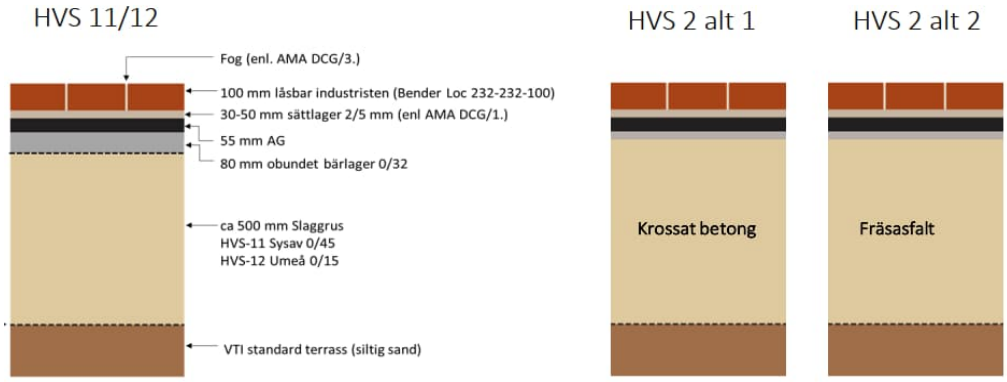
ID: 14002

SEKUNDÄRA BALLASTPRODUKTER

Genomförande av HVS-försök
HVS betyder Heavy Vehicle Simulator och är en specialutvecklad maskin för fullskaletest av vägkonstruktioner



Adam Lindberg, NCC Industry AB

2023-03-31

SBUF stödjer
forskning & utveckling
som leder till
praktisk handling

FÖRORD

Detta SBUF-projekt ingår i ett större Vinnovafinansierat arbete med namnet ”Sekundära ballastråvaror för hållbar infrastruktur”, UDI steg 2.
Där har alla beslut tagits om materialval, arbetsutföranden, provning mm.
SBUF-projektet avser byggandet av provanläggningar hos VTI i Linköping.

SBUFs medlemmar får genom sin insats tillgång till det nätverk, som utfört hela projektet. Förutom fakta och resultat har projektet byggt upp kontakter och erfarenheter, som ska komma till nytta i den cirkulära masshanteringen i framtiden.

Samordning, administration och projektledning för det övergripande Vinnova-projektet har genomförts av Björn Schouenborg (RISE), Erik Simonsen (Cementa) och Fredrik Hellman (VTI – Väg-och Transportforskningsinstitutet). Utöver dessa har cirka 15 aktiva organisationer deltagit i projektmöten, materialleveranser, undersökningar mm. Deltagare som närmast arbetat med de SBUF-finansierade byggnationerna är SYSAV (Malmö), Dåva (Umeå), Dalby Maskin (Uppsala) och Malmö kommun.

Från NCC deltog projektledaren Adam Lindberg (tidvis vikarierade Kristoffer Hofling), NCCs markbyggare i Linköping under ledning av Fredrik Gustafsson samt med viss administration Per Murén.

Referensgruppen bestod av Maria Elofsson, Skanska, Leif Nilsson, Swerock, och Kent Fridell, Edges

Rapportens författare är Adam Lindberg.

Projektledningen framför ett stort tack till alla inblandade parter för gott samarbete och allt stöd vid byggnationen av provytorna. Tidvis fanns olösta praktiska problem samt frågor kring tidplanen, som löstes med samtal, kompromisser och god vilja. Vi vill särskilt lyfta fram insatserna från VTIs personal vid uppbyggnaden av provanläggningen.

Utan bidrag från byggbranschen hade inga provytor kunnat byggas och då hade hela projektets bärande idé fallit. Därför ett stort tack till Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, SBUF.

Borås 2023-03-31

Adam Lindberg

SAMMANFATTNING

Detta SBUF-projekt ingår i ett större Vinnovafinansierat arbete med namnet ”Sekundära ballastråvaror för hållbar infrastruktur”, UDI steg 2, Dnr 2020-01838. Där har alla beslut tagits om materialval, arbetsutföranden, provning mm. SBUF-projektet avser byggandet av provanläggningar hos VTI i Linköping.

SBUF-projektet delfinansierar och möjliggör tester av några alternativa ballastmaterial för att ta fram dimensioneringsunderlag för dessa.

Nyttan för SBUFs företag i korthet:

-Det går att dimensionera och utföra vägkonstruktioner med slaggrus, krossad betong och asfaltgranulat, vilket kan utgöra stora delar av framtidens cirkulära materialflöde

-Genom det större Vinnovaprojektet har vi tillgång till materialdata och dimensionerings-metoder, som kan användas vid projektering med alternativa material

-Det kontaktnät som bildats under arbetet ger goda möjligheter till fortsatt samverkan för etablera de alternativa materialen på marknaden. I kontaktnätet ingår bland annat RISE, VTI, Cementa, SYSAV, Dåva, Dalby Maskin, Malmö kommun och NCC Industry

INNEHÅLL

1. BAKGRUND 4
2. SYFTE 4
3. GENOMFÖRANDE AV HVS-FÖRSÖK 4
4. BYGGNATION AV TESTYTOR 5
5. SLUTSATSER 8
6. LITTERATURFÖRTECKNING 11
7. BILAGA 11

1. BAKGRUND

Behovet av ballastmaterial ökar med pågående förtätning och växande städer med tillhörande infrastruktur, inte bara i Sverige. Det är i och kring städerna som det blir allt svårare att skaffa fram bergmaterial av alla slag. För ett mer cirkulärt och hållbart byggande av anläggningsinfrastruktur och bättre nyttjande av förnybara råvaror krävs därför att man ökar användningen av alternativa ballastmaterial. Här kan nämnas rivningsprodukter (krossad betong och tegel), energiaskor, slaggrus, däckklipp mm .
Det krävs att man tar fram förtroendeskapande, vetenskapligt baserat underlag och regelverk för dimensionering av hårdgjorda ytor. Det måste dessutom vara lätt att använda denna typ av produkter. Idag saknas bygg- och konstruktionsvägledning samt relevanta och anpassade regelverk och anpassade metoder för verifiering av produktegenskaper för denna typ av konstruktion. Det finns mängder av mindre pilotprojekt runt om i Sverige och internationellt men ingen systematisk eller inriktad uppföljning som lagt grunden till uthållig och hållbar användning.
Detta SBUF-arbete delfinansierar och möjliggör tester av alternativa ballastmaterial för att ta fram dimensioneringsunderlag inom ramen för ett större Vinnova projekt ”Sekundära ballaströvaror för hållbar anläggningsinfrastruktur, Dnr 2020-01838”. Projektet medverkar till att ta fram förslag för nya regelverk. I ett nyligen avslutat Vinnova UDI-projekt (www.klimatsakradstad.se) har dimensioneringsunderlag och tabeller för andra markkonstruktioner tagits fram. Genom att bygga vidare på metodiken och dra nytta av dessa resultat kan beräkningar effektiviseras och samhällsnyttan öka.

2. SYFTE

Det övergripande målet med utvecklingsarbetet är att hushålla med samhällets naturresurser och att underlätta för en cirkulär ekonomi, dvs samhällsnytta och industrinytta.
Syftet med projektet är att göra det möjligt att ta fram dimensioneringsverktyg för i första hand slaggrus, rivningsbetong och andra material som alternativa ballastmaterial för trafikbelastade hårdgjorda ytor. Detta sker bland annat genom användning av HVS-utrustningen.
Försöken görs för att bestämma styrkor och svagheter i konstruktionslösningarna och utvärdera dessa. Kunskap från tidigare utförda projekt kommer att kunna användas för att ta fram tabeller för olika trafikklasser och användningsområden.
Resultaten kan sedan användas av entreprenörer och beställare vid upphandling och utförande. De medverkar även till miljömässigt goda lösningar och ger ökad trygghet för projektörer och beställare att material och konstruktion fungerar på ett tillfredställande sätt.
Syftet överensstämmer med SBUFs mål att verka för att utveckla byggprocessen så att det skapas bättre affärsmässiga förutsättningar för entreprenörer att utnyttja forskning och driva utvecklingsarbete.

3. GENOMFÖRANDE AV HVS-FÖRSÖK

I projektet byggdes olika systemlösningar som provades i VTI:s HVS (Heavy Vehicle Simulator). Dessa försök ger nödvändig information för att ta fram dimensioneringstabeller och förståelse för hur konstruktionerna klarar trafikbelastning. Provbelastning och accelererad provning av vägkonstruktioner görs i full skala. Utrustningen simulerar nedbrytning från tung trafik och många års trafik kan simuleras på några veckor. Utrustningen används till att studera

nedbrytningsförlopp av vägkonstruktioner och för att kartlägga deras livslängd. Försöken utfördes i VTI:s provgravar i Linköping där beslutade konstruktioner byggdes upp. Utrustningen fungerar så att ett belastat lastbilshjul upprepat körs över testytan. Antalet överfarter kan motsvara 500.000 – 800.000 normalaxlar. Det finns även möjlighet att justera hjulets sidoläge och att kontrollera fukt och grundvattennivå.

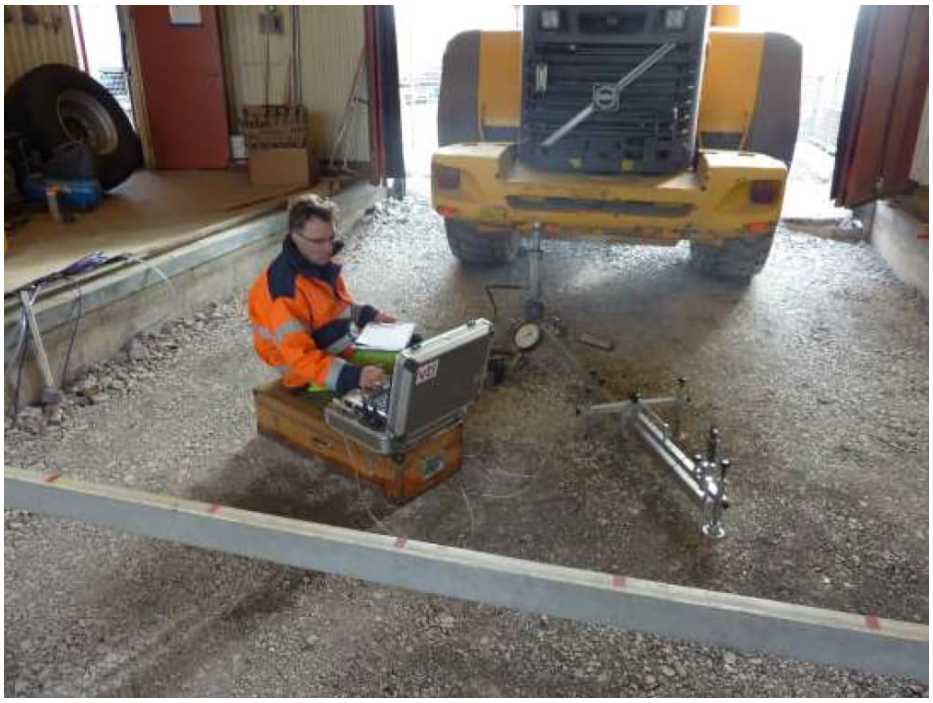
4. BYGGNATION AV TESTYTOR

Två omgångar testytor byggdes i VTI-hallens grav och benämndes HVS1 och HVS2. Arbetet bestod i mottagning av material, utläggning i lager och packning till färdig nivå. Under byggnationen monterade VTI mätutrustning för att senare kunna studera belastningar och deformationer. Markarbetet fick utföras med försiktighet och anpassas till mätkropparna. Under arbetets gång utfördes plattbelastningsmätningar som kontroll av packning och styvhet, dels i botten och dels på färdig yta.

HVS1 byggdes med askor från två anläggningar – Dåva i Umeå och SYSAV i Malmö. Dessa material levererades i biltransporter till VTI.
Materialet från Umeå innehöll fraktionerna 0/15 och från Malmö 0/45 mm.
Arbetet med askorna innebar inga svårigheter. Bearbetning och packning liknade arbete med ordinarie bärlagermaterial. Som ytbeläggning lades betongsten som blev underlaget för HVS-maskinens hjul. Denna utformning av ytbeläggningen stämmer överens med HVS-tester av andra material i ett tidigare projekt. Jämförelser underlättas i och med detta.

HVS2 byggdes dels av krossad betong från Uppsala och dels av asfaltgranulat från Malmö.

Även här lades materialen ut i lager och med stor försiktighet kring mätutrustningarna.
Materialen packades i lager och kontroll utfördes med statisk plattbelastning.
Det kan noteras att arbetet med asfaltgranulat krävde större maskininsats vid utläggning och packning än motsvarande betongkrossytor.
Som ytbeläggning lades betongsten som blev underlaget för HVS-maskinens hjul.



Bilder från utförande i VTIs provhall i Linköping. Övre bilden utläggning av material i testgraven och undre bilden visar statisk plattbelastning för kontroll av materialbädden.

I Vinnovaprojektet utförde VTI och RISE parallella provningar med såväl standardiserade metoder som metoder anpassade för de aktuella restmaterialen. Provningarna syftar till att undersöka möjligheten att använda enklare, billigare och snabbare metoder som även kan ingå i en kommande material- och produktkontroll (kvalitetssäkring).

För noggrannare beskrivning och redovisning av mätresultat hänvisas till de större projektrapporterna inom Vinnova-projektet. Som bilaga finns en bildserie från slutmötet.

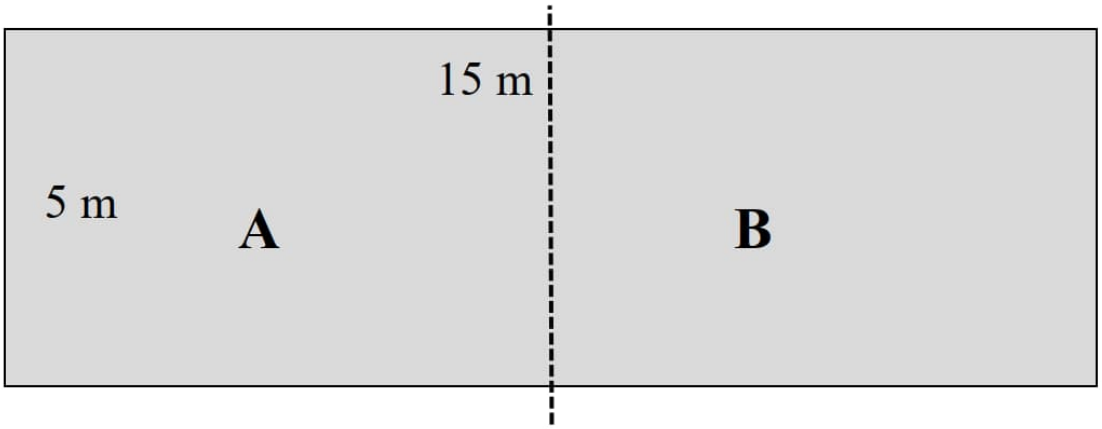


Bild 1. Visar storlek på testytan och uppdelning i två delytor

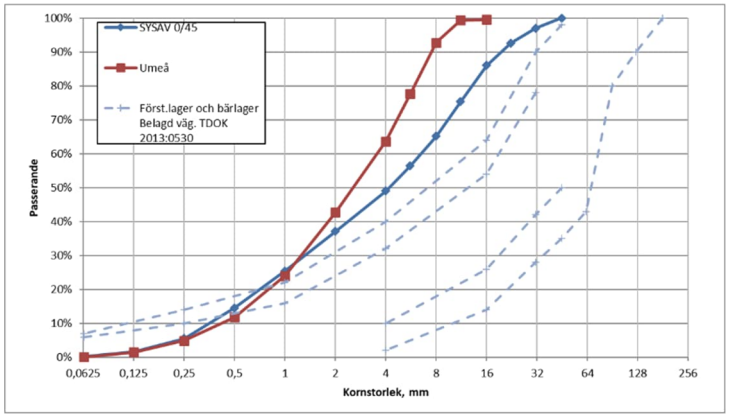
5. SLUTSATSER

De byggda ytorna och konstruktionerna kunde användas för HVS-tester. En viss tveksamhet finns för asfaltgranulat, som var svårt att packa tillräckligt i denna tjocka konstruktion.

HVS-tester är relativt kostsamma och tidsödande och kan inte användas för större serier av material. Däremot har vi nu resultaten från dessa fyra material och ett flertal från tidigare utförda körningar med bärlager och förstärkningslager från vanliga bergmaterial. Kombinationen ger möjligheter till väl underbyggda bedömningar av flera materialtyper och till blandprodukter.

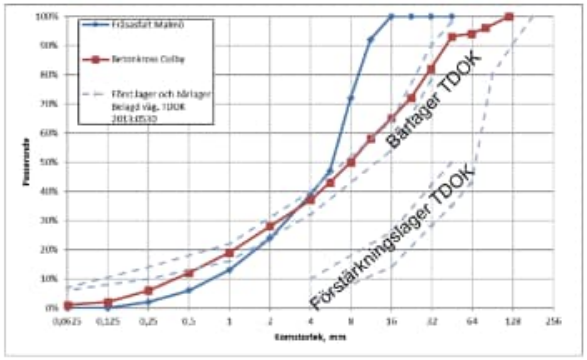
För att orientera om resultaten från belastningsproverna visas här några mätresultat i diagramform och några kommentarer. Detta kan vara intressant för att upptäcka möjligheter och skillnader mellan olika materialtyper.

Kornkurvor för slagg



Korngradering för de två slaggrus materialen och Trafikverkets kravnivåer.

Kornkurva Betongkross och Fräsasfalt

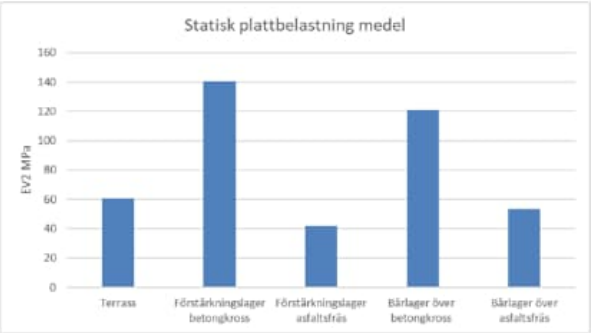


- Streckat är kurvor enl TDOK (Trafikverket)
- Fräsasfalt Malmö stad blå
  - Stor andel i 4-16 mm
- Betongkross Dalby maskin röd
  - Följer kurvan för bärlager

Alternativa material följer alltså inte alls kornkurvorna i exvis Trafikverkets kravdokument.

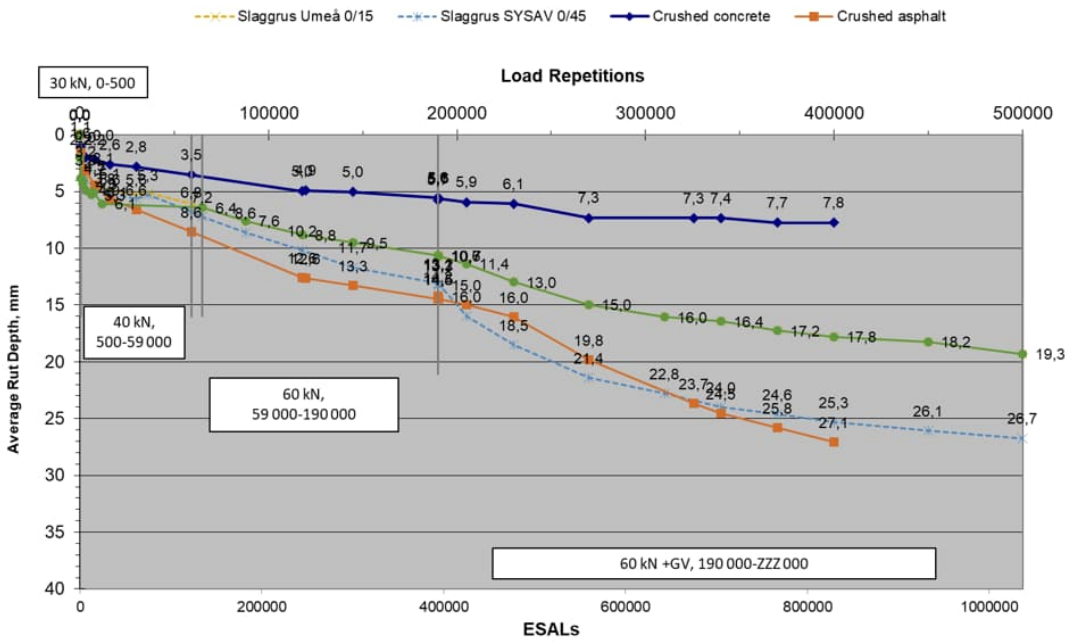
Statisk plattbelastning vid HVS försök SE28

- Betongkross
- Asfaltsfräs
- Väldigt låga värden på asfaltsfräs trots mycket packning
- Med paddan som användes gick inte packa mer
- Standard för bärlageryta på belagd väg enligt TDOK är EV2 140 MPa på



vti

Spårutveckling vid HVS-tester



Rapportförfattarens avslutande kommentarer:

-Krossad betong ligger i en klass för sig. De övriga följer förväntade spårbildningar och visar inte dåliga värden
-Vid 200.000 överfarter fylldes terrassen delvis med vatten, vilket kan noteras i kurvorna
-Initialdeformationerna vid start är ofta så här stora.
-Trafikverket brukar ibland ange 17 mm som ett mått på spår som måste åtgärdas
-400.000 överfarter kommer aldrig att inträffa på en torgyta - sopbil, snöröjning, buss högsta laster

Vad vill vi ha?
-Dimensioneringsprogram grundade på mätta materialdata (ex ERAPave)
-Tabeller för enkel dimensionering
Förmodligen båda.

VTI har arbetat vidare med verktyget ERAPave och använt detta vid utvärderingen. ERAPave (Elastic Response Analysis of pavements) är ett dimensioneringsverktyg som utvecklats vid Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI). Programmet använder mekanistisk-empirisk analysmodell för att förutsäga spårdjup, utmattningssprickor och dubbdäcksslitage för vägkonstruktioner med kända materialegenskaper.

6. LITTERATURFÖRTECKNING

För litteraturförteckning om materialprovning mm hänvisas till delrapporter inom ”Sekundära ballastråvaror för hållbar infrastruktur”, UDI steg 2, Vinnova Dnr 2020-01838.

För byggnadstekniska informationer hänvisas till

”Klimatsäkrade systemlösningar för urbana ytor” Vinnova-finansierat projekt 2013-2015
www.klimatsakradstad.se
https://klimatsakradstad.se/media/2016/10/Infoblad_CBI-2015.pdf

”Krossmaterial från ett entreprenörperspektiv med fokus på tillverkning och karakterisering” Delrapport i Klimatsäkrade systemlösningar för urbana ytor, som utgörs av projekten SBUF 13201 och SBUF 13360. www.sbuf.se

7. BILAGA

Till denna rapport finns en bilaga, som utgörs av de bilder som visades vid projektets slutmöte. Där finns de olika arbetspaketen redovisade, men störst intresse för SBUF-läsare har AP3-AP5.