



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Katujen pintarakenteiden saneeraus

Jussi Järvelä

Opinnäytetyö
Marraskuu 2017
Rakennustekniikka
Infra



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Infra

Jussi Järvelä
Katujen pintarakenteiden saneeraus

Opinnäytetyö 40 sivua
Marraskuu 2017

Suomen kuntien ja kaupunkien omistamia katuja on yli 25 000 kilometriä. Yleisesti on havaittavissa keskustoissa sekä asutus- ja teollisuusalueilla sijaitsevien katujen heikko tai jopa huono kunto pelkästään silmämääräisellä tarkastelulla.

Huono kunto johtuu usein heikosta kantavuudesta, joka taas johtuu suurilta osin kantavan kerroksen kiviaineksen hienontumisesta tai heikosta laadusta.

Katuja on rakennettu riittämättömillä rakennekerroksilla huomioon ottaen nykyiset liikennemäärät sekä ajoneuvojen painot.

Suurin osa nykyäänkin käytössä olevista kaduista on korjattu tai rakennettu 1980-luvun talouskasvun aikana, jolloin käytössä olevat materiaalit olivat sen aikaisen tietämyksen ja liikennemäärien mukaan kelpollisia. Nykyään kumminkin tämä kantavassa kerroksessa käytetty soramurske tai seulottu sora kelpaisi nykyisin enään jakavaan- tai suodatinkerrokseen.

Usein katujen saneerauksessa turhaan lähdetään tekemään raskaita massanvaihtoja ja näin ollen haaskataan myös täysin käyttökelpoista rakennusmateriaalia kuljettamalla hyvää kiviainesta pois tien rungosta täyttömaaksi tai jopa maakaatopaikalle.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään tarkastelemaan kantavan- ja kulutuskerroksen saneeraukseen käytettäviä menetelmiä joilla pyritään parantamaan näiden kerrosten ominaisuuksia olemassa olevat materiaalit hyväksi käyttäen.

Lähtökohtaisesti tässä työssä oletetaan ettei kadun rakenteessa olevaa kunnallistekniikkaa ole syytä uusida tai sitä ei ole. Työssä tarkastellaan ainoastaan kevyitä ratkaisuvaihtoehtoja massanvaihdolle jolloin usein myös kustannukset ja ympäristön kuormitus ovat pienempiä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences

Jussi Järvelä
Street texture clearance

Bachelor's thesis 40 pages
November 2017

Finland's cities and municipalities own over 25 000 kilometres of streets. It is easy to detect the poor condition of the streets located in city centers and housing and industry areas just through visual inspection.

Poor condition is often due to weak load capacity caused by bad or fined stone substance of the supporting layer.

Considering the amount of traffic and the weight of the vehicles, streets have been built with insufficient structure layers.

Most of the streets that are still in use have been fixed or built during the economic growth in the 1980's. At that time materials that were used were considered good enough but nowadays the gravel macadam or selected gravel used in the supporting layers would be accepted only in the dividing or filter layer.

Often while renovating streets heavy mass changes are done for no reason. Usable construction material is being wasted when this material is disposed of.

In this thesis I focus on examining the methods used in renovating the supporting or erosion layer. These methods aim to improve the qualifications of the layers and utilise the material that is already available.

Assumption in this thesis is that there is no reason to update the municipal infrastructure in the structure of the street. I examine only light solutions to mass changes. Using lighter methods often also means reduced cost and environmental impact.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	Korjaustarve	8
	2.1. Korjaustarpeen määrittäminen	8
	2.2. Rakenteenparantamisen tavoitteet	9
3	Vauriot	10
	3.1. Halkeamat	10
	3.1.1 Pituussuuntaiset halkeamat	10
	3.1.2 Poikkisuuntaiset halkeamat	11
	3.1.3 Verkkohalkeamat	11
	3.2. Painumat ja routaheitot	12
	3.3. Kuluminen	13
	3.3.1 Kulumiskestävyys	14
	3.3.2 Deformaatiokestävyys	15
	3.3.3 Urautuminen	15
	3.3.4 Veden kestävyys	17
4	Tutkimukset	18
	4.1. Maastokäynnit	18
	4.2. Muut tutkimukset	19
5	Suunnittelu	20
	5.1. Sisältö	20
	5.2. Yleistä	20
	5.3. Rakenteenparantamismenetelmän valinta	21
	5.4. Mitoitus	21
6	Menetelmät	22
	6.1. Stabilointi	22
	6.2. Rakeisuuden parantaminen	22
	6.3. Pintavaurioiden korjaus	23
7	Stabiloinnit	24
	7.1. Bitumistabilointi	26
	7.1.1 Vaahtobitumistabilointi (VBST)	26
	7.1.2 Bitumiemulsiostabilointi (BEST)	27
	7.1.3 Remix-stabilointi (REST)	27
	7.2. Masuunihiekkastabilointi (MHST, MHST-A)	28
	7.3. Sementtistabilointi (SST)	28
	7.4. Sekoitusjyrsintä (SJYR)	29
8	Päällysteet	31

8.1. Mitoitus.....	31
8.2. Päällysteen ominaisuus vaatimukset.....	31
8.3. Asfalttityypit	32
8.3.1 Asfalttibetoni (AB).....	33
8.4. Kivimastiksiasfaltti (SMA 5...SMA22).....	33
8.5. Päällysrakenne	34
8.5.1 Rakenne ratkaisut	34
8.6. Päällystesuunnittelu.....	38
9 Pohdinta	39
10 Lähteet	40

LYHENTEET JA TERMIT

RP	Rakenteen parantaminen
VBST	Vaahto-bitumistabilointi
REST	Remixstabilointi
MHST	Masuunihiekkastabilointi
MHST-A	Masuunihiekkastabilointi mihin lisätty sementtiä
SJYR	Sekoitusjyrsintä
SST	Sementtistabilointi
AB	Asfalttibetoni
AB22	Asfalttibetoni jonka maksimi raekoko 22mm
ABK	Kantavankerroksen asfalttibetoni
ABS	Sidekerroksen asfalttibetoni
SMA	Kivimastiksiasfaltti
PPL	Pudotuspainolaite

1 JOHDANTO

Kuntien ja kaupunkien katujen kunto on Suomessa vähintäänkin heikko. Haastavat ilmasto-olosuhteet sekä vanhat ja puutteelliset rakenteet heikentävät katujen päällysteen kestävyyttä todella nopeasti.

Teknisen puolen rahamäärien leikkaukset ovat ajaneet kunnat siihen tilanteeseen, että korjausvelka katujen osalta kasvaa vuosi vuodelta. Tästä johtuen olisi otettava käyttöön kevyempiä ja kustannustehokkaampia ratkaisuja, joilla saataisiin korjausvelan kasvu katkaistua ja saataisiin kumminkin kestäviä ja hyviä rakenneratkaisuja aikaan pienemmillä kustannuksilla.

Opinnäytetyön tavoitteena on laatia kätevä opas kevyempiin saneerausmenetelmiin massanvaihtojen sijaan. Kyseisessä työssä keskitytään nimenomaan paikanpäällä tehtäviin parannusmenetelmiin sekä yleisimpiin päällysteisiin. Tässä työssä ei niinkään keskitytä tutkimustyöhön eikä suunnitteluun vaikka niitäkin käsitellään, vaan enemmänkin tekemiseen. Ainoastaan opastetaan suunnittelun ja tuotteiden tilaamiseen

Opinnäytetyössä on käytetty alan ohjeiden tietoa ja tekijän omaa tietämystä yhdistäen näistä kattavan ja helposti lähestyttävän oppaan. Kuvien ja taulukoin on avattu lisää tiettyjä aiheita.

2 Korjaustarve

2.1. Korjaustarpeen määrittäminen

Lähdettäessä suunnittelemaan kadun rakenteenparannusta tulee selvittää kadun sen hetkinen kunto, nykyinen käyttö ja onko tulevaisuudessa tulossa muutoksia mahdollisesti alueen maankäyttöön tai tieverkkoon niin, että esimerkiksi raskaiden kuljetusten tai liikenteen määrä kadulla kasvaa huomattavasti. Nämä seikat määrittävät kadulle asetettavat tekniset vaatimukset ja vaikuttavat näin olennaisesti parantamismenetelmän valintaan.

Parantamistarpeen määrittämisestä tehtäessä maastokäynnit ovat erittäin tärkeässä asemassa kun selvitetään kadussa olevia vaurioita ja niiden aiheuttajaa. Myös olemassa olevaa tietoa kadun rakenteista tulee tässä yhteydessä käyttää hyväksi. Alueen asukkailta, tienkäyttäjiltä ja tien kunnossapidosta saadaan myös arvokasta tietoa liittyen turvallisuuden, käyttömukavuuteen ja hoitotoimenpiteisiin. (Tiehallinto, 2002)

Maastokäynnin yhteydessä tulee tutkia kadun vaurioita ja kirjata ne ylös ja kuvata. Myös kadun kuivatuksen toimivuutta tulee tarkastella.

Kerätyn tiedon avulla voidaan alkaa muodostaa kokonaiskuvaa korjaustarpeesta ja näin hanke pääsee alkuun.

2.2. Rakenteenparantamisen tavoitteet

Parantamistarvetta määriteltäessä on tehtävä riittävästi tutkimustyötä. Tutkimustulosten avulla voidaan valita vaurioiden korjaukseen oikeita toimenpiteitä sekä kustannustehokkaita että kestoiältään mahdollisimman hyviä ratkaisuja. Olemassa olevien tietojen mukaan voidaan rajata pois kohteeseen sopimattomat menetelmät. (Tiehallinto, 2005)

Riittävän hyvin suunnitellussa hankkeessa säästetään aikaa, rahaa ja ennen kaikkea luonnonvaroja.

Hankkeen yhteydessä voidaan myös korjata kadussa olevia turvallisuuspuutteita.

Parantamishankkeen keskeisimmät tavoitteet liittyvät näin ollen kustannustehokkuuteen, liikenneturvallisuuteen, käyttömukavuuteen ja tietenkin kestävään kehitykseen.

3 Vauriot

Tässä osiossa esitellään kaduissa yleisimmin esiintyvät vauriot ja niiden aiheuttajat, pohditaan niille sopivia parannusmenetelmiä. Kadun päällysteessä näkyvät vauriot paljastavat usein myös rakenteissa olevat ongelmat ja niistä voidaan jopa päätellä, ovatko vaurion aiheuttavat ongelmat kantavassa kerroksessa vai syvemmillä. Vauriot määrittelevät kadulle tehtävät toimenpiteet.

3.1. Halkeamat

Halkeamilla tarkoitetaan kadun pinnassa olevia vaurioita joissa päällyste on katkennut ja tämän johdosta päällysteeseen on syntynyt auki oleva repeämä. Tyypillisiä halkeamia ovat pituus-, poikkisuuntaiset halkeamat ja verkkohalkeamat. Alla kuvaillaan kunkin halkeamatyyppin tunnusmerkkejä ja niiden mahdollisia aiheuttajia sekä pohditaan korjausmenetelmiä. Halkeamien ilmestyttyä päällysteeseen pääsee kantavaan kerrokseen vettä halkeaman kautta ja kerroksen jäykkyys alkaa heiketä. Tämä aiheuttaa nopeasti pahempia vaurioita. (Tiehallinto, 2002)

3.1.1 Pituussuuntaiset halkeamat

Pituussuuntaiset halkeamat päällysteeseen syntyvät yleisimmin roudan vaikutuksesta. Routanousun määrä ei välttämättä aiheuta halkeamia vaan halkeamien syntyyn vaikuttaa enemmänkin routanousuerot. Routanousuerot voivat johtua pohjamaan routivuudesta, lumen auraamisesta luiskiin tai epähomogeenisistä rakennekerroksista. Nämä erot aiheuttavat päällysteeseen vetoa ja se katkeaa (Kuva 1.). Lähellä tien reunaa olevat pituussuuntaiset halkeamat saattavat roudan lisäksi johtua myös reunan liukumisesta. Liukumisen syy voi olla liian jyrkkä luiskakaltevuus, kuivatusongelmat, heikkokantavuus tai kaikki nämä yhdessä. (Tiehallinto, 2002)

Pituussuuntaisten halkeamien syntymistä voidaan vähentää tai jopa poistaa esim. stabioloinnilla, rakeisuudenparantamisella, luiskien parannuksella sekä asentamalla lujiteverkkoja parannusten yhteydessä, jolloin parannetaan kulutuskerroksen vetolujuutta.



Kuva 1. Pituussuuntaisia halkeamia kadun päällysteessä.

3.1.2 Poikkisuuntaiset halkeamat

Poikkihalkeamat syntyvät samasta syystä kuin pituussuuntaisetkin. Halkeaman aiheuttaa kuitenkin yleensä rakenteessa tai pohjamaassa olevat poikkeamat. Poikkeamat aiheuttavat päällysteeseen vetoa, jolloin se katkeaa. Rakeenteellisiä poikkeamia ovat yleensä rummut, putkikaivannot, tiiviyserot ja eri paksuiset kerrokset. Pohjaolosuhteiden poikkeamia ovat kallio, lohkat tai maaperätyypin vaihtuminen. Kun kallio vaihtuu esim. savikoksi niin tähän liitoskohtaan syntyy usein poikkihalkeama painumaeron johdosta. Myös routa aiheuttaa halkeamia. Nämä halkeamat saattavat olla myös pakkshalkeamia. Poikkihalkeamia voidaan korjata kuten pituussuuntaisiakin.

3.1.3 Verkkohalkeamat

Verkkohalkeama on ristikkäin olevien halkeamien aiheuttama verkkomainen vaurio. Vaurio syntyy yleensä ajouralle liikenteen kuormituksesta. Vaurion aiheuttaa rakenteen heikko kuormituskestävyys. Vaurion ollessa ajouran ulkopuolella vaurion aiheuttaa rakenteen heikko stabiliteetti, routa-, painumaerot tai näiden yhteisvaikutus. Mitä syvemmällä vaurion aiheuttaja on, sitä suurempi on verkkohalkeaman silmäkoko. Verkkohalkeamisen korjaamiseen paras ratkaisu on lisätä rakenteen kuormituskestävyyttä eli stabilointi.



Kuva 2. Pienisilmäistä verkkohalkeamaa

3.2. Painumat ja routaheitot

Kadussa olevat painumat vaikuttavat itsessään käyttömukavuuteen ja aiheuttavat kadussa olevia vaurioita. Yleisimmin painumat johtuvat rakenteen tiiviyseroista tai pohjaan epätasaisesta painumasta. Painumat syntyvät nopeimmin uuteen rakennettuun katuun ja painuma hidastuu tai pysähtyy kokonaan ajan myötä. Painumien aiheuttamiin vaurioihin vaikuttaa painumaero. Suuret painumaerot lyhyellä matkalla aiheuttavat päällysrakenteeseen halkeamia.

Painumaa korjataan täyttämällä syntynyt korkeusero päällysteessä. Painuman pysähtyttyä rakenne on helppo korjata muun parannuksen yhteydessä. Mikäli painuma on syntynyt äkillisesti tai painuminen kiihtyy, on syytä alkaa raskaampiin toimenpiteisiin pohjan vahvistamiseksi.

Reunapainuma on yleinen vaurio kaduissa. Reunapainumalla tarkoitetaan poikkileikkaus suunnassa kadun reunan painumaa (Kuva 2.). Painuminen voi johtua puutteellisesta kuivatuksesta, rakenteen heikosta stabiliteetista, puutteellisista kerroksista tai näiden yhteisvaikutuksesta. Reunapainumaa voidaan korjata kuivatuksen parantamisella, luisakan tuennalla tai lujiteverkolla.

Routaheitot vaikuttavat myös turvallisuuteen, käyttömukavuuteen ja aiheuttavat päällysrakenteeseen vaurioita. Routaheittoja aiheuttaa rakenteen epätasainen routiminen. Mikäli heitot ovat teräviä eli suuret poikkeamat lyhyellä matkalla, tulisi heittojen aiheuttaja selvittää ja ongelma korjata ennen rakenteen parantamista



Kuva 3 Reunapainuma kadussa. Kuvan painuma oli pahimmillaan 14cm syvä.

3.3. Kuluminen

Kulutuserroksen kulumisen voi havaita silmämääräisellä tarkastelulla. Kadun pintaan syntyy liikenteen vaikutuksesta urautumista ja muuta selvää kulumaa. Mikäli kadussa ei ole havaittavissa deformaation aiheuttamaa urautumista kyse on päällysteen kulumisesta.

Deformaatiolla tarkoitetaan kuormituksen aiheuttamaa rakenteeseen syntyneitä plastista muodonmuutosta. Deformaation yleisin tuntomerkki on harjannousu. Kun kulutuserroksen kulumisen etenee tarpeeksi pitkälle alkaa kadun pintaan muodostua reikiä.

Päällyste alkaa myös halkeilla kun kerros ohenee liikaa, jolloin myös kantavuus heikkenee. Vauriokohdista vesi pääsee imeytymään rakennekerrokseen ja vauriot alkavat pahentua ja laajentua nopeasti. Kulutuserroksen kulumista voidaan korjata uudelleenpäällystämällä.



Kuva 4. Massapintausta Kannuksessa

3.3.1 Kulumiskestävyys

Päällysteen ominaisuuksien lisäksi kulumiskestävyteen vaikuttaa myös olosuhteet. Liikennemäärät, nopeus, kosteus ja lämpötila ovat tärkeimpiä olosuhdetekijöitä. Kulumiskestävyttä arvioidaan päällysteen kiviaineksen lujuuskokeella (kuulamylly), jossa kiviainesta jauhetaan jauhinsylinterissä 5400 kierrosta. Kiviaines seulotaan ja 2mm:n seulan läpäissyt aines punnitaan ja tästä lasketaan hienoaineksen määrä painoprosentteina. Prall-menetelmällä tai SRK-menetelmällä, joilla testataan kiviaineksen nastarengaskulutuskestävyyttä. Yleisimmin käytössä on kuulamylly testaus. (Lemminkäinen 2017)

Mikäli päällysteeltä vaaditaan kulutuskestävyyttä, valitaan kova kivi ja karkearakeinen massa. Kuulamyllykokeella määritetty kiviaineksen nastarengaskulutuskestävyys on merkittävin yksittäinen kulutuskestävyyteen vaikuttava tekijä. Päällysteen kulumiskestävyttä valittaessa on tärkeää ottaa huomioon kohteen todelliset vaatimukset.

Korkeimman kulutusluokan massaa on perusteltua käyttää kohteissa, joissa on erityisen kova liikenne ja suuret nopeudet. Matalamman lujuusluokan kiveä taas voidaan käyttää kohteissa joissa on vähemmän liikennettä. Kulumiskestävyttä ei kannata ylimitoittaa,

koska kovempi kivi on kalliimpaa eli kohteen kustannukset nousevat. (Lemminkäinen 2017)

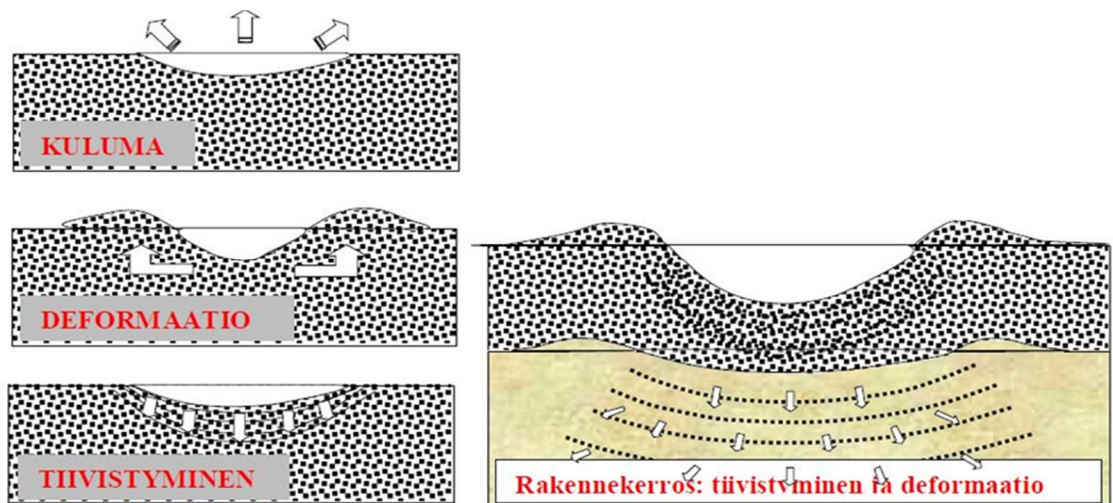
3.3.2 Deformaatiokestävyys

Deformaatiokestävyydellä tarkoitetaan urautumista jonka aiheuttavat jälkitiivistyminen sekä plastiset muodonmuutokset. Deformaation aiheuttaa yleensä raskaan liikenteen rasitukset lämpimien säiden aikana. Päällysteen deformaatiokestävyyden parantamiseen vaikuttavat massatyypin valinta, maksimiraekoko, bitumin kovuus, murskeen laatu, ki-
viaineksen muoto ja sitomattomien kerrosten materiaalit ja tiiveys. Kalliomurske sovel-
tuu parhaiten deformaatiokestävyyden lisäykseen. Deformaatiokestävyyttä voidaan
tutkia päällysteen poranäytteistä tai suoraan massasta. (Lemminkäinen 2017)

3.3.3 Urautuminen

Urautuminen syntyy kulumisen ja deformaation vaikutuksesta. Kulumisurautumista aiheuttaa talvella nastarenkaat (Kuva 4.) ja deformaatiourautumista aiheuttaa raskaat ajoneuvot. Päällysteelle voidaan asettaa urasyvyysvaatimus tietylle aikavälille, jolloin ajan tullessa täyteen vaatimusten täyttyminen tarkastetaan uramittauksella (Kuva 6.).

Deformaatiourautumisen estämiseksi on etenkin uudelleenpäällystyskohteissa varmis-
tettava kulutuskerroksen alapuolisten sitomattomien kerrosten kunto ja deformaatiokes-
tävyys. Kuvassa 4 on esitetty mitä kadun rakenteissa tapahtuu eri syistä johtuvissa urau-
tumisissa



Kuva4. Urautumisen syitä (Kuva: Harri Heikkinen)



Kuva 5. Kulumisesta johtuva urautuminen. (Kuva: Iisalmen Sanomat)



Kuva 6. Päällysteen urautumista mitataan ajoneuvolaitteistolla. (Kuva: Dynatest)

3.3.4 Vedenkestävyys

Asfalttipäällyste kuluminen nopeutuu kun päällyste on märkä. Etenkin nykyisin yleiset leudot talvet, jolloin lämpötila on 0 tuntumassa ja hieman sen yläpuolella kuluttavat päällystettä nopeasti. Oikealla suunnittelulla, päällystepaksuuksilla sekä tekotavalla voidaan vaikuttaa päällysteen vedenkestävyyteen. Kunnolla tiivistetty päällyste kestää paremmin vettä pienen tyhjätilansa ansiosta. Harvat ja huokoiset kohdat alkavat purkautua nopeammin veden ja liikennekuormituksen johdosta. (Lemminkäinen 2017)

4 Tutkimukset

Parantamiskohteiden tutkimuksiin on tärkeää varata riittävästi aikaa. Etenkin jos tarkoitus on korjata routimisesta aiheutuneita vaurioita. Myös muut vauriot saattavat olla vasta syntymässä ja näin ollen nopealla tutkimuksella ja seurannalla saatetaan lähteä korjaamaan vauriota riittämättömillä tutkimuksilla.

Korjattavaa kohdetta ja sen vaurioita tulisi seurata 2-5 vuotta ennen parantamisen toteutusta. Tämän ajan kuluessa on voitu seurannalla todentaa vauriokehitys ja -nopeus.

4.1. Maastokäynnit

Maastokäynneillä tutkitaan vaurioita ja niiden aiheuttajia. Tutkimukset tehdään silmämääräisesti vauriokohtia tarkastellen ja arvioidaan vaurion aiheuttajaa (kpl 3 vauriokuvauset). Vaurioituneet kohdat valokuvataan, merkitään karttaan ja mitataan vaurion laajuus. Erityisesti routaheittojen kohdalta voidaan arvioida heiton mahdollinen aiheuttaja, joka on yleisesti rumpu, kivi, kallio tai kuivatuksellinen ongelma.

Maastokäynnin yhteydessä kirjataan ylös vauriot ja niiden mahdolliset aiheuttajat. Tässä tarkastelussa peruskartta on hyvä apuväline, josta voidaan tarkastella ympäristön maastonmuotoja ja hyödyntää myös kuivatuksen toimivuuden tarkasteluun. Kuivatuksen toimivuuden tarkastelussa tarkastetaan mahdollisten avo-ojien veden pois johtaminen ja mikäli ongelmia havaitaan kirjataan ne ylös toimenpiteitä varten. (Tiehallinto, 2002)

Päällysteen kulumista ja kuntoa tarkastellaan silmämääräisesti ja oikolaudan ja mittanauhan avulla. Oikolauta laitetaan tien poikkisuunnassa ajoradalle ja mitataan urasyvyyttä mittanauhalla. Tällä menetelmällä saadaan tarkasteltua myös tien harja nousua, joka taas saattaa johtua deformaatiopainumasta.

Näiden tietojen perusteella saadaan jo varsin kattava kuva kadun kunnosta, vaurioista ja niiden mahdollisista aiheuttajista.

4.2. Muut tutkimukset

Mikäli kadussa esiintyy vakavia kantavuuspuutteita (kpl 3 Vauriokuvaukset) tarvitaan tarkempia tutkimuksia. Nämä tutkimukset vaativat erikoiskalustoa ja osaamista. Palveluntarjoajia on nykyään kattavasti ja heidän asiantuntemuksen avulla saadaan parhaat ja luotettavimmat tulokset.

Kadun kantavuutta ja pituussuuntaista kantavuusvaihtelua voidaan tutkia raskaallapudotuspainolaitteella (PPL). Laitteella mitataan voiman kadun pintaan aiheuttamaa taipumaa. Yleisimmin mittauksessa käytetään 50kN:n suuruista voimaa joka vastaa 10 tonnin akselipainoa. PPL -mittauksella saadaan tietoa kadun kantavuudesta, sekä voidaan paikantaa heikoimmat kohdat. Mittaustulokset eivät ole kovinkaan luotettavia johduen menetelmän olosuhdeherkkyydestä (Kuva 7).



Kuva 7. Raskas pudotuspainolaite (Kuva: Urakointi Uutiset)

Tutkimuksia voidaan tehdä myös maatumalla, jolla voidaan selvittää rakenteen kerrosvahvuuksia ja rajapintoja. Tutkauksella saadaan tietoja esim. päällystepaksuudesta, kantavankerroksen laatuvaihteluista, rakennekerrosten epäjatkuvuudesta, sekoittumisesta, pohjamaan vaihtelukohdista ja mahdollisista vanhoista päällystekerroksista. Nämä ovat oleellisia tietoja vaurioitumisen kannalta. Näitä tietoja hyödynnetään parantamismenetelmän valinnassa (kpl 6 Menetelmät).

Edellä mainittuja menetelmiä varten ja niiden täydentämiseksi on otettava näytteitä ja tehtävä koekuoppia tai kairauksia. Otetuista näytteistä tutkitaan materiaalin soveltuvuus tietyille menetelmille.

Näiden kahden menetelmän lisäksi on olemassa myös muita harvemmin käytettyjä tutkimusmenetelmiä.

5 Suunnittelu

5.1. Sisältö

Hankkeen toteutusvaiheen sujuvuuden ja kustannuksien kannalta tärkeitä asioita suunnittelussa ovat oikeiden työmenetelmien valinta, esivalmisteluiden hyvä suunnittelu ja toteutus, ympäristötekijöiden huomioon ottaminen ja aikataulut. Suunnitelmissa on pyrittävä ottamaan huomioon kaikki oleelliset asiat ettei tulisi yllätyksiä ja aikataulun myöhästymisiä. Koska toimenpiteet yleensä vaativat mittavia liikennejärjestelyjä myös ne asiat on huomioitava.

5.2. Yleistä

Rakenteenparantamiseen johtavia syitä ovat yleensä, puutteellinen kuivatus, routiminen tai kantavuusongelmat, jotka johtuvat yleisimmin riittämättömistä rakennekerroksista. Myös pohjanvahvistamisen ja kuivatuksen puutteellisuus heikentävät rakenteen kantavuutta. Päällysteen ikääntyminen saattaa aiheuttaa rakenteen vaurioitumista. (Tiehallinto, Rakenteen parantamisen suunnittelu 2005)

Rakennetta voidaan parantaa useilla eri menetelmillä, kuten stabiloinnilla, lisäämällä sitomattomia kerroksia tai lujiteverkoilla. Nämä edellä mainitut menetelmät ovat ns. kevyempiä menetelmiä ja niitä voidaan käyttää ainoastaan, kun rakenne ei ole vahvasti routiva. Mikäli rakenne on vahvasti routiva tai heikko on aina tehtävä massanvaihto. Suunnitteluun on saatavilla ohjeita muun muassa Liikenneviraston ”Päällysrakenteen stabilointi”, josta löytyy ohjeita menetelmien valintaan, materiaaleihin ja mitoitukseen ja ennakkokokeisiin. Liikenneviraston julkaisu ” Teräsverkon käyttö tierakenteissa ”. Infra RYL, osa 1. Lisäksi toimittajien omat julkaisut sisältävät hyvää tietoa.

Päällysrakenteen suunnittelussa on asetettava tavoitetaso, eli määritetään päällysteelle asetettavat vaatimukset olosuhteiden ja liikennemäärien mukaan. Suunnittelun lähtökohtana on saada mahdollisimman edullinen ja pitkäkestoinen ratkaisu.

5.3. Rakenteenparantamismenetelmän valinta

Parantamismenetelmän valinnassa käytetään aiemmin kohteittain kerättyä tutkimusmateriaalia lähtötietona vaadittaville korjauksille. Mikäli kohteella on kuivatuksellisia ongelmia, ne tulisi hoitaa kuntoon ennen varsinaisia päällysrakenteiden parannuksia.

Menetelmän valintaan vaikuttaa kohteella olevat vauriot ja niiden vaihtelu. Mikäli samalla kohteella on useita eri vauriotyyppejä, olisi ne pyrittävä korjaamaan kuitenkin mahdollisimman järkevällä tavalla, ettei kohteelle tulisi vähäistä määrää useaa eri korjausmenetelmää. Vaikkakin samalla kohteella voi olla esimerkiksi massapintausta, luji-teverkkoa ja stabilointia. Esimerkiksi pienet määrät stabilointia ovat erittäin kalliita ja tällöin massanvaihto näille kohdille on edullisempi vaihtoehto.

Suunnittelussa on siis pyrittävä järkevään kokonaisuuteen sekä toteuttamisen että kustannuksien osalta.

Valintaan vaikuttaa merkittävästi ympäristö ja olemassa olevat rakenteet kuten tonttiliit-
tymien korkeusasema, kaivot ja muut rakenteet.

5.4. Mitoitus

Parannettavan kerroksen mitoitukseen löytyy ohjeet julkaisuista: Tierakenteen suunnittelu (TIEH2100029-04 ja Rakenteen parantamisen suunnittelu (TIEH 2100035-05). Päällysrakenteen suunnitteluun käytettävät moduulit ja kestävyysmallit löytyvät myös liikenneviraston sivuilta.

Kantavuusmitoitus tehdään käyttäen Odemarkin menetelmää. Menetelmällä saadaan rakenteen nykyisestä kantavuudesta laskettua tarvittava kerrosvahvuus ja jäykkyys, millä saavutetaan tavoitekantavuus.

6 Menetelmät

Tässä osiossa esitellään yleisimmät rakenteenparantamismenetelmät. Näissä keskitytään ainoastaan kevyempiin parannuksiin, jotka voidaan tehdä kohteessa.

6.1. Stabilointi

Stabiloinnilla pyritään parantamaan rakenteen kuormituskestävyyttä. Stabilointi parantaa kerroksen deformaatiokestävyyttä, vähentää kerroksen veden sitovuutta ja vähentää näin kerroksen routivuutta. Sideaineella voidaan parantaa kerroksen ominaisuuksia sideaineen ominaisuuksien mukaan (kpl 7 menetelmät). Mikäli vanha rakenne on riittävän heikkolaatuinen, niin pelkkä sideaineen lisäys ei riitä. Näissä tapauksissa joudutaan usein korjaamaan kerroksen rakeisuutta. (Tiehallinto 2007)

Stabiloinnin etuna on nopea työsuoritus, jolloin haittaa liikenteelle ja ympäristölle syntyy mahdollisimman vähän. Stabiloitava katu voidaan avata liikenteelle varsin nopeasti. Stabilointi sopii kohteisiin, joissa kadun korkeusaseman muutos ei ole mahdollista, vanhan sitomattoman kerroksen materiaalit ovat stabilointiin sopivia ja kohteissa joissa raskaampien menetelmien käyttö vaatisi kiertotien rakentamista. Stabilointimenetelmistä on kerrottu tarkemmin kappaleessa 7.

6.2. Rakeisuuden parantaminen

Hienontuneen vanhan kerroksen rakeisuuden parantamisella pyritään parantamaan kerroksen kantavuutta ja vedenkestävyyttä. Vanha kerros homogenisoidaan jyrsimällä vanha päällyste hienontuneen kiviaineksen sekaan. Tässä menetelmässä voidaan myös lisätä uutta raekooltaan karkeampaa kiviainesta, mikäli vanhan päällysteen jyrsiminen sekaan ei riitä. Yleisesti käytettävä uusi kiviaines on KaM 16-32mm. Myös asfalttirouhetta voidaan käyttää.

Rakeisuuden parantamista voidaan käyttää kohteissa, joissa kantavuusongelmat ovat vähäisiä. Usein juuri nämä ongelmat johtuvat kantavankerroksen materiaalien heikosta laadusta. Tällä menetelmällä voidaan myös parantaa kadun profilointia.

Homogenisoidun kerroksen päälle voidaan myös lisätä kantavaa kerrosta kohteen niin salliessa.

6.3. Pintavaurioiden korjaus

Uudelleen päällystäminen soveltuu parhaiten, mikäli kohteella on havaittavissa vain vähäisiä kantavuusongelmia ja vanhan päällysteen kulumista. Päällystettävällä kohteella voi olla myös painumia, jotka ovat syntyneet rakenteen ja pohjamaan painumisen johdosta. Mikäli painumia korjataan massapintauksella tulisi painumisen olla loppunut.

Uudelleen päällystys voidaan tehdä joko lisäämällä päällystekerrosta tai jyrsimällä vanhaa kerrosta alemmaksi. Kerroksen urautumista ja epätasaisuutta voidaan korjata myös hienojyrsinnällä.

7 Stabiloinnit

Stabiloinnin tarkoituksena parantaa katurakenteen kuormitus-, vedenkestävyyttä ja vähentää routivuutta sekä lisätä rakenteen kestoikää. Stabiloinnilla voidaan myös korjata pinnan epätasaisuutta ja rakenteen muotoa. Stabiloinnissa runkoainekseen lisätään sideaine. Yleensä sideaineina toimivat bitumi, sementti tai masuunihiekka. Stabilointi voidaan tehdä stabilointijyrsimellä paikallasekoitusmenetelmänä tai asemasekoituksena. Stabiloinnilla saadaan aikaan puoli-jäykkä rakenne, jolloin kuormitus jakautuu laajemmalle alueelle. Stabiloitavan kerroksen paksuus on yleensä 100-300mm. Tutkimuksien mukaan stabiloinnilla on noin 1,5-2,0-kertainen kuormituskestävyyskerroin murskeeseen verrattuna. Stabilointi parantaa myös rakenteen vedenkestävyyttä ja vähentää hie-noaineen routimista. Stabiloitu kerros ei sovellu kulutuskerrokseksi.

(Tiehallinto 2007), (Lemminkäinen 2017)

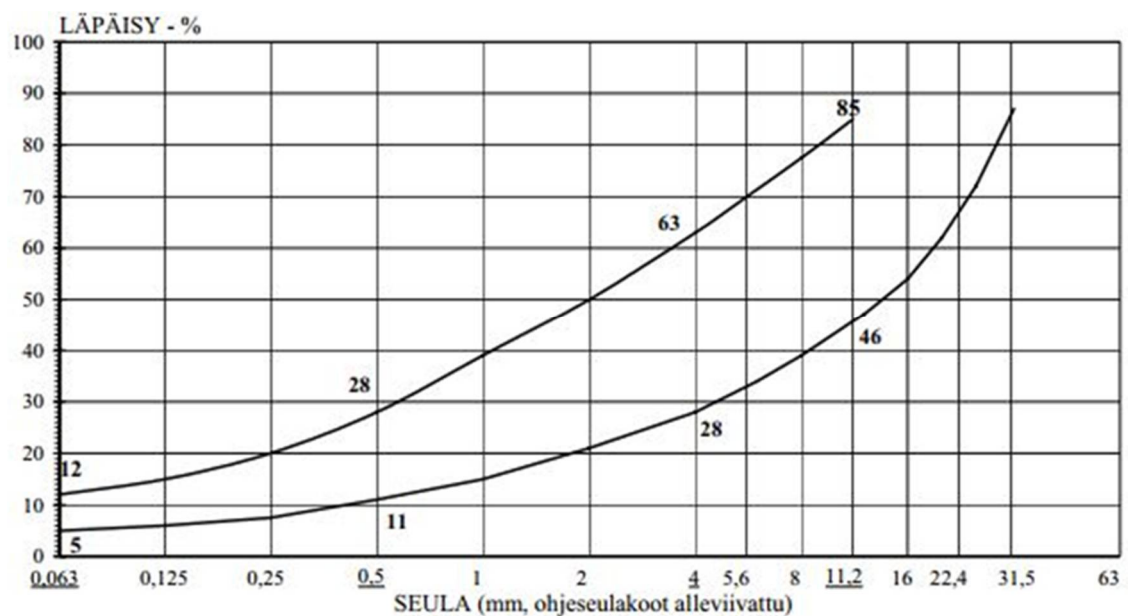
Stabilointi ympäristön kannalta paras vaihtoehto kun vanha rakenne hyödynnetään kokonaisuudessaan ja uutta materiaalia menee vain vähän. Sideaineena voi olla myös teollisuuden sivutuotetta. (Lemminkäinen 2017), (Tiehallinto 2007)

Stabiloinnin kustannukset koostuvat tutkimus-, työ- ja materiaalikustannuksista. Kunnolliset ennakkotutkimukset lisäävät tutkimuskustannuksia, mutta vähentävät epäonnistumisen riskiä. Stabilointi työhön sisältyy aina kerroksen muotoilu ja tiivistys, mikäli ei ole toisin sovittu.

Stabilointimenetelmän valintaan vaikuttaa vanhan rakenteen ominaisuudet ja olosuhteet sekä materiaalien saatavuus (Taulukko 1).

Taulukko 1. Sideaineen soveltuvuus stabilointiolosuhteisiin. (Tiehallinto, Päällysteen stabilointi)

Sideainelaji	Bitumi	Bitumi+ sem.	MaHk	MaHk+ sem 0,5-1,3%	MaHk+ sem >1,3%	Sementti
Työmenetelmä	BST	KOST	MHST	MHST-A	MHST-A	SST
Alustan kantavuus (min.) *)	Heikko 70	Heikko 80	Heikko 70	Heikko 80	Kantava 100	Kantava 100
Liikenne	Vilkas/ vähäinen	Vilkas, raskas/ vähäinen	Vilkas, vähäinen	Vilkas, raskas/ vähäinen	Vilkas, raskas	Vilkas, raskas
Alustan routivuus **)	Lievästi routiva	Lievästi routiva	Lievästi routiva	Lievästi routiva	Routi- maton	Routi- maton



Kuva 8. Bitumi-, komposiitti- ja sementtistabiloinnin kiviaineksen rakeisuuden yleinen ohjealue stabiloitaessa osittain tai kokonaan vanhaa kerrosta. *) (Tiehallinto, Päällysteen stabilointi)

*) Mikäli stabiloitavan kerroksen rakeisuus poikkeaa ohjealueesta, tulee rakeisuutta korjata lisäkiviaineksella

7.1. Bitumistabilointi

Bitumistabilointi on yleisnimike stabiloinneille, joiden sideaineena käytetään bitumia. Bitumistabilointia voidaan tehdä vaahtobitumi-, bitumiemulsio- tai remix-stabilointina. Vaahtobitumi- ja bitumiemulsiostabilointi voidaan tehdä joko paikallasekoituksena tai asemasekoituksena. Remix-stabilointi tehdään paikanpäällä sille tarkoitettulla erikoiskalustolla. (Lemminkäinen 2017), (Tiehallinto Päälysrakenteen stabilointi 2007)

Bitumistabiloinnilla pyritään parantamaan rakenteen kuormituskestävyyttä, parantamaan rakenteen vedenkestävyyttä sekä vähentämään hienontuneen rakenteen routivuutta. Bitumistabilointi soveltuu heikompi kantavuuksisille rakenteille joustavuus ominaisuuksien vuoksi (Kts. Taulukko 1).

7.1.1 Vaahtobitumistabilointi (VBST)

Vaahtobitumistabilointi on Suomessa yleisimmin käytetty stabilointimenetelmä. VBST:n käyttökohteita ovat vähäliikenteisten teiden stabiloinnit. Vaahtobitumistabiloinnissa kuumaan bitumiin sekoitetaan vettä ylipaineessa ja seos purkautuu painekammioista normaaliin ilmanpaineeseen, jolloin bitumi vaahtoutuu. Sekoitus täytyy tapahtua vaahtoutumisen aikana bitumin ollessa kuumaa, koska tällöin bitumin pinta-ala on suurimmillaan. Vaahtotettu bitumi sitoo hienoaineksen sekoittuessaan kosteaan kiviainekseen. Sekoitus tehdään paikallasekoituksena stabilointijyrsimellä. Stabilointi tehdään kahdessa vaiheessa. Ensin homogenisoidaan vanha rakenne sekoitusjyrsinnällä ja sen jälkeen sekoitetaan sideaine stabilointijyrsimellä. (Kuva 9.) (Lemminkäinen 2017), (Tiehallinto 2007)



Kuva 9. Stabilointia Kauhajoki-Honkajoki välillä. (Kuva: Lemminkäinen)

7.1.2 Bitumiemulsiostabilointi (BEST)

Bitumiemulsiostabilointi eroaa VBST:stä siten, että BEST:ssä sideaine sekoitetaan emulsiona. Emulsiossa bitumi on pieninä pisaroina vedessä. Joutuessaan kosketukseen kiviaineksen kanssa emulsio murtuu eli vesi erottuu emulsiosta. Bitumipisarot tarttuvat kiviainekseen ja muodostavat sidoksia rakeiden väliin. Emulsion valinta tehdään käyttö- ja tarkoituksen, kiviaineksen ja tekniikan mukaan. Kiviaineksen laatu ja käytettävä sekoitusmenetelmä vaikuttavat myös emulsion murtumisajan ajan valinnassa. Käytettävät emulsiot ovat joko hitaasti tai keskinopeasti murtuvia. Murtumisaika tulee varmistaa. (Lemminkäinen 2017), (Tiehallinto 2007)

7.1.3 Remix-stabilointi (REST)

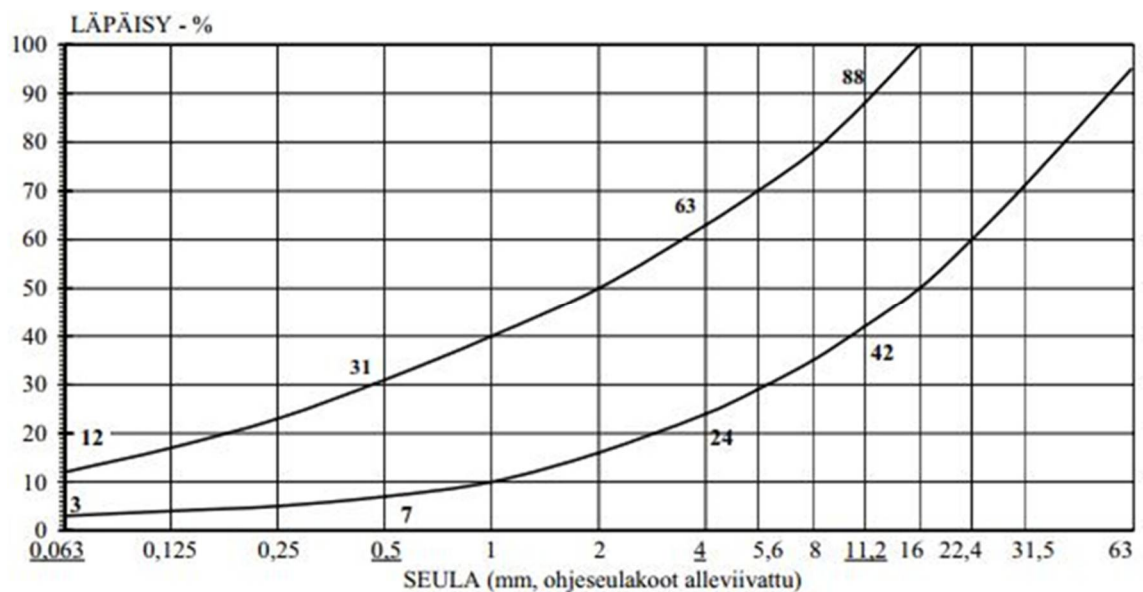
Remix-stabilointi on paikallasekoitus menetelmä, joka tehdään tätä tarkoitusta varten tehdyllä kalustolla paikanpäällä. Sideaine lisätään jyrsimällä kerros homogeeniseksi massaksi. Sideaineena voi olla joko vaahdotettu bitumi tai bitumiemulsio. Tässä menetelmässä vanha päällyste lämmitetään ja jyrsitään kantavan kerroksen yläosan kanssa. Lämmittämisen ansiosta massa sekoittuu ja tiivistyy paremmin. Tarvittaessa lisätään uutta kiviainesta 16-32mm rakeisuuden parantamiseksi. Lopputuloksena on hyvä

kuormitusta ja säätä kestävä massa. Menetelmä ei sovellu kohteisiin, joissa on paksu vanha päällyste >100mm. (Lemminkäinen 2017), (Tiehallinto Päällysrakenteen stabilointi 2007)

7.2. Masuunihiekkastabilointi (MHST, MHST-A)

Masuunihiekkastabilointi MHST tehdään yleensä paikalla sekoittaen, jossa sideaineena on terästeollisuuden sivutuote masuunihiekka. MHST tehdään muotoillun ja tiivistetyn stabiloitavan kerroksen päälle levittämällä masuunihiekkaa, joka sekoitetaan kerrokseen stabilointi jyrsimellä. Massa voi sisältää myös asfalttirouhetta.

Masuunihiekan sitoutuminen on lähes sementin kaltaista, mutta hitaampaa. Tämän johdosta massa on kauemmin työstettävissä. Lisäämällä massaan sementtiä saadaan sitoutumista nopeutettua. Tällöin stabiloinnista käytetään lyhennettä MHST-A. Lisäämällä massaan sementtiä saadaan parannettua massan deformaatiokestävyyttä ja vähennettyä humuksen vaikutusta. (Lemminkäinen 2017), (Tiehallinto 2007)



Kuva 10. Masuunihiekkastabiloinnin kiviaineksen ja masuunihiekan yhdistetyn rakeisuuden yleinen ohjealue. (Tiehallinto, Päällysteen stabilointi)

7.3. Sementtistabilointi (SST)

Sementtistabilointi on masuunihiekkastabiloinnin kaltainen menetelmä, jossa sideainee-
na on sementti. Sementti voidaan lisätä jauheena tai lietteenä, jolloin sementtijauhe on
lietettynä veteen. Sementtiliete sekoittuu paremmin stabiloitavaan kerrokseen ja saa
näin aikaan homogeenisen seoksen. Vesi, sementti ja kiviaines muodostavat keskenään
massan, jossa vesi ja sementti muodostavat liiman, joka sitoo kiviainesrakeet yhteen.
Stabilointi massa voi sisältää myös asfalttirouhetta. Sementtistabilointia käytetään
yleensä stabiloitaessa uusia kohteita, missä vaaditaan erityisen hyvää kantavuutta ja
kuormituskestävyyttä. Stabiloitavaa kerrosta ei kuitenkaan saa tehdä liian lujaksi hal-
keamien estämiseksi. (Lemminkäinen 2017), (Tiehallinto 2007)

7.4. Sekoitusjyrsintä (SJYR)

Sekoitusjyrsintä ei varsinaisesti ole stabilointia, vaan menetelmällä pyritään paranta-
maan kantavan kerroksen rakeisuutta, korjaamaan epätasaisuuksia sekä parantamaan
pinnan muotoa. Kun vanha päällyste jyrsitään rakenteen sekaan, säästetään kuljetus-,
jäte- ja materiaalikustannuksissa. Sekoitusjyrsinnässä ei lisätä sideainetta, vaan ainoas-
taan homogenisoidaan rakennetta. Menetelmässä vanha päällyste jyrsitään kantavan
kerroksen kanssa. Mikäli vanha kerros on heikkolaatuista ja sisältää runsaasti hienoai-
nosta, voidaan kerrokseen lisätä uutta kiviainesta 16-32mm rakeisuuden parantamiseksi.
Tämän jälkeen sekoitettu aines profiloidaan uudelleen päällysteen pohjaksi.



Kuva 11. Sekoitusjyrsintää Kannuksessa

8 Päällysteet

Tässä kappaleessa käsitellään kadun kulutuskerroksen ja sidotun kantavan kerroksen asfalttipäällysteitä, sekä käydään läpi päällysteen ominaisuuksia, sekä yleisimpiä päällystysmenetelmiä.

Asfaltti on monipuolinen päällystemateriaali, sillä on useita erilaisia ominaisuuksia ja sille voidaan asettaa erilaisia vaatimuksia.

Asfaltin ominaisuuksia ja vaatimuksia määritellään useissa eri julkaisuissa. ”Asfalttinormit 2017” on PANK ry:n (päällystysalan neuvottelukunta) julkaisema kirja, jossa on asetettu asfalttimassalle ja päällysteelle yhteisesti sovitut laatuvaatimukset. Yleisiä ohjeita ja vaatimuksia esitetään myös muissa oppaissa kuten esimerkiksi InfraRYL, liikenneviraston julkaisut ja Ympäristökeskuksen julkaisuissa.

Asfalttipäällysteen valinnassa perusteet tulisi kumminkin olla samasta ohjeesta, koska nämä teokset eivät anna yksiselitteistä vaatimusta. Suositeltavaa olisi asfalttipäällystettä valittaessa käyttää Asfalttinormeja peruslähteenä vaatimusten asettamiselle. (Lemminkäinen 2017)

8.1. Mitoitus

Rakenteen mitoitus voidaan tehdä käyttämällä Odemarkin menetelmää tai analyttisellä menetelmällä. Odemarkin menetelmä perustuu kokemusperäisiin tavoitekantavuuksiin ja analyttisessä otetaan lisäksi huomioon taipuman johdosta päällysteeseen vaikuttavat vetojännitykset. Suomessa on yleisesti käytössä Odemarkin menetelmä. Analyttistä mitoitusta ei juurikaan käytetä. (Lemminkäinen 2017)

8.2. Päällysteen ominaisuus vaatimukset

Asfalttipäällysteelle voidaan asettaa vaatimukset kolmella eri tavalla.

1. Materiaaleihin perustuvat vaatimukset, joissa esitetään massatyyppi, maksimi raekoko sekä vaatimukset raaka-aineille Asfalttinormien vaatimusten mukaan. Massan laatua seurataan Asfalttinormien säännösten mukaan. Päällysteen tyhjä-

- tila- (kuvaa päällysteen tiiviyttä) ja tasaisuusvaatimukset (kuvaa pinnan tasaisuutta) asetetaan Asfalttinormien mukaisesti. (PANK RY, Asfalttinormit 2017)
2. Massan toiminnallisiin ominaisuuksiin perustuvat vaatimukset, joissa massalle asetetaan vaatimukset esimerkiksi kulumis- tai deformaatiokestävyydelle Asfalttinormien vaatimusten mukaan. Tällöin esim. kiviaineksen kovuudelle tai bitumiluokalle ei aseteta vaatimuksia. (PANK RY, Asfalttinormit 2017)
 3. Päällysteen toiminnallisuuteen perustuvat vaatimukset. Tällöin päällysteen toiminnallisuus tutkitaan takuuajan päättyessä päällysteestä otettavien näytteiden avulla (kuluminen, deformaatio). Vaihtoehtoisesti kuluminen voidaan mitata kadun pinnasta. (PANK RY, Asfalttinormit 2017)

Yhdelle kohteelle voidaan kuitenkin asettaa vain yhden menetelmän mukaiset vaatimukset. Asfalttinormeissa määritetään asfalttipäällysteille ominaisuuksia ja laatuvaatimuksia, joita erilaiset kohteet edellyttävät.

Tässä osiossa esitettyjen vaatimusten lisäksi on olemassa muitakin vaatimuksia liittyen ulkonäköön ja säänkestävyyteen. Näitä on vaikea asettaa toiminnallisiksi vaatimuksiksi, mutta on tärkeää ottaa ne huomioon suunnittelussa.

8.3. Asfalttityypit

Asfalttityyppejä on useita erilaisia. Asfalttityypeille on määritelty rakeisuus ja sideainepitoisuuden ohjealueet Asfalttinormeissa. Asfalttityypin valinta kohteeseen tehdään kohteen ja päällysteen ominaisuuksien mukaan. Toiminnallisten ominaisuuksien mukaan massan rakeisuutta, sideaineen kovuutta ja sideaine pitoisuutta voidaan muokata eri ominaisuuksille sopiviksi normien puitteissa. Kiviaineksen kovuudella voidaan parantaa kulutuskestävyyttä, sideaineen määrällä sään kestävyttä ja kovuudella esimerkiksi deformaatiokestävyyttä. Asfalttityypit ilmoitetaan lyhentein, joissa lyhenne esim. AB tarkoittaa asfalttityyppiä ja lyhenteen perässä oleva numero ilmoittaa asfalttimassan kiviaineksen maksimi raekoon millimetreinä. Esim. SMA16.

Tässä osiossa kerrotaan ainoastaan katujen yleisimmistä asfalttipäällysteistä.

8.3.1 Asfalttibetoni (AB)

Asfalttibetoni on kulutus-, side- sekä kantavaan kerrokseen soveltuva päällyste. Asfalttibetonia käytetään yleisesti myös massapintauksissa ja paikkauksissa. Asfalttibetonia on eritarkoituksiin sopivia.

Kulutuskerroksen asfalttibetoni (AB5... AB22) käytetään teiden, katujen ja erikoisliikennealueiden kulutuskerroksena. (PANK RY, Asfalttinormit 2017)

Sidekerroksen asfalttibetoni (ABS 16... ABS22) käytetään sidotussa kantavassakerroksessa kun kyseinen kerros jää pidemmäksi aikaa kulutuskerrokseksi. (PANK RY, Asfalttinormit 2017)

Kantavan kerroksen asfalttibetoni (ABK 22...ABK32) käytetään sidotun kantavan kerroksen tekemisessä. ABK on rakeisuudeltaan karkeampi kuin edellä mainitut AB ja ABS. Päällysteen jäykkyyttä voidaan säätää käytettävän bitumin ominaisuuksien mukaan. (PANK RY, Asfalttinormit 2017)

Pehmeää asfalttibetoni a (PAB) käytetään tiepäällysteenä alempiluokkaisilla teillä. Kulutuskerroksessa käytetään PAB-B massaa, jonka sideaineena on pehmeä tiebitumi. PAB-V massaa käytetään paikkausmassana ja sen sideaineena on viskositeettiluokiteltu bitumi tai bitumiliuos. (PANK RY, Asfalttinormit 2017)

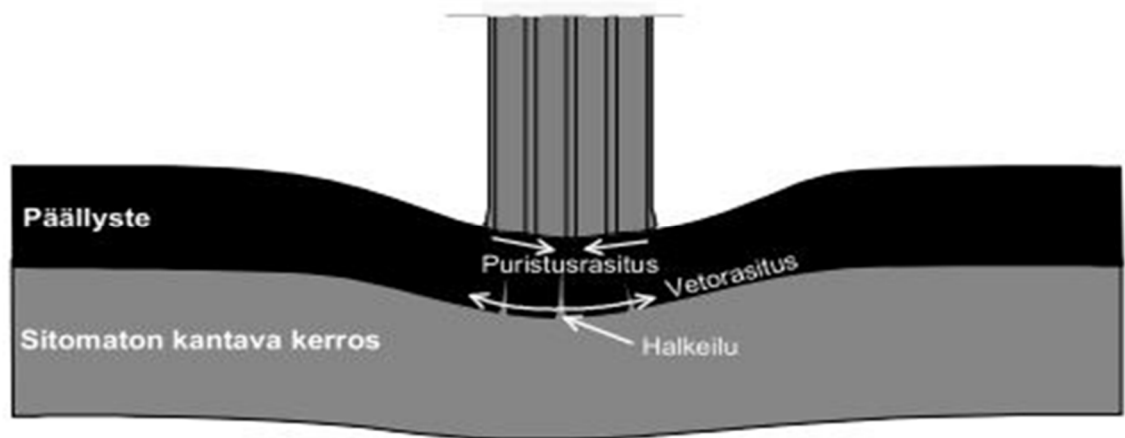
Näiden tie- ja pihapäällysteiden lisäksi on olemassa erikoisasfalttibetoneita. Näistä saa lisätietoa alan yrityksiltä sekä Asfalttinormit 2017- ohjeesta.

8.4. Kivimastiksiasfaltti (SMA 5...SMA22)

Kivimastiksiasfaltti SMA on kulutuskerroksen asfaltti jota käytetään erittäin vilkasliikenteisillä teillä ja kaduilla. SMA:ssa käytetään vähintään 85% kalliomursketta massan kiviaineksesta. SMA eroa asfalttibetonista rakeisuuden suhteen. Massassa käytetään bitumin sitomiseksi lisäaineena sellukuitua. (PANK RY, Asfalttinormit 2017)

8.5. Päällysrakenne

Liikennekuormitus aiheuttaa päällysteen alapintaan vetojännityksiä ja muodonmuutoksia, jotka aiheuttavat ajan myötä päällysteeseen väsymisvaurioita, kuten esimerkiksi halkeamia. Päällysteen vaurioitumista voidaan ehkäistä valitsemalla oikeanlaisia asfalttirakenteita. Riittävän paksu päällystekerros ja oikeat materiaalit auttavat saamaan aikaan pidempikestoisen lopputuloksen. Pääsääntöisesti mitä ohuempi sidottu kerros, sen nopeammin vauriot syntyvät.



Kuva 12. Liikennekuormituksen päällysteelle aiheuttamia rasituksia. (Kuva: Mikko Riikonen)

8.5.1 Rakenne ratkaisut

Asfalttipäällysteen paksuus määräytyy massan maksimiraekoon mukaan. Päällystettäessä vanhan asfaltin päälle, tulee kerrospaksuuden olla 2,5 kertaa kiven maksimiraekoko. Mikäli päällystetään murskepohjalle, tulisi minimivahvuuteen lisätä vielä 10mm. Näin varmistetaan työn onnistuminen. Riittävällä kerrosvahvuudella saadaan hyvin tiivistyneitä ja vedenkestäviä asfalttipäällysteitä. (Lemminkäinen 2017)

Taulukossa 2 on esitetty asfalttipäällysteen suositeltavat minimikerrospaksuudet sitomattomalle ja sidotulle pohjalle. Sitomattomalla alustalla tarkoitetaan esimerkiksi murskeesta valmistettua alustaa johon ei ole lisätty sideainetta. Sidottu alusta on esimerkiksi vanha asfalttipäällyste tai betoni.

Taulukko 2. Päällysteen suositeltavat minimi paksuudet

Päällystetyyppi	Sidottupohja mm / kg/m ²	Sitomatonpohja mm / kg/m ²
AB, SMA 11	30/50	40/75
AB, SMA, ABS, PAB 16	40/100	50/125
AB, SMA, ABS, ABK 22	50/125	60/150
ABK 32	-	70/170

Asfalttipäällysteen toiminnallisten ominaisuuksien asettamiseksi on otettava huomioon kohteen olosuhteet.

Kuvassa 13 on esitetty eri katuluokille suositeltavia rakenneratkaisuja.

Pääkadut, joilla liikennöi paljon raskasta liikennettä

	mm	Asfalttityyppi/ kerroksen materiaali
		40–50
	50–70	ABS 22
	60–70	AB 22 / KBAB 22
		Murske

Kokoojakadut

	mm	Asfalttityyppi/ kerroksen materiaali
		40–50
	60–80	ABK 31
		Murske

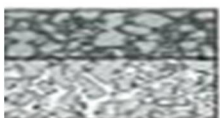
Tonttikadut

	mm	Asfalttityyppi/ kerroksen materiaali
		50–60
		Murske

Tonttikadut, joilla liikennöi raskasta liikennettä

	Mm	Asfalttityyppi/ kerroksen materiaali
		40–50
	50–60	AB 22 / ABK 22
		Murske

Pihakadut

	mm	Asfalttityyppi/ kerroksen materiaali
		40–50
		Murske

Kuva 13. Suositeltavia päällysrakenteita eri katuluokille. (Kuva: Lemminkäinen)

Taulukossa 3 on esitetty eri liikennealueiden tärkeimpiä toiminnallisia ominaisuuksia.

Taulukko3. Liikennealueiden tärkeimmät toiminnalliset ominaisuudet

Kohteen KVL	Kulumiskestävyys	Deformaatiokestä- vyys	Kantavuus	Vesitiiviyys	Tasaisuus	Säänkestävyys
Kadut ja tiet						
>15 000	X	X	X		X	X
10 000- 15 000	X	X	X		X	X
5000- 10000	X	X			X	X
2500- 5000	X				X	X
500- 2500					X	X
<500					X	
Erityisliikennealueet						
Jalkakäytävät					X	X
Kevyen liikenteen väylät					X	X

Tapauskohteisesti voidaan päällysteeltä edellyttää myös muita ominaisuuksia:

- poikkikaltevuus
- kitka
- melu
- taivutuskestävyys
- valonheijastuvuus
- vedenläpäisevyys.

8.6. Päällystesuunnittelu

Kaduilla käytettävän päällysteen valinnassa on otettava huomioon kulumis, deformaatio ja säänkestävyys. Oikeilla päällystevalinnoilla ja kerrospaksuuksilla saadaan aikaan kestävä rakenne. (Lemminkäinen 2017)

Päällysrakenteen suunnittelulla on tärkeä rooli. Päällysrakenteen tulisi olla riittävän paksu. Alimman kerroksen tulisi olla joustava ja vetojännitystä kestävä, välikerroksen taas tulisi olla jäykkä ja kulutuskerroksen hyvin kulutusta kestävä. Tällaisella rakenteella estetään päällysrakenteen halkeilun alkaminen päällysteen alapinnasta. Kun päällysrakenne on riittävän paksu ja oikein suunniteltu saadaan halkeilu alkamaan päällysteen pinnasta, jolloin korjaaminen on helpompaa ja edullisempaa. (Lemminkäinen 2017)

Erittäin vilkasliikenteisillä kaduilla olisi järkevää käyttää kulutuskerroksena SMA päällysteitä. SMA päällyste kestää erittäin hyvin kulutusta. Valinta on tehtävä kumminkin aina tapauskohtaisesti. (Lemminkäinen 2017)

Raskasliikenne kuormittaa päällystettä normaalia henkilöautoliikennettä enemmän. Paksummalla päällystekerroksella saadaan aikaan hyvä lopputulos. Raskaanliikenteen käyttämällä osuuksilla kantavankerroksen ja kulutuskerroksen välissä tulisi käyttää sidekerroksen asfalttibetonia ABS. Tällä rakenteella päällystekerroksesta saadaan tarpeeksi jäykkä. (Lemminkäinen 2017)

9 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia käsikirja katujen pintarakenteiden saneeraamiseen kevyemmällä menetelmillä. Työssä mainitsemani kevyemmät menetelmät sopivat hyvin vaihtoehtoisiksi menetelmiksi yleiselle käytännölle, jossa lähdetään suoraan tekemään raskaita massanvaihtoja. Näissä kevyissä menetelmissä voidaan tehokkaasti hyödyntää vanhoja olemassa olevia rakennekerroksia, työn suoritus on verrattain nopeaa ja se kuormittaa ympäristöä huomattavasti vähemmän. Myös taloudellisesti ajatellen on kyseiset menetelmät varsin käyttökelpoisia.

Opinnäytetyön aihe valikoitui työmailla tekemiäni havaintojen perusteella. Usein kunnilla ja kaupungeilla ei riitä raha saneeraamaan katuverkostoa niin nopeasti kun sen kunto heikkenee. Nämä työssä käsittelemäni menetelmät helpottavat myös tätä ongelmaa, kunhan vain ne tulevat ihmisten tietoisuuteen.

Tulevaisuudessa toivoisinkin näkeväni yhä enemmän saneerauksissa käytettävän juuri stabilointia ja sekoitusjyrsintää. Myös mahdollisesti pehmeitä asfalttobetoneita (PAB) olisi järkevää alkaa suosimaan kohteilla, joissa on heikommat pohjaolosuhteet.

Työn tekeminen oli minulle varsin mielekästä kun aihe oli lähellä omaa osaamisaluetta ja koen voivani olla näin myös menetelmiä kehittämässä joskus tulevaisuudessa. Toivottavasti voin tulevaisuudessa myös toimia näiden asioiden parissa ja tuoda niitä enemmän kuluttajien tietoisuuteen.

10 Lähteet

Dynatest. 2017

Harri Heikkinen. Nastarenkaiden vaikutus päällysteiden kulumiseen taajamanopeuksissa 2012

Iisalmen sanomat

Lemminkäinen.2017. Asfaltti ja päällystäminen, ohjeita suunnitteluun. Luettu 30.10.2017

<http://www.lemminkainen.fi/asfaltti-ja-paallystaminen/ohjeita-suunnitteluun/>

Liikennevirasto.2017. Rakenteenparantamisen suunnittelu Luettu 20.8.2017

<https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2100035-v-05rakentparantsuun.pdf>

Mikko Riikonen. Telimassojen korottamisen vaikutus tierakenteen vasteisiin –laskennallinen tarkastelu. 2014

PANK RY. Asfalttinormit 2017.

Liikennevirasto 2017. Päällysrakenteen stabilointi. Luettu 1.9.2017

http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100055-v-07paallysrakenteen_stabilointi.pdf

Liikennevirasto 2017. Tien vauriokartoitus. Luettu 10.8.2017

http://alk.tiehallinto.fi/tppt/pdf/15-tien_vauriokartoitus.pdf

