



Santeri Kurkaa

Kalustonhallinta asfalttialan pk-yri- tyksessä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

26.4.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Santeri Kurkaa
Otsikko: Kalustonhallinta asfalttialan pk-yrityksessä
Sivumäärä: 42 sivua
Aika: 26.4.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine: Infratekniikka
Ohjaajat: Lehtori Mika Räsänen
Diplomi-insinööri Mikko Immonen

Asfaltointiin ja asfalttiurakoitsijana toimimiseen sisältyy paljon asioita, jotka eivät välttämättä näy ulkopuolelle. Pelkän asfalttimassan ostaminen ja työntekijöiden palkanmaksu ei riitä, vaan urakoitsijalla täytyy olla työhön sopiva kalusto. Asfaltointityön ja siihen vaadittavan kaluston ymmärtämiseksi on oleellista tietää mitä asfaltti on ja mihin sitä käytetään, sekä siihen mahdollisesti kohdistuvia laatuvaatimuksia.

Kaluston omistamisen lisäksi kalustoa pitää myös ylläpitää ja huoltaa säännöllisin väliajoin. Laadukas ja huolellinen huolto ja ylläpito mahdollistavat asfaltointikauden loppuun viemisen. Talvihuollot ovat tärkeä osa seuraavaa työkautta, jotta asfalttiurakoitsijat ja työntekijät voivat olla varmoja kaluston kunnosta ja toimivuudesta.

Työssä on esitelty asfaltointityöhön tarvittavaa kalustoa ja niiden käyttötarkoituksia, sekä niihin kohdistuvan huoltotyön suunnittelua ja toteutusta. Näiden lisäksi työssä on tutkittu Iskuasfaltti Oy:n kaluston huolto- ja korjauskustannuksia, niiden jakautumista eri osa-alueille vuosien 2017–2021 välillä sekä huoltoon ja korjaukseen liittyviä kehityskohteita ja pohdittu niille mahdollisia ratkaisuehdotuksia.

Avainsanat: asfaltti, levitin, jyrä, kalusto, huolto, kustannukset

Abstract

Author: Santeri Kurkaa
Title: Management of Equipment in a SMB Within The Asphalt Industry
Number of Pages: 42 pages
Date: 26 April 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Civil Engineering
Professional Major: Infrastructure
Supervisors: Mika Räsänen, Senior Lecturer
Mikko Immonen, Civil Engineer MSc

There are numerous matters involved in paving and acting as an asphalt contractor that may not be visible to the outside. Merely purchasing asphalt mixture and paying wages to workers is not enough, but the contractor must also have the right equipment. To understand the asphaltting work and the equipment required for it, it is essential to know what asphalt is and what it is used for, as well as the quality requirements that may apply to it.

In addition to owning the equipment, the equipment must also be maintained and serviced at regular intervals. High-quality and careful maintenance and upkeep will enable the asphaltting season to be completed. Winter maintenance is an important part of the upcoming work season for the asphalt contractors and workers to be able to be confident of the condition and functionality of the equipment.

This thesis studies the equipment required for asphalt paving and its uses, as well as the planning and implementation of maintenance work they require. In addition, the maintenance and repair costs of Iskuasfaltti Oy's equipment, the distribution of costs into different categories between 2017 and 2021, as well as development projects related to maintenance and repair have been studied. Possible solutions related to these themes have also been considered.

Keywords: asphalt, paver, roller, equipment, maintenance, expenses

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn tavoite	1
1.2	Rajaus	1
1.3	Iskuasfaltti Oy	2
2	Asfaltti rakennusmateriaalina	3
2.1	Yleisesti	3
2.2	Yleisimmät asfalttityypit	5
2.2.1	Pehmeä asfalttibetoni (PAB)	6
2.2.2	Tiivis asfalttibetoni (ABT)	6
2.2.3	Avoin asfaltti (AA)	7
2.2.4	Valuasfaltti (VA)	7
2.2.5	Kivimastiksiasfaltit (SMA)	7
2.3	Yleisimmät sideaineet	8
2.4	Asfaltin ominaisuudet	10
2.4.1	Deformaatiokestävyys	10
2.4.2	Kulumiskestävyys	11
2.4.3	Vedenkestävyys	12
2.5	Laatuvaatimukset	12
2.5.1	Asfalttinormit	12
2.5.2	InfraRYL	12
2.6	Asfalttimassan laadunvarmistus	13
2.6.1	Koekappaleet ja näytteenotto	13
2.6.2	Staattinen virumiskoe	14
2.6.3	Kulumiskestävyys, PRALL-menetelmä	15
2.6.4	Halkaisuvetomenetelmä	16
2.6.5	CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus	16
2.7	Asfaltti nykypäivänä	17
3	Asfaltointityössä käytettävä kalusto ja sen kustannukset	19
3.1	Kalusto	19
3.1.1	Levitin	19

3.1.2	Jyrät ja muu tiivistyskalusto	23
3.1.3	Kuljetus	25
3.2	Kaluston kustannukset	27
4	Kaluston huolto ja ylläpito	28
4.1	Yleistä kaluston huollosta ja ylläpidosta	28
4.2	Huolto ja ylläpito talouden näkökulmasta	29
5	Huolto ja ylläpito Iskuasfaltissa	31
5.1	Yleistä	31
5.2	Kehityskohteita Iskuasfaltissa	35
5.3	Ratkaisuja kehityskohteisiin	38
6	Loppupäätelmät ja yhteenveto	40
	Lähteet	41

1 Johdanto

Hyväkuntoinen ja kestävä tieverkosto on yhteiskunnalle merkittävä asia. Teiden ollessa hyvässä kunnossa niitä on helpompi ylläpitää. Päälylystystyötä suunniteltaessa ja tehdessä on tärkeää valita käytettäväksi kohteeseen sopivat materiaalit, sekä valitulle materiaalille parhaiten soveltuva kalusto. Huolellisesti ja laadukkaasti tehty päälylystystyö yhdessä oikeiden päälylystysmateriaalivalintojen kanssa lisäävät tien käyttömukavuutta ja yleistä liikenneturvallisuutta. Väärät kalustovalinnat ja kohteeseen sopimattomat materiaalit yhdessä sääolosuhteiden ja liikenteen rasituksen kanssa aiheuttavat jatkuvia ongelmia ja korjaustarpeita. Urautuminen ja päälylysteiden yleinen painuminen lisäävät onnettomuusriskiä teillä, näitä ongelmia voidaan ennaltaehkäistä käyttämällä oikeanlaista kalustoa kohteesta riippuen. Sopivin materiaali ja kalusto riippuvat työkohteesta ja siihen kohdistuvista rasituksista, kuten esimerkiksi sääolosuhteista ja liikennemääristä. Oikeilla materiaali- ja kalustovalinnoilla saadaan pitkäikäisempiä ja kestävämpiä teitä, kunhan työhön käytettävä kalusto on hyväkuntoista ja toimivaa.

1.1 Työn tavoite

Työn tavoitteena on esitellä asfalttia rakennusmateriaalia, sen erilaisia ominaisuuksia ja niiden testausmenetelmiä, käytössä olevia laatuvaatimuksia sekä asfaltointityössä käytettävää kalustoa. Tärkeimpänä tavoitteena on käsitellä kaluston huoltoon ja ylläpitoon liittyviä kustannuksia sekä pohtia mistä ne muodostuvat sekä miten niitä voisi pienentää.

1.2 Rajaus

Opinnäytetyö painottuu asfaltointityössä käytettävään kalustoon ja siitä aiheutuviin kustannuksiin sekä näihin kustannuksiin vaikuttaviin tekijöihin. Tarkoituksena on arvioida kalustokustannusten kehitystä viime vuosien aikana sekä pohtia niin syitä nykyiselle kehityssuunnalle kuin mahdollisia ratkaisuja ja keinoja

sen muuttamiseksi. Kuvaajissa käytetyt arvot ovat suuntaa antavia arvioita, tarkoituksena esittää kustannusten kehityssuuntia sekä verrata niitä suhteessa toisiinsa.

1.3 Iskuasfaltti Oy

Iskuasfaltti Oy on vuonna 1967 perustettu asfalttialalla toimiva yritys. Yritys toimii pääosin pääkaupunkiseudulla ja sen lähialueilla ja sen päätoimialana on asfaltointi ja maanrakennus. Työkohteet vaihtelevat pienistä paikkaustöistä yksityispihoihin ja isompiin tietöihin.

2 Asfaltti rakennusmateriaalina

2.1 Yleisesti

Asfalttipäällysteitä käytetään hyvinkin laajasti. Pohjoismaissa kaikki päätiet sekä suuri osa muustakin tiestöstä on asfalttipäällysteisiä. Asfaltti on pölyämätön, kestävä sekä taloudellinen ratkaisu katujen ja teiden päällysteeksi. Asfalttipäällysteen pinta on sileä ja se omaa hyvät kitkaominaisuudet. Muihin päällystevaihtoehtoihin verrattuna asfaltti tuottaa vähäisen vierimisvastuksen sekä hyvin alhaisen melutason. Asfalttia käytetään pääteiden ja katujen lisäksi myös kevyen liikenteen väylillä, piholla, leikkikentillä sekä muilla vapaa-ajan viettoon tarkoitetuilla alueilla. [1.]

Asfalttipäällysteelle asetetaan laatuvaatimukset sen mukaan, millaisia ominaisuuksia päällystettävän kohteen liikennemäärä, sijainti ja yleinen käyttötarkoitus edellyttävät. Työvaiheita ja työn tekemistä koskevat vaatimukset on esitetty usein sopimusasiakirjoissa sekä InfraRYL:ssä. [2.]

Asfalttinormeissa esitettyjen laatuvaatimusten edellytyksenä on, että asfalttoinnin aikaiset sääolosuhteet ovat tarpeeksi hyvät. Kova sade vaikeuttaa työskentelyä, sillä asfalttimassa jäähtyy sateella nopeammin ja sen tarttuvuus alustaan kärsii. Mikäli asfaltoidaan sitomattomalla alustalla sateen aikana, voi ongelmia esiintyä tiivistämisen aikana.

Asfalttinormeissa esitetään laatuvaatimukset massamäärän, tasalaatuisuuden, koostumuksen, kitkan, kaltevuuden, korkeusaseman sekä tasaisuuden osalta. Tapauskohtaisesti kohteelle voidaan myös esittää laatuvaatimuksia erikseen rengasmelutason tai vedenläpäisyvyyden osalta.

Asfalttimassan deformaatio-, vedenkestävyys-, pakkasenkestävyys, kulumis- ja tiivistysominaisuuksille voidaan esittää omat laatuvaatimukset urakka-asiakirjoissa. Mikäli näitä laatuvaatimuksia on esitetty, ne on otettava huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Kulumis- ja deformaatiokestävyys voidaan määrittää näytteistä.

Työkone- ja kalustovalinnoilla voidaan omalta osaltaan vaikuttaa Asfaltti- normeissa ja InfraRYL:issä esitettyjen laatuvaatimusten täyttymiseen. Merkittävimmät erot syntyvät kuitenkin itse työkoneiden ja kaluston käytöstä, kuin niiden valinnasta. Levittimen valinnassa tärkeintä on ottaa huomioon työkohteen laajuus sekä siellä vaadittu levitysnopeus. Leveämmät levityskaistat vaativat suuri- kokoista kalustoa, jotta eri kaistojen saumat eivät osu vääriin kohtiin eikä levitysnopeus kärsi. Tiiveydeltään vaativimmilla kohteilla päällysteen esitiivistys levittimen perän avulla on myös usein tarpeellista. Tiivistyskaluston osalta oleellista on huomioida levitettävä päällysteen kerrospaksuudet ja tehdä tiivistyskaluston valinta sen mukaan. Väärä tiivistyskaluston valinnan seurauksena levitetty päällyste voi jäädä tiivistymättä kunnolla, eikä täten täytä määrättyjä laatuvaatimuksia. Pienemmänkin kokoluokan jyrällä voidaan saavuttaa määrätty vaatimukset, mutta silloin jyräskertojen määrä kasvaa ja työn eteneminen hidastuu.

Yleisimmät asfalttityypit ovat asfalttibetoni (AB), pehmeä asfalttibetoni (PAB), kivimastikiasfaltti (SMA), valuasfaltti (VA), avoin asfaltti (AA) sekä tiivis asfalttibetoni (ABT).

Kuumat asfalttipäällysteet koostuvat pääosin kiviaineksesta, bitumisesta sideaineesta sekä täyteaineesta. Näiden pääraaka-aineiden lisäksi asfalttimassassa tai sideaineessa voidaan käyttää erilaisia lisäaineita kuten polymeerejä, luonnonasfalttia tai kuituja. Näillä lisäaineilla pyritään muokkaamaan ja parantamaan päällysteen toiminnallisia ominaisuuksia. Asfalttipäällyste on viskoelastinen aine, jonka ominaisuudet vaihtelevat voimakkaasti lämpötilan mukana. Alhaisissa lämpötiloissa sen käyttäytyminen on pääosin elastista, kun taas kuumissa lämpötiloissa sen viskoosiset ominaisuudet ovat pääosassa. Käytössä oleva sideaine ja sen mahdollisesti sisältämät lisäaineet vaikuttavat asfalttipäällysteen ominaisuuksiin. Sideaine yhdessä täyteaineen kanssa muodostavat päällysteen viskoelastisen osan eli mastiksin, joka sitoo kiviaineksen päällysteeksi. Täyteaineeksi luetaan 0,063 mm pienempi kiviaines. Kiviaines on päällysteen tärkein osa, sillä se ottaa vastaan suurimman osuuden päällysteeseen

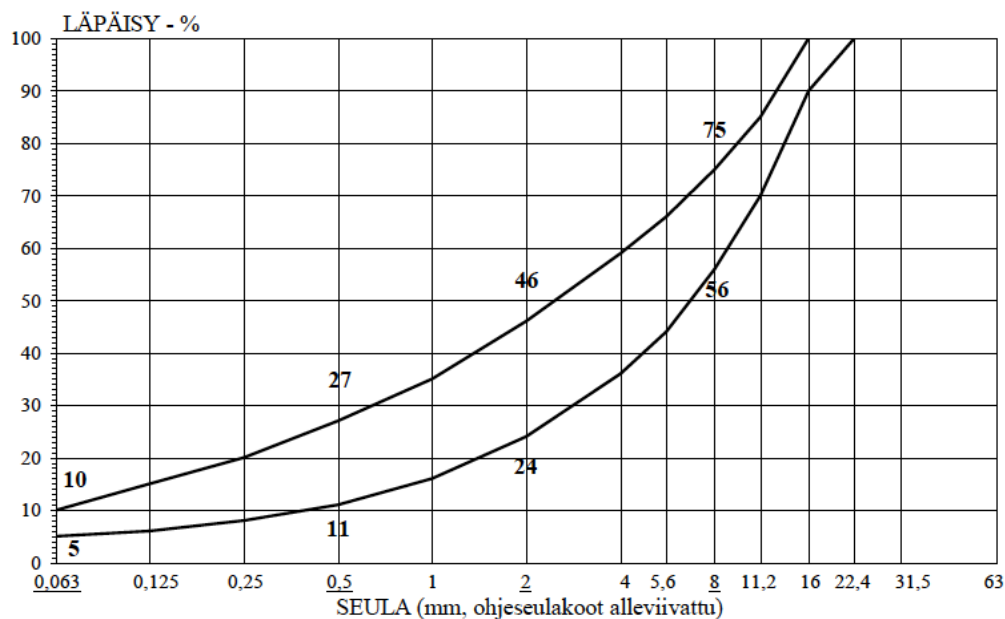
kohdistuvasta kuormituksesta. Yhdistettynä runkoaineesta ja mastiksista saadaan kestävä ja ominaisuuksiltaan päällysteeksi sopiva materiaali. [2, 3].

2.2 Yleisimmät asfalttityypit

Asfalttimassat ja asfalttipäällysteet jaetaan eri asfalttityyppeihin toimintatavan ja koostumuksen mukaan. Erilaisten asfalttityyppien merkitsemiseen käytetään kirjainlyhenteitä. Yhden asfalttityypin sisällä on erilaisia asfalttilajeja, jotka erotellaan toisistaan yleensä maksimiraekoon avulla. Tämä maksimiraekoko ilmoitetaan kyseessä olevan asfalttityypin kirjainlyhenteen perään millimetreinä, esimerkiksi AB11. Usein suunnitelmissa ilmoitetaan myös haluttu paksuus asfalttipäällysteelle, tämä ilmoitetaan käyttämällä yksikköä kg/m^2 , esimerkiksi AB11/120. [4.]

Asfalttibetoni (AB, ABK, ABS)

Asfalttibetoni on asfalttityyppi, jonka rakeisuuskäyrä on jatkuva ja jonka sideaineen tunkeuma on 25 asteen lämpötilassa alle 220 1/100 mm. Kulutuskerroksessa käytettävästä asfalttibetonista käytetään kirjainlyhennettä AB, kantavan kerroksen asfalttibetonista lyhennettä ABK ja sitovan kerroksen asfalttibetonista lyhennettä ABS. Asfalttibetoneita käytetään kulutuskerroksen materiaalina liikennealueilla lukuun ottamatta kaikkien vilkkaimmin liikennöityjä teitä ja katuja, tai sellaisia alueita, joiden kulutuskerrokseen kohdistuu normaalia suurempaa rasitusta. Lisäksi asfalttibetoneita käytetään kevyen liikenteen väylillä, jalkakäytävillä, yksityisillä pihoidilla, kentillä sekä teollisten tilojen lattiapäällysteinä. Uusien pintojen lisäksi asfalttibetoni on yleisessä käytössä vanhojen pintojen korjaustöistä tehdessä [4.]



Kuva 1 AB16 tyypillinen rakeisuusalue. Pank.fi

2.2.1 Pehmeä asfalttibetoni (PAB)

Merkityksellisin ero pehmeiden ja muiden asfalttibetonien välillä on käytettävä sideaine, joka on pehmeissä asfalttibetoneissa nimensä mukaisesti muita pehmeämpi. Tämä pehmeämpi sideaine mahdollistaa pehmeiden asfalttibetonien valmistuksen kuumasta, lämmitetystä tai kylmästä kiviaineksesta. Pehmeä asfalttibetoni on korvannut aikaisemmin yleisessä käytössä olleen öljysoran. Pehmeän asfalttibetonin rakeisuuskäyrä on muiden asfalttibetonien kanssa lähes samankaltainen, ainoastaan hienojakeisen aineksen pitoisuus on pienempi. [4.]

2.2.2 Tiivis asfalttibetoni (ABT)

Tiivistä asfalttibetonia käytetään usein silloin, kun työkohteella maaperän suojausta, esimerkiksi pohjavesialueilla, maatiloilla ja erilaisilla varastokentillä tai kaatopaikoilla. Tiivistä asfalttibetonia ei käytetä kulutuskerroksena, mutta niissä käytettävät raaka-aineet ovat vastaavia kuin kulutuskerroksissa käytettyjen as-

falttibetonien raaka-aineet. Asfalttibetonin tavoiteltu tiiveys saavutetaan muuttamalla rakeisuuskäyrää tiiviiden kannalta sopivammaksi sekä lisäämällä asfalttibetonissa käytettävän sideaineen määrää. [3.]

2.2.3 Avoin asfaltti (AA)

Avoin asfaltti on asfalttityyppi, jonka rakeisuuskäyrä on tavallisesta asfalttibetonista poiketen epäjatkuva. Epäjatkovasta rakeisuudestaan johtuen se läpäisee hyvin vettä, joka mahdollistaa erilaisia käyttökohteita. Käyttökohteita ovat esimerkiksi pysäköintialueet, kevyesti liikennöidyt kentät tai pihat. Avoin asfaltti on sopiva ratkaisu kohteisiin, joiden vedenohjaus on pinnan suhteen epävarmaa tai muuten sijaintinsa vuoksi hankalaa toteuttaa, mutta kulutuskerroksen alle on mahdollista rakentaa sellaisia rakenteita, joilla vedenohjaus on mahdollista toteuttaa. Hienorakeisuutensa ansiosta avoin asfaltti vaimentaa hyvin ääntä, mutta samasta syystä se ei kestä kulutusta yhtä hyvin. [4.]

2.2.4 Valuasfaltti (VA)

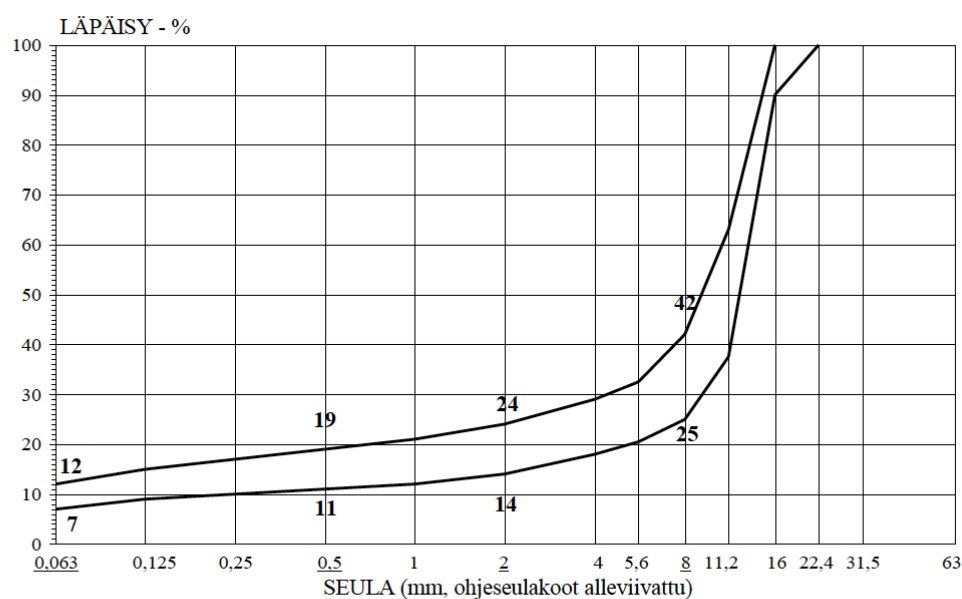
Valuasfaltti on asfalttityyppi, jossa raaka-aineena käytetty sideaine täyttää kiivaimekseen muodostuvan tyhjätilan ja massasta tulee tämän seurauksena lähes juoksevaa. Valuasfaltti voidaan levittää levittimellä tai käsin, eikä se vaadi erillistä tiivistämistä. Valuasfaltille tyypillisiä käyttökohteita ovat pinta-alaltaan pienet tai sijainniltaan sellaiset kohteet, missä levityskoneita tai tiivistyskalustoa ei ole mahdollista tai järkevää käyttää. Niiden lisäksi valuasfalttia käytetään kohteissa, missä päällysteen pinnan tulee olla erityisen vesitiivis. Ajourakohteilla valuasfaltin päälle heitetään sirotekiviä karkeuttamaan pintaa. [3.]

2.2.5 Kivimastiksiasfaltit (SMA)

Kivimastiksiasfaltti (SMA) on asfalttityyppi, jonka rakeisuuskäyrä poikkeaa asfalttibetonista. Kivimastiksiasfaltin rakeisuuskäyrä on epäjatkuva, ja sen sideaineen tunkeuma on 25 asteen lämpötilassa alle 150 1/100 mm. Kivimastik-

siasfaltin valmistus ja laadunvalvonta on muita asfalttityyppejä tarkempaa. Valmistukseen käytetystä kiviaineksesta kalliomursketta on vähintään 85 % ja siinä käytetään sideaineena bitumin lisäksi kuitua. Kuidun määrä vaihtelee suunnitelmien ja asfaltin käyttötarkoituksen mukaan. Kuidun käyttö lisää kivimastiksiasfaltin kulumiskestävyttä.

Kivimastiksiasfaltin yleisimmät käyttökohteet ovat vaativien ajoratakohteiden kulumuskerrokset, usein laatikkojyrsinnän jälkeen. Lisä- ja sideaineiden sekä tarkemman laadunvalvonnan seurauksena kivimastiksiasfaltti on muita asfalttibe-
toneita huomattavasti kalliimpaa. Eroavan rakenteensa vuoksi kivimastiksiasfaltissa näkyy helposti massalajittumat, joten kuormaus, kuljetus ja kuorman purku pitää tehdä huolellisesti. Käytössä olevien lisäaineiden takia kivimastiksiasfalttia ei saa tiivistää kumipyöräajurilla. [4.]



Kuva 2 SMA16 tyypillinen rakeisuusalue. Pank.fi

2.3 Yleisimmät sideaineet

Asfalttipäällysteissä käytetyt sideaineet ovat bitumeja, polymeerimodifioitua bitumeja, bitumiliuoksia, fluksattuja bitumeja tai erilaisia bitumiemulsioita.

Näihin sideaineisiin kohdistuvat laatuvaatimukset perustuvat SFS-EN-tuotestandardeihin, joista on eroteltu Suomessa vallitseviin olosuhteisiin sopivat osat. Sideaineiden tulee olla tasalaatuisia, eikä niissä saa olla haitallisia määriä epäpuhtauksia. Sideaineiden tiheydelle ei ole etukäteen määritettyjä vaatimuksia, mutta se on tarpeen tullen määritettävä (SFS-EN 15326). Sideaineiden näytteenotolle ja näytteiden käsittelyille on määritetty omat SFS-EN-standardit (SFS-EN 58 & SFS-EN 12594). Näiden lisäksi erilaisten bitumituotteiden tuonti markkinoille edellyttää CE-merkintää. Bitumituotteet kuuluvat AVCP-luokkaan 2+, joten tarvittavan CE-merkinnän saaminen vaatii ilmoitetun laitoksen toteuttamia säännöllisiä tarkastustoimia. Bitumiemulsioista, kumibitumeista ja bitumiliuksista käytetään kansallisia nimiä, mutta CE-merkinnässä ilmoitetaan tuotteen EN-standardin mukainen luokka ja nimi. Tavallisesti bitumi kovettuu yhden bitumiluokan verran asfalttimassan valmistuksen yhteydessä hapettumisen seurauksena. [3.]

Bitumin mekaaniset ominaisuudet vaihtelevat merkittävästi riippuen kuormituksen kestosta ja lämpötilasta. Matalissa lämpötiloissa bitumi on elastinen, lähes lasimainen aine ja sen käyttöön voidaan soveltaa kiinteiden aineiden mekaniikkaa ja kimmomoduulia. Samat elastiset ominaisuudet pätevät myös silloin kun bitumiin kohdistuva kuormitus on lyhytaikaista. Lämpötilan noustessa tai kuormitusajan pitkittyessä bitumi muuttuu viskoosiseksi nesteeksi ja se käyttäytyy newtonisesti. Näiden kahden vaiheen väliin jää siirtymäalue, jolloin bitumilla on molempia sekä elastisia että viskoosisia ominaisuuksia. Tämä viskoelastinen välivaihe pitää sisällään tavallisesti bitumin käyttölämpötila-alueen.[3.]

Bitumin käyttösovellusten kannalta sen oleellisimpia ominaisuuksia ovat sitkeys ja tartuntakyky, jotka mahdollistavat bitumin käytön sideaineena ja liimana erilaisissa kohteissa. Usein näissä kohteissa hyödynnetään myös bitumin hyvää vedeneristyskykyä. Bitumi on näiden ominaisuuksien lisäksi myrkytön ja kemiallisesti reagoimaton muiden aineiden kanssa, jonka seurauksena bitumi soveltuu hyvin sääälle alttiisiin kohteisiin, sekä ihmisiä ja luontoa lähellä oleviin kohteisiin. [3.]

Bitumia on helppo työstää kuumana sulassa muodossaan ja se on käyttövalmista heti jäähtyttyään. [3.]

Bitumiin voidaan lisätä tiettyjä ominaisuuksia parantavia polymeerejä. Polymeereillä voidaan parantaa mm. lujuutta, venymää, joustavuutta, lämpötilojen kestävyttä tai tarttuvuutta. Usein näistä ominaisuuksista useat muuttuvat polymeerien lisäyksen seurauksena. Polymeerimodifiointi mahdollistaa bitumin käytön sellaisissa kohteissa, joissa tavallista bitumia ei kannata käyttää. [3.]

Bitumiliuokset ja fluksatut bitumit

Bitumiliuokset ja fluksatut bitumit valmistetaan laatuvaatimukset täyttävistä bitumeista. Bitumiliuokset ja fluksatut bitumit ovat sideaineita, joissa bitumin viskositeettia on biopohjaisilla tai maaöljypohjaisilla liuottimilla tai flukseilla. [3.]

Bitumiemulsiot

Bitumiemulsiot sisältävät bitumin lisäksi vettä sekä emulgaattoria. Ainoastaan emulsion bituminen osa toimii sideaineena. Tämä vaikuttaa sideainepitoisuuden määrään. Jäävällä sideaineella tarkoitetaan päällysteeseen jäävää lopullista sideainemäärää, kun vesi on erottunut bitumiemulsiosta.[3.]

2.4 Asfaltin ominaisuudet

2.4.1 Deformaatiokestävyys

Deformaatiokestävyydellä kuvataan asfalttipäällysteen kykyä vastustaa plastisia eli pysyviä muodonmuutoksia. Deformoitumisen merkittävimpiä syitä ovat raskas liikenne sekä lämpimät olosuhteet. Deformoitumiskestävyyteen vaikuttavat käytetyn asfalttipäällysteen kiviaineksen muoto ja raekoko, sekä sideaineena käytetyn bitumin kovuus. Kovemmat sideaineet parantavat asfalttipäällysteen deformaatiokestävyyttä, usein säänkestävyyden kustannuksella. [2.] Päällysteen maksimiraekoon kasvaessa kasvaa yleensä myös päällysteen deformaatiokestävyys. Murskatusta kiviaineksesta valmistetun päällysteen stabiliteetti on

suurempi kuin saman raekoostumuksen omaavasta luonnonsorasta valmistetun päällysteen. Sideaineen laatu ja lähinnä jäykkyys vaikuttavat ratkaisevasti päällysteen lujuuteen varsinkin matalissa lämpötiloissa. SMA-massatyypin, kovien bitumien ja luonnonasfaltin käyttö pienentää deformaatiota. Myös kumibitumilla voidaan parantaa deformaatiokestävyyttä. [5.]

2.4.2 Kulumiskestävyys

Asfalttipäällysteen kulumiskestävyydellä tarkoitetaan päällysteen kykyä vastustaa liikennekuormituksen seurauksena syntynyttä kulumaa. [1.] Asfalttipäällysteet kuluvat pääasiassa talviaikana nastarenkaiden vaikutuksesta. Asfalttipäällysteen kulumiskestävyteen vaikuttavat myös ympäristötekijät, kuten kosteus ja lämpötila. Sateen myötä päällysteen pintaan jäävä vesi nopeuttaa asfaltin kulumista. Veden tunkeutuminen päällysteen huokosiin ja rakoihin nopeuttaa osaltaan päällysteen kulumista, johtuen hydrostaattisesta paineesta, joka heikentää kiviaineksen sidoksia. Alhaisissa lämpötiloissa päällyste kuluu nopeammin, sillä kylmänä sideaine on hauraampaa. Asfalttipäällysteiden kulumiskestävyys paranee, kun asfalttimassassa käytetty kiviaines on raekooltaan mahdollisimman suurta ja muodoltaan kuutiomaista. [6.] Raekoon pienentyessä kiven rakenne, tekstuuria ja mineraalikoostumus nousee suurempaan rooliin. [7.]

Käytettävän kiviaineksen valinnalla voidaan vaikuttaa levitetyn asfalttimassan kulumisnopeuteen. Suuri käytetty raekoko parantaa kulumiskestävyyttä, mikäli karkea kiviaines jakautuu tasaisesti päällysteeseen. Keskikokoinen (0,25–8 mm) kiviaines heikentää päällysteen kulumiskestävyyttä, sillä ne hajoavat nastarenkaiden aiheuttaman rasituksen seurauksena helpommin, jonka lisäksi sama nastarenkaiden rasitus saattaa irrottaa niitä päällysteestä. Keskikokoinen kiviaines lisäksi vaikeuttaa karkeamman kiviaineksen optimaalista jakautumista päällysteen sisällä. [6.]

2.4.3 Vedenkestävyys

Vedenkestävyys on oleellinen ja tärkeä kriteeri Suomessa valmistetuilla asfalttipäällysteille. Asfalttimassan valmistajan on varmistettava, että asfalttimassan vedenkestävyys eli sideaineen ja kiviaineksen välinen tartunta on Asfalttinormien määrittämien standardien mukainen. [1.]

Asfalttipäällysteen vedenkestävyyteen vaikuttavat käytettyjen raaka-aineiden ominaisuudet, tyhjätila sekä sideainepitoisuus. Mikäli vesi ei pääse tunkeutumaan asfalttipäällysteen huokosiin, se todennäköisesti kestää hyvin vedestä aiheutuvia rasituksia. [8.]

2.5 Laatuvaatimukset

2.5.1 Asfalttinormit

Asfalttinormit on Päällystealan neuvottelukunnan (PANK ry:n) julkaisema asiakirja, jossa esitetään asfalttipäällysteiden, asfalttimassojen sekä asfaltin eri raaka-aineiden Suomessa käytettävät laatuvaatimukset. Normeissa on esitetty suunnittelun perusteet ja suunnittelussa huomioonotettavat asiat. Niin asfalttimassojen kuin -päällysteiden suhteen. Asfalttinormit on julkaisuna tarkoitettu asfaltin eri osa-alueiden kanssa toimiville organisaatioille raaka-aineen toimittajista urakoitsijoihin. [1.]

2.5.2 InfraRYL

InfraRYL eli rakentamisen yleiset laatuvaatimukset pitää sisällään yleisiä kuvauksia infrarakentamisen laatuvaatimuksista. InfraRYL yhtenäistää eri toimialojen nimikkeistöt ja tekniset vaatimukset, jotta eri aloilla toimivat yritykset ymmärtävät toisiaan helpommin. InfraRYL pitää sisällään niin tekniset vaatimukset kuin toimivuusvaatimukset. Teknisissä vaatimuksissa on määriteltynä vaatimukset käytettävien tarvikkeiden, alustan, työn eri vaiheiden, valmiin rakenteen

ja sen kelpoisuuden osoittamisen osalta. Toimivuusvaatimukset painottuvat valmiin rakenteen ja sen eri osien elinkaaren aikaista käyttäytymistä, sekä näiden rakenteiden käytön aikaisia vaatimuksia. Toimivuusvaatimuksia voidaan hyödyntää suunnitteluperusteena tai toimenpiderajoina, kun arvioidaan korjaustarpeita.

Asfalttoinnin ja siinä käytettävien materiaalien osalta InfraRYL usein käyttää Asfalttinormeja lähtökohtanaan. [9.]

2.6 Asfalttimassan laadunvarmistus

2.6.1 Koekappaleet ja näytteenotto

Tiivistämättömän massanäytteet

Tiivistämättömän kulutuskerroksen asfalttimassanäytteiden menetelmäkuvaus on esitelty dokumentissa PANK 4007. Ajouradan massanäytteiden ottamiseen käytetään erityistä näytteenotinta. Näytteet otetaan levitetystä asfalttipäällysteestä satunnaisten massakuormien alueelta ennen tiivistämistä. Näytteet otetaan joko näytteenottosuunnitelman mukaisesti tai ajouran kohdalta. Näyte otetaan huolellisesti koko päällystekerroksen paksuudelta, eikä se saa sisältää muita aineksia kuin asfalttimassaa. Näytteenottokohdat täytetään asfalttimassalla ennen kohteen tiivistämistä. Näytteenotto raportoidaan, näytteet merkitään ja pakataan SFS-EN 12697-7 standardin mukaisesti. [10.]

Poranäytteet

Asfalttipäällysteen ominaisuudet tutkitaan tiivistetystä päällysteestä otettujen poranäytteiden tai käytettyä ainetta rikkomattomien menetelmien avulla. Asfalttipäällysteestä otettujen poranäytteiden paikkaukset on aina tehtävä huolellisesti. Poranäytteitä otetaan SFS-EN 12697-27 standardin mukaisilla menetelmillä asfalttibetonista, kivimastiksiasi-asfaltista sekä avoimesta asfaltista. Poranäytteitä ei oteta silloilta, ilman erillistä syytä. Näytteet merkataan standardien mukaisesti ja

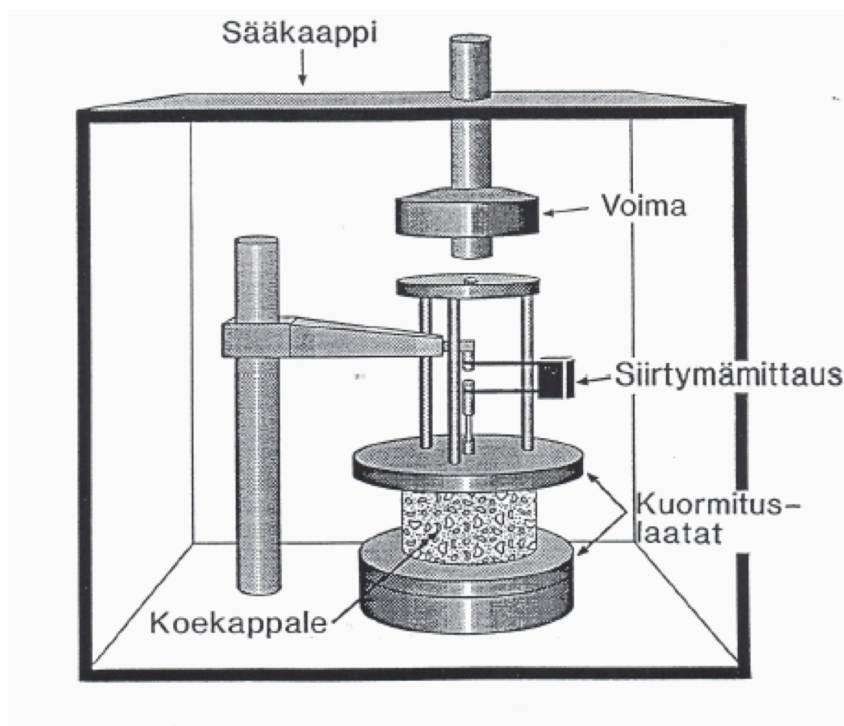
pakataan niin, etteivät ne vaurioitu kuljetuksen aikana. Näytteet lähetetään hyväksytyyn laboratorioon tutkittavaksi. Merkintöjen ja yksilöinnin apuna voidaan käyttää erillistä poranäytteidenottolomaketta.

Asfalttipäällysteistä otettavia näytteitä ovat mm. saumanäyte, ajoratanäytesarja sekä kaistanäytesarja. [10.]

2.6.2 Staattinen virumiskoe

Staattisen virumiskokeen avulla voidaan arvioida asfalttipäällysteen deformaation herkkyttä. Menetelmä on tarkoitettu asfalttimassasta tai asfalttipäällysteestä otettujen poranäytteiden deformaationkestävyyden tutkimiseen. Koe suoritetaan + 40°C lämpötilassa, koska siinä lämpötilassa deformaation alku myös tiellä.

Staattisessa virumiskokeessa lieriönmuotoista koekappaletta kuormitetaan koekappaleen akselin suuntaisesti tasaisella kuormituksella. Koekappaleessa tapahtuva kokoonpuristuma eli muodonmuutos mitataan heti kuormituksen päätymisen jälkeen sekä uudestaan ennakkoon määritetyn palautumisajan jälkeen. [11.]



Kuva 3 Staattinen virumiskoe

2.6.3 Kulumiskestävyys, PRALL-menetelmä

Prall-menetelmässä lieriön muotoista poranäytettä koetetaan yleensä 15 minuutin ajan. Prall-menetelmässä 40 kappaletta halkaisijaltaan 11,5 millimetrin teräskuulia asetetaan näytteen päälle ja näitä teräskuulia liikutetaan männän avulla. Kulutettava koekappale on halkaisijaltaan 100 mm, korkeudeltaan 30 mm ja sen lämpötila on +5°C. Käytettävän männän iskupituus on 43 mm ja kierrosnopeus 950 kierrosta minuutissa. Kokeen aikana poranäytettä huuhdellaan +5°C vedellä. Menetelmän tuloksena ilmoitetaan teräskuulien aiheuttama tilavuushäviö millilitroina. [12.]

2.6.4 Halkaisuvetomenetelmä

Halkaisuvetomenetelmän avulla tutkitaan veden vaikutusta asfalttinäytteen halkaisuvetolujuuteen.

Menetelmässä valmistetaan homogeeninen näytesarja, joka jaetaan kahteen kooltaan yhtä suureen osaan. Toinen osa näytesarjasta säilytetään kuivana ja toinen osa upotetaan veteen. Ennalta määritetyn ajan jälkeen näytteiden halkaisuvetolujuus määritetään. Veteen upotettujen näytteiden keskimääräinen halkaisuvetolujuus jaetaan kuivien näytteiden keskimääräisellä halkaisuvetojuudella ja saatu suhdeluku prosentteina on asfalttimassan vedenkestävyys. [13.]

2.6.5 CE-merkintä ja suoritustasoilmoitus

CE-merkintä on merkintä, jolla tuotteen valmistaja tai valtuutettu edustaja vakuuttaa, että tuote täyttää tuotetta koskevien EU:n direktiivien ja asetusten olennaiset vaatimukset. [14.]

Ensimmäinen koottujen tietojen pohjalta laadittava asiakirja on suoritustasoilmoitus. Se on tärkein CE-merkinnän liiteasiakirja, koska siinä on täydelliset tiedot sekä valmistajasta että tuotteesta ja sen suoritustasosta. CE-merkintä on pelkkä tiivistelmä suoritustasoilmoituksen sisältämistä tiedoista. [15.]

9. Ilmoitetut suoritustasot

Perusominaisuus	Suoritustaso	Yhdenmukaistettu tekninen asiakirja
<i>Tyhjätila, maksimi ja minimi</i>	V_{max} 7%, V_{min} 2%	<i>EN 13108-1:2006</i> <i>suoritustasot perustuvat yleisiin +</i> <i>kokemusperäisiin vaatimuksiin ¹⁾</i>
<i>Minimi ja maksimi tyhjätilan täyttöaste</i>	<i>NPD</i>	
<i>Kiviaineksen tyhjätila</i>	<i>NPD</i>	
<i>Vedenkestävyys</i>	<i>ITSR₈₀ 80%</i>	
<i>Nastarengaskulumiskestävyys</i>	<i>NPD</i>	
<i>Palamiskäyttäytyminen</i>	<i>NPD</i>	
<i>Massan lämpötila</i>	<i>140 °C - 180 °C</i>	
<i>Rakeisuus 22,4 mm seula</i>	<i>100%</i>	
<i>16 mm seula</i>	<i>95%</i>	
<i>11,2 mm seula</i>	<i>88%</i>	
<i>5,6 mm seula</i>	<i>62%</i>	
<i>2 mm seula</i>	<i>40%</i>	
<i>0,500 mm seula</i>	<i>33%</i>	
<i>0,250 mm seula</i>	<i>22%</i>	
<i>0,063 mm seula</i>	<i>5,8%</i>	
<i>Sideainepitoisuus (ohjearvo)</i>	<i>6,0%</i>	
<i>Deformaatiokestävyys</i>	<i>NPD</i>	

Kuva 4 PANK Ry asfalttimassan suoritustasoilmoitus

2.7 Asfaltti nykypäivänä

Asfalttialalla on useiden vuosien ajan panostettu sekä kierrätykseen että yleisesti kestävään kehitykseen. Asfalttiala on yksi kierrätyksen ja uusiokäytön edelläkävijöistä, sillä asfaltti on 100-prosenttisesti kierrätettävää ja uusiokäytettävää materiaalia. Koko lailla kaikki kaivettu tai jyrstetty asfaltti kierrätetään. Vanhan asfaltin uusiokäyttö on lisääntynyt 1970-luvusta lähtien ja tänä päivänä jopa yli puolet uuden asfaltin raaka-aineesta on kierrätettyä asfalttia. Kierrätyskäytössä olevasta asfaltista osa menee sitomattomana tai puolisisidottuna rouheena pohja- ja tierakentamisen materiaaliksi. Ympäristön kannalta edullisinta olisi, mikäli kierrätysasfaltista suurin osa käytettäisiin nimenomaan uuden asfaltin raaka-aineena, tämä mahdollistaisi asfaltin raaka-aineen käytetyn bitumin täysimääräisen uusiokäytön.

Yritysten kannalta suurin etu asfaltin uusiokäytössä syntyy niin sanotun Remix-jyrsinnän seurauksena. Remix-jyrsinnässä vanha päällyste kuumennetaan, jyrsitään ja siihen sekoitetaan uutta asfalttimassaa, joka levitetään takaisin jyrsitylle pinnalle. Paikalla kierrättäminen on mahdollista vain suurilla ja yhtenäisillä tiepäällystystyömailla. Tämänkaltaisilla menetelmillä on mahdollista säästää kuorma-autojen helposti suuriksi kasvavissa polttoainekuluissa merkittävästi.

[1.]

Kierrätetyn uusioasfaltin käyttö pienentää kuljetuskaluston polttoainekuluja ja niiden aiheuttamia päästöjä, mutta se voi lisätä levityskaluston raskautta ja sen seurauksena aiheuttaa enemmän korjaus- ja huoltokustannuksia.

3 Asfaltointityössä käytettävä kalusto ja sen kustannukset

3.1 Kalusto

3.1.1 Levitin

Asfalttimassan levityskalusto voidaan jakaa kahteen pääluokkaan etenemistansa mukaan: pyöräkoneisiin ja telakoneisiin.

Kevyemmissä pyöräkoneissa on yleensä yksi ja raskaimmissa pyöräkoneissa kaksi vetopyöräparia. Kaikista raskaimmat levittimet ovat lähtökohtaisesti telalevittimiä. Pyöräkoneiden merkittävänä etuna on niiden helppo siirrettävyys työkohteelta toiselle. Telavetoisia levittimiä ei voida siirtää ilman lavettikuljetusta lyhyempiäkään matkoja. Telalevittimet soveltuvat parhaiten vaativille ja raskaille päällystystyömaille.

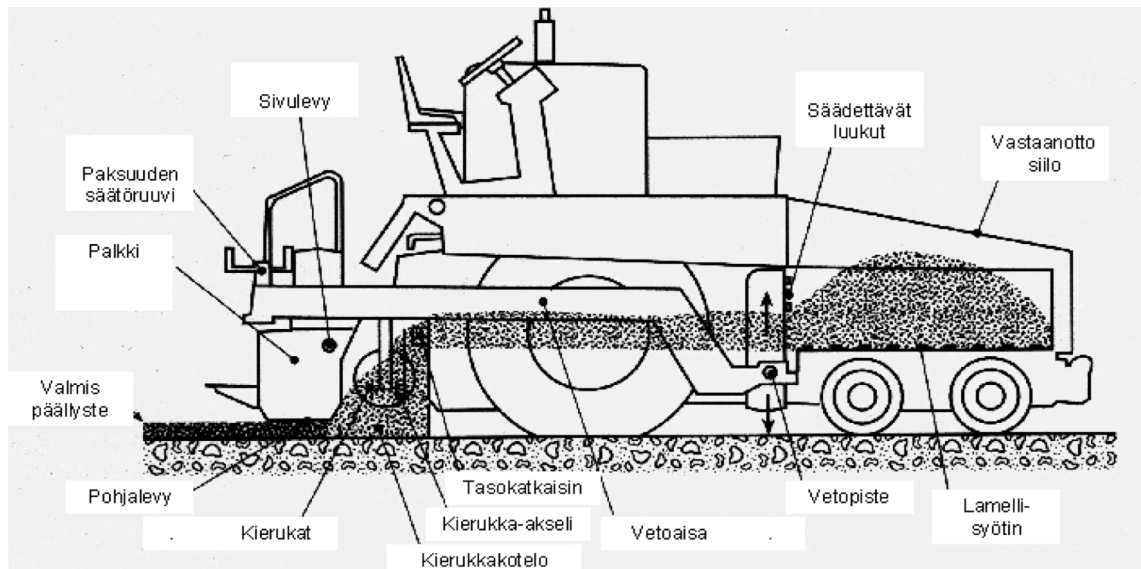
Levitin koostuu kahdesta eri yksiköstä, jotka ovat traktori ja palkki. Itse levitystyön tekevä palkki on kiinnitetty vetävään traktoriosaan kahdella aisalla sen rungon noin puolivälistä. Vetoaisojen kiinnityskohtaa sanotaan nivelpisteeksi. Tämän nivelpisteen korkeutta voidaan muuttaa nykyaikaisissa levittimissä hydraulisesti palkin takaa.

Traktoriosa sisältää levittimen moottorin, sähkö- ja hydraulikkajärjestelmät sekä kuljetus- ja ohjauslaitteiston. Traktoriosaan kuuluu myös koneen etuosassa sijaitseva massan vastaanottosuppilo sekä siihen liittyvä massan siirtolaite. Kevyimpiä levittimiä luukuunottamatta levittimen traktoriosa mitoitetaan siten, että se jaksaa tarvittaessa työntää edellään myös massakuormaa purkavaa kuorma-autoa.

Levittimen etuosan vastaanottosuppilon pohjalla on yleensä kaksi pituussuuntaan toimivaa ketjukuljetinta, jotka kuljettavat asfalttimassan vastaanottosuppilosta palkin eteen. Palkin etuosassa olevat kierukat siirtävät kuljettimilta massan tasaisesti koko palkin leveydelle. Näiden kierukoiden korkeusasema alustaan

nähdessä on säädettävissä ja joissain levittimissä myös kierukoiden etäisyyttä palkista voidaan säätää.

Massavirtaa voidaan säädellä ketjukuljettimien nopeudella, joissain tapauksissa levittimien vastaanottosuppiloissa on myös massavirtaa varten säädettävät luukut. Massavirtauksen säateleminen on tärkeä osa levitystyötä, mahdollisimman tasainen massavirta ehkäisee massan lajittumista ja samalla pienentää riskiä päällysteen epätasaisuuksille.



Kuva 5 Levittimen rakenne

Levittimen palkki voi olla joko kiinteä tai portaattomasti leviävä eli ns. zoom-palkki. Kiinteärakenteisen palkin leveyttä voidaan säätää ainoastaan asentamalla siihen levityspaloja, zoom-palkin leveyttä voidaan säätää perusleveydestä hydraulisesti. Hydraulisen levitysosien lisäksi zoom-palkeissa voidaan käyttää vastaavia levityspaloja kuin kiinteärakenteisissa palkeissa.

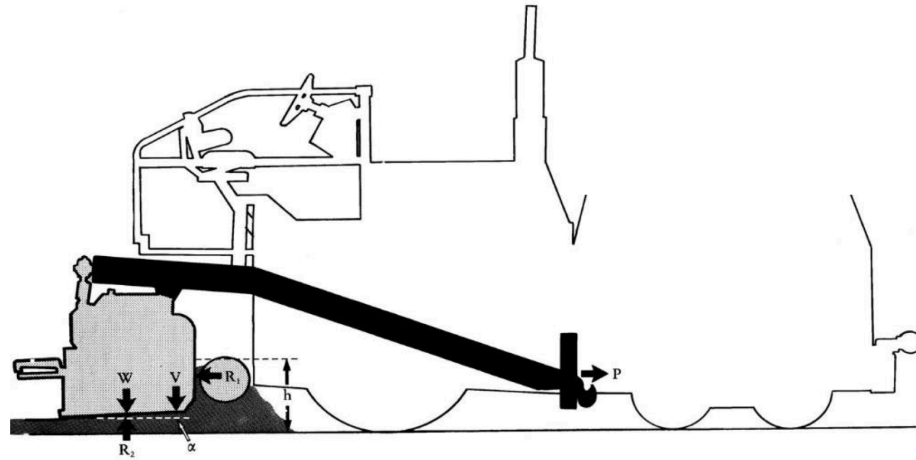
Levittimen palkki on usein esitiivistävä. Asfalttipäällyste voidaan esitiivistää täryllä, tamparilla tai näiden yhdistelmällä.

Palkki voi olla nivelöity sivusuunnassa. Mikäli palkin sivukaltevuutta voidaan säätää kahdesta tai useammasta kohdasta, on kyseessä ns. taittopalkki. Taittopalkki mahdollistaa levitetyn asfalttimassan kerrospaksuuden muutoksen poikittaissuunnassa. Korottamalla kerrospaksuutta esimerkiksi jo muodostuneiden ajourien kohdalta, voidaan urautunut tie päällystää uudella kulutuskerroksella ilman erillistä tasausmassaa.

Ennen levitystyön aloittamista palkki esilämmitetään lähelle levitettävän massan lämpötilaa. Esilämmitys tapahtuu tänä päivänä sähköllä, kun aikaisemmin useat levittimet lämmitettiin kaasupolttimilla. Levitystyön jatkuessa levitettävä massa ylläpitää palkin lämpötilaa. Monissa levittimissä on lämpötilan seurantaan anturit, joiden avulla palkin sähkölämmitystä voidaan hyödyntää myös levitystyön aikana. [16.]

Levittimen tärkein osa on kelluva palkki. Palkkiin kohdistuu erisuuntaisia voimia, jotka pyrkivät tasapainottumaan jatkuvassa levityksessä. Palkin ollessa tietyssä kulmassa alustaan nähden, se pyrkii asettumaan niin, että siihen kohdistuvat voimat ovat tasapainossa ja levitettävä asfalttipäällysteen kerrospaksuus on vakio. Tätä korkeusasemaa ja sen kulmaa suhteessa alustaan, voidaan päällystekerroksen paksuutta muuttaa. Tätä kulmaa kutsutaan ryntökulmaksi. Ryntökulman muutokset eivät näy levitettävän kerroksen paksuudessa heti, vaan vasta noin neljän aisan mitan pituisen matkan jälkeen. Ryntökulmaa muutetaan nivel-

pisteiden hydraulisyliintereiden asentoa säätämällä. Nivelpisteiden noston seurauksena ryntökulma kasvaa ja kerrospaksuus suurenee. [16.]



Kelluvaan perään kohdistuvat voimat

P = Vetovoima

V = Täry- ja tampparivoimat

W = Palkin massa

α = Ryntökulma

R1 = Massan horisontaali reaktiovoima

R2 = Massan ja alustan reaktiovoima

h = Tavoiteltu massataso

Kuva 6 Levittimen palkkiin kohdistuvat voimat

Mikäli levitystyö keskeytyy ja levitin pysähtyy, saattaa palkkiin kohdistuvien voimien tasapaino muuttua. Tämän seurauksena uudestaan liikkeelle lähdettäessä palkki hakeutuu uudestaan tasapainoasemaan, joka voi aiheuttaa muutoksia levitettyyn kerrospaksuuteen.

Kierukoiden korkeusasemaa säätämällä voidaan vaikuttaa päällysteen tasaisuuteen ja massan lajittumiseen. Korkeusaseman lisäksi kierukoiden ja palkin välistä etäisyyttä voidaan muuttaa. Pienempi etäisyys sopii hienommille massoille ja ohuemmille kerroksille, kun taas suurempi etäisyys soveltuu paremmin karkeammalle massalle ja paksummille kerroksille. [16.]

Levittimet maksavat uutena ostettuina jopa 120 000–170 000 €, riippuen levittimen koosta ja ominaisuuksista, joten konetta kannattaa huoltaa säännöllisesti ja huolellisesti.

3.1.2 Jyrät ja muu tiivistyskalusto

Erilaisten jyrien tiivistysvaikutus perustuu jyrän massan aiheuttamaan puristusvoimaan, massaa muokkaavaan vaikutukseen, värähtelevään massaan, värähtelyn iskupituuteen, värähtelyn tiheyteen tai näiden ominaisuuksien erilaisiin yhdistelmiin.

Asfalttipäällysteiden tiivistyksessä käytetään valssijyriä, kumipyörijyriä, täryjyriä sekä yhdistelmäjyriä. Vaikeissa ja ahtaissa kohteita käytetään jyrien lisäksi tärylevyjä, käsijunttia tai jopa ns. lautakenkiä.

Käyttämällä erilaisia tiivistysvälineyhdistelmiä saadaan aikaan paras mahdollinen tulos. Jyriä käytettäessä on hyvä varmistaa, että käytettävä tiivistyskalusto ja sen tiivistysteho soveltuvat työkohteelle ja siellä käytetylle asfalttipäällysteelle. [17.]

Staattinen valssijyri

Valssijyrän tiivistysvaikutus perustuu jyrän massan aiheuttamaan joustamattomaan puristusvoimaan. Tiivistystyön alkuvaiheessa asfalttimassaan kohdistuu myös vaivaavaa vaikutusta jyrän valssin työntäessä massaa edellään, tämä vaikutus korostuu etenkin vedettävissä valsseissa, joiden halkaisija on pieni. Halkaisijaltaan suuremmat valssit saavat aikaan sileämmän pinnan. Jyrän valssit voidaan täyttää esimerkiksi vedellä, jolloin jyrän viivapaine muuttuu.

Staattisen valssijyrän syvyysvaikutus on suhteellisen vähäinen, vain noin 8 cm. Syvyysvaikutus riippuu käytettävän jyrän massasta sekä kuormitusajasta eli ajonopeudesta. Nopeuden pienentäminen puoleen vastaa massan kaksinkertaistamista. Sopiva ajonopeus 10 t kolmivalssijyrälle on hyvissä olosuhteissa 3–5 km/h. Mikäli olosuhteet ovat kylmät ja/tai tuuliset, on ajonopeus laskettava jopa alle 3 km/h.

Valssijyrä soveltuu yksin käytettäväksi päällysteen tiivistämiseen silloin kuin päällysteessä käytetyn kiviaineksen lujuus on hyvä eikä yhdellä kerralla levitetävän massakerroksen paksuus ole käytössä olevalle jyrälle liian suuri. [16.]

Täryjyrä

Täryjyrien tuoteperhe on melko laaja. Täryjyrät vaihtelevat painoltaan muutamasta sadasta kilosta jopa kymmeneen tonneihin.

Täryjyrän tiivistysvaikutus perustuu jyrän massaan ja valssien täryyn. Täry hävittää asfalttimassan kiviaineksen rakeiden välisen kitkan hetkellisesti, joka mahdollistaa rakeiden siirtelyn suhteellisen pienellä voimalla. Kaikista raskaimpien täryjyrien tiivistysvaikutus ulottuu jopa 30 cm syvyyteen.

Täryjyrät ovat monikäyttöisiä ja soveltuvat useimpien eri asfalttipäällystelaatujen tiivistämiseen. Ne vastaavat tiivistysvaikutukseltaan jopa useampikertaista painoluokkaa olevaa staattista jyrää. Täryjyrissä joko toinen valssi tai molemmat valssit ovat täryttäviä. [17.] Täryjyrien täryn kanssa on kuitenkin oltava tarkkana, sillä täryä ei suositella esijyräykseen.

Täryjyrienkin tiivistysvaikutus riippuu ajonopeudesta. Yleisimmin ajonopeutena käytetään staattisten jyrien kanssa samaa 3–5 km/h nopeutta, mutta yli 5 cm kerrospaksuuksia tiivistettäessä ajonopeus on usein 1,5–2,5 km/h.

Täryjyrien hinnat uutena ovat noin 30 000–50 000 €, riippuen jyrän painosta.

Kumipyöräjyrä

Kumipyöräjyrän vaivaava vaikutus liikuttaa asfalttimassan kivirakeita edistäen niiden järjestäytymistä vierekkäin, jolloin pinnasta tulee tiivis. Kumipyöräjyrän syvyysvaikutus on lähes vastaava kuin täryjyrissä, jopa 15–20 cm. Kumipyöräjyrien koot vaihtelevat 5-pyöräisistä jopa 11-pyöräisiin, painoluokkien vaihdella välillä 5–35 t.

Kumipyöräjärien renkaissa on suositeltua käyttää suurta rengaspainetta (5–8 bar) ja 2–3 tonnin kuormitusta pyörää kohti. Tällöin saavutetaan asfalttipäällysteelle vaadittu tiiveys mahdollisimman alhaisilla jyräyskerroilla.

Kumipyöräjäriä käytetään ensisijaisesti, mikäli asfalttipäällysteelle halutaan erittäin tiivis pinta. [17.]

Yhdistelmäjäyrä

Asfaltointitöissä käytettävät yhdistelmäjäyrät ovat yleensä tandemtäryjäriä, joiden toisen täryvalssin tilalla on kumipyörät. Koska yhdistelmäjäyrässä on vain yksi täryvalssi, on sen jyräysvaikutus vain noin puolet vastaavan painoluokan täryjäyrästä. Asfalttipäällysteiden tiivistämisessä käytetään yleensä vain raskaita yhdistelmäjäriä. Yhdistelmäjärien kumipyörät voivat aiheuttaa ongelmia pinnan liiallisen tiivistymisen myötä. [17.]

Muu tiivistyskalusto

Ahtaissa kohteissa tai kohteissa, joissa asfalttipäällysteen tiivistäminen jyrällä ei ole syystä tai toisesta mahdollista, voidaan tiivistys suorittaa tärylevyllä, käsijuntalla tai lautakengillä. Tällaisissa kohteissa tiivistystyön eri vaiheet joudutaan yhdistämään yhteen kokonaisuuteen.

Tärylevy sopii hyvin pieniin päällystyskohteisiin pienen koon ja helpon kuljetettavuuden ansiosta. Asfalttitöissä käytettävät tärylevyt ovat painoltaan 40–200 kg ja ne ovat polttomoottorikäyttöisiä. Pienestä koostaan huolimatta niiden tiivistysvaikutus on hyvä. Asfalttipäällysteitä tiivistettäessä tärylevyssä tulee olla tiivistyslevyn kastelulaite, jotta käytetty asfalttimassa ei tartu levyn pohjaan. [17.]

3.1.3 Kuljetus

Asfalttimassan kuljetukseen käytettävän kuljetuskalustoon on oltava mitoitukseltaan ja käyttötarkoitukseltaan työhön sopiva. Asfalttimassan kuljetuksessa tulisi

käyttää pyöreäpohjaisia tai pituussuuntaisista kulmista pyöristettyjä lavoja. Pyöreät muodot vähentävät kuorman purkamisen aikana tapahtuvaa asfalttimassan lajittumista. Lavan pohjassa olevat siirtolavakiskot voivat aiheuttaa voimakasta lajittumisten niin kuin lavan sopimaton pituus ja mahdollinen lavaylitys. Lavan pitää pystyä nousemaan riittävän pystyyn, jotta lavalla oleva massakuorma saataisiin purettua tasaisesti ja keskelle levittimen syöttösuppiloa. Liian suuri lavaylitys estää riittävän pystyasennon saavuttamisen ja liian loiva asento hidastaa massakuorman purkua ja massa lajittuu. Liian pitkä lava saattaa tönäistä levittintä ja aiheuttaa muutoksia levittimen asennossa sekä virheitä päällysteessä.

Kuljetuskalusto on mitoitettava levityskohteen mukaan ja siellä tarvittavaan massamäärään nähden. Työkohteen sijainti, luonne, liikenneolosuhteet, levityskapasiteetti ja -nopeus sekä asfalttiasemalta saatava massamäärä vaikuttavat kaikki siihen kannattaako kuljetukseen käyttää nuppiautoja, perävaunuyhdistelmiä vai molempia.

Kuljetuskaluston on lisäksi täytettävä työturvallisuuden edellyttämät vaatimukset. Näihin lukeutuvat mm. riittävän tehokkaat varoitusvalot (vilkut) sekä peruutushälyttimet. Autonkuljettajan kannalta työturvallisuutta parantavia tekijöitä ovat mm. hydraulisesti ohjattava massapeitto sekä laadukkaat portaat lavalle. [18.]

Ihannetapauksessa, jos massaa saadaan asfalttiasemalta riittävästi, kuljetuskalustoa tulisi olla niin runsaasti, että levittimen ei tarvitse pysähtyä työvuoron aikana massan puutteen vuoksi.

Kuljetuskaluston on täytettävä myös työturvallisuuden edellyttämät vaatimukset. Näitä ovat mm. riittävän tehokkaat varoitusvalaisimet (vilkut), sekä peruutushälyttimet. Kuljettajan kannalta työturvallisuutta parantavat hytistä (hydraulisesti) ohjattava massapeitto sekä kunnolliset portaat lavalle. [18.]

Asfalttimassan kuljetuksen lisäksi työkohteille on kuljetettava itse työryhmä sekä heidän tarvitsemansa työkalut. Kuljetus tapahtuu huoltoautoilla, jotka ovat yleensä paketti- tai lava-autoja. Huoltoautoissa kuljetetaan usein vettä tiivistyskalustoon, varapolttoainetta työkoneisiin, kaikki käsityökalut, saumaliimaukseen

tarvittava hiekka tai kivituhka, mahdollisesti tarvittavat reunakivet sekä 3–5 asfalttityöntekijää, joten autot täytyy mitoittaa kantavuudeltaan sopiviksi.

3.2 Kaluston kustannukset

Asfalttityöhön tarvittavan kaluston käyttöön kohdistuu myös paljon ulkopuolisia kustannuksia, alkuperäisen hankintahinnan ja tulevaisuuden huolto- ja korjaustoimenpiteiden lisäksi. Asfaltointityössä kuljetuskalustolle ei vuositasolla kerry ajokilometrejä suhteessa työaikaan kovinkaan paljoa, jolloin uudempien ja pienempipäästöisten kuorma-autojen ostaminen ei monessa tapauksessa ole kannattavaa ja monessa tapauksessa kuljetuskalusto onkin hieman vanhempaa. Vanhempienkin kuorma-autojen hankintahinnat vaihtelevat 50 000 €–100 000 € välillä, riippuen kuorma-auton iästä, kunnosta ja ominaisuuksista.

Raskaat ajoneuvot kuluttavat paljon polttoainetta etenkin kaupunkiajossa ja polttoainekulut ovatkin vuosittain selkeästi suurin kuluerä kalustoon liittyen. Vuonna 2021 dieselin keskihinta oli noin 1,50 €/l, kun vuonna 2017 sama keskihinta oli noin 1,22 €/l. Polttoainekuluihin yritys ei suoranaisesti voi vaikuttaa, vaan kulut muodostuvat levitettyjen tonnien ja sitä kautta tehdyn työn kautta. Uudempi kalusto pienen mahdollistaisi hieman pienemmän kulutuksen, mutta pieni vuosittainen kilometrimäärä ja muuten kova rasitus työn aikana tekevän isoista investoinneista vähemmän houkuttelevia vaihtoehtoja.

Muita varsinaisen työpanoksen ulkopuolisia kalustoon kohdistuvia kuluja ovat ajoneuvoverot sekä vakuutukset. Kalusto on vakuutettu ympärivuoden, mutta ajoneuvoverotuksessa on mahdollista säästää poistamalla kalusto liikennekäytöstä työkauden päätyttyä.

Kalustoon tehtäviä investointeja on mahdollista hyödyntää verotuksessa jaksottamalla kuluja eri vuosille eli niin sanotuilla poistoilla. Koneista, kalustosta ja niihin verrattavasta irtaimesta käyttöomaisuudesta voi tehdä enintään 25 %:n vuotuisen poiston. Tämä kannustaa yrityksiä tekemään investointeja kalustoon ja sen seurauksena ylläpitämään sen yleiskuntoa parempana.

4 Kaluston huolto ja ylläpito

4.1 Yleistä kaluston huollosta ja ylläpidosta

Kaluston huolto voidaan kausihuoltoihin sekä käytön aikana suoritettaviin määräaikais- ja päivittäishuoltoihin.

Asfalttitoissa käytettävän kaluston huoltotarve ja huoltotoimenpiteet määräytyvät ensisijaisesti käyttötuntien perusteella. Kyseessä on siis työkoneen todelliset käyttötunnit ja käyttöaika, eikä aika, jonka kone on ollut työmaalla. Tästä johtuen käyttötuntimittari onkin yksi tärkeimmistä varusteista moottorikäyttöisissä työkoneissa ja laitteissa. Käyttövarmuuden kannalta on perusteltua tehdä uusien laitteiden huollot takuuajana valmistajan tai maahantuojan ohjeiden mukaan. Kun ajan saatossa laitteesta on saatu omakohtaisia kokemuksia, voidaan yrityksen sisällä laatia kokemusten perusteella omia ohjeita laitteiden huoltoa varten.

Käyttöaikaan perustuva huolto-ohjelma voi pitää sisällään myös erilaisten kulu-
tusosien vaihtoja. Käyttöajan mukaan kannattaa vaihtaa etenkin sellaisia kulu-
tusosia, joiden vaihtaminen on suuritöistä tai mikäli kyseisen kulutusosan vaih-
don tarve voidaan arvioida varmuudella etukäteen.

Useat asfaltointityöhön osallistuvat työkoneet ja kaluston osat edellyttävät myös päivittäisiä huoltotoimenpiteitä, näiden tarkoitus on lähinnä ennaltaehkäistä suurimpia ongelmia sekä pidentää kaluston käyttöikää. Asfaltointikauden aikana tehtävät päivittäiset huoltotoimenpiteet tehdään yleensä työpäivän päätteeksi.

Levitys- ja tiivistyskaluston huoltotoimenpiteisiin lasketaan myös mukaan vuodenaikaan tai ulkolämpötilaan perustuvat huoltotoimet. Näitä huoltotoimia ovat esimerkiksi voiteluaineet, polttoaineiden talvilaatuun siirtyminen sekä jäähdytysnesteiden pakkaskestävyyden varmistaminen. [19.]

Kausihuolto / talvihuolto

Työkonekohtainen talvihuolto tapahtuu lähtökohtaisesti huoltokirjan ja työkoneeseen kirjatun laitekortin huolto-ohjeen mukaisesti. Huolto- ja korjaustoimenpiteistä vastaavan on oltava tietoinen työkauden aikana tehdyistä huoltotoimenpiteistä sekä havainnoista. Kaikki talvihuollon aikana tehdyt toimenpiteet kirjataan tekijän kuittauksen kanssa ylös, jotta työkoneella seuraavalla työkaudella käytävä henkilökunta tietää mitä toimenpiteitä kysyville työkoneelle on tehty. [19.]

Työkauden aikana tehdyt huoltotoimenpiteet vähentävät merkittävästi korjaustarvetta ja talvikaudella tehtäviä suurempia korjaus- ja huoltotoimenpiteitä. Mikäli työkauden ja talvikauden aikaiset huollot ja korjaukset on tehty oikea-aikaisesti ja oikein menetelmin, työkoneiden ja kuljetuskaluston käyttökustannukset pienenevät sekä niiden käyttöikä kasvaa.

Monet työkauden aikaisista korjaustarpeista tulevat yllättäen, mutta niistä on voinut olla viitteitä jo aikaisemmin. Osittain arvaamattoman luonteensa takia on tärkeää, että konetta tai autoa työkaudella käyttävä henkilö seuraa ja raportoi mahdollisiin ongelmiin viittaavia asioita ajoissa eteenpäin. Tarkkaavainen seuranta ja raportointi parantavat mahdollisuuksia varautua korjauksiin niin hyvin kuin mahdollista. [19.]

4.2 Huolto ja ylläpito talouden näkökulmasta

Työkaudella tapahtuvat huoltotoimenpiteet suorittaa yleensä kyseisen työkoneen käyttäjä tai autonkuljettaja. Näin toimimalla todennäköisimmin työkoneella tai autoa käyttävä henkilö tuntee mahdolliset ongelmakohdat ja huomaa erikoiset muutokset ja suurimmat korjaustarpeet.

Suurimmat korjaustoimenpiteet suoritetaan yrityksen oman henkilökunnan toimesta yrityksen omissa korjaamotiloissa, mikäli mahdollista. Jokaisen korjauksen suorittaminen ei kuitenkaan onnistu ilman ulkopuolisia toimijoita. Tällaisia

toimenpiteitä ovat esimerkiksi erilaisten vikakoodien luku sekä nollaus tai suuremmat korjauskokonaisuudet, joihin tarvitaan työhön soveltuvia erikoistyökaluja. tai tarvitaan suurempia tiloja kuin yrityksellä itsellään on. Ulkopuolisilla toimijoilla teetetyt korjaustoimenpiteet tulevat usein kalliimmaksi kuin omissa korjaamotiloissa tehdyt, eikä työn aikatauluun pysty itse vaikuttamaan yhtä paljoa. Mikäli korjausten valmistuminen venyy, on taloudellinen menetys yritykselle suuri, sillä korjattavana oleva työkone tai auto ei tuota sillä aikaa yhtään mitään.

5 Huolto ja ylläpito Iskuasfaltissa

5.1 Yleistä

Kaluston huolto Iskuasfaltissa toteutetaan asfalttialan yritykselle perinteisellä tavalla. Työkoneille, kuorma-autoilla sekä huoltoautoille on yhdeksi työkaudeksi määrätty kuljettajat, joiden vastuulla on pysyä ajan tasalla oman laitteen kunnosta sekä ilmoittaa eteenpäin mahdollisista vioista tai korjaustarpeista tai korjata niitä itse, mikäli osaaminen vaadittaviin toimenpiteisiin riittää. Lisäksi yrityksellä on erillinen korjaamotyöntekijä, joka tekee tarvittavat korjaukset yrityksen korjaamotiloissa, mikäli se on mahdollista sekä tilaa ja hakee tarvittavat varaosat korjauksia varten.

Työkauden aikana pyritään välttämään suurempia ja pitkäkestoisimpiä korjaustoimenpiteitä, vaan ne pyritään hoitamaan talvihuollon aikana työkauden päättyttyä.

Kaluston korjaus- ja huoltokulut on eroteltu huoltoautoihin, kuorma-autoihin, perävaunuihin ja lavetteihin, levityskalustoon sekä tiivistyskalustoon. Yleisesti ottaen koko kaluston korjaus- ja huoltokulut ovat kasvaneet kokoluokaltaan liian suuriksi, vaikka kaluston määrään ei ole kaavioissa esitettyjen vuosien aikana tapahtunut merkittäviä muutoksia. Kuorma-autoja yrityksellä on vuoden 2022 alussa 10 kpl, huoltoautoja 6 kpl, perävaunuja ja lavetteja yhteensä 9 kpl, levittimiä 6 kpl ja jyriä 7 kpl.

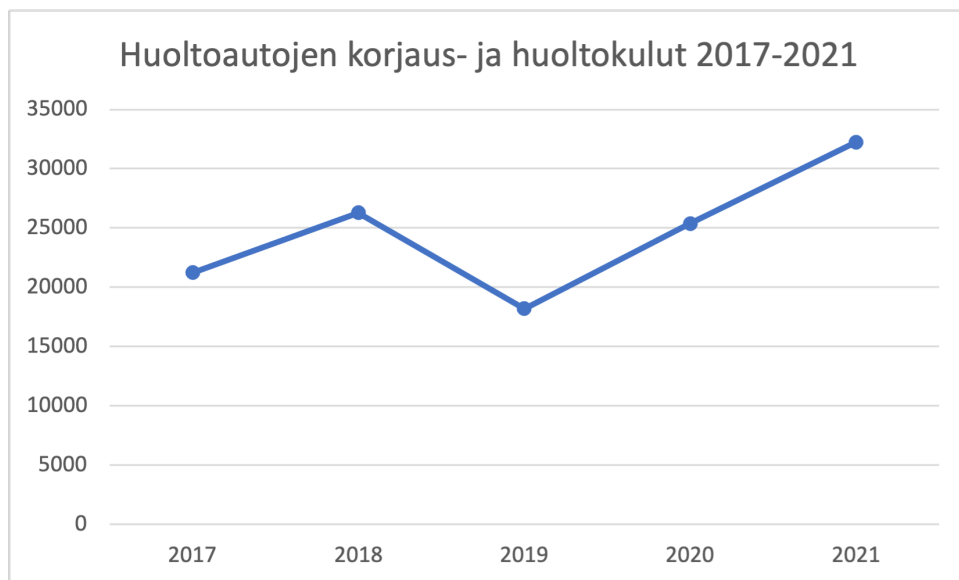
Perävaunujen ja lavettien kulut ovat säilyneet vuosien 2017–2021 lähestulkoon samalla tasolla, vuoden 2020 piikki on seurausta kertainvestoinnista kasettikärryjen pellityksiin. Kasettikärryjen lavojen pellit korjattiin paremmin eristäviksi, jolloin kuljetettava asfalttimassa säilyttää lämpönsä paremmin.

Yleisesti ottaen levityskaluston ja kuorma-autojen korjaus- ja huoltokulujen suhteellinen kasvu on seurausta levitettyjen tonnien kasvusta. Suuremmat tonnimäärät johtavat suurempaan työmäärään ja suurempi työmäärä johtaa kovempaan rasiin, joka johtaa osien kulumiseen ja pidemmällä aikavälillä niiden

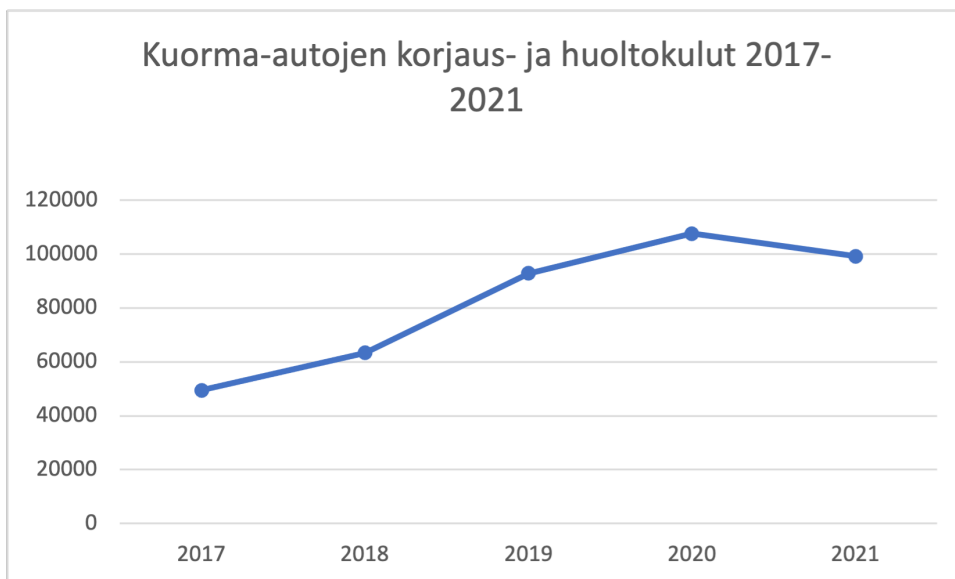
hajoamiseen ja korjaustarpeisiin. Suurempi työmäärä ei korreloitu samalla tavalla huoltoautojen, tiivistyskaluston tai perävaunujen ja lavettien kustannuksiin.



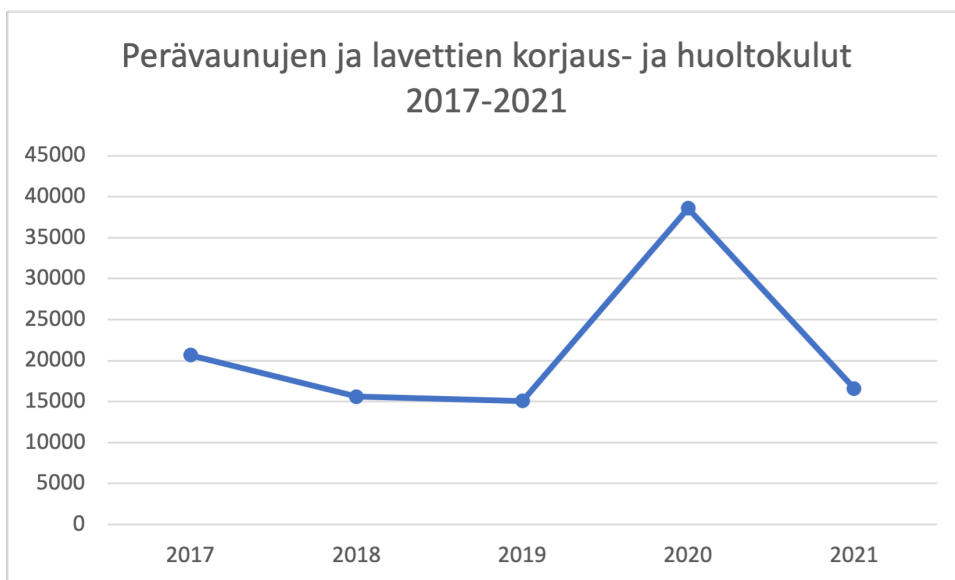
Kuva 7 Koko kaluston korjaus- ja huoltokulut v. 2017–2021 Iskuasfaltti Oy



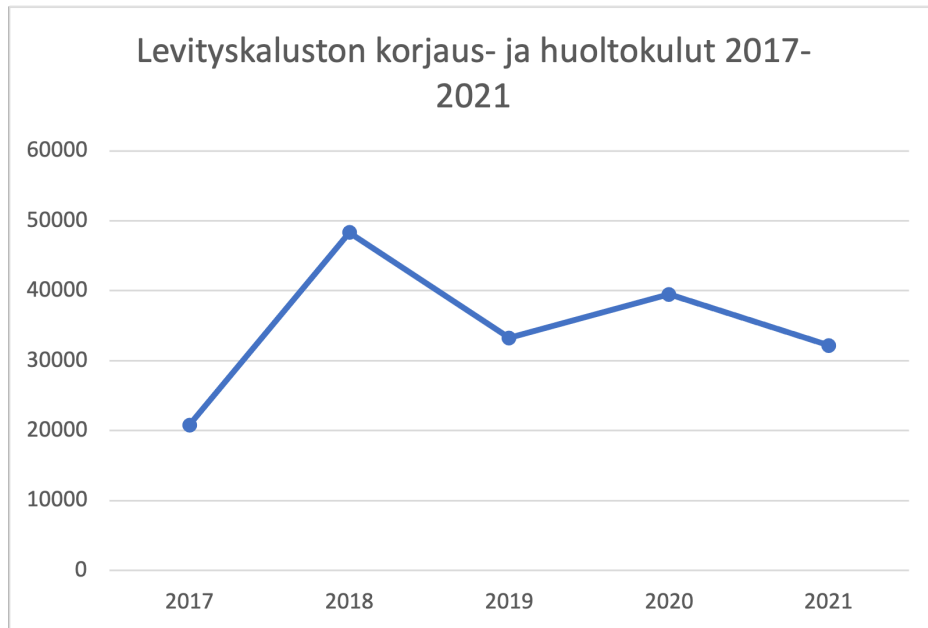
Kuva 8 Huoltoautojen korjaus- ja huoltokulut v. 2017–2021 Iskuasfaltti Oy



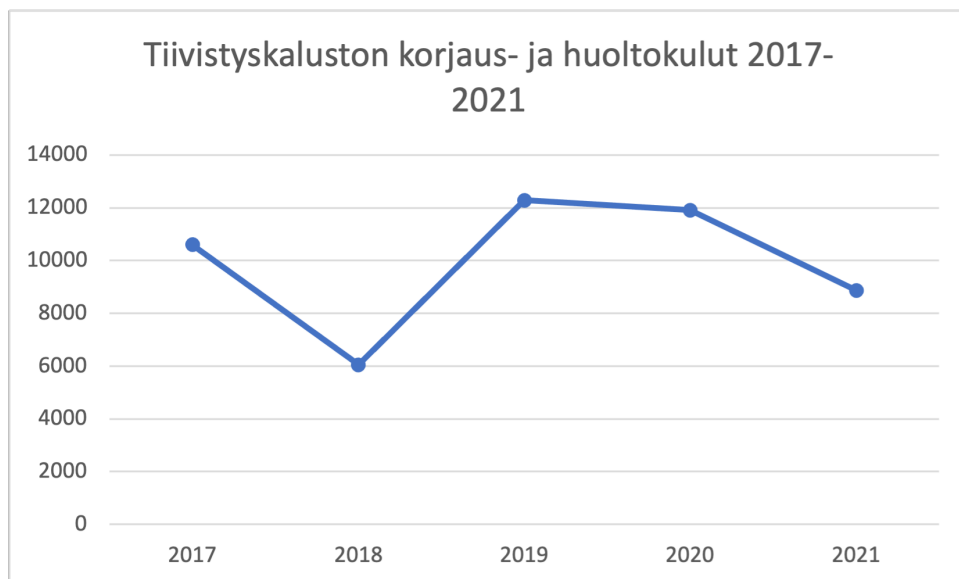
Kuva 9 Kuorma-autojen korjaus- ja huoltokulut v. 2017–2021 Iskuasfaltti Oy



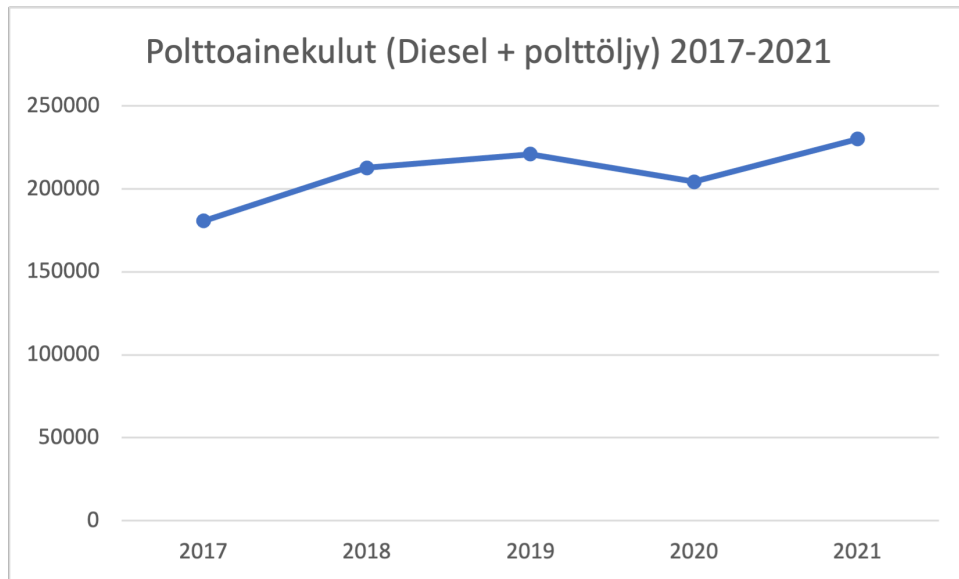
Kuva 10 Perävaunujen ja lavettien korjaus- ja huoltokulut v.2017–2021 Iskuasfaltti Oy



Kuva 11 Levityskaluston korjaus- ja huoltokulut v. 2017–2021 Iskuasfaltti Oy

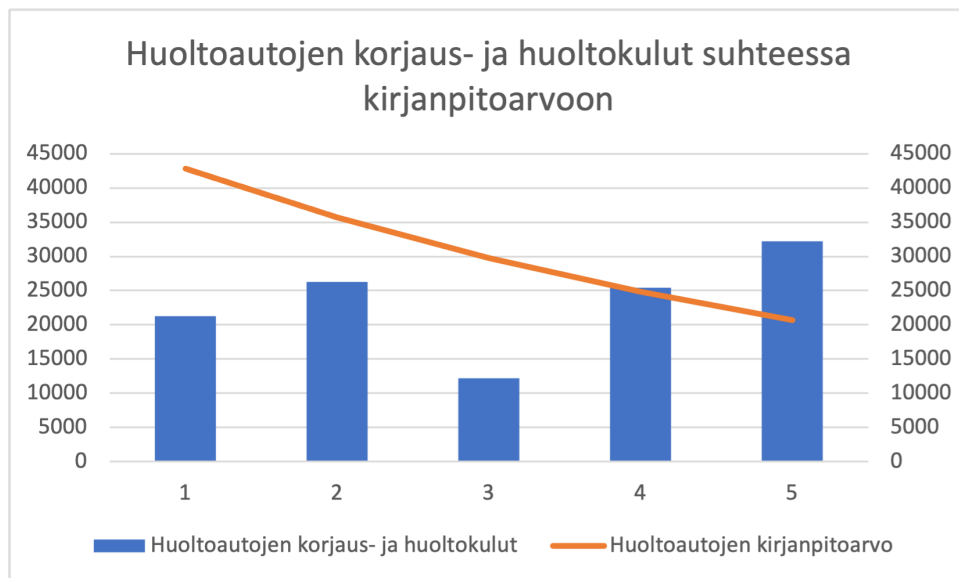


Kuva 12 Tiivistyskaluston korjaus- ja huoltokulut v. 2017–2021 Iskuasfaltti Oy



Kuva 13 Polttoainekulut v.2017–2021 Iskuasfaltti Oy

5.2 Kehityskohteita Iskuasfaltissa

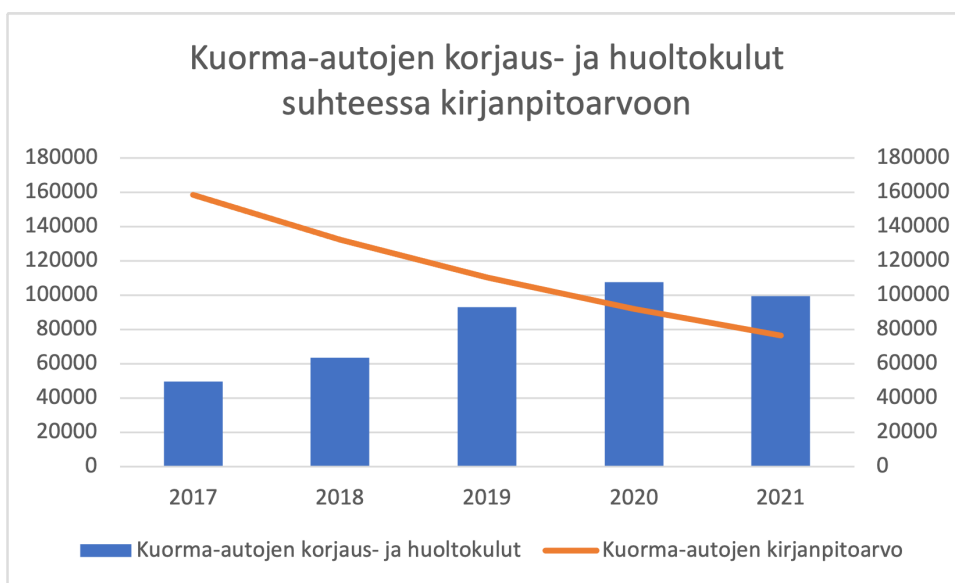


Kuva 14 Huoltoautojen korjaus- ja huoltokulut suhteessa kirjanpitoarvoihin, Iskuasfaltti Oy 2017–2021

Suurimpia kehityskohteita Iskuasfaltissa yleisen huolto- ja korjauskulujen suurusluokan lisäksi ovat huoltoautojen kulurakenteet sekä niiden jyrkästi nouseva trendi. Nykyistä kalustoa vastaavanlaiset huoltoautot maksavat noin 10 000–20

000 €, jolloin nykyinen huoltoautokanta voitaisiin päivittää hieman uudempiin arviolta kolmen vuoden aikana, mikäli kulujen suunta säilyy samanlaisena. Muiden kalustokokonaisuuksien suurimpana ongelmana on enemmän suurehko kokonaiskulumäärä, ei niinkään nykyinen suunta.

Huoltoautojen lisäksi kuorma-autojen kulujen määrä on liian suuri. Kulukehitys on ollut viime vuodet suhteellisen tasainen, jopa hieman laskeva. Kuitenkin noin 100 000 €/vuosi kymmeneen kuorma-autoon eli noin 10 000 € vuodessa per auto on liikaa. Yrityksen käyttötarkoitusta vastaavat ja siihen sopivat kuorma-autot maksavat lavasta, kantavuudesta ja lisäominaisuuksista riippuen noin 50 000–70 000 € ja niihin on viime vuosina pyritty investoimaan enemmän, jotta kuljetuskalustoa saataisiin päivitettyä kestävämmäksi ja kannattavammaksi. Päivitetty kalusto pienentäisi korjaus- ja huoltokuluja merkittävästi.



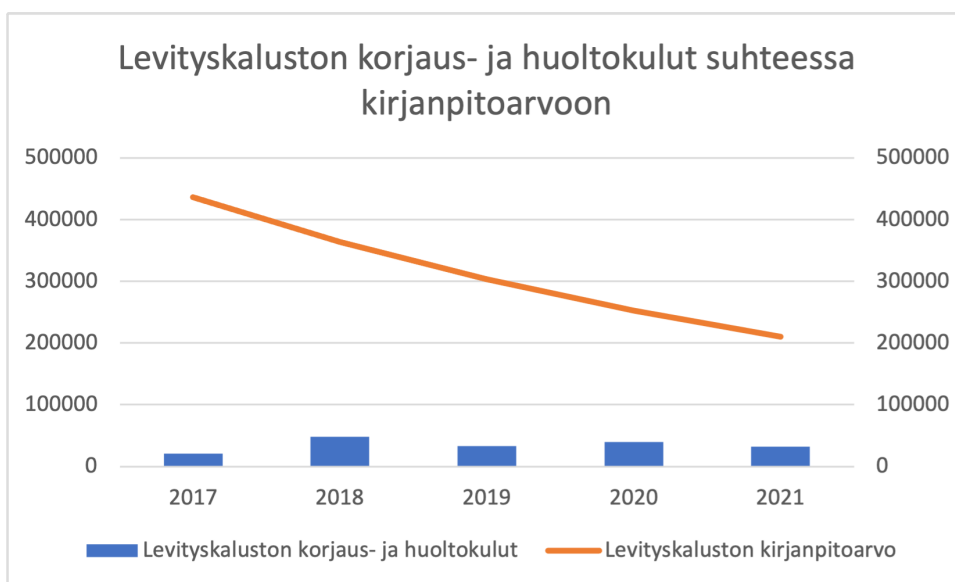
Kuva 15 Kuorma-autojen korjaus- ja huoltokulut suhteessa kirjanpitoarvoon, Iskuasfaltti Oy 2017–2021

Polttoainekuluihin yritys itse ei suoranaisesti pysty vaikuttamaan, kulut kasvavat mitä enemmän tonneja levitetään.

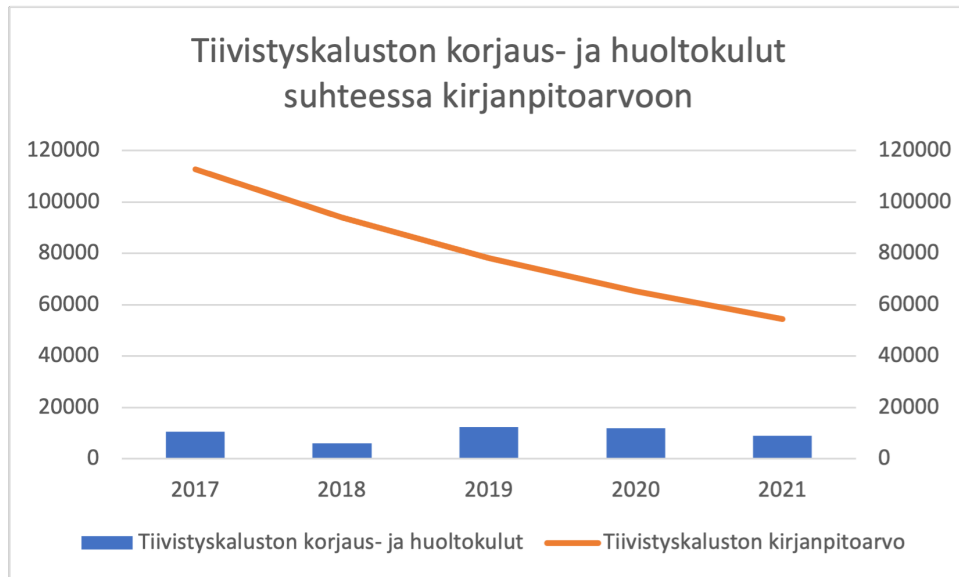
Koneiden ja autojen kuljettajien sekä korjauksista vastaavien henkilöiden välinen kommunikointi aiheuttaa välillä ongelmia. Jos käyttäjän ja korjaajan välinen

viestintä ei toimi, ei vikoja saada tietää ajoissa eikä niitä saada korjattua heti. Tämä aiheuttaa helposti pienienkin vikojen kohdalla ongelmien kasautumista ja lopulta isompia vikoja.

Levitys- ja tiivistyskaluston korjaus- ja huoltokulut ovat kuljetuskalustoon verrattuna paremmalla pohjalla. Työkoneiden rasitus on suurempaa työkauden aikana, jonka seurauksena ne tarvitsevat enemmän ylläpitävää huoltoa. Huolellisempi käyttö ja ylläpito pidentävät kaluston käyttöikä. Jatkuva ylläpito myös mahdollistavat paremman ennakkoinnin tuleville korjaustarpeille ja näin voidaan välttää yllättävät ongelmat, jotka usein tulevat ongelman kokoon nähden suhteellisen kalliiksi, jos niihin ei ole pystytty varautumaan.



Kuva 16 Levityskaluston korjaus- ja huoltokulut suhteessa kirjanpitoarvoon, Iskuasfaltti Oy 2017–2021



Kuva 17 Tiivistyskaluston korjaus- ja huoltokulut suhteessa kirjanpitoarvoon, Iskuasfaltti Oy 2017–2021

5.3 Ratkaisuja kehityskohteisiin

Huoltoautojen huolto- ja korjauskuluihin yksi merkittävä tekijä on huoltoautoihin kohdistuva paino ja sen myötä autoihin kohdistuva rasitus. Suurien painojen aiheuttama rasitus kuluttaa auton osia ja aiheuttaa korjaustarpeita. Suurimmat painot autojen lavalle muodostuvat ylimääräisistä vesi- ja polttoainesäiliöistä. Siirtämällä nämä esimerkiksi lavettien päälle, kevenee huoltoauton paino noin 600–700 kg.

Yleisesti huolto- ja korjauskulujen kokonaissummaa on mahdollista pienentää huolellisempaan korjaus- ja ylläpitotyöhön. Mikäli viat korjataan heti niiden havaitsemisen jälkeen, vältetään laajemmilta korjaustoimenpiteiltä. Vikojen välittömän korjaamisen lisäksi viat täytyy korjata kerralla niin, ettei sama vika toistu.

Polttoainekuluihin voi vaikuttaa ainoastaan kulutusta pienentämällä. Tämä onnistuu joko ajamalla vähemmän tai hankkimalla sellaisia kuorma- ja huoltoautoja, jotka kuluttaisivat nykyistä vähemmän. Asfalttialan ajokilometrimäärät ovat kuitenkin vuositasolla sen verran pieniä, ettei uusien kuorma- tai huoltoautojen

ostaminen ole yksinkertaisesti kannattavaa. Tulevaisuuden näkymät polttoaineiden hintojen suhteen ei kuitenkaan näytä kovinkaan hyvältä, joten kuljetuskalustoon investoitaessa on polttoaineenkulutustakin otettava entistä enemmän huomioon. Kuitenkaan nykyinen ”osta halvalla, korjaa kalliilla”-menetelmä ei myöskään ole pitkässä juoksussa kannattava, vaan autokantaa olisi tärkeää päivittää vähän kerrallaan uudempaan ja kestävämpään.

6 Loppupäätelmät ja yhteenveto

Asfaltointityöhön on saatavilla monipuolista kalustoa, eikä työkohteelle sopivan kaluston valitseminen ole aina selkeää ja yksinkertaista. Sopivan kaluston valintaakin tärkeämpää on kuitenkin, että valittu kalusto on oikein huollettua ja toimivaa. Työkoneita ja kuljetuskalustoa on tärkeää huoltaa säännöllisesti ja oikeaoppisesti. Mikäli näin toimitaan, on kaluston käyttöikä helppo pidentää ja mahdollisia suurempia korjaustarpeita pystyy helpommin ennustamaan. Ennakointi ja huolellinen huoltotoiminta pienentävät kalustoon korjauksiin kohdistuvia kuluja. Asfaltointityössä työkoneiden osuus työnteosta ja seuraavasta rasiuksesta on kuljetuskalustoon verrattuna huomattavasti suurempi, jolloin niiden huoltoon ja ylläpitoon usein kiinnitetään enemmän huomiota ja kuljetuskalusto jää pienemmälle huomiolle. Samasta syystä johtuen myös työkoneisiin investoidaan enemmän, jolloin kuljetuskaluston autokanta on vanhentunutta. Investointi työkoneisiin pienentää korjaustarpeita ja usein pienempi ylläpitävä huoltotyö riittää työkauden aikana. Kuljetuskaluston vähäisempi ylläpitotyö ja yleinen ikääntyminen näkyvät suurempina korjauskuluina, sillä yksittäiset korjaustoimenpiteet ovat sen seurauksena kokoluokaltaan suurempia. Tämä näkyy selvästi Iskuasfaltti Oy:n kulurakenteissa, työkoneiden osuus on korjauskuluista kuljetuskalustoa selvästi pienempi ja kuljetuskaluston korjauskulut ovat merkittäväällä tavalla liian suuret kuljetuskaluston kirjanpidolliseen arvoon nähden. Lisäksi huoltoautojen korjaus- ja huoltokulujen trendi viime vuosien ajalta on huolestuttava.

Lähteet

- 1 Uusioasfalttiesite, Pohjoismaiden tie- ja liikennefoorumi, 5/2012, <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/tietoa-ja-tilastoja/uusioasfalttiesite.pdf>
- 2 Asfalttinormit, PANK Ry 2017
- 3 PANK Ry Oppimateriaali C2, <https://www.pank.fi/wp-content/uploads/2021/01/c2-raaka-aineet.pdf>
- 4 PANK Ry Oppimateriaali C3, https://www.pank.fi/wp-content/uploads/2021/01/c3-asfaltit-suunnittelu-valmistus-laatuvaatim.asd_.pdf
- 5 Menetelmiä asfalttipäällysteiden toiminnalliseen suunnitteluun, Immonen Mikko 2007 Espoo
- 6 Väyläviraston tutkimuksia 15/2019, Hietala Niko, Kuula Pirjo Asfalttikiviaineksen raemuodon ja murskaustavan vaikutus kuulamylyarvoon
- 7 Hienorakeisen asfalttimassan kiviaineksen kulutuskestävyys, PANK Ry menetelmäpäivä 2009, Kauppi Matti
- 8 Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 20/2012, Kyösti Laukkanen, Pekka Halonen & Erkki Pyy, Asfalttimassan kestävyys jäätymis-sulamista sekä veden ja kuormien yhteisvaikutusta vastaan
- 9 Verkkosivut Rakennustieto, <https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/ryl/infraryl> 2022
- 10 Väyläviraston ohjeita 1/2022, Uusien päällysteiden laadunosoitusmittaukset
- 11 PANK Ry PANK-4207 https://www.pank.fi/wp-content/uploads/2020/12/265_pank4207.pdf
- 12 Päällysteen kulumiskestävyyden määrittäminen Prall-testi, SFS-EN12697-16 A, PANK-menetelmäpäivä, Similä Sami/Mitta Oy, 2017/2018
- 13 PANK RY, PANK-4301B, https://www.pank.fi/wp-content/uploads/2020/12/pank4301_2013.pdf

- 14 Verkkosivut, Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>
- 15 Euroopan komissio, Rakennustuotteiden CE-merkintä vaihe vaiheelta
- 16 PANK Ry Oppimateriaali C7, <https://www.pank.fi/wp-content/uploads/2021/01/c7-levitys-.pdf>
- 17 PANK Ry Oppimateriaali C8, <https://www.pank.fi/wp-content/uploads/2021/01/c8-tiivistys-a.pdf>
- 18 PANK Ry Oppimateriaali C5, <https://www.pank.fi/wp-content/uploads/2021/01/c5-kuljetus.pdf>
- 19 PANK Ry Oppimateriaali C13, <https://www.pank.fi/wp-content/uploads/2021/01/c13-kaluston-huolto-ja-korjaus.pdf>

