

# Tankdagen 2005

Indränkta makadam och massabunden makadam

Rune Fredriksson

# Principiell skillnad mellan obundet grus och indränkt makadam

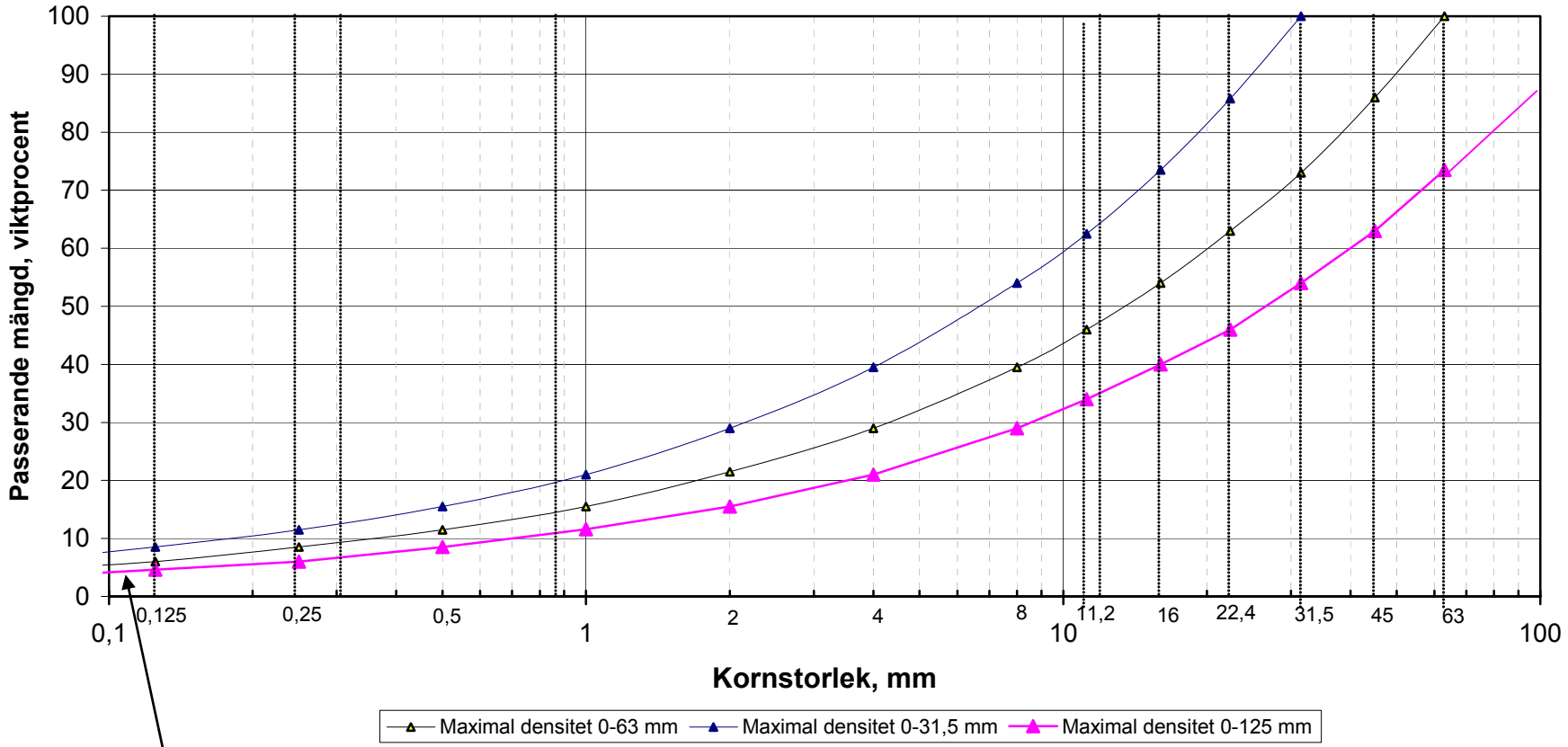
## Obundet grus

- Lagertjockleken minst 2 ggr största stenstorlek (för att kunna packas till hög densitet).
- Hållfasthet, stabilitet och vattenkänslighet beror av kornkurva, finmaterialhalt och materialegenskaper.

## Indränkt makadam

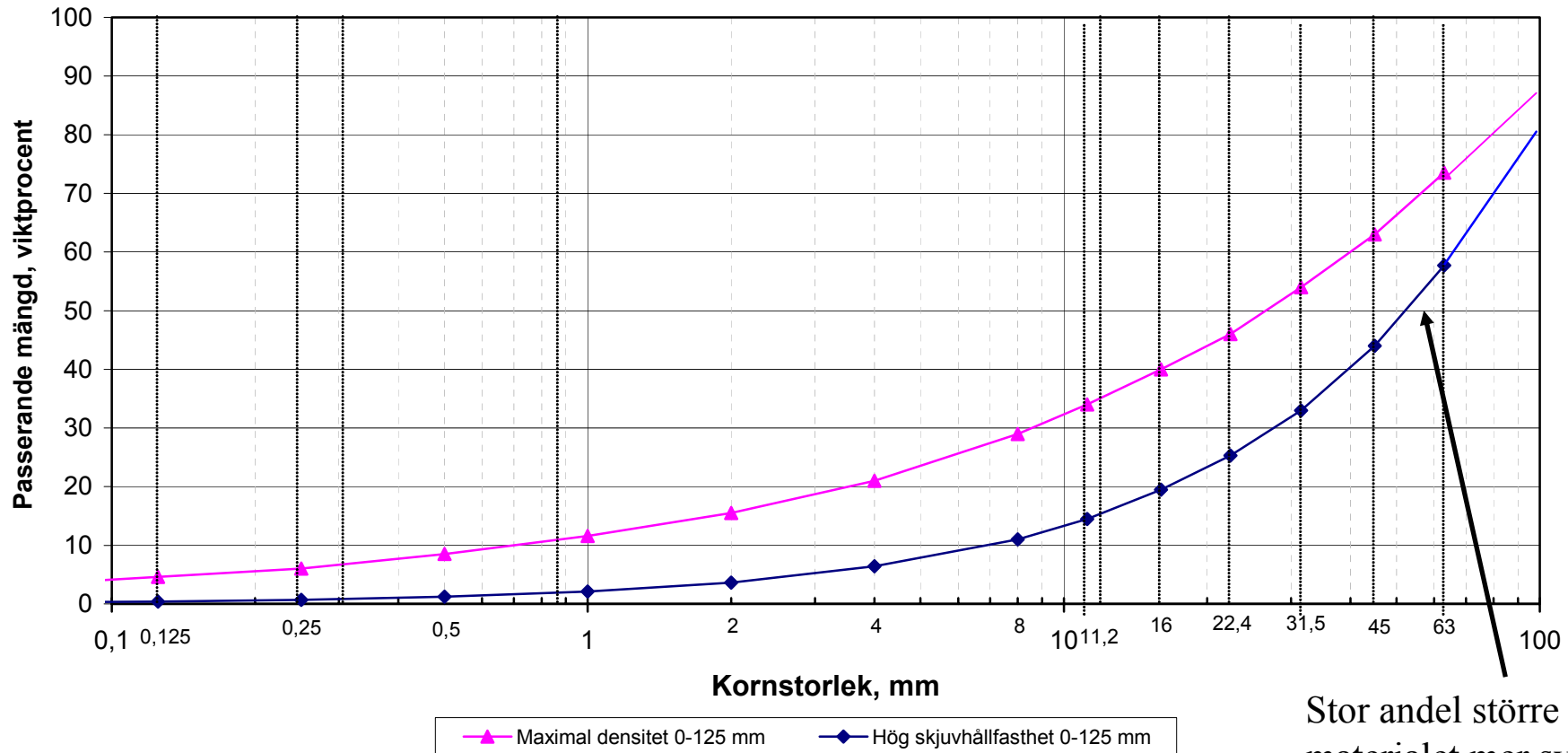
- Lagertjockleken skall vara klart mindre än 2 ggr största stenstorlek (för att maximal skjuvhållfasthet skall utvecklas vid belastning).
- Hållfasthet och stabilitet kräver makadamfraktion, något flisigt och stängligt material och ett bra klister (bitumen).

## Kornstorlekssammansättningar med olika max. kornstorlek som ger maximal densitet



Låg finmaterialhal ger låg vattenkänslighet.

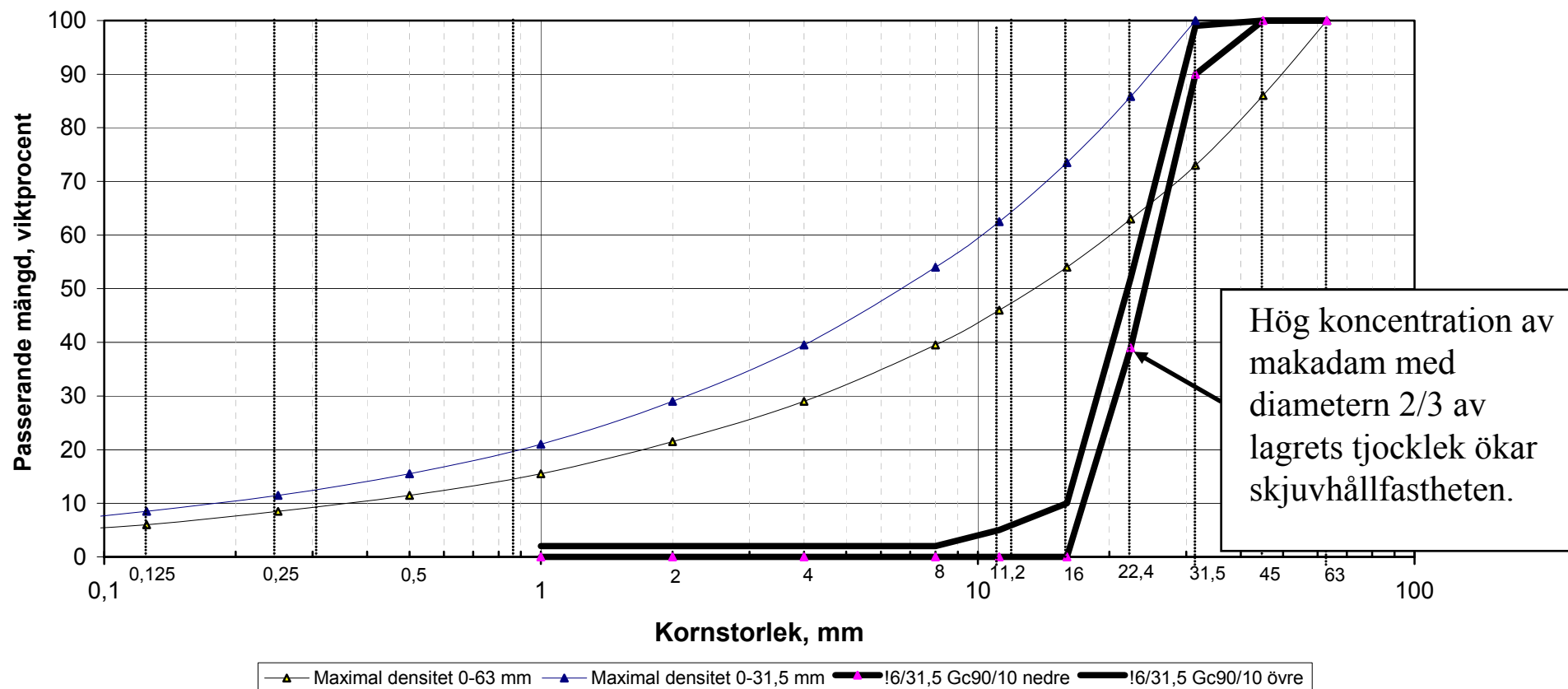
## Kornstorlekssammansättningar, 0-125 mm Maximal densitet resp. hög skjuvhållfasthet



Stor andel större stenar gör materialet mer svårpackat men ger också hög skjuvhållfasthet.

## Makadam 16/31,5 och Gc 90/10 enligt SS-EN 13043

Siktat på grundserie plus serie 1 enligt SS-EN 13043



## Indränkta makadam

- Består av en packad makadamfraktion som indränks med bindemedel och därefter tätas och packas.
- Bindemedlet kan utgöras av bitumenemulsion eller bitumenlösning.

Funktionella egenskaper, erfarenheter, miljöaspekter se Kommunförbundets ”I valet och kvalet” och ATB VÄG.

# Indränkta makadam

## Funktionella egenskaper

- God stabilitet
- Lägre styvhet jämfört med massabeläggningar
- Bra skjuvhållfasthetstillväxt vid ökande belastning (sten mot stenkontakt)
- God flexibilitet. Mindre känslig för rörelser i underlaget och reflektionssprickor.
- Är vattengenomsläpplig och har därför god dräneringsförmåga.

# Indränkta makadam

## Erfarenheter

- Kan vara känslig för mekanisk åverkan i byggskedet (de första 2 dyggen)
- Ytan kan bli ojämn med grov ensartad makadam

# Indränkta makadam

## Miljöaspekter

- Resurssnål
- Tillverkas på plats
- Bindemedelsbehovet är relativt litet
- Stenmaterialet behöver inte uppvärmas

## Massabunden makadam

- Består av en packad makadamfraktion som klistras (indränks) med bindemedel och därefter tätas med asfaltmassa och packas.
- Bindemedlet kan utgöras av bitumenemulsion eller bitumenlösning.

Funktionella egenskaper, erfarenheter, miljöaspekter se Kommunförbundets ”I valet och kvalet” och [http://www.vagverketproduktion.se/templates/Book\\_2956.aspx](http://www.vagverketproduktion.se/templates/Book_2956.aspx)

# Massabunden makadam

## Funktionella egenskaper

- Bättre stabilitet än indränkt makadam
- Bättre styvhet än indränkt makadam
- Bra skjuvhållfasthetstillväxt vid ökande belastning (sten mot stenkontakt)
- God flexibilitet. Mindre känslig för rörelser i underlaget och reflektionssprickor.
- Är vattengenomsläpplig och har därför god dräneringsförmåga.

# Massabunden makadam

## Erfarenheter

- Mindre känslig för mekanisk åverkan i byggskedet än indränkt makadam
- Ytan kan bli något ojämn med grov ensartad makadam

# Massabunden makadam

## Miljöaspekter

- Resursnålt
- Tillverkas till största delen på plats
- Bindemedelsbehovet är mindre än för massabeläggningar
- Stenmaterialet behöver inte uppvärmas



Massabunden makadam 10 cm från 1957 (Svärdsjövägen) och 1963 (E4 Åby-Kolmården).



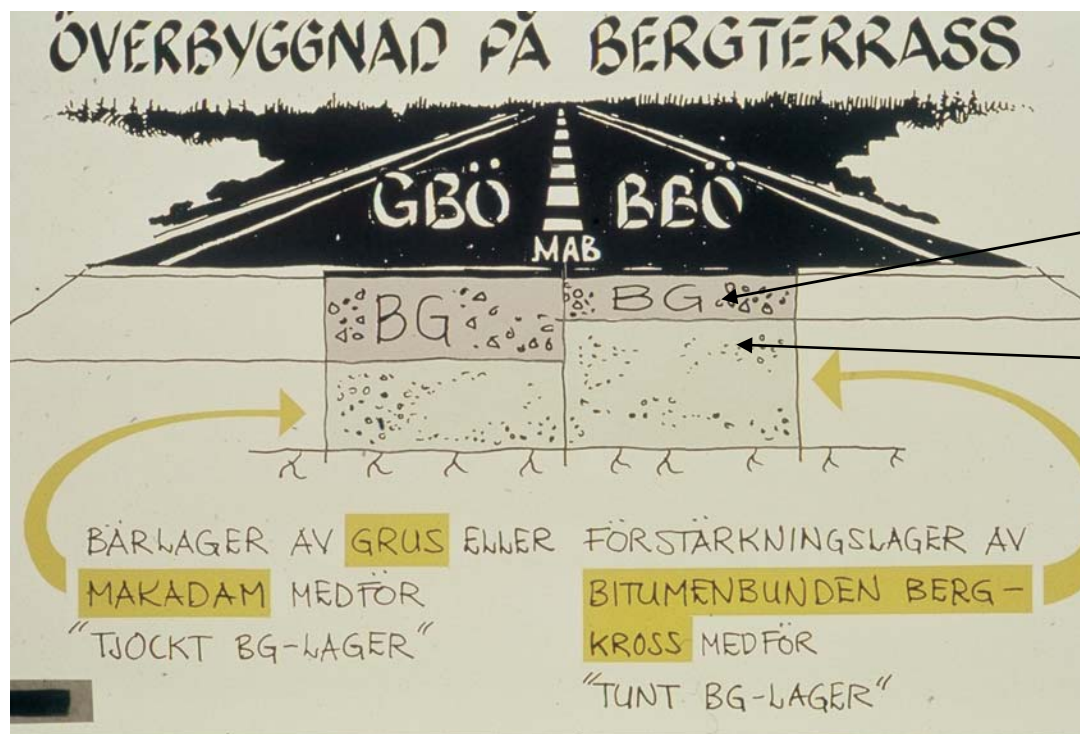
# Historik

- Dimensionering
- Kornkurvor
- Bindemedelstyper och mängder

# Dimensionering GBÖ/BBÖ enligt BYA 84

- BBÖ-konstruktioner enligt BYA 84 har tidigare ofta haft kort livslängd.

*VTI notat 15-1999*



BBÖ

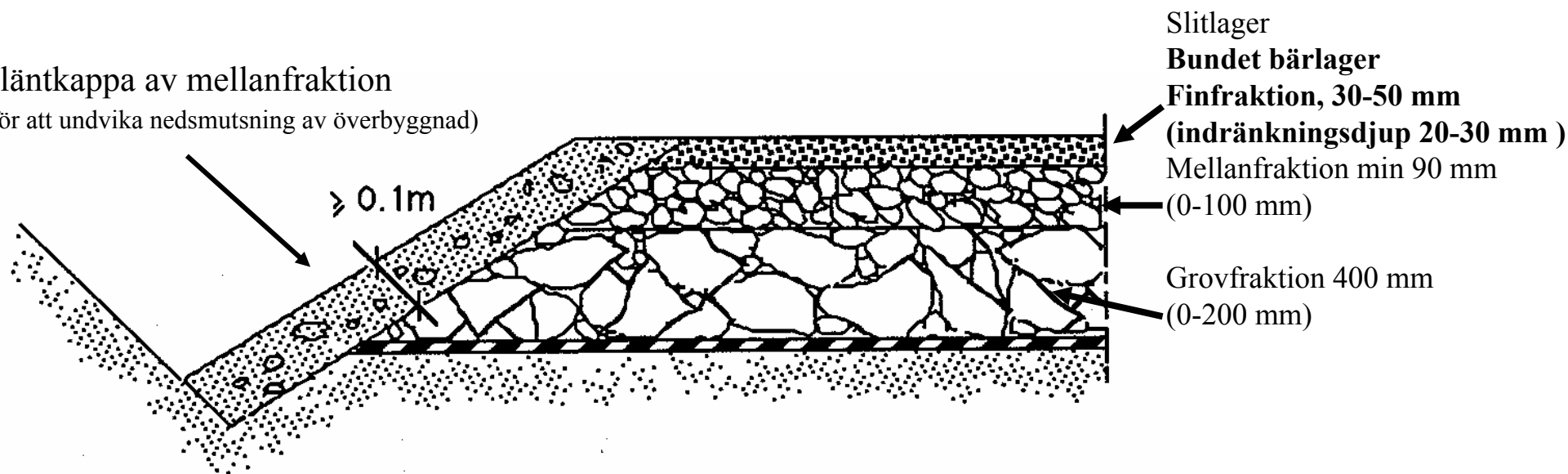
Tunna AG-lager

Dålig och ojämn nedträngning av bitumen i bergkrosslagret

# Bergöverbyggnadskonstruktion sk. Lätt bergbank enl. BYA 1/88

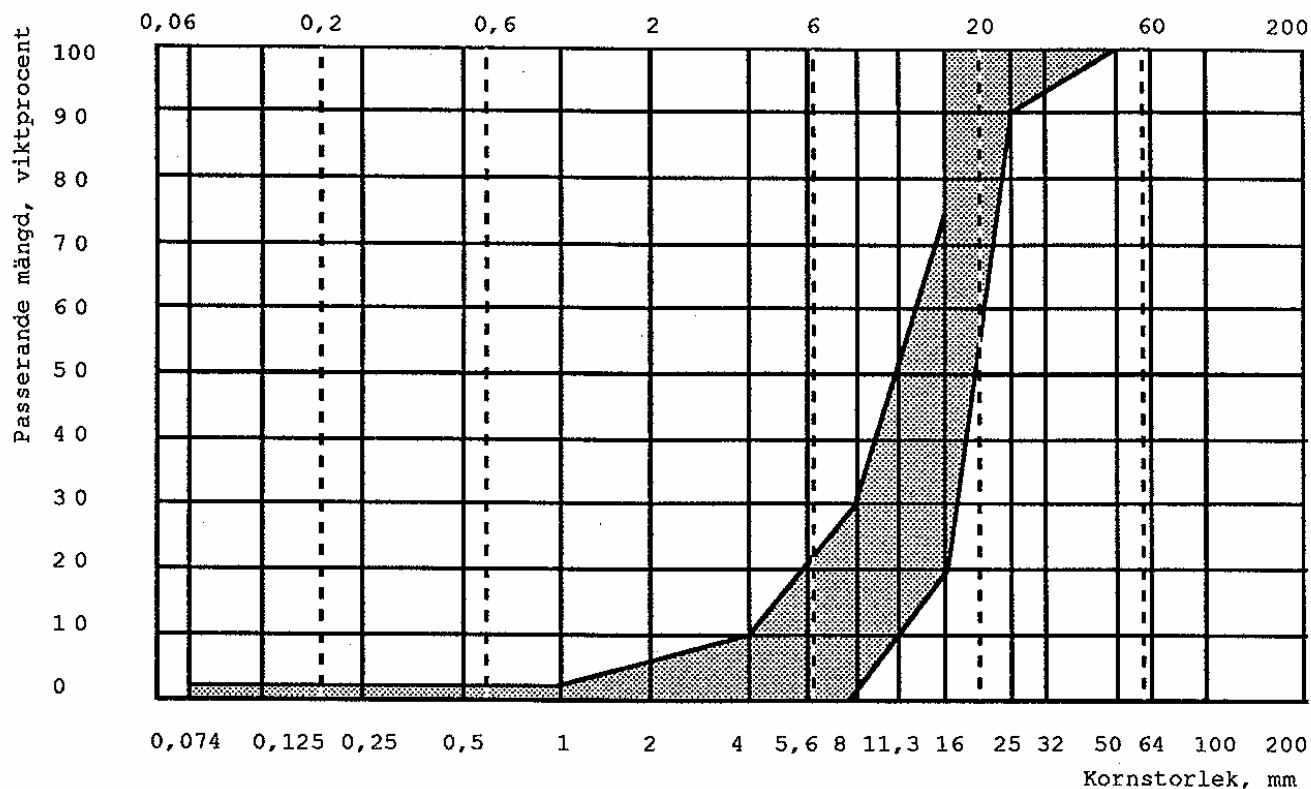
Släntkappa av mellanfraktion

(för att undvika nedsmutsning av överbyggnad)



Av produktionstekniska skäl ansågs att lätt bergbank på bergbank (sprängsten) inte borde vara tunnare än 1,0 m)

# Bergkross (0-25 mm) till bitumenbunden bergkross för lätt bergbank enligt BYA 1/89

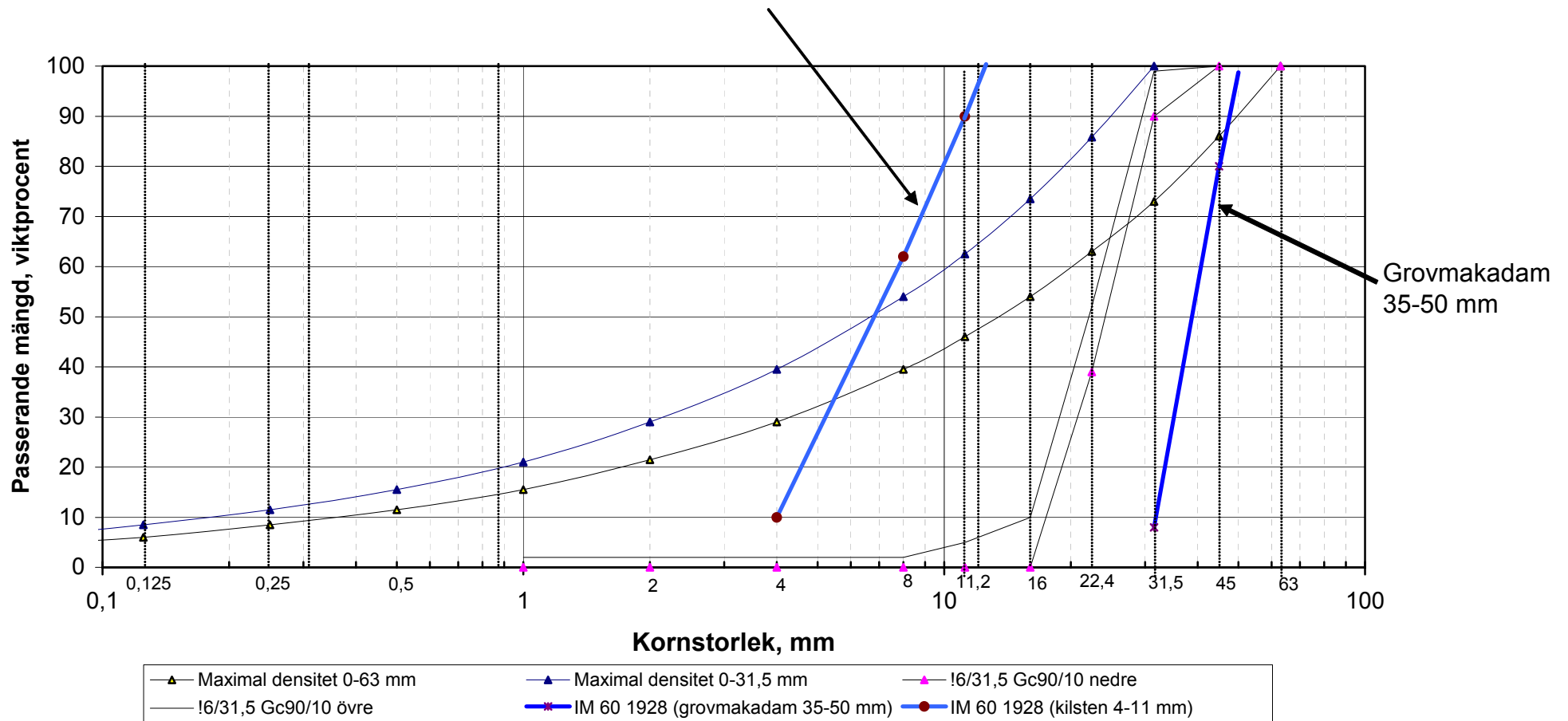


Indränkning 2-3 cm med bitumen.

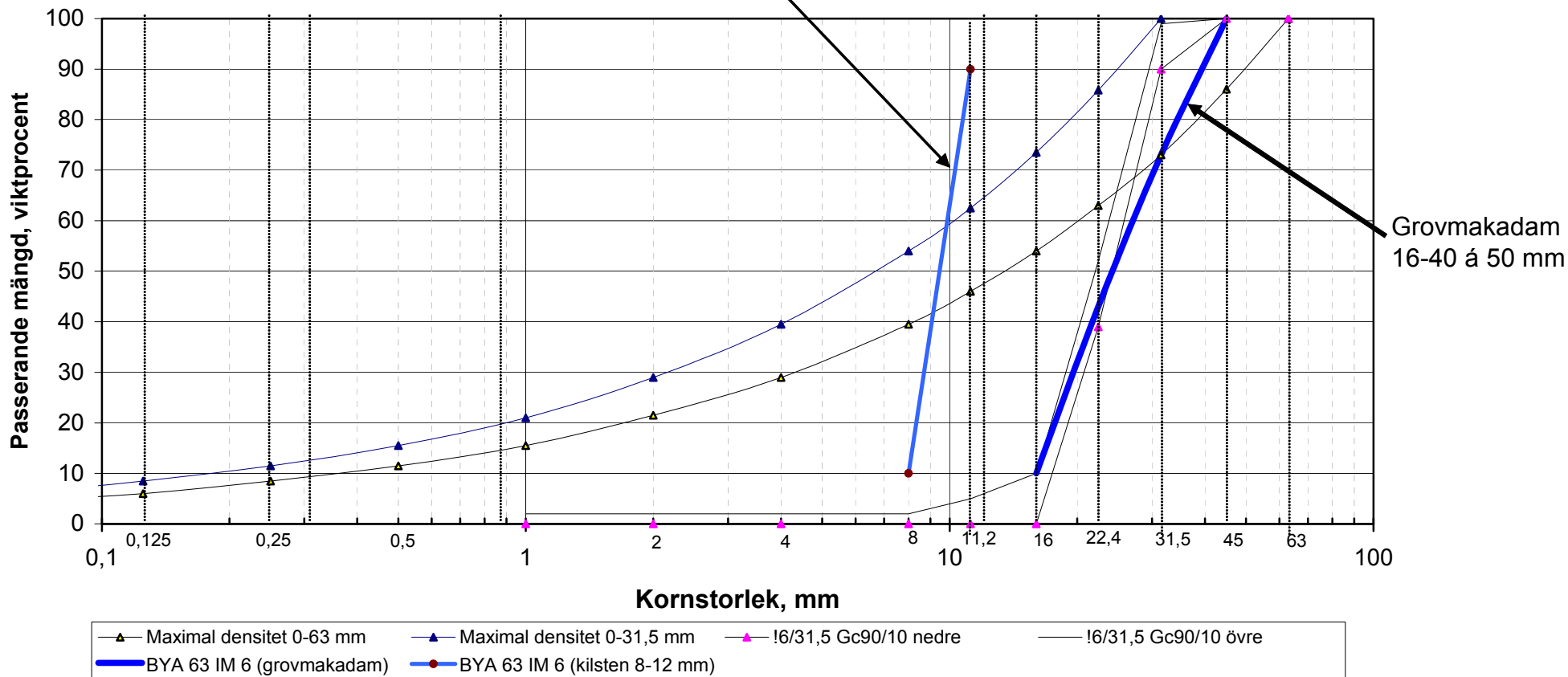
Vanligt problem var att bindemedlet inte trängde ner tillräckligt pga finmaterialet.

**Figur 6:05-3 Gränskurvor för bergkross, finfraktion.**

IM 60 enligt Sten Hallberg 1928  
Packat lager skall kilas med fin kilsten 4-11 mm

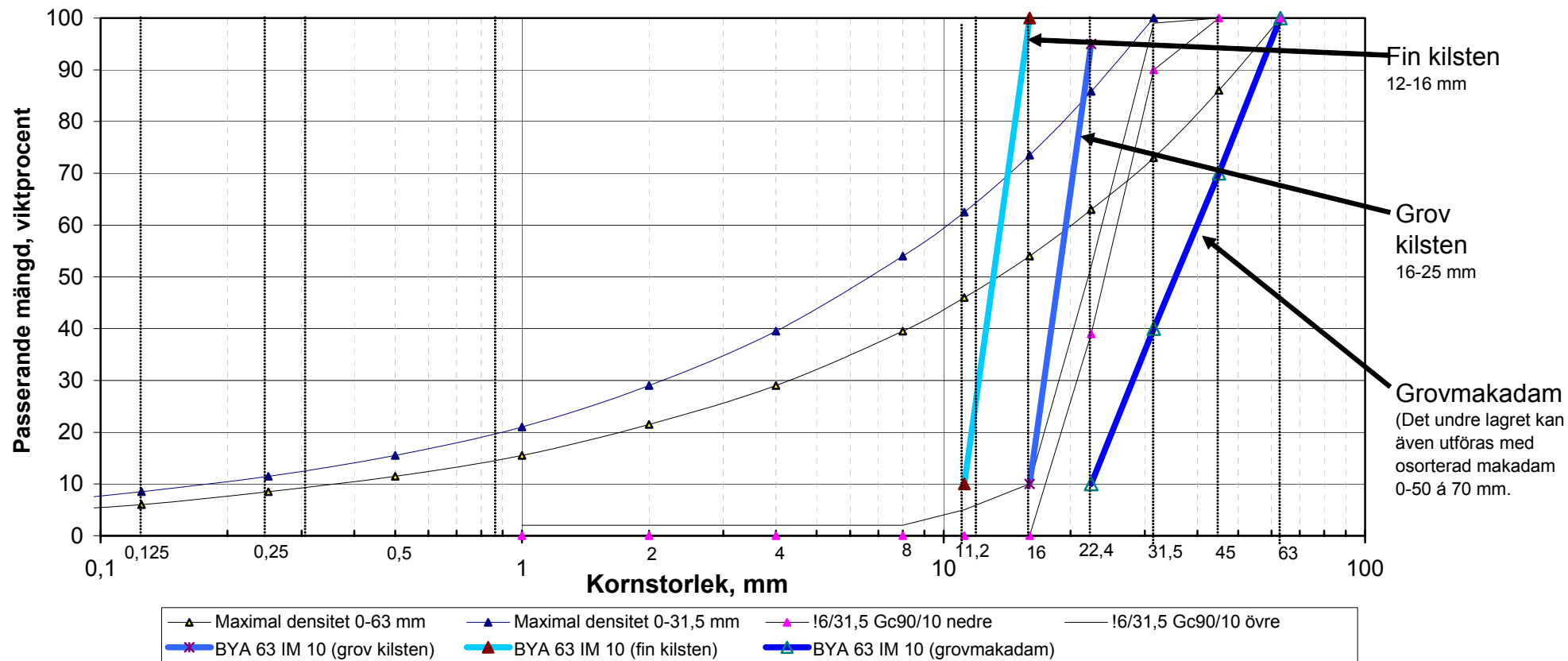


### IM 60 enligt BYA 63 Packat lager skall kilas med fin kilsten 8-12 mm



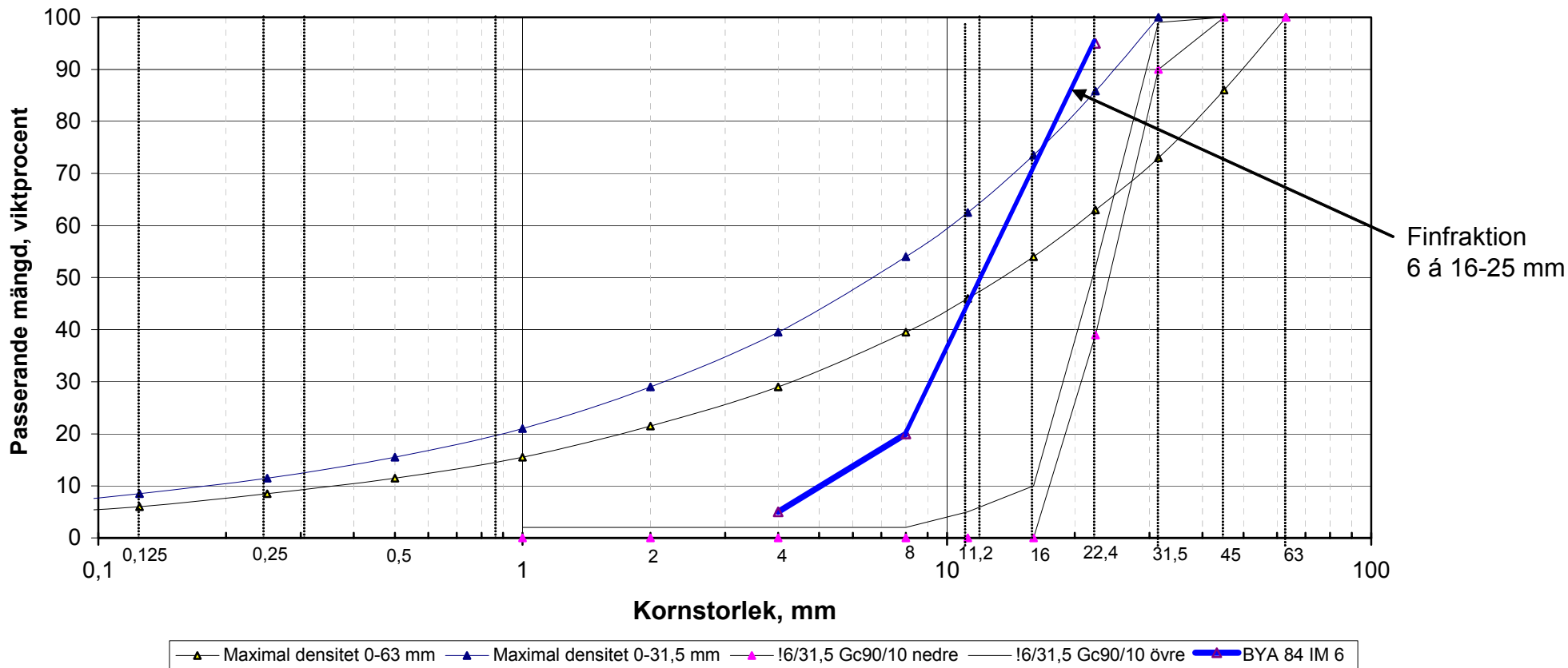
## IM 100 enligt BYA 63

Tätning av grovmakadamlagret utföres med lämplig kilsten och stensmjöl.



## IM 60 enligt BYA 84

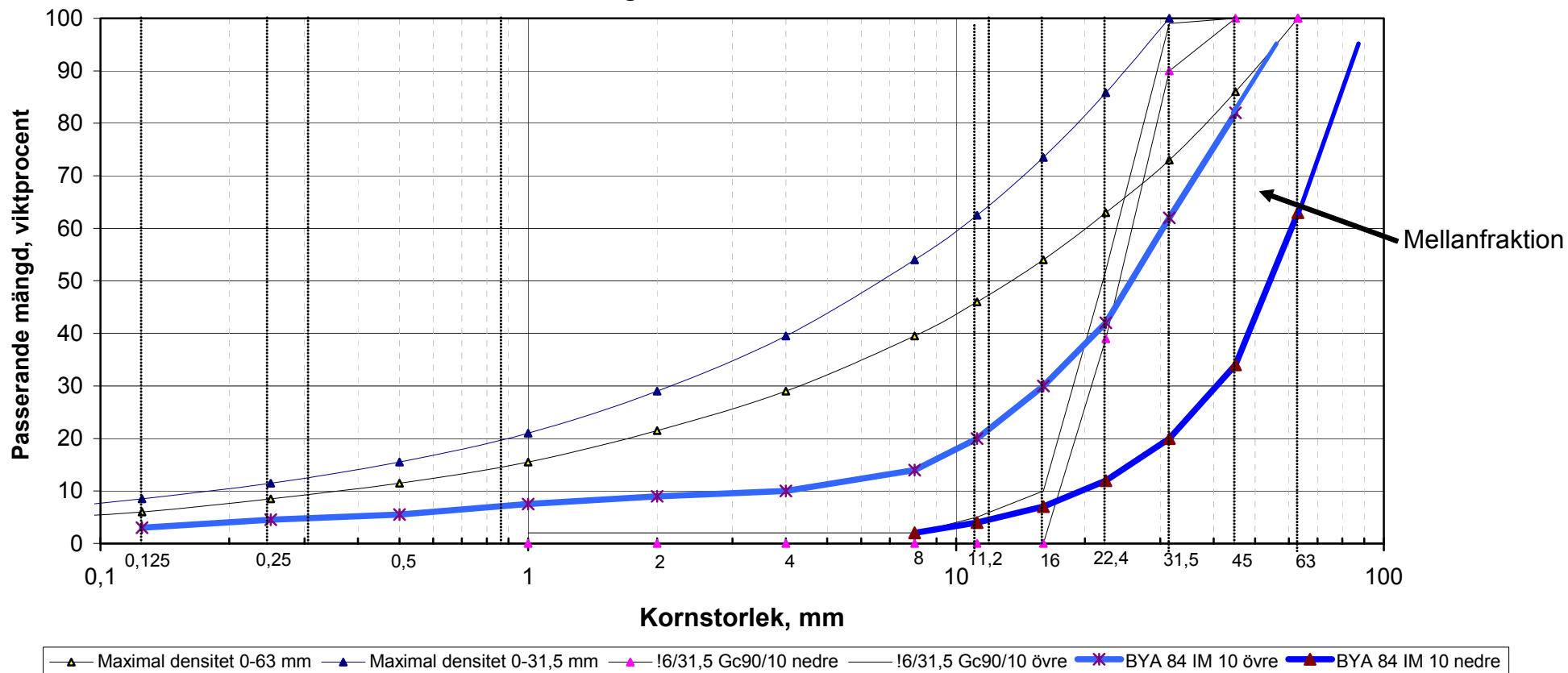
Det indränkta lagret tätas med stenmaterial, t ex 0-4 eller 4-8



## IM 100 enligt BYA 84

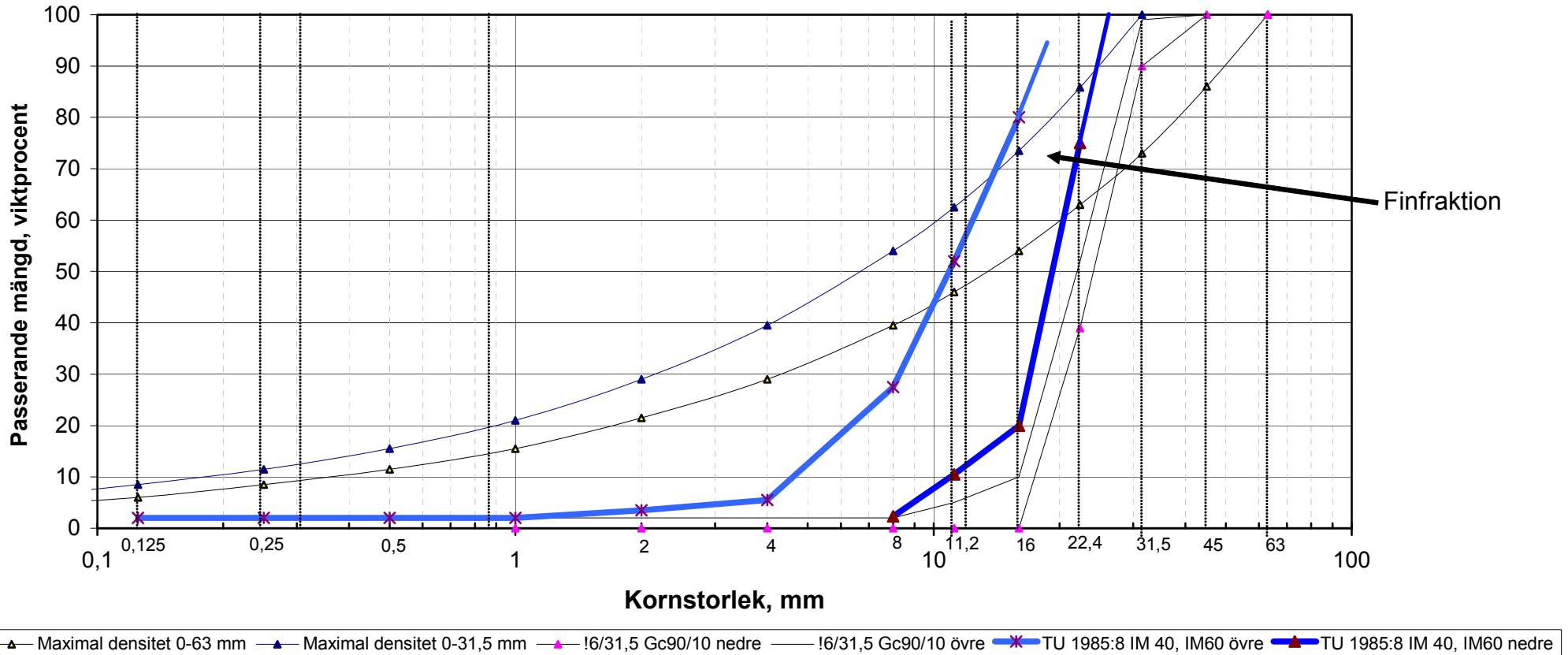
Packat lager skall kilas med finfraktion

Det indränkta lagret täts med stenmaterial, t ex 0-4 eller 4-8



## IM 40, IM 60 enligt TU 1985:8

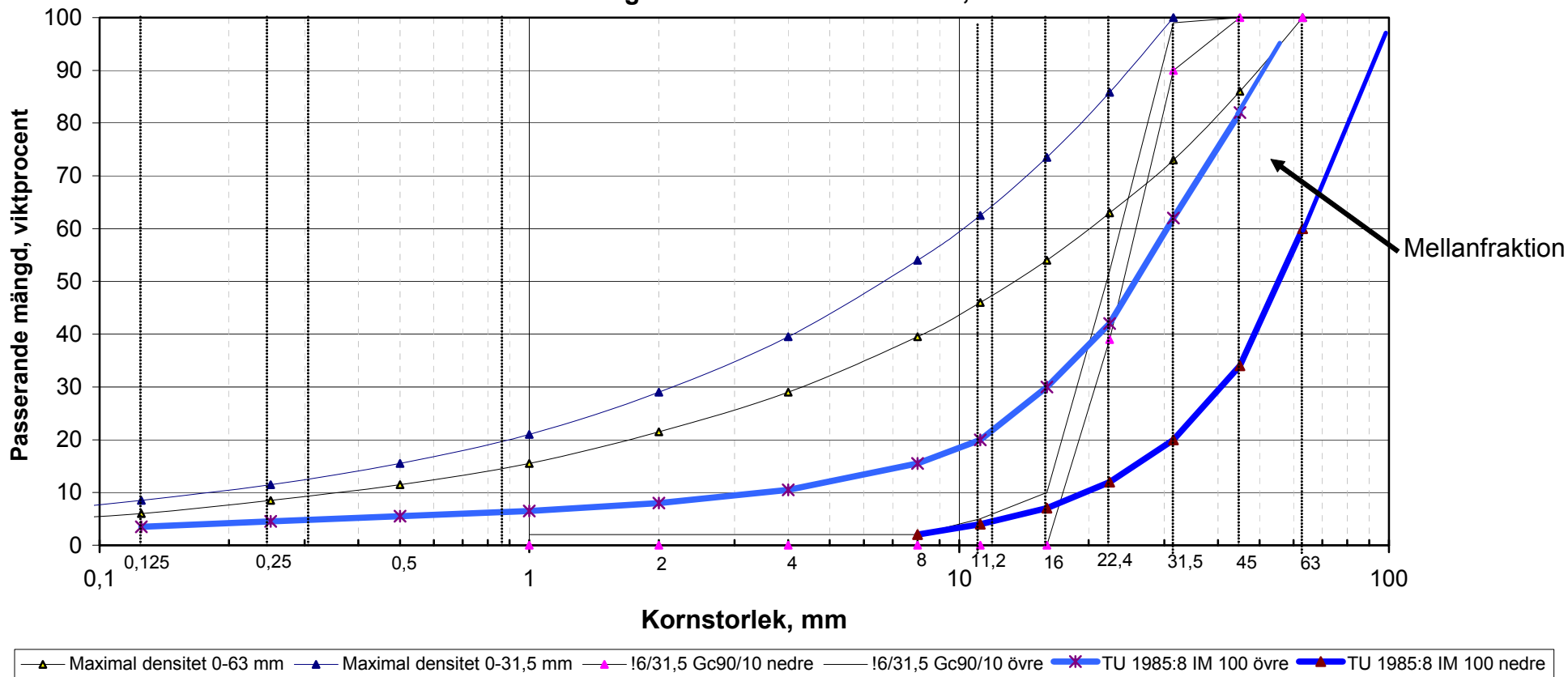
Det indränkta lagret tätas med stenmaterial, t ex 0-4 eller 4-8



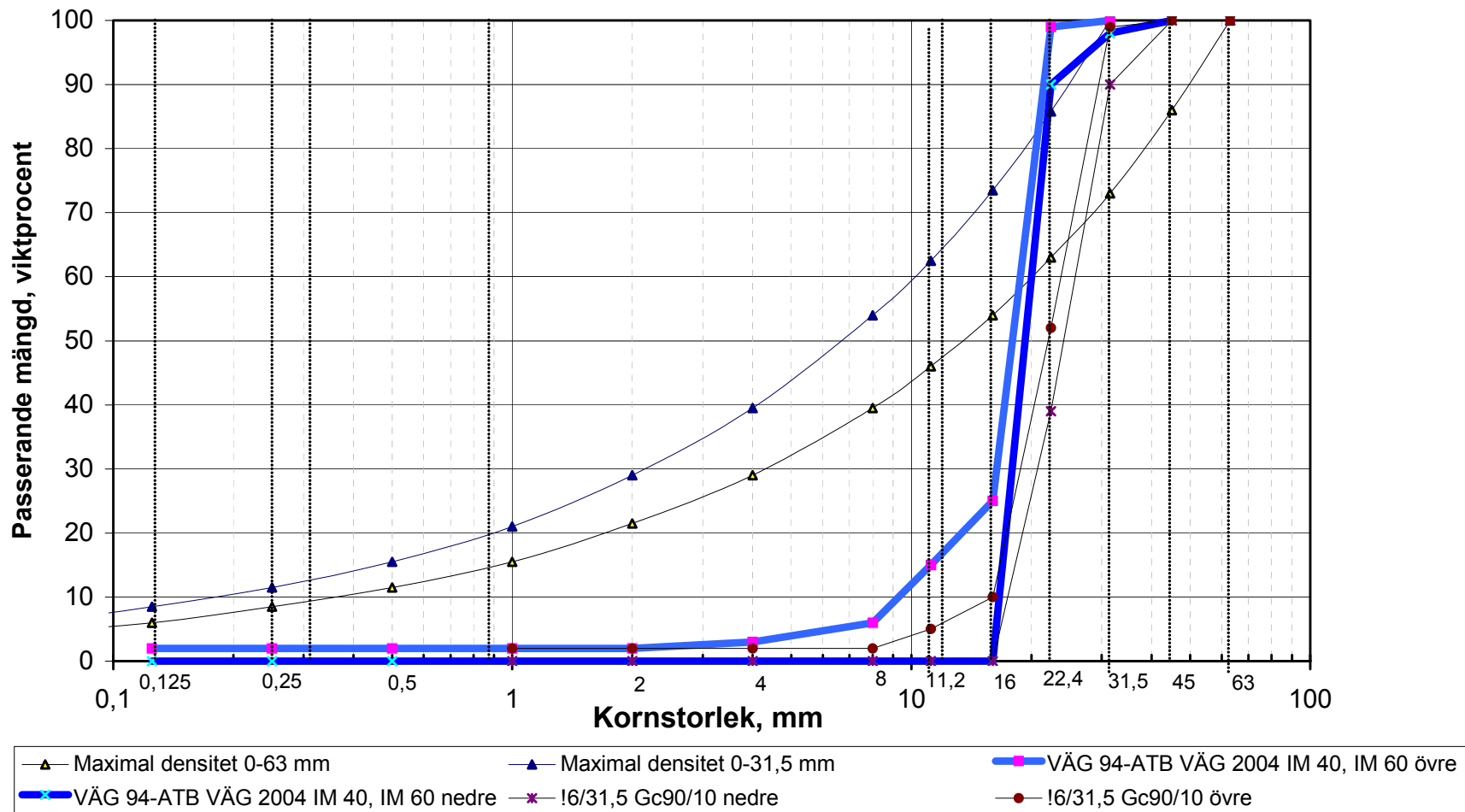
## IM 100 enligt TU 1985:8

Packat lager skall kilas med finfraktion

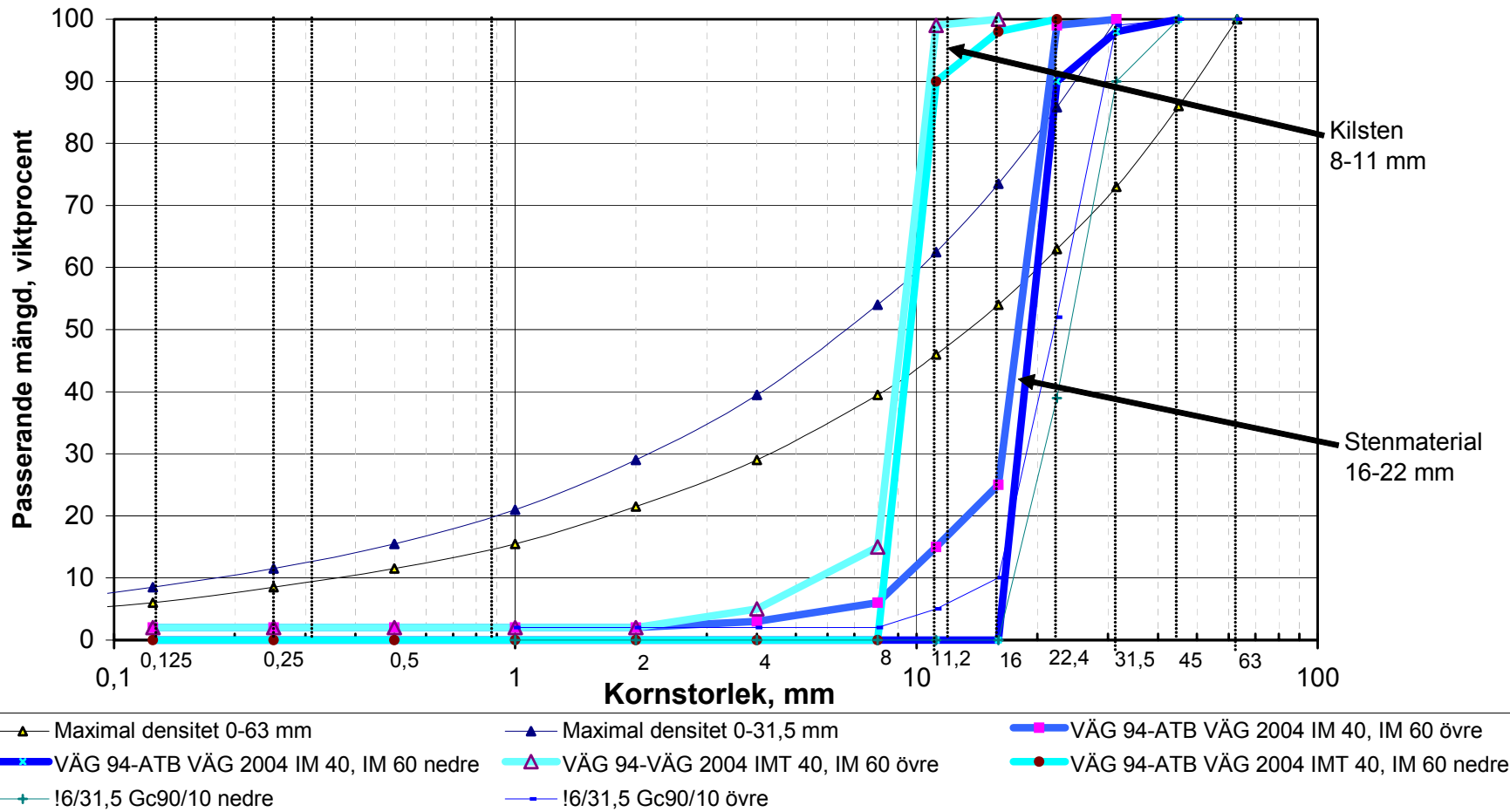
Det indränkta lagret täts med stenmaterial, t ex 0-4 eller 4-8



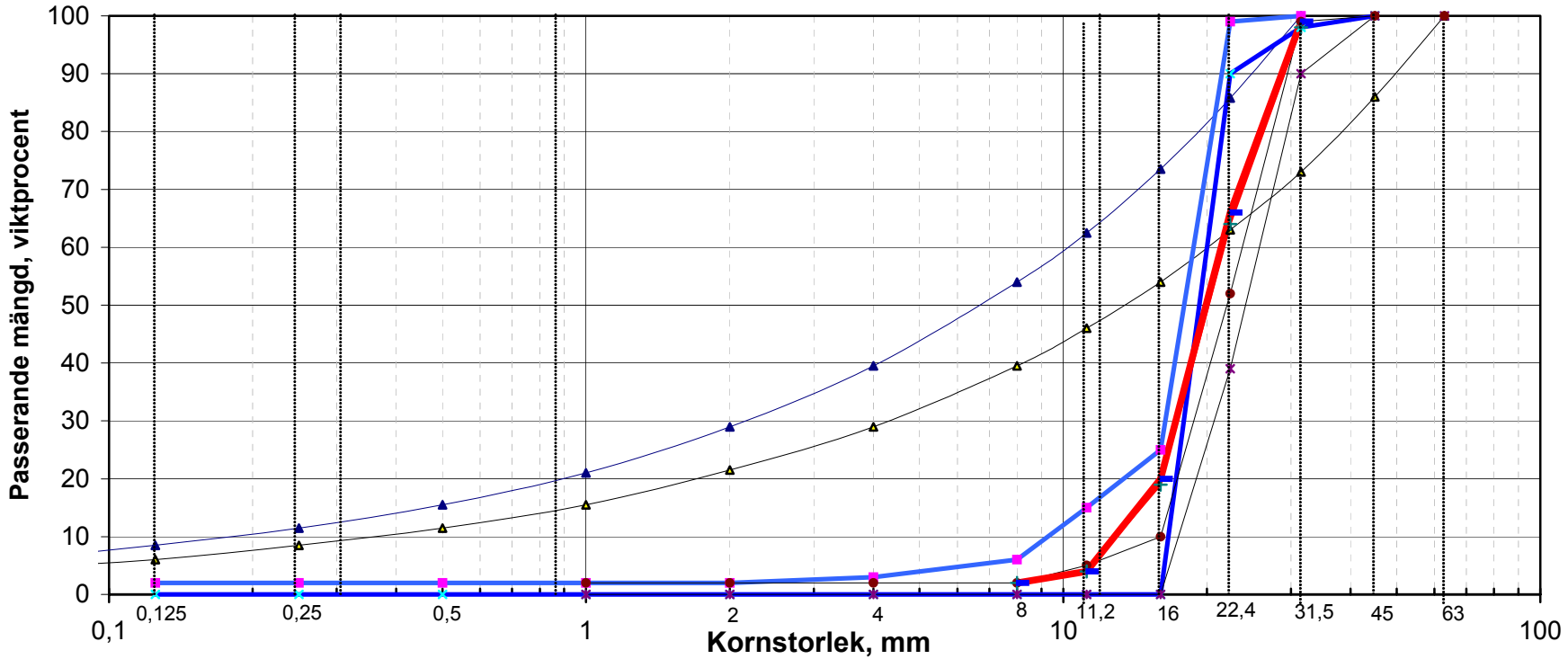
### IM 40, IM 60 enligt VÄG 94 - ATB VÄG 2004



### IMT 40, IMT 60 enligt VÄG 94 - ATB VÄG 2004



## Kornstorleksfördelning makadam 16-32 mm vid arbetsplats 2005



- ▲— Maximal densitet 0-63 mm
- ▲— Maximal densitet 0-31,5 mm
- VÄG 94-ATB VÄG 2004 IM 40, IM 60 övre
- VÄG 94-ATB VÄG 2004 IM 40, IM 60 nedre
- ×— I6/31,5 Gc90/10 nedre
- I6/31,5 Gc90/10 övre
- +— Exempel 1 16-32 2005
- +— Exempel 2 16-32 2005

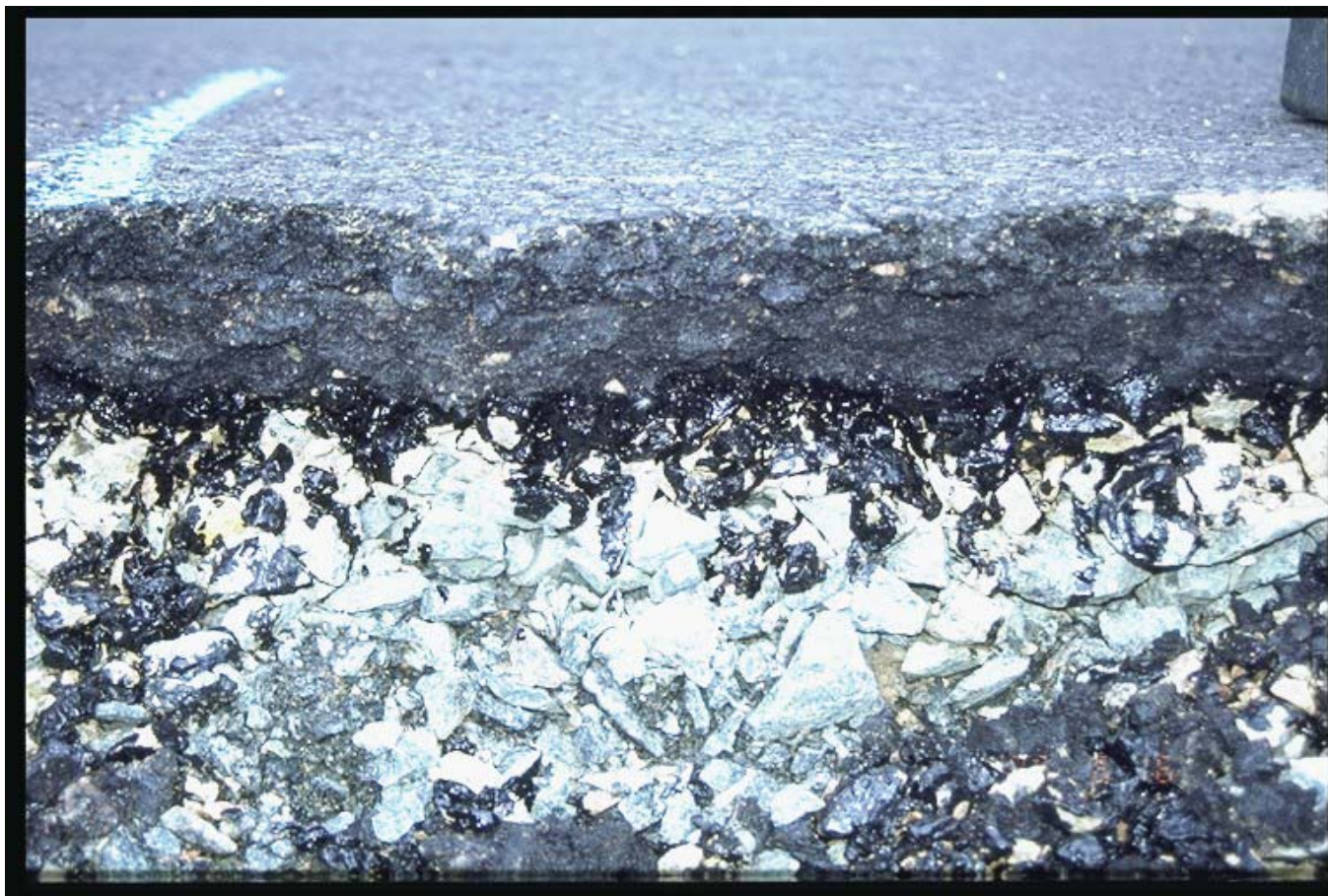
## Bindemedelsmängder till IM och MM

Regelverk	IM 40, IM 60	IMT 40, IMT 60	IM 100	MM 100
<b>Sten Hallberg VTI 1928</b>	<b>3 - 4</b> kg/m <sup>2</sup> asfaltemulsion <b>IM 60</b> med ett lager kilsten 4 - 11 mm.	<b>6 - 8</b> kg/m <sup>2</sup> asfaltemulsion <b>IMT 60</b> med två lager kilsten 4 - 11 mm.		
<b>BYA 63</b>		<b>3,2</b> kg/m <sup>2</sup> asfaltlösning, tjära eller asfalttjära	<b>3,2</b> kg/m <sup>2</sup> asfaltlösning, tjära eller asfalttjära	<b>1,6-1,8</b> kg/m <sup>2</sup> asfaltlösning eller asfalt <b>1,8-2,0</b> kg/m <sup>2</sup> tjära eller asfalttjära
<b>BYA 84</b>	<b>3,0</b> kg/m <sup>2</sup> asfaltlösning <b>3,9</b> kg/m <sup>2</sup> emulsion		<b>2,5</b> kg/m <sup>2</sup> asfaltlösning <b>3,3</b> kg/m <sup>2</sup> emulsion	
<b>TU 1985</b>		<b>3,1-3,3</b> kg/m <sup>2</sup> asfaltlösning <b>4,0-4,3</b> kg/m <sup>2</sup> bitumenemulsion	<b>2,5-3,7</b> kg/m <sup>2</sup> asfaltlösning <b>3,3-4,8</b> kg/m <sup>2</sup> bitumenemulsion	
<b>VÄG 94-ATB VÄG 2004</b>	<b>3,1-3,3</b> kg/m <sup>2</sup> asfaltlösning <b>4,0-4,4</b> kg/m <sup>2</sup> bitumenemulsion	<b>3,3-3,6</b> kg/m <sup>2</sup> asfaltlösning <b>4,3-4,8</b> kg/m <sup>2</sup> bitumenemulsion		

# Dålig nedträngning av bitumen i finfraktion E4 norr Gävle på IBÖ (provsträcka för utmattningsalgoritm i VÄG 94 och ATB VÄG)



# Indränkning av bergkross, finfraktion (8-32 mm)

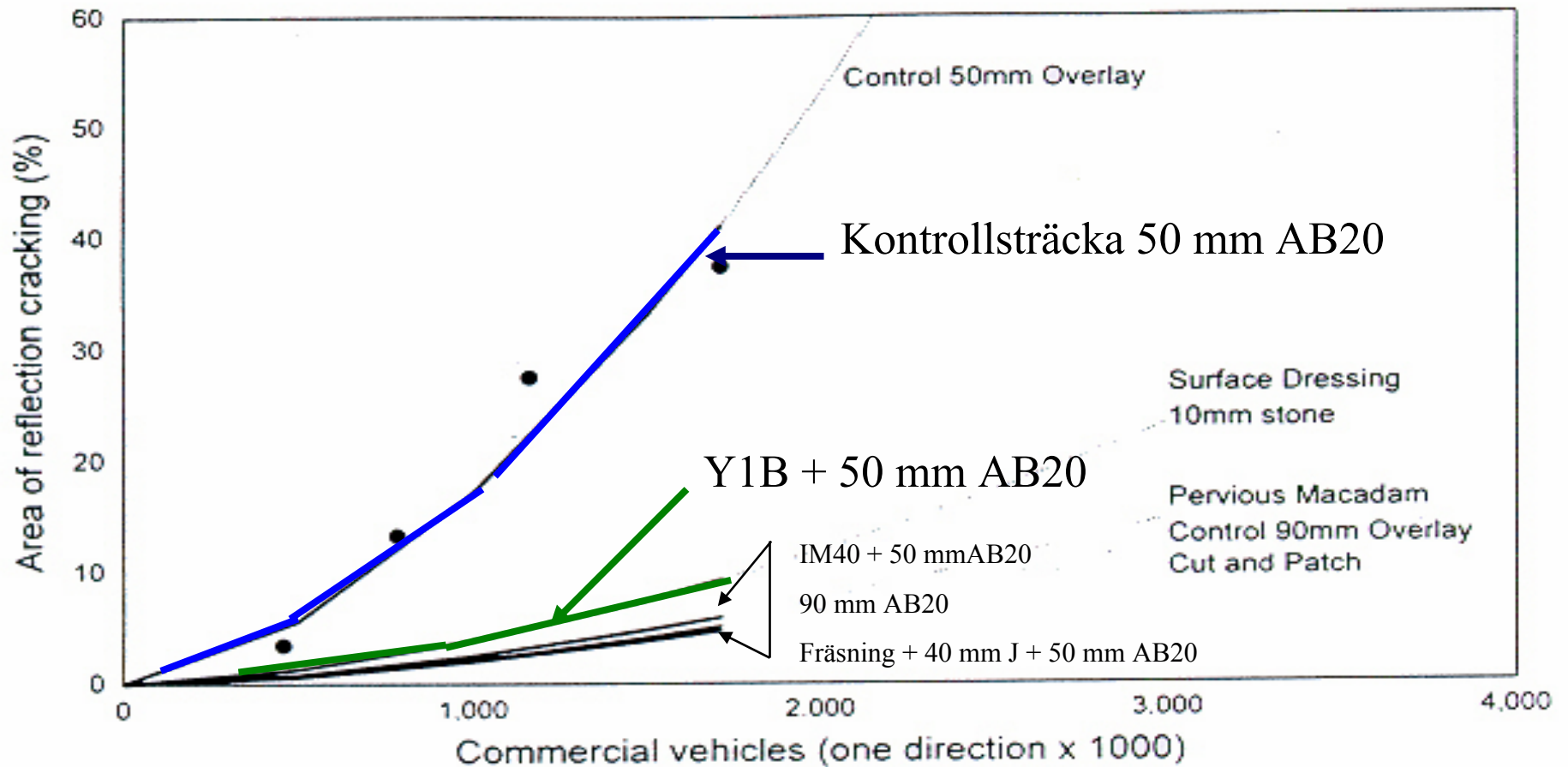


## Problemet

Varierande nedträngningsdjup av emulsion pga mycket lång makadamfraktion, finmaterial och helt torr makadam.

Fig. 1: Progression of Reflection Cracking at Trial 1

Enligt C.R Jones et al 1998 (REAAA in Wellington, New Zealand 1998)



## Värdering av IM under olika tidsepoker

- IM enligt Hallberg 1928 och enligt BYA 63 med relativt långa makadamfraktioner och kilsten som var betydligt mindre än den grova makadamfraktionen gav stabila IM-beläggningar.
- IM enligt BYA 84 var något mellanting mellan obundet grus och indränkt makadam.
- IM enligt TU 1985 var en försiktig återgång mot fungerande IM.
- IM enligt VÄG 94 och ATB VÄG ger instabil och mindre hållbar IM.

## Bättre och billigare IM

- Längre fraktioner än för IM 40 och IM 60 enligt ATB VÄG 2004
- Makadamfraktion beroende av lagertjocklek
- Större skillnad mellan grovfraktion och kilsten än enligt ATB VÄG 2004
- Flisigare material (FI högst 25) än enligt ATB VÄG (FI högst 20)

Anm. FI högst 25 kan krossas i ”öppen krets” vilket blir klart billigare än FI högst 20 som krossas i ”sluten krets” vilket ger för kubiskt material till IM, MM och Runbase.