



# Päällystekurssi 2024, asfalttimassan suunnittelu

Henri Väisänen, Koulutus, 14.3.2024

# Esityksen sisältö

- Vaatimusten vaikutus suunnittelun tavoitearvoihin
- Massan materiaalit
- Suunnittelu tapa
- Kokemusperäinen suunnittelu
- Toiminnallinen suunnittelu
- Ympäristönäkökohdat

# Taustaa

- Asfalttimassan suunnittelun tavoitteena on löytää paras mahdollinen koostumus asfalttimassalle, mikä täyttää tilaajan esittämät vaatimukset
  - Tilaajan vaatimukset ovat siis lähtökohtana kun suunnittelun tavoitearvoja asetetaan
    - Esim. tyhjätilavaatimus, deformaatiokestävyysvaatimus jne.
- Suunnittelun avulla varmistetaan myös optimaalinen toimivuus massan ja päällysteen valmistuksessa
- Massan suunnittelu voidaan tehdä kokemusperäisesti tai laboratoriokokeisiin perustuen
- Massan suunnittelu perustuu käytettävien raaka-aineiden tutkittuihin ominaisuuksiin (esim. kiviaineksen rakeisuus, litteysluku, bitumiluokka jne.)
- Massan suunnittelijalla ei yleensä ole mahdollisuutta täysin vapaaseen suunnitteluun
  - Tilaajan materiaalivaatimukset: rouheen käyttö, bitumiluokka, kalkkifillerin käyttö jne.
    - Riittävä vapaus materiaalien valintaan on välttämätöntä optimaalisen lopputuloksen saavuttamiseksi
  - Tilaajan asettamat massan toiminnallisten vaatimukset
  - Materiaalien ominaisuudet: kiviaineksen ottoapaikka, käytettävät lajikkeet, rakeisuus ja litteysluku jne.

# Vaatimukset suunnittelun lähtökohtana

- Vaatimukset ovat aina lähtökohta asfalttimassan suunnittelun tavoitearvoille
  - Päälysteen tyhjätila
  - Nastarengaskulutuskestävyys
  - Deformaatiokestävyys
  - Stabiiliteetti ja flow
  - Vedenkestävyys
  - Työstettävyys
- Esim. tyhjätilavaatimus asettaa tavoitearvot tiivistettävyysskoheen tuloksille (ICT/Marshall)
  - Tavoitearvoihin vaikuttaa myös muut päälysteeltä vaaditut ominaisuudet (urasyvyys, stabiiliteetti, prall, creep)

Taulukko 5. Sallittu tyhjätila ajoradalla eri laatuvaatimusluokissa A-D määritettynä standardin SFS-EN 12697-8 tai menetelmien PANK 4113 ja PANK 4123 mukaisesti, kun kappaletiheys on määritetty standardin SFS-EN 12697-6 mukaisilla menettelyillä A, B tai D.

Päälyste	Tyhjätila V (til-%)					
	Yksittäinen näyte			Keskiarvo		
	A, B	C	D	A, B	C	D
AB 5 – 8		≤ 7,0	≤ 8,0		≤ 6,0	≤ 7,0
AB 11		≤ 6,0	≤ 7,0		≤ 5,0	≤ 6,0
AB 16 – 22	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 6,0	1,0 - 4,0	≤ 4,0	≤ 5,0
SMA 5 – 22	≤ 6,0	≤ 6,0		1,0 - 5,0	≤ 5,0	
ABS 16 - 22	≤ 6,0			2,0 - 5,0		
ABK 22 - 32	≤ 8,0	≤ 8,0	≤ 8,0	≤ 7,0	≤ 7,0	≤ 7,0
AA 11 – 16	14- 25			14 – 25		

Taulukko 31. Tilavuussuhteiden ohjeelliset arvot asfalttimassojen suunnittelussa.

Asfalttityyppi	Täyttöaste VFB til.-%	Tyhjätila V til.-%	Kiviaineksen tyhjätila VMA til.-%
AB	75 – 93	1 – 4	12 – 16
ABS	75 – 93	2 – 5	14 – 20
SMA	74 – 94	2 – 5	16 – 20
ABK	65 – 83	2 – 6	12 – 20
AA	25 – 45	14 - 26	25 – 35

Asfalttinormit 2023

# Esimerkkejä päällysteen vaatimusten vaikutuksesta suunnittelun tavoitearvoihin

## Vaatus:

- 1. Tyhjätilavaatimus 1-5 %
  - Esim. kulutuskerros
  - Kohtalainen kuormituskestävyys
  - Tilavuussuhteet eivät välttämättä AB-massalle optimaaliset
- 2. Tyhjätilavaatimus 0-5 %
  - Kulutuskerros
  - Lähtökohtaisesti hyvä pitkäaikaiskestävyys
- 3. Tyhjätilavaatimus 1-6 %
  - Esim. sidekerros
  - Lähtökohtaisesti hyvä kuormituskestävyys
- 4. Tyhjätilavaatimus 1-5 % +  $\epsilon_n 2,0$ 
  - Esim. kulutuskerros
  - Hyvä kuormituskestävyys ja lähtökohtaisesti huonoin pitkäaikaiskestävyys

## Tavoite suunnittelussa:

- 1. Tiivistettävyysskoeken tavoitetyhjätila ~2,0-3,0 %
- 2. Tiivistettävyysskoeken tavoitetyhjätila ~1,5-2,5 %
- 3. Tiivistettävyysskoeken tavoitetyhjätila ~3,0-4,0 %
- 4. Tiivistettävyysskoeken tavoitetyhjätila ~2,0-3,0 %
  - Tavoitetta voi joutua muuttamaan suuremmaksi deformaatiokestävyysvaatimuksen takia (2,5-3,5 %)
  - Bitumiluokkaa voi olla tarpeen muuttaa kovemmaksi deformaatiokestävyysvaatimuksen takia

# Massan materiaalit

- Massan suunnittelua varten käytettävät materiaalit on tutkittava
- Kiviaines
  - Rakeisuus
  - Litteysluku
  - Mineralogia
- Asfalttirouhe
  - Bitumipitoisuus ja rakeisuus
  - Bitumin kovuus
- Lisäbitumi
  - Bitumin kovuus
- Materiaalien ominaisuudet on oltava tutkittuja riittävällä varmuudella (vastuu materiaalin toimittajalla)
- Massan suunnittelija ei voi muuttaa käytettävien materiaalien ominaisuuksia vaan ne ovat mitä ovat
- Materiaalit itsessään kuitenkin voidaan vaihtaa tai niitä voidaan ottaa käyttöön lisää halutun lopputuloksen saavuttamiseksi

# Massan suunnittelu

## Kokemusperäinen

- Vähemmän vaativat kohteet
- Materiaalit ovat ennestään tuttuja
- Lasketaan massan rakeisuus sekä arvioidaan tarvittava sideainepitoisuus
- Suunnittelun kesto noin 10 minuuttia



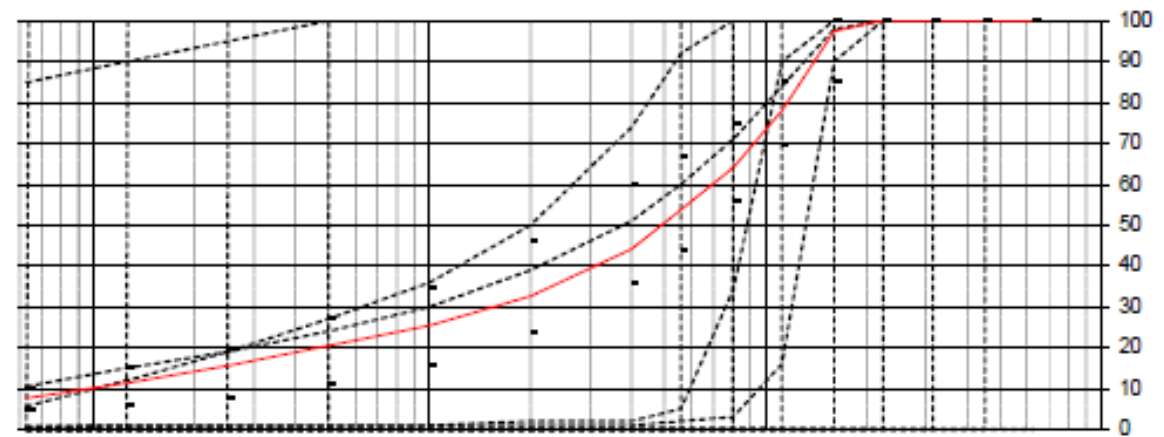
## Toiminnallinen

- Tilaajan vaatimukset massan ominaisuuksille
- Materiaalit ennestään tuntemattomat
- Optimaalinen massan koostumus määritetään laboratoriokeuin
  - Tilavuussuhteet ja toiminnalliset ominaisuudet
- Suunnittelun kesto riippuen määritettävistä ominaisuuksista
  - Tiivistettävyyden noin 3 päivää
  - Vedenkestävyys noin 7 päivää
  - Prall ja Creep noin 10 päivää

# Esimerkki massan suunnittelusta

- Massan koostumus suunnitellaan tilavuussuhteiden kautta siten, että massa on tiivistettävissä tavoiteltuun tyhjätilaan
  - Kokemusperäisesti tai laboratoriotestein
- Kokemusperäisessä suunnittelussa pyritään yleensä mahdollisimman lähelle vanhaa suhteitusta tai korjaamaan aikaisempina vuosina havaittuja ongelmakohtia
- Mikäli vaatimuksia on muille massan toiminnallisille ominaisuuksille tehdään suunnittelu aina laboratoriokeuin
  - Suunnittelu alkaa parhaasta mahdollisesta koostumuksen "arvaamisesta" (*vaatii kokemusta ja materiaalituntemusta*)
  - Tiivistettävyysskojeita tehdään "arvauksen" molemmin puolin saatujen tulosten perusteella

RC:n bitumi-%							Bitumi	Alaraja	Yläraja
Nimi	KF	KaM0/8	KaM8/11	KaM11/16	RC0/16	4,6 %	Ohje		
Tiheys	2700	2730	2700	2700	2700	2730	2700		
%-osuudet	1,5	35,0	13,5	20	30,0				
0,063	85	5,8	0,7	0,6	10,6		Suhteit	Ohje	yläraja
0,125	90	12	1	1	15		7,7		
0,25	95	19	1	1	19		11		
0,5	100	27	1	1	24		16		
1	100	36	1	1	30		20		
2	100	50	2	1	39		25		
4	100	74	2	1	51		33		
5,6	100	92	5	2	60		44		
8	100	100	34	3	71		54		
11,2	100	100	90	16	84		64		
16	100	100	100	90	98		78		
22,4	100	100	100	100	100		97		
31,5	100	100	100	100	100		100		
45	100	100	100	100	100		100		
63	100	100	100	100	100		100		





# Toiminnallinen suunnittelu tilavuussuhteiden perusteella

- Massan koostumuksen muuttuessa tilavuussuhteet muuttuvat (esim. SMA:lla, AB:lla ja ABT:lla on erilaiset tilavuussuhteet)

## Esim. Tilaaja on asettanut vaatimukset:

- Massa: AB 16
- Materiaalit: AN14, FI20, 70/100
- Päälysteen tyhjätila: 1-5 %

Laboratoriokokeet tehdään erilaisilla massakoostumuksilla, joista valitaan optimaalinen koostumus.

## Massan suunnittelu tilavuussuhteiden perusteella

Massa 1

$V = 4,0 \%$

$VMA = 16,5 \%$

$VFB = \sim 75,5 \%$

Massa 2

$V = 1,6 \%$

$VMA = 14 \%$

$VFB = \sim 88,6 \%$



Massa 3

$V = 2,6 \%$

$VMA = 14 \%$

$VFB = \sim 81,5 \%$

**Mikä on optimaalinen suhteitus?**

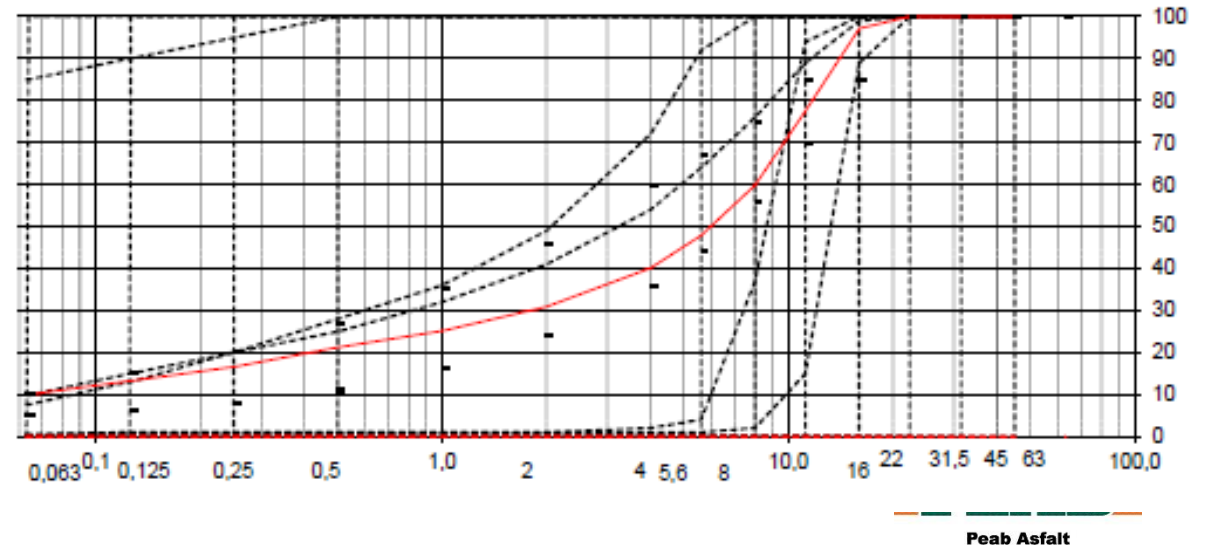
# Massan toiminnalliset ominaisuudet

- Massan muut ominaisuudet määritetään kun tilavuussuhteet on määritetty
  - Deformaatiokestävyys
  - Kulumiskestävyys
  - Stabiilitetti ja flow määritetään tarvittaessa tilavuussuhteiden yhteydessä
- Mikäli haluttuja ominaisuuksia ei saavuteta palataan takaisin tilavuussuhteiden määrittämiseen
  - Tarvittaessa myös käytettäviä materiaaleja voidaan vaihtaa
- Toiminnallisten ominaisuuksien *(kulumis/deformaatiokestävyys)* liiallinen optimointi johtaa päällysteen pitkäaikaiskestävyyden heikkenemiseen (säänkestävyys)
  - Vaatimusten asettaminen kohteen kriittisten ominaisuuksien mukaan
    - Miksi tämä päällyste tullaan tulevaisuudessa uusimaan?
    - Kuinka suuri osa päällysteistä korjataan deformaation, kulumisen tai vaurioitumisen takia?

# Ympäristönäkökohdat

- Esim. SMA-massat kuluttavat karkeaa kiviainesta huomattavasti enemmän kuin murskatessa syntyy
  - Murskauksessa 11/16 lajiketta saadaan noin 20 %
  - SMA 16 tarvitsee noin 50 %
  - → 25 000 tonnin murskauksella saadaan noin 10 000 tonnia SMA 16-massaa
  - → Kiviainesta 0-11 mm jää noin 15 000 tonnia
- AB-massat puolestaan kuluttavat kiviainesta suunnilleen samassa suhteessa kuin murskatessa niitä syntyy
- Kalkkifillerin käyttövaatimus
  - Kiviaineksen oman pölyn poistaminen
  - → Hukka = jäte
  - Massan suunnittelu vaikeutuu
- → Suhteituksen ”pakottaminen” tietyn materiaalin käytön suhteen hankaloittaa tilavuussuhteiden ym. ominaisuuksien optimoimista
  - Riski tuotteen laadussa (massan tiivistettävyys/työstettävyys)
  - Taloudellisuus ja ympäristöystävällisyys
  - Tilanne vielä pahempi jos kiviaines on 0/16

RC:n bitumi-%							Bitumi	Alaraja	Yläraja
Nimi	KF	KaM0/6	KaM6/11	KaM11/16	RC0/16	4,1 %	Ohje		
Tiheys	2700	2700	2700	2700	2700	2890	2700		
%-osuudet	5,0	27,0	20,0	23	25		Suhteit	Ohje	yläraja
0,063	85	7,6	0,5	0,4	9,8		9,9		
0,125	90	13	1	1	15		13		
0,25	95	20	1	1	20		17		
0,5	100	28	1	1	25		21		
1	100	36	1	1	32		25		
2	100	49	1	1	41		31		
4	100	72	2	1	54		40		
5,6	100	92	4	1	64		48		
8	100	100	37	2	78		60		
11,2	100	100	94	15	89		78		
16	100	100	100	89	99		97		
22,4	100	100	100	100	100		100		
31,5	100	100	100	100	100		100		
45	100	100	100	100	100		100		
63	100	100	100	100	100		100		
Litteysluku		20	15	11	9				



# Yhteenveto

- Massojen suunnittelun tavoitearvot määritellään päällysteen vaatimuksissa
- Mahdollisimman vähän materiaalien käyttömääriin liittyviä vaatimuksia
  - Massan suunnittelijan keinot vaikuttaa massan / päällysteen ominaisuuksiin
- Luotettavat materiaalien tutkimustulokset
- Riittävästi aikaa suunnitteluun
- Massan suunnittelun työmäärä on vakio riippumatta siitä paljonko kyseistä massaa valmistetaan
- Noin 80 % toiminnallisista suunnitteluista tehdään välillä huhtikuu – syyskuu
  - Huhtikuun ja syyskuun välisestä osuudesta noin 45 % tehdään välillä toukokuu - kesäkuu
  - Toiminnallisen suunnittelun käyttö silloin kuin sitä oikeasti tarvitaan
- Vihreä siirtymä aiheuttaa jatkossa haasteita koko alalle. Mukaan lukien massojen suunnitteluun.
  - Yhtä tehokkaampi kierrätys (elvyttimet ja pehmeät bitumit)
  - Materiaalihukan minimointi



**Kiitos!**