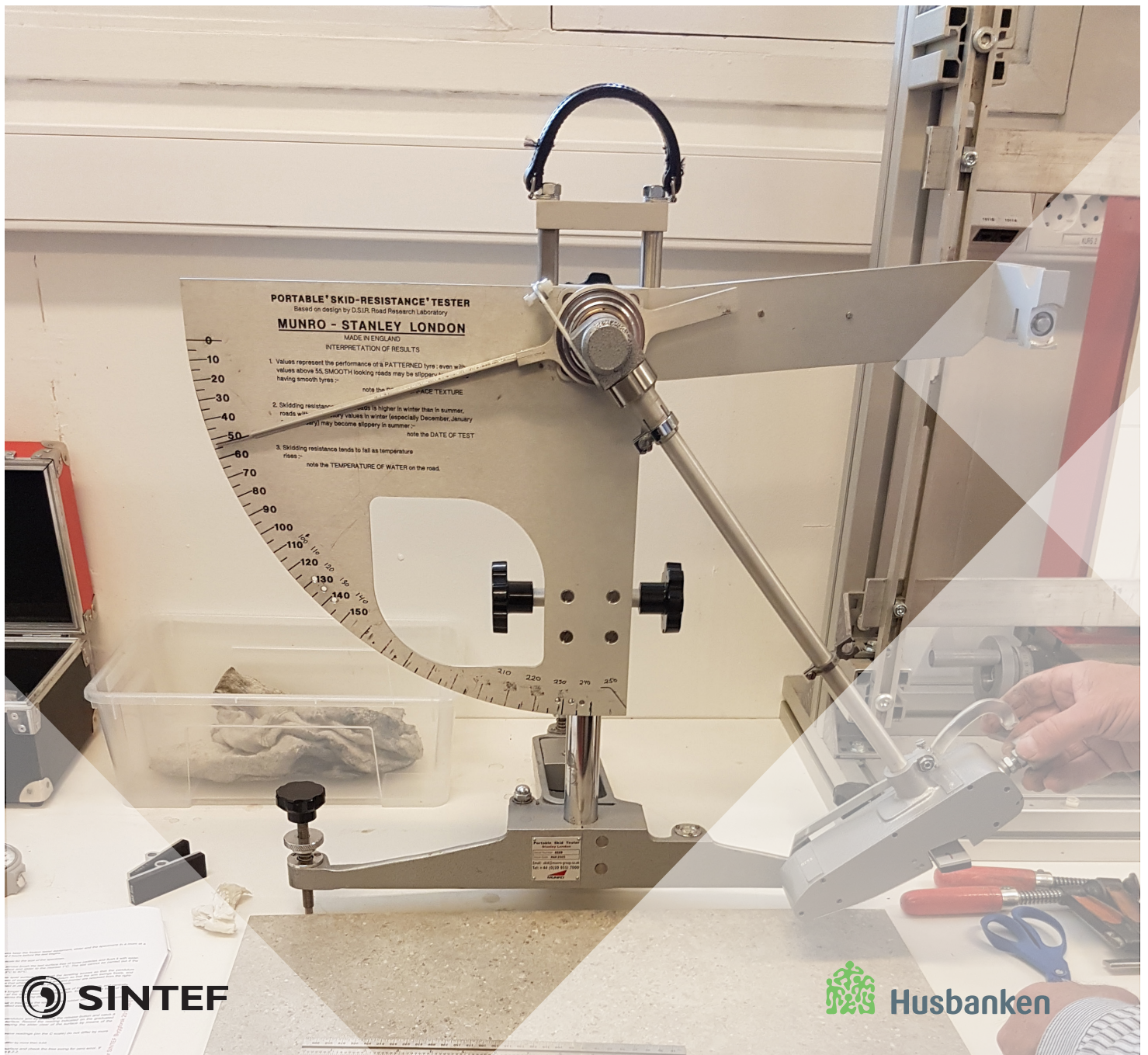


Sklisikkerhet – målemetoder og kravsetting



SINTEF Notat

Magnus Kron, Dag Henning Sæther og Sofie Mellegård

Sklisikkerhet – målemetoder og kravsetting

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Notat 24

Magnus Kron, Dag Henning Sæther og Sofie Mellegård

Sklisikkerhet – målemetoder og kravsetting

Emneord: Sklisikkerhet, universell utforming, prøvemetoder, prøving, kravsetting, fällskader

Prosjektnummer: 102014824

ISSN 1894-2466

ISBN 978-82-536-1563-9

Foto, omslag: SINTEF Byggforsk

© Copyright SINTEF akademisk forlag 2017

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med SINTEF akademisk forlag er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndrøgning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Byggforsk

Forskningsveien 3 B

Postboks 124 Blindern

0314 OSLO

Tlf.: 73 59 30 00

www.sintef.no/byggforsk

www.sintefbok.no

Forord

Følgende forprosjektrapport handler om sklisikkerhet med tilhørende målemetoder og kravsetting. Målet med forprosjektet er å bidra til økt sklisikkerhet som del av en bedre universell utforming for å redusere antallet fallskader i norske offentlige institusjons- og private bygninger. Vi håper også at resultatene fra prosjektet øker bevisstheten omkring sklisikkerhet blant premissgivende myndigheter, bestillere, rådgivere og bransjefolk.

Det ble opprinnelig søkt om omtrent en million for å gjennomføre et mer omfattende prosjekt men budsjettet ble kraftig redusert og prosjektbeskrivelsen revidert til et forprosjekt. Prosjektet er finansiert av Husbanken og har pågått i perioden august 2016 til desember 2017.

Vi takker for et godt samarbeid med Oslo kommune og NTNU i Gjøvik som samarbeidspartner i prosjektet. Videre takker vi Husbanken for finansiering og bedriftene Fagflis, Maxbo og Forbo for å ha bidratt til prosjektet med gulvprøver til prøving i SINTEF Byggforsk laboratorier. Vi takker også for alle innspill og tilbakemeldinger fra sentrale fagpersoner i løpet av prosjektperioden. Informasjonen vi har fått, er grunnleggende og viktig for resultatene i dette prosjektet.

Oslo, 18. desember

Sofie Mellegård
Forskningsleder
SINTEF Byggforsk

Magnus Kron
Laboratoriesjef Prosjektleder
SINTEF Byggforsk

Sammendrag

Forprosjektet har bidratt til å øke forståelsen og kompetansen innenfor prøving av sklisikkerhet. Resultater fra utprøving av flere metoder på et utvalg gulyprøver gir grunnlag for et større og langsiktig arbeid med mål om klassifisering og standardisering av prøvemethoder i Norge. Prøvingen i prosjektet har vist et behov for bedre prøvingsmetoder som vil kunne gi et mer pålitelig grunnlag for klassifisering av sklisikre belegg. I tillegg må et større utvalg av materialer som brukes i Norge prøves ut. Prøvingen må også videreføres over lengre tid for å få på plass den erfaringen som kreves for å kunne foreslå krav og anbefalinger i veiledere, tekniske forskrifter og Byggforskserien.

SINTEF (Denizou, K., et. al., 2015) tydeliggjorde i 2015 at kravene til sklisikkerhet i tekniske forskrifter er per i dag lite konsekvent innrettet og trenger å gjøres enda tydeligere. Der nevnes det at en tydeliggjøring ikke nødvendigvis trenger en supplering med kvantitativ ytelse, men at en mer konsekvent plassering av kravet i flere av bestemmelsene i TEK antageligvis er tilstrekkelig. Når det gjelder valg av prøvemethoder er det viktig å få erstattet prøvemethodene som er brukt i forprosjektet (prøving med pendel og friksjon) med en mer pålitelig prøvemethod som skråplanmetoden (beskrevet nærmere i kapittel 3). I dette prosjektet har vi sett på grenseverdier for hva som er sklisikkert. (HSE, 2012) og (FSC, 2000) angir forslag til klassifisering av sklisikkerhet, som vist nedenfor. Verdiene som er angitt virker fornuftige, men det er ikke i dette prosjektet bygd opp tilstrekkelig kunnskap for å kunne revidere disse.

Tabell 1. Klassifisering av sklisikkerhet utefra pendelprøving ifølge HSE 2012.

Stor sklirisiko (PTV)	0-24
Mindre sklirisiko (PTV)	25-34
Lav sklirisiko (PTV)	36 +

Tabell 2. Wuppertal sikkerhetsgrenseverdier ved friksjonsmåling ifølge FSC 2000.

Veldig sklisikker (μ)	Over – 0,64
Sklisikker (μ)	0,43 - 0,63
Forholdsvis sklisikker (μ)	0,30 - 0,40
Ikke sklisikker (μ)	0,22 - 0,29
Ekstremt sklisikker (μ)	0,00 - 0,21

Innhold

BAKGRUNN	6
1. GJENNOMFØRING	8
2. LITTERATURGJENNOMGANG	8
3. VALG AV GULVBELEGG FOR PRØVING	9
3.1 BESKRIVELSE AV PRØVER.....	9
3.2 SKLISIKKERHETSDATA OPPGITT AV PRODUSENT	13
4. VALG AV PRØVEMETODER	14
4.1 PENDELMETODEN	14
4.2 SLEDE-METODER" FRIKSJONSPRØVING ELLER TRIBOMETERPRØVING	14
4.3 VARIABELT SKRÅPLAN	16
5. RESULTATER	17
5.1 RESULTATER SAMLET FOR BEGGE METODER	17
5.2 PENDELPRØVING.....	18
5.3 PRØVING MED FSC 2000	19
5.4 RESULTATER SAMMENLIKNET INNENFOR TØRR OG VÅT PRØVING.....	20
6. RESULTATER GRUPPERT PÅ GULVTYPER	21
6.1 FLISER (PRØVE 1 OG 2)	22
6.2 VINYL OG LINOLEUM (PRØVE 3 - 5).....	22
6.3 PARKETT OG LAMINAT (PRØVE 6 - 9)	22
7. VURDERING AV PRØVEMETODER	23
7.1 PENDELPRØVING.....	23
7.2 "SLEDE-METODER" FRIKSJONSPRØVING ELLER TRIBOMETERPRØVING.....	23
8. ANBEFALINGER	24
9. LITTERATUR	25

Bakgrunn

Tall fra Norsk pasientregister viser at rundt 2/3 av skadene i aldersgruppen 60-79 år og 3/4 av skadene blant de over 80 år skyldes fall¹. Blant medvirkende faktorer nevnes feil med underlaget (gulvet eller tepper). Kategorien fallulykker omfatter mer enn kun fall på gulv, men i en nylig publisert rapport fra Folkehelseinstituttet pekes det på at mangelen på opplysninger som kan kartlegge årsakskjeden bak en skadehendelse gjør at datakildene i liten grad er egnet til å forebygge skader. Den mangelfulle utfyllingen av omstendighetene leder til en jevnt økende andel «uspesifiserte ulykker» som blir registrert under en «søppelkode». Underrapporteringen av dødsårsaker antas å være særlig høy for fallulykker. En nyere kartlegging av alle dødsfall med uspesifisert ulykke som underliggende dødsårsak tyder på at de fleste av disse dødsfallene i realiteten skyldtes fallulykker (Ellingsen, Reikerås, Holvik & Vollset, 2016).²

Når det gjelder dokumentasjon fra prøving av sklisikkerhet er den til stor del ufullstendig i Norge per i dag. En rapport fra 2015, utført av SINTEF Byggforsk, på oppdrag for Direktoratet for byggkvalitet (DiBK), peker på det er et stort behov for innsamling av erfaringsdata og feltmåling for å bedre ivareta sklisikkerhet i TEK. Kvantitative verdier på sklisikkerhet basert på prøving vil gi mulighet for å utforme tydeligere regler og krav for hele byggebransjen. Rapporten poengterer videre at det kreves at flere parametere enn kun produkttegenskapene til gulvmaterialet må studeres for å oppnå sklisikre løsninger. Det er derfor hensiktsmessig både å dokumentere og analysere ytre påvirkende faktorer så vel som å måle friksjonsverdier for de mest vanlige produkttypene som fliser, tregolv, parkett og laminater. Andre forhold som plassering av belysning, vedlikehold og slitasje er parametere belyses i denne rapporten.

Hovedgrunn til at sklisikkerhet er et utfordrende fagområde er at det er vanskelig å finne én separat prøvemethode som er representativ for hvor sklisikkert et gulvmateriale er. I flere land i Europa begynner fagmiljøene nå at bli enig om å bruke noen få standardiserte metoder. Blant disse er metoden som benytter et skråplan der en forsøksperson prøver ut en kombinasjon av fottøy og underlag ansett som den som gir de mest pålitelige resultatene. Det var opprinnelig et ønske å kjøpe inn utstyr for å kunne gjennomføre skråplans-prøving. Som følge av en redusert bevilgning ble det ikke rom for å kjøpe inn nytt prøveutstyr i dette prosjektet. I den reviderte prosjektbeskrivelsen ble det isteden valgt ut to uavhengige prøvemethoder for å få frem ønskede resultater. Den første prøvemethoden er en standardisert pendelprøving som vanligvis brukes ved prøving av naturstein og betongheller. Prøvemethoden utvidet til å brukes på en rekke andre type innendørsbelegg som parkett, laminat, banebelegg og fliser. Metode nummer to er en sledemethoden eller såkalt tribometermethoden. Denne methoden er ikke standardisert men baseres på målinger av friksjonen direkte på materialet. I teorien er det en last som skal dras over et material og gi svar på hvor mye friksjon materialet byr. Begge methodene samt skråplansmethoden beskrives i detalj under kapittel 3.

Kravene til sklisikkerhet som stilles i TEK er generelle funksjonskrav som oppleves uklare og vanskelige å kvalitetssikre/verifisere. Veilederen til TEK har eksempler på produkter som oppfyller kravet, men også her er det mindre presise formuleringer, som for eksempel: "belegningsstein, asfalt, tre eller liknende" og "betong dersom den er overflatebehandlet slik at den blir sklisikker". Gjennomgangen vi har gjort av underlag for dokumentasjon av kravet om sklisikkerhet, som f.eks. harmoniserte standarder, viser at det er produktkategorien gulvflis det finnes en systematisk klassifisering og definerte bruksområder for – og disse gjelder utelukkende områder der det er høye krav til sklisikkerhet. Halvharde gulvbelegg, tekstile gulvbelegg og laminatgulv har en klassifisering med 2 klasser (over og under en gitt grenseverdi), og som bare gjelder for tørt og plant gulv. Dokumentasjon for kravet er vanskelig

¹ <https://www.fhi.no/nettpub/mihe/skader-og-ulykker/skadearena/>

² <https://www.fhi.no/nettpub/hin/tillegg/datakvalitet-skader/#mangelfull-kunnskap>

å få på plass når en velger andre produkter. Skli-klassifiseringer på f.eks. tregulv eller "plassbygde bearbeidinger", som støpt betonggulv (slipt/børstet) finnes ikke.

En annen utfordring er å spesifisere grenseverdier, siden det i dag brukes flere forskjellige målemetoder og angivelser av resultater. Disse lar seg vanskelig oversette og bruke om hverandre, for eksempel friksjonskoeffisient, Slip Resistance Value og vinkelangivelser for når foten begynner å skli etc.

Sklisikkerhet avhenger også av mer enn kun produktegenskaper. Flere forhold knyttet til utforming av bygningen/uteområdene, utførelse, belastning og bruk/bruker påvirker sklisikkerhet samtidig og dette bør også komme tydeligere frem:

- 1) Bygningens utforming ved inngangspartiet – som beskyttelse mot ytre påkjenninger (overdekking og fotskraperist).
- 2) Kvalitet på belysningen.
- 3) Materialets egenskaper og dimensjoner.
- 4) Materialets bearbeidning eller overflatebehandling (f.eks. slipt, børstet, brettskurt, stålglatt, type lakk).
- 5) Ytre påkjenninger, som vann eller olje.
- 6) Rutiner for vedlikehold og rengjøring.

TEK behøver flere informative referanser som for eksempel:

- Veileder til TEK med konkrete eksempler av ulike gulvmaterialer, basert på erfaringer i bruk og konkrete målinger i felt, samt eventuell inndeling i risikosoner.
- Anvisning i Byggforskserien som utdyper sklisikkerhet med en utfyllende liste for de ulike produkttypene, med ulike overflater og tilhørende målte typiske friksjonsverdier.

Dette forutsetter en grundig datainnsamling/laboratorieprøving for å gi et grunnlag som gjør det mulig å anbefale grenseverdier.

Målsettinger

Målsettingene med prosjektet er å ivareta universell utforming og redusere antallet fallskader i norske bygninger ved å:

- Etablere omforente og standardiserte målemetoder for sklisikkerhet.
- Klassifisere noen av de mest brukte gulvproduktene brukt i norske boliger ved hjelp av standardiserte prøvemetoder.
- Tilrettelegge for et større arbeid med klassifisering, standardisering og utvikling av anvisning(er) i Byggforskserien.

Målgrupper

Resultatene fra prosjektet vil skape et klarere bilde av hvordan sklisikkerhet kan og bør måles, samt berede grunnen for hvordan kravene til sklisikkerhet bør stilles i fremtiden. Videre vil prosjektet øke bevisstheten rundt sklisikkerhet i bransjen generelt. Resultatene fra prosjektet vil kunne brukes av flere målgrupper:

- Kravsettende myndigheter (KMD, DiBK)
- Husbanken
- Sektorer innen universell utforming
 - o Byggherrer
 - o Prosjekterende/rådgivere
 - o Utførende entreprenører
 - o Brukere av bygg
 - o Driftspersonale
- Produsenter av gulvprodukter
- Standard Norge

1. Gjennomføring

Prosjektet er delt inn i tre hoveddeler.

Første del omfatter en gjennomgang av nyere forskningsprosjekter nasjonalt og internasjonalt knyttet til sklisikkerhet og metoder for evaluering av sklisikkerhet. Gjennomgangen inkluderer måling av sklisikkerhet for personer med nedsatt førlighet basert på utredningen SINTEF Byggforsk gjorde for DiBK i 2015. Gjennomgangen inkluderer også andre relevante standarder, prøvemetoder og artikler.

Del 2 omhandler prøving av materialer i laboratorium i våt- og tørr tilstand. Utvalg av materialer er gjort i samråd med Omsorgsbygg og NTNU i Gjøvik. Overflatene prøves med de metodene som vurderes som de mest egnete i del 1 av oppdraget.

Del 3 gir anbefalinger til videre arbeid. Basert på funn i del 1 og 2 gis det anbefalinger til hvilke punkter som bør utredes videre.

2. Litteraturgjennomgang

Det ble gjennomført en overordnet gjennomgang av nyere forskningsprosjekter nasjonalt og internasjonalt knyttet til sklisikkerhet og metoder for evaluering av sklisikkerhet ved å søke på Scopus som er en siteringsdatabase fra Elsevier med direkte lenking til fulltekstartikler. Det ble gjennomgått søkeresultat fra 2017 og 2016. Det ble også gjennomført søk i standarder på Standard.no. Ut fra søkene registreres at metodene som brukes ved prøving i hovedsak omfatter: slede-metoder, pendelmetoden, simulering av fotens eller skoens dynamiske belastning, variabelt skråplan og modellering av friksjon ut fra overflatens ruhet.

"Slede-metoder"

En gummi- eller lærbelagt fot kjøres med en kontrollert hastighet, mens foten presses med en kontrollert kraft mot underlaget. Friksjonskraften måles, og statisk samt dynamisk friksjonskoeffisient beregnes. Utstyr leveres av flere produsenter. Metoden er rask å utføre, gir stabile og jevne resultater, og er lite operatørvhengig. Svakheten ved metoden er at flatetrykket er lavere enn vi får når en person går på et underlag. Metoden er ikke standardisert. I forbindelse med utvikling av skosåler ble friksjonen målt på skåsole (Anwer, A. m.fl., 2017). Slede-metoder eller friksjonsmålemetoden er blitt brukt for å studere sålers hardhet, kontra orientering av mønster og forurensing på gulvet (tørt, vått eller overflate med vegetabilisk olje på) i forhold til sklisikkerhet (Song, Y. m. fl., 2016). Skotøyes friksjonsegenskaper med tanke på sklisikkerhet er blitt undersøkt av (Kim, I.-J. 2016) der friksjon ble målt på nye, sko og slitte sko mot forskjellige gulvbelegg. I en studie ble gulvoverflater av metall og sålers slitasjepåvirkning på gulvoverflatene ble også studert (Kim, I.-J 2016). I et konferans paper fra (Mai, W.T. m. fl. 2016) ble det presentert resultat fra prøving av friksjonskoeffisient med ulike skosåler ulike ruhet og med ulike forutsetninger på overflaten (vått, tørt f. eks.) Ett forskningsresultat på prøving av sklisikkerhet på skotøy i forhold til hvilken væske og viskositet som ligger på overflaten målt med Brungraber Mark II friksjonsmåler viser at væske på overflaten hadde signifikant effekt på friksjonskoeffisienten. Væsker med større viskositet gir lavere friksjonskoeffisient (Chang, C.Y. m. fl. 2016)

Pendelapparat

En pendelarm med en fjærbelastet prøvemat "slider" slippes ned og berører underlaget med en gitt kraft over en bestemt strekning. Pendelen bremses opp, og utsvinget etter berøringen brukes som et mål for friksjon. Foten er belagt med en standardisert gummi (Bilde 12). Apparatet kan brukes både i laboratorier og i felt. Metoden er utviklet i England, og er den mest brukte metoden for måling av sklisikkerhet på fortau og gangarealer. Metoden brukes også på flislagte golv. Metoden gir en tallverdi 0-150 på en konstruert skala, men kan regnes om til friksjonskoeffisient – med noe usikkerhet. (Yoon, C.W. et. al., 2017) brukte

pendelprøving i forbindelse med verifikasjon av ruhetsanalyser av ruhet av uretan gulvbelegg. I en studie av sklisikkerhet av 5 ulike av Bilecik marmor med ulik ruhet på overflaten ble det brukt pendelmetode (Çerçevik, A.E. m. fl., 2017). I en studie på landingsbaner for fly ble det brukt pendelmetode for å undersøke sklisikkerheten. (Zhang, J. m. fl., 2016). Pendelprøving ble i stort antall prøvinger brukt for å kvantifisere sklisikkerhet på forskjellig stein med forskjellig struktur av (Belopede, R. m. fl., 2016). I forbindelse med klassifisering av sklisikkerhet på kalkstein og med forskjellig overflate ble pendelprøvemethoden brukt av (Çoşkun, G. m.fl.,2016)

Simulering av fotens eller skoens dynamiske belastning

Det er utviklet ulike metoder som presser en prøvofot mot underlaget med en hastighet og retning som simulerer en fot som går. Studier viser at slike målinger kan gi god korrelasjon til forsøkspersoners egne bedømmelser av underlag når man går. En av metodene er også prøvd ut på funksjonshemmede personer. Men metodene er ikke standardiserte, og utstyret relativt komplisert. F. eks. "SATRA whole shoe tester" som ble brukt i studien av (Song, Y. m. fl., 2016).

Variabelt skråplan

En forsøksperson står på et underlag med en helning som økes jevnt, inntil personen sklir. Man tester da en kombinasjon av fottøy og underlag, og metoden brukes ofte på vått og forurenset underlag. Forsøkspersonen kan også være barbeint. Metoden regnes av mange som den mest realistiske og pålitelige for å måle sklisikkerhet. Den kan bare brukes i laboratorier. Metoden gir en kritisk helningsvinkel, som kan regnes om til en friksjonskoeffisient. Det er også sett på sklisikkerhet ved å prøve underlag med ulik vinkel og forskjellige kombinasjoner av is, snø og sko (Hsu, J., et. al., 2016).

Modellering av friksjon

Det er også gjort forsøk på å utvikle datamodeller på området. Denne er tenkt å kunne sammenlignes direkte med friksjonsmålemetoder av typen slede-metoder direkte ved designen av skosåler (Davia-Aracil, M., et.al., 2016) Resultatet av dette er ukjent, men det er ikke omhandlet som metode eller på andre måter referert til i *CEN/TS 16165:2016 (E) Determination of slip resistance of pedestrian surfaces – Methods of evaluation*.

Europeisk prosjekt "SlipStd PAS"

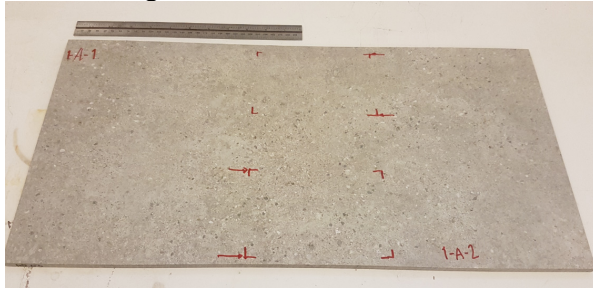
I 2006-2009 ble det gjennomført et større europeisk forskningsprosjekt med støtte fra EU's 6. rammeprogram der målet var å utvikle en metode for å klassifisere sklisikkerhet for harde materialer ved å måle ulike parametere for overflateruhet (Newel, B. G. 2006-2009). Prosjektet ga noen anbefalinger innenfor begrensede områder, men karakteriserte konklusjonene som foreløpige. Det ser ikke ut til å ha vært aktiviteter på dette området etter 2009.

3. Valg av gulvbelegg for prøving

3.1 Beskrivelse av prøver

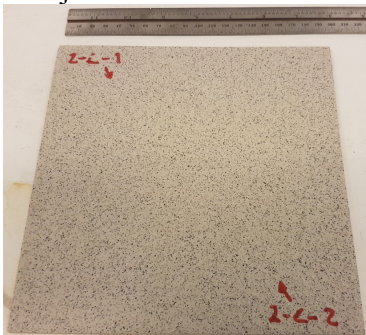
Før prøving ble det gjennomført en befaring på byggeplass, Hovseter sykehjem. Bakgrunn for befaringen var å finne de mest aktuelle gulvbeleggene som brukes i dag. På sykehjemmet var det valgt gulvbelegg spesielt utefra sklisikkerhetsegenskapene til gulvbeleggene. Det er Omsorgsbygg ved Oslo kommune som er byggherre til Hovseter sykehjem. I tillegg ble laboratoriet til NTNU på Gjøvik og Institutt for vareproduksjon og byggeteknikk besøkt og fasilitetene og prøvemethoder ble gjennomgått. Utefra disse befaringene og diskusjoner med Jan-Tore Lindskog i Omsorgsbygg ved Oslo kommune og Jonny Nersveen på NTNU ble det valgt følgende prøver:

- Prøve 1 Flis betegnet: *Mirage Porcellanto G Mashup 30 x 60 cm MP03 bloc K Nat* levert av: FagFlis, se bilde 1 nedenfor. Denne finnes i entreen på Hovseter sykehjem



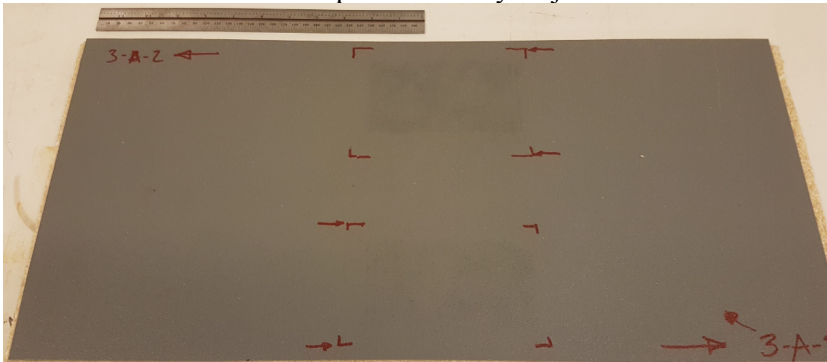
Bilde 1. Prøve 1

- Prøve 2 Flis betegnet: *Vitra M 20 x 20 cm* levert av FagFlis, se bilde 2 nedenfor. Denne er valgt ut for å representere en i utgangspunktet sklisikkerflis som kan brukes på storkjøkken.



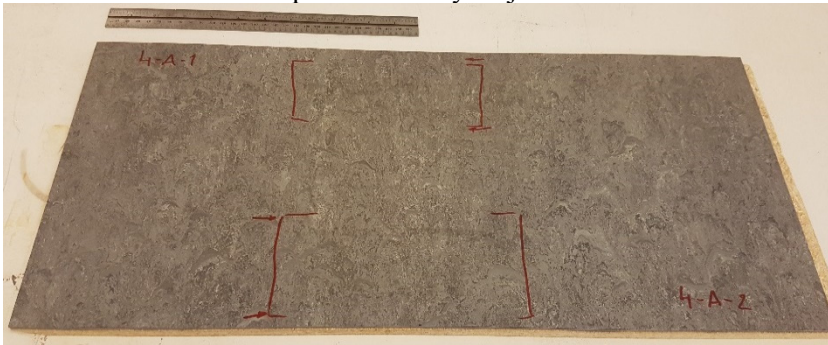
Bilde 2. Prøve 2

- Prøve 3 Vinyl betegnet: *Surestep Laguna 181092* levert av Forbo, se bilde 3 nedenfor. Denne brukes i beboers bad på Hovseter sykehjem



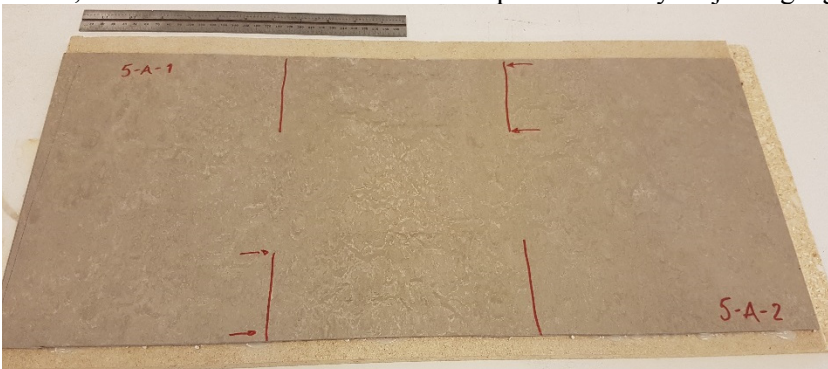
Bilde 3. Prøve 3

- Prøve 4 Linoleum betegnet: *Real 2629 Eiger, Varm grå* levert av Forbo, se bilde 4 nedenfor. Denne brukes på Hovseter sykehjem i beboerrom.



Bilde 4. Prøve 4

- Prøve 5 Linoleum betegnet: *Marmoleum Decibel 325230 Sparrow Beige* levert av Forbo, se bilde 5 nedenfor. Denne brukes på Hovseter sykehjem i gangarealer.



Bilde 5. Prøve 5

- Prøve 6 Laminatgulv betegnet: *Harmoni Chataux eik* fra Fibo levert av Maxbo, se bilde 6 nedenfor. Laminatgulvet er valgt ut for se på sklisikkerhetsegenskaper til et vanlig brukt gulvbelegg som ofte ikke har dokumentert sklisikkerhetsegenskaper.



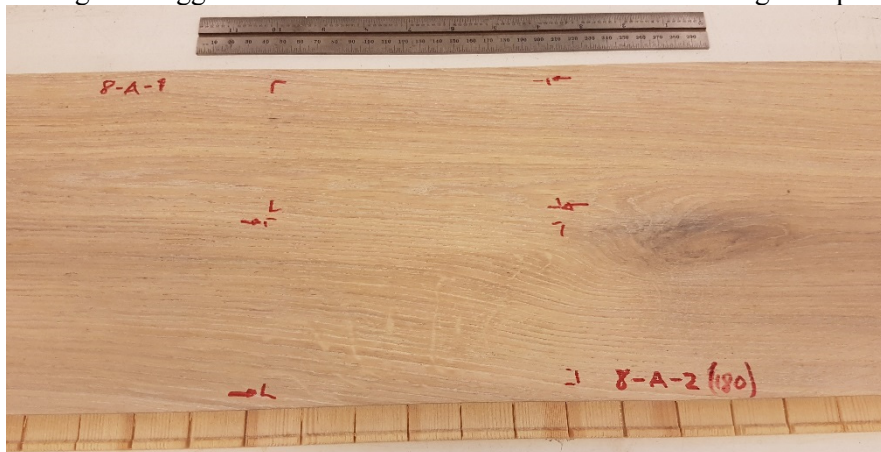
Bilde 6. Prøve 6

- Prøve 7 Laminatgulv betegnet: *Eik Classic oljet Original* fra Berry Alloc levert av Maxbo, se bilde 7 nedenfor. Laminatgulvet er valgt ut for å se på sklisikkerhetsegenskaper til et vanlig brukt gulvbelegg som ofte ikke har dokumentert sklisikkerhetsegenskaper.



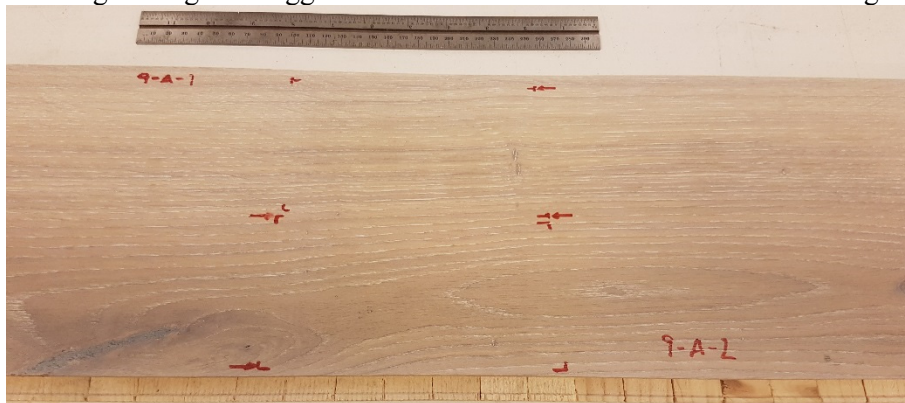
Bilde 7. Prøve 7

- Prøve 8 Parkettgulv betegnet: *Estoril i strip Eik* fra Kärhs levert av Maxbo, se bilde 8 nedenfor. Parkettgulvet er valgt ut for å se på sklisikkerhetsegenskaper til et vanlig brukt gulvbelegg som ofte ikke har dokumentert sklisikkerhetsegenskaper.



Bilde 8. Prøve 8

- Prøve 9 Parkettgulv betegnet: *Heritage Lime Stone Eik* fra Tarkett levert av Maxbo, se bilde 9 nedenfor. Parkettgulvet er valgt ut for å se på sklisikkerhetsegenskaper til et vanlig brukt gulvbelegg som ofte ikke har dokumentert sklisikkerhetsegenskaper.



Bilde 9. Prøve 9

3.2 Sklisikkerhetsdata oppgitt av produsent

Tabell 3 viser en oversikt over ulike sklisikkerhetsdata oppgitt av produsenter

Nr	Type belegg	Navn	Sklisikkerhetsklasse
1	Flis	Mirage Mash-Up NAT (MIR-OX93)	R10 - DIN51130 ASTM C1028 $\mu > 0,60$ wet and dry Klasse A – DIN 51097 ENV 12633 – CL1
2	Flis	VitrA Dotti Diamond (VIT-197550)	R12 / V4
3	Vinyl	Forbo Vinyl Surestep Laguna 181092	ESb / ESf ihht EN13845 Annex C Klasse 34/43 ihht EN13845 Annex D R10 - DIN51130 Klasse B – DIN 51097
4	Linoleum	Forbo Marmoleum Decibel 325230, Sparrow beige	Ikke angitt
5	Linoleum	Forbo Real 2692 Eiger, varm grå	Ikke angitt
6	Laminat	Fibo Harmoni Chataux eik	Ikke angitt
7	Laminat	Berry Alloc Eik Classic oljet Original	$\mu \geq 0,5$ er "vanlig verdi", der $\mu \geq 0,3$ defineres som sklisikkert (EN 13893). "DS = sklisikkert" i henhold til EN 13893 / EN 14041:2004 / AC:2006
8	Parkett	Kärhs Estoril i strip Eik	Friksjon = 98 angitt for 30 mm "Activity floor" i eik
9	Parkett	Tarkett Heritage Lime stone Eik	Ikke angitt

Det er ikke lett å være produsent i denne "jungelen" av prøvemeter. For prøve nr. 2 angir produsenten på sitt nettsted sklisikkerhet etter 7 forskjellige metoder. Men noen av verdiene avviker fra den dokumentasjonen som følger prøvene.

			QR	TB
	SURFACE	—	NAT	NAT
	DM. 236/89 BCRA	> 0,40	> 0,40	> 0,40
	ASTM C1028	DRY > 0,60	> 0,85	> 0,70
	ASTM C1028	WET > 0,60	> 0,80	> 0,80
	ANSI A137.1	WET > 0,42	> 0,70	> 0,85
	DIN 51130	—	R11	R10
	DIN 51097	—	A+B	A
	ENV 12633	\geq CL1	CL2	CL2

For specific certificates, please contact Mirage® SPA

* = Valid only for square formats.

ASTM C1028 - ANSI A137.1 : Value are approximate and may vary slightly depending on the collection.

Tabell 4 viser data for sklisikkerhet for prøve 2 fra tabell 3.

4. Valg av prøvemetoder

4.1 Pendelmetoden

I prosjektet ble det prøvd med pendelapparat og etter prøvemetoder beskrevet i CEN/TS 16165:2016 (E) Determination of slip resistance of pedestrian surfaces – Methods of evaluation, NS-EN 14231:2003 Prøvningsmetoder for naturstein – Bestemmelse av sklisikkerhet ved bruk av pendelprøvningsutstyr og NS-EN 1339:2003 Betongheller krav og prøvningsmetoder. CEN/TS 15676:2007 Tregolv Sklimotstand Pendelprøving. CEN/TS 16165:2016 ble mest brukt da denne beskriver kalibrering og prøving mest inngående. Den har status som teknisk spesifisering og ikke standard, men vi vurderte det som viktig å fokusere på denne tekniske spesifiseringen siden denne er generell for flere overflater og den siste som utvikles på området. I dette prosjektet ble flere type gulvbelegg prøvd. De andre standardene beskriver spesifikt prøving på de overflatene som standarden gjelder. Det ble tatt hensyn til dette også ved prøvingen. Ved prøvingen ble det brukt pendelprøveutstyr med internt utstyrsnummer MO-5638, se også bilde 10. Ved prøvingen ble det brukt "sliders" eller glidere benevnt "CEN rubber slider" og "4S (96) rubber slider". "CEN rubber slider" har en hardhet på 53-65 IRHD og "4S (96) rubber slider" har en hardhet på 96±2 IRHD. "4S (96) rubber slider" er følgelig hardere og skal i utgangspunktet gi en lavere verdi ved prøvingen dvs. mindre sklisikkert. "4S (96) rubber slider" er å foretrekke ifølge prøveutstørsproducent Munro Instruments på gulvbelegg. "CEN rubber slider" anbefales brukt på grove overflater. Det ble prøvd tørt og vått. Prøvingen ble gjennomført av Magnus Kron i august og september 2017. Det ble registrert temperatur ved prøving. Bortsett fra prøve 1 så ble det prøvd én prøve. Først en vei 8 ganger og deretter med 180° vinkel mot første prøving også her ble det prøvd 8 ganger. PTV-verdien som er skrevet i rapporten er middelvei av 16 prøvinger.



Bilde 10. Pendelprøveapparatet som ble brukt til prøvingen. Rød pil viser "slidern"

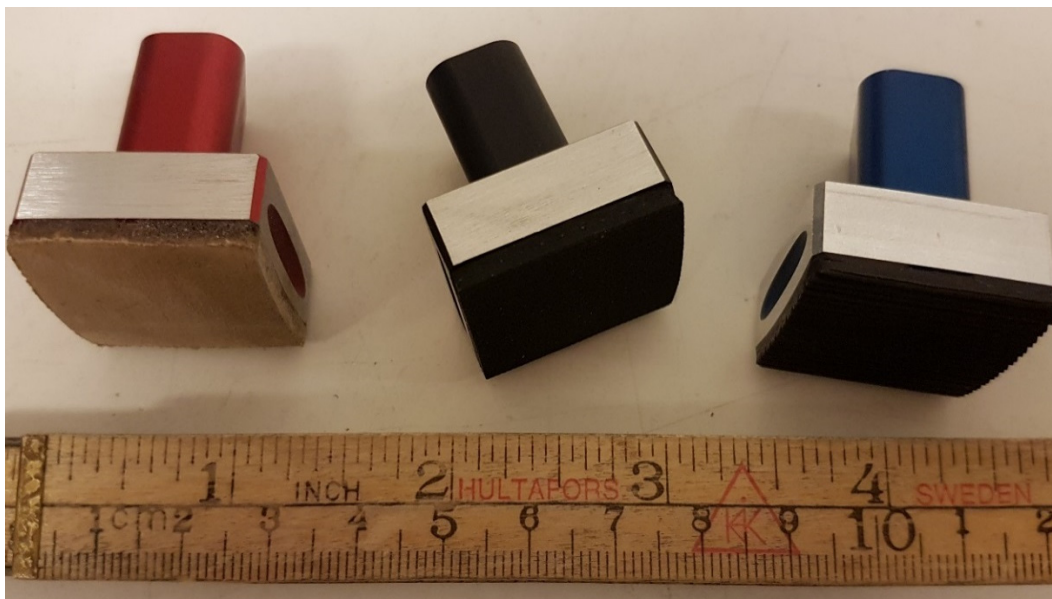
4.2 "Slede-metoder" Friksjonsprøving eller Tribometerprøving

Denne prøvingen er beskrevet med flere benevninger som "slede-metode" Friksjonsprøving eller tribometerprøving. I prosjektet ble det gjennomført prøving med en prøvemaskin som heter FSC 2000 med SINTEF Byggforsk nummer MO-5490, se også bilde 11. Denne kan måle statisk eller dynamisk friksjon. Dette gjøres ved at en gummi- eller lærbelagt fot kjøres med en kontrollert hastighet, mens foten presses med en kontrollert kraft mot underlaget. Friksjonskraften måles, og dynamisk friksjonskoeffisient beregnes. Metoden er ikke standardisert, men er beskrevet i samme tekniske spesifisering som også pendelprøvingen er

beskrevet i dvs. CEN/TS 16165:2016 (E) Determination of slip resistance of pedestrian surfaces – Methods of evaluation.



Bilde 11. Tribometerprøving med FSC 2000 på prøve 1.



Bilde 12. Bilde viser prøvefotter med belegg i ulike hardhet. Disse skal simulere en såle og brukes ved prøving. Til FSC 2000 prøvingen ble den blå foten til høyre på bilden og rød fot til venstre på bilden brukt.

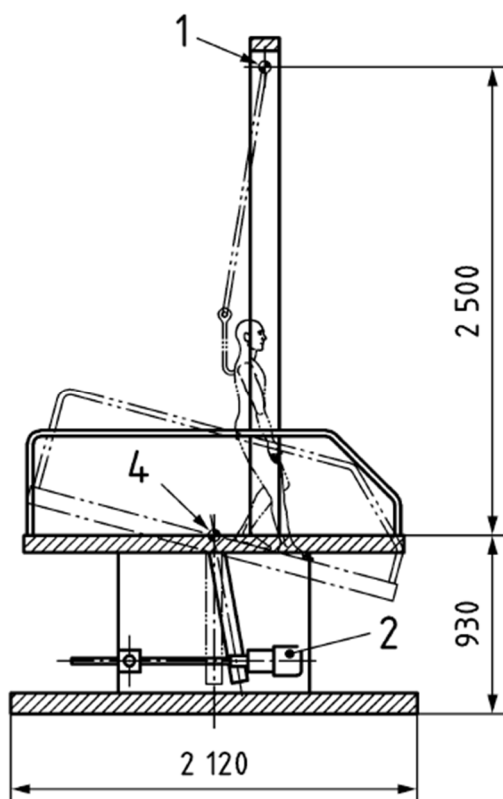
4.3 Variabelt skråplan

Det var opprinnelig tenkt å kjøpe inn utstyr for å kunne gjennomføre skråplans-prøving. Denne prøvemethoden falt ut da bevilgningene for prosjektet ble nedjustert. Vi ønsker likevel å beskrive prøvemethoden mer i detalj for å illustrere hvorfor denne metoden er å foretrekke foran metodene som beskrives i 5.1 og 5.2.

Ved prøving med et variabelt skråplan går en "standardisert" person fram og tilbake på planet mens helningsvinkelen øker. Det er vinkelen der personen sklir som bestemmer klassifiseringen. Metoden er standardisert i to DIN-standarder samt beskrevet i en teknisk spesifikasjon:

- DIN 51097 for sklisikkerhet i områder med mulige forurensninger (f.eks. oljer), som gir klassifiseringene A, B eller C.
- DIN 51130 for sklisikkerhet i våte barfot-områder, og gir en "R-verdi", R9 til R13.
- CEN/TS 16165 Bestemmelse av sklisikkerhet for overflater med gangtrafikk – Metoder til vurdering

En annen fordel med metoden er at forsøkene utføres i laboratorium i et kontrollert miljø. På enkelte områder måles de samme egenskapene i felt med enklere feltmetoder, slik at også ferdige golv kan etterprøves.



Bilde 13. Skråplan sett fra siden

5. Resultater

5.1 Resultater samlet for begge metoder

Når prøveresultatene fra de to metodene sammenliknes, er PTV-verdien fra pendelprøving regnet om til friksjonskoeffisient etter en likning gitt i BSI 96/104915:

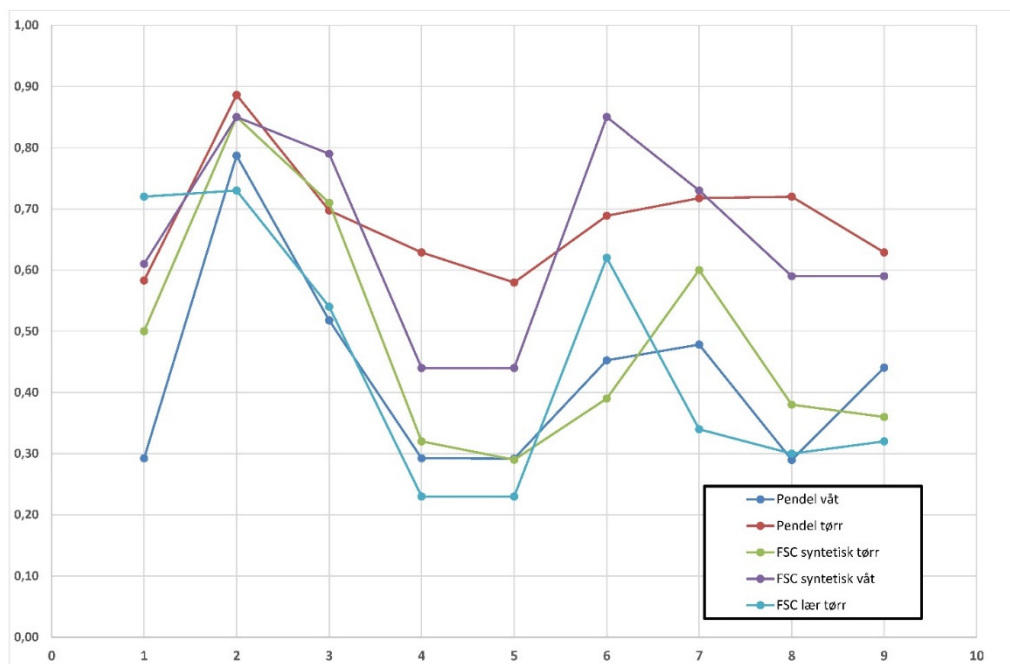
$$\text{CoF} = (3 \times \text{SRV}) / (330 - \text{SRV}),$$

Der CoF er friksjonskoeffisient og SRV måleverdien fra pendelprøvingen (også kalt PTV)

Figur 1 viser alle resultater samlet for prøve 1-9.

Prøve 1-2 er fliser. Der er korrelasjonen mellom metodene bra, bortsett fra måling med lærfot. Prøve 3-5 er vinyl/linoleum. Her er korrelasjonen i våt tilstand brukbar, mens pendelprøving og FSC på tørre prøver avviker veldig.

Prøve 6-9 er parkett og laminat. Der har metodene veldig dårlig korrelasjon.



Figur 1. Alle resultater samlet for prøve 1-9, friksjonskoeffisient er på y-aksen.

- 1 – FagFlis Mirage Porcellanato G Mashup
- 2 – FagFlis Vitra M 20 x 20
- 3 – Vinyl Forbo Surestep Laguna 181092
- 4 – Linoleum Forbo Real 2629 Eiger
- 5 – Linoleum Forbo Marmoleum Decibel 325230
- 6 – Laminatgulv Fibo Harmoni Chataux eik
- 7 – Laminatgulv Berry Alloc Eik Classic oljet Original
- 8 – Parkettgulv Kährs Estoril i strip Eik
- 9 – Parkettgulv Tarkett Heritage Lime Stone Eik

5.2 Pendelprøving

Prøvingen ble utført av Magnus Kron

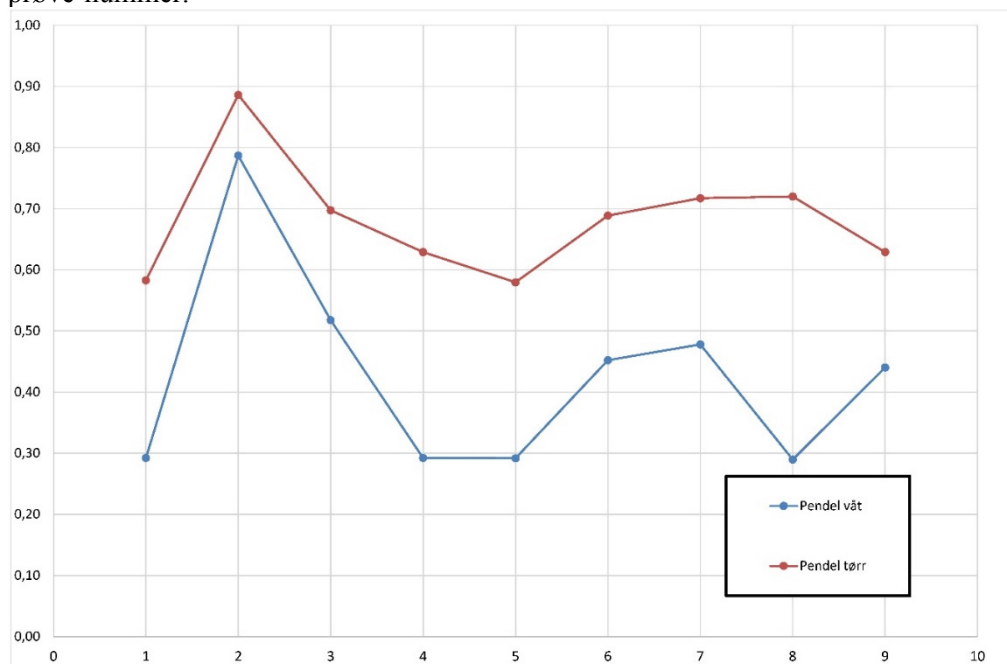
Tabell 5 viser sammendrag av resultatene for pendelprøving. Figur 2 viser de samme resultatene grafisk.

I tabellen er det ført inn middelerverdi og standardavvik for alle målinger gjort med samme type slider og samme tilstand (vått eller tørt).

Tabell 5. Målinger med pendelapparat samlet

Pendelprøving samlet		VÅT		TØRR	
Belegg nr		Middel	Std.avvik	Middel	Std.avvik
1	FagFlis Mirage Porcellanato G Mashup	0,29	0,014	0,583	0,009
2	FagFlis Vitra M 20 x 20	0,79	0,031	0,886	0,033
3	Vinyl Forbo Surestep Laguna 181092	0,52	0,018	0,697	0,038
4	Linoleum Forbo Real 2629 Eiger	0,29	0,012	0,629	0,022
5	Linoleum Forbo Marmoleum Decibel 325230	0,29	0,019	0,580	0,020
6	Laminatgulv Fibo Harmoni Chataux eik	0,45	0,019	0,689	0,011
7	Laminatgulv Berry Alloc Eik Classic oljet Original	0,48	0,009	0,717	0,006
8	Parkettgulv Kährs Estoril i strip Eik	0,29	0,025	0,720	0,011
9	Parkettgulv Tarkett Heritage Lime Stone Eik	0,44	0,008	0,629	0,012

Figur 2 viser alle målinger for de 9 golvne med pendelapparat i et diagram ordnet etter prøve-nummer.



Figur 2 viser alle målinger for de 9 golvne med pendelapparat i et diagram ordnet etter prøve-nummer, friksjonskoeffisient er på y-aksen.

5.3 Prøving med FSC 2000

Prøvingen ble utført av Bjørn Ludvigsen.

Tabell 6 viser sammendrag av resultatene for FSC 2000. Figur 3 viser de samme resultatene grafisk.

I tabellen er det ført inn middelerverdi og standardavvik for alle målinger gjort med samme type slider og samme tilstand (våt eller tørt).

Dynamisk friksjon ble målt over en lengde på 30 cm.

For prøvene med høyest friksjon over $\mu = 0,70$ klarte ikke utstyret å kjøre på egenhånd, og måtte hjelpes i gang med håndkraft

Tabell 6. Målinger med FSC2000 samlet.

	Syntetisk (blå) fot	TØRR		VÅT	
		Middel	Std.avvik	Middel	Std.avvik
1	FagFlis Mirage Porcellanato G Mashup	0,50	0,019	0,61	0,025
2	FagFlis Vitra M 20 x 20	0,85	0,012	0,85	0,007
3	Vinyl Forbo Surestep Laguna 181092	0,71	0,011	0,79	0,006
4	Linoleum Forbo Real 2629 Eiger	0,32	0,014	0,44	0,009
5	Linoleum Forbo Marmoleum Decibel 325230	0,29	0,011	0,44	0,004
6	Laminatgulv Fibo Harmoni Chataux eik	0,39	0,018	0,85	0,009
7	Laminatgulv Berry Alloc Eik Classic oljet Original	0,60	0,016	0,73	0,018
8	Parkettgulv Kährs Estoril i strip Eik	0,38	0,007	0,59	0,010
9	Parkettgulv Tarkett Heritage Lime Stone Eik	0,36	0,007	0,59	0,008

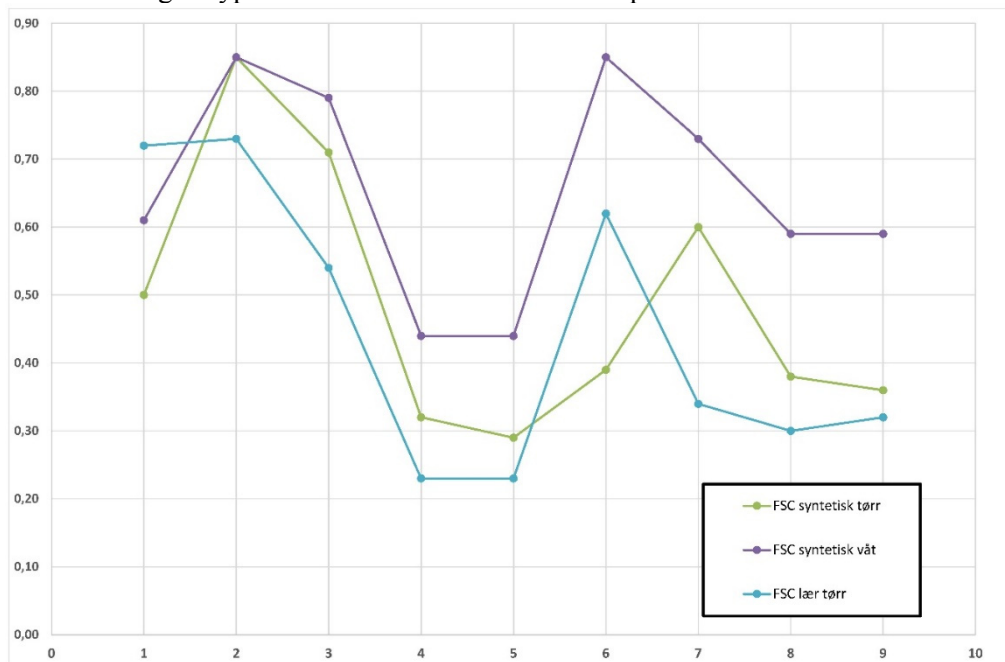
	Lær (rød) fot	TØRR	
		Middel	Std.avvik
1	FagFlis Mirage Porcellanato G Mashup	0,72	0,008
2	FagFlis Vitra M 20 x 20	0,73	0,011
3	Vinyl Forbo Surestep Laguna 181092	0,54	0,012
4	Linoleum Forbo Real 2629 Eiger	0,23	0,004
5	Linoleum Forbo Marmoleum Decibel 325230	0,23	0,005
6	Laminatgulv Fibo Harmoni Chataux eik	0,62	0,007
7	Laminatgulv Berry Alloc Eik Classic oljet Original	0,34	0,020
8	Parkettgulv Kährs Estoril i strip Eik	0,30	0,004
9	Parkettgulv Tarkett Heritage Lime Stone Eik	0,32	0,015

Den syntetiske foten er mest lik foten til pendelprøving. Lærfoten ble også prøvd, fordi lær en standardflate som ofte brukes til å simulere en barfot.

Kurvene i figur 3 viser enkelte overraskende verdier.

- På fliser gir lærfoten samme verdi for de to prøvene, og gir ingen "bonus" for profileringene av overflaten på prøve 2.
- For prøve 6-9 (vinyl/linoleum) gir gummi og lær helt forskjellige utslag når vi skifter fra den ene prøven til den andre. Dette gjelder også for våt og tørr gummifot, spesielt fra prøve 6 til 7.

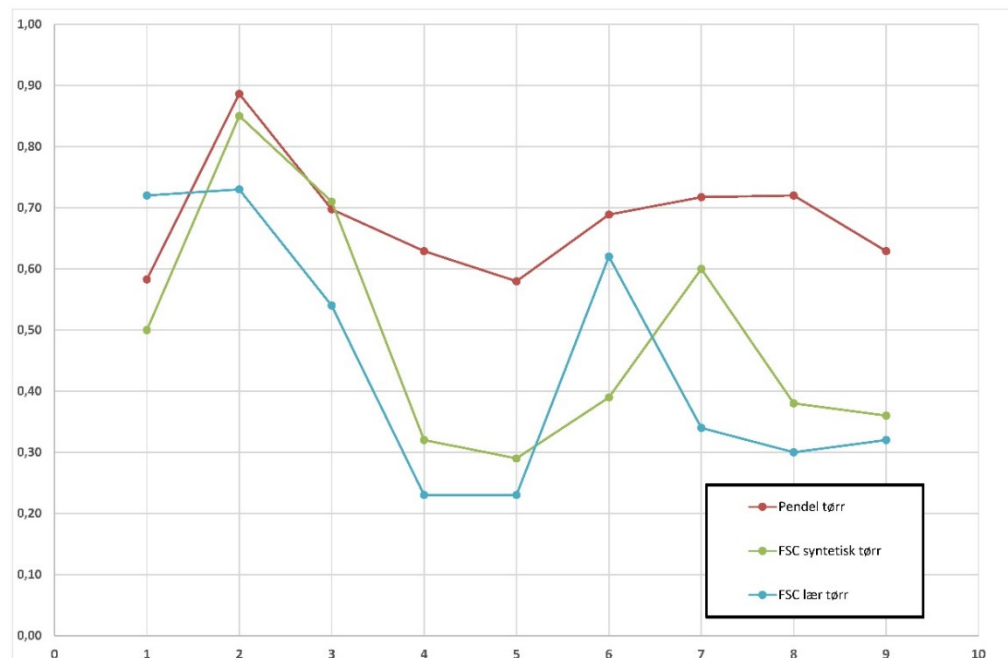
Prøve 6-9 er golvtypene denne metoden brukes mest på.



Figur 3. Målinger med FSC2000 ordnet etter prøvenummer, friksjonskoeffisient er på y-aksen.

5.4 Resultater sammenliknet innenfor tørr og våt prøving

Prøving i tørr tilstand

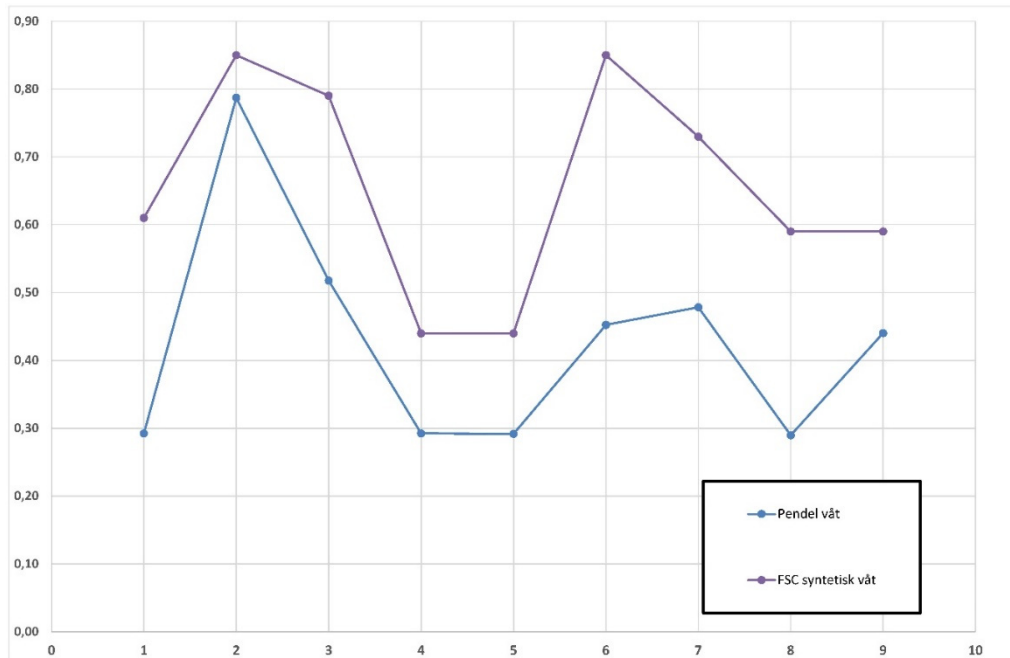


Figur 4. Målinger i tørr tilstand med begge metoder, friksjonskoeffisient er på y-aksen.

- Pendelprøving og FSC med gummifot burde følge hverandre i tørr tilstand.
- For flisene (prøve 1-2) fungerer metodene ganske likt (rød og grønn kurve).
- På vinyl/linoleum (prøve 3-5) gir metodene helt ulike verdier.

- På laminat/parkett (prøve 6-9) er nivået veldig ulikt. FSC viser mye lavere verdier. Og endringene når vi flytter oss fra prøve til prøve er ulike. Prøve 7 gir en høy friksjon som vi ikke finner igjen i pendelprøvingen.

Prøving i våt tilstand



Figur 5. Målinger i våt tilstand med begge metoder, friksjonskoeffisient er på y-aksen.

- Pendelprøving og FSC med gummifot burde følge hverandre i våt tilstand.
- For flisene (prøve 1-2) blir resultatene veldig ulike for de to metodene. Målingene på prøve 2 gir ganske like verdier, mens prøve 1 bedømmes veldig ulikt.
- På vinyl/linoleum (prøve 3-5) gir metodene samsvarende verdier, selv om nivået er ulikt.
- På laminat/parkett (prøve 6-9) er nivået veldig ulikt. FSC viser mye lavere verdier. Og endringene når vi flytter oss fra prøve til prøve er ulike, spesielt fra prøve 6 til 7.

6. Resultater gruppert på gulvtyper

Ut fra resultatene ved prøvingen sammenliknes metodene og resultatene innenfor hver enkelt produktgruppe. Det er også prøvd å se korrelasjonen mellom metodene, og sammenlikne med det som er oppgitt i litteraturen.

Ved friksjonsmåling på våt prøve og blå fot fikk vi større friksjon enn ved tørr tilsvarende prøving. Dette gjaldt alle gulvbelegg. Dette er i utgangspunktet i strid med erfaringen som tilsier at gulvbelegg blir mindre sklissikkert når det er vått. Dette er også registrert av (Newel, B. G. 2006-2009). Vi har ingen god forklaring på dette.

6.1 Fliser (prøve 1 og 2)

Tabell 7. Dokumentasjon for sklisikkerhet for prøve 1 og 2.

Nr	Type belegg	Navn	Sklisikkerhetsklasse	Måleresultater
1	Flis	Mirage Mash-Up NAT (MIR-OX93)	R10 / R11 ASTM C1028 $\mu > 0,60$ wet and dry Klasse A – DIN 51097 ENV 12633 – CL2	$\mu = 0,17-0,34$ (barfot våt) Pendel våt: 0,29 tørr: 0,54 Klasse A: $\mu = 0,21-0,31$
2	Flis	VitrA Dotti Diamond (VIT-197550)	R12 / V4	$\mu = 0,47-0,70$ (barfot våt) Pendel våt: 0,69 tørr: 0,75

Det er oppgitt Sklisikkerhetsverdi til R10 (DIN 51130) som dokumentasjon til prøve 1 ved vår prøving fikk vi 0,54 tørrt og 0,29 våt ved pendelprøving. Prøve 2 forelå det sklisikkerhetsdokumentasjon til R12 (DIN 51130). Våre resultat ble 0,75 tørrt og 0,69 våt ved pendelprøving. Ved måling av friksjonskoeffisient var forskjellen i resultat mellom prøvene som forventet.

Overflatene er av veldig ulik karakter hvor prøve 2 er sterkt profilert, mens prøve 1 er mere jevn i overflaten, og det var forventet at prøve 2 skulle være mere sklisikker enn prøve 1. Begge prøvemethodene har så smale prøvoføtter at de får problemer med et så grovt mønster.

R-klassifiseringen gjøres med skråplan, men i litteraturen hevdes det at pendelmetoden er egnet for feltprøving på fliser.

6.2 Vinyl og linoleum (prøve 3 - 5)

For Forbo vinyl (prøve 3) var det oppgitt sklisikkerhetsverdi R10 (DIN 51130) og klasse B (DIN 51097). Ved vår pendelprøving fikk vi 0,62 tørrt og 0,49 vått.

For prøve 4 og 5 forelå det ingen verdier for sklisikkerhet.

Tabell 8. Dokumentasjon for sklisikkerhet for prøve 3.

Nr	Type belegg	Navn	Sklisikkerhetsklasse	Måleresultater
3	Vinyl	Forbo Vinyl Surestep Laguna 181092	ESb / ESf ihht EN13845 Annex C Klasse 34/43 ihht EN13845 Annex D R10 - DIN51130 Klasse B – DIN 51097	$\mu = 0,17-0,34$ (barfot våt) Pendel våt: 0,49 tørr: 0,62 Klasse B: $\mu = 0,32-0,42$
4	Linoleum	Forbo Marmoleum Decibel 325230, Sparrow beige	Ikke angitt	
5	Linoleum	Forbo Real 2692 Eiger, varm grå	Ikke angitt	

6.3 Parkett og laminat (prøve 6 - 9)

I denne gruppen ble det bare funnet noen data for laminatet fra Berry Alloc og parketten fra Kährs. Verdien "friksjon = 98" fra Kährs er en ukjent betegnelse.

Tabell 9. Dokumentasjon for sklisikkerhet for prøve 6-9.

Nr	Type belegg	Navn	Sklisikkerhetsklasse	Måleresultater
6	Laminat	Fibo Harmoni Chataux eik	Ikke angitt	
7	Laminat	Berry Alloc Eik Classic oljet Original	$\mu \geq 0,5$ er "vanlig verdi", der $\mu \geq 0,3$ defineres som sklisikkert (EN 13893). "DS = sklisikkert" i henhold til EN 13893 / EN 14041:2004 / AC:2006	Pendel våt: 0,45 tørr: 0,64 FSC våt: 0,73 tørr: 0,60 FSC lærfot tørr: 0,34
8	Parkett	Kärhs Estoril i strip Eik	Friksjon = 98 angitt for 30 mm "Activity floor" i eik	
9	Parkett	Tarkett Heritage Lime stone Eik	Ikke angitt	

Prøveresultatene viser en friksjonskoeffisient på 0,34 for Berry Alloc i tørr tilstand.

Prøvemethodene spriker veldig for disse materialene.

Dette er nok også overflatene der det er gjort minst prøving i det hele tatt.

7. Vurdering av prøvemethoder

7.1 Pendelprøving

Prøvemethoden krever at operatøren setter seg nøye inn i prøvingen. Prøvemethoden er operatøravhengig. Dvs. at det er flere arbeidsmomenter hvor operatørens målinger påvirker resultatet. Ved vår prøving var det krevende å komme innenfor kalibreringskravene hva det gjaldt kalibrering mot lave og høye verdier. Ved lave verdier skal det kalibreres ved bruk av en våt glassflate. Kravet er PTV 5-10. Det lyktes aldri å komme innenfor dette kravet. Ved prøving for kalibrering til PTV 5-10 hadde vi et gjennomsnitt på PTV 13. Vi prøvde å minimere all usikkerhet og kalibrerte utstyret etter kravene i den tekniske spesifikasjonen, men vi lyktes ikke å komme ned til riktig intervall. Det samme gjaldt kalibrering opp mot den høye verdien som skal være innenfor intervallet om PTV 59-64. Ved prøving på en verifikasjonsfilm som pendelprøveleverandøren leverer. Vi fikk flere målinger under PTV 59 med et gjennomsnitt på PTV 56 ved denne kalibreringsprøvingen. Ved en kalibreringsmåling var vi innenfor med PTV 59. Ved den mellomste kalibreringsverdien var vi innenfor riktig nivå. Ved vår kalibreringsprøving hadde vi en verdi på PTV 35 og her var intervallet PTV 29-39. De overflatene som ble prøvd i prosjektet ved våt prøving er i området hvor utstyret var innenfor kalibreringskravet. Ved tørr prøving er resultatene nærmere kalibreringskravet PTV 59-64 som utstyret var under.

7.2 "Slede-metoder" Friksjonsprøving eller Tribometerprøving

Denne prøvemethoden er mindre operatøravhengig. Før prøving er det viktig å sette seg inn hva slags måling som kommer vises. Prøvemaskinen har program for måling av statisk og dynamisk friksjon. Forskjellige lengde av målingene er også mulig å gjennomføre. Ved gulvbelegg med høy friksjon og blå prøvofot med mest mønster klarte maskinen ikke å kjøre over gulvbeleggene for egen maskin. Ved friksjon høyre enn ca. $\mu = 0,70$ slet maskinen og måtte ble hjulpet i gang med håndkraft. Det samme gjaldt for prøving med rød fot hvor prøvemaskinen trengte hjelp for å kunne begynne å måle. Her var også grensen ca. $\mu = 0,70$ for maskinen. Vi opplevde også stor variasjon på resultatene med lærfoten. Der vi måtte prøve opp mot 10 ganger for resultatene begynte å stabilisere seg. Ved måling på våt prøve og blå fot fikk vi større friksjon. Dette er i utgangspunktet i strid med erfaringen som tilsier at gulvbelegg blir mindre sklisikkert når det er vått. Før dette undersøkes grundigere oppleves måling på vått underlag som usikkert og der oppleves pendelprøvingen sikrere.

8. Anbefalinger

Å velge ut sklisikre belegg til bruk i bygninger er per dags dato en krevende oppgave. Grunnen til det er mangelfull dokumentasjon på sklisikker belegg og tilgjengelige metoder for etterprøving. I tillegg avhenger sklisikkerheten av andre aspekter enn produkttegenskapene, som bl.a. utforming av bygninger og uteområder, belastning og bruk, kvalitet på belysning, rutiner for vedlikehold, overflatebehandling og ytre påkjenninger som f.eks. vann- og oljesøl og temperatur.

Når det gjelder valg av metode var det i forkant av dette prosjektet tildels kjent at samsvaret mellom utvalgte metoder for måling av sklisikkerhet er dårlig per dags dato. Avvikene har likevel vist seg å være større enn antatt og i noen tilfeller overraskende store. Erfaringer fra prosjektet viser derfor enda tydeligere at det er viktig å ta i bruk en pålitelig prøvemethode for flere gulvbelegg for å sikre god sklisikkerhet i norske bygninger. Med en mer pålitelig metode vil man unngå svakheter og usikkerheter i dokumentasjon av sklisikkerhet for alle typer gulvbelegg. Skråplanmetoden er allerede etablert som en av referansemethodene i Europa for enkelte golvtyper (industrigulv og fliser) og har vist seg å bestå over tid. "Skråplanmetoden" som beskrevet i kapittel 4 er å foretrekke. Per i dag er utstyr for skråplanmetoden ikke tilgjengelig i Norge. Det er derfor satt i gang en prosess for å se på om Departementet, SINTEF Byggforsk og bransjen kan bidra med finansiering av utstyr.

Etablering av pålitelige øvre og nedre grenser for friksjonsverdier på gulvbelegg krever at det igangsettes både laboratorieprøving og datainnsamling fra konkrete eksempler i felt i større skala. Det er bl.a. behov for flere informative referanser i en veileder som viser konkrete eksempler der ulike gulvmaterialer er testet ut og evaluert. I tillegg vil en større datainnsamling også kunne brukes som grunnlag for anvisninger i Byggforskserien.

9. Litteratur

- Anwer, A., Bagheri, Z. S., Fernie, G., Dutta, T., & Naguib, H. E. (2017). Evolution of the Coefficient of Friction with Surface Wear for Advanced Surface Textured Composites. *Advanced Materials Interfaces*, 4(6), 1600983-n/a. doi:10.1002/admi.201600983
- Bellopede, R., Marini, P., Karaca, Z., & Gökçe Mehmedi, V. (2016). *Relationship between Slipperiness and Other Characteristics of Stones used as Flooring Slabs*. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 28(8), 04016049. doi:10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001556
- Çerçevik, A.E., Kandemir, S.Y., Yayli, M. O. (2016). *Evaluation of Slip Potentials on Bilecik Beige Marble with Pendulum Method*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 44(5), 052049
- CEN/TS 15676:2007. *Tregolv - Sklimotstand - Pendelprøving*
- CEN/TS 16165:2012. *Determination of slip resistance of pedestrian surfaces – Methods of evaluation*
- CEN/TS 16165:2016. *Determination of slip resistance of pedestrian surfaces – Methods of evaluation*
- Chang, C. Y., Li, K. W., & Chen, C. C. (2016). *Variation of friction coefficient of floors under five liquid contamination conditions for prevention of slip & fall injuries in restaurants*. Paper presented at the IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management.
- Çoşkun, G., Sarıışık, G., & Sarıışık, A. (2016). *Classification of parameters affecting slip safety of limestones*. *Cogent Engineering*, 3(1), 1217821. doi:10.1080/23311916.2016.1217821
- Davia-Aracil, M., Jimeno-Morenilla, A., & Salas, F. (2016). *A new methodological approach for shoe sole design and validation*. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 86(9-12), 3495-3516. doi:10.1007/s00170-016-8427-5
- Denizou, K., Sæther, D. H., & Almås, A.-J. (2015). *Krav til skliskikkerhet. En gjennomgang av kravene og vurdering av mulige fremtidige krav* (SBF 2015:F0470). Oslo: SINTEF Byggforsk.
- Ellingsen, C. L., Reikerås, E., Holvik, K., & Vollset, S. E. (2016). Too many injury deaths lack information on external cause: The X59 problem. *Norsk Epidemiologi*, 26 (Suppl 1), S66
- FSC2000. (20..). FSC 2000. Print. Bruksanvisning til friksjonsmåler fra Elcon GmbH http://sintefapp11.sintef.no/utstyr/uploads/MO/MO-5490/FSC_2000_teknisk%20manual.pdf lastet ned 05.11.2017
- HSE. (2012). *Assessing the slip resistance of flooring*. A technical information sheet 05/2012. S.I.: Health and Safety Executive. 2012 fra <http://www.hse.gov.uk/pubns/geis2.pdf> lastet ned 05.11.2017
- Hsu, J., Shaw, R., Novak, A., Li, Y., Ormerod, M., Newton, R., . . . Fernie, G. (2016). *Slip resistance of winter footwear on snow and ice measured using maximum achievable incline*. *Ergonomics*, 59(5), 717-728. doi:10.1080/00140139.2015.1084051
- Kim, I.-J. (2016). *Identifying shoe wear mechanisms and associated tribological characteristics: Importance for slip resistance evaluation*. *Wear*, 360-361(Supplement C), 77-86. doi:https://doi.org/10.1016/j.wear.2016.04.020
- Kim, I.-J. (2016). *A study on wear development of floor surfaces: Impact on pedestrian walkway slip-resistance performance*. *Tribology International*, 95(Supplement C), 316-323. doi:https://doi.org/10.1016/j.triboint.2015.11.039
- Loo-Morrey (2007). *A study of the slip characteristics of natural and manmade stone flooring materials*. RR529. Buxton: Health and Safety Laboratory.
- Mai, W. T., Li, K. W., & Chen, C. C. (2016). *An analysis of floor roughness & slip resistance of floors*. Paper presented at the 2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM).

- Nesje, A., Larsen, H. J. P., Kvande, T., Alnæs, L.-I., Nilsen, S. K., & Stemland, H. (2011). *Alt om flislegging. Materialer, konstruksjoner, planlegging og utførelse*. Håndbok, SINTEF akademisk forl.
- Newell B. G. (2006-2009). *Specifying slip resistant flooring. SlipSTD PAS*. http://www.armatilearchitectural.com/DatabaseDocs/dwn_1549664204_specifying_slip_resistant_flooring.pdf fra internett 22.11.2017
- NOU (2011). *Innovasjon i omsorg: utredning fra utvalg oppnevnt ved kongelig resolusjon av 26. juni 2009 : avgitt til Helse- og omsorgsdepartementet 16. juni 2011* (NOU 2011:11). Oslo: Helse- og omsorgsdepartementet.
- NS 3420-K:2011. *Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner. Del K: Anleggsgartnerarbeider*.
- NS-EN 1339:2003. *Betongheller. Krav og prøvingsmetoder*.
- NS-EN 14041:2004. Halvhårde gulvbelegg, tekstile gulvbelegg og laminatgulv, grunnleggende krav. Annex C (informative) *Guidance on the reduction of slip hazards*.
- NS-EN 14231:2003. *Prøvingsmetoder for naturstein – Bestemmelse av skliskikkerhet ved bruk av pendelprøvningsutstyr*
- NS-EN 14342:2013. *Tregulv. Egenskaper, evaluering av samsvar, og merking*.
- NS-INSTA 800:2010. *Rengjøringskvalitet. System for å fastsette og bedømme rengjøringskvalitet*.
- Song, Y., Fan, H., Xu, B., Ren, S., Wu, J., & Zhou, J. (2016). *Influence of treads groove, hardness and contaminants on the slip resistance of outsole of high-heeled shoes*. *Leather and Footwear Journal*, 16(3), 199-210.
- Yoon, C. W., Seo, J. W., Lee, S. S., Park, J. S., & Kim, K. Y. (2017). Study on the slip resistance of embo-spray coating of urethane-based floor material. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 21(1), 76-84. doi:10.1007/s12205-016-0897-3
- Zhang, J., Weng, X.-Z., Liu, J.-Z., Yang, B.-H., Wen, X.-P., & Wang, T. (2016). *Anti-slip and wear resistance performance of three novel coatings as surface course of airstrip*. *International Journal of Pavement Engineering*, 1-9. doi:10.1080/10298436.2016.1240564

Sklisikkerhet – målemetoder og kravsetting

Følgende forprosjektrapport handler om sklisikkerhet med tilhørende målemetoder og kravsetting. Målet med dette forprosjektet er å bidra til økt sklisikkerhet som del av en bedre universell utforming for å redusere antallet fallskader i norske offentlige institusjons- og private bygninger. Vi håper at resultatene er med og øker bevisstheten omkring sklisikkerhet blant premissgivende myndigheter, bestillere, rådgivere og bransjefolk.

Vi takker for et godt samarbeid med Oslo kommune og NTNU i Gjøvik som samarbeidspartner i prosjektet. Videre takker vi Husbanken for finansiering og bedriftene Fagflis, Maxbo og Forbo for å ha bidratt til prosjektet med gulvprøver til prøving i SINTEF Byggforsk laboratorier. Vi takker også for alle innspill og tilbakemeldinger fra sentrale fagpersoner i løpet av prosjektperioden. Informasjonen vi har fått, er grunnleggende og viktig for resultatene.