

Säkra material för skornas sulor

Sammanfattning

Rapporten är framtagen med ekonomiskt bidrag från Trafikverkets skyltfond. Ståndpunkter och slutsatser i rapporten reflekterar författaren och överensstämmer inte med nödvändighet med Trafikverkets ståndpunkter och slutsatser inom rapportens ämnesområde.

Syfte med detta projekt har varit att undersöka kompositionens inverkan på friktion och hårdhet. En större kännedom om kompositionens inverkan på vinteregenskaper är avgörande för utvecklingen mot säkrare vinterskor.

Resultaten visar att av 14 framställda material är det 8 som klassas ha stor halkrisk (röd) för gång på istäckt yta. Samtliga ytor med kimrök som enda fyllmedel samt de hårdaste bland övriga ytor finns med bland dessa. Bland de material som medelvärdesmässigt klassats ha halkrisk men vars friktionsvärden varierar under gränsvärde finns naturgummi av medelhög hårdhet samt medelhård SBS med hög fyllmedelsinblandning. För material på istäckta ytor återfinns inga ha obetydlig halkrisk (grön), utan de bästa klassas ha halkrisk (gul). Till dessa hör naturgummi och SBS med låg fyllmedelsinblandning. Av dessa har SBS-blandningen den högsta hårdheten, vilket kan tyda på att den har de bästa förutsättningarna att motstå slitage. Det bör noteras att framställda ytor saknar mönstring och att tillförandet av sådan har potential att förbättra egenskaperna till grönklassning.

1. Syftet med projektet

I nyligen rapporterade projekt Säkra skor (TRV 2014_16680) undersöktes innehållet i skosulor med avseende på polymertyp, fyllmedelstyp och fyllmedelshalt. Detta ledde till förslag på klassificering för de olika materialen. Dock kvarstår frågan om hur den enskilda parametern komposition inverkar på friktion och hårdhet. Detta beror på att de olika skorna som undersöktes i projektet alla skilde sig åt i ytstruktur, utformning, klackhöjd, kontaktarea utöver komposition. Syfte med detta projekt har varit att undersöka kompositionens inverkan på friktion och hårdhet. En större kännedom om kompositionens inverkan på vinteregenskaper är avgörande för utvecklingen mot säkrare vinterskor.

2. Bakgrund

Fotgängarna är utsatta i trafiken. Ca 13 200 skadas/år enligt studier utförda av Monica Berntman vid Lunds universitet / LTH. När halkan slår till kan en stor mängd tillbud inträffa på kort tid, innan underhållsfordon hunnit avlägsna snö, frost och is. Halka kan också inträffa under andra årstider än på vintern och orsakas av t.ex. vatten, insektsrester eller löv på beläggningen. Vikten av att ha säkra skor är därför stor för minimering av halkrelaterade tillbud.

RISE Research Institutes of Sweden

Postadress	Besöksadress	Telefon / Telefax	E-post / Internet	Bankgiro	Org.nummer
RISE Box 5607 114 86 STOCKHOLM	Drottning Kristinas väg 45 114 28 STOCKHOLM	010-516 50 00 08-20 89 98	info@ri.se www.ri.se	715-1053	556464-6874

På SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut pågår studier om säkra skor, främst med avseende på sulans mönstring och isaffinitet. Vidare pågår studier kring halkolyckor vintertid vid bl.a. Luleå Universitet (Glenn Berggård) samt på EMPA (Siegfried Derler). Systematiska tester av skosulor utförs dock inte i Sverige. Det finns en ISO standard; 13287 som inkluderar friktionsmätning på keramiska och metalliska material av olika beskaffenhet, som utförs i bl.a. Storbritannien, dit exv. Arbesko skickar sina skor för provning. Denna standard innefattar alltså inte några mätningar på autentiska vägbeläggningar eller några variationer i temperatur. Den kemiska analys som utförs på skor begränsas till scanning efter vissa toxiska material för exv. ekomärkning. Fabrikanternas kännedom om innehållet i sulorna varierar kraftigt. Där information ändå finns kan receptet bestå av poster där osäkerheten på halter är mycket hög; exempelvis 1,3-butadiene-styrene copolymer 50-90%.

3. Metod och material

Projektet har utifrån materialgrupper definierade i TRV 2014_16680 valt ut olika definierade kompositioner. Dessa recept har använts vid produktion av provkroppar. Förutom komposition har fyllmedelshalt och fyllmedelstyp varierats. För provkropparna har friktionsegenskaper och hårdhet jämförts. Hårdhetsmätningarna genomfördes på grund av låg testtemperatur med en handhållen mätare (Zwick 70431) som tidigare kontrollerats mot den automatiska som vanligtvis används (Bareiss Digitest). För mätningar på friktionsmätningar har en SP-2000 Slip/Peel Tester från Imass använts. Mer information om denna metod finns i TRV2015/16007.

4. Resultat

4.1 Urval och materialframställning

I tidigare projekt 3P07385 analyserade sammansättningen av olika skosulor. I dessa skosulor förekom främst två olika gummityper: styren copolymer (ex. SBS/SIS) och någon form av butadien/isopren/naturgummi (tvärbundet). Analyserna visade också att de undersökta sulorna främst innehöll fyllmedel i form av kiseldioxid (SiO_2), kalciumkarbonat (CaCO_3) och kimrök (CB). Resultaten visade även att de olika sulmaterialen varierade kraftigt i hårdhet, från ca 50 till 90 Shore A, vilket även det kan påverka friktionsegenskaperna.

Utifrån dessa resultat varierades de framställda materialen varierades med avseende på följande parametrar:

1. Gummityp

Två olika termoplastiska elastomerer baserade på styren-butadien-styren (SBS) gummi med varierande initial hårdhet samt ett naturgummi (NR) användes som startmaterial för de olika gummiblandningarna.

2. Fyllmedelstyp

Efter diskussioner med materialleverantörer så valdes SiO_2 och kimrök som fyllmedel att använda i studien eftersom dessa fyllmedel ger en större effekt på hårdheten hos gummimaterialen än vad CaCO_3 ger (enligt info från materialleverantör). Tillsats av SiO_2 nämns även som en källa till ökad friktion i materialet, vilket också observerats i tidigare projekt.

3. Fyllmedelshalt

Halten fyllmedel som tillsattes de olika gummimaterialen valdes utifrån diskussioner med materialleverantörer där det uppskattades att 2 phr (parts per hundred resin) ger en ökning i hårdhet på ca 1 grad (Shore A) och att vi ville ta fram material med varierande hårdheter i intervallet ca 50-80 grader (Shore A). Halterna fyllmedel som tillsattes låg därför i intervallet 0-30 phr för de två SBS-gummimaterialen och 30-60 phr för det initialt mjukare NR-gummimaterialet.

Material

De två SBS-gummimaterialen (DryFlex 50A och DryFlex 60A) erhöles från Elasto Sweden AB (Åmål, Sverige) och uppgavs vara fria från oljetillsats. De båda fyllmedlen SiO₂ (Ultrasil 408) och kimrök (N550) erhöles från Trelleborg AB. Materialen som baserades på vulkaniserat naturgummi framställdes av Trelleborg AB och innehöll vid sidan om kimrök och SiO₂ även låga halter av vulkaniseringsmedel och processhjälpmiddel.

Materialframställning

Gummimaterialen baserade på de olika SBS-materialen med tillsats av 15 och 30 phr av SiO₂ eller kimrök framställdes genom compounding i en dubbelskruvsextruder (Brabender Plasti-Corder®Labstation +TSE 20/40D). En justerad skruvkonfiguration användes med en inledande lång smältzon för att låta gummimaterialet suga upp fyllmedlet (pulver) innan materialet passerade dubbla knådningszoner på den främre hälften av skruvarna för att fördela fyllmedlet i gummismältan. Smältans temperatur var $\approx 200^{\circ}\text{C}$. De extruderade strängarna från de olika materialblandningarna klipptes sedan ner till kortare bitar och varmpressades till gummiplattor med anpassad dimension för friktionsmätningarna (D= 100 mm, t=4 mm).

Gummimaterialen baserade på naturgummi tillverkades av Trelleborg AB där materialen blandades, pressades till plattor (t= 4mm) och vulkaniserades. Provkroppar till friktionstester (D= 100 mm, t=4 mm) stansades därefter ut från de levererade plattorna.

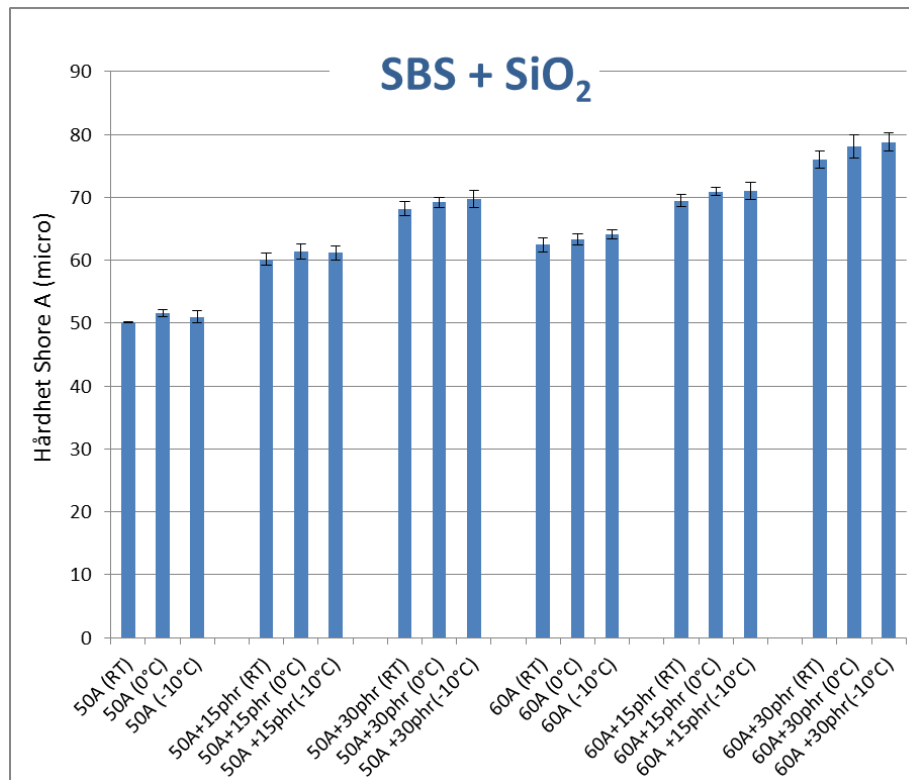
Tabell 1 visar en lista över de material som framtagits i projektet.

Provnamn	Sammansättning
SBS50A	DryFlex 50A utan fyllmedel
SBS50A+15phr SiO ₂	DryFlex 50A + 15phr SiO ₂
SBS50A+30phr SiO ₂	DryFlex 50A + 30phr SiO ₂
SBS50A+15phr kimrök	DryFlex 50A + 15phr kimrök
SBS50A+30phr kimrök	DryFlex 50A + 30phr kimrök
SBS60A	DryFlex 60A utan fyllmedel
SBS60A+15phr SiO ₂	DryFlex 60A + 15phr SiO ₂
SBS60A+30phr SiO ₂	DryFlex 60A + 30phr SiO ₂
SBS60A+15phr kimrök	DryFlex 60A + 15phr kimrök
SBS60A+30phr kimrök	DryFlex 60A + 30phr kimrök
NR+ 30phr SiO ₂	Naturgummi (vulkat)+ 30phr SiO ₂
NR+ 40phr SiO ₂	Naturgummi (vulkat)+ 40phr SiO ₂
NR+ 50phr SiO ₂	Naturgummi (vulkat)+ 50phr SiO ₂
NR+ 60phr SiO ₂	Naturgummi (vulkat)+ 60phr SiO ₂

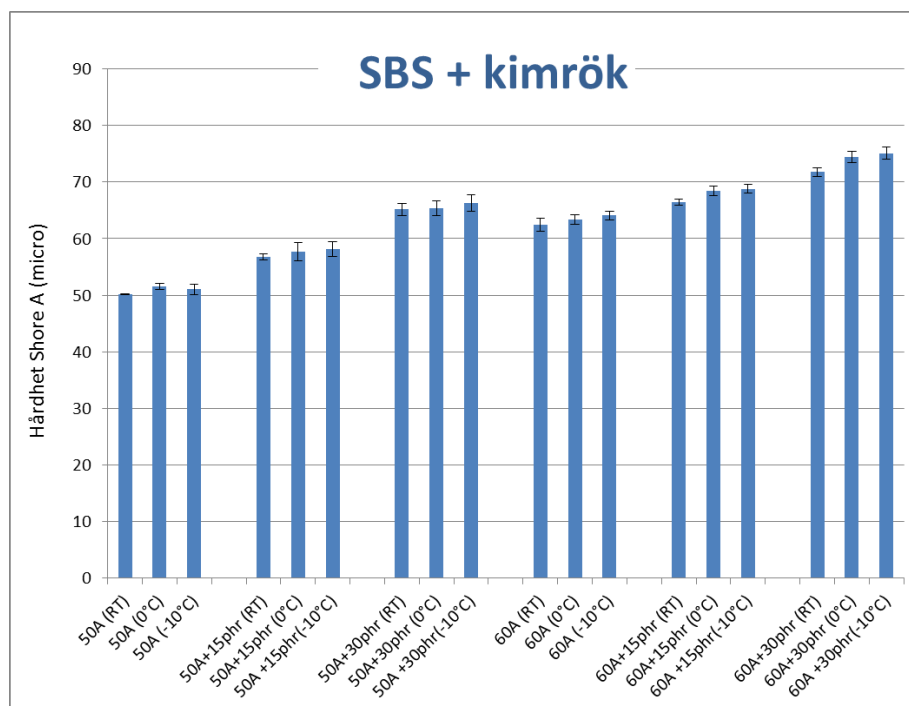
Tabell 1. Framtagna material

4.2 Hårdhet

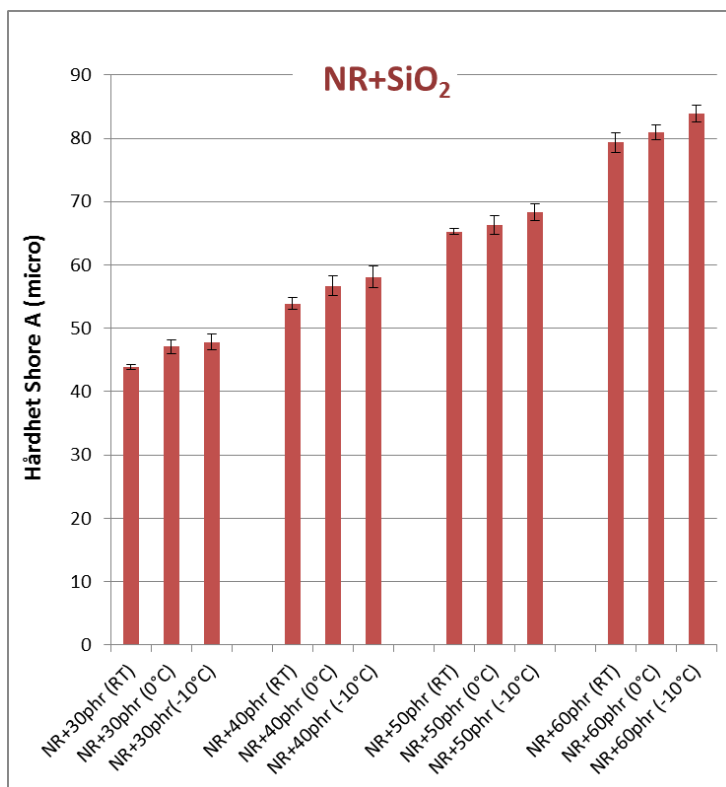
Resultaten från hårdhetsmätningarna visas i figurerna 1-3 nedan.



Figur 1. Uppmätt hårdhet (micro Shore A) för SBS-materialen innehållande varierande halter SiO₂ vid olika testtemperaturer. Felstaplarna anger ± 1 standardavvikelse (n=8-12).



Figur 2. Uppmätt hårdhet (micro Shore A) för SBS-materialen innehållande varierande halter kimrök vid olika testtemperaturer. Felstaplarna anger ± 1 standardavvikelse (n=8-12).

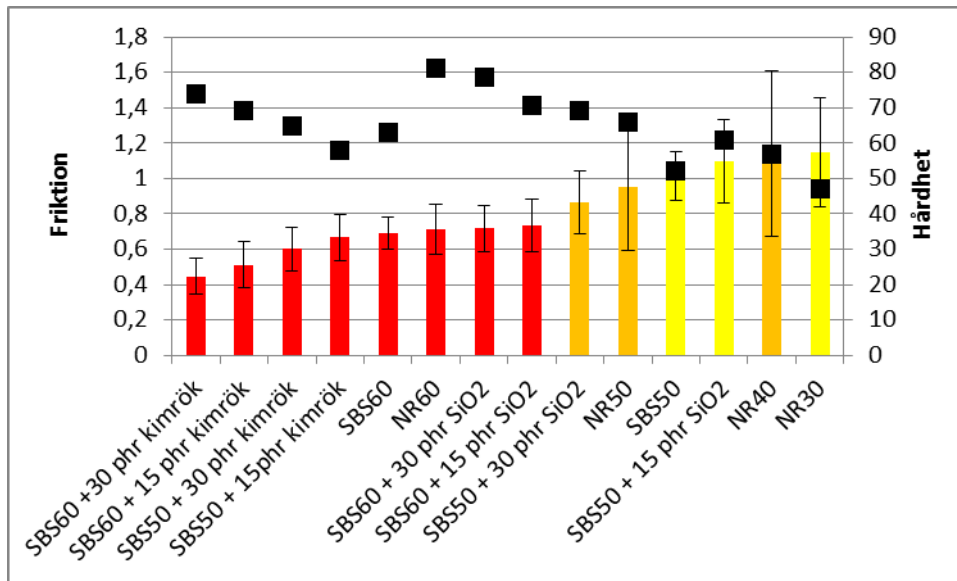


Figur 3. Uppmätt hårdhet (micro Shore A) för NR-materialen innehållande varierande halt SiO₂ vid olika testtemperaturer. Felstaplarna anger ± 1 standardavvikelse (n=10).

Resultaten från hårdhetsmätningarna visar att målvärden för hårdhet uppnåts mycket väl, vilket indikerar att de olika halterna fyllmedel har blandats väl i gummimaterialen. Dessutom är spridningen i hårdhet mellan olika mätpunkter för varje material relativt liten vilket tyder på att fyllmedlen är jämnt fördelat i gummimaterialen. Mätningarna visade också att samtliga material hårdnade lite vid lägre temperaturer.

4.3 Friktion

Resultat från friktionsmätningar mellan de olika materialen och istäckta ytor av asfalt och gatsten redovisas med hårdhetsvärden i Figur 4. I denna figur har gränsvärden framtagna i TRV2015/15007 och 2015/85054 används föra att färgmarkera värdena enligt den skalan grön (obetydlig halkrisk), gul (halkrisk) och röd (stor halkrisk). Det kan här noteras att SiO₂ som använts som fyllmedel för samtliga prover med naturgummi samt vissa av SBS-materialen ger högre friktion än när kimrök används som fyllmedel, trots samma hårdhet. Detta var även indikationen i TRV2014/6680 och anledningen till att SiO₂ var ett fokusmaterial för denna studie. Standardavvikelse som visas som felstaplar i figur 4 är för hårdhetsmätningarna mindre än datapunkterna, därför är dessa inte synliga i diagrammet. För friktionsmätningarna finns variation mellan felstaplarnas storlek. I de fall där felstaplarna sträcker sig över ett gränsvärde har staplarna som medelvärdesmässigt skulle gulmarkerats, istället orangemarkerats.



Figur 4. Medelvärden av friktionsmätningar för olika gummimaterial mot isbelagda asfalts- och gatstensytor (staplar) samt koppling till hårdhet (kvadrater).

5. Ekonomisk redovisning

Vid rapporteringsdatumet har i detta projekt förbrukats:

Provning: 207825 kr

Projektledning och analys: 124816 kr

Resor, logi, frakt och material: 17055 kr

Summa: 349696 kr

6. Slutsatser och diskussion

Skosulor för vinterbruk ska motverka halka, vilket sker genom sulans materialtyp och mönstring. Ett slitstarkt material behåller sin mönstring längre, men vissa åtgärder för att öka slitstyrkan kan leda till en halare materialtyp.

För att undersöka skosulors egenskaper designades referensmaterial med variation i gummityp, fyllmedelstyp och fyllmedelshalt. Dessa tillverkades och testades med avseende på hårdhet och friktion. Resultaten visar att målvärden för hårdhet kan uppnås genom att variera parametrarna ovan, samt att alla testade material hårdnar vid lägre temperatur. Ytornas genomsnittliga friktionsvärden mot isbelagda ytor av asfalt och marksten har använts för att ranka deras halkrisk enligt tidigare föreslagen skala. Resultaten visar att av 14 framställda material är det 8 som klassas ha stor halkrisk (röd) för gång på istäckt yta. Samtliga ytor med kimrök som enda fyllmedel samt de hårdaste bland övriga ytor finns med bland dessa. Bland de material som medelvärdesmässigt klassats ha halkrisk men vars friktionsvärden varierar under gränsvärde finns naturgummi av medelhög hårdhet samt medelhård SBS med hög fyllmedelsinblandning. För material på istäckta ytor återfinns inga ha obetydlig halkrisk (grön), utan de bästa klassas ha halkrisk (gul). Till dessa hör naturgummi och SBS med låg fyllmedelsinblandning. Av dessa har SBS-blandningen den högsta hårdheten, vilket kan tyda på att den har de bästa förutsättningarna att motstå slitage. Det bör noteras att framställda ytor saknar mönstring och att tillförandet av sådan har potential att förbättra egenskaperna till grönklassning.