenne näitä vastaavaksi. Yleisesti käytettyjä tavoitearvoja ovat pudotuspainolaitteen mittaustuloksista laskettu kantavuus tai tietyt BCI-arvot. Kunnostettavalle kohteelle annetaan tavoitearvo (esim. kantavuus) useimmiten tapauskohtaisesti. Ohjeellisina arvoina voidaan käyttää Tiehallinnon Teiden suunnittelu -ohjeen kantavuusarvoja.

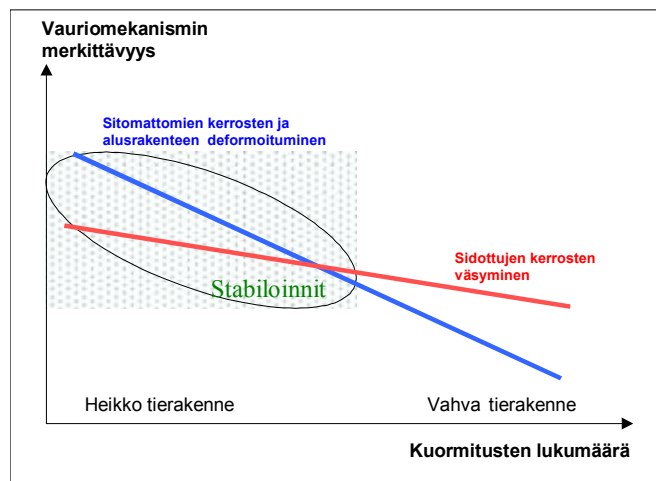
Ongelmaksi tällaisessa menettelyssä saattaa muodostua tilanne, jolloin suunnittelussa käytetyt tiedot (esim. materiaalien laatu tai pohjaolosuhteet) ja todelliset olosuhteet eivät vastaakaan riittävästi toisiaan. Tällöin eivät suunnitteluvaiheessa lasketut tavoitearvot ja mitatut arvot vastaakaan toisiaan ja erojen syyt saattavat olla hankalasti selvitettävissä. Usein syynä tilanteeseen ovat kohteen puutteelliset ennakkotutkimukset ja niiden perusteella virheellisesti arvioidut suunnittelun lähtötiedot.

Lisäksi vertailumenetelmää käytettäessä on syytä muistaa, etteivät pitkälle yksinkertaiset suunnittelumenetelmät koskaan pysty täysin vastaamaan käytännön olosuhteissa esiintyviä fyysikaalisia ja mekaanisia ilmiöitä.

Deformaatiomitoitus

Yleistä

Perinteinen väsymiseen perustuva tarkastelu soveltuu käytettäväksi vahvojen tierakenteiden kanssa, joiden vaurioitumismekanismi on lähinnä rakennekerrosten väsymistä. Heikkojen (ohuiden) tierakenteiden arviointiin väsymismalli ei sellaisenaan sovellu kovin hyvin. Koska ohuiden tierakenteiden ensisijainen vaurioitumisen syy on rakenteen deformaoituminen, liikennekuorma aiheuttaa näihin suuria rasituksia ja niiden seurauksena pysyviä muodonmuutoksia sitomattomiin päällysrakennekerrokseen ja alusrakenteeseen. Erityisesti viime aikoina suosituksi tulleet stabiloidut rakenteet eivät väsy vaan deformaoituvat (kuva 2). Pelkkä kantavuuden tai taipumasuppilon laskeminen ei siis riitä.



Kuva 2. Vaurioiden syyt.

Pinnalla näkyvä rakenteen deformaatio kertyy kaikkien rakennekerrosten deformaatioista ja/tai pohjamaan deformaatiosta. Rakennekerrosten deformaatio syntyy, kun rakenne tiivistyy kuormitusten ja kosteuden vaikutuksesta tai leikkautuu (siirtyy vaaka- ja pystysuunnassa) kuorman ylittäessä rakenteen kapasiteetin.

Ohuet rakennekerrokset voivat vaikuttaa deformaatioon kahta kautta – liian ohuet sidottut kerrokset nostavat jännityksiä kantavassa kerroksessa, ja liian ohut kokonaisrakenne nostaa jännityksiä usein pehmeässä ja deformaativassa pohjamaassa.

Tiivistymistä aiheuttaa löyhäksi jääneen sitomattoman rakenteen jälkitiivistyminen erityisesti rakenteen kastuessa. Rakenne jää löyhäksi riittämättömän tai tehottoman (pehmeä pohja) tiivistystyön tai massan huonon tiivistyvyyden takia (stabiloidut, ylimääräistä vettä sisältävät massat). Deformaatiota lisäävät lisäksi päällysteen lämpötila, kuormi-

tuksen hitaus (liikennevalot, pysäkit) ja raskas liikenne. Lämpötilan ja liikenteen nopeuden vaikutus deformaatioon tulee bitumilla sidottujen kerrosten jäykkyyden kautta.

Deformaatiomitoitus

Tällä hetkellä rakenteen deformaatiota ei voida mitoitaa taikka simuloida. Vain sidotun päällysteen deformatumista voidaan arvioida laboratoriotuloksiin, väylä- ja liikennetietoihin perustuvien kokemuseräisten kaavojen avulla.

Deformaation arviointimenettely on kuitenkin jatkossa rakenteen mitoituksen kannalta välttämätöntä, koska erityisesti uusia kantavan kerroksen materiaaleja käytettäessä mitoitus ei enää perustu väsymismitoitukseen vaan lähinnä ylempien kerrosten deformaatiomitoitukseen. Käytännön kokemusten mukaan jotkin stabiloidut materiaalit aiheuttavat rakenteellista deformaatiota – lähinnä huonon rakentamisaikaisen tiivistyvyytensä tai huonon deformaatiokestävyytensä johdosta. Bitumilla sidottu ja löyhäksi jäänyt kantavan kerroksen yläosa deformatuu helposti ohuen päällysteen alla. Myös stabilointien pysyvyyden puute voi aiheuttaa ennakoimatonta deformaatiota, jos tartunta ja sidokset sideaineiden ja kiviaineksen välillä purkautuvat ja materiaali jälkitiivistyy.

Deformaation mitoitusmenettelyä kehitetään Tekes-projektissa. Ohjelmaa kehitetään APAS-ohjelmiston rinnalle, jolloin se voi käyttää samoja kuorma-, rakenne-, materiaali- ja muita tietokantoja.

Deformaation välttäminen

Rakennekerrosten deformaatiota sekä sidotuissa että sitomattomissa kerroksissa päällysteen alapuolella voidaan vähentää rajoittamalla kerroksille tulevia kuormia käyttämällä jäykempiä tai paksumpia päällysteitä. Vaihtoehtoisesti on käytettävä vähemmän deformatuvia sidottuja (jäykät, pysyvät materiaalit) tai sitomattomia (hyvin tiivistyviä, rouhimattomia ja pysyviä) kerroksia.

Tiivistystyössä tulee käyttää asianmukaisia tiivistysvälineitä (jyriä) ja jatkuvaa tiivistystarkkailua (esim. jyrään kiinnitettyä rakenteen vastetta mittaavaa laitteistoa). Pistemittauksissa käyvät myös muut tiivistystarkkailumenetelmät: Troxler, volymetri, PPL. Näiden tulosten keruu, taltiointi ja käsittely tulee ottaa osaksi yrityksen laatujärjestelmää, samoin esim. dynaamisen tiivistystarkkailun paikkakohtainen kalibrointi.

Jatkuvan tiivistystarkkailun etuna on työn laadun tasoittuminen, minimitiivistystason saavuttaminen ja dokumentoidun tiivistystarkkailutuloksen syntyminen myöhempiä tarkasteluja (tilaajan) varten.

Tiivistystarkkailun lisäksi työn aikana on seurattava myös käytettyjen materiaalien laadua, ylimääräistä vettä tai muita erityisesti stabiloituihin materiaaleihin liittyviä ominaisuuksia (sideaineen murtuminen, ylimääräinen murto- tai sadevesi, sitoutumisen ennen-aikainen alkaminen).

Stabiloitujen massojen suhteitusta tai tiivistyvyyttä tulee kehittää deformaation suhteen, koska löyhäksi jäävä massa aiheuttaa ison jälkitiivistymisen eli deformaation. Massan tyypistä riippuen tiivistyminen voi myös rikkoa osan sidoksista partikkelien välillä.

Routamitoitus ja painumamitoitus

Roudansietokyky varmistetaan siirtymäkiiloilla ja routamitoituksella. Painuman hallinnan avulla tarkistetaan, etteivät kokonaispainumat tai epätasaiset painumat sallittua suurempaa pituussuuntaista epätasaisuutta ja poikkisuuntaista kaltevuuden muuttumista eivätkä myöskään päällystevaurioita ja rakenteen vaurioitumista.

Routa- ja painumavaurioiden korjaamiseksi ja ehkäisemiseksi tehtävät toimenpiteet ovat yleensä niin rankkoja, joten ne katsotaan kuuluvan kunnossapidon ulkopuolelle rakentamiseksi tai korvausinvestoinniksi. Tiehallinnon jaottelussa päällysteen alla stabilointi, teräsverkon asentaminen (jos sitomaton kerros otetaan näkyviin), katsotaan rakentamiseksi tai korvausinvestoinniksi.

Kuitenkin kunnossapitotöitä suunniteltaessa pitää varmistua, ettei routa ja painuma aiheuta ongelmia.

Rakenteen homogeenisuus

Rakennekerroksissa käytettävien materiaalien tulee muodostaa rakenteessa ominaisuuksiltaan mahdollisimman tasaiset ominaisuudet omaava kerros. Tämä edellyttää tasalaatuisuutta sekä itse materiaalilta että siihen kohdistuvilta toimenpiteiltä, kuten tiivistykseltä. Materiaalissa ei saa käsittely- ja työtapojen seurauksena tapahtua myöskään haitallista erottumista.

Todentaminen: laatu järjestelmä, valmiista pinnasta lajitellut silmämääräisesti.

5.5.2 Kuivatusjärjestelmä

Tien kuivatus on toteutettava hyväksyttävällä tavalla kolmella kuivatuksen osa-alueella, jotka ovat 1) tien pintakuivatus, 2) tierakenteen kuivatus ja 3) pohjamaan tai alusrakenteen kuivatus. Tien kuivatuksen tarkoituksena on tien kantavuuden säilyttäminen koko tien käyttöajan ajan. Pintakuivatuksen tarkoituksena on vähentää veden pääsyä

rakennekerrokseen. Tien pinnalta ja luiskista rakenteeseen pääsevä vesi poistetaan tierakenteen kuivatuksella. Pohjamaata kuivatetaan vain erikoistapauksissa.

Vedenkuljetuskapasiteetti

Käytettävän kuivatusrakenteen vedenkuljetuskapasiteetin tulee olla riittävä rakenteesta poistettavaan tai siirrettävään vesimäärään nähden. Kuivatusrakenteen vedenkuljetuskapasiteettiin vaikuttavat materiaalin tai kuivatuselementin vedenläpäisevyys tai -johdavuus, vedenottokyky, geometriset mitat ja viettokaltevuus. Vedenkuljetuskapasiteetin on säilyttävä riittävänä rakenteen mahdollisesta painumisesta tai routimisesta huolimatta.

Uudet rakenteet

Suunnitelman toimivuus todetaan mitoituksella. Valmiissa rakenteessa ei saa olla sen toimivuutta häiritseviä poikkeamia suunnitelmanmukaisesta muodosta eikä sijainnista. Poikkeamat todetaan silmämääräisesti ja tarvittaessa mittamaalla ja vaaitsemalla.

Vanhat rakenteet

Kuivatuslaitteiden ja -rakenteiden tulee johtaa vettä suunnitelman mukaiseen suuntaan. Haittaavaa padotusta ei saa esiintyä, eikä vesi saa nousta tielle.

Rummun pään tai kaivon ritiläkannen poikkipinta-alasta tai virtauspinta-alasta tulee olla auki vähintään 50–80 % kp-luokan mukaan. Todentaminen tehdään silmämääräisesti.

Avo-ojien on oltava vesimäärään nähden riittäviä mutta ei tarpeettoman suuria. Ojansyvyyden tulee olla keskimäärin 0,2–0,6 metriä. [Tiehallinto, Hoidon ja ylläpidon tuotekortit 2002d]. Ojalla tulee olla tasainen lasku, eikä vesi saa lätäköityä tien reunalle tai merkittävässä määrin ojan pohjalle. Todentaminen tehdään silmämääräisesti tai tarvittaessa mittaamalla.

Salaojien ja sadevesikourujen tulee johtaa vettä suunnitelman mukaisesti. Todentaminen tehdään silmämääräisesti.

Kestävyys

Kuivatusjärjestelmän osineen tulee kestää kulumista, eroosiota ja kuormitusta ja olla kestävä mahdollisia vaurioita vastaan. Tien kuivatusrakenteen pitää pysyä toimintakykyisenä kaikissa sää- ja ilmasto-olosuhteissa läpi vuoden koko tierakenteen eliniän ajan. Kuivatusjärjestelmän osineen tulee kestää maanpaineesta ja liikennekuormituksesta aiheutuvat rasitukset sekä muut fyysiset, kemialliset ja termiset rasitukset niiltä vaadittavan käyttöiän ajan.

Todetaan asiantuntijalausunnolla.

Huollettavuus

Kuivatusjärjestelmän osineen tulee olla huoltovapaa, tai sen osat on pystyttävä huoltamaan riittävän vedenkuljetuskapasiteetin ylläpitämiseksi järjestelmän käyttöiän ajan.

Todetaan asiantuntijalausunnolla.

Turvallisuus

Kuivatusjärjestelmä osineen ei saa aiheuttaa turvallisuusriskiä. Esimerkiksi rummun päiden pitää olla muotoiltu ja rumpu asennettu siten, että putken päät eivät haitallisesti ulkone kadun luiskan tasosta.

Todetaan asiantuntijalausunnolla.

Ulkonäkö

Kuivatusjärjestelmän osineen tulee olla esteettinen. Esim. ojassa ei saa olla sen ulkonäköä häiritseviä poikkeamia suunnitelmanmukaisesta muodosta eikä sijainnista.

Todennetaan silmämääräisesti.

Tekniset vaatimukset

Teknisillä vaatimuksilla määrätään mm. ojasyvyyyksiä, kaltevuuksia, putkien jäykkyyksiä, asennustapoja jne., joilla voidaan varmistaa edellä mainittujen vaatimusten saavuttaminen. Kuivatuksen tekniset ratkaisut on esitetty seuraavissa julkaisuissa:

Teiden suunnittelu IV, 4. Kuivatus (KANSIO B) TIEL 2140005 Th-527/1.6.1993

Tien kuivatustarvikkeet, TIEL 2140006 Th-526/1.6.1993

Pellon kuivatus tien kohdalla, TIEL 3200189 Tiel selvityksiä 64/1993

TYLT 2000: Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojarakenteet TIEL 2212459-91 Tt-60/25.3.1991

TYLT: Yleiset perusteet – Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojarakenteet – Penger- ja kerrosrakenteet

Lisäykset ja muutokset vuonna 2000. TIEL 2210014-2000 3.4.2000

TYLT 6800: Kuivatusrakenteet ja putkistot TIEL 2212457-96 Th-116/4.3.1996

Loivaluiskaisten teiden kuivatus Tietoa tiensuunnitteluun 43 17.5.1999

Tiehallinto, Hoidon ja ylläpidon tuotekortit 2002

Kunnallisteknisten töiden yleinen työselostus 02.

5.5.3 Päällysteen vedenläpäisevyys

Päällyste voidaan suunnitella vettä läpäiseväksi, jolloin se toimii kuivatuksen apuvälineenä. Useimmiten päällysteeltä vaaditaan tiivyyttä, jotta veden pääsy muihin rakennekerroksiin estetään ja ne eivät vaurioituisi.

Laboratoriossa voidaan käyttää vedenläpäisevyyskoetta (PANK 4212). Menetelmän mukaan määritetään asfalttipäällysteen vedenläpäisevyys (kolmiakseli)sellissä, jossa on sellipaineen ja paine-eron käyttö- ja säätömahdollisuus. Näyte voi olla joko tieltä tai laatasta porattu tai laboratoriossa muottiin tiivistetty. Menetelmä soveltuu avoimia ja jatkuvia huokosia sisältävien näytteiden vedenläpäisevyyden määrittämiseen, kun näytteen vedenläpäisevyys on pieni ($k < 10^{-5}$ m/s). Epäsuorana menetelmänä voidaan tiivyyden arvioimiseen käyttää tyhjätilan määrittämistä. Lisäksi näytteelle voidaan tehdä CEN-standardiehdotuksen (prEN 12697-19) mukaiset vedenläpäisevyyskokeet (pysty- ja vaakasuuntainen läpäisevyys). Testi on tarkoitettu hyvin vettä läpäiseville massoille.

Suomessa ei ole käytössä vakiintuneista tieolosuhteisiin soveltuvia menetelmiä valmiin päällysteen (kulutuskerroksen) vedenläpäisevyyden määrittämiseksi. Vedenläpäisevyyden määrittämiseen voidaan käyttää mm. modifioitua BAT-menetelmää ja infiltrometri-menetelmää. Molemmat menetelmät on kehitetty luonnonmaa- tai tiivistemateriaalien vedenläpäisevyyden määrittämiseen. Vedenläpäisevyyden määrittämisen (in-situ) pullonkaulan aiheuttaa mittaukseen kuluva aika. Jos riittää pelkästään tieto siitä, läpäiseekö kerros vettä vai ei, niin aika on rajallinen. Jos tavoitteena on vedenläpäisevyyskertoimen tarkka määrittäminen, niin mittauksen kuluu tunneista viikkoihin. Näin pitkät mittausajat sopivat harvoin työmaan aikatauluun.

Tiiviin asfalttibetonin vedenläpäisevyyden tulee olla alle 10^{-9} m/s. Vedenläpäisevyys määritetään menetelmällä PANK 4212 mittaamalla päällystenäytteen läpi aikayksikössä kulkeva vesimäärä, kun sen yläpintaan kohdistetaan valittu vedenpaine tietyn ajan. Vedenpaineen suuruus ja kuormitusaika valitaan tapauskohtaisesti. [Asfalttinormit]

Pohjavesialueilla kulutuskerroksen alapuolinen päällystekerros tehdään vesitiiviistä asfalttibetonista. Vesitiiviysvaatimus uutena ja halkeamien ja muiden virheiden vesitiivis korjaustapa ennen kulutuskerroksen tekemistä on julkaisun *Pohjaveden suojaus tien kohdalla (luonnos 2000 tai uudempi)* mukainen.

Tekniset vaatimukset

Normaalien AB-massojen tyhjätila (3–5 %) ja normaalit kerrospaksuudet tekevät kerroksista yleensä vettä läpäisemättömiä tai ainakin huonosti (pistemäisesti) läpäiseviä. Näiden massojen osalta vedenläpäisevyyttä voitaneen arvostella kulutus- ja tukikerroksen tyhjätilan perusteella. Kun tyhjätila laskee alle 3 %:iin, massa on käytännössä lä-

päisemätön (lukuun ottamatta vaurioituneita kohtia). Kun tyhjätila on 3–5 %, päällystekerroksesta löytyy kohtia, jotka läpäisevät vettä. Läpäisevien kohtien osuus pinta-alasta ei ole tiedossa.

5.5.4 Sillat

Yleistä

Tiehallinnon siltojen hallintajärjestelmä

Tiehallinnossa siltojen ylläpito- ja korjaustoimintaa ohjataan siltojen hallintajärjestelmän avulla (SIHA), jonka tarkoituksena on auttaa päätöksentekijöitä määrittämään ne rahoitustarpeet, joilla siltojen palvelutaso ja kunto saadaan pidetyksi halutulla tasolla.

Hallintajärjestelmän tavoitteena on optimaalisen palvelutason löytäminen niin tienkäytäjän kuin kunnossapitäjänkin kannalta, tämän tason ylläpitäminen ja pitkän aikavälin kehityssuunnusteiden tekeminen. Tiepiireissä järjestelmää käytetään siltatasolla:

- seurattaessa siltojen kuntoa, kun valitaan korjaustoimenpiteitä, ja määritettäessä niiden kiireellisyysjärjestystä, kun laaditaan toimenpideohjelmaa. Tiehallinnon siltojen hallintajärjestelmä perustuu siltojen tarkastuksiin ja kunnan arviointiin. Siltojen tarkastuksissa kerätyt tiedot viedään Tiehallinnon Siltarekisterin tietokantoihin, jotka sisältävät näiden kuntoa ja vaurioitumista kuvaavien tietojen lisäksi hallinnollisia tietoja silloista. [Sillantarkastuskäsikirja]

Tiehallinnon siltojen ylläpidon ja korjausten ohjelmointi

Siltojen ylläpidon ja korjauksen tavoitteenasettelussa Tiehallinnossa käytetään siltojen kunnan kuvaajana vauriopistesummaa (VPS). Vauriopistesumma kuvaa sillan vaurioitumisen astetta ja määrää ja ottaa huomioon myös sillan koon. Vauriopistesummaa voidaan käyttää lisäksi siltojen yleistarkastusten laadunmittauksessa.

Yksittäisen vaurion vauriopisteet (VP) lasketaan neljän tekijän tulona seuraavasti:

$$VP = \text{päärakenneosan painokerroin} * \text{päärakenneosan kuntoarviopisteet} * \text{vaurion vaurioluokkapisteet} * \text{vaurion korjauksen kiireellisyyspisteet}$$

Päärakenneosakohtaiset vauriopisteet saadaan kaikkien kyseisen pää rakenneosan vaurioiden vauriopisteiden summana ja siltakohtainen vauriopistesumma (VPS) taas kaikkien sillan vaurioiden vauriopisteiden summana.

Vaurion vauriopisteiden laskentakaavassa kertoimet ja pisteet ovat seuraavat [Sillantar-
kastuskäsikirja, Tiehallinto 2004b].

Päärakennusosa	Kerroin
100 Alusrakenne	0,7
200 Reunapalkkirakenteet	0,2
300 Muu päällysrakenne	1
400 Päällysteet	0,3
500 Muu pintarakenne	0,5
600 Kaiteet	0,4
700 Liikuntasaumalaitteet	0,2
800 Muut varusteet ja laitteet	0,2
900 Siltapaikan rakenteet	0,3

Kunto		Vauriot		Kiireellisyys	
Kuntoarvio	Pisteet	Vaurio- luokka	Pisteet	Kiireellisyys- luokka	Pisteet
0	1			10	5
1	2	1	1	11	5
2	4	2	2	12	3
3	7	3	4	13	1
4	11	4	7	14	0,5

Kuntoarvio

Kunkin päärakennusosan ja koko sillan yleiskunto arvostellaan asteikolla 0–4 [Sillantar-
kastuskäsikirja, Tiehallinto 2004b].

Kuntoarvio	Kuvaus	
0	Uuden veroinen	Uusi tai uudenveroinen silta tai rakennusosa
1	Hyvä	Hyväkuntoinen silta tai rakennusosa, ei varsinaisia vaurioita. Normaalista kulumista ja ikääntymistä.
2	Välttävä	Puutteita ja vaurioita on olemassa. Vauriot ovat kuitenkin sellaisia, ettei niitä kannata vielä korjata, kuten lievää rapautumista tai ruostumista. Sillan yleiskunto voi olla 2, vaikka jokin rakenneosa on 3 tai 4, mutta rakenneosan korjaamista voidaan siirtää tai korjaaminen on helposti ja halvalla tehtävissä ilman seurausvaikutuksia.
3	Huono	Useita selvästi havaittavia korjausta vaativia vaurioita. Erikoistarkastuksen tarve on ilmeinen. Silta tulisi sisällyttää korjausohjelmiin.
4	Erittäin huono	Silta ja rakenneosa ovat jo niin huonot, että ne on välttämättä korjattava. Yksittäinen rakenneosa on niin huono, että se on korjattava välittömästi. Vaurioita on niin paljon, että niiden tarkka kirjaaminen on vaikeaa. Silta on peruskorjauksen tai jopa uusimisen tarpeessa.

Tarkastuskohtainen ehdotus korjaustoimenpiteeksi

Sillan tarkastaja voi kirjata yhteenvetotyyppisen ehdotuksensa tarvittavien toimenpiteiden päälinjoista seuraavasti:

- Silta kaipaa peruskorjausta.
- Siltaa on levennettävä.
- Sillan päällysrakenne on uusittava.
- Näkemäolosuhteita on parannettava.
- Siltaa ei kannata korjata vaan se on otettava uusimisohjelmiin.

Vaurioluokitus (Sillantarkastuskäsikirja)

Silloissa olevat vauriot jaetaan neljään luokkaan niiden vakavuusasteen perusteella.

Vaurioluokat ovat:

- 1 = lievä
- 2 = merkittävä
- 3 = vakava
- 4 = erittäin vakava.

Yleisimmille ja rakenteiden säilyvyyteen eniten vaikuttaville vaurioille on laadittu vaurioluokitustaulukko.

Kiireellisyysluokka

Korjaustoimenpiteille määritetään kiireellisyysluokka vauriokohtaisesti. Kiireellisyyttä määritettäessä otetaan huomioon vaurion vaarallisuuden ja vakavuuden ohella myös vaurion korjaamisen lykkäämisestä aiheutuvat seurausvaikutukset seuraavasti:

- Luokka 10 Korjataan heti
Vaurio vaarantaa liikenneturvallisuuden ja sillan kantavuuden.
- Luokka 11 Korjataan 2 vuoden kuluessa
Vaurio tai sen seurausvaikutus vaarantaa liikenneturvallisuuden ja sillan kantavuuden 2–3 vuoden kuluessa.
- Luokka 12 Korjataan 4 vuoden kuluessa
Säilyvyyteen vaikuttava tai rakenteellinen vaurio, joka edetessään nostaa huomattavasti korjauskustannuksia.
- Luokka 13 Korjataan myöhemmin

Vaurion korjaaminen voidaan lykätä tehtäväksi seuraavan tarkastuksen jälkeen ilman merkittäviä seurausvaikutuksia.

Luokka 14 Vauriota ei korjata lainkaan.

Siltojen kohdalla voidaan ajatella että kaikki se, mihin tarvitaan erillinen korjaussuunnitelma ja/tai jossa rakennetta puretaan ja tehdään uudelleen, ei kuulu kunnossapitoon. Ylläpitoa on esim. kaiteiden korjaukset, liikuntasaumalaitteiden korjaukset, luiskien verhoilun korjaukset jne. Hoitoa ovat siltojen vuositarkastukset, siltojen puhtaanapito, päällysteiden paikkaukset.

Workshopissa 4.9.2003 asiantuntijaryhmä pohti siltoihin liittyviä toimivuusvaatimuksia. Sen mielestä Sillantarkastuskäsikirja ja sen tuoma luokitus on pääosin riittävä ja objektiivinen väline sillan kunnon arvioimiseen ja siten hyvä toimivuusvaatimus, mutta se ei ole täysin kattava. Työryhmä päätyi rajaamaan kunnossapitourakat (ylläpito) seuraaviin töihin:

- kaiteiden paikkamaalaukset
- sillan ja siltapaikan kuivatuslaitteiden korjaukset
- yksittäiset pienten betonipaikkaukset
- liikuntasaumalaittekorjaukset
- luiskan verhoilukorjaukset
- päällystekorjaukset yleensä tien päällystysurakoiden yhteydessä
- kaidepylvään juuren kunnostus
- laakereiden huoltokäsittely
- kaidejohteen uusiminen
- kaiteiden oikominen
- kivirakenteen saumaus
- tippureiän teko kaidepylvään juureen
- reunapalkin pinnoitteen vaurioiden korjaus
- liikuntasauaman ja laakeritason varusteiden vedenjohteella.

[Sillantarkastuskäsikirja TIEH 2000003-02, Tiehallinto, 2004b]

[Siltojen korjausohjeet (SILKO) (jatkuvasti täydennettävä kansiosarja)]

Vaurioluokitus (Sillantarkastuskäsikirja)

Sillan etuluiska ja keila / Eroosiovauriot ja verhoilu

Toimivuusvaatimus: Vaurioluokka 1 tai parempi

Todentamismenetelmä: Silmämääräinen tarkastus. Sillantarkastuskäsikirjan taulukko 18.

Liikuntasaumalaitteet / Liikuntasaumalaite on vesitiivis

Toimivuusvaatimus: vesitiivis ja ei muita vaurioita

Todentamismenetelmä: Silmämääräiset havainnot vesivuodoista ja osien irtoilusta, äänihavainnot. Sillantarkastuskäsikirjan taulukko 15.

Sillan kuivatuslaitteet, tippuputket, syöksytorvet / Putket ovat auki ja riittävän pitkät

Toimivuusvaatimus: ei luokitustaulukon 16 mukaisia vaurioita

Todentamismenetelmä: Silmämääräiset havainnot. Sillantarkastuskäsikirjan taulukko 16.

Siltapaikan kuivatuslaitteet / pintavesien poisjohtaminen sillalta

Toimivuusvaatimus: vaurioluokka 1 tai parempi (Sillantarkastuskäsikirjan taulukko 17)

Todentamismenetelmä: Silmämääräiset havainnot. Sillantarkastuskäsikirjan taulukko 17.

Kivirakenteiden saumat / pinnassa olevien kivien sitominen ja rakenteen tiivistäminen

Toimivuusvaatimus: saumat täytetty

Todentamismenetelmä: Silmämääräiset havainnot.

Puukannen kulmauran korjaus / puukannessa ei saa olla yli 10 mm:n uria

Toimivuusvaatimus: urasyvyys < 10 mm = toimenpideraja (Sillantarkastuskäsikirjan taulukko 10)

Todentamismenetelmä: urasyvyysmittaus oikolaudalla.

Teräskaitteiden ja teräsputkisiltojen pintakäsittelyvaurioiden korjaus / paikallisia-kaan pintakäsittelyvaurioita ei saa olla

Toimivuusvaatimus: ei ruosteessa olevia naarmuja (Sillantarkastuskäsikirjan taulukot 7 ja 9)

Todentamismenetelmä: silmämääräisesti.

Kaiteiden ajojohteen uusiminen ja kaiteiden oikominen

Toimivuusvaatimus: korkean sillan kaiteissa taipunut enintään L/200 ja matalan sillan kaiteissa taipunut enintään L/100

Todentamismenetelmä: mittaamalla.

Töherrysten poisto

Toimivuusvaatimus: Sillantarkastuskäsikirjan taulukon 19 mukaiset vaatimukset

Todentamismenetelmä: silmämääräisesti.

Kaidepylvään juuren kunnostus

Toimivuusvaatimus: ei ruostetta pylvään juuressa eikä lohkeamia juurikorokkeessa

Todentamismenetelmä: silmämääräisesti

Laatuvaatimus SILKO-ohjeen 2.332/2003 mukaan (pylvään seinämän paksuus, maksimisyöpymä)

Vaatimus ei ole neutraali teknisen ratkaisun suhteen, koska on erityyppisiä pylväsprofiileja (pätee muille paitsi uusimmille).

Vaatimus ei ole täysin ristiriidaton, koska pylväiden kunto vaihtelee samallakin sillalla.

Betonin pienet paikkaukset

Toimivuusvaatimus: ei pieniä pintavaurioita. Pienellä pintavauriolla tarkoitetaan alle 1 m²:n rapautumaa, valuvikaa, teräskorroosiovaurioita tai törmäysvaurioita

Todentamismenetelmä: silmämääräisesti ja mittaamalla

Tekniset laatuvaatimukset ovat SILKO-ohjeessa 2.231

Betonin pinnoitevaurioiden paikkaus

Toimivuusvaatimus: ei paikallisia pinnoitevaurioita

Todentamismenetelmä: paikka todetaan silmämääräisesti, vaurion laajuus (tartunta) selvitetään kokeellisesti

Tekniset laatuvaatimukset ovat SILKO-ohjeessa 2.253

Kaidepylvään juuren kunnostus

Toimivuusvaatimus: ei ruostetta pylvään juuressa eikä lohkeamia juurikorokkeessa

Todentamismenetelmä: silmämääräisesti

Laatuvaatimus SILKO-ohjeen 2.332/2003 mukaan (pylvään seinämän paksuus, maksimisyöpymä). Vaatimus ei neutraali teknisen ratkaisun suhteen, koska on erityyppisiä pylväsprofiileja (pätee muille, paitsi uusimmille). Vaatimus ei ole täysin ristiriidaton, koska pylväiden kunto vaihtelee samallakin sillalla.

6. Työkalu vaatimusten asetantaan

6.1 EcoProP-ohjelma

Tutkimuksessa tehtiin tietokone-ohjelma toimivuusvaatimusten hallintaan. Pohjana käytettiin VTT:n kehittämää EcoProP-ohjelmaa.

EcoProP-ohjelma on vaatimusten hallinnan työkalu. Vaatimusten hallinnalla tarkoitetaan prosessia, jolla varmistetaan asiakkaan vaatimusten toteutuminen lopputuotteessa. Vaatimukset dokumentoidaan toimivuusvaatimusten muotoon. EcoProPia on Suomessa tähän mennessä käytetty vaatimusten hallintaan toimisto- ja koulukiinteistöissä, asuinrakennuksissa, päiväkodeissa ja kauppapaikoissa.

Sovellus on tietokantapohjainen Windows-ympäristössä toimiva ohjelma. Sovellukseen voidaan syöttää useita vaatimusjäsentelyjä, joista VTT:llä kehitetty VTT ProP®-toimivuusvaatimusjäsentely on vain yksi esimerkki. Sovellus ei ole toimialasidonnainen, joten EcoProPia voidaan käyttää myös muilla aloilla vaatimusten hallintaan. EcoProPiin voidaan lisätä yhdelle vaatimusjäsentelylle useita vaatimusmäärittelyjä: VTT ProP®in pohjalta voidaan laatia esim. vaatimusmäärittelyt eri tieluokille tai tielle ja kaduille erikseen.

Ohjelman ydintoiminto on vaatimusten selvittäminen, niiden dokumentointi ja hallinta. Ohjelmaa käyttäen vaatimukset tulee selvitettyä laajasti ja suunnittelijat saavat perusteelliset lähtötiedot. Tilaaja joutuu pohtimaan tarpeitaan. Tilaajan ja käyttäjän tarpeet ovat esillä prosessissa koko ajan.

Taulukossa 38 on esitetty VTT:n laatima yhdyskuntien ominaisuuksien jäsentely päätaason mukaisesti (luonnos). Alueiden suunnittelun kestävä kehityksen kriteereiden laadinnassa noudatetaan soveltuvin osin tätä jäsentelyä. Nyt tehty ohjelma keskittyy kohtaan B eli toimivuus ja käytettävyys. Ohjelmaan on etukäteen syötetty vaatimuksia ja todentamistapoja. Lisäksi ohjelmassa on mahdollisuus luoda viisi vaatimustasoa.

Ohjelmaa käytettäessä valitaan haluttuja vaatimuksia ja niistä vaatimustaso. Kun vaatimukset on käyty läpi, asetetuista vaatimuksista voidaan tulostaa suunnitteluohjeen liite.

Taulukko 38. VTT ProP -yhdyskunnat, päätason ominaisuusjaottelu.

A RAKENNE	B TOIMIVUUS JA KÄYTETTÄVYYS	C KUSTANNUS-, YMPÄRISTÖ- JA SOSIAALISET VAIKUTUKSET
A1 SIJAINTI	B1 YHDYSKUNNAN OLOSUHTEET	C1 ELINKAARIKUSTANNUKSET
A2 SISÄINEN RAKENNE	B1.1 Liikenneolosuhteet	C1.1 Perustamiskustannukset
A3 RAKENNUSKANTA	B1.2 Palvelut	C1.2 Käyttökustannukset
A4 VERKOSTOT	B1.3 Toimintojen monimuotoisuus	C1.3 Huoltokustannukset
	B1.4 Valaistusolosuhteet	C1.3 Purku- ja loppusijoituskustannukset
	B1.5 Ääniolosuhteet	C2 YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET
	B1.6 Ilman laatu	C2.1 Luonnon monimuotoisuus
	B2 KÄYTTÖIKÄ JA VAURIORISKI	C2.2 Resurssit
	B3 MUUNTOJOUSTO	C2.3 Päästöt
	B4 TURVALLISUUS	C3 SOSIAALISET VAIKUTUKSET
	B4.1 Liikenneturvallisuus	C3.1 Sosiaalinen hyvinvointi
	B4.2 Henkilöturvallisuus	C3.2 Sosiaalinen turvallisuus
	B4.3 Ilkivallan ehkäiseminen	C3.3 Kulttuuriperinnön säilyminen
	B4.4 Käyttöturvallisuus	C3.4 Kulttuurinen laatu
	B4.5 Luonnonkatastrofit	
	B5 KAUPUNKIKUVA	
	B6 ESTEETTÖMYYS	

6.2 Huomioita jäsentelyn ja ohjelman käytöstä

EcoProP-ohjelma ja VTT Prop -jäsentely on tehty alun perin uudistalorakennushankkeen suunnittelua varten. Aluksi käyttäjä saattaa vierastaa sitä, että vaatimukset ovat ”hajallaan” eikä totutun jäsentelyn mukaisesti. Mm. turvallisuus ja esteettömyys ovat omana kohtanaan. Tämä on perusteltua, koska kokonaan uuden kohteen suunnitteluvaiheessa turvallisuuteen voidaan vaikuttaa useilla eri tavoilla.

Toinen perusominaisuus ovat ohjelman viisi vaatimustasoa. Yksittäisessä talorakennussuunnittelukohteessa voi tasoja olla monia, esim. normaali taso, vaativa ja erittäin vaativa taso. Teiden ja katujen kunnossapidossakin on eriluokkaisia väyliä ja vaatimustasoja. Mutta samassa kunnossapitourakassa saattaa olla eriluokkaisia kohteita, joilla on eri vaatimustasot, jolloin vaatimusten asetanta urakalle olisi hankalaa. Tämä ratkaistiin viittaamalla eri ohjeisiin, jossa on esitetty vaatimustasot tie- tai katuluokittain. Kaikille vaatimuksille ei kuitenkaan ole olemassa valmiita ohjearvoja.

7. Pohdinnat ja yhteenveto

Kehittyneeseen hankintakulttuuriin kuuluu ammattitaitoinen tilaajajenkilökunta, joka laatii selkeät ja täsmälliset sekä ennen kaikkea molemmin puolin hyväksyttävät hankinta-asiakirjat. Näihin kuuluvat olennaisena osana yleisesti hyväksytyt laatustandardit sekä näiden selkeät ja mahdollisimman yksiselitteiset todentamismenetelmät.

Perustavaa laatua oleva kysymys kuuluu, mille tasolle toimivuusvaatimukset tulisi asettaa. Tulisiko esim. hoitourakan laatumäärittelyt sitoa esimerkiksi väylän turvallisuuteen esim. henkilövahinkojen määrällä mitattuna, vai mitataanko hoidon laatua väylällä valitsevan kitkan perusteella? Vaatimuksen asettaminen ”korkealle” tasolle lisää riskiä laadun todentamisen suhteen sekä urakoitsijan toimien ja mitatun laadun välisen yhteyden osoittamisen suhteen. Tässä valossa tulee toimivuusvaatimukset ainakin aluksi asettaa sellaisiksi, että yhteys urakoitsijan toiminnan ja väylän tilan tai kunnan välillä voidaan selkeästi osoittaa. Lähtökohtana tulee olla lyhyt ja helposti ymmärrettävä ketju tien käyttäjän, omistajan tai ympäristön tarpeista ja tavoitteista toimivuusvaatimukseen.

Toimivuusajatteluun kuuluvat selkeästi määritellyt ja mitattavissa olevat vaatimukset. Kunnossapidon piiriin kuuluu kuitenkin suuri joukko tehtäviä, joille ei ole aiemmin eikä tässäkään selvityksessä kyetty kehittämään täysin objektiivisesti ja absoluuttisesti todennettavia laatumittareita. Tällaisia ovat esimerkiksi puhtauteen ja esteettisyyteen liittyvät ominaisuudet ja tehtävät. Toisaalta esimerkiksi pinnan liukkauden tai kitkan todentamiseen kaikissa erilaisissa kohteissa ja tilanteissa tarvittaisiin todennäköisesti kohtuuton määrä erilaisia mittalaitteita, sillä onhan täysin eri asia mitata kitkaa lumipeitteissä portaissa kuin jäisellä maantiellä, saati sitten pyörätiellä, johon on asfaltin päälle levinnyt hiekoitushiekkaa. Lisäksi tilannetta vaikeuttaa se, että nykyään erilaisille teknisille ratkaisuille on varsinkin kestävyuden mittaamisessa eri testimenetelmät, joten keskinäistä paremmuutta on vaikea arvioida (esim. betoni-, kivi- ja asfalttituotteet).

Pääosa tässä selvityksessä esitetyistä toimivuusvaatimuksista on jo muodossa tai toisessa olemassa nykyisissä laatuvaatimuksissa. Voidaan sanoa, että tässä julkaisussa esitetyt toimivuusvaatimusehdotukset ovat pääosin vanhoja laatuvaatimuksia, joita on yhdistelty tai eroteltu pyrkimyksenä riittävä yleispätevyys ja joista on riisuttu pois menetelmiin ja materiaaleihin liittyvät vaatimukset.

Tulevissa laatuvaatimuksissa pitäisi selvästi erottaa toisistaan toimivuusvaatimukset ja eräiden teknisten ratkaisujen toimivuusvaatimuksia varmistavat tekniset vaatimukset (mm. työohjeet) toisistaan.

Tässä selvityksessä esitetä uusia mittausmenetelmiä. Niiden kehittäminen on kuitenkin keskeisessä asemassa toimivuusvaatimukseen perustuvien hankintamenettelyjen käytönotossa ja menestyksellisessä käytössä.

Tämä selvitys keskittyy erilaisten hankintatapojen toimivuusvaatimuksiin ja todentamismenetelmiin mutta ei puutu erilaisiin vaatimustasoihin ja hankintatapoihin. Vaarana on vaatia liikaa, mikä nostaa urakkahintoja. Vaatimustason asetannassa voi tulla vaikeuksia myös mm. silloin, kun toisen ominaisuuden parantaminen heikentää toista ominaisuutta (esim. päällysteen melu ja kulumiskestävyys). Eräillä hankintatavoilla ominaisuudet arvioidaan, jolloin vaatimustasot voivat olla liukuvia. Vaatimusten asetantaan tarvitaan yleisohjeita (joista voidaan haluttaessa poiketa). Ei ole järkevää, että kukin tilaaja erikseen miettii, millaista laatutasoa kuhunkin kohteeseen pitäisi valita.

Usein on esitetty, että toimivuutta voidaan vaatia vain yhdellä tasolla: esimerkiksi jos vaaditaan tiettyä urasyvyyttä takuuajana, ei saisi vaatia urautumiskestävyuden osoittamista muilla tavoilla, kuten kulumiskestävyyttä SRK-arvona tai kiviainekselta tiettyä lujuusluokkaa. On myös tapahtunut sellaista, että tilaajan teknisellä vaatimuksella on tehty toimivuusvaatimuksen täyttyminen mahdottomaksi. Kuitenkin voi olla hyvä, että tarjotessaan tuotteelleen kestoikää urakoitsijan pitäisi jotenkin etukäteen todistaa lupauksensa realistisuus.

Eräisiin asioihin pitää kiinnittää huomiota kunnossapitourakan alussa ja lopussa. Urakan valmistelussa urakoitsijalla ja urakan lopussa tilaajalla tulee olla riittävä tieto kuntotilasta ja sen muutosnopeudesta. Urakoitsijan kustannuksiin (tarjoukseen) vaikuttaa, millaisia toimenpiteitä ja kuinka usein hänen tarvitsee tehdä urakan aikana, jotta kuntotaso pysyy vaatimusten mukaisina. Tilaajaa kiinnostaa, missä kunnossa kohde on urakan päättyessä ja miten kunto muuttuu. Esimerkiksi soratien hoidossa pitää jossain vaiheessa lisätä kulutuskerrosta, kun materiaalia lentää ojiin tai sekoittuu tierakenteeseen. Urakan alussa voi kulutuskerrosta olla niin paljon, että urakoitsijan ei tarvitse lisätä siihen mitään urakan aikana, mutta seuraavalla urakoitsijalla on edessään kallis kulutuskerroksen kunnostus. Urakassa pitää olla siis riittävän kattavat lähtötiedot, ja urakkaehdoissa pitää määrittää, miten jäljellä oleva pääoma-arvo määritetään. Pelkät pintakunnon mitaukset eivät siis riitä. Soratie-esimerkissä urakan lopussa voisi olla vaatimus kulutuskerroksen minimipaksuudelle.

Vaatimusten asetannan työkalun hyödyt ovat siinä, että kaikki ominaisuudet tulee mietittyä: tarvitaanko niitä ja minkä tasoista laatua. Toimivuuspohjaisen urakoinnin hyödyt, eli urakoitsijoiden innovaatioista seuraavat hyödyt eri osapuolille, tulevat parhaiten esiin silloin, kun lähdetään puhtaalta pöydältä, kuten uuden tien rakentamisessa. Tällöin esim. turvallisuus voidaan ottaa huomioon monipuolisemmin. Toimivuusvaatimusten käyttö edistää tuotehyväksynnän ja tuotteistamisen yleistymistä. Tämä taas lisää markkinoiden toimivuutta.

Näyttäisi siltä, että lopputuotteen ominaisuuksiin kohdistuvat toimivuusvaatimukset ovat laajalti hyväksytyt kehityssuunta yksityisten hoitopalveluiden hankintojen laatu-

määrittelyiksi. Tiehallinto on kovaa vauhtia etenemässä kohti toimivuusvaatimusten käyttöä. Kunnissa teetetään vielä paljon omaa työtä, mutta myös niissä töissä voitaisiin ottaa toimivuusvaatimukset käyttöön kunnan sisäisten organisaatioiden välillä. Viime kädessä on kuitenkin aina tilaajan valinta, minkälaista laatuvaatimusta hän hankinnoissaan käyttää – joskus on teknisesti ja taloudellisesti järkevämpää käyttää vanhaa yleisesti ymmärrettyä ja selkeästi todennettavaa teknistä laatuvaatimusta tai ostaa suoraan työsuorituksia kuin siirtää riskejä ja vastuuta teknisistä ratkaisuksista urakoitsijan harteille käyttämällä toimivuusvaatimuksia.

Lähdeluettelo

Kotimaiset lähteet

Antikainen, M., Uusitalo, K., Ventola, M.(1993). Taajaman viheralueiden hoitoluokitus. Luokitus- ja hoito-opas. Kaupunginpuutarhurien seura r.y.

Eskolainen, M. (1999). Viheralueiden hoidon työselitys. Viherympäristöliitto ry:n julkaisu 9. Viherympäristöliitto ry. Helsinki.

Haapasalo, S., Korte, T. (2002). Tie auki taivasta myöten. Ratkaisut liikennejärjestelmän rahoitukseksi, sen hallinnon ja tuotannon järjestämiseksi – keskustelun avaus. Liikenne- ja viestintäministeriö. Helsinki.

Helsingin kaupunki, Rakennusvirasto, Katuosasto. (2002) Hoidon tehtäväkortteja 20.3.2002.

Häkkinen, T., Vares, S., Vesikari, E., Karhu, V. (2000). Rakennusten elinkaartekniikka – tuoteinformaatio käyttöikäsuunnittelun tueksi. Tutkimusraportti. VTT Rakennustekniikka. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Espoo.

Jyväskylän kaupunki, Tekninen palvelukeskus, Katu- ja puisto-osasto. (2002). Kesä- jatalvihoitotöiden tuotekuvaukset 10.6.2002, Säynätsalon urakka.

Lehtipuu, E. (2003). Liikennemerkkipylväät – turhan usein vinossa? Tie ja liikenne 3/2003.

LVM 2002. Liikenne- ja viestintäministeriön ohje yleisten teiden näkemäalueista. 24.1.2002. Liikenne- ja viestintäministeriö.

Malmivuo, M., Kärki, O. 2000. Teiden kunnossapidon yhteys liikenneturvallisuuteen. Tielaitoksen selvityksiä 57/2000.

Metsäranta, H., Meriläinen, A., Somerpalo, S. (2001). Tienpidontuotteiden vaikutusmekanismit. Esiselvitys tienpidon vaikutusten hallinnan kehittämistarpeista. Tiehallinnon selvityksiä 87/2001. Tiehallinto. Helsinki.

Oulun kaupunki, Katu- ja viherpalvelut. (2001). Katualueiden hoidon tehtäväkortit 11.6.2001.

Pakkala P. (2002). Innovatiivisia projektintoteutusmenetelmiä infrastruktuurialalle. Kansainvälisiä näkymiä. Tieliikelaitos. Helsinki.

Pank ry. (1999). Asfalttinormit 2000, Pank ry.

Pank ry. (2002). Asfalttinormien 2000 muutokset. Lisälehti 2003.

Peltola, H. 2001. S12 Pääteiden parantamisratkaisut, Uusien tiettyyppien turvallisuustarkastelut, turvallisuustiedot vuosilta 1996–2000. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 41/2001.

Ronkainen, A. (2002). Katujen hoito alueurakointina. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu. Espoo.

Räty, P. (2000). Tutkimus liikenneonnettomuusrekistereiden edustavuudesta ja peittävydestä. Tielaitoksen selvityksiä 38/2000.

Suomen Kaupunkiliitto, Suomen Kunnallisliitto. (1984a). Liikenneväylien kunnossapitoluokitus 84.

Suomen Kaupunkiliitto, Suomen Kunnallisliitto. (1984b). Liikenneväylien tavoitteellinen kunnossapitotaso 84.

Suomen Kaupunkiliitto. (1992). Alueurakointi. Kilpailua kunnallistekniikan kunnossapitoon. Suomen Kaupunkiliiton julkaisu nro 657. Suomen Kaupunkiliitto. Helsinki.

Suomen Kuntaliitto, Suomen maarakentajien keskusliitto, Uudenmaan sopimuskunnat. (1994). Alueurakointi. Suomen Kuntaliitto. Helsinki.

Suomen Kuntaliitto. (1997). Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 97. KT 97. Suomen Kuntaliitto. Helsinki.

Suomen Kuntaliitto. (1999a). Ulkovalaistuksen ylläpitotyöt 99. Suomen Kuntaliitto. Helsinki.

Suomen Kuntaliitto. (1999b). Asfalttipäällysteiden valintaohje 2000.

Suomen Kuntaliitto. (2000). Liikennevalojen ylläpitotyöt 2000. Suomen Kuntaliitto. Helsinki.

Suomen Kuntaliitto (2002). Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02.

Suomen Kuntaliitto. (2003). Alueurakointi. Yleinen tehtäväluettelo 2003. Suomen Kuntaliitto. Helsinki.

Suomen kuntatekniikan yhdistys. (1997). Betoni- ja luonnonkivituotteet päällysterakenteena SKTY 14/1997.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. (2001). RIL 216-2001 Rakenteiden elinkaaritekniikka. Helsinki.

Tervonen, J., Hämekoski, K., Myllynen, M., Pihlaja, M., Penttinen, P. (2001). Liukkaus, hiekkoitus ja katupöly – yhteiskuntataloudelliset vaikutukset. Loppuraportti. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisu 2001:30. Katuosasto. Helsinki.

Tiehallinto. (1997a). Taajamapäällysteet ja reunatuet.

Tiehallinto. (1997b). Teiden suunnittelu V 3 Meluesteet.

Tiehallinto. (1997c) Teiden suunnittelu V, Tiehen kuuluvat laitteet 5, Reunatuet.

Tiehallinto. (1998a). Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. Kovat pintaverhoustyöt, sadevesikourut, reunatuet ja sorapinta. Tiehallinto. Helsinki.

Tiehallinto. (1998b). Teiden suunnittelu V, Tiehen kuuluvat laitteet 4, Aidat.

Tiehallinto. (1998c). TYLT Kovat pintaverhoustyöt, sadevesikourut, reunatuet ja sorapinta.

Tiehallinto. (1999a). Tien häikäisysoijat – Tietoa tiensuunnitteluun nro 40.

Tiehallinto. (1999b). Liikenneympäristön hoito. Toimintalinjat ja laatuvaatimukset. Tiehallinto. Helsinki.

Tiehallinto. (1999c). Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. Tiekaiteet. Tiehallinto. Helsinki.

Tiehallinto. (1999d). Kevyen liikenteen väylien hoito. Menetelmätieto. Tiehallinto. Helsinki.

Tiehallinto. (2000). Viherhoito tieympäristössä. Tiehallinto. Helsinki.

Tiehallinto. (2001a). Reunaympäristön pehmentäminen – inventoinnin työohje.

Tiehallinto. (2001b). Tien poikkiprofiilit ja uudet tunnusluvut.

Tiehallinto. (2001c). Teiden talvihoito. Toimintalinjat. Tiehallinto. Helsinki.

Tiehallinto. (2001d). Teiden talvihoito. Laatuvaatimukset 2001. Tiehallinto. Helsinki.

Tiehallinto. (2001e). Tiehallinnon tuotemääritys 2001. Tiehallinto. Helsinki.

Tiehallinto. (2002a). Päällysteiden paikkaus.

Tiehallinto. (2002b). Tietoa tiensuunnitteluun nro 61A.

Tiehallinto. (2002c). Tietoa tiensuunnitteluun nro 62A.

Tiehallinto. (2002d). Hoidon ja ylläpidon tuotekortit 18.2.2002. Tiehallinto.

Tiehallinto. (2003a). Yleisohjeet liikennemerkkien käytöstä.

Tiehallinto. (2003b). Tievalaistuksen hoitotyöt. Yleiset laatuvaatimukset. 9.1.2003.

Tiehallinto. (2003c). Tienpidon hankintastrategia. Tiehallinto. Helsinki.

Tiehallinto. (2004a). Liikennemerkkien rakenne ja pystytys, rakenteita ja laatua koskevat vaatimukset.

Tiehallinto. (2004b). Sillantarkastuskäsikirja.

Tiehallinto. (2004c). Tiemerkintöjen laatuvaatimukset v. 2004.

Tiehallinto. (2004d). Tiemerkintöjen kuntoluokitus 2004.

Tiehallinto. (2004e). Tieomaisuuden kunnan yhtenäinen palvelutasoluokitus.

Tiehallinto. (2004f). TYLT 7220 AIDAT.

Tiehallinto. Siltojen korjausohjeet (SILKO) (jatkuvasti täydennettävä kansiosarja).

Tielaitos. (1991). Tievalaistuksen käsikirja. Tielaitos. Helsinki.

Tielaitos. (1993a). Sorateiden kulutuskerroksen kuntoluokitus. Tielaitos. Helsinki.

Tielaitos. (1993b). Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. Varusteet ja erityisrakenteet. Tielaitos. Helsinki.

Tielaitos. (1994a). Tienvarsikalusteiden kuntoluokitus. Tielaitos. Helsinki.

Tielaitos. (1994b). Tiealueen puhtaanapidon ja sorapientareiden kuntoluokitus. Tielaitos. Helsinki.

Tielaitos. (1994c). Liikenteen ohjaus. Liikennemerkkien pystytys. Tielaitos. Helsinki.

Tielaitos. (1995). Sorateiden hoito ja kunnostus. Tielaitos. Helsinki.

Tielaitos. (1996a) Kevyen liikenteen väylien kuntoluokitusjärjestelmä.

Tielaitos. (1996b). Liikennemerkkien ja reunapaalujen kuntoluokitus.

Tielaitos. (1996c). Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. Kuivatusrakenteet ja putkistot. Tielaitos. Helsinki.

Tielaitos. (1999). Liikennemerkkien ja reunapaalujen kuntoluokitus. Tielaitos. Helsinki.

Vantaan kaupunki, Tekninen toimiala, Katuosasto. (2000). Alueurakka, tehtäväkortit 2.5.2000.

Ulkomaiset lähteet

Kirjallisuus

ATB VINTER 2003. Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. Vägverket, Sverige, 2003.

ATB VÄG 2003. Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktion. Vägverket, Sverige, 2003.

- DRIFT96, Allmän teknisk beskrivning av driftstandard. DRIFT 96. Vägverket, Sverige, 1996.
- Drift og vedlikehold 2002. Statens vegvesen, Norge, 2002.
- DMRB 2003. Design Manual for Roads and Bridges. Highways Agency, UK.
- FOCUS, January/February 2003. Pavement Warranties Yield Innovaton, Quality. FHWA, USA.
- FSB. Funktions och standardbeskrivning (FSB). Vägverket, Sverige.
- Håndbok 018 Vegbygging 2002. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Norge, 2002.
- Korteweg, A.-L. PIARC Roads. N°315 – 2002. Functional Specifications in Contracting.
- NVF 2002. Jämförelse om funktionella kravens och på dem baserade upphandlingsformers användning i Nordiska länder. NVF, Finska avdelningen av utskott 34. Utkast 25.9.2002.
- Rioux., N. PIARC Roads. N°315 – 2002. Performance Specification Contracts. The Quebec Experience to Date.
- Transit NZ. State Highway Maintenance Contract Proforma Manual, Maintenance Specification. New Zealand, 2003.
- Wågberg, L.-G. Bära och Brista. Svenska Kommunförbundet. Sverige, 1991.
- Wågberg, L.-G. 2001. Funktionskrav på beläggningar, Ett nytt sätt att upphandla gatubeläggningar. Svenska Kommunförbundet, Sverige.
- Kyselyt ja haastattelut**
- Susanne Baltzer, DRI, Roskilde, Tanska.
- Hans Jörgen Ertman Larsen, DRI, Roskilde, Tanska.
- Les Hawker, Highways Agency, Lontoo, Englanti.
- Henrik Hooimeijer, DWW, Delft, Hollanti.
- Lars Jacobsson, Vägverket, Borlänge, Ruotsi.
- A.-L. Korteweg, DWW, Delft, Hollanti.
- Ian Markey, Statens vegvesen, Oslo, Norja.
- John Potter, TRL, Crowthorne, Englanti.
- Vijay Ramdas, TRL, Crowthorne, Englanti.

Åke Sandin, Göteborgin kaupunki, Ruotsi.

Paul Kristian Senstad, Statens vegvesen, Oslo, Norja.

Ramesh Sinhal, Highways Agency, Lontoo, Englanti.

Lars-Göran Wågberg, VTI, Linköping, Ruotsi.

Tekijä(t) Kurki, Timo, Spoof, Harri, Malmivuo, Mikko, Petäjä, Sami & Leinonen, Jarkko			
Nimeke Kunnossapitourakoiden toimivuusvaatimukset			
Tiivistelmä <p>Tutkimushankkeen tavoitteena oli määrittää teiden ja katujen kunnossapitoa varten toimivuusvaatimuksia ja niiden todentamismenetelmiä. Tutkimuksen toimivuusvaatimusosio oli jaettu kahtia siten, että VTT vastasi (Tiehallinnon terminologian mukaisesti) ylläpidon toimivuusvaatimusten kehittämisestä ja Teknillisen korkeakoulun Tielaboratorio vastasi hoidon osuudesta. Tutkimushankkeeseen kuuluvan kunnossapitopalvelujen hankinnan prosessi-kuvauksen laatimisesta vastasi Teknillisen korkeakoulun rakentamistalouden laboratorio, ja liikenneväylien hanke- ja rakennusosien määrittelystä vastasi Rapal Oy.</p> <p>Tutkimuksessa käytiin läpi Tiehallinnon ja kuntien urakoinnin hankinnassa käyttämiä laatuvaatimuksia. Tutkimuksessa selvitettiin myös kansainvälinen nykytilaa käytetyistä toimivuusvaatimuksista. Selvitettäviä maita olivat Pohjoismaiden lisäksi mm. Englanti, Hollanti, Uusi-Seelanti, Yhdysvallat ja Kanada. Lisäksi tiedustelut suoritettiin myös mm. Ranskan, Sveitsin, Espanjan ja Portugalin osalta, mutta haastattelujen perusteella heillä ei ole kokemuksia toimivuusvaatimuksista kunnossapitourakoissa.</p> <p>Toimivuusvaatimuksia voidaan asettaa eri tasoilla. Esimerkiksi turvallisuutta voidaan mitata ”korkealla” tasolla onnettomuuksien määrällä tai maanläheisemmin kitkalla. Tutkimuksessa selvitettiin yksityiskohtaisemmin, voidaanko liikenneonnettomuuksien määrää käyttää toimivuusvaatimuksena. Kunnossapitäjän toimien ja liikenneturvallisuuden heikko yhteys sekä säiden vaikutus vaikeuttaa turvallisuusbonusten käyttöä.</p> <p>Väylän käyttäjää tärkeää ovat turvallisuus ja palvelutaso. Väylän käyttäjille ja ympäröivälle asutukselle ovat tärkeitä ympäristövaikutukset ja viihtyisyys. Väylän omistaja on kiinnostunut rakenteiden käyttöiästä ja vaurioriskistä.</p> <p>Turvallisuus muodostuu urasyvyydestä, kitkasta, valaistuksesta, kaiteista jne. Palvelutaso muodostuu mm. pitkittäisepätasaisuudesta, opasteiden näkyvyydestä ja tienvarsikalusteiden kunnosta. Ympäristövaikutukset muodostuvat mm. ympäristömelusta, tärinästä ja materiaalien uusiokäytöstä. Viihtyisyyteen vaikuttaa mm. tienympäristön rakenteet ja istutukset. Käyttöikään ja vauriorisktiin kuuluvat esim. päällysteen urautumisnopeus ja tierakenteen kuivatus.</p> <p>Toimivuusvaatimusten käyttö tuottaa monia etuja. Hankintamenettely, samoin kuin itse urakan valvonta, on tilaajalle kevyempi taakka kohdistuessaan vain lopputuotteeseen, eikä tilaajan tarvitse puuttua teknisiin yksityiskohtiin. Urakoitsijalla on mahdollisuus tehostaa toimintaansa ja hankkia kilpailuetua markkinoilla panostamalla tuotekehitykseen ja kehittämällä uusia tehokkaampia työmenetelmiä, materiaaleja tai työkoneita. Toimivuusvaatimusten käyttöönottoon liittyy myös riskejä, kuten urakoitsijalle aiheutuvan riskin kasvu ja tarjoajien väheneminen ja sitä kautta urakkahintojen nousu.</p> <p>Tilaaaja voi valita, minkälaista laatuvaatimusta hankinnoissaan käyttää. Joskus on teknisesti ja taloudellisesti järkevämpää käyttää vanhaa yleisesti ymmärrettyä ja selkeästi todennettavaa teknistä laatuvaatimusta kuin siirtää riskejä ja vastuuta teknisistä ratkaisuista urakoitsijan harteille käyttämällä toimivuusvaatimuksia.</p>			
Avainsanat streets, roads, maintenance, performance requirements, assessment, service life, environmental impacts, noise, vibrations, traffic safety			
Toimintayksikkö VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Lämpömiehenkuja 2, PL 1800, 02044 VTT			
ISBN 951-38-6509-6 (nid.) 951-38-6510-X (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/)			Projektinumero R2SU00749
Julkaisu-aika Joulukuu 2004	Kieli Suomi, engl. tiiv.	Sivuja 123 s. + liitt. 7 s.	Hinta C
Projektin nimi Toimivuusvaatimukset kunnossapitourakoissa		Toimeksiantaja(t) Teknologian kehittämiskeskus Tekes, Tiehallinto, Kuntaliitto, Helsingin, Jyväskylän ja Oulun kaupungit, Tieliikelaitos, Suomen Maarakentajien Keskusliitto ry, Asfalttiliitto ry	
Avainnimeke ja ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (nid.) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/)		Myynti: VTT Tietopalvelu PL 2000, 02044 VTT Puh. 020 722 4404 Faksi 020 722 4374	

Author(s) Kurki, Timo, Spoof, Harri, Malmivuo, Mikko, Petäjä, Sami & Leinonen, Jarkko			
Title Performance requirements in road and street maintenance contracts			
Abstract <p>The main purpose of this project was to determine performance requirements and assess methods for maintaining roads and streets. The present requirements of Road administration and counties were trawled through. Also present state of other countries was examined by studying northern countries, England, Holland, New Zealand, USA and Canada. Enquires were made also to France, Switzerland Spain and Portugal, but based on interviews, but they did not have much experience of performance requirements in maintenance contracts.</p> <p>Performance requirements can be set on different levels. For example safety can be measured by following number of accidents or by measuring fraction. One results of the project was, that correlation between traffic safety and actions of maintenance was poor. Also varying weather makes more difficult to use safety bonus system.</p> <p>Safety and standard of service is important to users of roads. Environmental affects and pleasant environment are important to users of roads and habitants living near road. The owner of road is interested in service life and risk of failure of road contraction.</p> <p>Safety is comprised of rut depth, friction, lightning etc. Standard of service is comprised of longitudinal unevenness, visibility of signs, condition of facilitates in rest area etc. Environmental affects are ambient noise, vibration, reuse of materials etc. Pleasant environment service is comprised of quality of materials, plants etc. Service life and risk of failure are comprised of rutting speed, drainage etc.</p> <p>The use of performance requirements brings several benefits. Buying and control of project is easier to customer, because demands are only for end product and customer don't have to interfere to technical details. Contractor can make his procedures more effective and get competitive advantage by investing R&D in working methods, devices and materials. There are also risks, such as contractor's higher risk, which can lift contract prices. Sometimes it is technically and economically more reasonable to use old well understood and clear technical quality demands than to transfer risks and responsibility of technical solutions to contractor by using performance requirements. It is customer's choice, which kinds of demands are used.</p>			
Keywords streets, roads, maintenance, performance requirements, assessment, service life, environmental impacts, noise, vibrations, traffic safety			
Activity unit VTT Building and Transport, Lämpömiehenkuja 2, P.O. Box 1800, FIN-02044 VTT			
ISBN 951-38-6509-6 (soft back ed.) 951-38-6510-X (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/)		Project number R2SU00749	
Date December 2004	Language Finnish, Engl. abstr.	Pages 123 p. + app. 7 p.	Price C
Name of project Toimivuusvaatimukset kunnossapitourakoissa		Commissioned by National Technology Agency Tekes, Road Administration, Kuntaliitto, Cities of Helsinki, Jyväskylä and Oulu, Tieliikelaitos, Suomen Maarakentäjien Keskusliitto ry, Asfalttiliitto ry	
Series title and ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (soft back edition) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/)		Sold by VTT Information Service P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 20 722 4404 Fax + 358 20 722 4374	

Tutkimushankkeessa määritettiin toimivuusvaatimuksia ja niiden todentamismenetelmiä teiden ja katujen kunnossapitoa varten. Tutkimuksessa käytiin läpi Tiehallinnon ja kuntien urakoinnin hankinnassa käyttämiä laatuvaatimuksia ja selvitettiin toimivuusvaatimusten käytön kansainvälinen nykytilanne.

Tätä julkaisua myy
VTT TIETOPALVELU
PL 2000
02044 VTT
Puh. (09) 456 4404
Faksi (09) 456 4374

Denna publikation säljs av
VTT INFORMATIONSTJÄNST
PB 2000
02044 VTT
Tel. (09) 456 4404
Fax (09) 456 4374

This publication is available from
VTT INFORMATION SERVICE
P.O.Box 2000
FIN-02044 VTT, Finland
Phone internat. + 358 9 456 4404
Fax + 358 9 456 4374
