

Gångvägars halkegenskaper

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.

Ett rankingsystem med färgmarkering grön (obetydlig halkrisk) –gul (halkrisk) -röd (hög halkrisk) har föreslagits baserat på panelstudier från litteratur. Av denna studie framgår att en av 20 uppmätta platser klassades gul i torrt tillstånd, detta var Vardagslivets Gång i Hjorthagen som utöver gångväg även är en konstinstallation. För våta ytor noteras att smuts som går i lösning kan fungera smörjande och leda till gulklassning samt att trä och handikappsymbol båda gulklassas i vått tillstånd. För ytor med is blir släta ytor generellt rödklassade. Slätheten kan bero på exempelvis slitage av ytstruktur eller att materialet från början är slätt. Släthetens inverkan kan till viss del motverkas med materialval som minimerar isadhesion, men materialen kan inte med denna åtgärd nå grönmarkering.

1. Syftet med projektet

Syfte med projektet har varit att mäta beläggnings halkegenskaper vid olika väderlek och förhållanden med en instrumentering som väl visat sig spegla halkrisk för fotgängare.

2. Bakgrund

Nya material för beläggningar i stadsmiljö hör till ovanligheterna. Ett exempel på ett spännande initiativ är beläggningskonstverket "Vardagslivets gång" i Hjorthagen som innefattar en gångbana med distinkt mönstring i svarta och vita toner utförda i en slät, vacker finish. Tyvärr har beläggningskonstverket fått mycket kritik av användarna som upplever den som hal. Efter en dementi från ansvariga om halheten gjordes undersökningar och man fann att beläggningskonstverket behöver extra halkpreventiva resurser från staden under vinterhalvåret.

-Det skulle inte vara halare än en vanlig gångbana, men det är någonting med beläggningskonstverket som gör den hal i vissa väderlekar, säger Stina Airijoki, trafikplanerare på exploateringskontoret, i en intervju.

Men vad är en "hal" beläggning?

I Boverkets "allmänna råd" finns följande text: För torra gångytor bör friktionskoefficienten vara minst 0,30, mätt enligt SS-EN 13893. Referensmetod för provning av golvprodukter med högre krav på steg-säkerhet finns i SS-EN 13845 [1]. Mätmetoden baserar sig på byggnadsforskning från 1960-talet [2].

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

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

Räcker det att mäta friktionen?

I främst USA pågår forskning som visat att friktionsmätningar är väldigt beroende av mätmetod och i en artikel publicerad 2015 har man vid jämförelse av 11 tribometrar med mänskliga paneltester (80 deltagare) funnit att bara två av tribometrarna korrekt kunde rangordna ytor beroende på halkrisk för fotgängare. Detta betyder att 82% av utrustningarna *rankade ytorna på ett sätt som faktiskt inte speglade fotgängarnas halka*. Denna studie baseras på mätresultat från utrustning korrelerad till ASTM F2508 från 2013. Unikt med denna metod är att den korrelerar friktionsmätningar till halkrisk för fotgängare uppmätt på referensytor.

Kan man utföra mätningen i alla väderlekar?

Friktionsmätutrustningar för beläggningar baseras generellt på gummi som förs mot underlaget i en rullande eller svepande rörelse. Gummi är ett polymert material som ändrar egenskaper beroende på temperatur. Vissa gummisorter ändras mycket beroende av temperatur, medan för andra är ändringarna inte lika stora. För att kunna utföra mätningar i olika temperaturer behöver man veta instrumentets respons på temperaturförändringen.

Beskriver mätningen beläggningens materialets halhet?

Om mätningen utförs med utrustning korrelerad till ASTM F2508 *kan* låga mätvärden visa att beläggningsmaterialet är halt. Dock kan mätningen beroende på ytans skick också visa att smuts, snö, is eller modd är halt, vilket i sig inte beskriver ytmaterialets friktion. På grund av detta är det viktigt att när man diskuterar beläggningsmaterials halhet, liksom vid mätningar på golv säkerställa ytor tvättade enligt standard. Är det inte beläggningsmaterialet i sig man vill ta ställning till, utan utomhusmiljöer i sig kan mätningar på ytor med is (då tunn is leder till mätning som speglar ytans topografi) eller viss grad av fin smuts utföras. Dock behöver man i dessa fall ha med sig att ”halhet” i detta fall är smutsens smörjande effekt eller materialet is.

3. Metod och material

Friktionsmätningar utomhus i gatumiljö har utförts på plana, avsopade ytor med instrument Mark II (i samband med utomhusmätningar inom projekt TRV2015/16007) validerad till ASTM F2508 med friktionsvärden på referensytor A=granit: 0.10, B=porslin: 0.18, C=vinyl: 0.59 och D=keramik:0.78. I Tabell 1 visas dessa ytors halkegenskaper vid paneltest med 80 fotgängare [3]. Här kan noteras att hälhalkning är den allvarligaste typen av halkning som är svårast att parera för att undvika fall.

Yta	Ingen halkning	Tåhalkning	Hälhalkning
A	1	6	13
B	5	11	4
C	13	7	0
D	20	0	0
Total	39	24	17

Tabell 1. Panelstudie över referensytors halkegenskaper [3].

Mätningarna utfördes med klack SBR vid temperatur under noll, samt vid plusgrader dels då ytan var torr samt när den fuktats. Temperaturen påverkan på mätningen undersöktes genom hårdhetsmätning av gummiklacken, samt friktionsstudie på referensytor i frysrums. Fältmätningar i utfördes på mätplatser listade i Tabell 2 (se Figur 1 för bilder på ytorna).

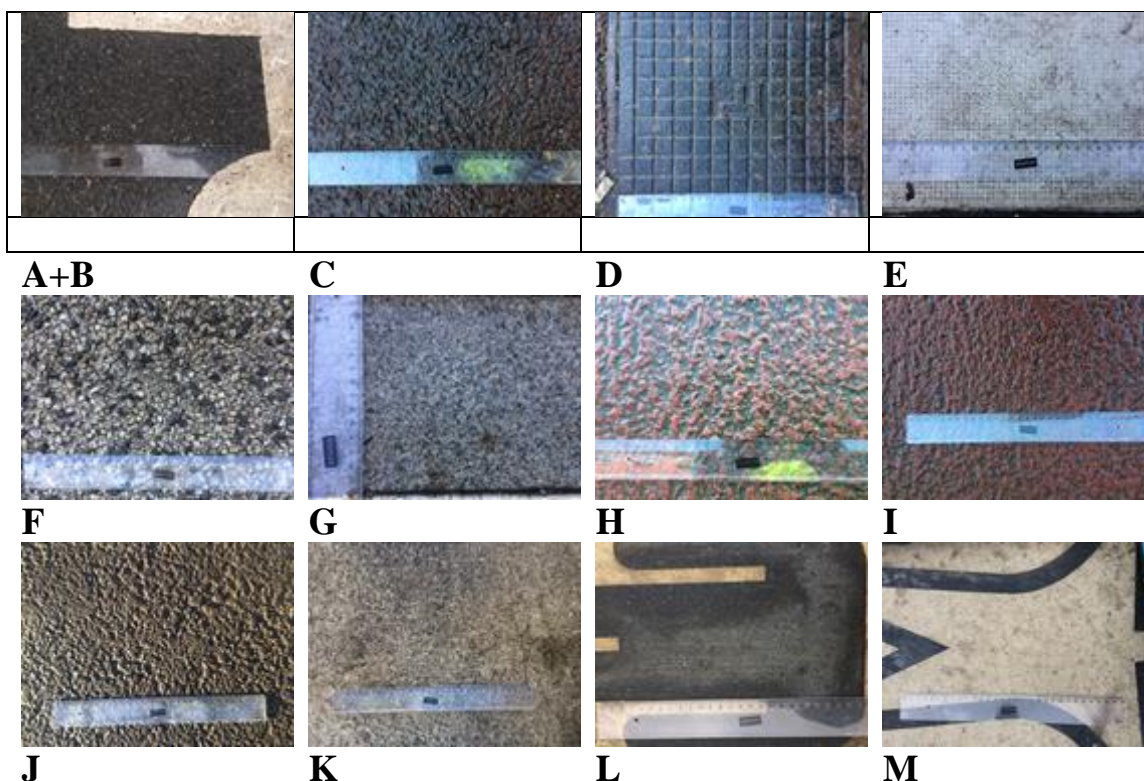
A: Handikappsymbol på Drottning Kristinas Väg 45.

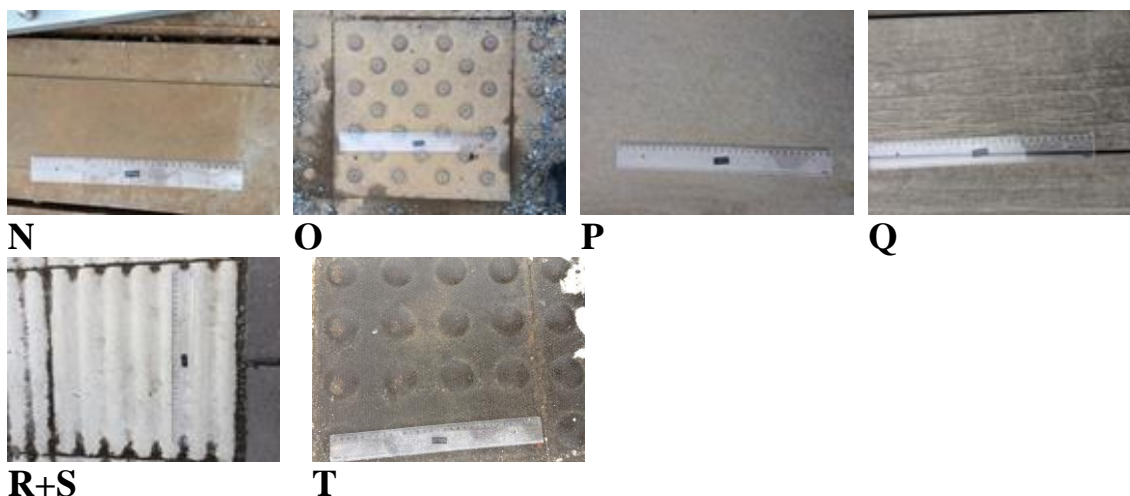
B: Asfalt på Drottning Kristinas Väg 45 (inom TRV2015/16007).

C: Färgmarkerat cykelfält utanför NK på Hamngatan (smutsigt) (inom TRV2015/16007).

- D: Brunnslock strukturerad metall utanför NK på Hamngatan.
- E: Vit stenplatta med svag struktur utanför NK på Hamngatan.
- F: Stenplatta med struktur utanför NK på Hamngatan.
- G: Stenkant utanför NK på Hamngatan.
- H: Färgmarkerat cykelfält på Folkungagatan 40 (slitet) (inom TRV2015/16007).
- I: Färgmarkerat cykelfält på Folkungagatan 40 (i kanten där det inte är slitet) (inom TRV2015/16007).
- J: Asfalt på Drottning Kristinas Väg (smutsig).
- K: Övergångsställe på Drottning Kristinas Väg.
- L: Svart område på Vardagslivets Gång på Jägmästargatan i Norra Djurgårdsstaden.
- M: Vitt område på Vardagslivets Gång på Jägmästargatan i Norra Djurgårdsstaden.
- N: Rostig metall på Jaktgatan 3 i Norra Djurgårdsstaden.
- O: Rostig metall med struktur på Jaktgatan 3 i Norra Djurgårdsstaden.
- P: Betongplatta på Jaktgatan 3 i Norra Djurgårdsstaden.
- Q: Träspång på Jaktgatan 3 i Norra Djurgårdsstaden.
- R: Ledstråk tvärs på Busshållplats Stickelbärsvägen Ruddammen.
- S: Ledstråk längs på Busshållplats Stickelbärsvägen Ruddammen.
- T: Svart stenplatta med rundlar vid Busshållplats Stickelbärsvägen Ruddammen.

Tabell 2. Mätplatser



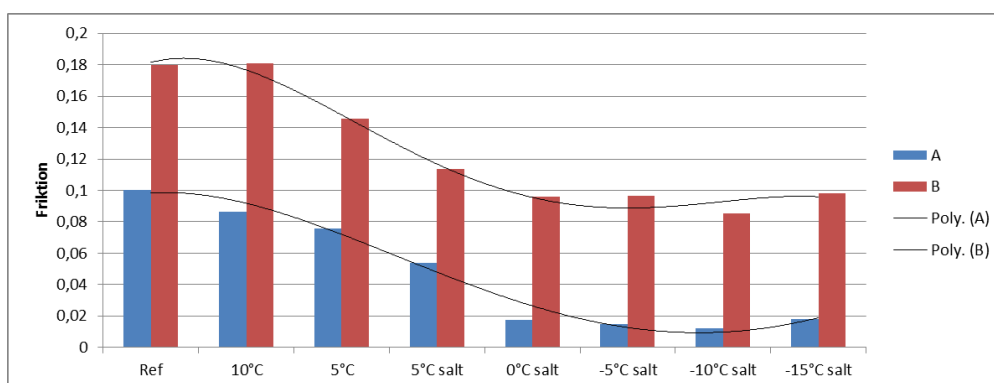


Figur 1. Ytor på mätplatser

4. Resultat och diskussion

4.1 Temperaturens påverkan

Hårdhetsmätning för mätinstrumentets gummiklack med Micro Shore A gav värdena 76 för $T=-10^{\circ}\text{C}$, 75 för 0°C och 73 för rumtemperatur. Värdena för de två lägre temperaturerna stämmer överens med de för en vintersko från Canada Snow Quebec som undersöktes i TRV 2014/77290. För rumtemperatur har denna sko dock ett något högre värde än gummiklacken, möjligtvis för att den inte är tänkt för användning i denna temperatur, medan gummiklacken ska kunna användas för både inomhus- och utomhusmiljöer. Tester i frysrum utfördes på våta referensytor A och B enligt modifierad ASTM F2508, där salt finns i lösningen vid lägre temperaturer, för att hindra vattnet från att frysa och för att spegla förhållandena som oftast råder vid kyla då vägarna saltas.



Figur 2. Temperatur och saltberoende för friktionsmätning på referensyta A och B.

I Figur 2 kan man se att sjunkande temperatur generellt ger en sjunkande friktion, vilket överensstämmer med att gummit i klacken hårdnar [4]. Vidare kan man se att samma temperatur för vatten och salt ger lägre friktion för salt, vilket stämmer överens med tidigare studier som visar att jonerna i saltet ger ett dubbelskikt som fungerar smörjande [5].

4.2 Fältstudier

I Tabell 1 kunde man utläsa hur fotgängares halkningar kopplar till instrumentet. Dock finns inga gränsvärden för risk på samma sätt som för exempelvis HIC-värde för falldämpande material. Tabell 1 visar att för referensyta A är det 95% som halkar, varav 65% med hälhalkning, vilket är kopplat till högre risk för fall än tåhalkning [6]. För referensyta B halkar 75%, varav 30 % med hälhalkning, för referensyta C halkar 35% varav inga hälhalkning och för referensyta D halkar inga personer. Ett förslag på ranking Grön-Gul-Röd finns i Tabell 3.

Ranking	Risk	Panel	Halkvärde
Grön	obetydlig halkrisk	Under 35% halkar, varav inga hälhalkning	Över C
Gul	halkrisk	Under 75% halkar, varav 30 % hälhalkning.	Över B
Röd	stor halkrisk	95% halkar, varav 65% hälhalkning.	Under eller lika med B

Tabell 3. Förslag på ranking av ytor

I Tabell 3 finns två nivåer som inkluderar hälhalkning, gul och röd. För att gå säkert behöver en yta vara grönmarkerad (men givetvis kan funktionsvariation leda till fall på alla ytor). Som nämndes i kap 3 är Mark II instrumentet som används i studien validerad till ASTM F2508 med friktionsvärden på referensytor A=granit: 0.10, B=porslin: 0.18, C=vinyl: 0.59 och D=keramik:0.78.

I Tabell 4 visas resultatet från mätningarna i torrt tillstånd i plusgrader, enligt klassificering föreslagen i Tabell 3.

Grön	Gul	Röd
J A K T I S R D H F B C M N Q O E G P	L	Inga

Tabell 4. Klassificering av torra ytor

I Tabell 4 kan noteras att de torra ytorna vid plusgrader är grönmarkerade förutom plats L som är det svarta området på konstverket/gångbanan Vardagslivets Gång som tidigare noterats som hal av allmänhet och Trafikkontor (se Kapitel 2). Vid torrt väderlag och plusgrader är beredskap för halka dålig i gångmönster och utrusning, varför det i dessa fall borde vara extra viktigt att hålla samtliga underlag inom den gröna klassificeringen.

I Tabell 5 visas resultatet från mätningarna i vått tillstånd i plusgrader, enligt klassificering föreslagen i Tabell 3.

Grön	Gul	Röd
D T K M E B R S F O H G I N P	C L J Q A	Inga

Tabell 5. Klassificering avvåta ytor

Tabell 5 visar att vatten gör att ytorna blir halare. Fortfarande är inga platser rödklassificerade, men bland de gula finns utöver L som också var gulmarkerad i torrt tillstånd, även plats C som enligt Tabell 2 är ett färgmarkerat smutsigt cykelfält, J som är smutsig asfalt, Q som är en träspång och A som är en handikappsymbol.

I Tabell 6 visas resultatet från mätningarna i vått tillstånd i plusgrader, enligt klassificering föreslagen i Tabell 3.

Grön	Gul	Röd
F C	J K L M S Q N P O I	D A H B G T E R

Tabell 6. Klassificering av ytor med is

Tabell 6 visar att för ishinna på ytor blir en hel rad platser rödmarkerade, vilket innefattar den högsta halkrisken. Dessa platser innefattar D som är ett brunnslock, A som är en

handikappsymbol, H som är ett färgmarkerat slitet cykelfält, B som är asfalt, G som är en stenkant, T som är en svart stenplatta med rundlar, E som är en svagt strukturerad vit stenplatta och R som är tvärs ett ledstråk. Bland de gulmarkerade hittar vi J som är smutsig asfalt, K som är ett övergångsställe, L som är det svarta området på Livets Gång, M som är det vita området på Livets Gång, S som är längs ett ledstråk, Q som är en träspång, N som är rostig metall, P som är en betongplatta, O som är rostig strukturerad metall och I som är ett färgmarkerat cykelfält. Grönmarkerade med isskikt är endast F som är en strukturerad stenplatta och C som är det smutsiga färgmarkerade cykelfältet.

Här kan noteras att endast yta F är grönmarkerad för tillstånd torrt, vått och is.

Sammanfattningsvis är det olika fenomen som mäts i denna studie, liksom i alla fältstudier. Vid torr mätning på ytor utan lösa partiklar mäts ytans kemi och struktur vid interaktion med instrumentets motyta, i detta fall en gummiklack, vid våta mätningar mäts ytans kemi, dess interaktion med vätska, vätskans typ och ytans struktur i interaktion med instrumentets motyta. Här kan noteras att om det finns fastsittande smuts på ytan kan denna gå i lösning när ytan bli blöt och fungera smörjande. Vid is mäts ytans struktur samt ytans isadhesiva egenskaper som båda påverkar vilken struktur en isyta får. Här kan noteras att alla ytor består av samma material, is, med olika topografi. Figur 3 sammanfattar några generella effekter som noteras i denna studie.



Figur 3. Olika halkeffekter observerade i studien.

5. Slutsatser och fortsatt arbete

Ett rankingsystem med färgmarkering grön (obetydlig halkrisk) –gul (halkrisk) –röd (hög halkrisk) har föreslagits baserat på panelstudier från litteratur. Av denna studie framgår att en av 20 uppmätta platser klassades gul i torrt tillstånd, detta var Vardagslivets Gång i Hjorthagen som utöver gångväg även är en konstinstallation. För våta ytor noteras att smuts som går i lösning kan fungera smörjande och leda till gulklassning samt att trä och handikappsymbol båda gulklassas i vått tillstånd. För ytor med is blir släta ytor generellt rödklassade. Slätheten kan bero på exempelvis slitage av ytstruktur eller att materialet från början är slätt. Släthetens inverkan kan till viss del motverkas med materialval som minimerar isadhesion, men materialen kan inte med denna åtgärd nå grönmarkering.

För fortsatta studier behöver frågor som smuts- och isadhesion kartläggas samt slitageegenskaper. Vid mätning av ytor som inte är noga avtvättade, behöver noteras att bedömningen inte rör ytans halhet, utan ytans smutsskikts halhet. Vidare kan noteras att mätinstrument för halkmätning ofta mäter lägre friktion vid lägre temperaturer på grund av att gummi som används som mätprob hårdnar. En kartläggning av instrumentets respons på temperaturförändring är därför önskvärd, samt säkerställande att instrumentets gummi är relevant för aktuell trafikantgrupp, exv. skosulan för fotgängare. Kännedom om saltlösningars smörjande egenskaper kan också vara värdefull vid bedömning och jämförelse. Ett material

som är intressant att undersöka vidare är materialet som finns utanför NK på Hamngatan som i denna testserie var det enda som grönmarkerades för alla uppmätta tillstånd (Figur 4).



Figur 4. Material som i studien grönklassades i samtliga tillstånd.

6. Ekonomisk redovisning

Vid rapporteringsdatumet har i detta projekt förbrukats:

Provning: 255239 kr

Projektleddning: 70015 kr

Resor, logi, frakt och material: 24028 kr

Summa: 349282 kr

Referenser

1. Boverket, *Boverkets byggregler – föreskrifter och allmänna råd, BBR*, in *BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2016:13*.
2. Harper, F.C., W.J. Warlow, and B.L. Clarke, *The Forces Applied to the Floor by the Foot in Walking*. National Building Studies Research Paper, 1961. 32.
3. Powers, C.M., et al., *Validation of Walkway Slip Resistance Measurements: A Gait Based Approach*. 2015:
https://www.researchgate.net/publication/267799115_Validation_of_Walkway_Slip_Resistance_Measurements_A_Gait_Based_Approach.
4. *Improvements to Snow and Ice Control on European Roads and Bridges*, in *Documentation for the final seminar COST 344*, S. Kžan, G. Öberg, and L. Herga, Editors., Ministry of Transport, Directorate of the Republic of Slovenia for Roads.
5. Mortimer, T.P. and K.C. Ludema, *Rubber friction in aqueous solutions containing ions*. *Wear*, 1974. 28: p. 197-206.
6. Brough, R., F. Malkin, and R. Harrison, *Measurement of the coefficient of friction of floors*. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 1979. 12: p. 517-528.