

2002/1121



Timo Kurki

Teiden ja katujen ylläpidon hankinta

Nykytila ja tulevaisuus

Tiehallinnon selvityksiä 29/2002



OR TIEH

Timo Kurki

Teiden ja katujen ylläpidon hankinta

Nykytila ja tulevaisuus

Tiehallinnon selvityksiä

29/2002

TIEHALLINTO
Helsinki 2002

ISSN 1459-1553
ISBN 951-726-909-9
TIEH 3200761-v

Edita Prima Oy
Helsinki 2002

Julkaisua myy:
Tiehallinto, julkaisumyynti
Telefaksi 0204 22 2652
S-posti julkaisumyynti@Tiehallinto.fi
www.Tiehallinto.fi/julk2.htm

TIEHALLINTO
Palvelujen hankinta
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 2211

Timo Kurki: Teiden ja katujen ylläpidon hankinta. Nykytila ja tulevaisuus. Helsinki 2002. Tiehallinto, Palvelujen hankinta. Tiehallinnon selvityksiä 29/2002. 36 s. + liitt. 7 s., ISSN 1459-1553, ISBN 951-726-909-9. TIEH 3200761-v.

Asiasanat: hankinta, ylläpito, päällysteet, päällysrakenne
Aiheluokka: 32, 33, 70

TIIVISTELMÄ

Tämän raportin tarkoituksena on selvittää teiden ja katujen ylläpidon (sisältää päällysteurakat ja niihin liittyvät rakenteen vahvistamistyöt ja kuivatuksen parantamistyöt) hankintamenettelyjen nykytila ja siihen liittyvät kehitystarpeet. Raportti keskittyy erityisesti toiminnallisiin ominaisuuksiin perustuvaan päällysteen ja rakenteen parantamisen hankintaan.

Toiminnallisten ominaisuuksien todentamistasoja on kolme:

- valmiin päällysteen pinta mitataan
- valmiista päällysteestä otettu näyte testataan laboratoriossa
- asfalttimassasta valmistetaan laboratoriossa näyte, joka testataan.

On tärkeää, ettei samaan aikaan vaadita tiettyjä toiminnallisia ominaisuuksia ja tarkasti määrätä raaka-aineita. On myös tärkeää, että tiettyä toiminnallista ominaisuutta vaaditaan vain yhdellä tasolla. Raportissa esitetään mittarit toiminnallisten ominaisuuksien toteamiseksi, niiden käyttöönoton valmiustaso ja mahdolliset kehittämistarpeet.

Raportti esittelee yleisellä tasolla erilaiset hankintatavat. Riippumatta urakatyypistä on otettava huomioon hankinta- ja kilpailulainsäädännön vaatimukset. Hankintojen julkisuus edellyttää ensisijaisesti vapaata kilpailua edistävien hankintamenettelyjen käyttöä, joita ovat avoin ja rajoitettu menettely. Avoimessa menettelyssä kaikki halukkaat voivat tehdä tarjouksen. Rajoitetussa menettelyssä tilaaja pyytää tarjouksen vain valitsemiltaan ehdokkailta. Raportissa esitetään tarjoajia koskevat kelpoisuusvaatimukset ja tarjouksen hylkäämisperusteet.

Neuvottelumenettelyssä hankintayksikkö ottaa yhteyden yhteen tai useampaan toimittajaan ja neuvottelee sopimuksen ehdoista heidän kanssaan. Suorassa menettelyssä hankinta tehdään yhdeltä toimittajalta ilman tarjouskilpailua. Neuvottelu- ja suoraa menettelyä voidaan käyttää vain poikkeustapauksissa.

Tarjouksista tulee hankintalain mukaan valita joko kokonaistaloudellisesti edullisin tai hinnaltaan halvin. Kun valitaan "kokonaistaloudellisesti edullisin", niin urakoitsijoiden vertailussa otetaan hinnan lisäksi huomioon muitakin tekijöitä, kuten urakoitsijan laatu (luotettavuus, laatujärjestelmä, kokemus, kalusto jne.) ja tuotteen laatu. Raportissa on esitetty kokemuksia eri valintamenetelmistä Suomesta ja pohjoismaista.

Tämän selvityksen yhteenvetona voidaan todeta, että toiminnallisiin ominaisuuksiin perustuvan hankintamenettelyn nähdään tuovan suuren potentiaalinalan innovatiivisuuden kehittämiseen.

Timo Kurki: Teiden ja katujen ylläpidon hankinta. Nykytila ja tulevaisuus. [Procurement of road and street maintenance. The present and the future.] Helsinki 2002. Finnish Road Administration. Finnra Reports 29/2002. 36 p. + app. 7 p., ISSN 1459-1553, ISBN 951-726-909-9 TIEH 3200761-v.

Keywords: procurement, pavement maintenance, asphalt pavements

SUMMARY

The purpose of this report is to look into the current state of the procedures used to procure road and street maintenance (including pavement contracts and related structural strengthening work and drainage improvement work) and the need for development. The report focuses especially on the procurement of pavement and structural improvement based on functional properties.

There are three levels of determining functional properties:

- measure the surface of finished pavement
- a sample of finished pavement is tested in a laboratory
- a sample is prepared from asphalt mass in a laboratory and tested.

It is important not to require certain functional properties and minutely specify raw materials at the same time. It is also important to require certain functional properties only at one level. The report presents meters for determining functional properties, their readiness to be taken into use and possible need for development.

The report presents different procurement methods at a general level. Regardless of the type of contract, the requirements of legislation related to procurement and competition must be taken into consideration.

The public nature of procurements requires the use of procurement procedures that first and foremost promote free competition. These procedures may be open or limited. In an open procedure anyone may present a bid. In a limited procedure the client asks for bids only from selected bidders. The report describes the acceptability requirements applied to bidders and the grounds for rejecting a bid.

In a negotiation procedure the procurement unit contacts one or more suppliers and negotiates the terms of the contract with them. In a direct procedure the procurement is made from one supplier without a bidding contest. The negotiation and direct procedures may only be used in exceptional cases.

According to the law on procurement, the bid that is either most economical overall or has the lowest price must be chosen. In choosing the "most economical overall", the comparison of bidders takes into account not only price, but also other factors like the quality of the contractor (reliability, quality system, experience, equipment, etc.) and the quality of the product. The report describes experiences with different methods of choosing used in Finland and Scandinavia.

As a summary of this study it can be said that a procurement procedure based on functional properties brings considerable potential to the development of innovativeness in this field.

ESIPUHE

Päällystealan edustajista koottiin työryhmä pohtimaan sekä hankintamenetelyjen että toiminnallisten ominaisuuksien mittaamisen nykytilaa ja kehittämistarpeita. Vuonna 2001 toimineeseen työryhmään kuuluivat

<i>Heikki Jämsä, pj</i>	<i>Asfalttiliitto ry</i>
<i>Laura Apilo,</i>	<i>VTT</i>
<i>Timo Blomberg,</i>	<i>Fortum Oil and Gas</i>
<i>Katri Eskola,</i>	<i>Tiehallinto</i>
<i>Pekka Isoniemi,</i>	<i>Helsingin kaupunki</i>
<i>Hanna Järvenpää,</i>	<i>Lohja Rudus Oy</i>
<i>Mikko Leppänen,</i>	<i>Viatek Oy</i>
<i>Kari Ström,</i>	<i>Jyväskylän kaupunki</i>
<i>Pekka Tammi,</i>	<i>Lemminkäinen Oyj</i>
<i>Tapio Tölli,</i>	<i>Tieliikelaitos</i>
<i>Timo Kurki, sihteeri</i>	<i>VTT</i>

Tavoitteena oli koota eri osapuolien näkemykset siitä, miten hankintamenettelyjä tulisi kehittää ja mitä niiden kehittäminen vaatii. Työryhmätyöskentelyn tulokset on koottu tähän raporttiin, jonka on kirjoittanut ryhmän sihteeri, *Timo Kurki*. Projektin rahoittivat *PANK ry, Asfalttiliitto ry, Tiehallinto ja Kuntaliitto*. Projektin johtoryhmässä toimivat *Asko Saarela, Ossi Himanka, Kalevi Toikkanen, Erkki Peltomäki, Lars Forstén, Antero Blomberg, Heikki Jämsä ja Jussi Jokirinta*.

Helsingissä elokuussa 2002

Tiehallinto
Palvelujen hankinta

Sisältö

TIIVISTELMÄ	5
SUMMARY	6
ESIPUHE	7
1 JOHDANTO	9
2 HANKINTATAVAT	9
2.1 Yleistä	9
2.2 Hankintamenettelyt	10
2.2.1 Avoin tarjouspyyntömenettely	10
2.2.2 Rajoitettu tarjouspyyntömenettely	10
2.2.3 Neuvottelumenettely	11
2.2.4 Suora menettely	11
2.3 Tarjoajia koskevat kelpoisuusvaatimukset	11
2.4 Tarjouksen hylkääminen	12
3 TARJOUSTEN VERTAILU- JA VALINTAPERUSTEET	12
3.1 Halvin hinta	13
3.2 Kokonaistaloudellisesti edullisin	13
4 TOIMINNALLISET OMINAISUUDET	14
4.1 Toiminnallisten ominaisuuksien todentamistasot	14
4.2 Mitä ominaisuuksia voidaan mitata?	16
4.2.1 Urasyvyys	16
4.2.1.1 Nastakulumiskestävyys	17
4.2.1.2 Deformaatiokestävyys	18
4.2.2 Tasaisuus	19
4.2.3 Vauriot	20
4.2.3.1 Vaurioiden inventointi	20
4.2.3.2 Vedenkestävyys	21
4.2.3.3 Pakkaseenkestävyys	21
4.2.3.4 Väsyminen ja rakenteen deformaatio (taso 3)	22
4.2.4 Meluisuus	23
4.2.5 Vedenläpäisevyys	24
4.2.6 Paluuheijastuvuus	25
4.2.7 Väri	25
4.2.8 Kitka	25
4.2.9 Sivukaltevuus	25
4.3 Toiminnallisten ominaisuuksien valinta	26
5 LOPPUTUOTTEEN LAATU JA SEN ARVIOINTI	27
6 TUOTEVAATIMUKSET JA SERTIFIOINTI	28

7	KOKEMUKSIA ERI VALINTAMENETELMISTÄ	29
7.1	Suomen kokemukset	29
7.2	Kansainvälisiä kokemuksia	31
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	32
9	KEHITTÄMISTARPEET	33
9.1	Rakenteiden ja materiaalien hyväksyntämenettely	33
9.2	Urautuminen	34
9.2.1	Urasyvyysmittaus	34
9.2.2	Kulumiskestävyyslaboratoriotestin valinta.	34
9.2.3	Deformaatiokestävyyslaboratoriotestin valinta:	34
9.2.4	Ilmasto-olosuhteiden vaikutus uramittaustuloksiin	34
9.2.5	Urautumisominaisuuksien vertailu tarjousvaiheessa	34
9.3	Tasaisuus ja pintakarkeus	35
9.3.1	Megakarkeusluvun kehitys ja käyttöönotto	35
9.3.2	Lajittuman mittaus	35
9.4	Vauriot	35
9.4.1	Vaurioinventointiohjeiden täsmentäminen ja vauriosumman kehittäminen	35
9.4.2	Pitkäaikaiskestävyyden laboratoriomenetelmien kehitys	35
9.4.3	Päällysteen väsymislaskennan tarvitsemat parametrit	36
9.4.4	Rakenteellisen deformaation laskenta	36
10	LIITTEET	36

1 JOHDANTO

Tämän raportin tarkoituksena on selvittää teiden ja katujen ylläpidon (sisältää päällysteurakat ja niihin liittyvät rakenteen vahvistamistyöt ja kuivatuksen parantamistyöt) hankintamenettelyjen nykytila ja siihen liittyvät kehitystarpeet. Raportti keskittyy erityisesti toiminnallisiin ominaisuuksiin perustuvaan päällysteen ja rakenteen parantamisen hankintaan. Jälkimmäinen sisältää tien/kadun rakennekerrosten yläosaan kohdistuvat parantamistoimenpiteet, joilla vaikutetaan liikenneperäisten vaurioiden korjaamiseen. **Raportti ei sisällä routimisesta ja pohjamaan painumisesta johtuvien vaurioiden korjaamistoimenpiteiden hankintatapoja.** Kehittämistä vaativat asiat pyritään soveltuvin osin sisällyttämään Tekesin INFRA-ohjelmaan.

Toiminnallisilla ominaisuuksilla tarkoitetaan tien ja/tai kadun palvelutasoa ja kestävyyttä kuvaavia suureita. Palvelutaso tarkoittaa tieliikenteen kannalta merkittäviä ominaisuuksia kuten urasyvyys, tasaisuus, sivukaltevuus sekä lähellä oleskelevien kannalta merkittävää meluominaisuutta. Palvelutaso muuttuu ajan kuluessa. Muutosnopeus riippuu päällysteen kestävyyydestä kyseisen ominaisuuden suhteen. Kestävyys, esimerkiksi kulumiskestävyys, voidaan määrittää seuraamalla tien pinnan kunnan muuttumista ja ennustamalla mittaustiedon perusteella kunnan muutos tulevaisuudessa. Myös laboratoriossa tutkittujen päällystenäytteiden tai raaka-aineiden perusteella voidaan ennustaa kestävyyttä, jos päällysteen tekovaiheen laatu on hallinnassa.

2 HANKINTATAVAT

2.1 Yleistä

Riippumatta urakkatyyppin valinnasta on otettava huomioon hankinta- ja kilpailulainsäädännön vaatimukset. Hankintamenettelyssä tulee tarkastella ennen tarjousten pyytämistä, onko kyseessä kynnsarvon ylittävä vai alittava hankinta. Riippuen siitä, tulkitaanko hankinta urakaksi tai palveluksi, kynnsarvo vuonna 2002 on 6,242 milj. euroa tai 0,250 milj. euroa. Kynnsarvolla tarkoitetaan toteutettavan hankkeen arvoa, jonka ylittävästä hankinnasta on julkaistava hankintailmoitus muun muassa Euroopan yhteisön virallisessa lehdessä ja Suomen virallisen lehden erillispainoksessa (Julkiset hankinnat –lehti) tiettyjä vähimmäisaikoja noudattaen.

Laki julkisista hankinnoista (jäljempänä hankintalaki) edellyttää valtion ja kuntien hankinnoissa täsmällisiä menettelyjä kilpailun aikaansaamiseksi ja tarjousmenettelyyn osallistuvien tasapuolisen ja syrjimättömän kohtelun turvaamiseksi. Valtion ja kuntien hankintamenettelyssä on käytettävä hyväksi olemassa olevat kilpailumahdollisuudet. Laissa ja asetuksissa julkisista hankinnoista on säädetty sallituista menettelyistä.

Hankintojen julkisuus edellyttää ensisijaisesti vapaata kilpailua edistävien hankintamenettelyjen käyttöä, joita ovat avoin ja rajoitettu menettely. Neuvottelu- ja suoraa menettelyä voidaan käyttää vain poikkeustapauksissa.

2.2 Hankintamenettelyt

Hankintalaki, -asetukset ja niiden perusteella laaditut hankintaohjeet, kuten Tiehallinnon Teettämisohje 2000 (TIEL 2220004), määrittelevät hankintatavat, jotka ovat:

AVOIN MENETTELY: Kaikki halukkaat voivat tehdä tarjouksen.

RAJOITETTU MENETTELY: Tilaaja pyytää tarjouksen vain valitsemiltaan ehdokkailta.

NEUVOTTELUMENETTELY: Hankintayksikkö ottaa yhteyden yhteen tai useampaan toimittajaan ja neuvottelee sopimuksen ehdoista heidän kanssaan.

SUORA MENETTELY: Hankinta tehdään yhdeltä toimittajalta ilman tarjouskilpailua.

2.2.1 Avoin tarjouspyyntömenettely

Avoimella menettelyllä tarkoitetaan hankintamenettelyä, jossa kaikki halukkaat voivat tehdä tarjouksen. Sitä voidaan käyttää niin hankekohtaisia kuin kausitarjouspyyntöjä ja -sopimuksia tehtäessä. Avoin tarjouspyyntömenettely tapahtuu yleensä lehti-ilmoituksen välityksellä. Ilmoituksella pyydetään yrittäjiä ilmaisemaan kiinnostuksensa tarjouksen tekemiseen. Halukkuutensa ilmaistuaan näille toimitetaan varsinaiset tarjouspyyntöasiakirjat.

Avoimessa menettelyssä hankintapäätös tehdään tarjouspyynnön mukaisesti ajallaan saatujen, hyväksyttävien tarjousten perusteella.

Avointa menettelyä käytettäessä tulee ennen tarjouspyynnön laatimista ja julkaisemista päättää tarjouksen valintaperusteista. Valintaperusteet on ilmoitettava tarjouspyynnössä. Valintaperusteita käsitellään jäljempänä kohdassa 3.

2.2.2 Rajoitettu tarjouspyyntömenettely

Rajoitettu tarjouspyyntömenettely on avointa menettelyä joustavampi ja kynnysarvon alittavissa hankinnoissa nopeampi hankintatapa ja siksi asfaltialalla tavallisimmin käytetty ja suositeltava menettely. Rajoitetussa menettelyssä tilaaja pyytää tarjouksen vain ennakolta valituilta, luotettavaksi ja toimituskykyisiksi arvioituilta yrityksiltä. Tarjoushintoja ja -ehtoja koskevia neuvotteluja ennen valintapäätöstä ei saa käydä. Menettelyä voidaan käyt-

tää sekä hankekohtaisia että kausitarjouspyyntöjä ja -sopimuksia tehtäessä. Suorittamallaan esivalinnalla tilaaja pystyy etukäteen varmistautumaan aikaisempien kokemusten ja muun näytön perusteella siitä, että kaikki tarjoajat ovat riittävän päteviä ja kalusto riittävän hyväkuntoista.

Rajoitetussa menettelyssä tilaaja pyytää tarjouksen vain valitsemiltaan ehdokkailta, jotka täyttävät tarjoajia koskevat kelpoisuusvaatimukset. Riittävän kilpailun varmistamiseksi tarjouksia tulee pyytää vähintään viideltä yritykseltä. Rajoitetussa menettelyssä saa muukin kuin se, jolta on tarjouksia pyydetty, tehdä tarjouksen. Tällaisella yrittäjällä on oikeus pyytää ja saada tarjouksen tekemistä varten tarjouspyyntö. Mikäli tarjous evätään, tulee ratkaisuperuste kirjata. Itse ilmoittautuneen tarjoajaehdokkaan mukaan otosta päätettäessä käytetään samoja kriteereitä kuin alkuperäisiä tarjoajia valittaessa.

Kynnysarvon ylittävissä hankinnoissa rajoitettu menettely jakautuu kahteen vaiheeseen. Hankinnasta ilmoitetaan EU:n virallisessa lehdessä, minkä jälkeen kiinnostuneet yritykset voivat ilmoittaa osallistumishalukkuudestaan. Näiden joukosta tilaaja valitsee mukaan otettavat yritykset, jolle tarjouspyyntöasiakirjat lähetetään.

2.2.3 Neuvottelumenettely

Hankintayksikkö ottaa yhteyden yhteen tai useampaan toimittajaan ja neuvottelee sopimuksen ehdoista heidän kanssaan. Neuvottelumenettelyä voidaan käyttää rakennusurakoissa, jos rakennustyö tehdään vain tutkimusta, kokeilua tai kehittämistä varten sekä poikkeustapauksissa silloin, kun rakennustöiden luonteen tai niihin liittyvien epävarmuustekijöiden vuoksi ei voida tehdä etukäteistä kokonaishinnoittelua. Neuvottelut on käytävä vähintään kolmen ehdokkaan kanssa. Neuvottelumenettelyyn voidaan myös siirtyä avoimesta tai rajoitetusta menettelystä, jos niissä saadut tarjoukset eivät vastaa tarjouspyynnössä asetettuja ehtoja tai tarjouksia ei voida muusta perustellusta syystä hyväksyä.

2.2.4 Suora menettely

Hankinta tehdään yhdeltä toimittajalta ilman tarjouskilpailua. Suorahankintaa voidaan käyttää vain erityisestä syystä. Tällaisia syitä ovat esim. hankinnan vähäinen arvo, kilpailulla mahdollisesti saavutettava etu jää kilpailuttamiskustannuksia pienemmäksi, tarjouskilpailussa ei ole saatu lainkaan tarjouksia tai on olemassa vain yksi toimittaja, esim. patentin takia.

2.3 Tarjoajia koskevat kelpoisuusvaatimukset

Yritysten esivalinnassa voidaan käyttää hyväksi Rakentamisen Laatu RALA ry:n tietoja hyväksytyistä pätevistä yrityksistä (www.ralacn.fi). RALA ry:n myöntämän pätevyystodistuksen saaminen edellyttää osoitusta toimialan töiden kokemuksesta ja toimii siten laadun varmistajana. Lisäksi pätevyysto-

distus osoittaa yrityksen hoitaneen julkiset veronsa ja maksunsa. Urakka-
tarjouspyyntöön suositellaan sisällytettäväksi lauseke, että urakoitsijalla tu-
lee olla joko Rakentamisen Laatu RALA ry:n toteama pätevyys tarjouspyyn-
nön edellyttämällä toimialalla tai urakoitsijan tulee muuten toimittaa vastaa-
vat pätevyyden osoittamiseksi tarvittavat tiedot. Vaatimus voidaan ulottaa
koskemaan myös aliuurakoitsijoita. RALA ry pitää hyväksynnöistään julkista
rekisteriä. Lisäksi suositellaan, että urakoitsijan tulee osoittaa tarjouksessa
työntekoon vaadittavat resurssit (henkilöt, kalusto, alihankkijat jne.).

Esivalinnan perusteina voidaan käyttää esimerkiksi seuraavia ominaisuuksia.

Luotettava: Yhteistyökykyinen, sopimuksen kunnollinen täyttäminen, aikai-
semmat kokemukset (referenssit RALA ry:n tietokannasta, suoraan urakoit-
sijalta tai tilaajan omien kokemusten perusteella).

Vakavarainen: Taloudellinen asema kunnossa (selvitettävissä etukäteen
päätettyllä tavalla RALA ry:n pätevyystiedoista ja/tai luottotiedoista).

Laaduntuottokykyinen: Tekninen sopivuus, laadullinen kapasiteetti (RALA
ry:n pätevyystodistus tai vastaava näyttö pätevyydestä), määrällinen kapa-
siteetti, paikallistuntemus, turvallisuus- ja ympäristöasioiden hoito.

2.4 Tarjouksen hylkääminen

Tarjouksen hylkäämisperusteita ovat mm:

- Yhteiskunnan asettamien veloitteiden laiminlyönti ja/tai tarvittavi-
en/pyydettyjen asiakirjojen puuttuminen.
- Tarjouspyynnön jälkeen on ilmennyt, että tarjouksen tekijällä ei katsota
olevan teknillisiä tai taloudellisia tai muita edellytyksiä työn toteuttami-
seksi vaaditulla tavalla.
- Tarjouksen tekijä on menetellyt vilpillisesti tai muuten lain tai hyvän lii-
ketavan vastaisesti.
- Tarjous on saapunut tarjousajan päättymisen jälkeen. Kuitenkin myö-
hästynt, mutta ennen tarjousten avaustilaisuutta saapunut tarjous voi-
daan ottaa huomioon jos on ilmeistä, että myöhästyminen ei johdu tarjo-
uksen tekijästä.
- Tarjoushinta on epämääräinen tai tarjous on muuten olennaisesti vaja-
vainen tai virheellinen tai ei muuten vastaa tarjouspyyntöä.
- Tarjoushinta on niin alhainen, että on ilmeistä ettei hankintaa, tarjouksen
tekijän taloudelliset edellytykset huomioon ottaen, voida tarjouksen mu-
kaisesti täyttää.

3 TARJOUSTEN VERTAILU- JA VALINTAPERUSTEET

Tarjousten vertailu- ja valintaperusteet tulee esittää tarjouspyynnössä. Tar-
jouspyynnöt lähetetään vain sellaisille urakoitsijoille, jotka täyttävät kelpoi-
suusvaatimukset (katso kohta 2.3). Tarjouksista tulee hankintalain mukaan
valita joko kokonaistaloudellisesti edullisin tai hinnaltaan halvin.

3.1 Halvin hinta

Tilaaaja asettaa tietyt raja-arvot, jotka päällysteen pitää täyttää. Urakoitsijaksi valitaan se, joka toimittaa halvimmalla hinnalla vaaditut ominaisuudet.

A. Tilaajan ratkaisu

Tilaaaja määrittää vaatimukset päällysteen raaka-aineille, rakeisuuskäyrälle, niiden laadunvaihtelulle jne. (jopa määrää tai osoittaa raaka-aineet kuten esim. kiviaineksen). Jos tarjouspyynnössä ei ole asiasta mainittu, vaihtoehtoista ratkaisua ei saa ottaa käsittelyyn.

B. Kiinteät toiminnalliset vaatimukset

Tilaaajan ei tarvitse määrittää yksityiskohtaisesti esim. materiaaliominaisuuksia tai kuinka päällystäminen tehdään. Sen sijaan tilaaaja asettaa toiminnallisille ominaisuuksille vaatimukset, jotka päällysteen tulee täyttää.

3.2 Kokonaistaloudellisesti edullisin

C. Kiinteät toiminnalliset vaatimukset ja urakoitsijan laaduntuottokykytarkastelu

Tilaaaja edelleen asettaa vaatimustason lopputuotteen ominaisuuksille, jotka pitää täyttää. Vaatimustason alittaneita urakoitsijoita ei oteta mukaan valintaprosessiin. Ylittäneet saavat urakoitsijan laadun (luotettavuus, laatujärjestelmä, kokemus, kalusto jne.) mukaan laadunpisteitä, joilla lasketaan vertailuhinta. Halvin vertailuhinta voittaa.

D. Hinta-, ominaisuus- ja laaduntuottokykytarkastelu

D-vaihtoehdossa ei aseteta kiinteitä raja-arvoja ominaisuuksille (vain ehkä minimilaatuvaatimukset, kuten kestoikä vähintään 3 vuotta). Vertailuhinta lasketaan tien/kadun pinnan kestävyuden perusteella (vuosikustannus), muilla ominaisuuksilla (esim. melu, ulkonäkö) ja urakoitsijan laaduntuottokyvyn perusteella (luotettavuus, kokemus, laatujärjestelmä jne.). Tilaajan tulee tietää ominaisuuksien muutoksen vaikutus päällysteen elinikään ja osata arvottaa muita ominaisuuksia. Vuosikustannusta laskettaessa tarjoushinnan lisäksi voidaan ottaa huomioon myös muita kustannuksia kuten liikenteelle aiheutunut haitta jne. Liitteessä 1 on esitetty kestojän arviointiin liittyviä asioita.

Kun vertailu- ja valintaperusteena ovat B, C ja D vaihtoehdot, tilaaajan täytyy vaatia, että jo tarjousvaiheessa urakoitsija osoittaa luotettavalla tavalla tarjoamansa tuotteen täyttävän tilaaajan vaatimukset tai urakoitsijan omat lupaukset. Tämä voidaan tehdä esittämällä tuotteen laboratoriotulokset ja/tai referenssit. Asetetut vaatimukset ja tarjouksen valintaperusteet on kirjattava jo tarjouspyyntöön.

4 TOIMINNALLISET OMINAISUUDET

4.1 Toiminnallisten ominaisuuksien todentamistasot

Toiminnallisten ominaisuuksien toteaminen voidaan tehdä kolmella eri tasolla. Lisäksi raaka-aineiden perusteella voidaan arvioida päällysteen ja rakenteen ominaisuuksista.

1. Valmiin päällysteen pinta mitataan
2. Valmiista päällysteestä otettu näyte (porakappale) testataan laboratoriossa
3. Asfalttimassasta valmistetaan laboratoriossa näyte, joka testataan
4. Raaka-aineiden testituloksista ennustetaan päällysteen kestävyys.

Taulukko 1. Toiminnallisten ominaisuuksien todentamistasot

Valmiin päällysteen pinta (taso 1)	Näyte valmiista päällysteestä (taso 2)	Laboratoriossa valmistettu näyte (taso 3)
Pitkittäisepätasaisuus	Deformaatiokestävyys	Deformaatiokestävyys
Urasyyvyys	Vedenkestävyys	Vedenkestävyys
Purkaumat	Nastakulutuskestävyys	Nastakulutuskestävyys
Vauriot, kantavuus	Väsyminen,	Väsyminen,
Kitka	jäykkyys/joustavuus	jäykkyys/joustavuus
Tasalaatuisuus	Väri, valon heijastavuus	Kylmäkestävyys
Sivukaltevuus	Vedenläpäisevyys	(vanheneminen, bitumi)
Korkeusasema		Vedenläpäisevyys
Meluominaisuudet		
Väri, valon heijastavuus		
Vedenläpäisevyys		

Tasolla 1 vaatimusten täytyminen testataan vastaanotettavasta valmiin päällysteen pinnasta. Ominaisuuksia ovat mm. pitkittäisepätasaisuus, kitka jne. Tähän liittyvät myös mittaukset pinnan ominaisuuksien kehittymisestä, esimerkiksi urasyyvyden kasvu. Ilmaston vaihtelulla on vaikutusta tien kuntoon takuuajan aikana. Esim. poikkeuksellisen märkä talvi tai kuuma kesä aiheuttaa keskimääräiseen vuoteen verrattuna suuremman urasyyvyden.

Tasolla 2 päällyste testataan valmiista päällysteestä otetuista näytteistä. Eräät kokeet vaativat määrätyn minimipaksuuden tai ohuista päällysteistä voi olla vaikea saada koekappaletta. Tällöin käytetään asfalttimassasta tehtäviä tutkimuksia.

Tasolla 3 asfalttimassa testataan laboratoriossa valmistetuilla koekappaleilla. Massa voidaan ottaa asfalttiasemalta tai raaka-aineet voidaan sekoittaa laboratoriossa.

Tasolla 4 päällysteen kestävyys ennustetaan raaka-aineiden ja sekoitus-suhteiden perusteella. Ennustemallit pätevät vain tutkituille eli perinteisille

päällystetyypeille. Tyyppihyväksynnässä voidaan selvittää uudelle päällystetyypille tai raaka-aineelle ennustemallin tarvitsemat arvot.

On tärkeää, ettei samaan aikaan vaadita tiettyjä toiminnallisia ominaisuuksia ja tarkasti määrätä raaka-aineita. On myös tärkeää, että tiettyä toiminnallista ominaisuutta vaaditaan vain yhdellä tasolla. Eli jos on asetettu päällystenäytteen laboratorio-arvoille vaatimukset, ei enää voida asettaa tiemittausvaatimuksia samalle ominaisuudelle tai päinvastoin (esim. kulutuskestävyys SRK-arvona ja urasyvyytenä tiellä).

Jos käytetään tien pinnasta mitattavia ominaisuuksia, pitää huolehtia, ettei mitata sellaisia asioita, mihin päällysteurakoitsija ei pääse urakkasopimuksen mukaan vaikuttamaan (esim. huono pohja, vanhan päällysteen halkeamat jne.).

Taulukko 2. Esimerkki urautumisominaisuuden hankinnasta valintaperusteena "kokonaistaloudellisesti edullisin" (kohta 3.2).

*C. Kiinteät toiminnalliset vaatimukset ja urakoitsijan laaduntuottokykytarkastelu
D. Hinta-, ominaisuus- ja laaduntuottokykytarkastelu*

Valintaperuste	C	C	D	D
Toteamistaso	Laboratoriotulos (taso 2)	Urasyvyys (taso 1)	Laboratoriotulos (taso 2)	Urasyvyys (taso 1)
Tarjouspyyntö	Tilaaaja asettaa raja-arvon esim. SRK:lle (kuluminen) ja virumislaitteen (deformaatio) tulokselle	Tilaaaja asettaa raja-arvon urasyvyydelle takuuajan lopussa esim. 8 mm 3 vuodessa.	Tilaaaja asettaa maksimi raja-arvon esim. SRK:lle ja virumislaitteen tulokselle, määrittää maksimiurakkahinnan ja vuosikustannusten laskentaperusteet.	Tilaaaja asettaa maksimi raja-arvon urasyvyydelle takuuajan lopussa esim. 14 mm 3 vuodessa, määrittää maksimiurakkahinnan ja vuosikustannusten laskentaperusteet.
Tarjous	Urakoitsija antaa hinnan ja lupauksen valmiin päällysteen laboratoriotuloksista perustuen ennakkolaboratoriokokeisiin	Urakoitsija antaa hinnan ja lupauksen urasyvyydestä takuuajan lopussa perustuen ennakkolaboratoriokokeisiin ja/ tai referesseihin	Urakoitsija antaa hinnan ja lupauksen valmiin päällysteen laboratoriotuloksista perustuen ennakkolaboratoriokokeisiin	Urakoitsija antaa hinnan ja lupauksen urasyvyydestä takuuajan lopussa perustuen ennakkolaboratoriokokeisiin ja/ tai referesseihin
Valinta	Vertailuhinta lasketaan tarjoushinnasta ja laatupisteistä. Vertailuhinnaltaan edullisin vaatimusraja-arvot täyttävä tarjous valitaan	Vertailuhinta lasketaan tarjoushinnasta ja laatupisteistä. Vertailuhinnaltaan edullisin vaatimusraja-arvot täyttävä tarjous valitaan	Tilaaajan mallin mukaan lasketaan laboratoriotulosten perusteella kestoikä. Vuosikustannuksista ja laatupisteistä lasketaan vertailuhinnat, joista edullisin tarjous valitaan.	Luvaton urautumiskehityksen perusteella lasketaan kestoikä. Vuosikustannuksista ja laatupisteistä lasketaan vertailuhinnat, joista edullisin tarjous valitaan.
Lopputuote	Valmiista päällysteestä poratut näytteet testataan ja tuloksia verrataan tarjouspyynnössä annettuihin arvoihin	Urasyvyys mitataan takuuajan lopussa ja tulosta verrataan tarjouspyynnössä annettuun arvoon	Valmiista päällysteestä poratut näytteet testataan ja tuloksia verrataan tarjouksessa annettuihin arvoihin	Urasyvyys mitataan takuuajan lopussa ja tulosta verrataan tarjouksessa annettuun arvoon

Mittaustasot ovat yleensä erilaiset eri ominaisuuksille. Joitakin ominaisuuksia voi mitata vain tien pinnasta (tasaisuus) ja joitakin kannattaa mitata vain

raaka-aineista (vedenkestävyys AA 11 -massalla). Mittaustaso valitaan ominaisuuskohtaisesti sen perusteella, mikä on teknisesti ja taloudellisesti järkevää. Esimerkiksi kulumisominaisuudet voidaan mitata tien urautumisesta tai poranäytteen SRK-arvona, mutta jossain tapauksissa uramittaustulokseen perustuva tarjous voi muodostua kalliimmaksi urakoitsijalle muodostuvan suuremman riskin takia.

Valintamenettelyssä "kokonaistaloudellisesti edullisin" valintaperusteina oleville muuttujille annetaan vain vähimmäisvaatimukset ja muilla muuttujilla on kiinteät raja-arvot. Valintaperusteina olevien muuttujien arvoja käytetään vertailuhinnan laskemisessa. Tyypillisiä valintaperustemuuttujia ovat:

- kulutuskestävyys
- deformaatiokestävyys
- melu.

Tyypillisiä kiinteän raja-arvon muuttujia ovat:

- tasaisuus pitkittäissuunnassa
- kitka
- vedenkestävyys
- vedenläpäisevyys
- sivukaltevuus (parantamisesta voidaan myös hyvittää).

Urakassa saavutettuja tasaisuuden (pitkät aallonpituudet) ja sivukaltevuuden tuloksia verrataan tuloksiin ennen urakkaa.

4.2 Mitä ominaisuuksia voidaan mitata?

Edellytys tietyn ominaisuuden hankkimiseksi on se, että ominaisuus voidaan mitata tiemittauksilla ja/tai laboratoriokeella. Mitattaville ominaisuuksille tulee olla olemassa dokumentoidut koestus- ja mittausten menetelmät.

4.2.1 Urasyyvyys

Urautuminen (tien pinta, taso 1) johtuu nastojen aiheuttamasta kulumisesta, kulutuskerroksen deformaatiosta tai tierakenteiden deformaatiosta tai painumisesta.

Urasyyvyyden mittausten menetelmiä ovat

- PTM-auto (palvelutasomittausauto, PANK 5202)
- 3 m:n oikolauta (PANK 5102)
- Mapvision (3 m:n oikolauta, PANK 5204)
- profilometri (3 m:n oikolauta, PANK 5105).

3 metrin oikolaudasta on PANK-menetelmäohje, joka pitää kuitenkin tarkistaa, että ohjeistus sopii takuumittauksiin (ajokaistamerkinnot, uran paikka, taipuma jne.) ja että se on tarpeeksi yksiselitteinen. Ohjeeseen mukaan tulkitaan myös Mapvision- ja profilometrimittaukset.

4.2.1.1 Nastakulumiskestävyys

Nastakulumiskestävyttä vaaditaan suurilla liikennemäärillä. Suuret ajonopeudet lisäävät kulumiskestävyysvaatimusta. Massan ominaisuuksien lisäksi kulumiseen vaikuttaa liikennemäärä, ajonopeudet ja sääolosuhteet. Vaikka kuluminen olisi yhtä suurta, voi urasyvyys vaihdella ajolinjojen keskittymisen mukaan. Siihen vaikuttaa tien leveys, geometria, tien reunalla olevat rakenteet jne.

Tien pinta (taso 1)

Normaalisti kulumista mitataan urasyvyyden kasvulla. Urasyvyyteen vaikuttaa kuitenkin kulumisen lisäksi myös deformaatio. Jos halutaan erottaa urasyvyydestä vain kulumisen vaikutus (poistaa deformaation osuus), tie mitataan kaksi kertaa vuodessa (syksyllä ja keväällä). Kuluminen tapahtuu talvisin, joten kuluminen saadaan kevään ja syksyn tuloksien erotuksena.

Tiemittauksiin perustuvassa ennustamisessa urautumisen arvioidaan jatkuvan samansuuruisena tietyn alkuvaiheen jälkeen (esim. alkutiivistymä). Sovitun ajan kuluttua (esim. 3 v.) päällyste mitataan uudestaan, eli kaavamuodossa: $\text{Urautumisnopeus (mm/v)} = \{\text{ura (3v)} - \text{ura (2kk)}\} / 3$.

Uramittauksiin perustuvaan ennustamiseen liittyy epävarmuustekijöitä. Suurin niistä on mittauskauden aikainen sää, joka vaihtelee vuosittain. Kuumina kesinä syntyy enemmän alku-uraa ja deformaatiota. Märkinä ja lämpiminä talvina nastat kuluttavat päällystettä paljon nopeammin kuin kuivina talvina. Laboratoriossa märkäkuluma on moninkertaista kuivakulumaan verrattuna. Myös liikenteelliset olosuhteet saattavat muuttua (esim. siirrytään ajamaan samassa urassa, jolloin urautuminen kiihtyy).

Päällyste (taso 2)

Asfalttinormien 2000 mukaan päällystenäyte testataan SRK-laitteella (PANK 4209, prEN 12697-16 B). SRK ei sovi ohuisiin pintauksiin. Jossain tapauksissa voidaan liimata porapaloja yhteen tarpeeksi paksun koekappaleen valmistamiseksi. Prall-laitetta (prEN 12697-16 A) ei ole mainittu asfalttinormeissa. Sen yhteys kulumiseen on vähintään SRK:n tasoa ja sillä pystytään tutkimaan ohuetkin pintaukset. SRK:n ja Prall:n vertailua tiellä ja kaduilla ei vielä ole tehty laajasti. Prall-testin rajuuden takia se ei sovi kaikille massoille ja lisäksi hajonta on suurempaa. Testi kaipaa kehittämistä, kuten ravistusnopeuden hidastamista, jota kompensoidaan testiaikaa pidentämällä.

Asfalttimassa (taso 3)

Tasolla 3 käytetään samoja menetelmiä kuin tasolla 2. SRK-laitetta voidaan käyttää laajemmin tällä tasolla, koska tutkittava massa voidaan tiivistää laboratoriossa tarvittavaan näytekokoon.

Raaka-aineet (taso 4)

Päällysteen kulumiskestävyys voidaan arvioida myös raaka-aineiden ja massatyypin perusteella (liite 3).

4.2.1.2 Deformaatiokestävyys

Kesällä tapahtuvan urautumisen aiheuttaa pääasiassa päällysteen alkutiivistyminen ja deformaatio (massan siirtyminen uran kohdalta sivuille). Lisäksi urautumista aiheuttaa tien tai kadun rakenteen deformaatio (tiivistymä). Deformaatiota aiheuttaa raskas liikenne ja sitä lisää liikenteen alhainen nopeus. Bussikaistat, bussipysäkit, liikennevaloalueet ja teollisuusaluekadut ovat esimerkkejä kohteista, joissa on korkeat deformaatiovaatimukset.

Tien pinta (taso 1)

Normaalisti deformaatiota mitataan urasyvyyden kasvulla (katso kuluminen). Urasyvyyteen vaikuttaa kuitenkin deformaation lisäksi myös kuluminen. Ongelmia syntyy, jos urakoitsija ei voi vaikuttaa rakenteeseen. Rakenteen deformaation osuutta urautumisesta on vaikea selvittää. On esitetty, että erotelun voisi tehdä uramuototarkastelulla, mutta asiaa ei ole tutkittu.

Jos halutaan erottaa urasyvyydestä vain deformaation vaikutus (poistaa kulumisen osuus), tie mitataan kaksi kertaa vuodessa (syksyllä ja keväällä). Deformaatiota tapahtuu pääasiassa kesäisin, joten se saadaan syksyn ja kevään tuloksien erotuksena.

Jotta deformaatiosta voidaan erottaa rakenteen deformoituminen, INFRA-ohjelmassa on aloitettu tutkimus erilaisten menetelmien kehittämiseksi, joilla mitataan päällysteen alla olevien kerrosten deformaatio.

Päällyste (taso 2)

Päällystenäytteestä deformaatiokestävyys mitataan jaksollisella virumiskokeella (creep, PANK 4208) ja valuasfalteilla painumakokeella (PANK 4401).

Asfalttimassa (taso 3)

Laboratoriossa näytteet voidaan tiivistää tutkittavaksi pyöräurituslaitteella (PANK 4205) tai jaksollisella virumiskokeella (PANK 4208) ja valuasfalteilla painumakokeella (PANK 4401).

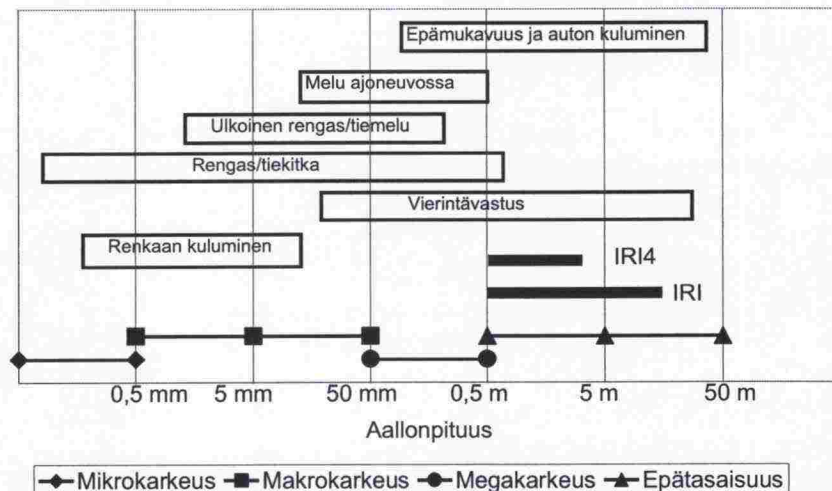
Testausmenetelmät eivät ole täysin vertailukelpoiset. ASTO-tutkimuksissa mm. polymeerimodifioidut sideaineet deformoituvat tavallisiin sideaineisiin verrattuna virumiskokeessa eri tavalla kuin pyöräurituslaitteessa.

Raaka-aineet (taso 4)

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

4.2.2 Tasaisuus

Kaikki tasaisuutta kuvaavat suuret mitataan tien pinnasta (taso 1). Kuvassa 1 on esitetty normin ISO/DIS 13473-2 mukainen määrittely tien pinnan aallonpituusalueen jakautumisesta epätasaisuusalueisiin ja mihin ne vaikuttavat. Sen mukaan rengas- ja tiemelu syntyy makrokarkeudesta ja ajoneuvomelu (täristys) suurelta osin megakarkeusalueella. Nykyisin mitataan ainoastaan IRI:ä tai IRI4:ää, joiden aaltoalueet ovat 0,5 metristä ylöspäin.



Kuva 1. Aaltoalueet ja niiden vaikutus.

IRI (0,5 - 30 m)

IRI on kansainvälinen pituussuuntaisen epätasaisuuden tunnusluku. IRI:n mittaukseen käy mikä tahansa laite, joka mittaa tien pituusprofiilia. Käytännössä yleensä Suomessa käytetään PTM-autoa. IRI-arvo tulostetaan 100 m:lle. IRI:stä on kehitetty 5mIRI, joka on muuten sama kuin IRI, mutta se tulostetaan viidelle metrille.

IRI4:ssä on neljää metriä pidemmät aallonpituudet poistettu ja sitä käytetään päällystystyön laadunvalvontaan (päällystysurakoitsija ei pysty vaikuttamaan suurempiin aallonpituuksiin silloin, kun urakka sisältää pelkää päällysteen uusimista). Mittaamiseen käytetään samoja menetelmiä kuin IRI:ssä.

Megakarkeus (5 cm - 50 cm)

Megakarkeus kuvastaa päällystystyön työvirheitä eli tien pienimuotoista "ny-pytystä", joka ei näy IRI-arvossa. Asfalttinormeissa ei ole vaatimusta megakarkeudelle. Mittauksista luovuttiin, koska SMA-päällysteet saivat suuria arvoja. Tutkimatta jäi, mistä tämä johtui ja olisiko laskentaa kehittämällä saatu tunnusluku käyttöön. Mittausmenetelmät ovat PTM-auto ja profilometri (pistemäiset mittaukset).

Makrokarkeus (0,5 mm - 50 mm)

Tunnusluku kuvastaa, kuinka karkea tai sileä päällysteen pinta on. Sileä pinta on hiljaisempi, helpompi puhdistaa ja varsinkin pienten pyörien (rollaluistimet, rollaattorit jne) kannalta mukavampi. Päällysteen lajittuminen aiheuttaa pinnan karkeuden vaihtelua. Makrokarkeuden mittausmenetelmät ovat lasihelmimenetelmä (sandpatch) PANK 5103 tai laser-mittari (ISO/DIS 1347-3).

3 metrin oikolauta

Oikolauta (PANK-5102) kattaa megakarkeusalueen ja osan IRI4-aluetta.

4.2.3 Vauriot

4.2.3.1 Vaurioiden inventointi

Vauriot inventoidaan tien pinnasta (taso 1). Tällä hetkellä Suomessa ei ole käytettävissä objektiivista mittaria vaurioiden inventoimiseen. Inventointi tehdään silmämääräisesti. Vauriot voidaan ryhmitellä seuraavasti

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

Vaurioindeksi (esim. Tiehallinnon käyttämä vauriosumma $m^2/100m$) on painotettu summa erilaisista vaurioista. Urakan lähtötiedoissa pitää esittää yksittäiset vauriot ja niiden sijainti, koska vauriosumman perusteella ei voi päätellä vaurioitumisen syitä.

Lajittumat aiheuttavat tien pintakarkeuden vaihtelua, joka voidaan mitata taksisuusmittauksilla.

Vaurioiden syntyyn vaikuttavat monet tekijät (kantavuuspuute, routa, huono vedenkestävyys jne.) ja niiden hallitseminen on vaikeaa. Riskien pienentämiseksi voidaan urakka valita laskennallisen kestävyuden perusteella, jossa yleisesti hyväksytyillä malleilla lasketaan päällysteen ja rakenteen kestävyys.

Hyväksymisvaiheessa seurataan, että urakoitsija on käyttänyt luvattuja materiaaleja ja rakennekerroksia. Lisäksi työn laatua seurataan.

4.2.3.2 Vedenkestävyys

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

Tien pinta (taso 1)

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

Päällyste ja asfalttimassa (taso 2 ja 3)

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

Raaka-aineet (taso 4)

Normitestinä käytetään halkaisuvetolujuuskoetta (3 vrk, ilma/vesisäilytys, PANK 4301) ja AA11 -massaa. Jos vaatimus ei täyty, Asfalttinormin 2000 mukaan koe uusitaan suhteituksen mukaisella massalla. Testiä on kehitetty siten, että käytetään modifioitua AA11 -massaa (AA11+), jossa täytejauheen osuutta on lisätty. Tällöin koe kuvaa paremmin raaka-aineiden yhteisvaikutusta.

4.2.3.3 Pakkaseenkestävyys

Asfalttinormissa 2000 ei pakkaseenkestävyydelle testiä eikä raja-arvoa, vaan vain sideaineen valintaa koskevia ohjeita.

Tien pinta (taso 1)

Huono pakkaseenkestävyys aiheuttaa päällysteeseen poikkisuuntaisia halkeamia eli pakkaskatkoja. Tiellä ne esiintyvät usein säännöllisen välimatkan päässä toisistaan.

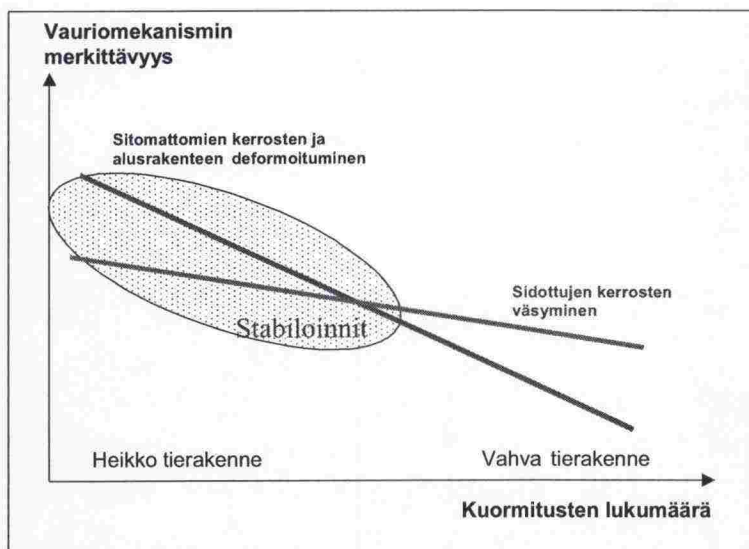
Raaka-aineet (taso4)

Päällystenäytteelle ei ole olemassa hyviä testausmenetelmiä. Tämän takia päällysteen pakkakestävyys täytyy arvioida käytetyn sideaineen perusteella. Mm. tämän takia mitattavien toiminnallisten ominaisuuksien lisäksi tilaajan pitää vaatia, että päällyste on tehty Asfalttinormien mukaisista raaka-aineista tai että päällyste on läpikäynyt hyväksyntämenettelyyn.

4.2.3.4 Väsyminen ja rakenteen deformaatio (taso 3)

Päällysteen liikenneperäinen vaurioituminen johtuu päällysteen väsymisestä ja rakenteen deformaatiosta. Liikennekuormitukset voivat aiheuttaa rakenteessa deformaatiota (näkyä lähinnä urana) tai rakenteen väsymistä (ilmeenee lähinnä halkeamina). Suunnitteluvaiheessa rakenteiden käyttäytymistä (väsymistä ja deformaatioita) liikennekuormitusten suhteen arvioidaan laskennallisesti – tavallisesti mekanistisella mitoitusmenettelyllä.

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 deformoituminen, liikennekuorma aiheuttaa näihin suuria rasituksia ja niiden seurauksena pysyviä muodonmuutoksia sitomattomiin päällysrakennekerrokseen ja alusrakenteeseen. Erityisesti viimeaikoina suosituksi tulleet stabiloidut rakenteet eivät väsy vaan deformoituvat (kuva 2). Pelkkä kantavuuden tai taipumasuppilon laskeminen ei siis riitä.



Kuva 2. Periaatekuva eri tyyppisten tierakenteiden vaurioitumisesta liikennemäärän suhteen.

Perinteisen rakenteen (paksut sitomattomat kerrokset ja päällä ohut sidottu kerros) **väsytymisen** laskenta on melko hyvin hallinnassa. Laskennallinen menettely edellyttää rakenteen ja sen materiaalien mallintamista. Malleissa käytetään rakenne- ja materiaalityyppejä, joita vastaavat parametriarvot on tunnettava. Perinteisesti käytettyjen materiaalien osalta (esim. sitomattomien, massatyypin/sideaineyhdistelmien) parametriarvot tiedetään ja ne ovat yleisesti käytössä. Sen sijaan uudentyypisten ratkaisujen (komposiittirakenteiden, stabilointien) sekä myös maabetonin parametrien määrittäminen on hyvin puutteellista. Tämän takia on hyvin vaikeaa verrata tällaisia rakeneratkaisuja keskenään.

Uudentyypisten rakenteiden ja materiaalien käyttökelpoisuutta voitaisiin arvioida menettelyllä (esim. HVS heavy vehicle simulator = koetiekone). Näin "hyväksytyjen" materiaalien parametriarvot määritettäisiin laboratoriotestein (esim. moduuli - PANK 4204, väsyminen - PANK 4206).

Rakenteen deformaation laskenta- ja mittausten menetelmiä ei ole vielä rutiinikäytössä. Asiaa on viime aikoina tutkittu ja menetelmien kehitystyö on aloitettu mutta varsin vaatimattomasti. Tämän osaamisen kehittäminen tarvitsisi runsaasti lisäpanostusta.

Rakenteen parantamisen (myös uudelleenpäällystyksen) yhteydessä vanhaa rakennetta arvioidaan periaatteessa samalla menettelyllä, mutta tällöin käytetään lisäksi vanhasta rakenteesta tehtyjä mittaustuloksia hyväksi (kuten pudotuspainolaite, uramittaukset, maatulka).

Rakennetun rakenteen todentaminen vastaamaan suunniteltua voidaan tehdä kahdella tavalla. Molemmat tavat edistävät innovatiivisten ratkaisujen kehittämistä.

Laadunvalvonta: todetaan rakenteen rakennetun suunnitelluilla työtavoilla, materiaaleilla ja rakennekerroksilla (kuten nykyään).

Tunnusluvut: suunnitteluvaiheessa tuotetusta rakennemallista voidaan laskea haluttuja tunnuslukuja, joiden tulisi vastata todellisesta rakenteesta mitattuja arvoja. Väsymistä voidaan arvioida tietyllä tarkkuudella laskettujen ja mitattujen pudotuspainolaitetulosten (suppilon) perusteella. Laskennallista deformaatiokehitystä voitaisiin verrata muutaman vuoden rakenteen deformaatiomittauksiin (rakenteen deformaation mittaustekniikkaa kehitetään v. 2001 alkaneessa INFRA-projektissa).

4.2.4 Meluisuus

Ajoneuvoliikenteen aiheuttamaa melua tien ympäristöön voidaan mitata kahdella tavalla, joita ovat Ohitusmelu (ISO 11819-1) ja vaunumittaus (standardiluonnos ISO/CD 11819-2) tien pinnalta (taso 1).

Ohitusmelu mittaa yksittäisen ja/tai ajoneuvojonon melua ympäristöön. Siinä mitataan kaikkien melulähteiden (rengasmelu-, moottori- ym. ajoneuvomelu) ja päällysteen yhteisvaikutusta.

Vaunumittauksessa mitataan vain renkaan tai päällysteen renkaan kautta aiheuttamaa melua. Vaunumittauksessa ei saada päällysteen mahdollista ajoneuvomelua absorvoivaa vaikutusta selville.

Jotta eri mittaukset olisivat vertailukelpoisia, pitää vaunumittauksessa määrittää referenssirengas ja ohitusmelumittauksissa lisäksi referenssiauto.

Jotta melua voitaisiin arvottaa, pitää tietää melun vaikutus ajoradan ympäröivään alueeseen ja ihmisiin. Myös auton matkustajien kokemaa melua pitäisi arvottaa. Ajoneuvomelu vähentää ajomukavuutta, mutta myös rasittaa ja väsyttää kuljettajaa, minkä seurauksena voi olla liikenneturvallisuuden heikkenemistä. Ajoradoilla on hyödyllistä olla "melukontrastia", jotta kuljettaja haastuu joutuessaan ajoradalta meluisammalle pientareelle. Tämä voidaan saada aikaan esim. tietyn tyyppisillä ajoratamerkinnoilla.

4.2.5 Vedenläpäisevyys

Sidotut kulutuskerrokset suhteutetaan useimmiten kulutus-, deformaatio- ja pakkasenkestävyyskriteerien pohjalta. Muutkin toiminnalliset ominaisuudet, kuten kitka ja melu, vaikuttavat suhteutukseen. Kulutuskerroksen ja sen tukikerroksen massoja ei yleensä koskaan suhteuteta vettä läpäiseviksi, koska läpäisevä vesi haittaa tierakenteen toimintaa. Normaalien AB –massojen tyhjätila (3 – 5 %) ja normaalit kerrospaksuudet tekevät kerroksista yleensä vettä läpäisemättömiä tai ainakin huonosti (pistemäisesti) läpäiseviksi. Näiden massojen osalta vedenläpäisevyyttä voitaneen arvostella kulutus- ja tukikerroksen tyhjätilan perusteella. Kun tyhjätila laskee alle 3 %, niin massa on käytännössä läpäisemätön (lukuun ottamatta vaurioituneita kohtia). Kun tyhjätila on välillä 3 – 5 %, niin päällystekerroksesta löytyy kohtia, jotka läpäisevät vettä. Läpäisevien kohtien osuus pinta-alasta ei ole tiedossa.

Eräissä erikoisrakenteissa vaaditaan sidotulta pinnalta (kulutuskerros/tukikerros) vedenläpäisevyyttä. Tavoitteena on tällöin veden johtaminen pinnan läpi paremmin vettä johtavaan kerrokseen ja siitä edelleen ojiin tai viemäreihin. Näissä sovellutuksissa massan vedenläpäisevyydellä on merkitystä, ja vedenläpäisevyyden toteutukseksi on oltava olemassa keinoja.

Tasolla 1 (päällysteen pinta) päällysteen (kulutuskerroksen) vedenläpäisevyyden määrittämistä varten ei Suomessa ole käytössä vakiintuneita menetelmiä. Vedenläpäisevyyden määrittämiseen voidaan käyttää mm. modifioitua BAT –menetelmää ja infiltrometrimenetelmää. Molemmat menetelmät on kehitetty luonnonmaa- tai tiivistemateriaalien vedenläpäisevyyden määrittämiseen. Vedenläpäisevyyden määrittämisen (in-situ) pullonkaulan aiheuttaa mittaukseen kuluva aika. Jos riittää pelkästään tieto siitä, että läpäiseekö kerros vettä vai ei, niin aika on rajallinen. Jos tavoitteena on vedenläpäisevyy-

kertoimen tarkka määrittäminen, niin mittauksen kuluu tunneista viikkoihin. Näin pitkät mittausajat sopivat harvoin työmaan aikatauluun.

Tasoilla 2 ja 3 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 laboratorioissa 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 tiiviyden 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.

4.2.6 Paluuheijastuvuus

Menetelmällä mitataan liikkuvasta mittausautosta (PANK 8508, ECODYN) tai kannettavalla laitteella pistekohtaisesti (SFS-EN 1436 (B) tiemerkinntöjen yönäkyvyyttä kuvaavaa paluuheijastuvuutta sekä merkinnän ja tien pinnan välistä päivä- ja yökontrastia (tien pinta, taso 1). Laitteella voi mitata myös päällystettä.

4.2.7 Väri

Päällysteen ja merkintöjen väri mitataan värimittarilla SFS-EN 1436 (C). Mittaustapa käy kaikille tasoille (tien pinta = taso 1, päällyste = taso 2, asfalttimassa = taso 3).

4.2.8 Kitka

Kitkaa mitataan kitkamittausautolla (PANK 5201) tai kannettavalla heilurikitkamittarilla (SFS-EN 1436 (D) tien pinnalta (taso 1). Päällysteen makrokarkeus korreloi kitkaan (kts. kohta 4.2.2 Tasaisuus).

4.2.9 Sivukaltevuus

Tien/kadun sivukaltevuus on tärkeä, jotta sadevesi valuisi pois ajoradalta jäämättä lammikoiksi uriin, jossa ne aiheutuu vesiliirtoa ja veden roiskumista mm. jalankulkijoiden päälle. Lisäksi on vaara, että vesi tunkeutuu päällysteen läpi heikentäen päällystettä ja rakenteita. Tien pinnalta (taso 1) sivukaltevuutta mitataan oikolaudalla ja PTM-autolla. Kaltevuuden määrittäminen pitää tehdä, jotta se on sama kaikilla mittausmenetelmillä.

Sivukaltevuuden voi myös mitata erityisellä kaltevuusmittarilla.

5 LOPPUTUOTTEEN LAATU JA SEN ARVIOINTI

Urakka-asiakirjoissa sovitun laadun täytyminen kontrolloidaan tien pinnan mittauksilla, näytteillä ja katseluksilla urakan luovutuksen ja/tai takuuajan päättymisen aikoina. Urakoitsijan vastuu loppuu viimeistään takuukatselmuksessa. Jos kaikki vaatimukset täyttyvät, työ on hyväksytty. Jos jokin vaatimus ei täyty, tehdään urakkasummaan arvonvähennys urakkasopimuksen mukaisesti. Jos vaadittu ominaisuus alittaa sille asetetun hylkäysrajan, tulee urakoitsijan korjata päällyste hyväksyttäväksi omalla kustannuksellaan.

On tärkeää, että tarjouspyynnössä ja sopimuksessa on arvonmuutokset (bonukset ja sakot) tarkasti määritetty. On myös tärkeää, että mittaus- ja laboratoriomenetelmät, joita käytetään, ovat tarkasti määritetyt sekä tarjouspyyntö- että urakka-asiakirjoissa.

Lopputuote pitää arvioida samoilla kriteereillä ja menetelmillä, millä se on tarjottu ja urakkasopimuksessa sovittu. Myös hyväksytyistä mittaajista pitää sopia. Hyväksytty mittaaja voi olla urakoitsija itse (laatujärjestelmä), tilaaja tai riippumaton osapuoli.

Takuuaika

Takuuajan pituuteen vaikuttaa aika, jolla luvattu kestoikä ja/tai mahdolliset työvirheet saadaan mitattua ja arvioitua. Urautumisen kehittymisen arviointiin tiemittauksilla tarvitaan vähintään 3-5 vuotta. Erialaisten vaurioiden syntyyn kuluva aika voi vaihdella yhdestä vuodesta yli 10 vuoteen. Pitkien takuu-aikojen kyseessä ollessa urakoitsijan toimintavarmuus korostuu. Varsinkin pitkissä takuuajoissa vakuudet eivät ole yhtä suuria koko takuuajan aikana. Takuuajan edetessä kohti loppua vakuudet pienenevät työvirheiden esiintymisen riskin pienentyessä.

Bonukset ja sakot

Urakoitsijan toimittaman päällysteen/lopputuotteen laadun muutos tarjouksessa luvattuun verrattuna aiheuttaa arvonmuutoksia. Jos työn laatu on luvattua huonompaa, lankeaa urakoitsijalle sakkoja. Paremmasta laadusta voidaan palkita bonuksilla. Tarjouspyyntöasiakirjoissa arvonmuutosten määräytyminen pitää selkeästi esittää.

Sakkojen suuruus tulisi määräytyä tilaajalle syntyvien kustannusten ja käyttäjille tulevien haittojen mukaan. Bonusta voidaan maksaa, jos tuotteen laatu on paljon parempaa kuin on vaadittu ja paremmasta laadusta on hyötyä tilaajalle.

Sakkojen ja bonusten määräytymisessä pitää ottaa huomioon mittausten tarkkuus.

6 TUOTEVAATIMUKSET JA SERTIFIOINTI

Toiminnallisten laatuvaatimusten lisäksi voidaan asettaa tuote- ja materiaali-vaatimuksia (kuten Asfalttinormin mukaisia). Esimerkiksi tierakenteessa ei voi käyttää aineita, joista voi liueta maaperää saastuttavia aineita. On helppompaa kieltää tietyt raaka-aineet kuin testata toiminnallisesti tierakenteesta liukenevan aineen määrä.

Tilaaaja ei yleensä halua ottaa riskiä, että uudet tuoteratkaisut käyttäytyisivät odottamattomalla tavalla. Tätä varten uusilla tuotteilla pitää olla tuotehyväksyntämenettely, jossa todetaan tuotteen kelpoisuus. Esimerkiksi Asfalttinormien mukaisista massoista riittää haluttujen toiminnallisten ominaisuuksien testaus, mutta uusista ratkaisuista pitää testata muitakin ominaisuuksia, jotta niiden toimivuus ja kestävyys varmistetaan.

Salaisia reseptejä sisältävien tuotteiden laadunvalvonnassa käytetään luotettavaa ja puolueetonta ulkopuolista tahoa, joka tutkii ja toteaa, että kohteessa on käytetty luvattua tuotetta.

Tällä hetkellä Euroopassa (EAPA-jäsenmaissa) on käytössä kaksi hyväksymismenettelyä uusien tierakennusteollisuustuotteiden käyttöönotossa:

- Avis Technique Ranskassa
- Highway Authorities Product Approval Scheme (HAPAS) Iso-Britanniassa

HAPAS-järjestelmä on vasta muotoutumassa.

Ranskassa (Avis menettely) on muodostettu erikoiskomitea, jonka vastuulla on esittää Avis Technique-sertifikaatteja tuotteille, joita käytetään tierakenteissa. Komitean jäsenet ovat Ranskan tiehallinnosta ja tierakennusyhtiöistä.

Kukin tuottaja voi hakea teknistä lausuntoa tuotteelle. Hakemuksessa pitää olla tuotteen esittely ja tuottajan lupaus joko tuotteen koostumuksesta tai saavutetusta ominaisuudesta. Tuottaja voi valita erilaisia kriteerejä, mutta on olemassa tietyt pakolliset vähimmäisvaatimukset, kuten sideaineen tärkeimmät ominaisuudet. Lisäksi hakemuksessa pitää olla tulokset testeistä ja luettelo kokeiluista tai kohteista, jossa tuotetta on käytetty. Tarkastusten (kohteet) jälkeen alakomitea myöntää lausunnon.

Lopullinen lausunto muodostuu tuottajan raporteista ja komitean tarkastusraportista. Tässä lopullisessa lausunnossa on kuvattu testitulokset ja suhteutettu ne standardi/referenssiarvoihin. Näitä arvoja voidaan käyttää esim. vaihtoehtoisessa päällystesuunnittelussa todistamaan innovatiivisia tuotteita sisältävän rakenteen yhtäläinen laatu verrattuna rakenteeseen, jossa on käytetty standardiratkaisuja.

7 KOKEMUKSIA ERI VALINTAMENETELMISTÄ

7.1 Suomen kokemukset

Suomen kokemuksissa on käytetty kohdan 3 jaottelua soveltuvin osin.

A. Halvin hinta / Tilaajan ratkaisu

Tämä on perinteisin tapa hankkia päällystettä. Tielaitoksen töissä 1990-luvun lopulle saakka tilaaja yleensä osoitti kiviaineksen ja hankki bitumin, joten urakoitsija tarjosi oikeastaan vain massan sekoittamista ja levittämistä. Urakoitsijan riskit olivat pienet. Kokonaistaloudellisuus voi kuitenkin jäädä saavuttamatta, koska tilaajan valitsemat ratkaisut eivät välttämättä ole parhaita mahdollisia.

B. Halvin hinta / Kiinteät toiminnalliset vaatimukset

Helsingin kaupunki teetti 1998 kokonaisvastuu-urakkana Pohjoisrannan kadun. Alueen pinta-ala on noin 6.000 m². Ajourata on nelikaistainen, kaksi kaistaa suuntaansa. Tarjouspyynnössä ilmeni vanha kulutuskerros ja vuonna 1992 tehdyn liikennelaskennan mukainen KVL. Ennen tarjouksen jättämistä urakoitsijan tuli tutustua rakennuskohteeseen paikanpäällä.

Urakoitsijan tehtävänä oli päällystää kohde suunnittelemallaan asfalttiasfaltilla siten, että urautuneisuus kolmen vuoden kuluttua, toukokuussa vuonna 2001, on korkeintaan 8 mm. Jos urautuminen on vähäisempää, maksetaan urakoitsijalle bonusta, tai jos urautuminen on suurempaa, peritään urakoitsijalta arvovähennystä tai kohde päällystetään. Takuu-aika oli kolme vuotta.

Kohteen urautuneisuus mitattiin laserprofilometriautolla (Mapvision) ensimmäisen kerran työn valmistuttua ja sen jälkeen kunkin vuoden toukokuussa nastarengaskauden päätyttyä. Koko työn urautuneisuuden arvostelu tapahtui kaikkien mittauspisteiden tulosten keskiarvon perusteella taulukon 4 mukaan (bonus ja sakko lasketaan päällysteen verottomasta arvosta),

Taulukko 4. Arvostelu uran syvyyden perusteella kolmen vuoden päästä

Bonus		Sakko	
Ura [mm]	Bonus [%]	Ura [mm]	Sakko [%]
6 — 8	Ei bonusta eikä sakkoa		
5 — 6	2	8 — 9	2
4 — 5	4	9 — 10	4
3 — 4	6	10 — 11	6
2 — 3	8	11 — 12	8
1 — 2	10	12 — 13	10
		> 13	Kohde uusitaan

Kokonaistaloudellisuutta arvosteltaessa otettiin hinnan lisäksi huomioon tilaajan käsitys esitetyn toteutusvaihtoehdon mahdollisuuksista saavuttaa asetetut vaatimukset.

Tarjoukset lähetettiin kolmelle urakoitsijalle. Kaikki tarjosivat SMA 18 -massaa Kytäjän kivellä ja alustan jyrsimistä laatikkoon. Voittanut urakoitsija tarjosi tavanomaisen bitumin sijasta PBS:llä modifioitua sideainetta. Valinnan peruste oli halvin hinta ja se, että tarjouksessa oli paneuduttu päällysteen kehittämiseen. Voittanut tarjous oli 18,4 % kalliimpi kuin jos työ olisi teetetty normaalin SMA-urakan yhteydessä. Vuoden 2001 mittausten perusteella urakoitsijalle ei kertynyt sakkoja eikä bonuksia.

Jyväskylän kaupunki kokeili samanlaista menettelyä. Hinnat kuitenkin nousivat niin korkeiksi, joten kaikki tarjoukset hylättiin. Urakoitsijat katsoivat ilmeisesti riskin liian suureksi.

A:n ja C:n välimuoto. Tilaajan ratkaisu ja urakoitsijan laaduntuottokykytarkastelu

Nurmijärven kunta valitsi keväällä 2000 kunnan päällystystöiden suorittajan valintakriteerillä "kokonaistaloudellisesti edullisin". Urakkatarjouspyynnössä oli arvioitu työmäärät päällystetyypeittäin, -lajeittain ja muiden töiden osalta. Tilaaja oli siis määritellyt päällysteratkaisut valmiiksi.

Kokonaistaloudellisesti edullisin tarkoitti alinta vertailuhintaa, joka perustui tarjoushintaan sekä urakoitsijan saamiin laatupisteisiin. Hintaa ja laatua painotettiin suhteessa 70/30. Vertailuhinta määriteltiin kahdelle halvimman tarjouksen jättäneelle (6 tarjousta), sekä varmistettiin, ettei kolmanneksi halvinta tarjousta ollut tarpeen vertailla.

Laatupisteiden arvioijia oli 6 henkeä. Laatupisteiden maksimi oli 500. Halvin tarjoaja sai 262,5 ja hyväksytyksi tullut sai 440 laatupistettä. Halvinta tarjousta ei valittu, koska laatupistekorjaus teki toiseksi halvimman vertailuhinnaltaan edullisemmaksi. Hyväksytty tarjous oli 2 057 351 mk, joka oli 137 798 mk halvinta tarjousta kalliimpi (7,2 %).

D. Hinta-, ominaisuus- ja laaduntuottokykytarkastelu

Tiehallinto on käyttänyt joustavaa laatuvaatimus-menetelmää viime vuosina päällystysurakoissa. Ominaisuutena on käytetty kulumista, joka on laskettu raaka-aineesta ja reseptistä. Sekä tilaaja että urakoitsijaosapuolet ovat olleet tyytyväisiä selkeään laskentamalliin. Puutteena voidaan pitää sitä, että vain yhdellä ominaisuudella (raaka-aineella) kilpaillaan ja laskentakaava ohjaa karkeisiin massoihin. Tällöin mm. meluominaisuudet jäävät taustalle.

7.2 Kansainvälisiä kokemuksia

Ruotsissa aloitettiin v. 1996 projekti, jonka tavoitteena oli siirtyä päällystehankinnassa toiminnallisiin laatuvaatimuksiin. Ensimmäisessä vaiheessa määriteltiin vaatimustasot ja priorisoitiin toiminnalliset vaatimukset erilaisille kaduille, pysäkeille jne. Toisessa vaiheessa arvioitiin, mitkä ensimmäisen vaiheen ominaisuuksista, mittausmenetelmistä ja vaatimustasoista oli tärkeitä. Arviointi tehtiin koeosuuksien avulla neljässä kunnassa (Göteborg, Helsingborg, Linköping, Malmö ja Jönköping). Se sisälsi asfalttimassan ja päällystekoekappaleiden laboratorikokeet. Päällysteen arviointi laboratoriomenetelmillä sisälsi Prall-kokeen (nastakulutuskestävyys), dynaamisen vrumisen (deformaatio), vedenkestävyyden (pitkäaikaiskestävyys) ja jäykkyysmoduulin (kantavuus).

Kolmannessa vaiheessa seurattiin koeosuuksien pinnan ominaisuuksia vuosina 1996-99. Koekohteita olivat pienemmät ja suuret kadut, bussipysäkit sekä liikennevaloristeykset. Koekohteista mitattiin vuosittain tien tasaisuus, poikittaisprofiili, kuluminen, kitka ja liikenne.

Tulosten perusteella määritettiin erilaisille kohteille vaatimustasoehdotukset, joita käytetään mm. Göteborgin kaupungissa. Kokemusten mukaan uusio-asfaltille pystyttiin asettamaan ja urakoitsija takaamaan toiminnallisia vaatimuksia, vaikka urakoitsija ei voinut taata tarkkoja rakeisuuskäyriä ja sideainepitoisuuksia. Lisäksi vastuun jakaantuminen tuli selvemmäksi. Asettamalla toiminnallisia vaatimuksia vastuu on jakamattomasti urakoitsijalla. Vaatimukset asetettiin seuraaville ominaisuuksille:

- paksuus (porapaloista)
- kulutuskestävyys
 - PRALL (sahaamaton pinta) porapaloista 5 kpl/ 5000 m² tai
 - PRALL (sahattu pinta) Marshall-tiivistetyistä 2 kpl/5000 m², kun ohut päällyste alle 30 mm.
- stabiliteetti
- tasaisuus (5 m:n oikolauta)
- kitka (sandpatch)
- "stensläpp" (kivien irtoaminen)

Ruotsin tielaitos on myös kokeillut toiminnallisten vaatimusten käyttöä. Uusi hankintamuotojen kustannusvaikutuksista ei vielä ole selvää kuvaa. Kokeilut on toteutettu vain rakennetuilla teillä, joista rakenneerrokset tunnetaan ja lähtötiedot osataan antaa. Tien hoidon hinnat nousivat, mutta ylläpidossa taloudellisuudesta ei ole selvää kuvaa, koska hintojen noustessa saatiin myös pitempi kestoikä. Ruotsissa oli kivien irtoamisongelmia, joihin saatiin toiminnallisia vaatimuksia käyttämällä parannus (pitempi kestoikä).

Norjassa vaatimukset voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- 1) Reseptiin perustuvat vaatimukset (Håndbok 018)
- 2) toiminnalliset vaatimukset, laboratoriotestit
- 3) toiminnalliset vaatimukset, tieltä mitattavat ominaisuudet.

Suurin osa urakoista tehdään reseptiin perustuen. Laboratoriotesteihin perustuvia vaatimuksia urakoissa ei ole kovin paljon käytetty. Tieltä mitattuihin ominaisuuksiin perustuvia toiminnallisia vaatimuksia on käytetty urakoissa seuraavasti.

- SPS - takuu : keskiarvokuluminen
- SUV - takuu: urasyvyys (kuluminen + deformaatio)
- Levetidskontrakt: sisältää kunnostus- ja hoitotoimenpiteet (ura, tasaisuus, kitka jne.)

Arvioiden mukaan useimmat urakat tulevat olemaan SPS tai SUV -urakoita. SPS-urakan kehittäminen aloitettiin v. 1987. Kustannustaso nousi verrattuna perinteiseen. SUV-urakan kokeilut aloitettiin v. 1993. SUV on sekä tilaajan että tekijöiden mielestä parempi kuin SPS, mutta kaipaa jatkokehittelyä.

Suomessa tehdyllä tietokartoituksella (INFRA-hanke v. 2001, Innovative project delivery methods for infrastructure - an international perspective) on selvitetty kehittyneitä kansainvälisiä tienpidon tilauskäytäntöjä. Yhteistä näille kehittyneille malleille on se, että tienpidon tuottaminen tienkäyttäjien palveluiksi nähdään prosessina, jonka osia nykyiset tienpidon tuotteet ovat. Nykyisiä osia (suunnittelu- rahoitus- rakentaminen - hoito - ylläpito) yhdistämällä laajuudeltaan eri suuruisiksi kokonaispalveluiksi haetaan tienpitoon tehokkuutta.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Viime vuosiin saakka tilaaja on usein määrännyt melko tarkkaan päällysteen reseptin (massatyyppin, kiviaineksen laadun ym.) ja työtavan. Tällöin tilaajalla pitää olla melko syvä tieto päällystetekniikasta. Varsinkin pienissä kunnissa tilaajilla on useita tehtäviä, joista päällysteen ja rakenteen parantamisen hankinta muodostaa vain pienen osan työstä, mutta erikoisosaamista ei välttämättä ole. Suuremmissa tilaajaorganisaatioissa henkilökuntaa on vähennetty ja asiantuntemus on kaventunut. Kun urakoitsijat eivät ole päässeet vaikuttamaan lopputuoteratkaisuun, on kilpailtu vain työn ja raaka-aineiden hinnalla, mutta ei juuri kehittyneillä ratkaisulla.

Toiminnallisiin ominaisuuksiin perustuvassa päällyste/lopputuotteen hankinnassa tilaajan ei tarvitse arvioida eri urakoitsijoiden materiaalivalintaa, yrityskohtaisia tuotteita ja laatua, vaan lopputuotteelle asetettuja toiminnallisiin ominaisuuksiin perustuvia vaatimuksia. Kuitenkin vaatimustason asettaminen oikealle tasolle vaatii myös ammattitaitoa.

Urakoitsijoille toiminnallisiin ominaisuuksiin perustuva päällyste/lopputuotteen hankinta muodostaa kiihokkeen kehittää omia yrityskohtaisia kustannustehokkaita tuotteita. Luovuus lisääntyy ja hyviä ideoita otetaan käyttöön. Myös urakoitsijoiden vastuu lisääntyy, mikä motivoi ottamaan käyttöön varmempia ja parempia menetelmiä laaduntarkkailuun.

Toiminnallisiin ominaisuuksiin perustuva hankinta vaatii uutta osaamista. Jos vaatimukset asetetaan liian tiukoiksi, urakkahinnat nousevat liikaa ja vuosikustannukset kohoavat. Myös vaatimusten asettaminen pelkästään pintamittauksiin perustuviksi vaatii pidempiä takuuajoja ja lisää urakoitsijan riskiä, mikä saattaa karsia urakoitsijoiden määrää ja sitä kautta nostaa hintatasoa. Tilaajan pitää löytää oikea hankintatapa ja vaatimustasosystematiikka, millä riski on jaettu tilaajan ja urakoitsijan kesken tarkoituksenmukaisesti.

Jotta toiminnallisten ominaisuusvaatimusten määrä voidaan rajata kohtuulliseksi, tuoteosien ja materiaalien tulee olla hyväksytyjä, esim. normien mukaisia. Uusien tuoteosien ja materiaalien käyttökelpoisuus ja soveltuvuus selvitetään tuotehyväksyntämenettelyllä, jossa niille määritetään myös erilaisten ominaisuuksien arvot. Näitä arvoja voidaan käyttää vaihtoehtoisessa päällystesuunnittelussa todistamaan innovatiivisia tuotteita sisältävän rakenteen yhtäläinen laatu verrattuna rakenteeseen, jossa on käytetty standardiratkaisuja. Varsinkin rakennesuunnittelussa on jo käytössä paljon tuotteita, joista ei ole vielä määritetty kaikkia suunnittelussa tarvittavia parametreja (esimerkkeinä sitomattomissa kerroksissa tuhka ja kuona, maabetoni, bitumistabilointi jne.).

Toiminnallisten ominaisuuksien mittauksen pitää olla kunnossa. Tämä koskee koko ketjua eli näytteiden ottoa, valmistusta ja määrää, laitteiden määrittäjä, mittausohjeita, tuloksien tulkintaa jne.

Urakoitsijan valintatapa pitää olla selkeä ja läpinäkyvä. Jo tarjousvaiheessa kaikki valintakriteerit pitää olla esitetty.

Tämän selvityksen yhteenvedona voidaan todeta, että toiminnallisiin ominaisuuksiin perustuvan hankintamenettelyn nähdään tuovan suuren potentiaalinalan innovatiivisuuden kehittämiseen.

9 KEHITTÄMISTARPEET

Jotta toiminnalliset vaatimukset voidaan ottaa käyttöön, pitää vielä eräitä mittauksiin ja vaatimussystematiikkaan liittyviä asioita kehittää. Seuraavassa on esitetty tärkeimpiä kehitystarpeita.

9.1 Rakenteiden ja materiaalien hyväksyntämenettely

Uusien tuotteiden ja tekniikoiden käyttöönottoa varten pitäisi luoda hyväksymismenettely, josta tuottaja voisi hakea teknistä lausuntoa tuotteelleen. Lausunto sisältäisi testitulokset ja ne olisi suhteutettu standardi/referenssiarvoihin, jotta niitä voitaisiin käyttää esim. vaihtoehtoisessa päällystesuunnittelussa todistamaan innovatiivisia tuotteita sisältävän rakenteen yhtäläinen laatu verrattuna rakenteeseen, jossa on käytetty standardiratkaisuja. Tutkimuksen tuloksena saadaan määriteltyä hyväksymismenettelyt (mm. tarvittavat kokeet, koetietulokset jne.) erilaisille tuotteille ja ratkaisuille.

Miten uudet tuotteet saadaan markkinoille mahdollisimman nopeasti? Ei voida odottaa koerakentamisen tuloksia useita vuosia, kuten on ennen tehty. Tarvitaan uusi tuotehyväksyntämenettely, jonka avulla uusia innovatiivisia tuotteita saadaan nopeammin markkinoille käyttöön.

9.2 Urautuminen

9.2.1 Urasyvyysmittaus

Selvityksessä tutkitaan eri urasyvyysmittausmenetelmien vertailtavuus (oi-kolauta, profilometrit, PTM-auto). Lisäksi selvitetään sopivia raja-arvoja mm. uravaatimuksia varten.

9.2.2 Kulumiskestävyyslaboratoriotestin valinta.

Tutkimuksessa selvitetään SRK:n ja Prallin yhteys tie- ja katukulumaan. Mm. sideaine ja lisäaineet vaikuttavat laboratoriotulokseen, mutta ei välttämättä kulumiseen tiellä. Samalla tutkitaan Prall-testin kehittämismahdollisuuksia. Lisäksi tutkitaan kulumismateriaalimalleja, joilla saadaan ainekohtaiset korjaukset laboratoriotestituloksiin. Tuloksena saadaan ohjeet laitteen valintaan, näytteen otto- ja tekotapaan sekä tulosten tulkintaohjeet.

9.2.3 Deformaatiokestävyyslaboratoriotestin valinta:

Tutkimuksessa vertaillaan eri testauslaitteita ja erilaisia näytteiden tekotapoja. Laitteiden vertailu sisältää mm. erilaisia lisäaineita, jotka saattavat käyttäytyä eritavalla eri laitteissa. Samalla tutkitaan deformaatiomateriaalimalleja, joilla saadaan ainekohtaiset korjaukset laboratoriotestituloksiin. Tuloksena saadaan ohjeet laitteen valintaan, näytteen otto- ja tekotapaan sekä tulosten tulkintaohjeet.

9.2.4 Ilmasto-olosuhteiden vaikutus uramittaustuloksiin

Urautumisen mittaamiseen perustuvaan laadunarvioimiseen liittyy monia riskejä, joista sääolosuhteiden vaihtelu voi aiheuttaa merkittävän osan. Tutkimuksessa selvitetään alkutiivistymisen ja deformaation määrä erilaisina kesinä ja kulumista erilaisina talvina. Tutkimuksen tuloksena voisi olla arviointimenetelmä, jolla ilmasto-olosuhteiden poikkeukselliset muutokset voidaan ottaa huomioon takuuajan lopun raja-arvojen ylityksiä / alituksia arvioitaessa.

9.2.5 Urautumisominaisuuksien vertailu tarjousvaiheessa

Tarjosten vertailuvaiheessa tarvitaan laskentamallit (päällysteen kuluminen ja deformaatio), joiden avulla määritetään eri päällystevaihtoehtojen kestoikä (jotta pystytään laskemaan vuosikustannukset). Tutkimuksessa kehitetään kestoikälaskentaa. Kestoikämalli voi olla yleinen tai määritelty erikseen jokaiselle katu- ja tieluokalle.

9.3 Tasaisuus ja pintakarkeus

Nykyään mitataan tasaisuudesta vain IRI tai IRI4-arvo päällystystyön laadun arvioimiseksi. Ne kuvaavat kuitenkin vain pienen osan päällystystyön onnistumisesta.

9.3.1 Megakarkeusluvun kehitys ja käyttöönotto

Nykyään käytetään laadunvalvonnassa IRI- tai IRI4-arvoa. Niiden aallonpituus alkaa kuitenkin vasta 50 cm:stä, joten lyhytaaltainen epätasaisuus (ny-pytys) ei näy tuloksissa. Tutkimuksessa kehitetään alueen 5-50 cm eli megakarkeuden laskentakaavaa sellaiseksi, että se käy kaikille päällystetyypeille. Samalla tutkitaan sopivat raja-arvot.

9.3.2 Lajittuman mittaus

Pahimmillaan päällystämisen tapahtuneet lajittumat aiheuttavat päällysteen nopean purkautumisen paikoittain. Lievemmissä tapauksissa päällyste kuluu epätasaisesti, mikä hankaloittaa ylläpitoa. Lajittuman inventointiin sopii makrokarkeusluku (aallonpituusalue 0,5 mm - 50 mm). Vanhalla PTM-autolla pystyttiin mittaamaan pienimmillään 2 cm:n aallonpituuksia, jotka ovat liian pitkiä havaitsemaan lajittuman aiheuttamaa epätasaisuuden vaihtelua. Uusi mittausauto pystyy mittaamaan n. 10 kertaa tarkemmin, mikä mahdollistaa lajittuman inventoinnin mittalaitteella. Tutkimuksessa kehitetään tunnusluvun laskentaa ja ehdotetaan sopivat raja-arvot.

9.4 Vauriot

9.4.1 Vaurioinventointiohjeiden täsmäntäminen ja vauriosumman kehittäminen

Selvityksessä täsmennetään vaurioinventointiohjeita. Eri syistä johtuvat vaurioitumiset pitäisi jaotella nykyistä paremmin (esim. vaurion sijainti ajoradalla). Samalla voidaan laskea uusia indeksejä kuvaamaan eri syistä johtuvia vaurioita (kokonaisvauriosumma, liikennesäilytysvauriosumma, säätekijävauriosumma jne.).

9.4.2 Pitkäaikaiskestävyyden laboratoriomenetelmien kehitys

Vaikka päällyste saataisiin kestävämmän liikennesäilytystilanteiden takia, se hajoaa viimeistään säilytystilanteen takia. Päällysteen pitkäaikaiskestävyyden ei ole kiinnitetty paljoka huomiota, koska aikaisempien suurten päällystysmäärien takia uusimiskierroksen nopeus oli suurta. Mutta viime aikoina esim. Tiehallinnon päällystetyöt ovat vähentyneet vuositasolla siten, että päällysteet pystytään uusimaan keskimäärin vasta 20 vuoden välein, mikä on selvästi päällysteen teknistä kestoikää suurempi ikä. Tämä tuo kokonaan uudet vaatimukset pit-

käaikaiskestävyydelle. Tutkimuksessa selvitetään mm. huonon veden- kemikaalien ja pakkaskestävyyden aiheuttamat vaikutukset päällysteessä (vauriot ja lisääntynyt kuluminen) sekä valitaan sopivat testausmenetelmät ja raja-arvot.

9.4.3 Päällysteen väsymislaskennan tarvitsemat parametrit

Perinteisen rakenteen (paljon sitomatonta ja päällä ohut sidottu kerros) väsymisen laskenta on melko hyvin hallinnassa ja suuri osa siinä käytettyjen materiaalien (esim. sitomattomien, massatyypin/sideaine-yhdistelmien) parametrien tiedetään ja ne ovat yleisesti käytössä. Uudentyyppisten ratkaisujen parametrien määrittäminen on hyvin puutteellista. Tämän takia on hyvin arveluttavaa verrata tällaisia rakenneratkaisuja keskenään. Tutkimuksessa määritetään yleisessä käytössä olevien rakenneratkaisujen parametrit mm. erityyppisille stabiloinneille (bitumi ja maabetoni) ja komposiittirakenteille.

9.4.4 Rakenteellisen deformaation laskenta

Kuten aikaisemmin on todettu, päällysteen liikenneperäinen vaurioituminen johtuu päällysteen väsymisestä ja rakenteen deformaatiosta. Kuitenkin rakenteen deformoitumisen laskenta- ja mittausmenetelmiä ei ole vielä kehitetty yleiseen rutiinikäyttöön, vaikka sen merkitys on samaa luokkaa kuin väsyminen. Tutkimuksessa kehitetään yleisesti hyväksyty laskentamenetelmä ja määritetään tarvittavat kokeet parametrien saamiseksi.

10 LIITTEET

- Liite 1. Kestoiän arviointi päällysteurakassa.
- Liite 2. Esimerkki päällysteurakan vertailulaskelmasta
- Liite 3. Esimerkki raaka-aineisiin perustuvasta kulumisen laskennasta
- Liite 4. Toiminnallisten mittareiden valmiustaso

KESTOIÄN ARVIOINTI PÄÄLLYSTEURAKASSA

Yleistä

Vuosikustannusten laskemiseksi pitää määrittää kestoikä. Tarjousvaiheessa kestoiän määrittämiseen on monta vaihtoehtoa:

- tilaajan arvio kestoiästä perustuen tilaajan malleihin ja urakoitsijan arvioon laboratoriotuloksista
- urakoitsijan arvio kestoiästä perustuen urakoitsijan malliin/kokemuksiin ja laboratoriotuloksiin (tai niiden arvioon)
- urakoitsijan arvio kestoiästä, ei perusteita.

Projektin johtoryhmän mielipide on, että kestoikäarvio pitää perustua johonkin aikaisempaan tietoon, esim. laboratoriotulokseen, referenssiin jne.

Kestoikämallit

Vilkailla teillä ja kaduilla kestoiän määrittää urautuminen. Urautumisnopeus voidaan arvioida:

- yleisillä laboratoriotulosmalleilla
- tiekohtaisilla laboratoriotulosmalleilla
- tiemittauksilla.

Yleiset laboratoriotulosmallit (esim. PCAD) tarvitsevat materiaalitiedon lisäksi tien ja liikenteen tiedot. Yleisessä mallissa selittäjänä on laboratoriotulosten lisäksi liikennemäärä (kevyet, raskaat), nopeudet, tien ominaisuudet (geometria, leveys jne.), säätieto (alueen keskimääräiset arvot). Yleiset mallit eivät täysin voi ottaa huomioon paikallisia olosuhteita, esim. urautuminen $(\text{mm}/v) = \text{SRK} \times a1 \times a2 \times \dots + \text{creep} \times b1 \times b2 \dots$

Tiekohtainen laboratoriotulosmalli perustuu tien historiatietoon. Urautumisen oletetaan jatkuvan samanlaisena, jos uusi päällyste on samanlainen kuin vanha. Jos uusi päällyste on erilainen, ennustetta korjataan materiaali/massatietojen avulla. Tiehistoriamalli ei ota huomioon olosuhteissa tapahtuneita muutoksia.

Tiemittauksiin perustuvassa ennustamisessa urautumisen arvioidaan jatkuvan samansuuruisena tietyn alkuvaiheen jälkeen (esim. alkutiivistymä). Sovitun ajan kuluttua (esim. 3 v) päällyste mitataan uudestaan. Tällöin urautumisnopeus $(\text{mm}/v) = \{\text{ura}(3v) - \text{ura}(2kk)\} / 3$

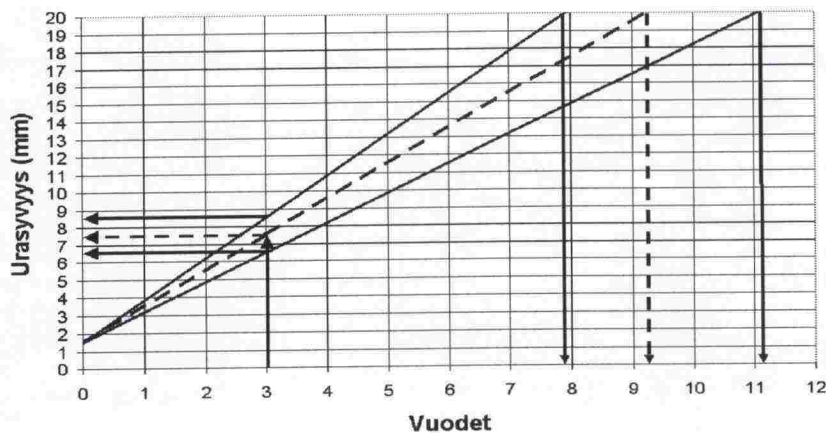
Esimerkki tiekohtaisesta laboratoriotulosmallista:

Tie on urautunut 20 mm viidessä vuodessa eli 4 mm/v. Kulumisen osuudeksi arvioidaan 15 mm eli 3 mm/v (75 %) ja deformaation osuudeksi 5 mm eli 1 mm/v (25 %). SRK-arvo on 40 ja creep-arvo on 6. Toisenlaisella massalla vuosittaista urautumista korjataan SRK- ja creep-arvojen suhteessa.

Taulukko 5. Tiekohtaisen ennustemallin vaihtoehtolaskelma.

vuosi	kuluminen (mm)		deformaatio (mm)		yhteensä (mm)			
	SRK 40	SRK 30	Creep 6	Creep 2	SRK40	SRK40 Creep	SRK30 Creep	SRK30 Creep 2
1	3,0	2,3	1,0	0,3	4,0	3,3	3,3	2,6
2	6,0	4,5	2,0	0,7	8,0	6,7	6,5	5,2
3	9,0	6,8	3,0	1,0	12,0	10,0	9,8	7,8
4	12,0	9,0	4,0	1,3	16,0	13,3	13,0	10,3
5	15,0	11,3	5,0	1,7	20,0	16,7	16,3	12,9
6	18,0	13,5	6,0	2,0	24,0	20,0	19,5	15,5
7	21,0	15,8	7,0	2,3	28,0	23,3	22,8	18,1
8	24,0	18,0	8,0	2,7	32,0	26,7	26,0	20,7

Tiemittauksiin perustuvassa menetelmässä ennusteen epätarkkuutta aiheuttaa takuuajan sääolosuhteet. Varsinkin "tavallista" lämpimämmät kesät liisäävät deformaation riskiä huomattavasti. Märät lämpimät talvet kiihdyttävät päällysteen kulumista. Lisäksi ennusteen tarkkuuteen vaikuttaa mittauksen tarkkuus.



Kuva 3. Tiemittauksiin perustuvan ennustamisen epävarmuuden vaikutus kestoikäennusteeseen. Esimerkkitapauksessa jo pieni ± 1 mm:n muutos 3 vuoden kohdalla tehdyssä mittauksessa vaikuttaa ± 2 vuotta kestoikässä.

Kenellä riski?

Urautumisnopeuden arvioimiseen tiemittauksilla liittyy epävarmuuksia. Jos urakoitsija arvioi päällysteen kestoiän väärin, urakoitsijalle voi koitua suuria taloudellisia seuraamuksia. Riski saattaa nostaa urakkahintoja ja/tai karsii urakoitsijoita tarjoamasta. Asiaan liittyvät seuraavat ongelmat on ratkaistava ennen kuin seuranta-aikaan sidottu urakka on mahdollinen,

- Milloin ja millä mittalaitteella mitataan ?
- Miten mittaus edustaa koko kohdetta ja tarkasteltavana olevaa pintaa ?
- Mikä on mittalaitteelle riittävä tarkkuus ?
- Mikä on hyväksyttävä mittauksen toistettavuus ja uusittavuus ?
- Miten määritellään normaalit talvi- ja kesäolot ?

Kun kestoikä arvioidaan laboratoriokoetulokseen perustuvalla tilaajan mallilla, suuri osa riskistä siirtyy pois urakoitsijalta tilaajalle. Jos tilaajan ennustemalli ennustaa hieman väärin, suurta vahinkoa ei synny tilaajalle, koska urakoitsijat ovat tarjonneet kuitenkin todennäköisesti sopivaa päällystettä järkevään hintaan. Urakoitsijalla on vielä riski siinä, täyttääkö tuote luvatut laboratoriotulokset. Urakoitsijan on kuitenkin helpompi valvoa pelkästään materiaalin ja levitystyönsä laatua kuin lisäksi arvioida sään vaikutusta. Päällystemassan ominaisuudet tutkitaan massa- tai poranäyttein ja levitystyön laatu tutkitaan pintamittauksilla.

ESIMERKKI PÄÄLLYSTEURAKAN VERTAILULASKELMASTA

Vertailussa otetaan huomioon päällysteen odotettavissa oleva kestoikä ja hinta, joista saadaan vuosikustannus. Kestoikä arvioidaan kulumiskestävyydellä, deformaatio- pitkäaikais- jne. ominaisuuksilla. Laskelmassa otetaan huomioon myös tien rakenteen kestoikä (perusparannus) kestoikää rajaavana tekijänä.

Vuosikustannusta korjataan päällysteen muilla ominaisuuksilla (jotka eivät vaikuta kestoikään), jotka arvotetaan rahaksi. Näitä ominaisuuksia on melu, kitka, ulkonäkö, kierrätettävyys jne. Esimerkiksi vähämeluista päällystettä voidaan hyvittää vuosikustannuksissa. Ominaisuuksista, joista tulee kerta-luontoista hyötyä, hyvitetään jo urakkahinnassa.

Vedenkestävyydelle (ja muille pitkäaikaiskestävyystekijöille) ja vedenläpäisevyydelle voidaan yksinkertaisuuden vuoksi antaa vain hyväksymisraja-arvot (on/off).

Esimerkki (luvut kuvitteellisia):

Kohde 1 km, 10 m leveä = 10000 m², kustannus 300 000 mk tai 30 mk / m².

Jokaisesta uudelleen päällystämisestä koituu tilaajalle ja liikenteelle haittaa, joka arvioidaan 50 000 mk tai 5 mk / m².

Siitä, että uusi päällystekerros (jos laatu hyvä) on niin paksu, että sen voi jyrsiä, voidaan maksaa 10 mk/m² eli 100 000 mk.

Todellinen kustannus on siten 250 000 (300 000 + 50 000 - 100 000) mk eli 25 mk/m².

Jos kestoikä on 10 v. ja laskentakorkona käytetään 0 %, vuosikustannus on 25 000 mk/v tai 2,5 mk / m² /v.

Meluvähennyksestä (4 dB alle vertailutason) voitaisiin maksaa ko. kohteessa 5 000 mk/v eli korjattu vuosikustannus on 20 000 mk/v tai 2 mk / m² /v.

ESIMERKKI RAAKA-AINEISIIN PERUSTUVASTA KULUMISEN LASKENNASTA

Kiviaineksesta testataan kuulamylyarvo. Ongelmia on siinä, että kuulamylytesti ei ole varsinaisesti tuotetesti, koska kokeen rakeet ovat suurempia kuin mitä hienorakeisissa massoissa käytetään. Lisäksi kiven käsittely vaikuttaa tulokseen (enemmän kuin tiekulumaan).

Massatyyppin vaikutus arvioidaan massatyyppikertoimien tai rakeisuuskäyrän avulla lasketun kertoimen avulla. KRP-ohjelmassa (Katurakenteen ja päällysteen tutkimusohjelma) oli suppea vertailu massatyypeistä. Kokkolan mini-koetiellä (maantieolosuhde 80 km/h) massatyyppejä tutkittiin laajemmin, mutta SMA8 oli pienirakeisin massa.

Sideaineen ja lisäaineiden vaikutus kulumiseen voidaan arvioida kertoimien avulla. PCAD-ohjelmassa kertoimia on vain kaksi, tavallisille ASTO-tutkimuksessa olleille bitumeille 1,0 ja polymeerimodifioidulle bitumille (PmB1) 0,9. Tavallisillakin bitumeilla on eroa, mutta 10 vuotta sitten tiemittausmenetelmät olivat sen verran epätarkkoja, että erilaisia kertoimia ei pystytty antamaan.

Tyyppihyväksynnällä voidaan tuotteille määrittää suhteellinen kulumiskestävyys (tunnettuun päällysteeseen tai raaka-aineeseen verrattuna).


TOIMINNALLISTEN MITTAREIDEN VALMIUSTASO

Taulukko 5. Toiminnallisten mittareiden valmiustaso.

1 = valmis, 2 = pieniä tarkistuksia tarvitaan, 3 = menetelmä puutteellinen tai puuttuu kokonaan.

Ominaisuus	Taso 1		Taso 2		Taso 3	x
	Menetelmä	tila	Menetelmä	tila	Menetelmä	tila
Urasyyvyys	PTM-auto, PANK 5202	2				
Urasyyvyys	3 m:n oikolauta, PANK 5102	2				
Urasyyvyys	Mapvision, PANK 5204	2				
Urasyyvyys	Profilometri, PANK 5105	2				
Pitkittäisepä-tasaisuus IRI	PTM-auto, PANK 5202	1				
Megakarkeus	PTM-auto, PANK 5202	3				
Megakarkeus	Profilometri,	2				
Makrokarkeus	PTM-auto, PANK 5202	3				
Makrokarkeus	Laser-mittari, ISO/DIS 1347-3	1				
Makrokarkeus	Lasihelmimenetelmä PANK 5103	1				
Purkaumat	Vaurioinventointi	2				
Purkaumat	Karkeusvaihtelumittaus PTM, profilometri	3				
Vauriot	Vaurioinventointi	2				
Kitka	Kitkamittausauto PANK 5201	1				
Kitka	Heilurikitkamittari SFS-EN 1436 (D)	1				
Kitka	Karkeus (kts. makrokarkeus)	2				
Poikkikaltevuus	PTM, kaltevuusmittari	2				
Meluominaisuudet	Ohitusmelu ISO 11819-1	2				
Meluominaisuudet	Vaunumittaus luonnos ISO/CD 11819-2	2				
Väri	Värimittari SFS-EN 1436 (C).	1				
Valon heijastuvuus	Mittausauto PANK 8508, ECODYN	1				
Valon heijastuvuus	Kannettava laite SFS-EN 1436 (B)	1				

	Menetelmä	tila	Menetelmä	tila	Menetelmä	tila
Vedenläpäisevyys	Modifioitua BAT –menetelmä tai infiltrometrime- netelmä	2	Vedenläpäisevyys- koe PANK 4212	2	Vedenlä- päisevyyskoe PANK 4212	2
Nastakulutus- kestävyys	Kts. uramittaus	2	SRK-laite PANK 4209	2	SRK-laite PANK 4209	2
Nastakulutus- kestävyys			Prall-laite prEN 12697-16 A	2	Prall-laite prEN 12697- 16 A	2
Deformaa- tiokestävyys	Kts. uramittaus	2	Jaksollinen viru- miskoe (PANK 4208)	2	Jaksollinen virumiskoe PANK 4208	2
Deformaa- tiokestävyys			Painumakoe PANK 4401	1	Painumakoe PANK 4401	
Deformaa- tiokestävyys					Pyöräuritus- laite PANK 4205	1
Vedenkestä- vyys			Halkaisuvetolu- juuskoe PANK 4301	2	Halkaisuve- tolujuuskoe PANK 4301	
Kylmäkestä- vyys				3		3
Kemikaalikes- tävyys		3		3		3
Väsyminen					Väsyminen PANK 4206	1
Jäykkyys/ Joustavuus			Moduuli PANK 4204	1	Moduuli PANK 4204	1



ISSN 1459-1553
ISBN 951-726-909-9
TIEH 3200761-v