

Sekundära ballastmaterial – Hur kan vi komma framåt?

RI
SE

Avfall i Nytt Fokus 2023-03-13

CEMENTA
HEIDELBERGCEMENT Group

SWEROCK

NCC

SGI
Statens
geotekniska
institut

RI
SE

vti



Malmö stad

Uppsala
kommun



DÄVA D-A-C



SVENSK
DÄKÄTERVINNING



DALBY MASKIN AB

NSR

SYSAV

UMEÅ ENERGI

BORÅS
ENERGI MILJÖ
Ingi i Borås Stadshus AB

ÖRESUNDS
KRAFT



VINNOVA

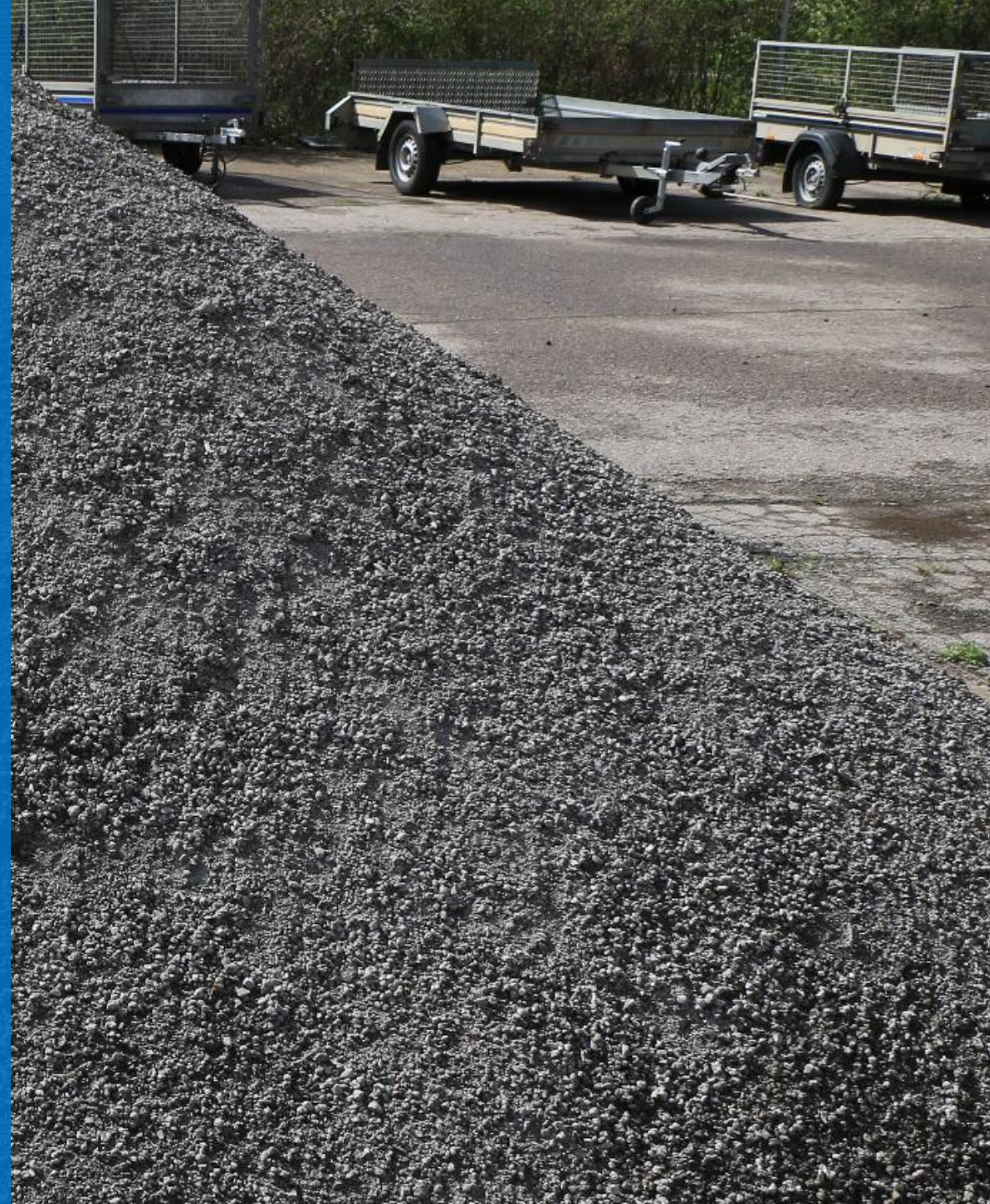
Behov

- Det genereras stora mängder sekundära material i samhället, särskilt i och nära våra städer
- Växande städer har årligt behov av ca 100 miljoner ton bergmaterial för anläggningsbyggande
 - Minska uttaget av ändliga resurser
 - Minska klimatpåverkan
 - Öka cirkularitet



Utmaningar

- Många tidigare projekt, men användning som anläggningsmaterial fortfarande undantagsfall
- Saknas arbete på värdekedjor, riskfördelning och affärsmodeller – Systemapproach nödvändig!
- Varierande hantering av tillstånd och anmälan
- Traditioner, standarder, provningsmetoder och regelverk gynnar jungfruliga material



Relevanta krav? Relevanta metoder?

Ex: Siktning av material

- Vanligaste metoden för att karakterisera material
- 10 minuter mekanisk skakning och siktning
- Sprödare material krossas/mals ned av provningsmetoden! Både provberedning och utvärdering efter själva provningen



Relevanta krav?

Publ 2004:11

Allmän teknisk beskrivning

Krossad betong i vägkonstruktioner



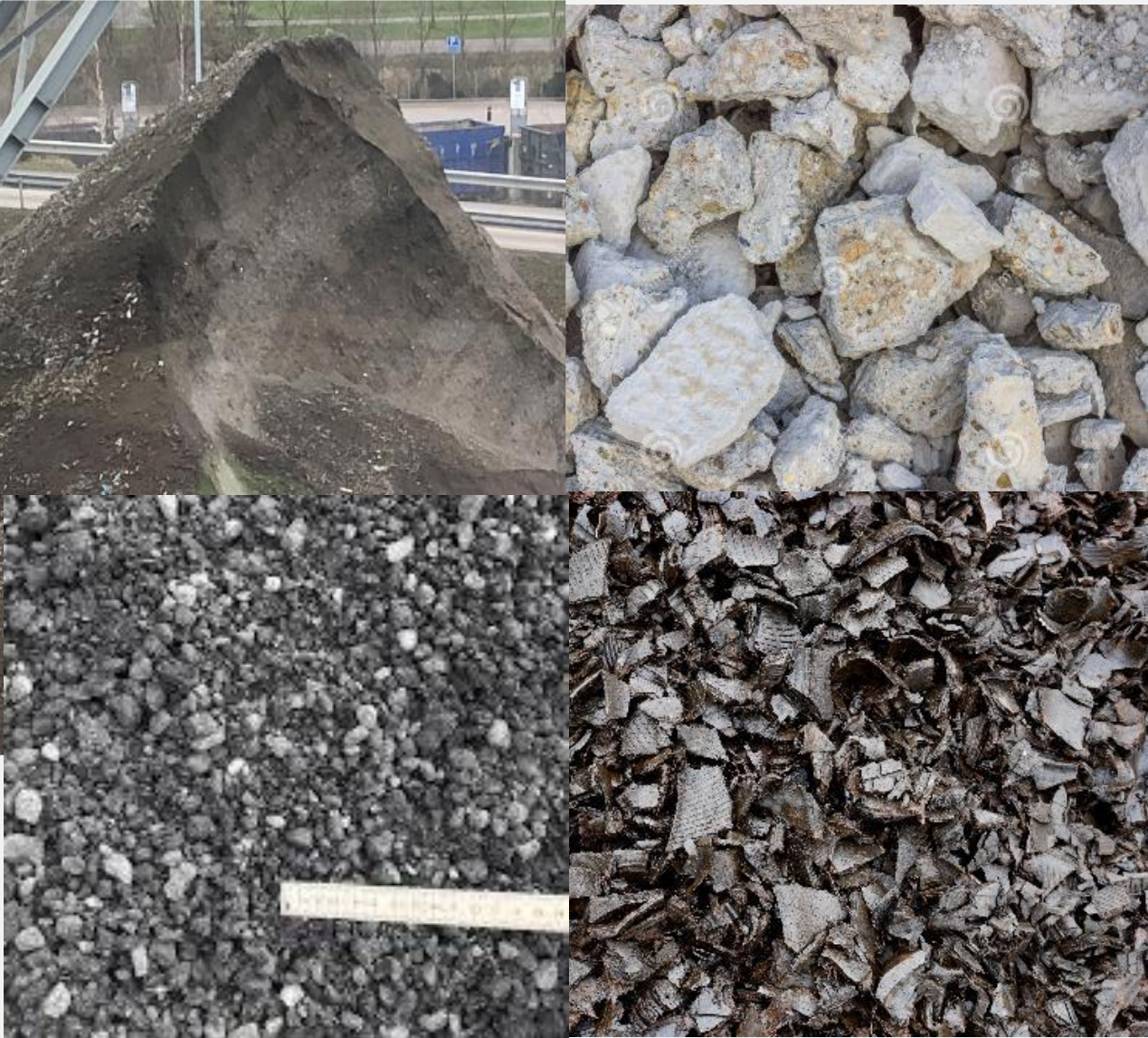
Trafikverkets kravdokument från tidigt 2000-tal. Baseras mycket på forskning under 90-talet och icke relevanta metoder för verifiering av materialegenskaper utan koppling till funktion => konkurrenshämmande

Tabell 2.3-1 Klassificering av krossad betong

Kvalitets- klass	Betongkvalitet				Renhet			
	Ett av nedanstående värden skall uppfyllas				Mängd betong minst	Tillåten mängd tegel max ⁽³⁾	Tillåten mängd lättbtg max ⁽⁴⁾	Tillåten mängd övrigt max ⁽⁵⁾
Nr	Dokum. uppgifter Hållfasthetsklass C-värde ⁽¹⁾	K-värde	Tryck- hållfasthet kärnor ⁽²⁾	micro- Deval				
1	³ C 30/37	³ K40	³ 30	= 25	100	0	0	0
2	³ C 20/25	³ K25	³ 20	= 35	95	5	1	0,5
3	³ C 12/15	³ K12	³ 10	= 50	80	20	5	2
4	Í	Í	Í	Í	50	50	50	10

Varför har lättklinker
andra krav,
trots samma funktion?





Vilka restmaterial jobbar vi med?

- **Slaggrus från avfallsförbränning**
- **Krossad betong**
- **Fräsasfalt (stora volymer i Malmö)**
- ***Krossad asfalt***
- **Däckklipp från returäck**
- Andra material inkluderas och synergier och öppningar kommer finnas vid tillämpning

PROJEKTAKTIVITETER

WP2: Systemtransformation

TIS*

Affärsmodeller

Jämställdhet,

WP3: Dimensionering av konstruktion

Fältförsök

Labbförsök

Fullskaleförsök

WP4: Miljö och tillståndsprocesser

Klimatpåverkan

End-of-waste

Tillstånd

LCA

Miljöanalyser

WP5: Kvalitetssäkring

Relevanta provningsmetoder

Kontrollprocesser

spårbarhet

WP6: Kommunikation

Intern och extern
Workshops
Utbildning

* TIS Technology Innovation system

Vad har vi gjort så långt?

- Fullskaleprovning samt laboratorietester av 4 olika material
- Kalibrering av beräkningsverktyg för utvärdering av materials lämplighet för vägkonstruktion kopplat till spårdjupsbildning mm
- Piloter i Trelleborg, Umeå och Malmö (planerat för minst 3 till)
- LCA för de olika materialen till de olika fältförsöken
- Rapport över miljöanalyser från de olika fältförsöken
- Förslag på End-of-waste kriterier för krossad betong
- Analys av olika affärsmodeller (intervju av partners m fl)
- TIS-analys
- Jämställdhetsanalys och workshop
- Uppföljning av anmälningssärenden

Dimensionering av konstruktion

Utvärdering av funktionella egenskaper för vägkonstruktion med slaggrus

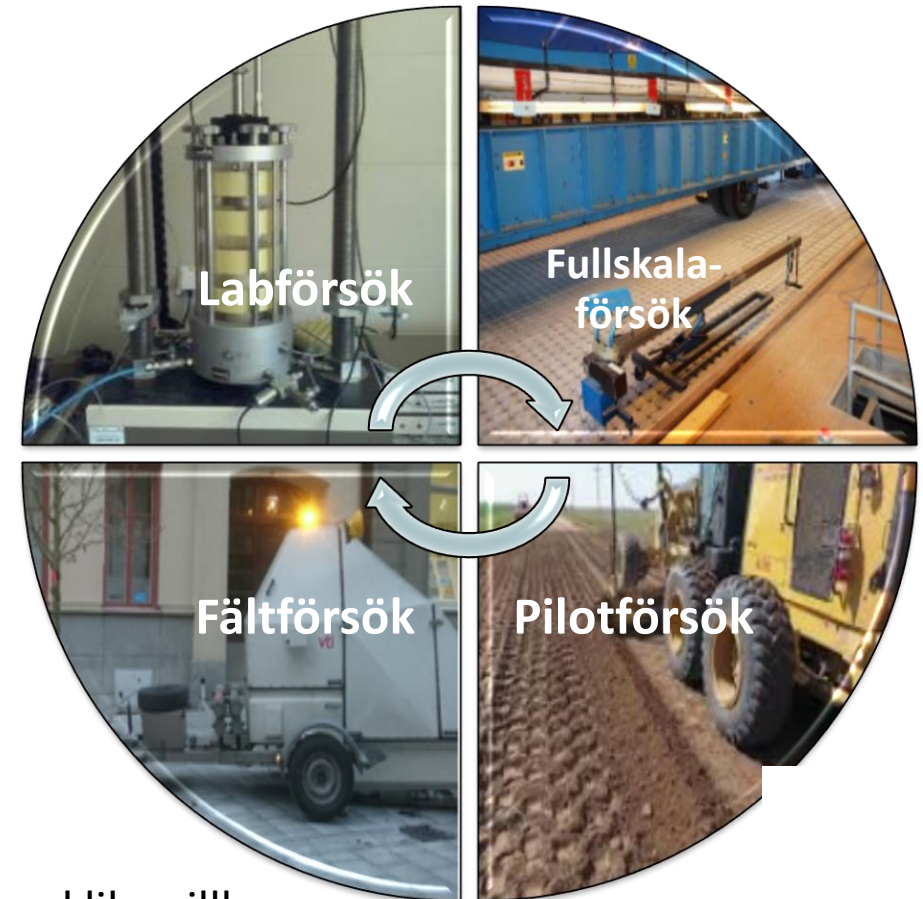
- **Materialegenskaper:**

- Kornkurva
- Nötning
- Krossytegrad
- Fragmentering
- Finmaterialkvalite
- mm.



- **Funktionsegenskaper:**

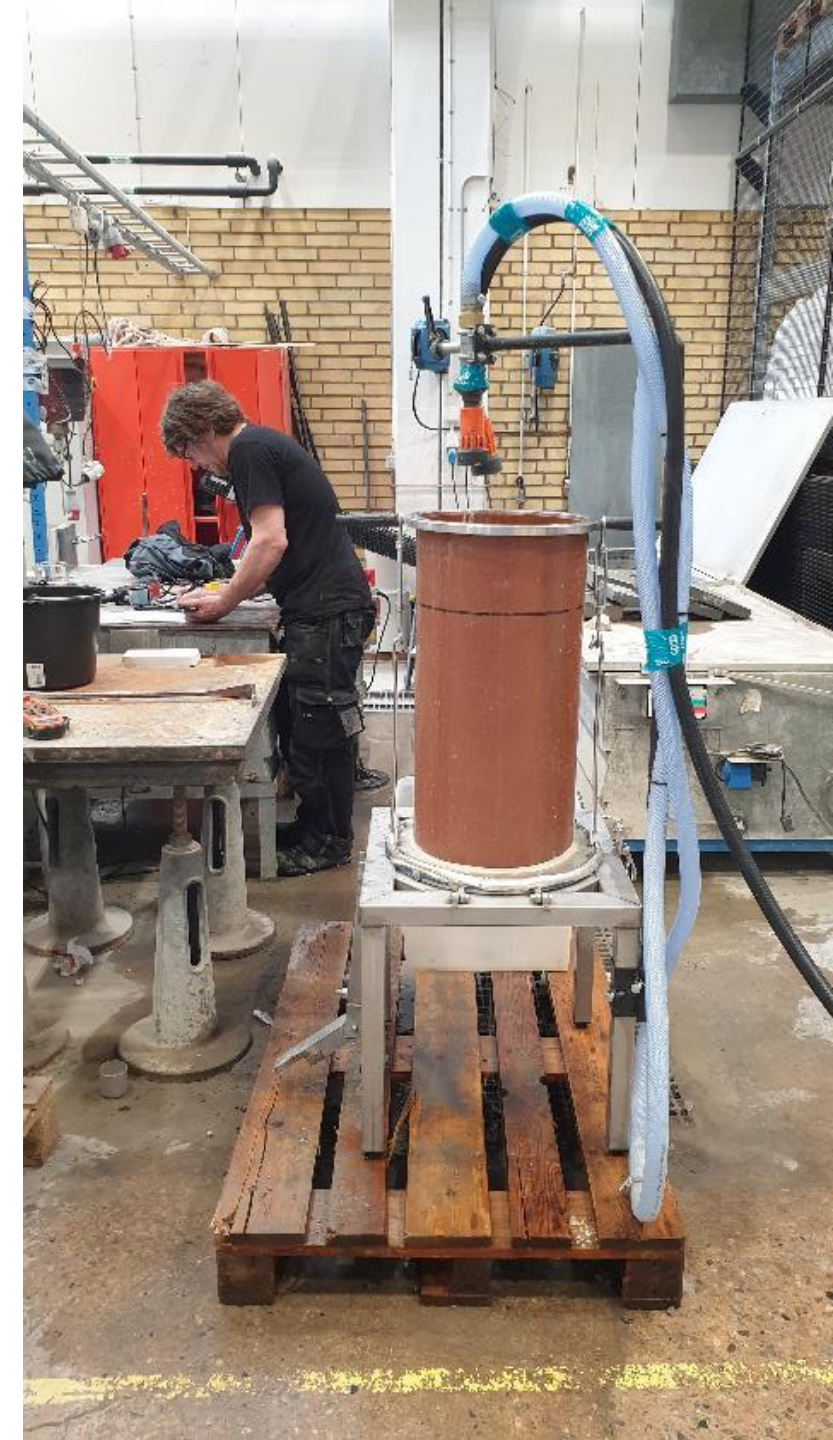
- Jämnhet
- Bärighet
- Tjälpåverkan
- Vatten i marken
- Livslängd
- mm.



Syfte: Etablera robust dimensioneringssystem för alternativa material med lika villkor

Laboratorietester

- **Kornstorleksfördelning** med skonsam siktning
- Densitet och vattenabsorption
- **Triaxialförsök**, inkl proctorpackning för att finna optimal fuktkvot för packning
- **Kompressibilitet** (statisk och dynamisk)
- Micro-Deval (nötningsegenskaper hos krossberg)
- Los Angelstal på 3 av 4 material (slaghållfasthet hos krossberg)
- **Värmeledningsförmåga** (kopplat till isolering och halkrisk)
- **Infiltrationshastighet** (hydraulisk konduktivitet)
- **Lakningsanalyser** (Umeå och Sysav)



Bilder och lite resultat

	Slaggrus 0/15	Slaggrus 0/45	Betongkross	Fräsasfalt
Provningar				
<i>MD Del Prov 1</i>	34	33	21	5
<i>MD Del Prov 2</i>	34	29	23	5
Micro Deval	34	31	22	5
Los Angeles (enkelprov)	Mtrl räcker inte	48	32	14
	Umeå Energi	Sysav	Dalby Maskin	Malmö- Mestadels sten

Kom ihåg värdena för betongkross och fräsasfalt när ni sedan ser på funktion i fullskapeprovning!

Dimensionering av konstruktion

- Pilotförsök/Fältförsök:



Infiltrationsmätning i Trelleborgs hamn, 63 000 m³ slaggrus som förstärkningslager



Eget område, 18 500 m³ slaggrus som förstärkningslager



Dimensionering av konstruktion

Fullskaleförsök (9 meter lång vägkonstruktion) under kontrollerade förhållanden. VTI

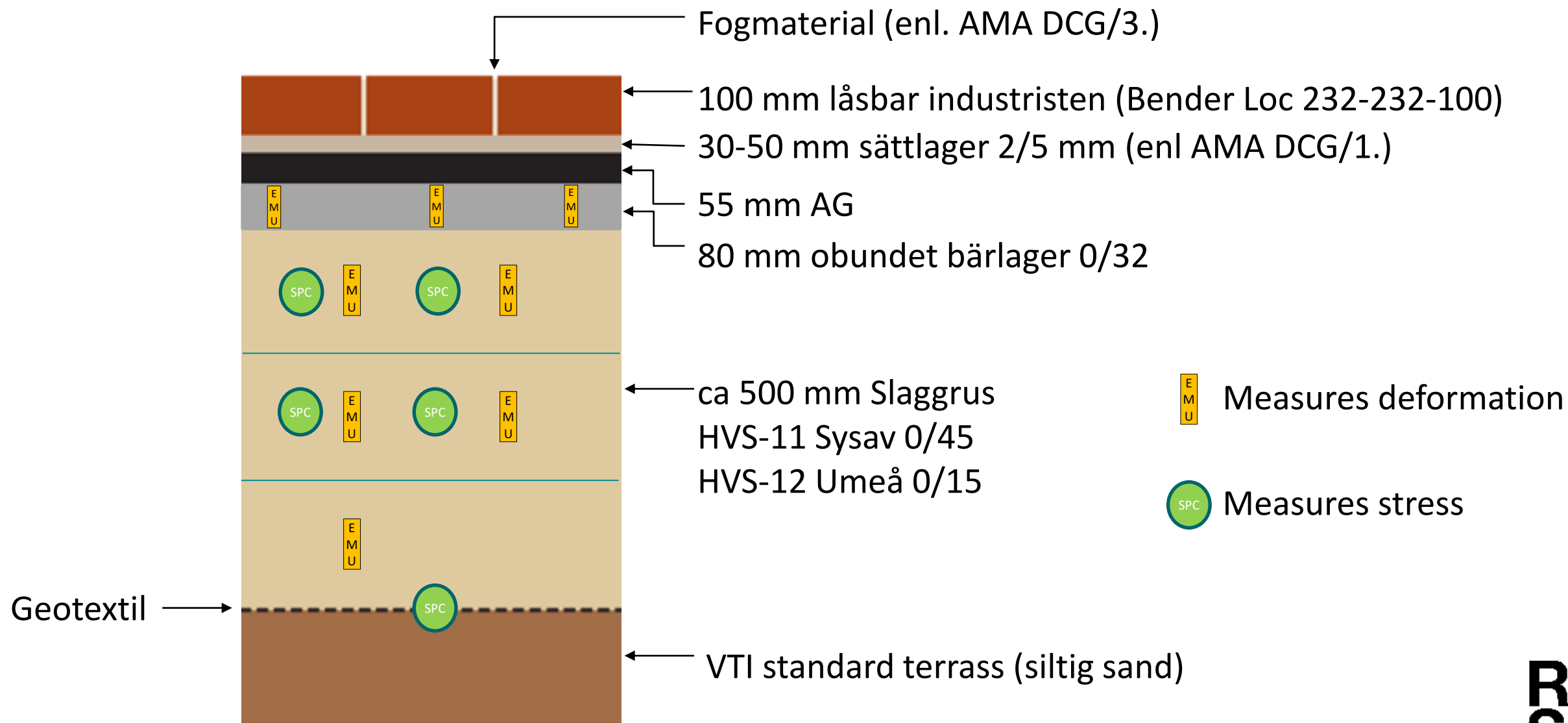


Utläggning obundet bärlager



Utläggning bundet bärlager

Slutlig konstruktion och instrumentering



Dimensionering av konstruktion

Fullskaleförsök med HVS med maximalt tillåten axellast

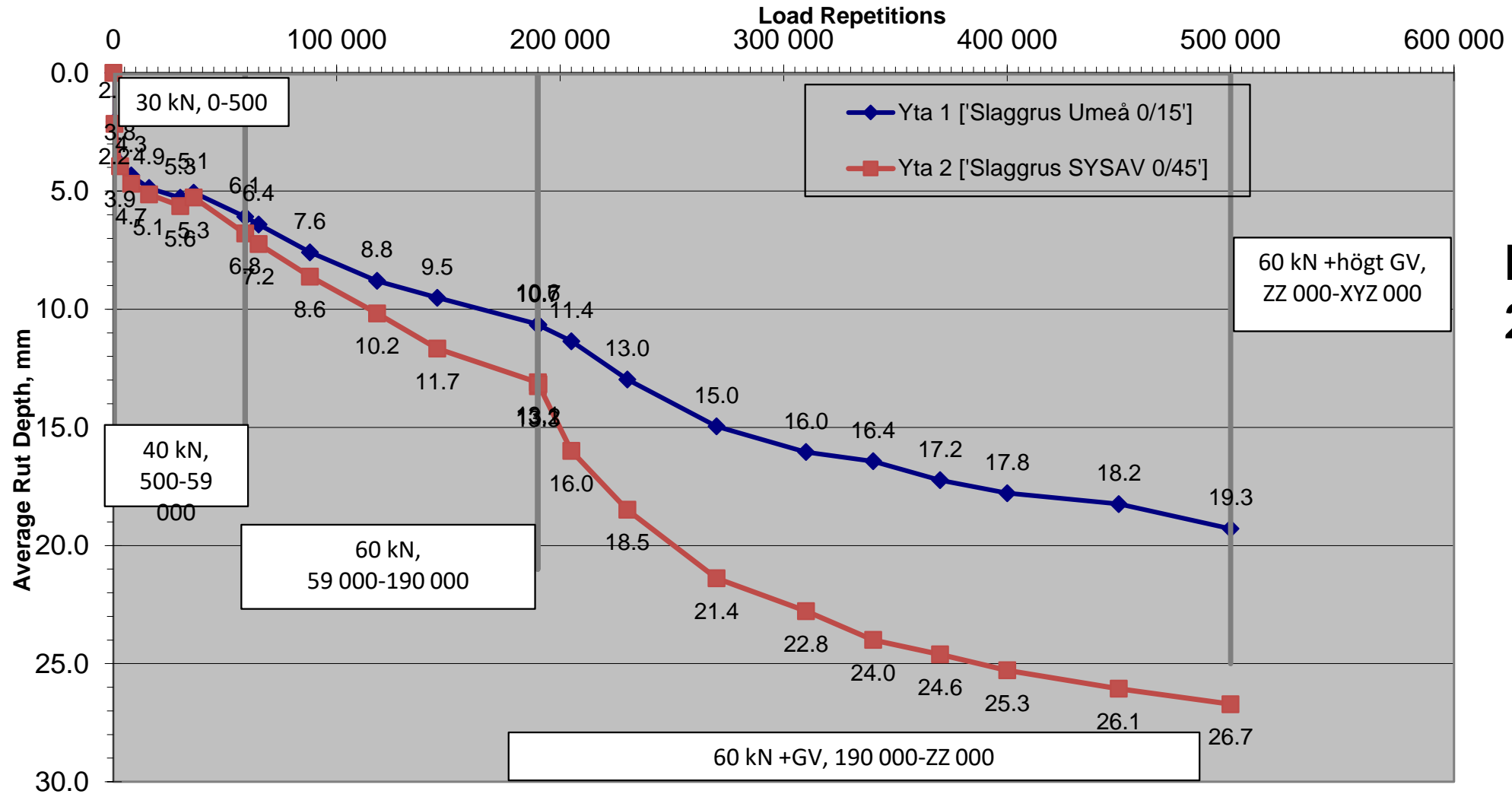


Provning med Heavy Vehicle Simulator (HVS)



Provning av en livslängds belastning på 6 veckor

Spårdjupsbildning efter en hel "livstid"



Bara
2 - 3 cm!

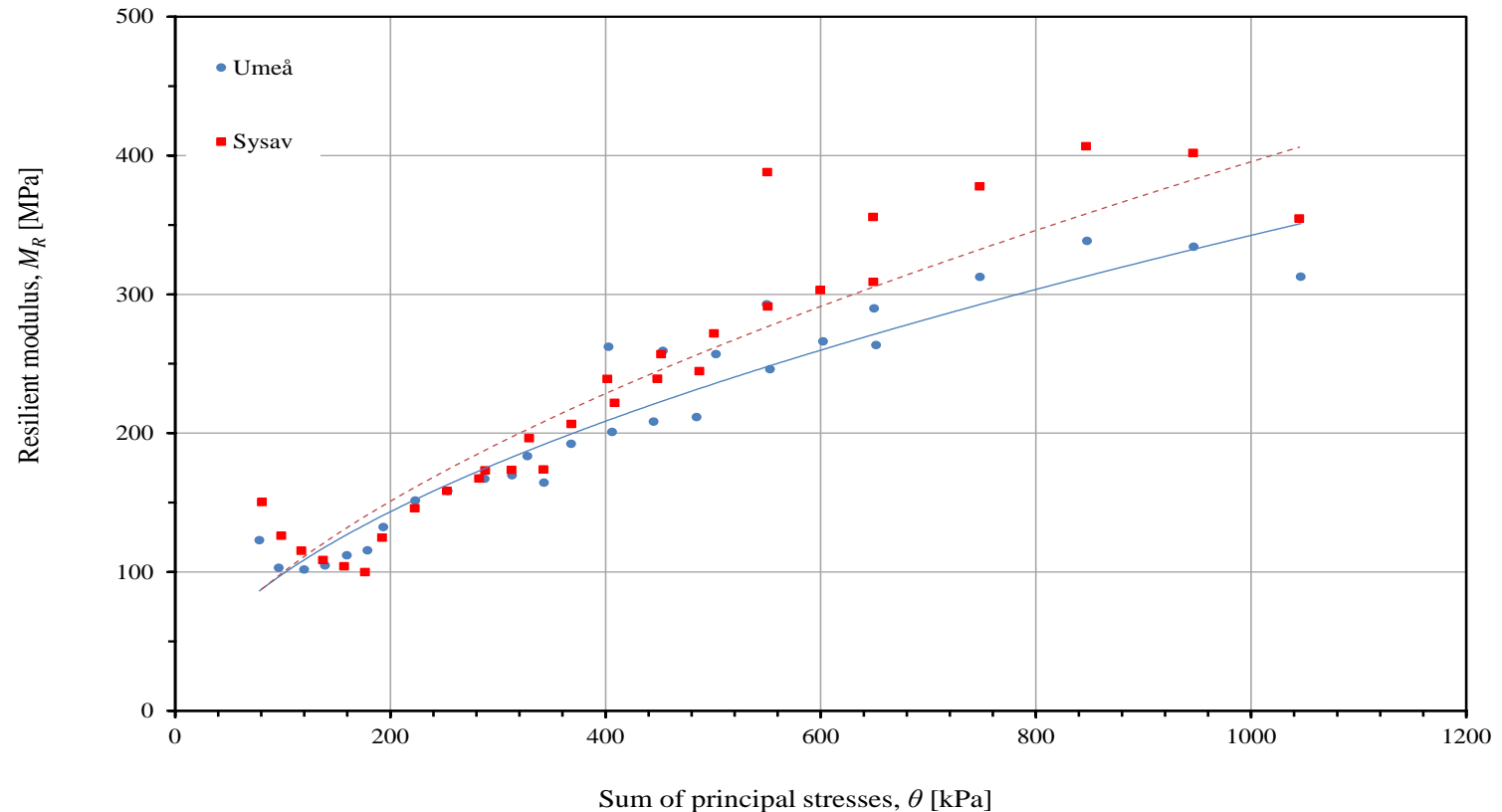
Trafikklass

Vad har vi eg testat?

Tillåtet antal standard-axlar	Trafikklass	Beskrivning
0	G	Entrégång, uteplats, lektyor, innergård utan trafik
0	GC	Gång- och cykelväg, enstaka lätta fordon, garageinfart
< 50 000	0	Lågtrafikerade ytor, som gång och cykelvägar eller parkeringsplatser. Ytorna kan även bära trafik från lättare varutransporter samt enstaka tunga fordon
50 000 - 250 000	1a	Brandväg, torgytor, gångfartsområde, gågator
250 000 - 500 000	1b	Shared Space, mindre gator
500 000 - 1 000 000	2	Gator, vägar
1 000 000 - 2 500 000	3	Gator, vägar
2 500 000 - 5 000 000	4	Gator, vägar

Finns det billigare och enklare metoder som ger samma svar?

Med hjälp av triaxialförsök mm bestäms nödvändiga materialparametrar och stoppas in i ett beräkningsverktyg för just vägkonstruktion - **EraPave**

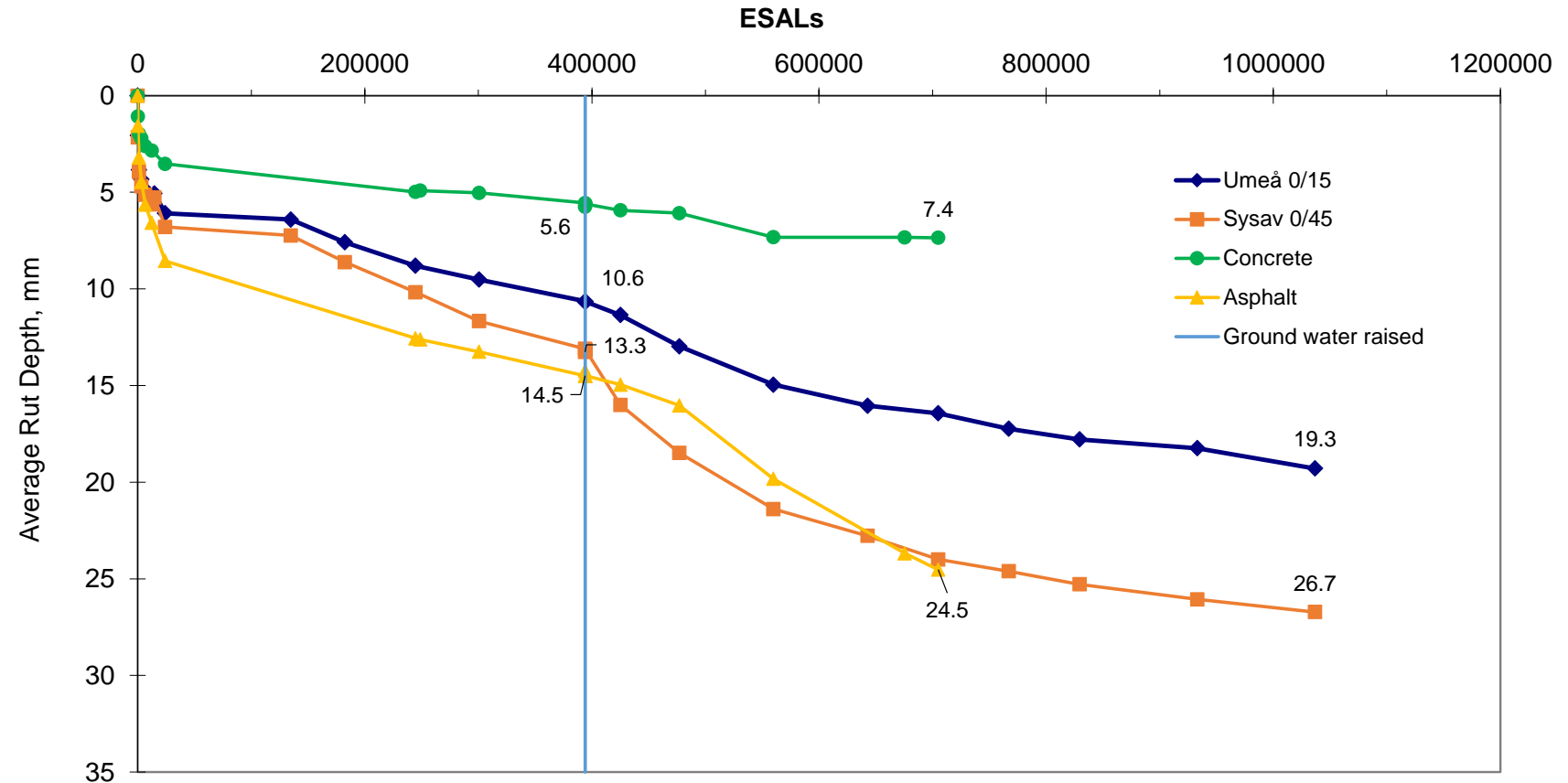


Funkar ERAPave då?

Kan man prediktera spårdjupsbildning?

Notera bl a fräsasfalten med de fina tekniska egenskaperna

Spårdjupsberäkning för alla 4 material



Enligt ERAPave, efter 1 miljon ESALs (upp till trafikclass 3)

Konstruktion 1, Umeå: 15.8 mm spårdjup (HVS provet gav 19.3 mm)

Konstruktion 2, Sysav: 20.6 mm spårdjup (HVS provet gav 26.7 mm)

Nästan perfekt överensstämmelse efter 400 000 överfarter. Innan vattentillförsel!

WP3: Leverans

Dimensioneringssystem

Materialegenskaper

Konstruktion

Klimatpåverkan

samt

Extrem vattenpåverkan

- Dimensionering på lika villkor!

Dimensioneringen av överbyggnaden ur tjällyftningssynpunkt baseras på tjällyftningsegenskaperna hos terrassens jordart. Jordarter indelas i fyra tjälfarlighetsklasser enligt tabell 4.2.

I områden där dimensionering görs med hänsyn till tjällyftning, ska detta även göras för markstensöverbyggnader. Totala överbyggnadstjockleken kontrolleras med avseende på aktuell klimatzon. Sverige delas in i klimatzoner enligt figur 4.1.

Tabell 4.2
Tjälfarlighetsklasser.

Tjälfarlighetsklass	Beskrivning	Exempel på jordart
1	Ikke tjällyftande jordarter Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjälningprocessen i regel är obetydlig. Klassen omfattar materialtyp 2 samt organiska jordarter med organisk halt > 20% (materialtyp 6B).	Gr, Sa, saGr, grSa, GrMn, Sa Mn, Pl
2	Något tjällyftande jordarter Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjälningprocessen är liten. Klassen omfattar materialtyp 3A och 3B.	siSa, siGr, siSa Mn, siGr Mn
3	Måttigt tjällyftande jordarter Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjälningprocessen är måttlig. Klassen omfattar materialtyp 4A, 4B och 6A.	Cl, ClMn, siMn, siS
4	Mycket tjällyftande jordarter Dessa kännetecknas av att tjällyftningen under tjälningprocessen är stor. Klassen omfattar materialtyp 5.	Sl, ciSi, siCl, SiMn



Figur 4.1
Indelning av Sverige i klimatzoner.

Nu då?

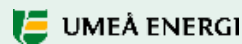
Steg 3 återstår. Den delen av projektserien då vi ska gå i mål med våra ambitioner.

- Fler piloter vi kan följa upp och som ligger med större geografisk spridning
- Färdiga dimensioneringstabeller
- Vägledning för konstruktion och byggande, analyser under konstruktion
- Vägledning för relevanta analyser som ska göras. Koppling till funktion. Helst för flera olika restmaterial – mer generellt koncept
- Vägledning för offentlig upphandling
- Möjlighet att jämföra klimatpåverkan vid val mellan olika material (LCA och transport)
- Utbildning för miljöhandläggare

Tack för uppmärksamheten och att jag fick komma hit och presentera projektet!



Malmö stad



Björn Schouenborg

bjorn.schouenborg@ri.se

010-516 68 67

VINNOVA