

2. RAAKA-AINEET

2.1. SIDEAINEET

Käsittelykohdat Asfalttinormeissa 2017

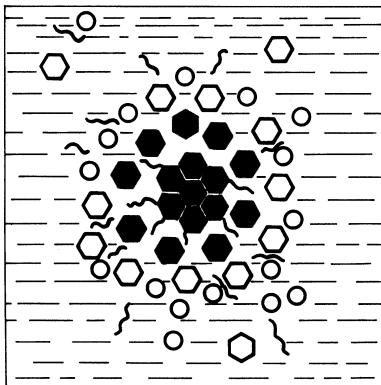
4 Sideaineet

4.1.1	Yleistä
4.1.2	Bitumit
4.1.3	Polymeerimodifioidut bitumit
4.1.4	Bitumiliuokset ja fluksatut bitumit
4.1.5	Bitumiemulsiot

2.1.1 Bitumien raaka-aineet ja bitumituotteiden valmistusmenetelmät

Bitumit valmistetaan raakaöljystä, jonka olomuoto voi vaihdella raskaasta, jähmeäliikkeisestä lähes mustasta aina keveään, herkkäliikkeiseen ja kellanruskeaan.

Kemialliselta koostumukseltaan raakaöljy on lukemattomien hiilivetyjen seos, jonka suurimolekyyllisimmat osat, asfalteenit, ovat bitumin saannin kannalta



Raakaöljyn miselli-malli, jossa asfalteenit (mustat kuusikulmiot) ovat hartsien (valkoiset kuusi-kulmiot) ympäröiminä öljyssä

keskeisimmät komponentit. Kahta täysin samanlaista raakaöljylaatua ei ole olemassa. Tämä johtuu siitä, että öljyesiintymät ovat erikäisiä ja ne ovat syntyneet erilaisissa ympäristöissä. Raakaöljyt jaetaan eri luokkiin tiheyden mukaan. Raskaimmat raakaöljyt käytetään yleensä bitumin valmistukseen, koska bitumin saanto niistä on suuri. Keskiraskaita raakaöljyä voidaan käyttää bitumituotantoon, mutta silloin raakaöljyn valintaan vaikuttavat voimakkaasti myös muut tekijät kuin bitumin valmistus.

Vaikka raskaita raakaöljyä on perinteisesti käytetty bitumituotantoon niiden suuren saannon vuoksi niin bitumin määrällä ja laadulla ei ole yhteyttä toisiinsa. Keveistä raakaöljyistä saadut bitumit voivat olla laadullisesti korkealuokkaisia.

Pelkästään raakaöljyanalyysien perusteella ei voida ennustaa siitä saatavan bitumin laatua.

Eri puolilla maailmaa tavataan luonnon asfalttiesiintymiä, joista muutamissa on hyvinkin korkea bitumipitoisuus. Luonnonasfaltit ovat olleet historian aikana ainoita bitumin saantolähteitä aina 1800-luvun lopulle asti, jolloin maaöljyn jalostus alkoi tuottaa bitumia. Tänä päivänä käytännöllisesti katsoen kaikki bitumi jalostetaan raakaöljystä ja luonnonasfalttien käyttö on verrattain vähäistä.

Raakaöljy ja myös bitumi ovat mitä moninaisimpien hiilivetyjen seoksia, joissa on yhdisteitä alhaisen molekyylipainon omaavista parafiineista aina korkean molekyylipainon omaaviin aromaatteihin.

Suurimmat asfalteenimolekyylit ovat luonteeltaan niin erilaisia verrattuna pienimpiin öljymolekyyleihin, että ne ovat toisiinsa liukenemattomia. Tästä syystä bitumin ja raakaöljyn rakenne on jouduttu selittämään misellimallilla, jossa ytimen muodostavat suurimmat ja aromaattisimmat asfalteenimolekyylit. Niitä ympäröi hartsikerros, joka on pienempimolekyylinen ja vähemmän aromaattinen ja jonka tehtävänä on saada asfalteenit liukenemaan ympäröivään jatkuvaan öljyfaasiin.

Bitumissa asfalteenimisellien määrä on huomattavasti suurempi kuin raakaöljyssä, koska jalostusprosesseissa öljyosaa erotetaan keveiksi tuotteiksi ja asfalteenit jäävät bitumiin. Asfalteenien määrä ja rakenne säätelevät bitumin fysikaaliset ominaisuudet. Myös bitumin ja raakaöljyn musta väri tulee asfalteeneista.

Bitumin valmistus

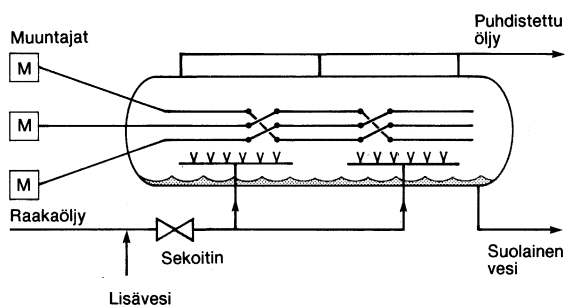
Suolanpoisto

Raakaöljy sisältää tavallisesti myös vettä, suoloja ja kiinteitä epäpuhtauksia, jotka on poistettava ennen syöttöä tislauksikkoon. Suolat ovat lähinnä natrium-, magnesium- ja kalsiumklorideja, jotka ovat liukenevia raakaöljyssä olevaan veteen.

Suolanpoistossa noin 120 °C lämpötilassa olevaan raaka-öljyyn lisätään 3 - 5 % vettä. Lämpötilan nosto alentaa öljyn viskositeettia ja suurentaa veden ja öljyn tiheyseroa parantaen erottumista. Vesi lisätään voimakkaasti sekoittaen, jotta se saataisiin jakautumaan tasaisesti koko raakaöljyyn. Lisätty vesi liuottaa suolat ja kerää epäpuhtaudet raakaöljystä. Öljy johdetaan suolanpoistolaitteeseen, joka on halkaisijaltaan suuri (noin 3,5 metriä) ja yli 10 metriä pitkä makaava säiliö. Laitteen voimakas vaihtovirtakenttä panee vesipisarat värähtelevään liikkeeseen ja pienet pisarat yhtyvät suuremmiksi. Samanaikaisesti öljyn virtausnopeus laskee, jolloin suurentuneet vesipisarat ja kiinteät epäpuhtaudet laskeutuvat

säiliön pohjalle. Säiliön pohjalle muodostuu lietettä sisältävä vesipatja, jota poistetaan jatkuvasti säiliöstä.

Suolanpoistolaitteen elektrodien läpi virrannut puhdistettu raakaöljy poistuu säiliön yläosasta.

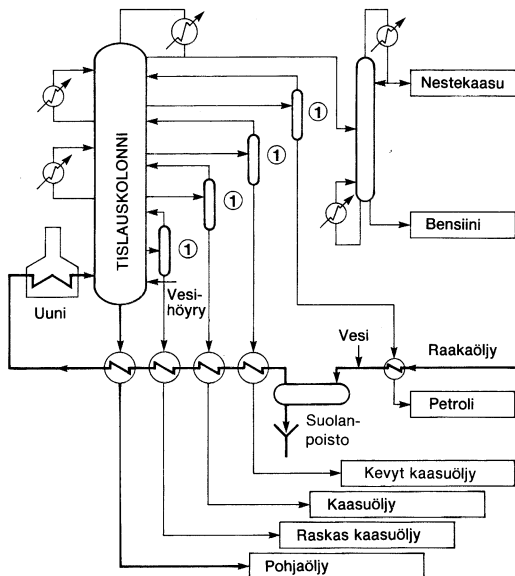


Raakaöljyn suolanpoistoyksikkö

Jos suolanpoistoa ei tehtäisi, kerääntyisivät suolat ja kiintoainekset jokaisessa tislauksivaiheessa kolonnin pohjatuotteeseen heikentäen tuotteen laatua. Bitumissa olevan liukenemattoman kiintoaineksen osuus kasvaisi ja aiheuttaisi mahdollisia käyttöhäiriöitä. Suolanpoistoyksiköt estävät yleensä tehokkaasti kiinteiden aineiden ja suolan pääsyn raakaöljystä öljytuotteisiin. Suolapitoisuudet bitumeissa ovat yleensä muutaman kymmenen ppm:n (miljoonasosa) luokkaa.

Suoratislaus

Öljynjalostuksen ensimmäinen varsinainen erotusprosessi on raakaöljyn tislaukseen, jota kutsutaan myös suoratislaukseksi. Tässä yksikössä erotetaan normaalipaineessa ja lämpötilaa nostamalla raakaöljystä haihtuvat keveimmät



tisleet ja pohjatuotteena saadaan paksua mustaa bitumista öljytuotetta. Raakaöljy syötetään suolanpoistoyksikön jälkeen uuniin, jossa syötön lämpötila nostetaan halutulle tasolle, noin 350 - 380 °C. Tämän korkeammalle lämpötilaa ei voi nostaa, koska silloin tuote alkaisi hajota eli krakkautua. Uunin jälkeen syötöstä on höyrystynyt yli 50 % ja syötön virtausnopeus on erittäin suuri, joten viipymäaika putkistossa ennen tislaukskolonniin tuloa on lyhyt. Näin ollen krakkautumista ei ehdi tapahtua. Nesteen ja kaasun seos syötetään tislaukskolonnin haihdutusosaan, jossa kaasu- ja nestefaasit erottuvat toisistaan.

Tislaukskolonni on suuri lieriömäinen torni, jossa on monia päällekkäisiä välipohjia. Jokaisella välipohjalla tapahtuu alemmalta välipohjalta tulevan höyryn tiivistymistä ja uudelleen höyrystymistä. Tällä tavalla keveiden tisleiden pitoisuus kasvaa sitä suuremmaksi mitä korkeammalle kolonnissa edetään ja samalla myös kolonnin lämpötila laskee. Tisleet, jotka ovat bensiinin, petrolin ja dieselin komponentteja, saadaan sivu-ulosottoina tislaukskolonnista.

Raakaöljyn tislauksen pohjatuote on bitumiksi vielä liian pehmeä ja se sisältää huomattavasti tisleitä, joita ei voida erottaa lämpötilaa nostamalla ilman että pohjaöljy alkaisi krakkautua. Tästä syystä tuote syötetään tyhjötislauksyksikköön jatkokäsittelyä varten.

Tämän korkeammalle lämpötilaa ei voi nostaa, koska silloin tuote alkaisi hajota eli krakkautua. Uunin jälkeen syötöstä on höyrystynyt yli 50 % ja syötön virtausnopeus on erittäin suuri, joten viipymäaika putkistossa ennen tislaukskolonniin tuloa on lyhyt. Näin ollen krakkautumista ei ehdi tapahtua. Nesteen ja kaasun seos syötetään tislaukskolonnin haihdutusosaan, jossa kaasu- ja nestefaasit erottuvat toisistaan. Tislaukskolonni on suuri lieriömäinen torni, jossa on monia päällekkäisiä välipohjia. Jokaisella välipohjalla tapahtuu alemmalta välipohjalta tulevan höyryn tiivistymistä ja uudelleen höyrystymistä. Tällä tavalla keveiden tisleiden pitoisuus kasvaa sitä suuremmaksi mitä korkeammalle kolonnissa edetään ja samalla myös kolonnin lämpötila laskee. Tisleet, jotka ovat bensiinin, petrolin ja dieselin komponentteja, saadaan sivu-ulosottoina tislaukskolonnista.

Raakaöljyn tislauksen pohjatuote on bitumiksi vielä liian pehmeä ja se sisältää huomattavasti tisleitä, joita ei voida erottaa lämpötilaa nostamalla ilman että pohjaöljy alkaisi krakkautua. Tästä syystä tuote syötetään tyhjötislauksyksikköön jatkokäsittelyä varten.

Tyhjötislaus

Tyhjötislauksessa raakaöljyn tislausta jatketaan laskemalla painetta, jolloin raskaatkin öljytisleet saadaan kiehumaan. Paineen lasku noin 50 – 150 mbariin vastaa normaalipaineessa todellisena tislauslämpötilana jopa 600 °C. Tyhjäkolonnissa ylläpidetään alipainetta höyryjektorilla tai tyhjöpumpuilla. Tyhjäkolonni on toiminnaltaan hyvin samanlainen kuin raakaöljyn tislauksyksikkökin. Jakotislaus tapahtuu välipohjilla tai uudemmissa tätekappalekolonneissa tätekappaleiden pinnalla keveiden tisleiden noustessa ylöspäin ja raskaiden laskeutuessa pohjalle.

Kolonnin huipusta otetaan ulos kaasut ja sivuulosottoina saadaan tyhjötisleet. Tyhjötislauksen pohjatuotteena saadaan tislattua bitumia, jonka tunkeumaluokka eli kovuus saadaan säädettyä prosessointiolosuhteiden avulla hyvin löysästä bitumiöljytyyppisestä tuotteesta aina kovimpiin, kiinteisiin ja hauraisiin tislattuihin bitumeihin asti.

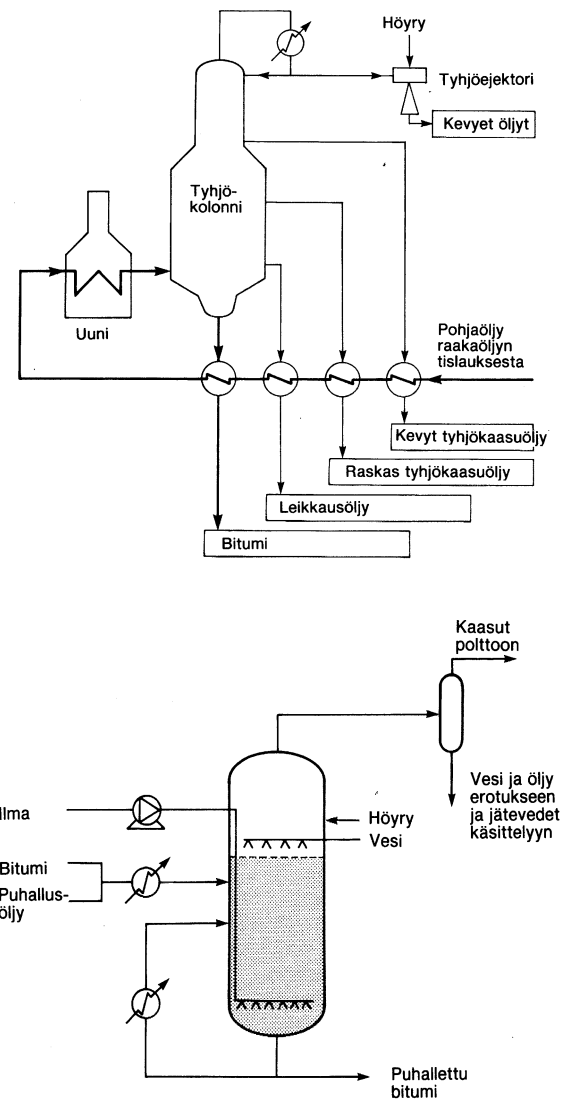
Bitumin puhallus

Puhaltamalla pyritään muuttamaan bitumin lämpötilaherkkyttä niin, että sen pehmenemispiste nousee ja samanaikaisesti ominaisuudet matalissa lämpötiloissa paranevat. Puhalluksella on mahdollista saavuttaa korkeita pehmenemispisteitä, mikä ei tislamalla ole käytännössä mahdollista.

Bitumin puhalluksessa johdetaan kuuman noin 250 °C lämpötilassa olevan tislattua bitumin läpi ilmaa, joka hapettaa sitä ja muuttaa sen geelirakennetta niin että bitumin lämpötilaherkkyys muuttuu. Puhalluksessa ilman happi reagoi bitumin hiilivetyjen kanssa ja lohkaisee siitä vetyä muodostaen vettä, joka höyrystyy pois. Puhallusprosessi onkin itse asiassa dehydraus- eli vedynpoistoprosessi. Lopputuloksena bitumin molekyylipaino kasvaa ja sen ominaisuudet muuttuvat oleellisesti.

Puhalluskolonnit ovat korkeita torneja, jotta ilmakuplan kulkema matka bitumipatjan läpi olisi mahdollisimman pitkä. Lisäksi bitumin viipymäajat kolonnissa ovat kymmenen tunnin luokkaa.

Puhalletun bitumin laatua valvotaan pehmenemispisteen ja



tunkeuman avulla. Puhallusaikaa pidentämällä voidaan nostaa bitumin

pehmenemispistettä. Lähtöaineen viskositeettia laskemalla eli käyttämällä enemmän puhallusöljyä, tunkeumaa voidaan nostaa samalla pehmenemispistetasolla. Jokaisella lähtöaineseoksella onkin sille ominainen puhalluskäyränsä.

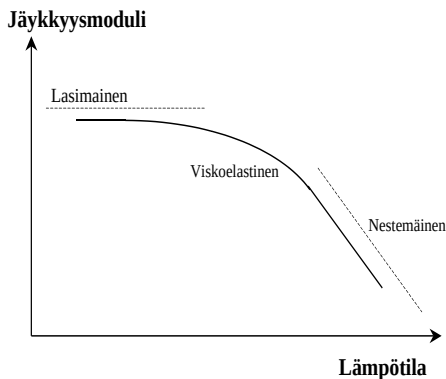
Puhalletulla bitumilla on tyypillisesti korkea pehmenemispiste ja huomattavan korkea viskositeetti. Kylmäominaisuudet ovat hyvät ja murtumispiste on parempi kuin tislatuilla bitumeilla yleensä. Puhallusta voidaan käyttää myös tiebitumien valmistukseen. Tislauksen jälkeen bitumi viimeistellään puhaltamalla, jolloin tuotteen pehmenemispiste nousee hieman ja kylmäominaisuudet paranevat.

Tiebitumien testausmenetelmien toiminnallinen merkitys:

Testi	Merkitys bitumin toiminnalle asfaltissa
Tunkeuma	Kovuuden mitta Luokitusperuste Kuvaa sideaineen jäykkyyttä
Pehmenemispiste	Kuvaa sideaineen viskositeettia ja valuvuutta Kuvaa sideaineen deformaatiovastusta
Murtumispiste	Kylmäominaisuuksien mittari
Viskositeetti 60 °C	Deformaatiovastuksen mittari
Viskositeetti 135 °C	Kuvaa sideaineen työstettävyyttä kuumana
Leimahduspiste	Turvallisuustesti, ilmaisee keveiden hiilivetyjen olemassa olon
Ohutkalvokoe	Kuvaa kärynmuodostusta ja bitumin VOC-päästöjä. Kuvaa bitumin kovenemista asfaltin valmistuksessa. Työturvallisuus- ja ympäristön kuormitustesti
Ohutkalvokokeen jälkeiset ominaisuudet	Ohutkalvokokeen jälkeinen bitumi vastaa asfaltissa olevaa sideainetta. Tunnusluvut, jäännöstunkeuma, pehmenemispisteen muutos sekä viskositeettisuhde kuvaavat bitumin kovenemista asfaltin valmistuksen aikana.
Tiheys	Tilavuuden ja massan keskeneräinen riippuvuus
Liukoisuus	Puhtaustesti, takuu siitä että bitumi ei sisällä epäpuhtauksia

Sideaineet

Yleistä



Asfalttipäällysteiden sideaineet ovat bitumeja, polymeerimodifioituja bitumeja, bitumiliuoksia, fluksattuja bitumeja tai bitumiemulsioita.

Sideaineiden laatu-vaatimukset perustuvat SFS-EN-tuotestandardeihin, joista on valittu Suomen olosuhteisiin soveltuvat osat.

Sideaineiden tulee olla tasalaatuisia, eivätkä ne saa sisältää epäpuhtauksia haitallisessa määrässä. Sideaineen tiheydelle ei ole vaatimuksia, mutta se on

määritettävä tarvittaessa (SFS-EN 15326). Sideaineräytteen otetaan menetelmän SFS-EN 58 mukaisesti ja niitä käsitellään menetelmän SFS-EN 12594 mukaisesti.

Sideaineiden tuotestandardit on harmonisoitu ja bitumituotteiden markkinoille tuonti edellyttää CE-merkintää. Bitumituotteet kuuluvat AVCP-luokkaan 2+, joten CE-merkinnän edellytyksenä on aina ilmoitetun laitoksen toteuttama säännöllinen tarkastustoiminta. Bitumiliuoksista, bitumiemulsioista ja kumi-bitumeista käytetään kansallisia nimiä, CE-merkissä ilmoitetaan EN-standardin mukainen luokka.

Bitumi kovenee asfalttimassan valmistuksen aikana hapettumisen johdosta tavallisesti yhden bitumiluokan.

Bitumit

Bitumien tulee täyttää tuotestandardin SFS-EN 12591 mukaiset laatu-vaatimukset. Tiebitumit jaetaan kolmeen ryhmään; tiebitumit (tunkeuma-alue 20...220 [0,1 mm]), pehmeät tiebitumit (tunkeuma-alue 250...900 [0,1 mm]) ja viskositeettiluokitellut bitumit (V1500...V3000), niiden laatuvaatimukset on esitetty taulukoissa 52, 53 ja 54.

Bitumin mekaaniset ominaisuudet riippuvat oleellisesti lämpötilasta ja kuormituksen kestoajasta. Matalissa lämpötiloissa bitumi on elastinen, lasimainen aine ja siihen voidaan soveltaa perinteistä kiinteiden aineiden mekaniikkaa ja kimmomodulia. Bitumi käyttäytyy elastisesti myös silloin kun kuormitusaika on hyvin lyhyt. Korkeammissa lämpötiloissa tai hyvin pitkällä kuormitusajalla bitumi on viskoosinen neste ja se käyttäytyy newtonisesti. Välivaiheeksi jää viskoelastinen siirtymäalue, jolla on sekä viskoosisia että elastisia ominaisuuksia. Viskoelastinen alue kattaa tavallisesti juuri bitumin käyttölämpötila-alueen.

Bitumin käyttösovellutusten kannalta keskeisiä ominaisuuksia ovat sen hyvä tartuntakyky ja sitkeys, jotka tekevät bitumista käyttökelpoisen sideaineen ja liiman mitä erilaisimpiin kohteisiin. Näissä käyttökohteissa hyödynnetään myös bitumin erinomaista vedeneristyskykyä ja joissain tapauksissa myös sähköneristyskykyä. Lisäksi bitumi on myrkytön ja kemiallisesti varsin inertti eli se

ei reagoi muiden aineiden kanssa. Näistä syistä bitumi soveltuu mitä parhaimmin säännälttiina oleviin, sekä luontoa ja ihmistä välittömästi lähellä oleviin käyttösovelluksiin.

Bitumi on helposti työstettävissä, tavallisimmin kuumana sulassa muodossa, ja se on heti jäähtyttyään käyttövalmis. Bitumi on suhteellisen halpa rakennemateriaali, mikä onkin sen teknisten ominaisuuksien ohella tärkeä kilpailutekijä.

Bitumin ominaisuudet eri lämpötiloissa:

Taulukko 52. Tiebitumien laatuvaatimukset, tunkeuma 20 ... 220 [0,1 mm].

Bitumiluokka		Menetelmä	20/30	35/50	50/70	70/100	100/150	160/220
Tunkeuma, 25 °C	0,1 mm	SFS-EN 1426	20-30	35-50	50-70	70-100	100-150	160-220
Pehmenemispiste	°C	SFS-EN 1427	55,0-63,0	50,0-58,0	46,0-54,0	43,0-51,0	39,0-47,0	35,0-43,0
Dynaaminen viskositeetti, 60 °C	Pas	SFS-EN 12596	≥ 440	≥ 225	≥ 145	≥ 90	≥ 55	≥ 30
Kinemaattinen viskositeetti, 135 °C	mm²/s	SFS-EN 12595	≥ 530	≥ 370	≥ 295	≥ 230	≥ 175	≥ 135
Murtumispiste	°C	SFS-EN 12593		≤ -5	≤ -8	≤ -10	≤ -12	≤ -15
Ohutkalvokoe		SFS-EN 12607-1						
- massan muutos	± m-%		≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 1,0
- jäännöstunkeuma	%		≥ 55	≥ 53	≥ 50	≥ 46	≥ 43	≥ 37
- pehmenemispisteen nousu	°C	SFS-EN 1427	≤ 10	≤ 11	≤ 11	≤ 11	≤ 12	≤ 12
Leimahduspiste	°C	SFS-EN ISO 2592	≥ 240	≥ 240	≥ 230	≥ 230	≥ 230	≥ 220
Liukoisuus tolueeniin	m-%	SFS-EN 12592	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0

Taulukko 53. Pehmeiden tiebitumien laatuvaatimukset, tunkeuma 250 ... 900 [0,1 mm].

Bitumiluokka		Menetelmä	250/330	330/430	500/650	650/900
Tunkeuma, 15 °C	0,1 mm	SFS-EN 1426	70-130	90-170	140-260	180-360
Dynaaminen Viskositeetti, 60 °C	Pas	SFS-EN 12596	≥ 18	≥ 12	≥ 7,0	≥ 4,5
Kinemaattinen Viskositeetti, 135 °C	mm²/s	SFS-EN 12595	≥ 100	≥ 85	≥ 65	≥ 50
Murtumispiste	°C	SFS-EN 12593	≤ -16	≤ -18	≤ -20	≤ -20
Ohutkalvokoe		SFS-EN 12607-1				
- massan muutos	± m-%		≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 1,5
- viskositeettisuhde, 60 °C			≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0
Leimahduspiste	°C	SFS-EN ISO 2719	≥ 180	≥ 180	≥ 180	≥ 180
Liukoisuus tolueeniin	m-%	SFS-EN 12592	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0

Taulukko 54. Viskositeettiluokiteltujen tiebitumien laatuvaatimukset.

Bitumiluokka		Menetelmä	V1500	V3000
Viskositeetti, 60 °C	mm ² /s	SFS-EN 12595	1000-2000	2000-4000
Ohutkalvokoe, 120 °C		SFS-EN 12607-2		
- massan muutos	± m-%		≤ 2,0	≤ 1,7
- viskositeettisuhde, 60 °C			≤ 3,0	≤ 3,0
Leimahduspiste	°C	SFS-EN ISO 2719	≥ 160	≥ 160
Liukoisuus tolueniin	m-%	SFS-EN 12592	≥ 99,0	≥ 99,0

Polymeerimodifioidut bitumit

Polymeerilisäyksellä pyritään parantamaan joitain seuraavista bitumin ominaisuuksista:

- lujuus
- venymä
- joustavuus ja palautuvuus
- kylmäominaisuudet
- korkeiden lämpötilojen ominaisuudet
- väsymiskestävyys
- tarttuvuus
- säänkestävyys

Yleensä näistä ominaisuuksista useat muuttuvat modifioinnin ansiosta. Polymeerimodifioidut bitumit mahdollistavat bitumin käytön sellaisissa kohteissa, joissa tavallista bitumia ei voi tai ei kannata käyttää. Yleisenä tavoitteena on lisätä polymeerillä oleellisesti bitumin käyttöikä.

Polymeerimodifioidut bitumit merkitään kansainvälisesti kirjaintunnuksella PMB ja tunkeuma-alueen ala- ja ylärajaa ilmaisevilla luvuilla, sekä minimipehmenemispisteellä, esimerkiksi PMB 50/100-75. Suomessa kumibitumeista käytetään lyhennystä KB ja tuotteen keskimääräistä pehmenemispistettä, esimerkiksi KB75.

BiSuomessa yleisimmin käytetty polymeeri on SBS-kumi, joka antaa bitumille kumimaisia ominaisuuksia. Polymeerimodifioitujen bitumien tulee täyttää tuotestandardin SFS-EN 14023 mukaiset laatuvaatimukset. Suomessa suositellaan käytettäväksi tuotteita, joiden laatuvaatimukset on esitetty taulukossa 55. Polymeerimodifioiduista bitumeista käytettiin aiemmin termiä kumibitumi (KB).

Taulukko 55. Polymeerimodifioitujen bitumien laatuvaatimukset (SFS-EN 14023).

PMB-luokka ¹⁾		Menetelmä	PMB 75/130-65	PMB 75/130-70 PMB 40/100-70	PMB 40/100-75
Vanha merkintätapa			KB65	KB75	KB85
Tunkeuma, 25 °C	0,1 mm	SFS-EN 1426	75-130	40-130 ²⁾	40-100
Pehmenemispiste	°C	SFS-EN 1427	≥ 65	≥ 70	≥ 75
Voimavenymä, 5 °C	J/cm ²	SFS-EN 13703 SFS-EN 13589	≥ 1	≥ 2	≥ 2
Palautuma, 10 °C	%	SFS-EN 13398	≥ 50	≥ 75	≥ 75
Leimahduspiste	°C	EN ISO 2592	≥ 220	≥ 220	≥ 220
Varastointikestävyys, pehmenemispiste-ero ³⁾	°C	SFS-EN 13399 SFS-EN 1427	≤ 5	≤ 5	≤ 5

1) Polymeerimodifioitujen bitumin luokkamerkintänä käytetään tunkeuma-alueen ala- ja ylärajaa sekä pehmenemispisteen alarajaa. Valmistaja ilmoittaa SFS-EN 14023 mukaisen luokan. Myös muiden luokkien mukaiset tuotteet voivat täyttää taulukon 55 vaatimukset.

2) Valmistaja ilmoittaa SFS-EN 14023 mukaisen tunkeumaluokan

3) Jos pehmenemispiste-ero on suurempi kuin 5 °C tai sitä ei ilmoiteta, täytyy sideaineen toimittajan antaa ohjeet käsittelystä erottumisen välttämiseksi.

Bitumiliuokset ja fluksatut bitumit

Bitumiliuokset ja fluksatut bitumit valmistetaan bitumeista, jotka täyttävät taulukossa 52-54 esitetyt laatuvaatimukset. Bitumiliuokset ja fluksatut bitumit ovat sideaineita, joissa bitumipohjan viskositeettia on alennettu maaöljy- tai biopohjaisilla liuottimilla tai flukseilla. BL0 ja BL5 kuivuvat nopeasti. BL2Bio:ssa käytetään hyvin hitaasti haihtuvaa fluksia. Bitumiliuos ei saa sisältää haitallisessa määrin vettä. Bitumiliuosten ja fluksattujen bitumien tulee täyttää tuotestandardin SFS-EN 15322 mukaiset laatuvaatimukset. Suomessa suositellaan käytettäväksi tuotteita, jotka täyttävät taulukossa 56 esitetyt laatuvaatimukset.

Taulukko 56. Bitumiliuosten ja fluksattujen bitumien laatuvaatimukset.

Bitumiliuos		Menetelmä	BL0	BL5	BL2Bio
Bitumiliuosluokka		SFS-EN 15322	Fm7B6	Fm7B2	Fv7B2
Viskositeetti 60 °C ¹⁾	mPas	SFS EN 13302	15 - 30	3000 - 6000	325 - 675
Liukoisuus tolueniin	m-%	SFS-EN 12592	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0
Leimahduspiste	°C	SFS-EN ISO 2719			≥ 100
Leimahduspiste ²⁾	°C	SFS-EN ISO 13736	> 35	> 45	
Jakotislau		SFS-EN 13358			
- kokonaistislämää 360 °C:ssa	t-%		< 55	< 15	
- tisleestä tislautunut 225 °C mennessä	t-%		> 55	< 15	
Haihdutusjäänneksen pehmenemispiste	°C	SFS-EN 13074-1 SFS-EN 1427			≤ 35
Stabiloidun haihdutusjäänneksen tunkeuma, 25 °C	0,1 mm	SFS-EN 13074-1 SFS-EN 13074-2 SFS-EN 1426	≤ 220	≤ 220	

¹⁾ Dynaamista viskositeettia käytetään bitumiliuosten tyyppitestauksessa. Valmistuksen aikainen laadunvarmistus voidaan tehdä 60 °C kinemaattisella viskositeetilla menetelmän SFS-EN 12595 mukaan, jolloin vaatimukset ovat BL0: 17 – 30 mm²/s, BL5: 3000 – 6000 mm²/s ja BL2Bio: 350 – 675 mm²/s.

²⁾ Abel closed cup menetelmää käytetään bitumiliuosten tyyppitestauksessa. Valmistuksen aikainen laadunvarmistus voidaan tehdä Pensky Martens closed cup menetelmällä (SFS-EN ISO 2719), jolle vaatimukset ovat samat.

Bitumiemulsiot

Bitumiemulsio sisältää bitumia, jotka täyttävät taulukossa 52-54 esitetyt laatuvaatimukset, sekä vettä että emulgaattoria. Sideaineena toimii vain emulsion bitumien osa. Tämä on otettava huomioon sideainepitoisuutta laskettaessa. Jäävällä sideaineella tarkoitetaan bitumiemulsiosta päällysteeseen jäävää sideainemäärää sen jälkeen, kun vesi on erottunut emulsiosta. Koska

bitumiemulsiot pyrkivät erottumaan, ne on sekoitettava huolellisesti ennen käyttöä.

Suomessa käytetään kationisia eli happamia emulsioita. Bitumiemulsiot nimetään käyttötarkoituksen mukaan ja niiden tulee täyttää tuotestandardin SFS-EN 13808 mukaiset laatuvaatimukset. Suomessa suositellaan käytettäväksi bitumiemulsioita, joiden laatuvaatimukset on esitetty taulukossa 57

Taulukko 57. Bitumiemulsioiden laatuvaatimukset.

Bitumiemulsio		Menetelmä	BE-L	PBE-L	BE-SIP	BE-SOP	BE-AB BE-PAB
Emulsioluokka		SFS-EN 13808	C60B3 ¹⁾²⁾ C60B4 C60B5	C60BP3 ¹⁾²⁾ C60BP4 C60BP5	C67B3 ¹⁾ C67BF3	C60B4 ¹⁾ C60BF4 C60B5	C60B4 ¹⁾ C60B5
Viskositeetti, 40 °C	mPas	SFS-EN 13302	20 - 300 tai ³⁾	20 - 300 tai ³⁾	³⁾	³⁾	³⁾
Murtuvuus hiekkaan	g	SFS-EN 13075-1	²⁾³⁾	²⁾³⁾	³⁾	³⁾	³⁾
Tislaus 260 °C asti		SFS-EN 1431 ⁴⁾					
- tislausjäännös	m-%		≥ 58	≥ 58	≥ 65	≥ 58	≥ 58
Haihdutusjäännöksen ominaisuudet		SFS-EN 13074-1 ⁴⁾					
- tunkeuma, 25 °C	0,1 mm	SFS-EN 1426	≤ 220	≤ 220	≤ 220	≤ 220 ⁵⁾	≤ 220 ⁵⁾
- viskositeetti, 60 °C	mm ² /s	SFS-EN 12595				≥ 2000 ⁵⁾	≥ 2000 ⁵⁾
- voimavenymä, 5 °C	J/cm ²	SFS-EN 13589 ⁶⁾ SFS-EN 13703		≥ 1			
Seulontajäännös 0,5 mm:n seualle	%	SFS-EN 1429	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5

1) Emulsioluokka: B bitumiemulsio, BP polymeerimodifioitu bitumiemulsio

2) Syksyllä ja keväällä nopeasti murtuva.

3) Valmistaja ilmoittaa tuotestandardin SFS-EN 13808 mukaisen luokan.

4) Tyypitestausten menetelmä, voidaan käyttää myös yksinkertaisempia in-house menetelmiä, jos testimenetelmien vastaavuus on määritetty.

5) Tunkeuma 25 °C tai viskositeetti 60 °C ilmoitettava.

6) SFS-EN 13589 on modifioitujen bitumin voimavenymän testistandardi, SFS-EN 13703 on muodonmuutosenergian määrittämisstandardi

KIVIAINEKSET, ASFALTTIROUHE ja MASTIKSI

Käsittelykohdat Asfalttinormeissa 2017

- 8 Kiviainekset
 - 8.1. Kiviainesvaatimusten asettaminen... 76
 - 8.2. Geometriset vaatimukset 76
 - 8.2.1. Rakeisuus 77
 - 8.2.2. Hienoainespitoisuus 81
 - 8.2.3. Muoto-ominaisuudet 81
 - 8.2.4. Murtopintaisten rakeiden osuus. 82
 - 8.3. Mekaaniset ja fysikaaliset vaatimukset . 82
 - 8.3.1. Nastarengaskulutuskestävyys . 82
 - 8.3.2. Kiintotiheys . 82
 - 8.3.3. Vedenimeytyminen . 83
 - 8.3.4. Jäädytys-sulatuskestävyys . 83
 - 8.4. Kemialliset vaatimukset . 83
 - 8.4.1. Mineraalikoostumus . 83
 - 8.4.2. Hienoaineksen laatu. 84
 - 8.4.3. Bitumin ja kiviaineksen välinen tartunta. 84
 - 8.4.4. Humuspitoisuus . 85
 - 8.5. Fillerikiviaineksen vaatimukset . 85
 - 8.5.1. vaatimukset 85
 - 8.5.2. Fysikaaliset vaatimukset 86
 - 8.5.3. Kemialliset vaatimukset 86
 - 8.5.4. Fillerituotannon tasalaatuisuuden vaatimukset. 86
 - 8.5.5. Geometriset Asfalttimassassa käytettävän hienoainesseoksen vaatimukset. 87
 - 8.6. Kiviaineksen laadunvalvonta ja suositukset testaustiheydeksi. 87
 - 8.7. Kiviaineksen varastointi ja kuljetus 89
 - 8.8. Suositukset kiviaineksen valinnasta eri päällystetyypeille . 89
- 9 Asfalttirouhe

Kiviaines

Kiviaines on veden jälkeen käytetyin raaka-ainevara maailmassa. Suomessa käytettiin vuonna 2000 noin 80 miljoonaa tonnia eli 2 miljoonaa kasettikuormallista kiviaineksia erilaisiin käyttökohteisiin. Valtaosa kiviaineksista päättyy maanrakennuksessa pohjarakenteisiin, mutta huomattava osa laatukiviaineksista päättyy bitumilla sidottuihin päällysterakenteisiin.

Kivilajit

Peruskallio	
	Kivilajit
	graniitti granodioriitti dioriitti gneissi gabro diabaasi
	Mineraalit
	maasälpä biotitti kvartsi sarvivälke oliiviini pyrokseeni

Esimerkkejä peruskallion ja kivilajien rakennemateriaaleista:



Karkearakeinen syväkivilaji



Hienorakeinen pintakivilaji

Peruskallion ”rakennemateriaaleina” ovat erilaiset kivilajit. Kivilajit taas koostuvat erilaisista mineraaleista, joiden perusteella kivilajit voidaan erotella toisistaan. Koostumuksen lisäksi kivilajit voidaan erotella toisistaan syntymekanismien perusteella.

Sulasta kivistä jäähmettymällä syntyneitä kivilajeja kutsutaan magmaattisiksi kivilajeiksi. Tämän ryhmän sisällä kivilajien ominaisuuksiin vaikuttavat myös olosuhteet, joissa kivilaji on syntynyt. Syvällä, rauhallisesti kiteytyneitä kivilajeja kutsutaan syväkivilajeiksi. Suomen kallioperä on pääosin noin 1800 miljoona vuotta vanhaa ja nopeasti jäähmettyneet hienorakeiset pintakivilajit (vulkaniitit) ovat kuluneet pois. Näin ollen meillä käytettävistä kiviaineksista valtaosa kuuluu syväkivien luokkaan. Hyvä esimerkki syväkivestä on graniitti, jossa mineraalirakeet ovat selvästi silmällä havaittavissa ja rakeiden rajapinnat suhteellisen selkeitä.

Vaikka ihmisen ajantajun perusteella kivet ovat ”ikuisia”, niin myös kivilajit voivat muuttua. Olosuhteiden muuttuessa käynnistyy muutosprosessi, jonka tuloksena

syntyvät ns. metamorfiset kivilajit. Tyypillisimmät Suomalaiset metamorfiset kivilajit ovat gneissit ja liuskeet.

Edellä mainittujen kivilajien lisäksi suomalaisessa peruskalliossa on ns. seoskivilajeja eli migmatiitteja. Seoskivilajit ovat syntyneet kun sulamattomien metamorfisten kivilajien sekaan on työntynyt kivilajia, joka on sitten jähmettynyt. Näitä seoskivilajeja tavataan yleisesti esimerkiksi Helsingin seudulla.

Kivilajien ja syntymekanismin lisäksi päällysteissä ja rakennemateriaaleina käytettävien kiviaineslajitteiden raaka-aineet voidaan jakaa kahteen ryhmään. Sora ja hiekka ovat syntyneet jääkauden aikana mannerjään irrottamasta ja sulamisvesien muovaamasta kiviaineksesta. Syntymekanismin vuoksi sora on sekoitus useista eri kivilajeista.

Kalliokiviainekset louhitaan ja murskataan erilaisiksi tuotteiksi peruskalliosta. Ottoalueet voivat olla varta vasten toimintaa varten varattuja alueita, mutta myös teollisuustonttien ja tielinjoilta saatavasta louheesta voidaan murskaamalla valmistaa päällysteisiin sopivia tuotteita.

Kiviainesten ominaisuudet päällysteissä

Asfalttikiviaineksen valinnassa täytyy huomioida useita erilaisia tekijöitä. Asfalteissa bitumin hyvä tartunta kivipartikkulien pintaan on perusedellytys pinnoituksen onnistumiselle. Toisaalta kiviaineksen tulisi olla hyvin kulutusta kestävä, jotta urautuminen talvikaudella ei pilaisi pinnoitetta. Kiviaines ei saa myöskään olla helposti rapautuvaa, jotta päällyste ei vaurioituisi kiviaineksen rapautuessa.

Bitumin tartuntaan kiviaineksen pinnalle vaikuttavat monet tekijät. Kiviaineksen puhtaus on merkittävä tekijä. Sorakiviaineksen pinnoilla voi joissain olosuhteissa olla humusta, joka vaikuttaa bitumin tartuntaan etenkin jos kiviainesta ei kuivata kuumentamalla. Humuksen lisäksi kiviaineksen pinnalla oleva savi heikentää bitumin tartuntaa. Savi on yleensä ongelma vain sorapohjaisilla tuotteilla.

Epäpuhtauksien lisäksi bitumin tartuntaan vaikuttaa kivilaji eli kiven mineraalikoostumus. Kiven pinnassa olevat mineraalit määräävät pinnan fysikaaliset ominaisuudet. Tartuntaa heikentävät etenkin kvartsi, kiilteet (esim. biotiitti ja muskoviitti) ja kalimaasälpä. Suomalaisista kivilajeista graniitti, granodioriitti ja osa gneisseistä sisältää merkittävän määrän näitä mineraaleja.

Rapautumisalttiuteen vaikuttaa myös kiven mineraalikoostumus. Suuri kiillepitoisuus voi aiheuttaa rapautumista päällysteissä. Toisaalta myös muut pehmeät mineraalit voivat heikentää kiven rakennetta ja aiheuttaa rapautumista.

Kiven lujuuteen ja kulutuskestävyyteen vaikuttavat sekä mineraalikoostumus että kiven rakenne. Lujuuteen vaikuttavat sekä kiven mineraalien lujuus ja se kuinka tiukasti kiven mineraalit ovat toisissaan kiinni. Yleisesti voidaan todeta että hienorakeiset kivet, joissa mineraalirakeiden väliset raerajat ovat haaroittuneita, kestävät karkearakeisia selväpiirteisiä kiviä paremmin sekä iskuja että nastarenkaiden aiheuttamaa kulutusta. Kivien ominaisuuksien lisäksi valmistusprosessilla voidaan vaikuttaa tuotteiden laatuun.

Valmistusprosessit ja laitteet

Asfalttikiviainekset valmistetaan aina murskausprosessilla. Sorasta valmistettavissa tuotteissa rakeista täytyy olla vähintään 30 % täysin murskautuneita, ja täysin murskautumattomia rakeita saa olla enintään 30 %. Murskausprosessilla voidaan vaikuttaa myös merkittävästi tuotteen muotoon, jolla on tärkeä merkitys päällysteissä.

Murskausprosessia suunniteltaessa huomioidaan sekä raaka-aineen ominaisuudet että valmistettavien tuotteiden vaatimukset. Samaan tulokseen voidaan päästä hyvin erityyppisillä prosesseilla. Tyypillisten murskauspiirien kapasiteetti vaihtelee noin 150 - 400 t/h. Vaativilla tuotteilla kapasiteetti on selvästi alhaisempi kuin valmistettaessa karkeita pohjamurskeita.

Perinteisellä kolmivaiheisella murskauslaitoksella voidaan hyvin valmistaa myös asfalttiin käytettäviä tuotteita. Prosessilaitteilla ja murskauspiirin muutoksilla voidaan vaikuttaa tuotteiden laatu- ja lujuusominaisuuksiin. Sora ja kallioraaka-ainetta voidaan hyödyntää periaatteessa samanlaisilla laitoksilla.

Kalliokiviaineksilla tuotantoprosessi alkaa louhinnalla. Louhinnassa kalliosta pyritään irrottamaan räjäyttämällä louhe, joka sopii murskauspiirin syötteenä. Louheen kokoon voidaan vaikuttaa porauksen reikävälillä ja ominaispanostusta muuttamalla. Liian korkea ominaispanostus heikentää kiviaineksen ominaisuuksia lisäämällä mikrorakoa, joka heikentää kiven lujuutta ja kulutuskestävyyttä. Toisaalta taas liian pieni räjähdysainemäärä lisää ylisuurien kivien määrää, joita joudutaan rikottamaan. Tämä nostaa kustannuksia ja hidastaa tuotantoa. Kiviainestuotannossa tyypillinen louheen maksimikoko on noin 500 - 700 mm.

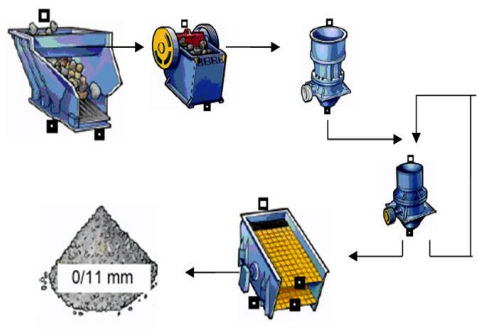
Louhe kuljetetaan murskauspiirin syöttötimeen joko kauhakuormaajalla tai autoilla kuljetusmatkan pituudesta riippuen. Syöttömäärä pyritään pitämään vakiona, jolloin prosessi pysyy mahdollisimman hyvin tasapainossa ja tuotteen laatu tasaisena.

Syöttimestä louhe menee esimurskaimeen.

Tyypillisesti esimurskaimena käytetään leukamurskainta, jossa louhe murskautuu liikkuvan leuan puristaessa murskattavan materiaalin vastinkappaletta vasten. Leukamurskainten murskaussuhde eli tulevan louheen koon ja lähtevän murskeen koon välinen suhde vaihtelee 3/1 ja 8/1 välillä. Tyypillinen murskaussuhde on noin 5-6/1. Murskaussuhdetta voidaan säätää muuttamalla leukojen välistä asetusta.

Esimurskaimen jälkeen murske menee välimurskaimeen. Tyypillisesti välimurskaimena käytetään karamurskainta, jossa kartionmuotoinen yläpäästään laakeroitu kara puristaa materiaalin manttelia vasten, jolloin materiaali murskautuu. Tyypillinen murskaussuhde on noin 5/1.

Pyrittäessä korkealuokkaisiin tuotteisiin, voidaan räjäytyksessä ja piirin alkuvaiheessa syntynyt yleensä heikko ja huonomuotoinen hienoaines poistaa seulomalla. Tällöin ainoastaan tietty osuus rakeista menee kolmanteen murskausvaiheeseen.



Kolmannen vaiheen hienomurskaimessa käytetään yleensä pientä murskaussuhdetta (2-3/1), joka parantaa tuotteen muotoa ja lujuusominaisuuksia. Kolmas murskausvaihe on yleensä suljetussa pii-

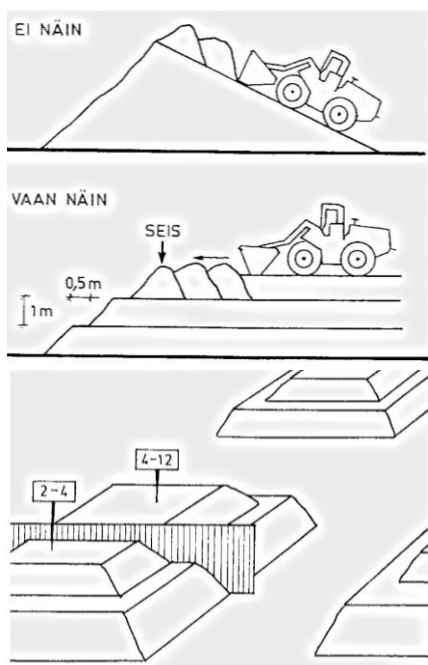
rissä seulan kanssa, jolloin ylisuuri materiaali palautetaan seulan kautta takaisin murskaimeen.

Asfalttilajikkeita tehtäessä voidaan käyttää myös nelivaiheisia laitoksia riippuen tuotettavien lajikkeiden määrästä. Samanaikaisesti valmistetaan yleensä kahdesta neljään tuotetta riippuen kiven ominaisuuksista ja laitoksen kokoonpanosta.

Perinteisten puristukseen ja hiertoon perustuvien murskainten rinnalle on tullut käyttöön kesipakomurskaimet, joissa murskattava materiaali singotaan joko toista kiveä tai metallista vastinkappaletta vasten. Singotut kivet murtuvat iskun voimasta. Murskainten rakenteet vaihtelevat eri valmistajien välillä. Murskausmekanismista johtuen murskaussuhde on yleisesti alhainen ja laitteet tuottavat yleensä hyvämuotoisia päällystekiviaineita.

Varastointi

Tuotannon jälkeen tuotteet kuljetetaan varastoitaviksi. Varastointi on osa tuotantoprosessia. Oikein suoritettu varastointi vähentää tuotteen rakeisuuden vaihtelua. Varastoalue on suunniteltava siten että eri tuotteet eivät pääse sekoittumaan keskenään. Paras tulos saavutetaan jos varastoitavat kuormat voidaan levittää ohuiksi ristikkäisiksi matoiksi. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista. Tällöin kuormat voidaan purkaa kasoiksi, jotka sitten levitetään tasauskoneella.



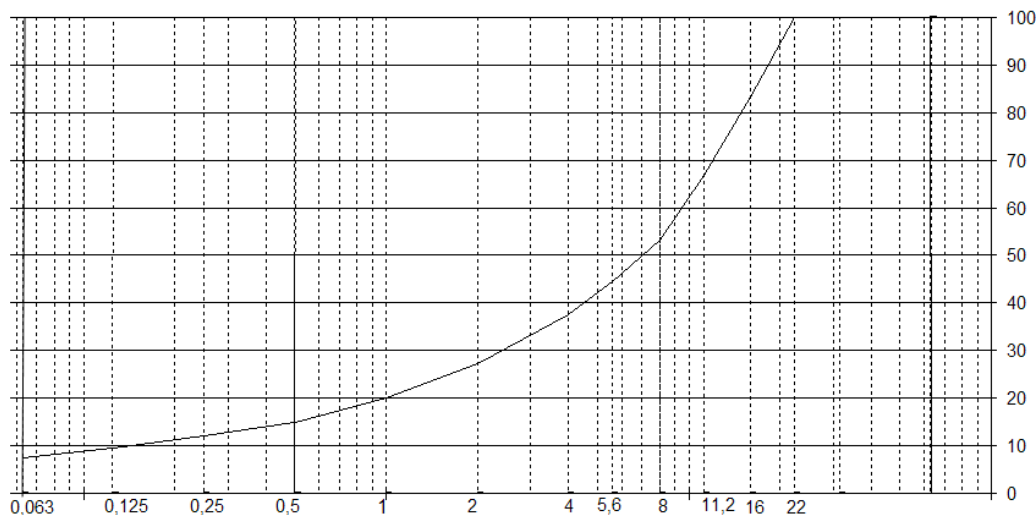
Oikein tehtyjä varastokasoja

Varastokasan rakentaminen

Tuotteiden lajittuminen voidaan välttää kun levitettävien kerrosten paksuus on noin metri ja kerrosten reunoilla on aina noin puolen metrin levyinen tasanne. Tasanteet estävät karkeiden rakeiden valumisen kasan helmoihin.

Kiviaineksen rakeisuuskäyrä

Kiviaineksen rakeisuus ilmaistaan rakeisuuskäyrällä. Suomessa käytössä olevan tavan mukaan kiviaineksen rakeisuus ilmaistaan SFS EN-standardeissa määrättyjen seulojen läpäisyprosentteina.



Seula-aukko (mm.)	Läpäisy-%
0,063	7
0,125	9
0,25	12
0,5	15
1	20
2	27
4	38
5,6	44
8	53
11,2	67
16	83
22,4	100
31,5	100

Kuvan alareunassa on merkittynä seulojen neliömäisten aukkojen sivun pituus millimetreinä. Oikeassa reunassa on läpäisyprosentteina.

Rakeisuuskäyrää luetaan seuraavasti:

Hienomman seulan # 0,063 mm läpäisee 7 % kiviaineksestä. Seuraavan seulan # 0,125 mm läpäisee 9 % ja seuraavan # 0,25 mm 12 % jne.

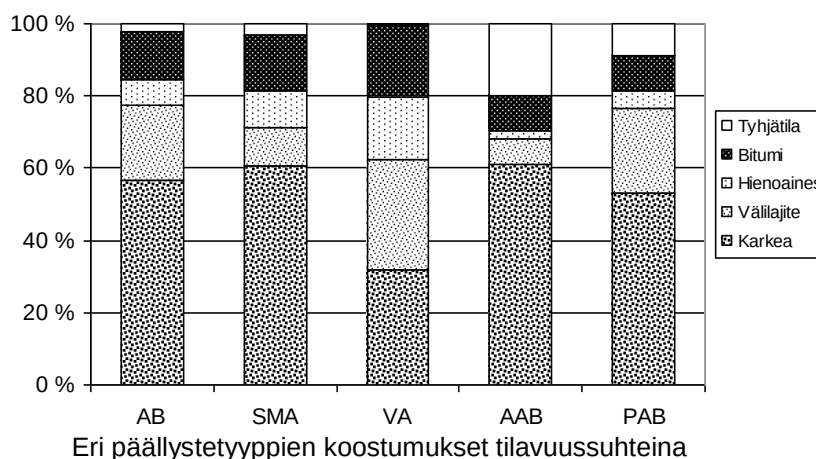
16 mm seulan läpäisee jo 83 % ja sitä seuraavan # 22,4 mm seulan jo kaikki kiviaines eli 100 %.

Luonnollisesti kaikki kiviaines läpäisee myös viimeksi mainittua suuremmat seulat.

Hienoainekset

Taustaa

Kun asfalttimassojen valmistus aloitettiin erillisillä asfalttiasemilla, niin hyvin pian huomattiin hienoaineksen merkitys asfalttimassan täytejauheena ja sideaineen jäykistäjänä. Tässä vaiheessa ei vielä analysoitu kovin tarkasti hienoaineksen tarpeen teoreettista taustaa vaan toimittiin empiirisesti luonnonasfalteista saadun kokemuksen perusteella.



Varsinaisia hienoaineskokeita ja -selvityksiä alettiin tehdä 1900-luvun alussa. Materiaalista käytettiin filleritermiä ja se rajattiin < 0.074 mm pienemmäksi materiaaliksi. Toiminnan osalta päädyttiin tulokseen, jossa hienoaines on toiminnaltaan asfalttipäällysteen täytejauhetta, joka vaikuttaa päällysteen veden / säänkestävyyteen.

Aiemmin on käsitelty päällysteiden materiaaleista runkoaineet. Eri päällystetyyppien osalta muiden materiaalien määrät poikkeavat toisistaan niiden erilaisen rakeisuuden (runkoainekoostumuksen) johdosta. Tämä koskee myös aiemmin käsiteltyjä sideaineita. Erityisesti tämä koskee päällysteiden hienoaineita ja lisäaineita.

Hienoaines: Kiviaineksen raekokolajite, joka läpäisee 0,063 mm seulan.

Hieno kiviaines: Kiviaines, jonka D on pienempi tai yhtä suuri kuin 4 mm ja josta pääosa jää 0,063 mm seulalle.

Fillerikiviaines: Kiviaines (esim. kalkkifilleri tai lentotuhka), josta suurin osa läpäisee 0,063 mm seulan ja jota voidaan lisätä rakennusmateriaaleihin tiettyjen ominaisuuksien saavuttamiseksi.

Eri päällystetyypit käsitellään erikseen, mutta eri materiaalien osuudet eri päällystetyyppien osalta on esitetty jo tässä yhteydessä kuvassa.

Materiaaliosuudet on laskettu tilavuusprosentteina, koska sideaineena käytettävän bitumin tiheys poikkeaa mineraaliaineksen tiheydestä huomattavasti, (1020 / 2700 kg/m³). Tilavuussuhteet kertovat tällöin paremmin eri materiaalien osuudesta päällysteiden toimivuuteen. Päällystehän toimii tien /kadun yms. alueen kulutus- ja/tai rakennekerroksena, jonka mekaanisen toiminnan perusteena ovat sen geometriset ja fysikaaliset ominaisuudet. Kuvan mukaan myös päällysteiden tyhjätila vaihtelee suuruudeltaan eri päällysteiden kesken. Myös tällä erolla on vaikutusta päällysteiden mekaanisen ja kemiallisen kestävyys suhteen.

Hienoaineksen määrä koko kiviaineksesta on sama tilavuusprosentteina ja painoprosentteina. Tämä johtuu siitä, että mineraaliaineksen hienoaineksen tiheys on samaa suuruusluokkaa kuin karkeammallakin kiviaineksella.

Koostumus

Välilajite 0.063/2 mm toimii myös osittain hienoaineksen tavoin bitumin ja hienoaineksen muodostaman mastiksin osana. Erilaiset lisäaineet vaikuttavat pääsääntöisesti sideaineen ominaisuuksiin ja niiden määrät ovat hyvin pienet

verrattuna muiden materiaalien osuuksiin. Tämän vuoksi ne eivät erotu päällystemäärästä kuvaavista pylväistä.

Hienoaineksen kokonaismäärä päällysteessä on yleensä 7-14 paino-%:a päällystetypistä riippuen. AB päällysteillä käytetään vähemmän ja SMA päällysteillä käytetään enemmän kuvan 3.11/1 mukaisesti. Kantavan kerroksen AB:n ja pehmeiden asfalttibetonien hienoaines- ja sideainemäärät ovat pienempiä, koska niissä ei käytetä erikseen lisättävää hienoainesta.

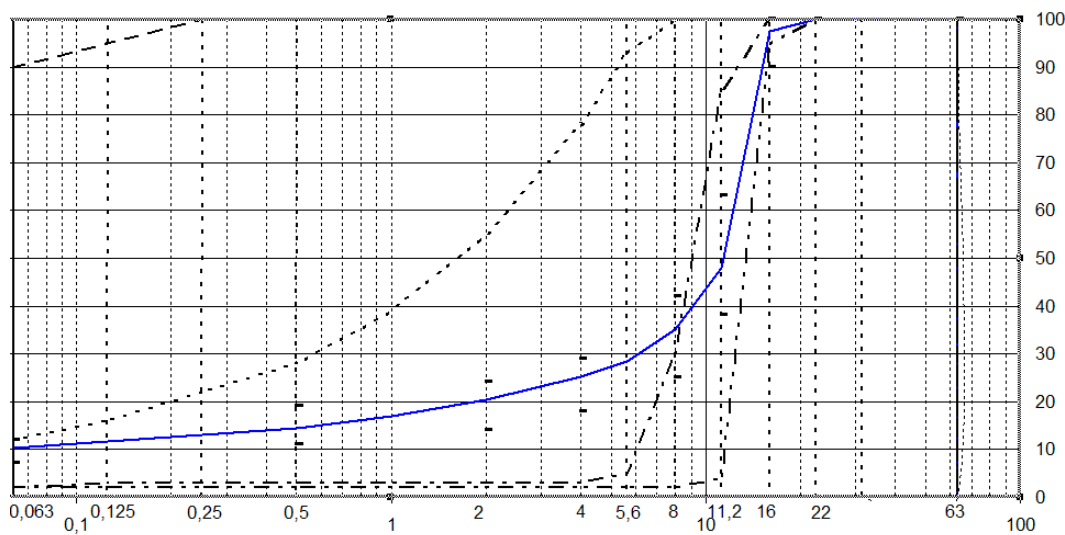
Täytejauheen osuus koko hienoainesmäärästä on 30 - 40 % AB päällysteillä ja 40 - 60 % SMA päällysteillä. Täytejauhetta tarvitaan, koska varsinaisen runkokiviaineksen hienoainesosa ei riitä nostamaan rakeisuuskäyrän alaosaa tarpeeksi ylös. Näin ollen sitä ei ole tarpeeksi täyttämään karkeiden rakeiden välistä tyhjätillaa. Tarve on sitä suurempi mitä karkeampi päällyste on. Pölysuodattimien tehokkuus on lisännyt suodatinpölyn määrää ja vähentänyt tarvittavan täytejauheen määrää. Seuraavassa käytetään pelkästään hienoainestermiä, koska kahden termin käyttö samasta asiasta sekoittaa turhaan. Käytännössäkin olisi suositeltavampaa puhua täytejauheen sijasta erikseen lisättävästä hienoaineksesta.

Asfalttipäällysteen hienoaines koostuu siis runkokiviaineksen hienoainesosasta ja erikseen lisättävästä hienoaineksesta. Päällystekiviaineksen mukana tuleva osuus hienoaineksesta joutuu kiviaineksen kuumennusprosessissa pölysuodattimiin, joista se palautetaan erilliseen pölysiiloon ja siitä edelleen ruuvikuljettimella sekoittimen vaa'alle. Tämän vuoksi puhutaan suodatinpölystä. Tätä termiä käytetään myös tässä esityksessä.

Suomessa päällysteissä käytettävät kiviainekset on jo ennalta kiviainesten lujuus- ja rapautumisvaatimusten täyttämiseksi valittu siten, että myös hienoaines on yleensä laadultaan vähintään tyydyttävää. Kuumennusrummussa heikot mineraalit voivat teoriassa rapautua, mutta normaalisti suodatinpölyn ominaisuudet riittävät.

Vaikka päällyste suhteitetaan useammasta kiviaineslajitteesta, niin käytännössä kuitenkin hienoaines saadaan erikseen lisättävästä hienoaineksesta ja hienoimmasta kiviaineslajitteesta. Tämän vuoksi hienoin kiviaineslajite määrää suodatinpölyn laadun (kuva 3.11/2).

Tämän johdosta siitäkin kannattaa jo murskausvaiheessa tutkia hienoaineksen laatu mineraalikoostumuksineen, aivan samoin kuin tehdään erikseen lisättävän hienoaineksen suhteen. Erikseen lisättävä hienoaines valitaan yleensä erittäin huolellisesti, mutta monesti suodatinpölyn laatua ei tutkita ollenkaan, vaikka se edustaa noin puolta koko hienoaineksesta. Erikseen lisättävä hienoaines on nykyään Suomessa joko kalkkifillieriä tai lentotuhkaa. Niiden hienoainespitoisuus eli $< 0,063$ mm materiaalin määrä on 70 - 100 %. Maksimiraekoko on 2 mm, joten käytännössä ne ovat ominaisuuksiltaan asfalttipäällysteiden täytemateriaaleja.



Kivimastiksiasfaltti SMA AB 16 (ehjä viiva) ja sen kiviaineslajitteet (katkoviivat)

Nykyinen hienoainesraja 0,063 mm on tullut uudelleen käyttöön EN-standardien mukana. Standardiseulasarjan pienin seula määritellään niissä 0,063 mm:ksi. Aiemmin hienoainesraja oli Euroopassa 0,074 mm ja tälläkin hetkellä ko. raja on muualla maailmassa 0,074 mm. Normaalisissa asfalttipäällysteissä edes 0,5 - 2,0 mm:n materiaalilla ei vielä ole mitään runkoainesominaisuuksia. Hienon kiviaineksen ylärajana on Suomessa 2 mm, josta karkea kiviaines alkaa. Välilajite 0,063-2 mm vaikuttaa pääasiassa päällysteen säänkestävyyteen ja stabiiliteettiin. Lujuus- ja kulutuskestävyys-ominaisuudet ovat toissijaisia, kuten hienoaineksellakin. Näin ollen ne johtopäätökset, joita saadaan hienoaineksesta koskevat pääosin myös hienoa kiviainesta ja päinvastoin. Hieno kiviaines toimii siten pääosin karkean kiviainesrungon täytteenä, joten se on toiminnallisesti pääosin hienoainesta.

Suomessa ei päällysteessä käytettäviä kiviaineslajitteita pestä. Tällöin osa päällystekiviaineksen sisältämästä hienoaineksesta tulee sekoittimeen suoraan karkeampien rakeiden pinnalla pölynä. Tämä osuus voidaan arvioida kuitenkin pieneksi, noin 5 % hienoainesosuudesta. Koostumukseltaan se on samanlaista kuin suodatinpöly, koska se käy läpi saman kuumennusprosessin kuin muukin hienoaines. Näin ollen se voidaan käsitellä suodatinpölynä.

Aiemmin kun ei käytetty A-luokan pölynsuodattimia, niin suuri osa runkokiviaineksen mukana tulevasta hienoaineksesta levisi savukaasujen mukana asfalttiaseman ympäristöön. Tilalle laitettiin kalkkifilleriä, jonka ominaisuudet havaittiin niin hyviksi, että vielä 90-luvulla Suomessa täytyi asfaltin kiviainesseoksessa käyttää vähintään 3 % kalkkifilleriä. Hyvä toimivuus johtuu koostumuksesta. Vesi ei vaikuta kalkkiin (CaCO_3) ja tuote on emäksinen, jolloin tarttuvuus bitumiin on hyvä.

Kun A-luokan pölynsuodattimet alkoivat yleistyä, niin suodatinpölyn määrä kasvoi. Tällöin oli vaikeuksia saada aina mahtumaan sen lisäksi normien mukainen määrä kalkkifilleriä päällysteeseen ilman että suodatinpölyä olisi viety pois. Lisätekijä on hinta; suodatinpöly on "ilmaista" ja ympäristökysymykset; materiaalin kierrätys.

Betoniteollisuuden laman vuoksi lentotuhka tuli markkinoille 90-luvun alussa ja sen käytöstä saadut tulokset olivat positiivisia. Se vakiinnuttikin pian asemansa

kalkkifillerin rinnalla asfalttiin erikseen lisättävänä hienoaineksena. Lentotuhkan heikko puoli on sen materiaaliominaisuuksien vaihtelu johtuen tuotantotekijöissä tapahtuvista muutoksista. Jatkuva näytteenotto ja materiaaliominaisuuksien testaus ovat tarpeen. Kun näistä huolehditaan, niin sitä voidaan kokemusten ja tutkimusten mukaan käyttää asfaltissa lähes kalkkifillerin veroisena hienoaineksena.

Sammutettu kalkki on erittäin paljon tutkittu ja selvitetty ns. lisähienoainesmateriaali. Pohjoismaissa, etenkin Ruotsissa ja Tanskassa sitä käytetään ja se on aina toiminut hyvin. Sammutettu kalkki on suhteellisen kallis materiaali vaikka vain lisäaineena käytettynä. Suomessa sitä on käytetty erityisesti lentokenttien päällysteissä, joissa säänkestävyydellä on suuri vaikutus päällysteen kestoikään. Teollisena tuotteena sen laatu on tasainen, tehokkuuden lisäksi.

Muitakin hienoainesmateriaaleja käytetään, tosin vähäisiä määriä, ja uusia kokeillaan jatkuvasti. Etenkin erilaiset teollisuuden jauhemaiset sivutuotteet haluttaisiin hyödyntää asfaltissa. Jätelainsäädäntö kehittyy koko ajan, jolloin näiden tuotteiden varastoinnille tulee yhä tarkempia ehtoja ja vaatimuksia ja se aiheuttaa lisäkustannuksia. Yleisille kaatopaikoille toimitettuna syntyy vastaavasti kuljetuskustannuksia ja velvoite suorittaa jätemaksuja. Tällä hetkellä vaikuttaa siltä, että nimenomaan em. tarjonta on kasvamassa. Esimerkkejä on paljon, mutta uusia materiaaleja ei kuitenkaan ole otettu käyttöön. Tämä tarkoittaa sitä, että nykyiset kalkkifilleri-, lentotuhka-, ja suodatinpöly-yhdistelmät toimivat hyvin.

Ominaisuudet

Hienoainesmateriaalit luokitellaan normaalisti erilaisilla materiaalitesteillä; rakeisuus, rakeiden muoto, tyhjätila, ominaispinta-ala, mineraloginen koostumus ja pintakemia.

Hienoaineksen tyhjätila vaikuttaa seossuhteen optimiin, koska se vaikuttaa yhdessä ominaispinta-alan kanssa hienoaineksen kykyyn sitoa bitumia ja siten mastiksin jäykkyyteen. Nämä ovat tärkeimmät materiaaliominaisuudet hienoaineksen toimivuuden kannalta.

Hienoaineksen rakeisuus vaikuttaa myös sen toimivuuteen, koska hienot ja bitumikalvoa ohuimmat materiaali-partikkelit mahtuvat päällysteen karkeiden kivien pinnalla bitumikalvon sisälle ja siten ne kiinnittyvät karkeampien rakeiden pinnalle helpommin kuin muut partikkelit. Näiden määrällä on siten vaikutusta massan jäykkyyteen ja työstettävyyteen.

Kiviaineslajitteiden murskauksessa heikoimmin kiinnittyneet mineraalit voivat irrota helpoimmin ja silloin hienoaines jalostuu mineraaleiltaan heikommaksi kuin alkuperäinen materiaali. Tällä seikalla voi olla vaikutusta suodatinpölyn ominaisuuksiin, joten sen mineraalikoostumuksen määrittäminen on tällaisissa tapauksissa tarpeellista.

Asfalttipäällysteissä hienoaineksen päätehtävät ovat päällystemassan ja päällysteen mekaaninen jäykistäminen ja valmiin päällysteen säänkestävyyden varmistaminen.

Asfalttirouhe

Asfalttirouheeksi nimitetään murskattua tai jyrskyttä asfalttia, jota voidaan käyttää asfalttimassan raaka-aineena. Asfalttirouheen tulee olla standardin SFS-EN 13108-8 mukaista. Asfalttirouheen epäpuhtausluokan (SFS-EN 12697-42) on oltava F1. Asfalttirouheesta ilmoitettavat tiedot ja testattavat ominaisuudet on esitetty taulukossa 51.

Asfalttirouheen kiviaineksen ylempi seulakoko D_{RA} ei saa ylittää valmistettavan massan ylempää seulakokoa (D). Jos kohteen kiviaineksen nastarengaskulutuskestävyydelle on asetettu luokkavaatimus A_{N7} tai A_{N10} , kiviaineksen lujuus on tutkittava asfalttirouheen rakeisuuden laadunvalvontanäytteistä kootusta edustavasta näytteestä. Tulosten keskiarvon (vähintään kaksi tulosta) on täytettävä valitun kuulamylyluokan vaatimus.

Asfalttirouheen sideaineen ominaisuudet tulee ottaa huomioon valmistettavan massan lisäsideainetta valittaessa. Valmistettavan massan sideaineseoksen on oltava tilaajan vaatiman bitumiluokan mukaista. Asfalttirouheen sideainetta voidaan pehmentää erilaisilla elvyttimillä, jotka yleensä ovat pehmeitä bitumeja.

Taulukko 51. Asfalttirouheesta ilmoitettavat tiedot ja testattavat ominaisuudet

Käyttökohde	Asfalttirouheen määrä (%)	Ilmoitettavat tiedot	Vaatimukset
Kulutuskerros	≤10%	Raekokojakautuma ja sideainepitoisuus	Ilmoitettava, testataan 2000-t-välein
		Raekokojakautuma ja sideainepitoisuus	Ilmoitettava, testataan 2000-t-välein, vähintään 5-näytettä
		Kiviaineksen maksimi-raekoko	Ilmoitettava, $D_{RA} \leq D$
		Asfalttityyppi (AB, PAB-B, PAB-V, VA, SMA, ABS tai ABK)	Ilmoitettava
		Sideaineen tyyppi sekä tunkeuma tai pehmenemispiste tai viskositeetti	Ilmoitettava Vähintään 2-testiä/murskauserä
Muut sidotut rakennekerrokset	≤20%	Raekokojakautuma ja sideainepitoisuus	Testataan 2000-t-välein
		Raekokojakautuma ja sideainepitoisuus	Testataan 2000-t-välein, vähintään 5-näytettä
		Kiviaineksen maksimi-raekoko	Ilmoitettava, $D_{RA} \leq D$
		Asfalttityyppi (AB, PAB-B, PAB-V, VA, SMA, ABS tai ABK)	Ilmoitettava
		Sideaineen tyyppi sekä tunkeuma tai pehmenemispiste tai viskositeetti	Ilmoitettava Vähintään 2-testiä/murskauserä

Valmistettavan massan sideaineen tunkeuma, pehmenemispiste ja viskositeetti lasketaan kaavojen 3-5 mukaisesti (laskentaesimerkkejä on esitetty myös standardin SFS-EN 13108-1 liitteessä A).

Asfalttimassan tyyppitestausraportissa on ilmoitettava käytetty rouhemäärä. Asfalttirouheen enimmäismäärät ovat 50 % kulutuskerroksissa ja 70 % muissa sidotuissa rakennekerroksissa suuremman rouhemäärän käyttö voi olla mahdollista tapauskohtaisesti tilaajan määrittelemissä kohteissa, joiden kiviaineksen luokkavaatimus on A_{N14} tai A_{N19} . Jos rouhetta käytetään > 10%, se on lämmitettävä.

Asfalttirouhetta sisältävän massan sideaineen tunkeuma lasketaan kaavalla (3).

$$(a + b) \lg pen_{mix} = a \lg pen_1 + b \lg pen_2 \quad (3)$$

pen_{mix} valmistettavan massan sideaineen
laskennallinen tunkeuma

pen_1 asfalttirouheesta talteenotetun sideaineen
tunkeuma

pen_2 lisätyn sideaineen tunkeuma

a ja b asfalttirouheen sideaineen (a) ja lisätyn sideaineen (b) osuudet
valmistettavassa asfalttimassassa; $a + b = 1$.

Asfalttirouhetta sisältävän massan sideaineen pehmenemispiste lasketaan kaavalla (4).

$$T_{R\&Bmix} = a * T_{R\&B1} + b * T_{R\&B2} \quad (4)$$

$T_{R\&Bmix}$ valmistettavan massan sideaineen laskennallinen pehmenemispiste
 $T_{R\&B1}$ asfalttirouheesta talteen otetun sideaineen

pehmenemispiste $T_{R\&B2}$ lisätyn sideaineen pehmenemispiste

a ja b asfalttirouheen sideaineen (a) ja lisätyn sideaineen (b) osuudet
valmistettavassa asfalttimassassa; $a + b = 1$.

Asfalttirouhetta sisältävän massan sideaineen viskositeetti lasketaan kaavalla (5).

$$(a + b) \lg \lg visc_{mix} = a \lg \lg visc_1 + b \lg \lg visc_2 \quad (5)$$

$visc_{mix}$ valmistettavan massan sideaineen
laskennallinen viskositeetti $visc_1$ asfalttirouheesta
talteen otetun sideaineen viskositeetti $visc_2$ on lisätyn
sideaineen viskositeetti

a ja b asfalttirouheen sideaineen (a) ja lisätyn sideaineen (b) osuudet
valmistettavassa asfalttimassassa; $a + b = 1$.

Lisäksi voidaan laskea valmistettavan massan sideaineen kompleksimoduuli G^* kaavalla 6. Dynaamisella leikkausreometrillä (DSR) määritettävän kompleksisen leikkausmoduulin arvo riippuu merkittävästi kuormitustaajuudesta ja lämpötilasta. Laskettaessa valmistettavan massan sideaineen kompleksimoduulia, asfalttirouheen sideaineen ja lisätyn sideaineen kompleksimoduulin arvoina on käytettävä samassa lämpötilassa ja samalla kuormitustaajuudella määritettyjä arvoja, esimerkiksi 30 °C ja 1,59 Hz. Asfalttirouhetta sisältävän massan kompleksimoduuli lasketaan kaavalla (6).

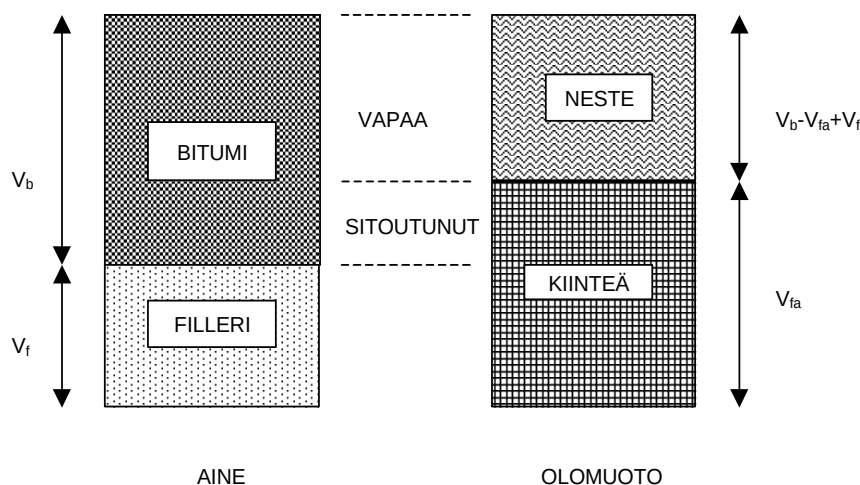
$$\lg G^*_{mix} = a \lg G^*_1 + b \lg G^*_2 \quad (6)$$

G^*_{mix} valmistettavan massan sideaineen laskennallinen kompleksimoduuli
 G^*_1 asfalttirouheesta talteen otetun sideaineen
kompleksimoduuli

G^*_2 lisätyn sideaineen kompleksimoduuli

a ja b asfalttirouheen sideaineen (a) ja lisätyn sideaineen (b) osuudet
valmistettavassa asfalttimassassa; $a + b = 1$.

Mastiksi



Bitumihienoainesseosten olomuodot

Hienoaines toimii päällysteessä yhdessä bitumin kanssa, joka toimii sideaineena ja on tärkeä komponentti asfalttipäällysteessä. Bitumin jäykistämiseksi hienoaines muodostaa sen kanssa seoksen, mastiksin, jonka ominaisuudet riippuvat sekä bitumin että hienoaineksen laadusta ja määrästä kuvan 3.11/3 mukaisesti.

Kun mastiksi on käyttölämpötiloissa jäykistynyt, eli kuvassa esitetty bitumin nesteolomuoto on muuttunut kiinteäksi olomuodoksi, niin se varmistaa päällysteen mekaanisen kestävyys ja jäykkyyden eli stabiilisuuden.

Samoin hienoaines varmistaa osaltaan mastiksin toisena komponenttina päällysteen säänkestävyyden estämällä ja hidastamalla veden kulkua sen sisällä, ja vaikuttamalla mastiksin ominaisuuksiin niin että se pitää karkeat rakeet kiinni päällysteessä.

Yhteinen rooli kaikissa päällysteissä mastiksilla on, että sen avulla pyritään normaalisti tiiviiseen päällysteen rakenteeseen sen säänkestävyyden varmistamiseksi ja se myös pitää karkeat rakeet kiinni päällysteessä. Erona AB-päällysteen ja SMA-päällysteen suhteen on, että AB-päällysteellä hienoaines on osa kiviainesrunkoa ja SMA-päällysteellä se on kiviainesrungon tukena. Molemmilla päällystetyypeillä mastiksi on myös täyttämässä karkeaa kiviainesrunkoa.

Mastiksin osalta on pidetty tärkeänä hienoaineksen jäykistävyysominaisuuksia ja bitumihienoaineseoksen optimiseossuhdetta. Hienoaineksen määrän lisääntyessä mastiksin jäykkyys, sekä sen seurauksena päällysteen stabiilisuus (jäykkyys) ja tiiviys kasvavat. Positiivisten ominaisuuksien kasvaminen kuitenkin loppuu jossain vaiheessa ja jos hienoainemäärää edelleen lisätään, niin päällyste muuttuu hauraammaksi, kuivemmaksi ja halkeiluherkemmäksi. Amerikkalaisten selvitysten mukaan hienoaineksen ja bitumin optimi seossuhde on AB-päällysteillä 1-1,5 painon perusteella laskettuna. Suomessa on liikuttu tämän kriteerin ylärajalla, mikä johtuu pehmeämmistä bitumeista. SMA-päällysteillä suhde on vieläkin suurempi, mutta niissä käytetään kuitua hienoaineksen lisäksi. Tarkka optimi on seoskohtainen, joten seossuhteen käyttö esimerkiksi suhteituskriteerinä ei ole yleistynyt.

Vastaavasti hienoinesten ominaisuuksia täytyy arvioida mastiksin osana. Normaalisti tutkitaan mastiksin ominaisuuksia hienoaineksen laadun funktiona.

Mastiksin toimintaan kuuluu asfalttipäällysteen kiviaineksen tyhjätilan täyttäminen ja kestävyysvarmistaminen pitämällä karkeat kivet kiinni päällysteessä. Kysymys on tarttuvuudesta sekä mekaanisten iskujen että kemiallisten säärasitusten suhteen.

Asfalttipäällysteessä hienoaineksen ja karkean kiviaineksen osalta tarttuvuuden kemiallisfysikaaliset periaatteet ovat samat. Hienoaineksen pinta-ala, eli mastiksiosa joka on tekemisissä bitumin kanssa, on huomattavan suuri. Se on yli 60 % päällysteen kiviaineksien pinta-alasta.

Yhteenvetona voidaan todeta, että karkeilla rakeilla on kysymys niiden pysymisestä kiinni päällysteessä ja hienoaineksella vaikuttamisesta mastiksin laatuun, joka puolestaan pitää karkeita rakeita kiinni päällysteessä.

Mastiksissa hienoaineksen mineraalipartikkelit ovat pääosin bitumin ympäröimiä, eikä vesi pääse suoraan vaikuttamaan niihin. Toisaalta mineraalipintaa on niin paljon, että se heijastuu mastiksin kemiallisfysikaalisiin ominaisuuksiin. Koska vesi liikkuu mastiksin sisällä eri olomuodoissaan sekä mikrohuokosissa että molekyylitasolla ja myös paine-erojen sekä termodynaamisten voimien vaikutuksesta, niin se voi muuttaa mastiksin ominaisuuksia pidemmän ajan kuluessa jos hienoaineksen kemialliset ominaisuudet (mineraalien laatu) antavat siihen mahdollisuuden.

MUUT MATERIAALIT ja UUSIOMATERIAALIT

Käsittelykohdat Asfalttinormeissa 2017

9. Lisäaineet	102
9.1.1. Yleistä	102
9.1.2. Vaatimusten asettaminen	102
9.1.3. Kuidut	102
9.1.4. Tartukkeet	103
9.1.5. Sementti	103
9.1.6. Luonnonasfaltti	103
9.1.7. Muut lisäaineet	102
10. Uusiomateriaalit	107

Lisäaineet

Yleistä

Lisäaineiden avulla pyritään parantamaan päällysteen toiminnallisia ominaisuuksia tai saavuttamaan muutoin teknistaloudellisesti edullisempi lopputulos.

Lisäaineiden käyttö on aina dokumentoitava.

Kuidut

Kuituja käytetään bitumia sitovana lisäaineena pääasiassa kivimastiksiasi-asfaltissa (SMA). Kuidut tekevät mahdolliseksi paksummat bitumikalvot. Yleisin kuitu on selluloosakuitu, joka on pääosin selluloosaa sisältävä tuote, jonka kuiduille on tyypillistä 0,1 - 2 mm:n pituus, nauhamainen rakenne ja suuri ominaispinta-ala. Asfalttipäällysteissä käytettävien irtoselluloosakuitujen tulee täyttää taulukon 58 mukaiset vesipitoisuuden ja hetkellisen lämmönkeston laatuvaatimukset. Kuitujen tulee olla tasalaatuisia, eivätkä ne saa sisältää epäpuhtauksia tai jauhautumatonta materiaalia. Kuitujen tasalaatuisuus analysoidaan erikseen silmämääräisesti ja tarvittaessa mikroskoopilla tai tasalaatuisuuskokeella (PANK 3107). Taulukossa 59 esitetyt selluloosakuitujen irtotiheyden, tasalaatuisuuden, kuitupituuden ja ominaispinta-alan ohjeelliset arvot eivät ole sitovia laatuvaatimuksia. Granulaatteihin käytettyjen kuitujen tulee täyttää taulukon 26 vaatimukset, granuloitujen kuitujen lämmönkesto on tutkittava ennen granulointia. Muiden kuitutyypin soveltuvuus osoitetaan tarpeellisilla ennakkokokeilla.

Taulukko 58. Asfalttipäällysteisiin soveltuvien selluloosakuitujen laatuvaatimukset (irtokuidut).

Ominaisuus	Yksikkö	Vaatus	Menetelmä
Vesipitoisuus*)	massa-%	£ 7,0	PANK 3103
Hetkellinen Lämmönkesto**) - massanmuutos	massa-%	£ 7,0	PANK 3104

*) Bitumilla sidotusta kuitugranulaatista ei voi määrittää vesipitoisuutta. **) Lämmönkestovaatus on 220 °C / 5 min.

SUOSITUS

Taulukko 59. Asfalttipäällysteisiin soveltuvien selluloosakuitujen ohjeellisia arvoja (irtokuidut).

Ominaisuus	Yksikkö	Arvo	Menetelmä
Irtotiheys 25 °C	g/dm ³	20—25	PANK 3105
Tasalaatuisuus	%	2,0—2,8	PANK 3107
Kuitupituusjakautuma			PANK 3106
...80 % arvo	mm	0,8—1,6	
...50 % arvo	mm	0,5—0,8	
Ominaispinta-ala	m ² /g	2,0—3,0	PANK 2401

Ohjeissa annetut kuitumäärät tarkoittavat puhtaan kuidun määrää. Tarvittaessa kuitujen määrä voidaan selvittää sitoutuvuustestillä (SFS-EN 12697-18). Kivimastiksiasfalttiin irtokuituina lisättävän puhtaan selluloosakuidun määrä on karkeasti arvioituna 0,3 - 0,5 % asfaltin massasta.

Kaupallisia materiaalinimiä on kymmenittäin. Lisähienoainekset on käsitelty edellä. Seuraavassa käsitellään Suomen olosuhteita ajatellen muut tärkeimmät lisäaineryhmät.

Suurin käyttö kuiduilla tällä hetkellä on SMA päällysteissä niiden jäykkyyden lisääjänä. SMA:n mastiksimmä on suurempi kuin AB-päällysteellä. Erityisesti silloin kun massa on kuumaa kuljetuksen, levityksen ja tiivistämisen aikana niin siinä oleva bitumi voi erottua hienoaineksesta. Kuitu jäykistää bitumin siihen asti, kunnes sen lämpötila on laskenut käyttölämpötiloihin. Se vaikuttaa myös tämän jälkeenkin, mutta tärkein vaikutus on asfaltin valmistuksen ja päällysteen levityksen aikana.

Yleisin käytettävistä kuitumateriaaleista on selluloosakuitu. Sen käyttömäärät ovat 0,3 – 0,5 paino-% asfaltin massasta. Asfalttiasemalla se annostellaan joko omasta siilostaan tai säkkeinä erikseen suoraan sekoittimeen. Se voi olla joko irtokuituna tai granulaattina.

Tartukkeet

Tartukkeet ovat pinta-aktiivisia aineita, jotka parantavat bitumisen sideaineen ja kiviaineksen välistä tartuntaa. Yleisintä käyttö on pehmeissä asfalttobetoneissa, joita valmistettaessa kiviainesta ei aina lämmitetä. Bitumiemulsioiden yhteydessä ne myös toimivat emulgaattoreina, eli ne mahdollistavat bitumin ja veden seoksen pysyvyyden.

Tartukkeet ovat yleensä rasvahappopohjaisia diamiineja. Riittävä tartunta estää edен tunkeutumisen kiviaineksen ja sideaineen väliin.

Tarvittaessa käytettävä tartukemäärä valitaan ennakkokokeiden perusteella (SFS-EN 12697-12 menetelmä C).

Tartukkeet menettävät tehoa ilman vaikutuksesta korkeassa lämpötilassa, mikä tulee ottaa huomioon tartukkeellisen sideaineen varastoinnissa ja kuljetuksissa. Jos ennakkoon tiedetään tartukkeen joutuvan olemaan pitkään kuumassa sideaineessa, voidaan tartukemäärää lisätä tuhoutuvan tartukkeen korvaamiseksi.

Tavallisimmat tartukkeet ovat ammoniakista johdettuja alkyyliamiineja, joissa ammoniakin vetyatomeja korvataan hiilivetyketjuilla. Hiilivetyketju tarttuu bitumiin ja muu osa kiviainekseen. Ne ovat tehokkaita etenkin happamien kiviainesten suhteen. Niissä on positiivinen varaus, joka vetää happamen kiviaineksen negatiivisia varauksia puoleensa. Valtaosa suomalaisista päällystekiviaineksista on happamia.

Yleisin tartukelaji on diamiini. Sen lisäysmäärä on noin 1 paino-% sideaineen määrästä. Normaalisti se lisätään bitumiin ja bitumiemulsioon niiden valmistuksen yhteydessä.

Luonnonasfaltti

Luonnonasfaltti on luonnossa esiintyvä bitumin ja mineraaliaineksen seos. Luonnonasfaltteja voidaan käyttää bitumin lisäaineina, kun halutaan lisätä päällysteen deformaatiokestävyyttä. Luonnonasfaltin sekoittaminen bitumiin lisää päällysteen jäykkyyttä samalla kun sen joustavuus matalissa lämpötiloissa säilyy. Yleisimmin käytettyjä luonnonasfaltteja ovat Trinidad-asfaltti ja Gilsoniitti. Trinidad-asfaltti sisältää huomattavan määrän eli noin 36 % hienoa mineraaliainesta ja noin 10 % muuta tolueeniin liukenematonta ainesta. Liukoisen bitumin tunkeuma on 9 – 14 [0,1 mm]. Gilsoniitti on melkein puhdasta ja kovaa bitumia, jonka tunkeuma on likimain nolla. Luonnonasfaltin on oltava standardin SFS-EN 13108-4 liitteen B mukaista ja vastattava sopimuskohtaisia vaatimuksia.

Perinteisin käyttökohde on ollut valuasfaltti, mutta nykyään niitä käytetään myös tavallisissa kuuma-asfalteissa. Päällysteen lisääntynyt kovuus ei ilmene haurautena kuten erittäin kovaa bitumia käytettäessä, koska luonnonasfaltissa oleva mineraaliaines parantaa päällysteen lujuutta muodonmuutoksia vastaan. Yleisimmin käytettyjä luonnonasfaltteja ovat Trinidadasfaltti ja Gilsoniitti. Trinidadasfaltti sisältää myös hienoa mineraaliainesta ja Gilsoniitti on pääosin kovaa luonnonbitumia. Käyttömäärät ovat 1-3 paino-% asfaltin painosta.

Muut lisäaineet

Väriaineet

Ilman lisäaineita tai erikoisbitumia asfalttipäällysteet ovat uutena mustia ja ensimmäisen vuoden jälkeen ne harmaantuvat. Kiviaineksen väri määrää tarkemman sävyn. Eli kiviaineksen värillä voidaan vaikuttaa jonkin verran esimerkiksi päällysteen vaaleuteen, mutta varsinainen väri on tehtävä väripigmenteillä.

Paras, mutta kallein tulos saadaan jos bitumista poistetaan mustia molekyylejä ja sen jälkeen väri tehdään pigmenteillä. Muuten pigmenttejä joudutaan käyttämään suurempi määrä. Värilliset päällysteet ovat pigmenttien kalliin hinnan vuoksi todella kalliita, joten niitä käytetään ainoastaan erikoiskohteissa.

Muut lisäaineet

Asfalttinormien mukaan muina lisäaineina voidaan käyttää esimerkiksi kumi- tai muovirouhetta tai kemiallisia aineita. Niiden käyttö edellyttää aina tapauskohtaista asfalttimassan koostumuksen suunnittelua ja niiden asettamat vaatimukset on otettava huomioon asfalttimassan valmistuksessa ja levityksessä.

Niiden käyttö edellyttää aina tapauskohtaista asfalttimassan koostumuksen suunnittelua ja ne on otettava huomioon muiden raaka-aineiden valinnassa, massan valmistuksessa ja levityksessä. Lisäaineiden laatua on valvottava erikseen sovitulla kriteereillä. Tällaisten lisäaineiden käytöstä ja päällysteen laadun arvostelussa noudatettavista vaatimuksista on aina myös sovittava erikseen sopimusasiakirjoissa. Kun käytetään muita lisäaineita, tulee työterveys, turvallisuus ja ympäristökelpoisuus varmistaa. Muut lisäaineet on otettava huomioon asfalttien uusiokäytössä ja niiden käyttö on aina dokumentoitava.

Uusiomateriaalit

Tavallisimpia asfaltin uusiomateriaaleja

- Erilaiset kuonatuotteet (teräskuona, ferrokromikuona, masuunikuona),
- Bitumia sisältävät uusiomateriaalit kuten bitumikaterouhe tai
- Fillerikiviainesta korvaavat hienorakeiset kierrätystuotteet.

Uusiomateriaalien lisävaatimuksia

- Käytettävien uusiomateriaalien on teknisiltä ominaisuuksiltaan ja kelpoisuudeltaan sovelluttava käyttökohteeseen ja oltava riittävän tasalaatuisia.
- Uusiomateriaalien pitkäaikaiskestävyys ja tekninen kelpoisuus osoitetaan käyttöhistorialla (esim. toteutetut kohteet) tai pitkäaikaiskestävyyteen liittyviä riskejä pienennetään ennakolta tehtävillä laboratorio- ja kenttäkokeilla sekä hankkimalla kokemusta käytöstä aluksi pienemmillä kokeilukohteilla.
- Uusiomateriaalien, joiden käyttöhistorialla ei ole osoitettu riittävää teknistä kelpoisuutta, käyttö edellyttää aina materiaali- tai rakennekohtaisia ennakkokokeita.
- Uusiomateriaalit eivät saa aiheuttaa kanssaan kosketuksiin tuleville rakenteille korroosiota tai muita vaurioita.

- Mahdolliset materiaalien erityisominaisuudet tai -vaatimukset otetaan huomioon tarvittaessa koko rakenteen suunnittelussa.
- Uusiomateriaalien käyttö on dokumentoitava vastaavalla tavalla kuin muidenkin raaka-aineiden käyttö. Asfalttimassassa käytettävistä uusiomateriaaleista on ilmoitettava vähintään samat ominaisuudet kuin ilmoitetaan normaaleista raaka-aineista. Esimerkiksi luonnonkiviainesta korvaavien uusiomateriaalien tulee täyttää samat geometriset ja mekaaniset vaatimukset kuin mitä luonnonkiviainekselle on asetettu.
- Osa kemiallisista ja fysikaalisista testausmenetelmistä ei välttämättä sovellu uusiomateriaaleille, esimerkiksi kuonatuotteista ei voi tehdä petrografista analyysiä. Sideainetta korvaavista materiaaleista on ilmoitettava soveltuvien osin luvussa 10 esitetyt ominaisuudet.
- Luonnonkiviainesta korvaavien uusiomateriaalien tulee täyttää seuraavat lisävaatimukset: Ilmajäähdytetyssä masuunikuonassa ei saa esiintyä dikalsiumsilikaatin eikä raudan hajoamista (SFS-EN 1744-1).
- Teräskuonakiviaineksen tulee täyttää tilavuuden pysyvyyden osalta luokan V_{3,5} vaatimukset, tilavuuden pysyvyys määritetään SFS-EN 1744-1 mukaisesti.
- Uusiomateriaalien käytössä on edellisen lisäksi vielä erityisesti otettava huomioon asfalttimassan korkeasta lämpötilasta johtuvat työturvallisuuteen vaikuttavat seikat sekä asfalttipäällysten tuleva uudelleenkäyttö.
- Uusiomateriaalien tulee täyttää lisäksi lainsäädännössä tai ympäristöluvassa asetetut ympäristökelpoisuusehdot sekä käyttökohteen vaatimat tekniset kelpoisuusehdot.