

Anna Karhinen

# ASFALTTIMASSAN KIVIAINESTEN OMINAISUUDET JA VAATIMUKSET

Opinnäytetyö  
Rakennustekniikan koulutusohjelma

2018



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

<b>Tekijä/Tekijät</b>	<b>Tutkinto</b>	<b>Aika</b>
Anna Karhinen	Insinööri (AMK)	Joulukuu 2018
<b>Opinnäytetyön nimi</b>		41 sivua 2 liitesivua
Asfalttimassan kiviainesten ominaisuudet ja vaatimukset		
<b>Toimeksiantaja</b>		
Destia Oy		
<b>Ohjaaja</b>		
Juha Karvonen		
<b>Tiivistelmä</b>		
<p>Opinnäytetyössä tutkittiin asfalttimassaan lisättävän kiviaineksen ominaisuuksia ja laatuvaatimuksia. Työn tilaajana on Destia Oy, joka haluaa käyttöönsä tiiviin helposti luettavan tietopaketin aiheesta. Työssä on esimerkkimateriaalina käytetty Loviisan Koskenkylässä sijaitsevan Destia Oy:n ottopaikan kalliomursketta KaM 0-16, jota käytettiin vuonna 2018 moottoritien päällystysurakassa tiellä E18 välillä Kotka-Koskenkylä.</p> <p>Työn teoriaosuuteen on koottu tietoa kiviaineksista asfalttibetonin valmistuksessa sekä kiviaineksien laatuun ja laadunvarmistukseen liittyviä standardeja. Asfalttipäällyste on tien uloin päällysrakenne eli kulutuskerros, jonka kuuluu olla tasainen, vesitiivis ja kulumiskestävä. Sen tehtävänä on ottaa vastaan liikenteen rasitus ja jakaa se niin, ettei päällys- ja alusrakenteeseen synny mainittavia muodonmuutoksia. Asfalttipäällysteet ovat bitumisen sideaineen ja erilaisten kiviainesyhdistelmien seoksia. Kiviaines on veden jälkeen käytettyin raaka-aine maailmassa, ja laadukkaita kalliomurskeita käytetään Suomessa paljon päällysrakenteissa.</p> <p>Viimeisen vuosikymmenen aikana rakennusosalalla on tapahtunut suuria muutoksia määräkysissä ja laaduntarkkailua on lisätty ja tarkennettu. Kiviaineksille on vuodesta 2013 pitänyt tehdä CE-merkintä, suoritustasoilmoitus sekä tyyppitestausraportti. Asfalttikiviainesten PANK-menetelmät ovat saaneet väistyä yleiseurooppalaisten EN-standardien tieltä. Korkealaatuisen päällysteen valmistus edellyttää ensiluokkaisia raaka-aineita ja koko valmistusprosessin hallintaa. Tämä korostuu tulevaisuudessa, kun materiaalien uusiokäyttö lisääntyy myös päällysteiden valmistuksessa.</p>		
<b>Asiasanat</b>		
Asfaltti, kiviaines, laatuvaatimukset, standardi,		

Author (authors)	Degree	Time
Anna Karhinen	Bachelor of Engineering	December 2018
<b>Thesis title</b> The properties and requirements of rock material in asphalt mixture		41 pages 2 pages of appendices
<b>Commissioned by</b> Destia Oy		
<b>Supervisor</b> Juha Karvonen		
<p><b>Abstract</b></p> <p>In the thesis the properties and quality requirements of the aggregate to be added to the asphalt mass were studied. The subscriber of this work is Destia Oy, which aims to have a tightly and easily readable information package on this subject. The example material used in this thesis is crushed rock # 0-16 from Destia's own quarry which is located in Koskenkylä village in Loviisa. It was used in 2018 in the motorway pavement on road E18 between Kotka and Koskenkylä.</p> <p>The theoretical part of this thesis contains information on aggregates in the manufacture of asphalt concrete and standards for the quality and quality assurance of aggregates. Asphalt coating is the outermost structure of the road, that is, the wear layer, which must be plane, watertight and wear-resistant. Its function is to absorb the traffic burden and to divide it so that no substantial deformation occurs in the overlay and substructure. Asphalt coatings are mixtures of bituminous binders and various aggregates. Aggregates are the most widely used raw material in the world after water, and high-quality crushed rock are widely used in Finland in overlay structures.</p> <p>Over the last decade, major changes have been made in the construction sector, and quality control has been added and refined. Since 2013, aggregate has to have a CE marking, the declaration of performance and a type test report. PANK methods of asphalt aggregates have been replaced by European EN standards. The production of high quality coating requires first-class raw materials and the entire manufacturing process management. This will be emphasized in the future as the recycling of materials will also increase in the manufacture of coatings.</p>		
<p><b>Keywords</b></p> <p>asphalt, rock material, quality verification, standard,</p>		

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	ASFALTTI RAKENNUSMATERIAALINA.....	6
2.1	Asfaltin laatuvaatimukset.....	7
2.2	Asfaltin kierrätys.....	7
3	YLEISTÄ KIVIAINEKSISTA.....	9
4	SERTIFIOINTI YLEISESTI.....	11
4.1	CE-merkintä.....	11
4.2	Suoritustasoilmoitus.....	12
4.3	SFS-EN.....	12
5	ASFALTISSA KÄYTETTÄVÄN KIVIAINEKSEN LAATUVAATIMUKSET.....	13
5.1	Yksinkertaistettu petrografisen kuvauksen menettely.....	14
5.2	Rakeisuuden määrittäminen, seulontamenetelmä.....	16
5.3	Hienoaineksen määrä.....	18
5.4	Kiviaineksen muoto eli litteysluku.....	19
5.5	Murtopintaisten rakeiden osuus.....	21
5.6	Kiintotiheys.....	23
5.7	Vedenimeytyminen.....	27
5.8	Nastarengaskulutuskestävyyden määrittäminen kuulamylymenetelmällä.....	28
5.9	Jäädytys-sulatuskestävyys.....	30
5.10	Humuspitoisuus.....	31
6	RAAKA-AINEEN HANKINTA JA JALOSTAMISTAVAT.....	32
7	YHTEENVETO.....	38
	LÄHTEET.....	39
	KUVALUETTELO.....	41
	LIITTEET	
	LIITE 1 Koskenkylän KaM 0-16 rakeisuustutkimus	
	LIITE 2 Koskenkylän kiviaineksen petrografinen kuvaus	

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia asfalttimassassa käytettävän kiviaineksen laadunvalvonnassa käytettäviä standardeja ja avata niitä selkokielelle. Tämän lisäksi tutkittiin kiviaineksen laadunvalvontaa koko valmistusprosessin kalliolouhinnasta asfalttimassaan saakka. Tutkittujen kiviainesten otto- paikka sijaitsee Porvoon Koskenkylässä. Opinnäytetyön tilaajana toimii TYL Pulterin toinen osakas, Destia Oy.

Viimeisen vuosikymmenen aikana rakennuslalla ja myös asfalttialalla on tapahtunut suuria muutoksia määräyksissä ja laaduntarkkailua on lisätty ja tarkennettu. Asfalttia, raaka-aineita ja asfalttimassan valmistusta koskevat uudet yleiseurooppalaiset EN-standardit ovat syrjäyttäneet suurimman osan vanhoista päällystealan neuvottelukunnan PANK-menetelmistä. Alle 90 mm jalostetulle kiviainekselle on myös vuonna 2013 tullut pakolliseksi CE-merkintä, ilman sitä kiviainesta ei saa käyttää työmailla.

Tieyhtiö Valtatie 7 Oy on rakennuttanut moottoritietä Porvoon itäpuolelta Koskenkylästä Kotkaan. Moottoritie on osa kansainvälistä E18 Eurooppa tietä. Rakentamisesta vastaa TYL Pulteri, joka on Destia Oy:n ja YIT Rakennus Oy:n työyhteisöliittymä. Hankkeen tilaajana on Liikennevirasto.



Kuva 1. Markkinmäen tunneli Kotka-Koskenkylän moottoritieellä

Moottoritieosuudelle rakennettiin 6 uutta eritasoliittymää, 68 siltaa ja lähes 500 metrinen Markkinamäen tunneli. Tämän lisäksi muun muassa 35 km meluvalia, 83 km liikennetelematiikkaa ja 4 km pohjavesisuojausta.

Hankkeen avulla Koskenkylä–Kotka välisen tieosuuden vuosittaiset henkilövahinko-onnettomuudet vähenevät arviolta noin 11 kappaleella ja liikennekuolemat kolmella. Ruuhkat poistuivat lähes kokonaan, ja matka-aika lyheni tien valmistuessa Koskenkylän ja Kotkan välillä noin 8 minuuttia.

Tieyhtiö Valtatie 7 Oy:llä on vuoteen 2026 asti voimassa oleva palvelusopimus elinkaari palvelujen tuottamisesta Liikenneviraston kanssa Koskenkylän ja Kotkan välisellä tieosuudella. Palvelusopimuksen mukaan Tieyhtiö Valtatie 7 Oy vastaa kokonaispalvelusta, johon kuuluu tien rakennussuunnittelu, rakentaminen, kunnossapito sekä rahoitus. Palvelusopimuksen kokonaisarvo on noin 623 miljoonaa euroa. Tämän palvelujakson jälkeen tie siirtyy Liikenneviraston hallintaan.

Liikenneviraston laatuvaatimusten mukaan moottoritien päällysrakenne on mitoitettu siten, että peruskaistalla on päällystettä 170 mm ja ohituskaistalla 110 mm. Tällä hetkellä päällystettä on peruskaistalla 120 mm ja ohituskaistalla 60 mm, joten kesällä 2018 on tarkoitus tehdä 50 mm paksu päällyste, jolloin kokonaispaksuus on laatuvaatimuksen mukainen.

## **2 ASFALTTI RAKENNUSMATERIAALINA**

Sana asfaltti tulee muinaiskreikkalaisesta sanasta "asphaltos," joka tarkoittaa suojaava. Asfalttia on käytetty tierakenteissa jo noin vuonna 2500 e.Kr. Babyioniassa. Tosin vasta 1800-luvulla alkoi asfaltin käyttö tosissaan, kun raakaöljyä alettiin keräämään ja jatkojalostamaan. (Ruud 2013.)

Asfalttipäällysteet muodostavat valtaosan päällysteistämme. Moderni asfalttimassa koostuu öljystä jalostetusta bitumista, kiviaineksista sekä lisäaineista, esimerkiksi kalkkifilleristä. Näille on ominaista, että tien pinta pysyy kiinteänä: se on sateella kuraantumaton ja poudalla pölyämätön.

## 2.1 Asfaltin laatuvaatimukset

Asfalttipäällyste on tien uloin päällysrakenne eli kulutuskerros. Asfalttipäällysteen kuuluu olla tasainen, vesitiivis ja kulumiskestävä. Sen kitka- ja valoheijastusominaisuuksien tulee täyttää liikenneturvallisuuden vaatimukset.

Tien päällysrakenteen tehtävänä on ottaa vastaan liikenteen rasitus ja jakaa se siten, ettei päälly- ja alusrakenteeseen synny mainittavia pysyviä muodonmuutoksia. Koska jännitykset ovat suurimmillaan tien pinnassa, sitä lähinnä olevalla materiaalilla eli kulutuskerroksella on suurimmat kantavuus- ja vakaavuusvaatimukset. (Anttonen & Hytönen 1999, 103.)

Suomessa kestopäällysteen elinikä on suhteellisen lyhyt suurien lämpötilamuutosten, routimisen ja talvella käytettävien nastarenkaiden takia. Suomi on ollut ja on edelleen nastarenkaiden käytön johtava maa. Nastareнкаat ovat yksi osatekijä asfalttipäällysteen urautumiseen. Urautumisella tarkoitetaan ajo-kaistan pinnassa esiintyviä pituussuuntaisia uria. Urat vähentävät ajomukavuutta ja turvallisuutta, sillä uriin kertyvä vesi aiheuttaa vesiliirtovaaraa ja syvät urat vaikeuttavat ohjattavuutta esimerkiksi ohitustilanteissa. Myös päällysteestä irtoava bitumi ja kiviaines likaavat autoja ja ympäristöä. (Lampinen 1993, 154.)

Kotka – Koskenkylän moottoritien päällystysurakassa käytetään kolmea eri asfalttimassaa, kivimastiksiasifalttia SMA18 pääkaistalla noin 45.000 tonnia, asfalttibetonia AB18 ohituskaistalla, maanteilla, ulkopientareilla ja rampeilla noin 96.000 tonnia ja asfalttibetonia AB11 tasauksissa noin 20.000 tonnia. Luvut 18 ja 11 tarkoittavat ettei massassa ole tätä raekooltaan suurempia kiviä.

## 2.2 Asfaltin kierrätys

Asfalttia on kierrätetty ensimmäisiä kertoja 1910-luvulla Yhdysvalloissa mutta asfalttirouheen käyttö yleistyi vasta 1970-luvulla öljyn hinnan noustessa. (Bonte & McDaniel 2009) Suomessa valmistettiin alkuaikoina jopa 100 % uusioasfalttia rumpuseikoittajaa apuna käyttäen, mutta nykyään uusioasfalttia saa käyttää Suomessa kulutuskerroksissa enintään 50 % ja muissa sidotuissa kerroksissa enintään 70 %. (Forstén 2013)

Hyödyntämällä asfalttirouhetta asfalttimassan raaka-aineena säästetään merkittävästi luonnonvaroja, sillä asfalttirouhe sisältää pääosin kiviainesta ja bitumia jotka ovat molemmat uusiutumattomia raaka-aineita. Päästökin vähenevät, kun kiviainesta ei tarvitse murskata eikä bitumia tislata raakaöljystä (Forstén 2013)

Asfalttijätettä syntyy Suomessa noin 250 000 – 300 000 tonnia vuosittain, ja valtaosa näistä massoista voidaan hyödyntää niin että se on taloudellisesti kannattavaa. Vanhassa asfalttimassassa on laadukasta kiviainesta ja vanhojen päällysteiden bitumeista saadaan uusiokäytössä suoraa taloudellista hyötyä. Perusedellytyksenä vanhojen päällysteiden uusiokäytölle on lyhyet kuljetusmatkat. (Lämsä 2005, 16.)



Kuva 2 Uusioasfalttiin lisättävää asfalttirouhetta # 0-11 mm

Koskenkylä – Kotkan välillä tehtävässä asfaltointiurakassa käytetään 20 % asfalttirouhetta sisältävää asfalttimassaa ulkopientareilla, rampeissa ja maanteilla ja 50 % asfalttirouhetta sisältävää asfalttimassaa tasauksissa. Ajo-, perus- ja ohituskaistoilla käytetään asfalttimassaa johon ei ole lisätty yhtään asfalttirouhetta.

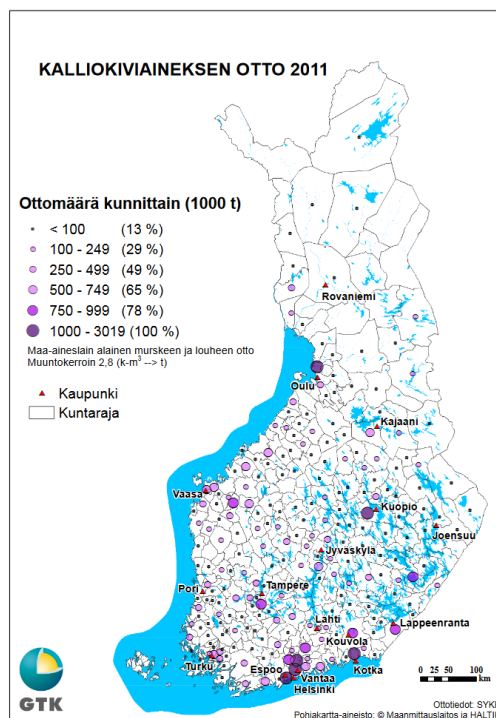


Kyseiset asfalttirouheet on murskattu moottoritien alle jääneen vanhan valtatie 7 päällysteistä. Kaiken kaikkiaan asfalttirouhetta murskattiin syksyllä 2017 noin 30 000 tonnia.

### 3 YLEISTÄ KIVIAINEKSISTA

Kiviaines on veden jälkeen käytetyin raaka-aine maailmassa. Valtaosa Suomessa käytetyistä kiviaineksista käytetään pohjarakenteisiin, mutta etenkin laadukasta kovaa kalliomursketta käytetään paljon päällysrakenteissa. Suomessa kiviaineksia käytettiin vuonna 2011 84 Mt, eli noin 2,1 miljoonaa kasettikuormallista kiviaineksia. Suomi on asukaslukuun suhteutettuna EU:n suurimpia kiviainesten tuottajia. Syynä tähän on laajat tieverkostot ja kasvukeskusten rakentamistarpeet.

Kuvassa 3 on esitetty Geologian tutkimuskeskuksen laatima kartta josta voi nähdä, että etenkin Etelä-Suomen kunnissa käytetään todella paljon kalliokiviaineksia. Suomessa on ennen vanhaan käytetty paljon soravarantoja, mutta näihin liittyvien ottolupien ehtyessä on siirrytty entistä enemmän kalliomurskeen käyttöön. (Geologian tutkimuskeskus)



Kuva 3 Kalliokiviainesten ottopaikat vuonna 2011

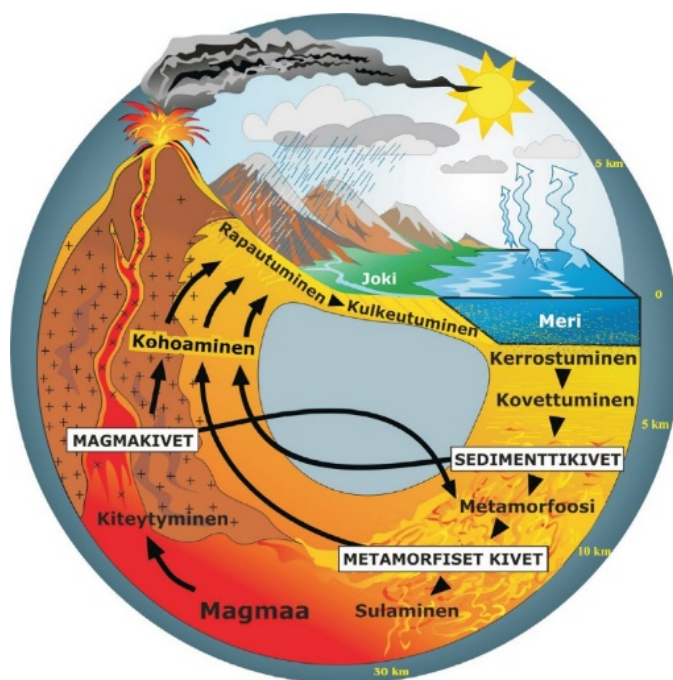
Kivilajit voidaan jaotella kolmeen pääryhmään:

1. Kivisulasta syntyneet **magma**kivet
2. Kerrostamalla ja kovettamalla syntyneet **sedimenttikivet**
3. Uudelleenkiteytyneet **metamor**fiset kivet

(kaiva.fi)

Peruskallio muodostuu kivilajeista ja ne taas koostuvat mineraaleista jotka koostuvat molekyyleistä ja edelleen alkuaineista. Kivilajit ovat yleensä mineraalien seoksia, poikkeuksena muun muassa kvartsiitti ja kalkkikivi jotka koostuvat pelkästään kvartsista ja kalsiitista.

Hiekka, sora, siltti ja savi ovat jääkauden aikana mannerjään liikkuaan irrottamaa ja veden muovaamaa kiviainesta jossa eri kivilajeja on sekoittunut keskenään. Näiden kivilajien tunnistaminen on hankalaa ja varmin tapa tehdä kivilajiluokitus on tehdä materiaalille kemiallinen analyysi. (Betonin kiviainekset 2001, 2001. 38-40.)



Kuva 4 Kivilajien pääryhmien muodostuminen aineen suuressa kiertokulussa, Tapani Tervo, GTK

Suomen kallioperä on osa Fennoskandian kilpeä. Suurin osa Suomen kivilajeista on arkeisia ja varhaisproterotsooisia kivilajeja, ja Kaakkois-Suomen erikoisuutena on nuorehko muodostuma, rapakivigraniitit. (Lehtinen, s. 97)

Suomen kallioperän muodostavat kivet ovat pääosin kovia syväkiviä, esimerkiksi graniitteja, granodioritteja ja gabroja. Ne ovat yleensä tasalaatuisia ja raekoko ei vaihtele suuresti, eikä kallion rakoilu ole voimakasta. Rakoilu voi olla kuutio-, kiila-, laatta- tai sekarakoilua. Kivilaadun luokituksessa huomioidaan muun muassa rapautuneisuus, järjestyneisyys, mineraalit sekä raekoko. (Anttonen & Hytönen 1999, 31.)

## 4 SERTIFIINTI YLEISESTI

Nykyään oikeastaan kaiken pitää olla erilaisten standardien mukaisia ja CE-merkittyjä ja laatuvarmistettuja ja tutkittuja, myös kiviainesten.

### 4.1 CE-merkintä

Kirjainyhdistelmä CE tulee ranskankielisestä nimestä Conformité Européenne ja se on tarkoitettu pääasiassa viranomaisia varten. CE-merkinnällä tuotteen valmistaja ilmoittaa viranomaisille, että tuote täyttää direktiivien oleelliset turvallisuusvaatimukset. Se ei kuitenkaan ole viranomaisen myöntämä hyväksymismerkki. CE-merkintä voidaan *yleensä* kiinnittää tuotteeseen ilman puolueettoman osapuolen suorittamaa testausta, mutta esimerkiksi asfalttimassan ja sen valmistusprosessin on oltava kolmannen osapuolen valvonnassa. (tukes.fi)

Rakennustuotteissa CE-merkintä ei takaa, että määräykset täyttyisivät, vaan rakennustuotteen käyttäjän on itse tarkistettava, että viranomaisten asettamat vähimmäisvaatimukset täyttyvät kyseisessä käyttökohteessa. CE-merkintä on kuitenkin vakuutus urakoitsijan standardien mukaisesta toiminnasta. (Suomen standardisoimisliitto SFS ry.)

EU-parlamentissa 18.1.2011 ja ministerineuvostossa 28.2.2011 hyväksytty uusi rakennustuoteasetus astui voimaan 24.4.2011. Siirtymäaikaa tälle asetukselle annettiin 1.7.2013 saakka. Tämä tarkoittaa sitä, että jalostettavien, alle 90mm nimelliskoon omaavien kiviainesten CE-merkitseminen on ollut pakollista vuodesta 2013 lähtien.

Kiviaineksen CE-merkinnässä esitetään tuotteen tekniset ominaisuudet arvona ja luokkana. Asfalttikiviaineksen CE-merkissä ilmoitetaan seuraavat ominaisuudet:

- Rakeisuusluokka
- Hienoainespitoisuus luokka
- Kiintotiheys ja vedenimeytyminen
- Litteysluku luokka
- Petrografinen nimi
- Kuulamyllyarvon luokka
- Tarvittaessa jäädytys-sulatuskestävyyden luokka

Uusioasfalttiin käytettävälle asfalttirouheelle ei ole harmonisoituja standardeja, joten se ei tarvitse CE-merkkiä. (pank.fi)

#### **4.2 Suoritustasoilmoitus**

Kiviaineksen CE-merkintään liittyy oleellisesti suoritustasoilmoitus, jolla kerrotaan kiviaineksen ominaisuuksista. Suoritustasoilmoitus on ainoa tapa ilmoittaa rakennustuotteen ominaisuuksien arvot ja luokat.

Suoritustasoilmoitus on määrämuotoinen dokumentti, jossa ilmoitetaan tuotteen ominaisuuksien luokkia ja arvoja, ja se tehdään ennen CE-merkintää. Sen on valmistajan allekirjoittama, ja sitä säilytetään kymmenen vuotta kuten kaikkia muitakin CE-merkintädokumentteja. Suoritustasoilmoitusta ei tarvitse uusia joka kerta kun kiviaineksiä testataan uudelleen, vaan valmistajan pitää käyttää harkintaa siinä, milloin ominaisuudet muuttuvat merkittävästi, jotta on tehtävä uusi suoritustasoilmoitus. (Rautiainen, 2014.)

#### **4.3 SFS-EN**

Harmonisoituja standardeja ovat esimerkiksi SFS-EN 12620 Betonikiviainekset, SFS-EN 13139 Laastikiviainekset, SFS-EN 13043 Asfalttikiviainekset, SFS-EN 13242 Sitomattomat kiviainekset ja SFS-EN 13450 Raidesepeli.

Asfalttinormit 2017 on listannut 46 EN-standardia pelkästään kiviaineksille, tämän lisäksi on vielä pidempi lista standardeja koskien itse asfalttimassaa ja tiebitumia.

Lisäksi on olemassa kiviainesten kansalliset soveltamisstandardit. Ne on tehty tuotestandardien pohjalta, ja niissä on esitetty Suomessa käytettävät vaatimusluokat. Kiviainesten kansallisia soveltamisstandardeja ovat esimerkiksi SFS 7003: Betonikiviainekset, SFS 7004: Asfalttikiviainekset, SFS 7005: Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset infrarakentamisessa, SFS 7006: Sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset ja SFS 7007: Raidesepelikiiviainekset. Soveltamisstandardien avulla kiviainesten valmistaja tietää, mitä ominaisuuksia tulee ilmoittaa ja mitkä ovat niiden ominaisuuksien vaadittavat arvot Suomessa.

Kirjainyhdistelmät EN ja SFS ilmoittavat organisaation jossa standardin teksti on vahvistettu. Eli kaikki SFS-EN-standardit on vahvistettu sekä Suomen Standardisoimisliitossa (SFS) että eurooppalaisessa standardisoimisjärjestössä (CEN). (Suomen standardisoimisliitto SFS ry)

## **5 ASFALTISSA KÄYTETTÄVÄN KIVIAINEKSEN LAATUVAATIMUKSET**

Kivien rakennusteknisistä ominaisuuksista ovat tärkeitä muun muassa lujuus, tiheys, vedenläpäisevyys, hauraus, rakoilu, porattavuus ja räjäytettävyyys. (Rytilä, s. 100)

Asfalttikiviaineksen täytyy olla sellainen, että bitumi tarttuu sen pintaan hyvin, muuten asfaltin teosta ei tule mitään. Muun muassa humus ja savi voi estää hyvän tartunnan. Mineraaleista kvartsi, biotiitti ja kalimaasälpä heikentävät myös tarttuvuutta. Näin ollen graniitti ja granodiotiitti ovat huonoja vaihtoehtoja asfalttikiviaineksiksi. Kiven pitää myös kestää kovaa kulutusta eikä se saa olla rapautuvaa. Kiilteet, kuten edellä mainittu biotiitti aiheuttaa myös rapautumista. (Asfalttialan oppimateriaali 2013.)

Alkutestauksella selvitetään kiviainestuotteen soveltuvuus haluttuun käyttötarkoitukseen, eli varmistetaan kiviaineksen kyky täyttää vaatimukset jota käyttötarkoitus edellyttää. Saadut tulokset kirjataan kiviaineksen tuotannon aikaisen laadunvalvonnan lähtökohdaksi.

Toimittajan on tuotannon yhteydessä suoritettava jatkuvaa laadunvalvontaa, jotta voidaan varmistaa kiviainestuotteiden vaatimuksenmukaisuus. Laatua tarkkaillaan erilaisilla testausmenetelmillä sekä myös silmämääräisesti. (Betonin kiviainekset 2001, 2001. 33-34)

Valtakunnallisten kallioinventointien perusteella on selvinnyt, että vaativimpiin kohteisiin, kuten moottoriteiden päällysteisiin, tarvittava kiviaines on suhteellisen harvinaista, ja sitä saadaan vain muutamasta promillesta kaikista tutkituista kallioalueista. Tämän vuoksi parhaita kiviaineksia ei tulisi tuhlata niin sanottuun normaaliin rakentamiseen, sillä siihen kelpaa myös laadultaan huonompi kiviaines. (Ympäristöopas 85. 2001.)

Päällystekiviainesten kuuluu olla tyyppitestattuja. Tyyppitestauksen tuloksista laaditaan tyyppitestausraportti, joka toimitetaan kiviainesten ostajalle.

Seuraavat testit kuuluvat tyyppitestausraporttiin:

▪ Petrografinen kuvaus	SFS-EN 932-3
▪ Raekoko	SFS-EN 933-1
▪ Hienoaineksen määrä	SFS-EN 933-1
▪ Kiviaineksen muoto	SFS-EN 933-3
▪ Murtopintaisten rakeiden osuus	SFS-EN 933-5
▪ Kiintotiheys	SFS-EN 1097-6
▪ Vedenimeytyminen	SFS-EN 1097-6
▪ Nastarengaskulutuskestävyys	SFS-EN 1097-9
▪ Jäädytys-sulatuskestävyys	SFS-EN 1367-1
▪ Humuspitoisuus	SFS-EN 1744-1

Nämä tyyppitestaukset suoritetaan PANK ry:n hyväksymissä kiviaineslaboratorioissa. Näitä kymmentä testiä avataan alla.

### **5.1 Yksinkertaistettu petrografisen kuvauksen menettely**

Eurooppalainen standardi 932-3 määrittelee luonnonkiviainekset, hiekan, soran, kalliomurskeen samoin kuin niiden lähtöaineksen. Näyte voi olla kairansydäimestä, kiviaineksen varastokasasta tai louhoksen seinämästä.

Kun on kyse kallionäytteestä, niin tutkittavaa materiaalia pitää olla vähintään 5 kg. Kiviaineksen ollessa kyseessä näytteen määrä Q riippuu kiviaineksen suurimmasta raekoosta D taulukon 1 mukaan.

Taulukko 1. Suurimman raekoon D ja pienimmän näytteen Q välinen suhde.

Suurin raekoko D mm	Pienin näytemäärä Q kg
$31,5 < D \leq 63$	50
$16 < D \leq 31,5$	25
$8 < D \leq 16$	8
$4 < D \leq 8$	2
$\leq 4$	0,5

Apuvälineinä testauksessa käytetään muun muassa suurennuslasia, puukkoa, stereomikroskooppia, polarisaatiomikroskooppia ja laimennettua suolahappoa.

Kivinäytteen tutkiminen: Ensin näyte pestään ja näytettä tutkitaan silmämääräisesti ja tämän jälkeen tarkasti suurennuslasilla ja stereomikroskoopilla. Tarpeen vaatiessa voidaan käyttää myös polarisaatiomikroskooppia ja tutkia kiviaineksen ohuthie. Näin kivistä pitäisi selvittää muun muassa pääkomponenttien raekoko, tekstuuri, huokoisuus, väri, mineraalikoostumus ja niiden likimääräiset paljousuhteet sekä muuttumis- ja rapautumistila.

Kiviainesnäytteen tutkiminen: Tätä menetelmää tulee käyttää vain, jos raekoko on 0,1...63 mm. Ensin näyte on hyvä pestä ja tämän jälkeen tutkia partikkelien muotoa, pinnan laatua ja pyöristyneisyyttä. Petrografinen tunnistus selviää vain, jos rakeita on kyllin edustava määrä. Alle 4 mm kappaleet tutkitaan mieluiten suurennuslasilla tai stereomikroskoopilla. Joskus on hyvä käyttää muita menetelmiä, muun muassa happotestiä mahdollisen kalsiitin tunnistamiseksi. Yksittäisistä rakeista pitäisi saada selville kivilajit, mineraalit, mahdolliset simpukan kuoren kappaleet ja jos joku kivilaji tai mineraali on vallitsevana, niin sen läsnäolon on heijastuttava aineksen nimestä.

(SFS-EN 932-3)

Loviisan Koskenkylän kallioalueella kivilajeina on hienorakeinen kvartsi-maasälpäliuske, ja mineraalikoostumukseltaan se on seuraava:

- Plagioklaasi 50,4 %
- Kvartsi 39,6 %
- Biotiitti 7,6 %
- Kloriitti 1,0 %
- Kalimaansälpä 0,6 %
- Saussuriitti 0,4 %
- Muut 0,2 %
- Opaakki <0,2 %

Tutkimuksissa selviää, että kiviaines ei johda sähköä, ei ole rapautumisherkkää eikä pidätä vettä. Se soveltuu koostumuksensa puolesta asfaltin raaka-aineksi ja se ei sisällä haitallisia määriä vaarallisia mineraaleja.

## **5.2 Rakeisuuden määrittäminen, seulontamenetelmä**

Eurooppalainen standardi 933-1 määrittelee tyyppitestauksessa käytettävän pesun ja kuivaseulonnan referenssimenetelmän kiviainesten rakeisuuden määrittämiseen. Tätä menetelmää käytetään kaikille kiviaineksille 90 mm nimelliskokoon saakka, lukuun ottamatta filleriä. Fillerin rakeisuus selvitetään ilmasuihkuseulonnalla standardissa EN 933-10.

Tässä testissä kiviaines jaetaan seulasarjan avulla eri raekokoluokkiin ja kiviainekselle määritetään graafinen rakeisuuskäyrä. Seulasarja on monesta seulasta yhdistetty torni, missä ylimmässä seulassa on suuriaukkoisin seula-verkko ja alimmassa pieniaukkoisin. Menetelmä sisältää kuivaseulonnan lisäksi näytteen pesun.

Tässä testissä tarvitaan seulasarjan lisäksi tuuletettu lämpökaappi, pesulaite, vaaka, vateja ja harjoja ja tarvittaessa seulontakone. Testinäytteiden vähimmäiskoot selviävät alla olevasta taulukosta, testimenetelmän tarkkuus voi heikentyä, jos näyte on pienempi kuin taulukossa 2 esitetty arvo.



Taulukko 2. Rakeisuuden määrittämiseen käytetyn testinäytteen vähimmäiskoko

Raekoko <i>D</i> (korkeintaan) mm	Kiviainesten massa kg	Kevytkiviainesten tilavuus (litraa)
90	80	-
32	10	2,1
16	2,6	1,7
8	0,6	0,8
≤ 4	0,2	0,3

Testi alkaa näytteen kuivatuksella, se kuumennetaan uunissa 105-115 °C jonka jälkeen saadaan näytteen vakiomassa  $M_1$ . Tämän jälkeen näyte laitetaan astiaan, peitetään kokonaan vedellä ja sekoitetaan. Märkä näyte laitetaan 0,063 mm testiseulan päälle (voidaan käyttää sen lisäksi 1 mm tai 2 mm suojaseulaa sen päällä), ja huuhdellaan näytettä, kunnes seulan läpi tuleva vesi on kirkasta.

Tämän jälkeen seulalle jäänyt jäännös kuivataan uudelleen 105-115 °C:ssa ja saadaan tulokseksi vakiomassa  $M_2$ . Sitten on aika seuloa näyte. Kuiva näyte laitetaan seulasarjan päälle. Seulasarjaa ravistetaan joko käsin tai koneellisesti niin kauan, että näyte on jakautunut seulojen päälle. Tämä jälkeen seulat avataan ja ravistetaan vielä yksitellen, jotta varmasti kaikki seula-aukkoa pienempi aines saadaan seulasta pois.

Jos näyte on hyvin homogeeninen, niin täytyy varmistaa, ettei yksikään seuloista ylikuormitu. Alla olevaa kaavaa käytetään apuna kunkin seulan näytteen maksimigrammamäärän selvittämiseksi.

$$\frac{A \cdot \sqrt{d}}{200}$$

(1)

jossa  $A$  on seulan pinta-ala [mm<sup>2</sup>]  
 $d$  on seulan aukkokoko [mm]

Jos seulat ylikuormittuvat niin näyte pitää jakaa pienempiin osiin.

Seulonnan jälkeen jokaisen seulan päälle jäänyt materiaali punnitaan, suurimmasta raekoosta alkaen  $R_1, R_2, R_3$ , jne. Jos pohja-astiaan kertyi materiaalia, niin sekin punnitaan ja merkitään muistiin massa  $P$ .

Kunkin seulan päälle jääneelle massalle lasketaan prosentti alkuperäisestä kuivasta massasta  $M_1$ . Tämän jälkeen lasketaan seulan läpäisseen massan yhteenlaskettu prosenttimäärä 0,063 mm seulaan asti. Jos seulojen päälle jääneen  $R_j$  ja pohja-astian  $P$  massan summa eroaa enemmän kuin 1% massasta  $M_2$  on testissä mennyt jokin pieleen ja testi on uusittava. (SFS-EN 933-1)

Koskenkylän kalliomurskeen KaM 0-16 rakeisuus on hyvä ja ohjealueen sisäpuolella.

Taulukko 3: Koskenkylä murskeen raekoot

Seulat mm	Ohjealue		Läpäisy %
	min	max	
22,4	100	100	100
16	85	99	96
11,2			81
8	55	75	67
5,6			54
4			43
2	23	40	27
1	14	29	19
0,5	9	22	14
0,25			11
0,125			8
0,063	2,0	8,0	5,6

### 5.3 Hienoaineksen määrä

Hienoaineksen määrä selviää pesuseulonnalla standardista SFS-EN 933-1.

Laskukaava hienoaineksen prosenttimäärälle  $f$  on esitetty alla.  $M_1, M_2$  ja  $P$  selviävät löytyvät kohdasta 5.2.

$$f = \frac{(M_1 - M_2) + P}{M_1} \times 100 \quad (2)$$

jossa	$f$	hienoaineksen prosenttimäärä	[%]
	$M_1$	näytteen kuivamassa	[g]
	$M_2$	0,063 mm seulalle jääneen materiaalin kuivamassa	[g]
	$P$	pohja-astiaan jääneen materiaalin massa	[g]

(SFS-EN 933-1)

Koskenkylän murskeessa KaM 0-16 oli hienoainesta 5,6 %, ja se on ohjealueen sisäpuolella. Asfalttiasemalla toivottiin ettei 0,063 läpi menisi isoja määriä materiaalia koska se pölyää kovasti tehtaalla. Läheltä katsottuna näkee (kuva 5), että Koskenkylän KaM 0-16 sisältää hienoainesta jonkin verran.



Kuva 5 Koskenkylän kalliomurske KaM 0-16

#### 5.4 Kiviaineksen muoto eli litteysluku

Eurooppalainen standardi 933-3 määrittelee tyypitestauksessa käytettävän referenssimenetelmän kiviainesten litteysluvun määrittämiseen. Standardia voi

käyttää luonnon-, keino- ja uusiokiviaineksille. Se ei sovellu alle 4 mm eikä yli 100 mm raekoolle.

Testissä näyte seulotaan kaksi kertaa eri seuloilla. Ensin näyte kuivataan uunissa 105-115 °C:ssa ja punnituksessa saadaan tulokseksi vakiomassa  $M_0$ . Näyte seulotaan SFS-EN 933-1 mukaisesti. Näytteestä punnitaan ja poistetaan kaikki rakeet jotka ovat pienempiä kuin 4 mm ja suurempia kuin 100 mm. Kaikki 4 mm ja 100 mm välille jäävät raekokolajikkeet  $d_j/D_j$  punnitaan ja pannaan erilleen seuraavaa seulontaa varten. Nämä kaikki massat myös laskeetaan yhteen ja merkitään nämä  $M_1$ :llä.

Tämän jälkeen alkaa välppäseulonta. Välppäseulossa on seulaverkon sijaan yhdensuuntaisia pyöreitä tankoja. Taulukosta 3 selviää, minkä kokoista kiviainesta seulotaan eri kokoisissa välppäseuloissa.

Taulukko 4 Välppäseulonnassa käytettävät raekoot

Raekokolajike $d_j/D_j$ mm	Välppäseulojen rakokoko mm
80/100	50 ± 0,5
63/80	40 ± 0,5
50/63	31,5 ± 0,5
40/50	25 ± 0,4
31,5/40	20 ± 0,4
25/31,5	16 ± 0,4
20/25	12,5 ± 0,4
16/20	10 ± 0,2
12,5/16	8 ± 0,2
10/12,5	6,3 ± 0,2
8/10	5 ± 0,2
6,3/8	4 ± 0,15
5/6,3	3,15 ± 0,15
4/5	2,5 ± 0,15

Jokainen raekokolajike  $d_j/D_j$  seulotaan sopivankokoisella välppäseulalla joko käsin tai koneellisesti. Kaikki välppäseulan läpäissyt materiaali punnitaan raekokolajikkeittain. Välppäseulan läpäissyt materiaali lasketaan yhteen ja merkitään  $M_2$ :lla.

Koko näytteen litteysluku FI saadaan yhtälöllä 3.

$$FI = (M_1/M_2) \times 100 \quad (3)$$

jossa	$FI$	näytteen litteysluku	[%]
	$M_1$	raekokolajikkeiden massojen summa	[g]
	$M_2$	välppäseulan läpäisseiden raekokolajikkeiden summan massa	[g]

Yksittäisen raekokolajikkeen litteysluku  $FI_j$  saadaan yhtälöllä 4.

$$FI_j = (m_j/R_j) \times 100 \quad (4)$$

jossa	$FI_j$	Raekokolajikkeen litteysluku	[%]
	$R_j$	yksittäisen raekokolajikkeen $d_j/D_j$ massa	[g]
	$m_j$	on yksittäisen raekokolajikkeen $d_j/D_j$ massa, joka läpäisee sitä vastaavan välppäseulan rakokooltaan $D_j/2$	[g]

Jos massojen summa  $R_j$  ja testaamattomien ja hylättyjen lajitteiden summa eroaa enemmän kuin 1 % alkuperäisestä massasta  $M_0$ , on testi uusittava. (SFS-EN 933-3)

Koskenkylän kalliomurskeen KaM 0-16 litteysluvun pitää vaatimusten mukaan olla  $FI_{15}$ . Tutkimusten mukaan KaM 0-16 litteysluvun keskiarvo oli 12, mutta suurimmillaan se oli jopa 17. Tämä on sallittu koska kyseinen kalliomurske sekoitetaan sepelin kanssa, jossa litteysluku on reilusti parempi kuin on vaadittu.

## 5.5 Murtopintaisten rakeiden osuus

Eurooppalainen standardi 993-5 määrittelee menetelmän karkean kiviaineksen murtopintaisten rakeiden prosentuaalisen osuuden määrittämiseksi. Menetelmä ei sovellu alle 4 mm eikä yli 63 mm raekoolle.

Testissä tarvittavia laitteita on seulasarja kansineen ja pohja-astioineen, tuuletettu lämpökaappi, vaaka, näyteastioita, harjoja ja tarvittaessa seulatärytin.

Ensin näyte kuivataan uunissa 105-115 °C:ssa ja saadaan punnituksessa tulokseksi vakiomassa  $M_0$ . Testinäytteen minimimassa on oltava taulukon 4 mukainen.

Taulukko 5: Murtopintaisten rakeiden osuuden laskemiseksi tehtävän testin näytteen vähimmäismassa.

Kiviaineksen maksimiraekoko mm	Testinäytteen massa kg
63	45
32	6
16	1
8	0,1

Näytteestä seulotaan pois alle 4 mm ja yli 63 mm rakeet, ja loppumassa punnitaan ja merkitään  $M_1$ . Sitten näyte jaetaan raekokolajikkeisiin  $d_j/D_j$  siten, että  $D_j \leq 2d_j$ .

Rakeet levitetään tasaiselle alustalle ja lajitellaan käsin kahteen kasaan. Ensimmäisessä on murtopintaisten rakeet ja toisessa pyöristyneet rakeet. Kasat punnitaan ja merkitään murtopintaisten massa  $M_c$  ja pyöristyneiden massa  $M_r$ . Tämän jälkeen murtopintaisten rakeet levitetään taas alustalle ja erotellaan kokonaan murtopintaisten rakeet muista. Nämä punnitaan ja merkitään muistiin massa  $M_{tc}$ .

Pyöristyneille rakeille tehdään samalla tavalla ja kokonaan pyöristyneet rakeet erotellaan, punnitaan ja merkitään muistiin massa  $M_{tr}$ .

Alla on selitetty, miten nämä neljä tyyppiä erotellaan.

- kokonaan murtopintainen rae      $M_{tc}$      Yli 90 % murtopintainen rae
- murtopintainen rae      $M_c$      Yli 50 % murtopintainen rae
- pyöristynyt rae      $M_r$      Alle 50 % murtopintainen rae
- kokonaan pyöristynyt rae      $M_{tr}$      Yli 90 % pyöristynyt rae

Rakeiden prosenttiosuudet C kussakin lajikkeessa lasketaan yhtälöllä 5.

$$C_{(c, r, tc \text{ tai } tr)} = \frac{M_{(c, r, tc \text{ tai } tr)}}{M_1} \times 100 \quad (5)$$

jossa	$C_{(c, t, tc \text{ tai } tr)}$	murtopintaisten, pyöristyneiden, kokonaan murtopintaisten tai kokonaan pyöristyneiden rakeiden prosenttiosuus	[%]
	$M_{(c, t, tc \text{ tai } tr)}$	murtopintaisten, pyöristyneiden, kokonaan murtopintaisten tai kokonaan pyöristyneiden rakeiden massat	[g]
	$M_1$	testinäytteen massa	[g]

(SFS-EN 933-5)

Koskenkylän kalliomursketta ei tarvinnut testata, sillä suoraan kalliosta murskattu kiviaines on aina 100 % murtopintaista. Murtopintaisten rakeiden osuuden vaatimus koskee vain soramursketta.

## 5.6 Kiintotiheys

Eurooppalainen standardi 1097-6 määrittelee tyyppitestauksessa käytettävät referenssimenetelmät kevyt- ja normaalipainoisten kiviainesten kiintotiheyden määrittämiseen. Normaalipainoiset kiviainekset jaetaan kolmeen kokoluokkaan, yli 31,5 mm – 63 mm kokoiisiin, 4 mm – 31,5 mm kokoiisiin ja alle 4 mm kokoiisiin. Yli 31,5 mm kokoiset kiviainekset tutkitaan verkkokorimenetelmällä ja alle 31,5 mm kokoiset tutkitaan eri pyknometrikokeilla. 4 mm – 31,5 mm voi vaihtoehtoisesti myös tutkia verkkokorimenetelmällä. Kiintotiheys lasketaan massan suhteesta tilavuuteen.

Kiintotiheys voi tarkoittaa seuraavia neljää asiaa.

1. Näennäinen kiintotiheys  $\rho_a$

Lämpökaappikuivatun näytteen massa suhteessa sen syrjäyttämän vesimäärän massa, sisältäen suljetut huokokset mutta ei avoimia huokosia

2. Uunikuivattu kiintotiheys  $\rho_{rd}$

Lämpökaappikuivatun näytteen massa suhteessa sen syrjäyttämän vesimäärän massa, sisältäen sekä suljetut että avoimet huokokset

3. Esikuivattu kiintotiheys  $\rho_p$

Esikuivatun näytteen massa suhteessa sen syrjäyttämän vesimäärän massa, sisältäen suljetut huokokset mutta ei avoimia huokosia

4. Kyllästetty ja pintakuivattu kiintotiheys  $\rho_{ssd}$

Näytteessä ja avoimissa huokosissa esiintyvän veden massa suhteessa näytteen syrjäyttämän vesimäärän massaan sisältäen sekä suljetut että avoimet huokokset

Jos kiviaines on huokoinen, niin raekoko vaikuttaa sekä tiheyteen että vedenimeytymiseen. Siksi testiraportissa pitää ilmoittaa näytteen raekokolajike.

Kokeessa tarvitaan lämpökaappia, vaakaa, vesihaudetta, lämpömittaria, seulasarjaa, näytepeltejä, pyyhkeitä, pesulaitteita ja ajanotin. Verkkokorimenetelmässä tarvitaan tämän lisäksi verkkokori ja vedenpitävä säiliö. Pyknometrikokeessa tarvitaan myös pyknometri, metallimuotti ja –sulloin, suppilo, kuumailmapuhallin ja matala astia.

Kokeessa käytettävä vesi voi olla vesijohtovettä tai ionivaihdettua vettä. Tärkeää on, ettei vedessä ole epäpuhtauksia kuten liuennutta ilmaa. Vesi kuuluu keittää ja antaa jäähtyä 19 – 25 °C:seen ennen koetta.

### **Verkkokorimenetelmä**

Verkkokorimenetelmässä testinäytteen vähimmäismassa on 7 kg jos näytteen raekokolajike on 32,5 mm – 45 mm, ja 15 kg jos raekokolajike on 45 mm – 63 mm. Näyte laitetaan verkkokoriin ja upotetaan veteen niin että verkkokorin yläpuolelle jää vähintään 50 mm vettä. Korია nostetaan ja tiputetaan 25 kertaa



astian pohjalle, jotta näytteessä oleva ilma pääsee poistumaan. Näyte jätetään veteen 23,5 – 24,5 tunniksi.

Sitten kori ja kiviaines tärytetään ja punnitaan veden alla. Massa ( $M_2$ ) ja veden tarkka lämpötila kirjataan ylös. Veden tiheys  $\rho_w$  tarvitaan tulosten laskemisessa ja siihen tarvitaan tätä lämpötilan tarkkaa lämpötilaa.

Kori ja kiviaines nostetaan vedestä ylös ja kiviaines laitetaan yhdelle pyyhkeelle kuivumaan. Tämän jälkeen kori laitetaan takaisin veteen, pudotetaan 25 kertaa, ja punnitaan ( $M_3$ ). Kiviaines kuivataan pyyhkeillä ja jätetään ohueksi kerrokseksi pyyhkeen päälle niin että näkyvät vesikalvot ovat hävinneet, mutta näyte näyttää edelleen kostealta. Tämän jälkeen näyte punnitaan ( $M_1$ ). Lopulta näyte kuivataan 105– 115 °C:ssa ja saadaan tulokseksi vakiomassa  $M_4$ .

Tiheys lasketaan megagrammoina kuutiometrissä kaavojen 6-8 mukaan

Kiintotiheys, näennäinen

$$\rho_a = \rho_w \frac{M_4}{M_4 - (M_2 - M_3)} \quad (6)$$

Kiintotiheys, uunikuivattu

$$\rho_{rd} = \rho_w \frac{M_4}{M_1 - (M_2 - M_3)} \quad (7)$$

Kiintotiheys, kyllästetty ja pintakuivattu

$$\rho_{ssd} = \rho_w \frac{M_1}{M_1 - (M_2 - M_3)} \quad (8)$$

jossa	$\rho_a$	näennäinen kiintotiheys	[kg/m <sup>3</sup> ]
	$\rho_{rd}$	uunikuivattu kiintotiheys	[kg/m <sup>3</sup> ]
	$\rho_{ssd}$	kyllästetty ja pintakuivattu kiintotiheys	[kg/m <sup>3</sup> ]
	$\rho_w$	veden tiheys mitattuna siinä lämpötilassa, kun M2 määritettiin	[Mg]
	$M_1$	kyllästetyn ja pintakuivan kiviaineksen massa	[g]
	$M_2$	näennäinen korin ja kyllästetyn kiviaineksen massa vedessä	[g]
	$M_3$	näennäinen tyhjän korin massa vedessä	[g]
	$M_4$	uunikuivatun näytteen massa	[g]

### Pyknometrikoe

Pyknometrikokeessa testinäytteen vähimmäismassa on 5 kg jos näytteen suurin raekoko on 31,5 mm, 2 kg jos suurin raekoko on 16 mm, ja 1 kg jos suurin raekoko on 8 mm.

Näyte upotetaan vedellä täytettyyn pyknometriin ja poistetaan ilma pyörittelemällä ja kallistelemalla pyknometriä varovasti. Tämän jälkeen pyknometri upotetaan veteen ja annetaan näytteen olla siellä 23,5– 24,5 tuntia. Sitten pyknometri nostetaan vedestä ja poistetaan ilma uudelleen pyörittelemällä ja kallistelemalla pyknometriä.

Pyknometri täytetään kokonaan vedellä ja laitetaan kansilevy sen päälle. Sen ulkopinta kuivataan ja pyknometri näytteineen punnitaan ( $M_2$ ). Veden tarkka lämpötila kirjataan muistiin, jotta veden tiheys  $\rho_w$  saadaan selville.

Näyte poistetaan pyknometrissä, laite täytetään uudelleen vedellä ja laitetaan kansilevy päälle ja punnitaan ( $M_3$ ). Veden lämpötilan erotus punnituksissa  $M_2$  ja  $M_3$  saa olla korkeintaan 2 °C. Valunut kiviaines siirretään kuivalle pyyhkeelle ja tästä eteenpäin testi etenee samalla tavalla kuin verkkokorimenetelmässä.

Jos näyte on raekooltaan alle 4 mm, se seulotaan ensin niin että alle 0,063 mm rakeet poistetaan näytteestä. Tämän jälkeen kokeen punnitukset  $M_2$  ja  $M_3$  tehdään samalla tavalla kuin edellä. Näyte siirretään pyknometrissä näytepelille tasapaksuksi kerrokseksi ja kuivataan kuumalla ilmavirtauksella niin että pintakosteus haihtuu. Näytettä sekoitetaan tasaisin väliajoin, jotta kuivuminenkin olisi tasaista. Näyte on valmis punnittavaksi, kun pintakosteutta ei ole enää nähtävillä eikä kiviainesrakeet enää tartu toisiinsa. Tämän jälkeen annetaan näytteen jäähtyä sekoittaen välillä.

Pintakuivan tilan saavuttaminen varmistetaan metallisen kartiomuotin avulla. Muottia pidetään niin että sen suurin halkaisija on näytepellin pohjalla. Muotti täytetään löyhästi testinäytteellä. Muotin sisällä olevaa näytettä sullotaan metallisulloimella 25 kertaa antamalla sulloimen pudota vapaasti. Jos kiviaineskartio ei sorru, kun muotti poistetaan, kuivaamista jatketaan. Kartiokoe toistetaan, kunnes kiviaineskartio sortuu muottia poistettaessa. Kyllästetty pintakuiva näyte punnitaan ( $M_1$ ) ja tästä eteenpäin testi etenee samalla tavalla kuin verkkokorimenetelmässä. (SFS-EN 1097-6)

Koskenkylän kalliomurskeen KaM 0-16 näennäinen kiintotiheys oli 2,69  $\text{Mg/m}^3$ .

## 5.7 Vedenimeytyminen

Eurooppalainen standardi 1097-6 määrittelee tyyppitestauksessa käytettävät referenssimenetelmät kevyt- ja normaalipainoisten kiviainesten vedenimukyvyn määrittämiseen. Vedenimukyky tarkoittaa näytteen massan lisäystä, joka aiheutuu, kun vesi tunkeutuu uunikuivatun kiviainesnäytteen avoimiin huokosiin. Näytettä ei saa kuumentaa keinotekoisesti ennen koetta, sillä tämä voi vaikuttaa näytteen vedenimukykyyn.

Vedenimukyvyn määrittämisessä 24 tunnin upotuksen jälkeen ( $WA_{24}$ ) tarvitaan kiintotiheyskokeessa saadut massat  $M_1$  (kyllästetyn ja pintakuivan kiviaineksen massa grammoina) ja  $M_4$  (uunikuivatun kiviaineksen massa grammoina). Vedenimukyky lasketaan kaavalla 9.

$$WA_{24} = \frac{100 \times (M_1 - M_4)}{M_4} \quad (9)$$

Jossa	$WA_{24}$	vedenimukyky 24 tunnin upotuksen jälkeen	[%]
	$M_1$	kyllästetyn ja pintakuivan kiviaineksen massa	[g]
	$M_4$	uunikuivatun näytteen massa	[g]

(SFS-EN 1097-6)

### 5.8 Nastarengaskulutuskestävyyden määrittäminen kuulamylymenetelmällä

Eurooppalainen standardi 1097-9 määrittelee tyypistestauksessa käytettävät referenssimenetelmän päällysteissä käytettävien karkeiden kiviainesten nastarengaskulutuksen simuloinnille. Testi soveltuu 11,2 mm – 16 mm lajitteelle. Tähän testiin tarvitaan vaaka, seulasarja, lämpökaappi, pesutarvikkeet, mittalaseja ja laitteen laboratorionäytteen jakamiseksi. Tämän lisäksi tarvitaan erikoislaitteita, kuten veden pitävä rumpu, kolme 332-334 mm pituista palkkia, kuulia, moottori, kierroslaskin, mittalaite ja magneetti. Tätä testiä ei yleensä tehdä siirrettävässä laboratorioissa toisin kuin muita tyypitestausraportin testejä.

Näytteen kuuluu olla raekokolajikkeeltaan sellainen että 64-66 % kiviaineksesta läpäisee 14 mm seulan ja 34-36 % sisältää raekokoja 14 mm – 16 mm. Yksittäistestejä tehdään neljä ja yksittäistestinäytteen alkuperäisen massan  $M_1$  tulee olla yhtälön 10 mukainen grammoina.

$$M_1 = \frac{1000 \times \rho_p}{2,65} \pm 5 \quad (10)$$

jossa	$M_1$	näytteen alkuperäinen massa	[g]
	$\rho_p$	esikuivatun näytteen kiintotiheys	[kg/m <sup>3</sup> ]

Ensin näyte pesuseulotaan 2 mm seulalla ja kuivataan uunissa 105– 115 °C:ssa ja annetaan jäähtyä. Näyte seulotaan niin että saadaan vähintään kaksi yksittäisnäytettä, joista valmistetaan 11,2 mm – 14 mm sekä 14 mm – 16 mm lajitteet.

Testi suoritetaan sijoittamalla rumpuun 6990 g – 7010 g teräskuulia, 2 litraa vettä ja yksittäistestinäyte. Rummun kansi kiinnitetään ja rumpua pyöritetään noin 5400 kierrosta nopeudella 87-93 kierrosta minuutissa.

Kokeen jälkeen kerätään sekä kuulat että kaikki kiviaines astiaan, ja tämän jälkeen rummusta ja kannesta huuhdellaan sisäpuolelle jäänyt kiviaines astiaan. Tämä kaikki kaadetaan 2,0 mm seulalle jonka päällä on suojaseula, ja materiaali pestään vedellä. Suojaseulalle jääneet kuulat erotellaan varovasti kiviaineksesta esimerkiksi magneetin avulla. Seuloille jääneet kiviainekset siirretään astiaan ja kuivataan 105– 115 °C:ssa vakiomassaan. Merkitään muistiin yli 2 mm kiviainesrakeiden massa ( $M_2$ ). Toistetaan rumpukoe toisella yksittäistestinäytteellä.

Kuulamylyarvo  $A_N$  lasketaan kaavalla 11.

$$A_N = 100 (M_1 - M_2) / M_1 \quad (11)$$

jossa	$M_1$	kuivatun näytteen alkuperäismassa	[g]
	$M_2$	kuivattujen yli 2 mm kiviainesrakeiden massa kuulamylykokeen jälkeen	[g]

Yksittäistestinäytteiden keskiarvo lasketaan ja yksittäistulosten erotus saa olla korkeintaan 10 % keskiarvosta. (SFS-EN 1097-9)

Koskenkylän murskeen KaM 0-16 kuulamylyarvo oli 6,1 %.

## 5.9 Jäädytys-sulatuskestävyys

Eurooppalainen standardi 1367-1 määrittelee testimenetelmän kiviaineksen käyttäytymisen arvioimiseksi, kun se jäädytetään ja sulatetaan kymmenen kertaa -17,5 °C lämpötilasta + 20 °C lämpötilaan. Näin kiviaineksen kestävyyttä on mahdollista arvioida rapautumista vastaan. Testiä voi käyttää kiviaineksille joiden raekoko on 4 mm – 63 mm.

Tässä kokeessa tarvitaan kuivauskaappia, vaakaa, matalien lämpötilojen kaappia, seulasarjaa, peltipurkkeja ja vettä. Yksittäistestinäytteitä tarvitaan kolme kappaletta. Suositeltavaa olisi, että raekokolajike on 8 mm – 16 mm, mutta alla olevasta taulukosta selviää muidenkin raekokolajitteiden testinäytteen koko jossa alle 5 % poikkeamat ovat sallittuja.

Taulukko 6: Jäädytys-sulatuskestävyystestissä käytettävän kiviaineksen vähimmäismassa.

Maksimi kiviaineraekoko mm	Tarvittavan kiviaineksen massa g
4...8	1000
8...16	2000
16...32	4000
32...63	6000

Ensin näyte upotetaan kokonaan veden alle, ja annetaan veden imeytyä 15-25 °C:n lämpötilassa vuorokauden ajan näytteeseen. Tämän jälkeen varmistetaan, että vettä on vähintään 10 mm näytteen yläpuolella ja pistetään kansi päälle. Näyteastia laitetaan matalien lämpötilojen kaappiin ja mitataan näytteen keskeltä lämpötila.

Ensin lämpötilaa lasketaan 15-25 °C:sta 0 - -1 °C:een 90-210 minuutissa, ja pidetään tätä lämpötilaa yllä 120-300 minuuttia. Sitten lämpötilaa lasketaan -15 - -20 C:een ja pidetään vähintään 240 minuuttia. Lopulta näyte sulatetaan upottamalla noin 20 C:een veteen, ja sulaminen on täydellistä kun näytteen

lämpötila on noin 20 C:nen. Jäädytys-sulatuskierros on oltava valmis yhden vuorokauden kuluessa.

Kun tämä kierros on toistettu 10 kertaa, kaadetaan purkin sisältö testiseulalle, jonka aukkokoko on pienempi kuin näytteen minimiraekoko. Näyte pestään ja seulotaan käsin. Seulalle jäänyt massa kuivataan uunissa vakiomassaan, jäähdytetään huoneenlämmössä ja punnitaan ( $M_2$ ). Jäädytys-sulatustestin tulos saadaan kaavalla 12.

$$F = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100 \quad (12)$$

jossa	$F$	jäädytys-sulatustestin massahäviö	[%]
	$M_1$	näytteen alkuperäinen kuivamassa	[g]
	$M_2$	seulalle jääneen näytteen kuivamassa	[g]

### 5.10 Humuspitoisuus

Eurooppalainen standardi 1744-1 määrittelee kiviainesten kemiallisen analyysin vertailumenetelmät, joita käytetään tyyppitestauksessa. Humus eli orgaaninen aines syntyy eläin- ja kasvikunnan tuotteiden hajoamisen tuloksena. Humuspitoisuutta arvioidaan laittamalla näyte natriumhydroksidiliuokseen ja tutkimalla syntyneitä värejä. Kun natriumhydroksidi reagoi humuksen kanssa, syntyy tummaa väriä. Mitä tummempi väri, sen korkeampi humuspitoisuus. Tosin voimakas värireaktio voi johtua muistakin tekijöistä, joten tarkka testi tämä ei ole.

Testissä tarvitaan 450 ml lasipullo korkilla sekä 4 mm seula. Reagensseina käytetään 3 % natriumhydroksidiliuosta ja vakioitua väriliuosta.

Näytettä tarvitaan paljon, kuten alla olevasta taulukosta voi todeta.

Taulukko 7: Jaetun näytteen vähimmäismassa humustestissä

Kiviaineksen ylempi seulakoko mm	Jaetun näytteen vähimmäismassa kg
63	50
45	35
31,5	15
22,4 tai pienempi	5

Näyte kuivataan lämpökaapissa ja seulotaan 4 mm seulalla. Seulan läpi mennyt materiaali otetaan talteen. Natriumhydroksidiliuosta kaadetaan lasipulloon noin 80 mm kerros. Tämän jälkeen testinäytettä kaadetaan pulloon niin paljon, että kokonaiskorkeus on 120 mm. Pulloa ravistetaan ja annetaan ilmakuplien poistua. Pullo suljetaan ja sitä ravistetaan voimakkaasti noin minuutin ajan, ja tämän jälkeen annetaan näytteen seistä 24 tuntia. Lopulta näytettä verrataan vakioituun väriliuokseen, ja jos näyte on vaaleampi kuin väriliuos niin se on negatiivinen, mutta jos näyte on tummempi kuin väriliuos niin näyte on positiivinen.

Koskenkylän ottoalue on ollut sen verran aktiivisessa käytössä, ettei kalliopinnoille ole ehtinyt kasvamaan niin paljoa humusta, että sitä tarvitsisi erikseen testata.

## 6 RAAKA-AINEEN HANKINTA JA JALOSTAMISTAVAT

Maa-ainesten ottaminen ja käyttäminen ovat luonnonvarojen normaalia käyttöä. Ottaminen kohdistuu sekä soravaroihin että kallion kiviaineksiin. Soravarojen luvanvaraisilta ottoalueilta väheneminen on lisännyt voimakkaasti kalliomurskeen käyttöä. Kalliomurskeen tekninen hyödynnettävyys on parantunut huomattavasti tehostuneiden louhinta- ja murskaustekniikoiden ansiosta. (Ympäristöopas 85, 2001.)

Kiviaineen jalostuksella tarkoitetaan välppäämistä, seulomista, murskausta ja pesua, jolla kiviaines saatetaan toivotun laiseksi silloin, kun luonnon kiviaines



ei täytä rakennustekniikan vaatimuksia. Vain osa kallioperästä kelpaa kestopäällysteiden kiviainekseksi, koska muun muassa sallittu rakeisuus-käyräalue on näillä kiviaineksilla erittäin ahdas ja kiviaineksen laadulle asetetaan myös muita tiukkoja vaatimuksia. (Jääskeläinen 2010, 172.)

Destialla on vuonna 2018 yhteensä 316 kiviainesaluetta joissa on voimassa olevat ottoluvat, ja näistä noin 100 alueella on aktiivista toimintaa. Destian ottoalueilta lähtee vuosittain noin 3 miljoonaa tonnia maa- ja kiviainesta. (Destia.fi. 2018)

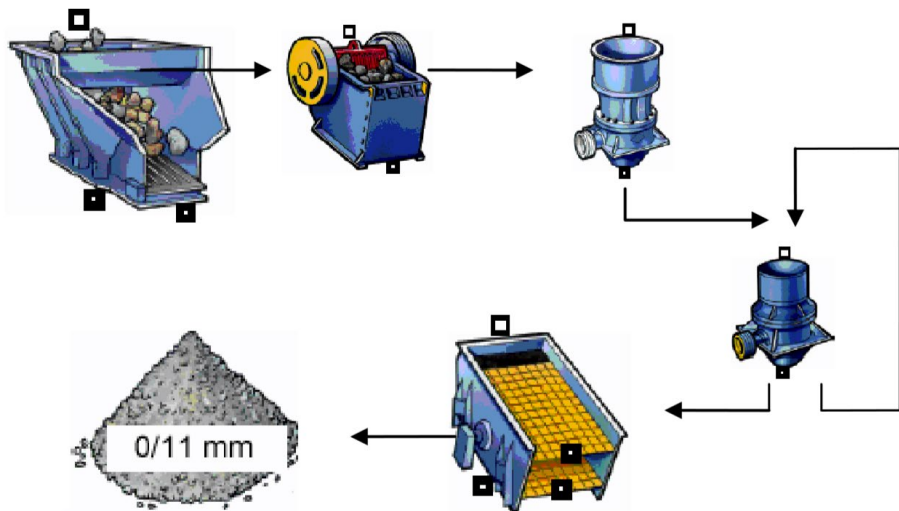
## **Louhinta**

Kalliokiviaineksen valmistuksessa tuotantoprosessi alkaa louhinnalla. Louhinnalla tarkoitetaan kallion rakenteen rikkomista räjähdysainesten tai paisuvan sementin avulla sekä jyrsimillä ja iskukoneilla. Kalliosta irronnut materiaali on louhetta. Louheen kokoon voidaan vaikuttaa muuttamalla ominaispanostusta ja porausten reikävälejä.

Liian pieni räjähdysainemäärä on kustannustehoton koska siitä aiheutuu ylisuuria lohkarkeitä, joita joutuu myöhemmin erikseen rikkomaan. Liian korkea ominaispanostus taas voi aiheuttaa kiven mikrorakoilua, ja se taas heikentää kiven lujuutta ja kulutuskestävyyttä. Kiviainestuotannossa louheen maksimikoko on yleensä noin 500 – 700 mm (Asfalttialan oppikirja 2013)

Erilaisia louhintatapoja on muun muassa pengeri-, tunneli-, tarkkuus- ja kanaalilouhinta, mutta näistä edullisin on pengerialouhinta, jota käytetään myös ottoalueilla. Kalliokiviainesten hyödyntäminen on selvästi kalliimpaa kuin luonnon soran käyttö louhinnan ja murskauksen takia. (Anttonen, A. & Hytönen, L. 1999, 67.)

Louhinnasta aiheutuu melua ja tärinää, mutta murskelouhoksilla louhintaa ja murskausta tehdään yleensä vain ajoittain suuriin varastokasoihin, joten oikealla suunnittelulla häiriöitä voidaan minimoida. (Ympäristöopas 85, 2001.)



Kuva 6 Kiviaineksen matka louheesta murskeeksi. Asfalttialan oppikirja 2013

## Murskaus

Asfalttikiviainekset valmistetaan aina murskausprosessilla. Asfalttikiviainesten murskaukseen voidaan käyttää perinteistä kolmivaiheista murskauslaitosta. Murskausprosessilla voidaan vaikuttaa merkittävästi tuotteen muotoon sekä laatu- ja lujuusominaisuuksiin, joilla on tärkeä merkitys päällysteissä. Murskausprosessia suunniteltaessa huomioidaan sekä raaka-aineen ominaisuudet, että valmistettavien tuotteiden vaatimukset.

Sora- ja kallioraaka-ainetta voidaan hyödyntää murskauksessa samantyyppisillä laitoksilla, mutta asfalttikiviaineksena käytetään vain kalliomurskettä. Louhe kuljetetaan murskaimeen kaivinkoneella tai pyöräkuormaajalla (kuva 7). Tuotteen laatu pysyy tasaisena, jos syöttömäärä pysyy vakiona. Louhe syötetään ensin esimurskaimeen, joka yleensä on leukamurskain. Leukamurskaimessa louhe murskautuu liikkuvan leuan puristaessa louheen vastinkappaletta vastaan. Murskaussuhde eli louheen ja loppumateriaalin suhde on 3/1 – 8/1.



Kuva 7 Koskenkylän esimurskain ja louhittu kallio.

Esimurskauksen jälkeen murske menee välimurskaimeen (kuva 8). Välimurskain on yleensä karamurskain, jossa kartionmuotoinen kara puristaa murskeen manttelia vasten, jolloin materiaali murskautuu. Murskaussuhde on tyypillisesti 5/1.



Kuva 8 Koskenkylän välimurskain.

Kolmannessa vaiheessa hienomurskaimessa (kuva 9) käytetään yleensä pientä 2-3/1 murskaussuhdetta, ja se parantaa tuotteen lujuusominaisuuksia ja myös muotoilee murskeen sopivaksi. Tämä tapahtuu yleensä suljetussa piirissä missä on myös seula. Ylisuuret rakeet kulkeutuvat takaisin murskaimeen seulan kautta. (Asfalttialan oppikirja. 2013).

Koskenkylässä asfalttimursketta murskataan yhdellä esimurskaimella, kahdella välimurskaimella ja yhdellä hienomurskaimella.



Kuva 9 Koskenkylän hienomurskain

### **Seulonta**

Yleensä heikko ja muodoltaan epäkurantti hienoaines poistetaan seulomalla. Tätä hienoainesta kutsutaan kivituhkaksi ja sitä käytetään myös maanrakennuskohteissa, muun muassa viherrakentamisessa tai tasoitekerroksena. Asfalttimassaan se ei kuitenkaan sovi.

Pieniä määriä mursketta voi seuloa kätevästi pyöräkoneen seulakauhalla, mutta isoille määrille mursketta käytetään erillistä seulakonetta. Seulakoneessa on seulaverkko, jonka läpi tärytetään hienoaines, jolloin sopivankokoinen kiviaines jää verkon päälle.

### **Varastointi**

Kiviainesta valmistettaessa ja varastoidessa on käytettävä sellaisia menetelmiä, ettei lajittumista tai kiviainesten likaantumista pääse tapahtumaan. Varastopaikan pitää kantavuutensa ja tasaisuutensa puolesta täyttää varastoalueelle asetettavat vaatimukset. Alueen tulee olla niin laaja, että kaikki lajikkeet voidaan sijoittaa selvästi erillään oleviin kasoihin. Myös työturvallisuus paranee, jos kasojen välissä on tarpeeksi tilaa.



Kuva 10 Valmis kalliomurske # 0-16 Pyhtään asfalttiasemalla varastossa.

Varastokasan alle olisi hyvä laittaa noin 20 cm:n kerros vaaleaa hienoainesta, jolloin koneenkuljettaja havaitsee ajoissa, milloin kasanpohja tulee vastaan. Kiviainekset eivät saa sekoittua keskenään tai alla olevan maan kanssa. Myöskään lunta, jätää tai muita epäpuhtauksia ei saa sekoittua kiviaineksiin. Pitkään seisseen kasan humuspitoisuus voi nousta liian korkeaksi. (Betonin kiviainekset 2001, 2001. 45)

### **Ottopaikan jälkihoito**

Louhinta ja soranotto vaikuttavat haitallisesti maisemakuvaan ja ne turmelevat luonnonvaroja, sekä voivat pahimmassa tapauksessa saastuttaa pohjavesiä. Ottamisen haittoja voidaan vähentää ottopaikan jälkihoidolla. Jälkihoitoa on muun muassa ottoalueen siistiminen ja muotoilu sekä pintamateriaalin levitys ja kasvillisuuden palautus. Jälkihoidon tavoitteena on vähentää pohjaveden likaantumiseriskiä ja myös parantaa alueen turvallisuutta.

Ottamisalueelle voi myös luoda uusia käyttömahdollisuuksia, joita voivat olla esimerkiksi ulkoilukäyttö tai asutus- ja teollisuuskäyttö. Tavoitteena on luonnonvarojen kestävä käytön periaatteen noudattaminen, eli että se olisi samanaikaisesti sekä ekologisesti, taloudellisesti, kulttuurisesti sekä sosiaalisesti kestävä. Esimerkiksi pohjavesi pitäisi voida turvata tuleville sukupolville niin määrällisesti kuin laadullisesti. (Ympäristöopas 85. 2001. 7-8.)

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kovan asfalttikiviaineksen ominaisuuksia ja mitä vaatimuksia hyvällä asfalttikiviaineksella pitäisi olla. Aihe on laaja ja sisältää runsaasti standardeja ja laadunvarmistusta. Moottoritielle menevään asfalttimassaan tarvitaan erityisen korkealaatuista kiviainesta ja itse massan valmistus on ollut todella tarkkaa.

Opinnäytetyön tekeminen edellytti asfalttiaseman toiminnan seurantaan, Aseman toimimiseen on tarvittu todella tarkkaa logistista suunnittelua. Eri moottoritien osillehan tuli täysin erilaisia massoja, ja koska esimerkiksi pelkän pääkaistan päällystäminen yhdellä kerralla olisi mahdotonta, joutuu eri massoja valmistamaan pienissä erissä ja reseptiä tulee vaihtaa tiuhaan tahtiin. Siirrettävän asfalttiaseman vieressä olevat varastoalueet ovat rajalliset, joten eri kiviaineslaatuja ei saa olla liikaa varastossa, mutta ne ei todellakaan saa loppua kesken koska silloin koko tuotanto keskeytyisi.

Asfalttimassaan käytettiin tässä kohteessa osassa päällystettävästä alueesta asfalttirouhetta, joka on moottoritien päällystyksessä vielä aika epätavallista. Mielenkiintoista on nyt lähivuodet seurata, onko tästä haittaa vai ei. Mutta rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö on nykyisin suositeltavaa. Toivottavasti uusioasfaltti on toimiva materiaali kovassakin käytössä ja muutkin haluavat sitä käyttää jatkossa.

Tässä käytettiin useita lähteitä. Tiedonhaussa harmonisoidut standardit ovat päälähde. Myös asfalttialan raamattu eli asfalttinormit 2017 on ollut lähtötietomateriaalina kovassa käytössä, sekä PANK ry:n asfalttialan oppimateriaali ASKO.

## LÄHTEET

Anttonen, A. & Hytönen, L. 1999. Yhdyskuntatekniikka. 4. painos. Helsinki: Rakennustieto Oy

ASKO asfalttialan koulutusohjelma 2013. Asfalttialan oppimateriaali. Saatavissa: <http://pank.fi/tekniset-vaatimukset/muut-julkaisut/opinnaytteet-ja-muut-selvitykset/asfalttialan-oppimateriaali> [viitattu 13.2.2018].

Asfalttinormit 2017. 2017. Vantaa: Päälystealan neuvottelukunta PANK ry

Betonin kiviainekset 2001 by 43. 2001. Suomen Betoniyhdistys r.y. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Bonte, D. & McDaniel, B. 2009. Recycled asphalt pavement. Indiana LTAP Asphalt Workshop. Päivitetty 12.11.2009. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://engineering.purdue.edu/NCSC/services/2009%20Presentations/Recycled%20Asphalt%20Pavement.pdf> [viitattu 10.9.2018].

Destia.fi 2018. Tavoitteenamme ympäristövaikutusten minimointi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.destia.fi/yritys/vastuullisuus/ymparisto.html> [viitattu 5.10.2018].

Forstén, L. 2013. Asfaltin uusiokäyttö [http://www.nvfnorden.org/library/Files/Utskott-och-tema/Belaggnig/Seminarier/Ymp%C3%A4ristoseminaari-2013/4492\\_ForstenVanhaAsfaltti\\_TuotevaijtelF2.pdf](http://www.nvfnorden.org/library/Files/Utskott-och-tema/Belaggnig/Seminarier/Ymp%C3%A4ristoseminaari-2013/4492_ForstenVanhaAsfaltti_TuotevaijtelF2.pdf) [viitattu 13.12.2017].

Geologian tutkimuskeskus. Kalliokiviaines. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/kalliokiviaines/> [viitattu 6.9.2018].

Jääskeläinen, R. 2010. Maarakennuksen ja louhinnan perusteet. 1. painos. Porvoo: Tammertekniikka

Kivilajien jaottelu ja syntytavat s.a. Kaiva.fi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://kaiva.fi/geologia/kivilajit-ja-malmien-synty/kivilajien-jaottelu-ja-syntyvat/> [viitattu 14.2.2018].

Lampinen, A. 1993. Kestopäälysteiden urautuminen. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus

Lehtinen, M., Nurmi, P. & Rämö, P. 1998. 3000 vuosimiljoonaa, Suomen kallioperä. Jyväskylä: Suomen Geologinen Seura

Lämsä, V.-P. 2005. Asfaltin uusiokäyttö tierakentamisessa. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 27/2005. Helsinki: Edita Prima Oy

Maa-aineslaki 24.7.1981/555.

Rautiainen, L. 2014. Kuinka viedä rakennustuote hyväksytysti markkinoille? Pdf-dokumentti. Saatavissa: [https://www.vttexpertservices.fi/Documents/Ajankohtaista/052014\\_Rakennustuotteiden%20vienti%20markkinoille\\_Rautiainen.pdf](https://www.vttexpertservices.fi/Documents/Ajankohtaista/052014_Rakennustuotteiden%20vienti%20markkinoille_Rautiainen.pdf) [viitattu 5.10.2018].

Ruud, O. 2013. Bitumen. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://snl.no/bitumen> [viitattu 19.10.2018].

Rytilä, P. 1988. Yhdyskuntatekniikka. 1. painos. Hämeenlinna: Otakustantamo

SFS-EN 932-3. 2003. Kiviainesten yleisten ominaisuuksien testaus. Osa 3: Yksinkertaistetun petrografisen kuvauksen menettely ja terminologia. 2. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 933-1. 2012. Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus. Osa 1: Rakeisuuden määrittäminen. Seulontamenetelmä. 2. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 933-3. 2012. Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus. Osa 3: Raemuodon määrittäminen. Litteysluku. 3. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 933-5. 1998. Kiviainesten geometrinen ominaisuuksien testaus. Osa 5: Pinnan ominaisuuksien arviointi. Murtopintaisten rakeiden osuus karkeassa kiviaineksessa. 1. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 1097-6. 2014. Kiviainesten mekaanisten ja fysikaalisten ominaisuuksien testaus. Osa 6: Kiintotiheyden ja vedenimeytymisen määrittäminen. 2. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 1097-9. 2014. Kiviainesten mekaanisten ja fysikaalisten ominaisuuksien testaus. Osa 9: Nastarengaskulutuskestävyyden määrittäminen. Pohjoismainen testi (kuulamyllymenetelmä). 2. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 1367-1. 2007. Kiviainesten lämpö- ja rapautuvuusominaisuuksien testaus. Osa 1: Jäädytys-sulatuskestävyyden määrittäminen. 2. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 1744-1. 2013. Kiviainesten kemiallisten ominaisuuksien testaaminen. 2. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry. 3. painos. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

Tukes. Tuotteiden CE-merkinnät kuntoon. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://tukes.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/tuotteiden-ce-merkinnat-kunto-1](https://tukes.fi/artikkeli/-/asset_publisher/tuotteiden-ce-merkinnat-kunto-1) [viitattu 19.10.2018].

Ympäristöministeriö. 2001. Ympäristöopas 85, maa-ainesten ottaminen ja ottamisalueiden jälkihoito. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40806/YO\\_85.pdf](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40806/YO_85.pdf) [viitattu 19.3.2018].



## KUVALUETTELO

Kuva 1 Markkinamäen tunneli Kotka-Koskenkylän moottoritieellä. Liikennevirasto. 2015 Saatavissa: <https://www.flickr.com/photos/liikennevirasto/sets/72157656916287884/> [viitattu 21.11.2017].

Kuva 2 Uusioasfalttiin lisättävää asfalttirouhetta # 0-11 mm. Karhinen, A. 1.11.2017

Kuva 3 Kalliokiviainesten ottopaikat vuonna 2011. Geologian tutkimuskeskus. Saatavissa: <http://www.gtk.fi/geologia/luonnonvarat/kalliokiviaines/index.html> [viitattu 6.9.2018]

Kuva 4 Kivilajien eri päätyyppien muodostuminen aineen suuren kiertokulussa. Tervo, T. 2010. <https://kaiva.fi/geologia/kivilajit-ja-malmien-synty/kivilajien-jaottelu-ja-syntytavat/> [viitattu 14.2.2018].

Kuva 5 Koskenkylän kalliomurske KaM 0-16. Karhinen, A. 27.8.2018

Kuva 6 Kiviaineksen matka louheesta murskeeksi. ASKO asfalttialan koulutusohjelma 2013. Asfalttialan oppimateriaali. Saatavissa: <http://pank.fi/tekniset-vaatimukset/muut-julkaisut/opinnaytteet-ja-muut-selvitykset/asfalttialan-oppimateriaali> [viitattu 13.2.2018].

Kuva 7 Koskenkylän esimurskain ja louhittu kallio. Oksa, T. 30.5.2016

Kuva 8 Koskenkylän välimurskain. Oksa, T. 30.5.2016

Kuva 9 Koskenkylän hienomurskain. Oksa, T. 30.5.2016

Kuva 10 Valmis kalliomurske # 0-16 Pyhtään asfalttiasemalla varastossa. Karhinen, A. 27.8.2018

**RAKEISUUSTUTKIMUS, KESKIARVO**

Asiakas	Destia Oy	Kunta	Loviisa
Projekti	Koskenkylä 2018	Materiaali	KaM
Urakoitsija	Veljekset Mäkitalo Oy	Lajite	0/16
Paikka	Koskenkylä	Diaarinro	
Yhteyshenkilö	Ilkka Rantala	Kasa	
Lisätieto			

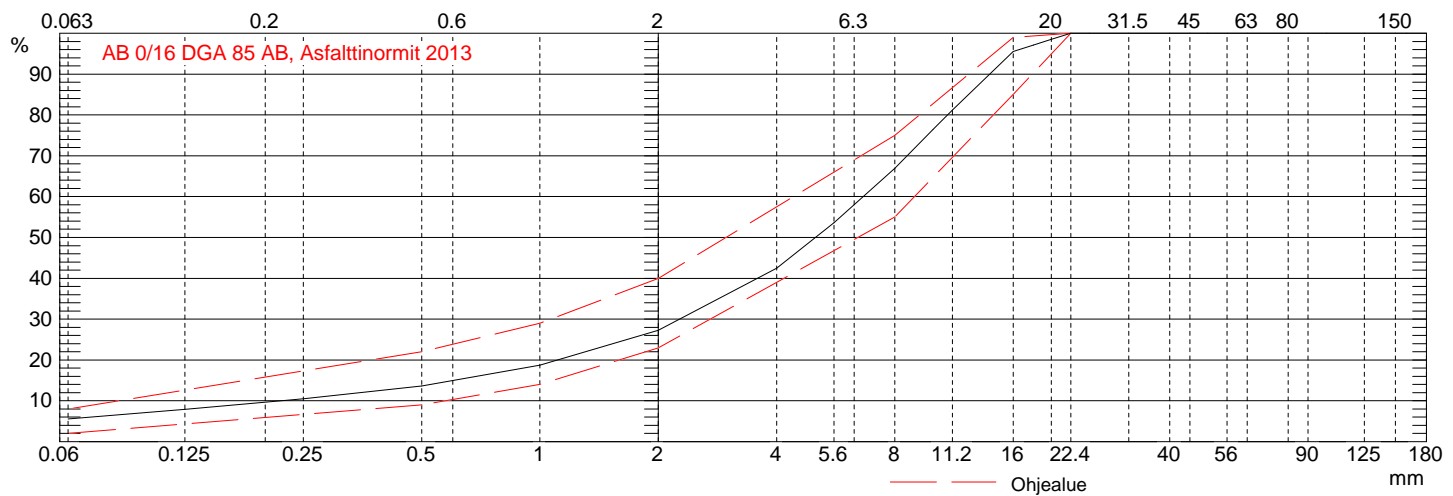
Näytteenottoväli	16.4.2018 - 15.5.2018
Näytteitä	28

Seulontatapa	Pesuseulonta (SFS-EN 933-1:2012)
Puhtaus	f <sub>7</sub>

Seulat mm	Ohjealue min	max	Läpäisy %
22.4	100	100	100
16	85	99	96
11.2			81
8	55	75	67
5.6			54
4			43
2	23	40	27
1	14	29	19
0.5	9	22	14
0.25			11
0.125			8
0.063	2.0	8.0	5.6

\* Poikkeaa ohjeseulalta

Kokeen nimi (Menetelmä) [ Yksikkö ]	Keskiarvo	Suurin
Vesipitoisuus (SFS-EN 1097-5:2008) [ % ]	1.02	2.17
Kiintotiheys, näennäinen (SFS-EN 1097-6:2014) [ Mg/m <sup>3</sup> ]	2.69	2.69
Ominaispinta-ala (PANK 2401:2009) [ m <sup>2</sup> /g ]	1.00	1.00
Vedenadsorptio-luku (PANK 2108:2009) [ % ]	0.8	0.8
Vedenadsorptiokyky (PANK 2108:2009) [ mg/m <sup>2</sup> ]	8.0	8.0
Litteysluku (SFS-EN 933-3:2012) [ % ]	12	17
Kuulamylyjarvo (SFS-EN 1097-9:2014) [ % ]	6.1	6.1



Huom! Testaustulos koskee ainoastaan testattua näytettä.

Jakelu	
--------	--

Päiväys 16.05.2018

Allekirjoitus

Varinen Pekka

 Espoon Laboratorio  
 Turuntie 207  
 02740 Espoo  
 etunimi.sukunimi@mitta.fi

KIVI/Mari Borén

8.5.2017

## **LOVIISAN KOSKENKYLÄN (VARSTON:O 11865) KIVIAINEKSEN PETROGRAFINEN KUVAUS**

Destia Oy:n Loviisan Koskenkylän kallioalueen kiviaineksen petrografinen kuvaus (SFS-EN 932-3+A1).

### **Kivilaji:**

- Hienorakeinen kvartsi- maasälpäliuske

### **Mineraalikoostumus:**

Plagioklaasi 50,4 %

Kvartsi 39,6 %

Biotiitti 7,6 %

Kloriitti 1,0 %

Kalimaansälpä 0,6 %

Saussuriitti 0,4 %

Muut 0,2 %

Opaakki <0,2 %

Petrografisen tutkimuksen mukaan kiviaines ei sisällä haitallisessa määrin vaarallisia mineraaleja eikä se ole rapautumisherkkää, vettä pidättävää eikä sähköä johtavaa. Kiviaines soveltuu petrografisen koostumuksensa puolesta käytettäväksi sitomattomien rakennekerroksien, raidesepelin, betonin ja asfaltin raaka-aineeksi.

Mari Borén  
Maa-ainespäällikkö, Geologi  
040 6682 485  
mari.boren@destia.fi