

Handbok Hyttsten typ L

Väg- och anläggningsarbeten



En materialguide från SSAB Merox AB & BDX Företagen AB

Utgivningsår 2015

www.hyttsten.se

Syftet med denna handbok är att beskriva de tekniska och miljömässiga egenskaperna hos Merox Hyttsten typ L (Låg densitet) så att materialets unika egenskaper används på ett så optimalt och korrekt sätt som möjligt. Utnyttjas materialens fördelar, bl.a. dess låga vikt, cementserande egenskaper och tjälisolerande förmåga på rätt sätt finns en stor potential att bygga mer ekonomiskt och att hushålla med naturresurser vid byggande och underhåll av vägar och andra anläggningskonstruktioner.

Hyttsten har använts till obundna överbyggnadslager i väg- och anläggningskonstruktioner under många decennier i Sverige. Utomlands går erfarenheterna ytterligare ett antal decennier tillbaka i tiden. Materialets unika egenskaper gör det mycket lämpligt för användning i konstruktioner där bärighetsproblem föreligger. Genom att bygga med Hyttsten sparar vi på ändliga naturresurser och minskar antalet transporter.

I Sverige finns två typer av Hyttsten på marknaden. Hyttsten typ M (Medel densitet), producerad i Oxelösund och Hyttsten typ L (Låg densitet), producerad i Luleå. Materialen har olika egenskaper och denna skrift beskriver endast Hyttsten typ L. För mer information och kontaktuppgifter se www.hyttsten.se

Definitioner & förkortningar

Ackrediterat organ		Organ godkänt av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll, SWEDAC.
AMA		Allmän material och arbetsbeskrivning. (AMA Anläggning. Allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten), (RA Anläggning Råd och anvisningar till AMA Anläggning) och (TRVAMA Anläggning)
Bärighet		Högsta last, enstaka eller ackumulerad som kan accepteras med hänsyn till uppkomst av sprickor eller deformationer.
Cementerande egenskap		Hållfasthetstillväxt beroende på hydrationsprodukter (puzzolana reaktioner) i materialet.
Certifierad produkt		Produkt certifierad av organ som ackrediterats av styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll, SWEDAC, eller av SWEDAC:s avtalspart. Certifiering utförs på basis av provning/besiktning enligt krav som anges för respektive produkt.
E-modul	MPa	Elasticitetsmodul, ett tal som beskriver förhållandet mellan ett materials mekaniska spänning och deformation, d.v.s. styvheten.
Hyttsten typ L		Luftsvälnad kristallin masugnsslagg som krossas till bestämda sorteringar. Typ L = Låg densitet.
Hyttsten typ M		Luftsvälnad kristallin masugnsslagg som krossas till bestämda sorteringar. Typ M = Medium densitet.
Kompaktdensitet	ρ	Materialets kompakta volym.
Kompressionskvot		Kvot mellan packad lagerhöjd och opackad lagerhöjd i fält. Erhålls ur sambandet $(1 - (\text{packad tjocklek} / \text{opackad tjocklek})) * 100$. Utrycks i procent.

Korndensitet	ρ_f	Förhållandet mellan kornens massa och volym. I volymen ingår de inneslutningar, porer, som finns i kornen, i massan ingår det vatten som finns adsorberat på kornen.
Korndensitet _{kompakt}	ρ_{ssd}	Material vars är vattenmättad och yttorkad ballast.
Korndensitet _{torr}	ρ_{rd} / ρ_d	Materialet hos torkad ballast.
KRAV		Miljömärkning.
Lagertjocklek		Tjockleken på lagret efter avsedd packning.
Masugnsslagg		Den biprodukt som tillsammans med råjärn bildas i masugnprocessen. Masugnsslaggen består huvudsakligen av oxider av olika slag så som kalk- och kiseloxid.
Naturlig ballast		Naturgrus eller krossat berg.
Obundna lager		Bärlager, förstärkningslager samt eventuellt skyddslager.
Optimal packningsdensitet	ρ_{max}	(t/m ³)
Packningsgrad		Kvot av torrdensitet som uppnås i fält vid packning och maximal torrdensitet som uppnås med standardiserad metod.
P-märkt		Certifikat som utfärdas av SP (Statens Tekniska Forskningsinstitut).
Porositet		Förhållande mellan porvolym och total volym. Porositet kan uttryckas som en funktion av torrdensitet och kompaktdensitet.
Skenbar korndensitet	ρ_a	Förhållandet mellan ett materials massa och volym.

Skrymdensitet	ρ_b	Förhållandet mellan ett materials totala massa och totala volym.
Sorption		Med sorption avses i detta sammanhang att föroreningar kemiskt transformeras till en svårlakbar form.
SS-EN		Europastandard utgiven av SIS och gällande i Sverige.
Styvhetsmodul	MPa	Materialparameter som används vid dimensionering av överbyggnad.
TRVAMA		Trafikverkets samlade publikationer och tekniska beskrivningar.
Vattenkvot	%	Kvoten av det ingående vattnets vikt och den vattenfria massans vikt.
Vattenkvot _{opt}	W _{opt} %	Vattenkvot vid vilken ett material får maximal torrdensitet vid laboratoriepackning.
Värmeledningstal	Lamda, W/mK	Värmeledningsförmåga. Den värmemängd som vid en temperaturskillnad på 1° passerar per ytenhet av ett material.
Överbyggnad		Den del av vägkonstruktionen som ligger ovanför terrassen och som normalt består av bär-, förstärknings- samt skyddslager.

Innehållsförteckning

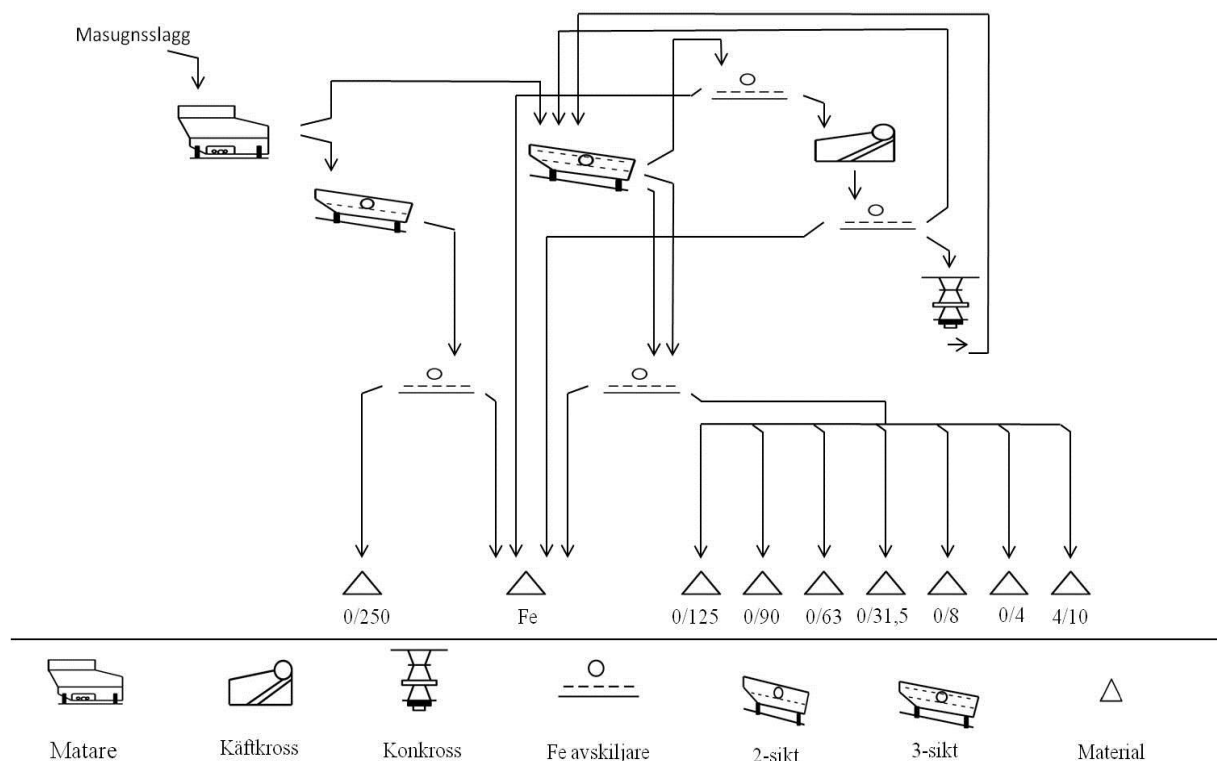
1. Material- och produktbeskrivning	8
1.1. Certifierad Hyttsten	9
1.2. Övrig Hyttsten	9
2. Projekteringsförutsättningar Hyttsten typ L	10
2.1. Byggteknisk information	10
2.2. Materialparametrar Hyttsten typ L	11
3. Konstruktionsförutsättningar	12
3.1. Undergrund	12
3.2. Fyllnadsmaterial	12
3.3. Överbyggnad	13
3.4. Ytterslänt och innerslänt	13
3.5. Skyddslager/Undre förstärkningslager	13
3.6. Förstärkningslager	14
3.7. Bundet och obundet bärlager	14
3.8. Slitlager	14
3.9. Rekommenderad lagertjocklek	14
4. Övriga tillämpningar	15
4.1. Järnväg	15
4.2. Upplagsytor, parkeringsplatser med mera	15
4.3. Cirkulationsplatser & busshållplatser	16
4.4. Grusväg	16
4.5. Gång- och cykelvägar	16
4.6. Tillfällig väg	16
4.7. Bullervallar	17
4.8. Halkbekämpning	17
4.9. Rörgravsfyllning	17
4.10. Garageuppfarter	17
4.11. Plattsättning	18
5. Miljöegenskaper	19
5.1. Kemisk sammansättning	19
5.2. Lakning	20
5.3. REACH och CE-märkning	21
5.4. Sorption	21
6. Användningsområden för alternativa material, Trafikverket	22
7. Referensobjekt	23
7.1. Björnsbyvägen, ca 7 km norr om Luleå	23

7.2.	Fällträskvägen, väg BD563, ca 2 mil söder om Luleå.....	23
7.3.	Väg 97, mellan Boden och Luleå	23
7.4.	E4 söder om Luleå.....	23
7.5.	Väg 563, sträckan Sjulsmark- Ersnäs	23
7.6.	Väg 563, sträckan Arnemark- Sjulsmark	23
7.7.	Väg 545 och 515, sträckorna Storsund-Koler och Koler-Långträsk	23
7.8.	SSAB Järnväg.....	23
7.9.	Mötesspår Järnväg	23
8.	Referenser.....	24
	Bilaga	1

1. Material- och produktbeskrivning

Råvaran till Hyttsten är masugnsslagg. Masugnsslagg framställs parallellt med råjärn i masugnen. I masugnen tillsätts i huvudsak järnoxider i form av pellets, kalksten som flussmedel och kol/koks som reduktionsmedel. Denna blandning hettas upp till ca 1500 °C varefter råjärn och masugnsslagg tappas för att vidareförädlas var för sig. Den flytande masugnsslaggen genomgår en långsam avkylning och övergår i fast form till ett material med huvudsakligen kristallin struktur. Masugnsslaggen bryts med hjullastare och transporteras till ett mellanlager, där den lagras ca 12 månader. Hyttstenens innehåll av svavelföreningar ger den en karakteristisk lukt. Lukten avklingar med tiden och är ofarlig. I en noggrant kontrollerad krossnings- och siktningssprocess framställs produkten Hyttsten ur råvaran luftkyld masugnsslagg, Se Figur 1. Efter krossning och siktning magnetdrags materialet för att avlägsna järninnehållet. För kemisk sammansättning se kap. Miljöegenskaper

Flödesschema



Figur 1. Visar processen från masugnsslagg till respektive hysstenssortering i Luleå SSAB.

1.1. Certifierad Hyttsten

Tabell 1 visar de Hyttstenssorteringar som är CE-märkta. Från och med 1 juli 2013 är det obligatoriskt att CE-märka byggprodukter som omfattas av en harmoniserad standard eller för vilken ett ETA har utfärdats. För mer information se www.boverket.se – Byggproduktsförordningen CPR . För kornfördelningskurvor gällande CE-märkta produkter se Bilaga.

Tabell 1. CE-märkt Hyttsten* per juni 2013.

Sortering [mm]	Användningsområde	Certifieringstyp
0/31,5	Bärlager Planer Vägar	System 2+
0/45	Planer Vägar	System 4
0/63	Förstärkningslager Planer Vägar	System 4
0/90	Förstärkningslager Planer Vägar	System 4
0/125	Förstärkningslager Planer Vägar	System 4

*Hyttsten CE-märks enligt standarden SS-EN 13242 ”Ballast för obundna och hydrauliskt bundna material till väg- och anläggningsbyggande”.

1.2. Övrig Hyttsten

I Tabell 2 ses övriga hyttstensfraktioner. Hyttsten som ballast kan anpassas för användning inom större delen av ballastmarknaden.

Tabell 2. Övriga hyttstensfraktioner per juni 2013.

Sortering [mm]	Användningsområde	Kontroll
0/4	Justering	Intern
0/8	Ridbanor, Justering	Intern
0/16	Bärlager	Intern
0/250	Skyddslager	Intern
0/500 (osort.)	Skyddslager	Intern
2/6	Sandning	Intern
4/8	Sandning	Intern
4/10	Sandning	Intern
10/30	Sandning industri	Intern

2. Projekteringsförutsättningar Hyttsten typ L

Denna publikation beskriver användandet av Hyttsten typ L och dess förutsättningar vid bland annat anläggningskonstruktioner. Vid entreprenadkonstruktioner rekommenderas att AMA eller annan lämplig publikation tillämpas. (AMA: Se definitioner)

2.1. Byggteknisk information

Hyttsten kan användas till de flesta applikationer inom väg- och anläggningssektorn där bergkrossprodukter normalt används.

Egenskaper för Hyttsten

- Hyttsten har ett låg värmekonduktivitet vilket ger ett förbättrat tjälskydd. Hyttsten är inte tjällyftande och tillhör tjälfarlighetsklass 1
- Hyttsten har låg densitet.
Ger möjlighet till lägre miljöbelastning tack vare minskat antal transporter
Ger möjlighet till en lättare konstruktion - viktigt vid svag undergrund.
- Hyttsten kan under rätt förhållanden cementera över tid.

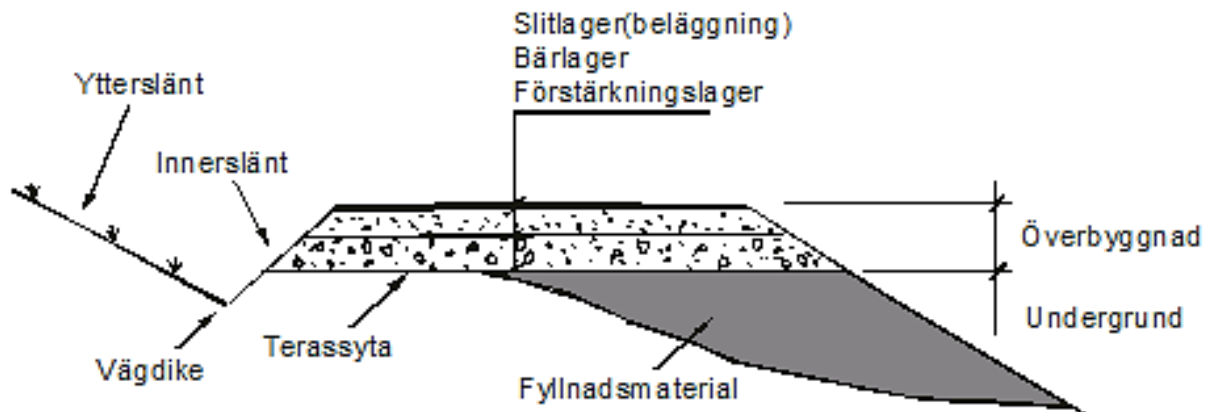
För att fullt ut tillvarata produktens egenskaper gällande hållfasthet bör optimal vattenkvot uppfyllas vid packning, se Tabell 3. Hyttsten kan dock packas med bra resultat även i naturfuktigt tillstånd. Till skillnad mot konventionella material är högre finandel i sorteringar hos Hyttsten enbart positivt, då finandelen är en förutsättning för cementeringen. Hyttsten typ L har vid undersökning uppvisat en hållfasthetsökning med cirka 100 MPa efter ett år. (Merox, SSAB, 2010) Som för alla material är det viktigt att undvika separation, se AMA för utläggning av material.

2.2. Materialparametrar Hyttsten typ L

Tabell 3. Materialparameter Hyttsten typ L

Hyttsten	Värde				
Nötning/fragmentering					
MDE-tal	≈30				
LA-tal	≈40				
Styvhetsmodul					
Sortering	MPa				
0/31,5	450				
0/63	450				
0/125	450				
≥0/125	300				
Cementering	≈ +100 MPa tillväxt 1 år				
Frostbeständighet	F1				
Värmekonduktivitet	W/mK				
Fuktkvot %	0	2	4	6	9
Sortering					
0/125	0,38	0,49	0,61	0,67	
0/63					0,68
0/31,5					0,68
Densitet ton/m ³	(ρ _a)	(ρ _{rd})	(ρ _{ssd} / ρ _{max})		(ρ _b)
Sortering					
0/125	2,65	1,82	1,96		1,25
0/31,5	2,65	1,81	1,95		1,35
Vattenabsorption	Vikt %				
Sortering					
0/31,5	6,9				
Optimal vattenkvot	W _{opt} %				
Sortering					
0/125	7,5				
0/31,5	7,5				

3. Konstruktionsförutsättningar



Figur 2. Schematisk bild över generell vägkonstruktion. Trafikverket 2011.

3.1. Undergrund

Syftet med undergrunden är att bära konstruktionen och fördela lasten jämt i terrassen. För undergrundens konstruktion används ofta material som finns lätt tillgängliga i närområdet. Ibland bör eller kan inte de materialen användas, ofta på grund av olämplig jordart som kan ge försvårande omständigheter med instabil mark, men även risk för problem med sulfidlera med mera. Hyttsten är ett bra alternativ såväl kostnadseffektivt som miljömässigt. Sorteringen bör anpassas efter lagertjockleken.

Rekommendationer:

- Största stenstorlek $\leq$ halva lagertjockleken.

3.2. Fyllnadsmaterial

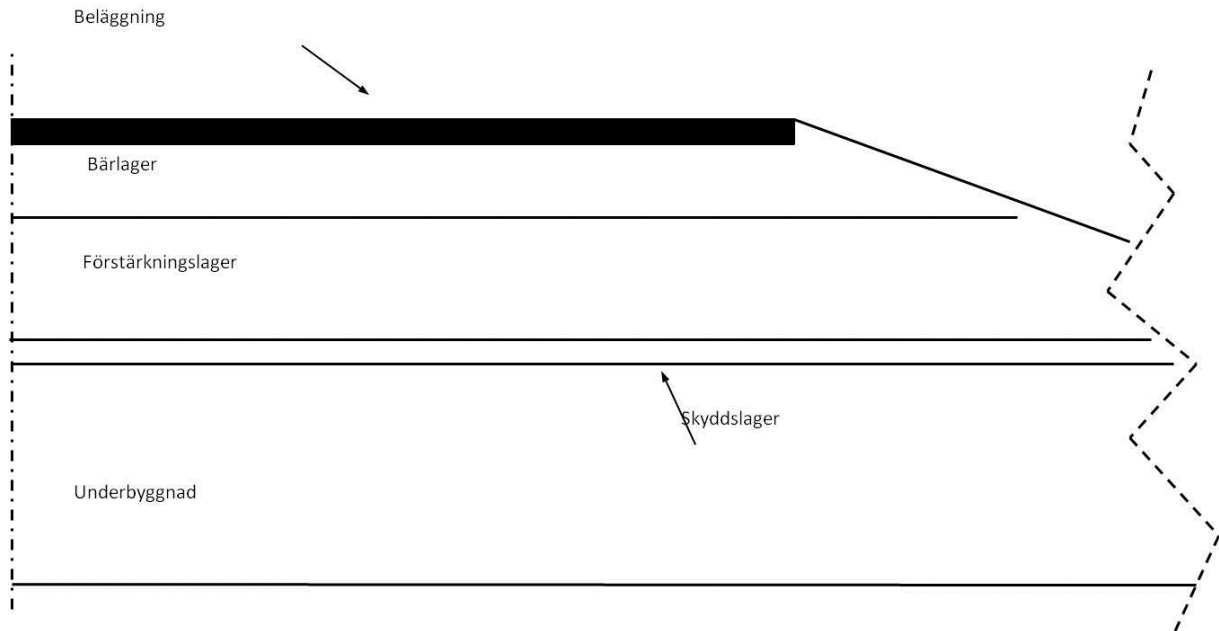
Vid planering av olika vägkonstruktioner eller andra applikationer så kan behovet finnas att höja omgivande mark, eller objektet i sig. Vanligen används Hyttsten 0/250 till detta ändamål.

Rekommendationer:

- Största stenstorlek $\leq$ halva lagertjockleken.

3.3. Överbyggnad

Överbyggnaden är den del som ligger ovanför terrassytan. Se Figur 2. Överbyggnaden ska på ett tillfredsställande sätt fördela lasten genom vägkroppen. Detta säkerställs genom att använda rätt byggteknik och rätt materialtyp för ändamålet. Hyttsten kan användas till större delen av överbyggnaden. Överbyggnaden består av slitlager eller beläggning, bärlager, förstärkningslager och ev. skyddslager, se Figur 3.



Figur 3. Detaljerad bild över överbyggnad

3.4. Ytterslänt och innerslänt

Vägens konstruktion måste ge goda förutsättningar att avleda vatten från vägen. Detta gäller såväl vid användande av Hyttsten som för andra material. Avvattningssystem ska kunna samla upp och avleda dagvatten från övre vägkropp och vägområdet så att det inte uppstår översvämning eller skadlig grundvattensänkning, skador på dränering eller skador på vattentäcker eller annan känslig miljö.

Rekommendationer:

- Vägen ska ha tillfredsställande tvärfall.
Diken och ledningar ska dimensioneras efter förekommande vattenflöden.

3.5. Skyddslagret/Undre förstärkningslager

Syftet med skyddslagret är att minska tjällyftning i områden med stor köldmängd och tjälfarligt material i undergrunden. På finkorniga undergrunder ska skyddslagret fungera som materialskiljande lager och förhindra att det finkorniga materialet från undergrunder tränger upp i förstärkningslagret.

Hyttsten ger ett bra tjälskydd åt konstruktionen med fördelen att ojämn lyftning av undergrunden minimeras.

Rekommendationer:

- Läggs direkt på undergrunden eller terrassen.
- Vid finkorniga undergrunder/terrasser ska lagret fungera som materialskiljande.

3.6. Förstärkningslager

Syftet med förstärkningslager är att fördela trafikens belastningar vidare från det obundna bärlagret till undergrunden, samt ge förutsättning till god dränering. Hyttsten har goda dränerande egenskaper. Trots de svaga cementbindningarna kan Hyttsten användas i alla typer av förstärkningslager.

Rekommendationer:

- Största stenstorlek $\leq$ halva lagertjockleken.

3.7. Bundet och obundet bärlager

Bärlagrets syfte är att uppta och fördela trafikens belastningar på ett sådant sätt att det inte uppstår för stora påkänningar eller deformationer i undergrunden eller förstärkningslagret.

Rekommendationer:

- Största stenstorlek $\leq$ halva lagertjockleken.
- Optimal vattenkvot ger bäst resultat vid packning av materialet, se Tabell 3.

3.8. Slitlager

Syftet är att ge körbanan sådana egenskaper att trafiksäkerhet, transportekonomi och komfort tillfredsställs. Hyttsten kan användas till obundet slitlager.

3.9. Rekommenderad lagertjocklek

Tabell 4. Rekommenderad lagertjocklek för olika sorteringar av Hyttsten.

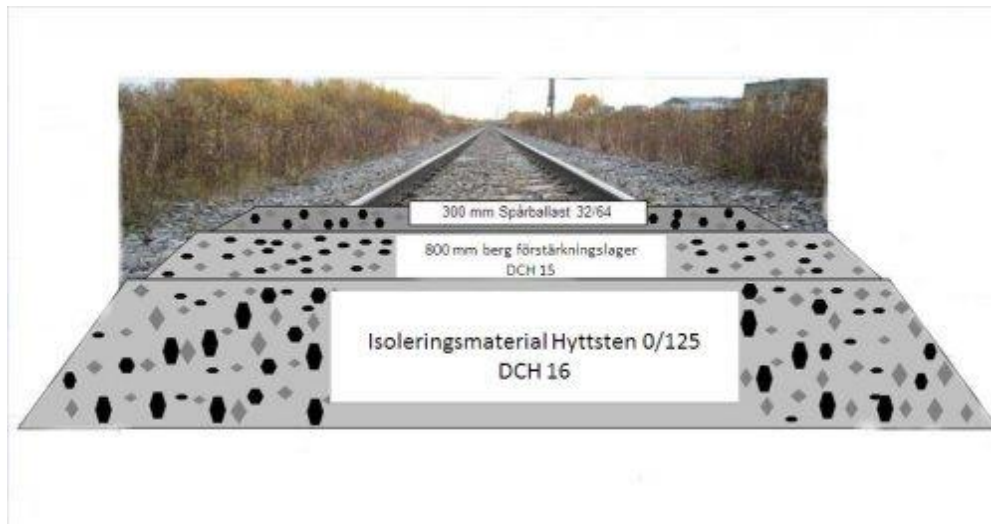
Sortering [mm]	Tjocklek, mm
0/8	30-60
0/31,5	60-100
0/45	90-150
0/63	130-200
0/90	180-300
0/125	250-500
1/250	500-750
Osorterat	600-900

Vid dimensioneringsberäkningar används de materialparametrar som finns angivet i Tabell 3 kapitel 2.2.

4. Övriga tillämpningar

4.1. Järnväg

Hyttsten kan användas som frostisolerandelager enligt kraven för DCH 16 i AMA Anläggning.



Figur 4 Generell uppbyggnad av järnväg

SSAB EMEA Luleå har konstruerat den interna malmbanan med Hyttsten, vilket har fungerat mycket bra. För mer information se 7.8 SSAB Järnväg.

4.2. Upplagsytor, parkeringsplatser med mera

När traditionella material används på instabil undergrund innebär det att konstruktionen främst slitlagret och bärlagret ger vika. Ofta uppstår detta på grund av statisk belastning från stillastående tunga fordon. Genom att använda ett lättare material, som Hyttsten, förebygger man att konstruktionens bärlager såväl som andra lager havererar eller i värsta fall försvinner ned i underliggare mark, med resultat att konstruktionens funktion avsevärt försämras. Hyttsten har högre inre friktion och lägre densitet jämfört med naturgrus och bergkross, vilket gör materialet mindre vattenkänsligt och mer lämpligt att använda där förhållanden med dålig undergrund finns.

Rekommendationer:

- Dimensionering skall ske utifrån givna dimensioneringsunderlag och dränering måste finnas för att säkerställa konstruktionens bärighet.
- Dikesbotten ska ligga ≥ 300 mm under terrassytan, alternativt 800 mm under färdig konstruktion.

4.3. Cirkulationsplatser & busshållplatser

Ett vägavsnitt som utsätts för relativt stora påfrestningar av bl.a. svängande krafter och statisk tryck är cirkulationsplatser. De vägtekniska problem man stöter på vid anläggande av cirkulationsplatser är inte enbart knutna till slitlagrets beständighet/instabilitet eller dubbdäckspåverkan. Då cirkulationsplatser ofta är högtrafikerade är det besvärligt att utföra underhållsåtgärder av hög kvalitet, därför är det lönsamt att investera i konstruktionen för att uppnå längre livslängd. Det är framförallt den tunga trafikens spårbundenhet samt inbromsning/acceleration som utgör den största påverkan. Liksom för till- och frånfarter i cirkulationsplatser är busshållplatser ytor som utsätts för extra stora påfrestningar som ger spårbildning och permanenta deformationer. Påfrestningarna är av samma art som för till- och frånfarter i cirkulationsplatser. Likväl som Hyttsten kan användas som underbyggnad på vanliga vägsträckor kan Hyttsten även användas vid byggnation av cirkulationsplatser och busshållplatser.

4.4. Grusväg

Vid nyanläggning eller renovering av grusvägar rekommenderas att arbetet påbörjas direkt efter att tjälen har gått ur jorden. Kontrollera att diken har god avrinningsförmåga så att vatten inte ligger kvar i vägbanan.

Rekommendationer:

- Hyvla vägen vid behov så att eventuella gropar försvinner
- Utför gärna kantskärning så att man får en naturlig bombering i vägkroppen
- Sortering 0/8 slitlager
- Sortering 0/31,5 – 0/45 bärlager
- Sortering 0/90-0/125 förstärkningslager
- Packa med lämplig utrustning

4.5. Gång- och cykelvägar

Normalt dimensioneras gång- och cykelvägar GC-vägar även för lättare fordon (för att klara t.ex. snöröjning). Hyttsten kan användas som bär- och förstärkningslager på gång- och cykelvägar.

4.6. Tillfällig väg

För att leda trafiken förbi reparationer eller ombyggnationer av vägar, anläggs ofta en tillfällig väg. Hyttsten kan med fördel användas för detta ändamål, främst på grund av dess höga inre friktion vilket gör den tillfälliga vägen mycket stabil.

Rekommendationer:

- Sortering $\geq 0/90$
- Packning kan ske i ett lager

4.7. Bullervallar

Vid områden där buller förekommer kan Hyttsten användas. Hyttsten med grövre sorteringar rekommenderas för att uppnå optimal ljuddämpning. Buller absorberas i materialet genom att Hyttsten har hög porvolym.

Rekommendationer:

- Konstruera bullervallen i pyramidform där grövsta materialet ligger i mitten. Ett material med hög porvolym absorberar mer ljud. Undvik att packa materialets slänter.
- Sortering 0/90-0/125-0/250

4.8. Halkbekämpning

Hyttsten kan med fördel användas till halkbekämpning. Dess kantiga struktur ger ett högre friktionstal än vad som gäller för naturgrus (Trafikverket). Liksom för naturgrus/bergkross som använts till halkbekämpning går även Hyttsten att återanvända till samma ändamål.

Rekommendationer:

- Spridning av material kan ske med traditionell utrustning
- Sortering 0/4
- Åtgång 350-700kg/km

4.9. Rörgravsfyllning

Hyttsten går utmärkt att lägga i botten på rörgravar då det ger ett stabilt och isolerande lager. Hyttsten bör dock ej läggas över eller som kringfyllning i rörgravar eftersom materialet kan cementera med tiden och på det sättet försvåra en eventuell friläggning av rörgraven. Detta förekommer främst med sorteringar innehållande finare material än 4 mm

4.10. Garageuppfarter

Mark som är tjälsjuk är vanligt förekommande i klimatzon 3-5 och skapar stora problem. Genom att använda Hyttsten i hela konstruktionen kan man ersätta markisolerande lager så som sand, bärlager och stenmjöl. Vid dimensionering av garageuppfart där marken är tjälsjuk rekommenderas att ca 900 mm av massan tas bort och ersätts enligt nedanstående rekommendationer.

Rekommendationer:

- Sortering 0/90-0/125. Vid behov av isolerande material.

4.11. Plattsättning

Hyttsten fungerar utmärkt som sättsand. Glöm inte att använda ett dränerande lager under toppskiktet om risk för tjällyft förekommer. Om fiberduk används ska det ligga under det dränerade lagret.

Rekommendationer:

- Sortering 0/4
- Sortering 0/8

5. Miljöegenskaper

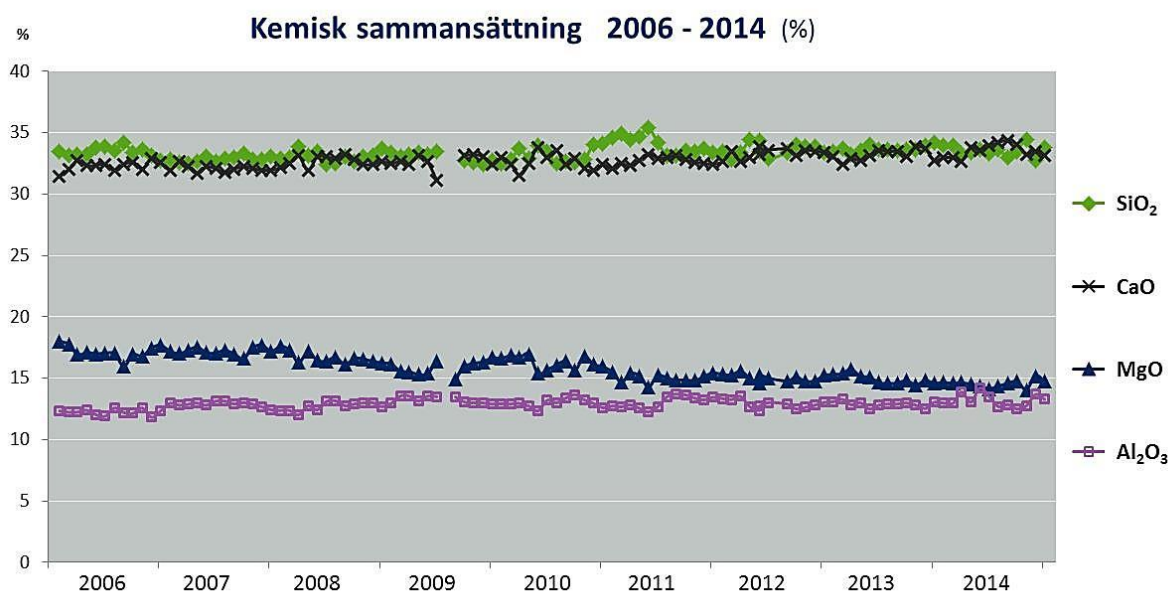
5.1. Kemisk sammansättning

Hyttsten är en väl karakteriserad produkt med avseende på både kemiskt innehåll och tekniska egenskaper. Huvudbeståndsdelarna i Hyttsten är kalcium (Ca), kisel (Si), magnesium (Mg) och aluminium (Al). Vid haltbestämning brukar de ingående elementen redovisas i oxidform (CaO, MgO, SiO₂, Al₂O₃ m.fl.) men de föreligger egentligen i olika mineral i den kristallina masugnsslaggen där de dominerande mineralen är åkermanit (Ca₂MgSi₂O₇), monticellit (CaMgSiO₄) och spinell (MgAl₂O₄). I Tabell 5 visas de huvudsakliga elementens halter.

Tabell 5. Hyttstenens kemiska sammansättning, medelvärden från XRF- och leco svavel analyser utförda av SSAB de senaste två åren.

Oxid/element	CaO	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	Fe	S
Totalhalt (vikts-%)	33,4	33,7	14,7	13,0	2,5	0,6	0,7	0,3	0,2	1,4

Eftersom masugnsprocessen är noga styrd med avseende på ingående råvaror erhålls en masugnsslagg, och därmed Hyttsten, med jämn analys och homogenitet över tid. I Figur 5 kan man utläsa att variation av de största ingående oxiderna i masugnsslaggen mellan åren 2005 och 2011 är mycket små.

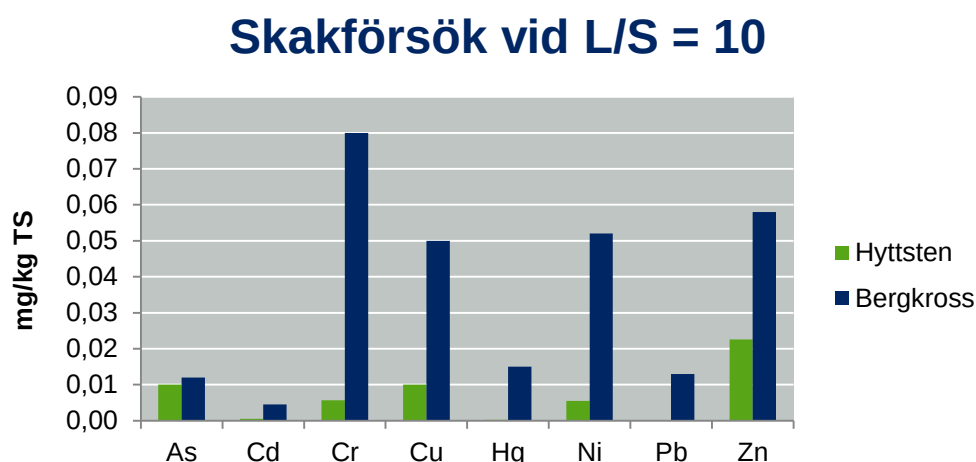


Figur 5. Kemisk sammansättning för masugnsslagg Luleå, 2006-2014. Huvudbeståndsdelarna är kisel (Si), kalcium (Ca), magnesium (Mg) och aluminium (Al).

Totalhaltstester på Hyttsten visar på mycket lågt innehåll av de särskilt miljöfarliga tungmetallerna Pb, Cd och Hg (oftast under detektionsgränsen för analysen) men även nivåerna av de mindre farliga tungmetallerna såsom Cr, Zn, Ni, Cu och Mo är mycket låga. Hyttsten innehåller inte heller några organiska ämnen.

5.2. Lakning

När Hyttsten undersöks med standardiserade lakteter på labb är det elementen kalcium, magnesium, natrium, kalium och svavel som lakar i störst utsträckning. Tack vare de låga halterna av tungmetaller är utlakningen av dessa väldigt låg och för flertalet metaller till och med mycket lägre än från bergkross. Detta visas i nedanstående Figur 6 där utlakning vid ett skaktest vid L/S 10 från Hyttsten jämförs med bergkross. Data för bergkross är hämtade ur undersökningen lakegenskaper för naturballast som gavs ut inom ramen för Värmeforsks askprogram 2006. (Ekvall, A. et al., 2006)



Figur 6. Lakning av tungmetaller från Hyttsten jämfört med bergkross enligt skaktest EN 12457-3

Vidare har Hyttsten även undersökts i mer fältliknande förhållanden såsom med lysimeter och med miljötekniska undersökningar längs vägsträckor byggda med Hyttsten. Sammanfattningsvis visar dessa studier att lakning av framförallt kalcium, svavel, magnesium och alkalier sker i olika utsträckning och att pH vanligtvis ligger inom det basiska området. Den uppmätta lakningen i fält uppvisar dock stora variationer och det är inte alltid den kan kopplas till Hyttsten i vägen. Ett flertal omgivningsfaktorer såsom geologiska förhållanden, grundvattennivå, syremättnad, liksom vägens konstruktion och dränering utgör förutsättningar för lakningens omfattning och storlek.

Under vissa omständigheter, t ex vid dålig dränering genom vägen och stillastående vatten i diken kan en vit- till gulaktig fällning förekomma. Denna beror troligen på Hyttstenens innehåll av reducerade svavelföreningar och kalcium som tillsammans i vatten och under inverkan av luftens koldioxid reagerar och bildar fällningar i form av kalciumsulfat (gips), kalciumkarbonater och elementärt svavel. Dessa fällningar är dock övergående och ofarliga för människa och miljö. Även om det sker en viss lakning från Hyttsten och pH ligger i det basiska området så har ingen miljö- eller växtpåverkan vid användning av Hyttsten kunnat konstateras. Masugnsslaggen innehåll av reducerade svavelföreningar kan till och med utnyttjas för att binda metaller, se nedan om sorption.

Med utgångspunkt från de tester och studier som gjorts på Hyttsten i Sverige och internationellt och den långtgående erfarenheten av användning av Hyttsten som ballast i väg så är slutsatsen att dess miljöpåverkan är mycket liten ur ett helhetsperspektiv.

5.3. REACH och CE-märkning

Masugnsslagg är sedan november 2010 registrerat som ett icke-farligt ämne i REACH. REACH står för ”Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals” och är EU:s nya kemikalielagstiftning som kräver att ett ämne som säljs på en marknad ska vara registrerat. Registreringen gjordes tillsammans med alla övriga producenter av masugnsslagg i EU. Att ett ämne är registrerat enligt REACH innebär att dess innehåll och egenskaper har granskats och testats med avseende på människors hälsa och miljö generellt, samt gentemot de användningsområden den är registrerad för. Exempel på registrerade användningsområden är ballast till vägbyggnad och anläggningar, råvaror till cementtillverkning, friktionshöjare, jordbrukskalk och vattenrening.

Flertalet av Hyttstenssorteringarna är CE-märkta vilket innebär en säkerställd produktion samt att ett antal tekniska och kemiska egenskaper fortlöpande provas och redovisas, däribland totalhalt och lakning.

5.4. Sorption

Ett område som är under utveckling är användning av masugnsslagg och andra metallurgiska slaggar för att rena dagvatten och avloppsvatten från metaller respektive fosfor via sorption (fastläggning av ämnen i en vätskefas till en fast fas, t ex ett filter). Detta studeras både i Sverige och internationellt. Mald granulerad masugnsslagg har bl a undersökts av Hallberg (2007) i syfte att binda tungmetaller från vägdagvatten i en storstad. God avskiljning erhöles för Cd, Cu, Ni och Zn oberoende av förhöjda halter av vägsalt (Hallberg, 2007). Eftersom masugnsslagg på grund av sitt kemiska innehåll har denna sorptionsförmåga kan det tänkas att Hyttsten i en vägkropp fungerar som ett filter och binder till sig vissa föroreningar från trafiken och hindrar dessa från att nå recipienten.

Vidare kan nämnas att IVL (Institutet för miljöforskning) har drivit ett fullskaleprojekt som gått ut på att fastlägga fosfor i vatten från åkermark med s.k. dikesfilter där mald granulerad masugnsslagg var ett av kalkfiltermaterialen som studeras. Masugnsslagg kunde avskilja ca 40 % totalfosfor i denna studie. Projektet tittade även på hur filtermaterialens tillskott av fosfor kunde nyttiggöras som fosforberikade jordbrukskalker (Ekstrand, S. et al., 2010). Projektet utökades med ytterligare tre fältstationer varav två i Skåne och en i Hälsingland. Resultaten var varierande beroende på yttre förhållande, men maximal reduktionskapacitet för hyttsand var 60-80 %. (Ekstrand, S. et al., 2014)

6. Användningsområden för alternativa material, Trafikverket

Detta kapitel behandlar trafikverkets vägkonstruktioner. Beslut om trafikverkets krav, rekommendationer samt utförande avseende konstruktion av vägar med alternativa material kan läsas i:

”TRVK Alternativa material”, krav vid dimensionering och utformning
(Trafikverket, TRVK Alternativa material, 2011:060)

”TRVR Alternativa material”, tekniska råd vid dimensionering och utformning
(Trafikverket, TRVR Alternativa material, 2011:061)

”TRVKB 10, Alternativa material”, krav på material, utförande och kontroll vid utformning
(Trafikverket, TRVKB 10 Alternativa material, 2011:062)

TRVKB 10, Obundna lager
(Trafikverket, TRVKB 10 Obundna lager, 2011:083)

AMA Anläggning 13.
(AMA Anläggning 13. Allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten, 2013)

www.trafikverket.se
www.boverket.se

Trafikverket använder Hyttsten vid vägbyggnad till förstärkningslager och skyddslager samt till Gång & Cykelvägar. Trafikverkets föreskrifter för alternativa material gällande Hyttsten innefattar användningsområden där man inte kan tillgodoräkna sig Hyttstenens egenskaper fullt ut.

För entreprenader som inte berörs av trafikverkets föreskrifter hänvisar vi till kapitel 2, Projekteringsförutsättningar Hyttsten

7. Referensobjekt

Nedan beskrivs kortfattat några objekt där Hyttsten använts. För ytterligare information se www.hyttsten.se alternativt kontakta Merox eller BDX.

7.1. Björsbyvägen, ca 7 km norr om Luleå

Vägverket har som mål att minska uttaget av ändliga naturresurser som naturgrus och krossat berg, därför byggdes Björsbyvägen med provsträckor med alternativa material. Vägen åtgärdades 1997 och tidigare skador bestod av tjälsprickor, krackeleringar och stora bärighetsspår. Åtgången blev 1 600 ton. Hyttstenssträckan består av olika tjocka lager av Hyttsten som förstärkningslager och jämförs med referensen bestående av krossat berg. Resultatet från provsträckorna visar att Hyttstenen är ett bra material till förstärkningslager och ger ett något bättre tjälskydd än referensen. (Sundberg Sara, Ullberg Johan, 2002)

7.2. Fällträskvägen, väg BD563, ca 2 mil söder om Luleå

En provväg med Hyttsten byggdes 2006 i samarbete mellan Vägverket, SSAB Tunnpå och BDX. Provsträckan byggdes med två sorterade och en osorterad Hyttstensfraktion, samt en referens med bergkross. Osorterad Hyttsten visade på en lägre bärighet än både referens och sorterat material. Sorterad Hyttsten är däremot väl jämförbar med referensen och man kunde även se en styvhetsökning i materialet över tiden tack vare dess cementerande egenskaper (Ullberg, Johan, 2009:141)

7.3. Väg 97, mellan Boden och Luleå

Mellan oktober 2010 och oktober 2011 pågick ombyggnad av etapp 3, sträckan mellan Boden och Sävest. På den 6 km långa vägsträckan har ca 100 000 ton Hyttsten använts i det undre förstärkningslagret (skyddslagret). Vägen breddades, gjordes mötesfri med mitträcke och varierande 2+1 och 2+2-körfält. Ombyggnationen av väg 97 var det största pågående vägbygget i Norrbotten under perioden.

7.4. E4 söder om Luleå

Under 2001 utfördes nybyggnad av E4 söder om Luleå till 4-filig väg. På den 9 km långa sträckan användes Hyttsten i skydds- och förstärkningslager med en total tjocklek av 980 mm. Åtgången av Hyttsten uppgick till 221 700 ton

7.5. Väg 563, sträckan Sjulsmark- Ersnäs

För att åtgärda deformationer och bärighetsproblem har förstärkningsarbeten längs sträckan utförts 1979, 1982 och 2004. I vägarbetet har totalt 17 000 ton hyttsten använts.

7.6. Väg 563, sträckan Arnemark- Sjulsmark

För att åtgärda deformationer och bärighetsproblem utfördes 1992 och 2004 förstärkningsarbeten längs sträckan. Vid vägarbetet användes totalt 39 000 ton hyttsten.

7.7. Väg 545 och 515, sträckorna Storsund-Koler och Koler-Långträsk

För att åtgärda beläggningsskador orsakade av tjälskador och bärighetsproblem utfördes 2005 förstärkningsarbeten på sträckorna. I vägkonstruktionen nyttjades 33 800 ton hyttsten vid varje sträcka.

7.8. SSAB Järnväg

Vid byggnationen år 1995 utav malmбанan på SSAB Luleå användes Hyttsten i bankfyllning isolerings- och förstärkningslager. Dock undantaget spårballast. Ca: 3km.

7.9. Mötespår Järnväg

Luleå Sa Sunderbyn. Hyttsten som isolerings- och förstärkningsmaterial på pålad lerjord. Järnväg. 1 km. Byggår: 1999.

8. Referenser

- AMA Anläggning 13. Allmän material- och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten. (2013). Svensk byggtjänst.
- Ekstrand, S. et al. (2010). *Dikesfilter och dikesdammar, slutrapport fas 1*. IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Ekstrand, S. et al. (2014). *Dikesfilter Utvidgning, slutrapport*. IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Ekvall, A. et al. (2006). *Lakegenskaper för naturballast - bergmaterial och moräner*. Stockholm, värmeforsk 961.
- Hallberg, M. (2007). *Treatment conditions for the removal of contaminants from road runoff, Doctoral thesis*. Stockholm: Royal Institute of Technology.
- Merox, SSAB. (2010). *Bärighetsutveckling, E-modul Fällträsk*.
- RA Anläggning 10. Råd och anvisningar till AMA Anläggning 10. (2011). Svensk Byggtjänst.
- Sundberg Sara , Ullberg Johan. (2002). *Provsträckor med alternativa material väg 597/597.01*. Teknikavdelningen.
- Trafikverket. (2011:060). *TRVK Alternativa material*.
- Trafikverket. (2011:061). *TRVR Alternativa material*.
- Trafikverket. (2011:062). *TRVKB 10 Alternativa material*.
- Trafikverket. (2011:083). *TRVKB 10 Obundna lager*.
- Trafikverket. (u.d.). *Trafikverkets jämförande prov. FRIKTIONSMÄTNING*. Luleå.
- TRVAMA Anläggning 10. (2011). Svensk Byggtjänst.
- Ullberg, Johan. (2009:141). *Provväg med hyttsten på väg BD563 vid fällträsk*.
- Wedholm, Anita. (2010). *Fastläggning av metaller i slagg och slam*. Luleå: SSAB.

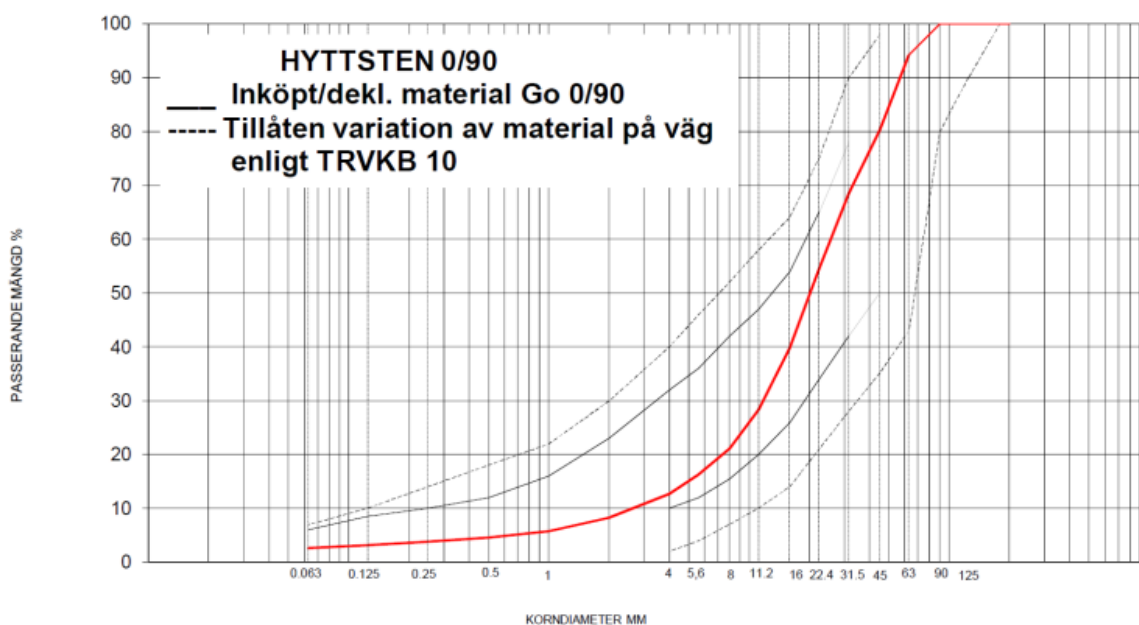
Bilaga

Kornstorleksfördelning, gränsvärden Hyttsten 2013

Nedanstående tabell och diagram är exempel på hur CE-märkta produkter deklareraras, i detta fall Hyttsten 0/90. För aktuell information eller annan kornstorleksfördelning vänligen se www.hyttsten.se eller kontakta BDX Materialsäljare.

Krav på kornstorleksfördelning för Hyttsten 0/90 enligt TRVKB 10

Sikt (mm)	0,063	0,25	1	4	16	31,5	45	63	90	125	180
Övre På väg (%)	7	14	22	40	64	90	98	100	-	-	-
Övre Vid produktion (%)	6	10	16	32	54	78	-	-	-	-	-
Passerande Hyttsten 0-90 mm (%)	1,5	3	5	12	38	66	80	95	100	-	-
Undre Vid produktion (%)	-	-	-	10	26	42	50	-	-	-	-
Undre På väg (%)	-	-	-	2	14	28	35	43	80	90	100



En materialguide från SSAB Merox AB & BDX Företagen AB

Utgivningsår 2015

www.hyttsten.se