

**HØGSKOLEN I BUSKERUD
AVDELING FOR OPTOMETRI OG SYNSVITENSKAP**

HOVEDPROSJEKT 2007/2008

OPPGAVE TITTEL Slitasje på brilleglass med og uten overflatebehandling i forhold til naturlige temperaturpåkjenninger som brilleglass kan utsettes for.	ANTALL SIDER 37
UTFØRT AV Kristina B. Breili Ane Evensen Anne Myklebust Tone Sveta Norunn Turtveit Marte Ølnes	KLASSE O3B O3B O3C O3B O3B O3A
VEILEDER Bonnie Uchermann	
EKSTERN OPPDRAGSGIVER	
SAMMENDRAG (maks 150 ord) <u>Målsetting:</u> Målsettingen for prosjektet er å finne ut i hvilken grad brilleglass og overflatebehandling tar skade av temperaturpåkjenninger og pusseslitasje. <u>Metode:</u> Brilleglass, både med og uten overflatebehandling, ble delt i tre ulike grupper som vi utsatte for ulike temperaturer; -20°C, 40°C og 80°C. Ved temperaturpåkjenning i form av kulde, benyttet vi oss av et fryserom. Ved indusering av varmpåkjenning benyttet vi oss av et varmeskap. <u>Resultater:</u> Utsatt for temperaturpåkjenning tok totalt 2,1 % av glassene skade, alle disse var med overflatebehandling ($p < 0,05$) og ble utsatt for oppvarming på 80°C ($p < 0,05$). Ser man kun på gruppen for glass med overflatebehandling som ble varmet opp til 80°C, tok 12,5 % av glassene skade. Ved både temperaturpåkjenning og pussing tok 16,7 % av samtlige glass skade. <u>Konklusjon:</u> Resultatene fra forsøkene viser at temperaturslitasje oppstod kun på glass med overflatebehandling, mens pusseskadene var å finne på glass både med og uten overflatebehandling.	
EMNEORD (maks 5 ord) Brilleglass, overflatebehandling, temperaturpåkjenning, pusseslitasje, krakelering.	
TILLATELSE TIL TILGJENGELIGHET I PAPIR- OG NETTUTGAVE JA <input type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/> (Markeres av veileder)	
Signatur av veileder: 	

**BUSKERUD UNIVERSITY COLLEGE
DEPARTMENT OF OPTOMETRY AND VISUAL SCIENCE**

MAIN PROJECT 2007/2008

TITLE	NO OF PAGES
Wear and tear of spectacle lenses with and without top coating, reference to wear and tear caused by natural changes in temperature.	37
GROUP MEMBERS	CLASS
Kristina B. Breili Ane Evensen Anne Myklebust Tone Sveta Norunn Turtveit Marte Ølnes	O3B O3B O3C O3B O3B O3A
SUPERVISOR	
Bonnie Uchermann	
UNDER COMMISSION BY	
ABSTRACT (maximum 150 words)	
<p><u>Purpose:</u> Discovering to what degree the lens and coating is damaged from exposure to temperature and cleaning.</p> <p><u>Method:</u> The spectacle lenses, both with and without coating, were divided into three groups which were exposed to different degrees of temperature; -20°C, 40°C and 80°C. To induce the temperature -20°C, we used a freezer. To reach high temperatures we used a heating oven.</p> <p><u>Results:</u> 2,1 % of the temperature-exposed lenses were damaged, all of these had coated surfaces ($p < 0,05$) and were exposed to 80°C ($p < 0,05$). Analyzing the group of spectacle lenses with coating that was exposed to 80°C, shows that 12,5 % were damaged. Spectacle lenses exposed to temperature and cleaning shows damage in 16,7 %.</p> <p><u>Conclusion:</u> The results shows that damage which originate from temperature exposure only affect the lenses with coating. Wear and tear from cleaning occurred in both spectacle lenses with and without coating.</p>	
KEYWORDS (maximum 5 words)	
Spectacle lenses, coating, temperature strain, damage from cleaning, crazing.	
PERMISSION FOR MAKING THE REPORT AVAILABLE IN PRINTED FORM AND ON INTERNET	
YES <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> (Marked by supervisor)	
Supervisor's signature:	

Slitasje på brilleglass med og uten
overflatebehandling i forhold til naturlige
temperaturpåkjenninger som brilleglass kan
utsettes for.

Av:

Kristina Berggaard Breili, Ane Evensen, Anne
Myklebust, Tone Svela, Norunn Turtveit, Marte Ølnes

Et hovedprosjekt levert i overensstemmelse med
kravene for graden Bachelor i Optometri

Høgskolen i Buskerud, avdeling Kongsberg
Avdeling for optometri og synsvitenskap
Veileder: Bonnie Uchermann

Kristina Berggaard Breili, Ane Evensen, Anne Myklebust, Tone Svela,
Norunn Turtveit, Marte Ølnes (2008)

Sammendrag

Målsetting: Målsettingen for prosjektet er å finne ut i hvilken grad brilleglass og overflatebehandling tar skade av temperaturpåkjenninger og pusseslitasje.

Metode: Brilleglass, både med og uten overflatebehandling, ble delt i tre ulike grupper som vi utsatte for ulike temperaturer; -20°C , 40°C og 80°C . Ved temperaturpåkjenning i form av kulde, benyttet vi oss av et fryserom. Ved indusering av varmpåkjenning benyttet vi oss av et varmeskap.

Resultater: Utsatt for temperaturpåkjenning tok totalt 2,1 % av glassene skade, alle disse var med overflatebehandling ($p < 0,05$) og ble utsatt for oppvarming på 80°C ($p < 0,05$). Ser man kun på gruppen for glass med overflatebehandling som ble varmet opp til 80°C , tok 12,5 % av glassene skade. Ved både temperaturpåkjenning og pussing tok 16,7 % av samtlige glass skade.

Konklusjon: Resultatene fra forsøkene viser at temperaturslitasje oppstod kun på glass med overflatebehandling, mens pusseskadene var å finne på glass både med og uten overflatebehandling.

Emneord: Brilleglass, overflatebehandling, temperaturpåkjenning, pusseslitasje og krakelering.

Antall ord: 8213

Antall tabeller: 2

Antall grafer: 2

Antall illustrasjoner: 8

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	2
Innholdsfortegnelse	3
Fortegnelse over tabeller	4
Fortegnelse over grafer og illustrasjoner	5
Innledning	6
Bakgrunn	6
Målsetting	6
Metoder	7
Teori overflatebehandling	7
Praktisk beskrivelse	13
Resultater	23
Diskusjon.....	26
Resultater	26
Diskusjon rundt momenter i forsøket.....	27
Konklusjon	29
Etterord	29
Referanser	31
Vedlegg 1	32
Vedlegg 2.....	33
Vedlegg 3.....	34
Vedlegg 4.....	35
Vedlegg 5.....	36
Vedlegg 6.....	37

Fortegnelse over tabeller

Tabell 1: En sekvens.....	14
Tabell 2: Oversikt over glass med registrert slitasje.....	25

Fortegnelse over grafer og illustrasjoner

Illustrasjon 1: Refleksjoner fra lyskilder foran glasset.....	8
Illustrasjon 2: Refleksjoner fra lyskilder bak glasset.....	8
Illustrasjon 3: Speilrefleksjoner.....	8
Illustrasjon 4: Interferensprinsippet i antirefleksbehandling.....	10
Illustrasjon 5: Dyppcoating ved herding.....	11
Illustrasjon 6: Spincoating ved herding.....	12
Illustrasjon 7: snittbilde organisk brilleglass med komplett overflatebehandling.....	12
Illustrasjon 8: Mekanisk pussemaskin.....	20
Graf 1: Fordeling av skadede glass i temperaturforsøket.....	23
Graf 2: Fordeling av skadede glass i pusseforsøket.....	24

Innledning

Bakgrunn

Dette er et oppfølgingsprosjekt til prosjektet om "Toleransegrenser for ulike overflatebehandlinger på brilleglass med hensyn til de vanligste renholdsmetodene blant brillebrukere". Prosjektet kommer inn under faget optoteknikk og omhandler slitasje på glass og overflatebehandlinger ved eksponering for ulike temperaturer og pusseslitasje.

Vi har utført litteratursøk (Vedlegg 1) og kontaktet norske, engelske og australske fagpersoner. Ut i fra tilbakemeldinger har vi erfart at det finnes få forskningsresultater innenfor dette feltet. Kontakt med noen av de største glassleverandørene i Norge (Essilor, Sentral Slip, Rodenstock og Zeiss) har vist at ulike leverandører opererer med ulike temperaturanbefalinger. Ingen av leverandørene har temperaturanbefalinger nedad.

I Norge har vi store naturlige temperatursvingninger i løpet av et år. Om vinteren kan forskjellen mellom ute- og innetemperatur variere med opptil 40°C. Mange kan også, i ulike situasjoner, utsette brillene for temperaturer opp mot 70-80°C. I følge en undersøkelse utarbeidet av Shell, kan temperaturer på dashbordet i bil komme over 80°C (A/S Norske Shell, 2006). Andre eksempler er sterk sol i land med varmere klima, bruk av badstue og rengjøring av brilleglass i varmt vann fra springen. I optiske forretninger blir brillebrukere bl.a. rådet til å rengjøre brilleglassene i lunket vann.

Observasjoner fra praksis viser at noen kunder klager på krakelering og dårlig holdbarhet på brilleglassene. Ofte er det overflatebehandlingen som er skadet i disse tilfellene, og vi vil undersøke om dette har sammenheng med ulike temperaturer.

På bakgrunn av disse opplysningene vil vi utsette glass med og uten overflatebehandlinger fra ulike leverandører for forskjellige temperaturpåkjenninger og pusseslitasje, og undersøke eventuell slitasje som følge av dette.

Målsetting

Målsettingen for prosjektet er å undersøke i hvilken grad brilleglass og overflatebehandling tar skade av temperaturpåkjenninger og pusseslitasje. Det er ønskelig å teste glassene ved temperaturer som de kan utsettes for i normale brukssituasjoner. Testing skal avdekke om det var temperaturpåkjenning, pusseslitasje eller en kombinasjon av disse som gir skade.

Metoder

Teori overflatebehandling

Når man sammenligner med mineralske glass har plastglass to hovedfordeler, de er lettere og sikrere for brillebruker. Vekten på et plastglass avhenger av tetthet i materialet (tetthet uttrykker vekten av 1 cm³ av materialet i gram), jo høyere tetthet jo tyngre er det. Mineralske glass har høyere materialtetthet enn plastglass. Når glass knuser får man skarpe biter som kan skade øynene, plast er vanskeligere å knuse og bitene er mindre skarpe enn knust glass. Det er plastmaterialer som blir mest solgt i dagens marked (95 %) i følge Norske Optikkleverandørers Forening (NOLF).

Mineralske glass med indeks 1,5 har et fundament for antirefleksbelegget som er ideelt motstandsdyktig mot riper. Plastglass derimot må behandles med hardt belegg før man legger på antirefleksbelegget for å opprettholde en god slitestyrke (Walls og Spencer 2000). Et ferdigbehandlet glass har mange overflatebehandlinger, dette er de vanligste; hardt belegg, farging, antirefleksbelegg, hydrofobisk påføring og topcoat. Egenskapene til det ferdige glasset avhenger av alle disse behandlingene og av hvordan de påvirker hverandre (Walls og Spencer 2000). Det er viktig å evaluere antirefleksbelegget sammen med hardt belegget, ikke som to separate behandlinger, når man skal se på slitestyrken til et plastglass. Viktige egenskaper for et antirefleksbelegg er at det ikke flasser, riper, skifter farge eller krakelerer, det er også viktig at det er lett å rengjøre. Det er forholdet mellom antirefleksbelegget og hardt belegget som avgjør hvorvidt disse egenskapene blir innfridd. Ulike kriterier må oppfylles for at et hardt belegg skal være en god base for antirefleksbelegget:

- At det kleber seg godt til glassoverflaten
- At det utgjør en stabil overflate for antirefleksbelegget
- At det er kjemisk forenelig med antirefleksbelegget
- At det er hardt og tykt nok til å forhindre oppskraping

(Walls og Spencer 2000)

I følge leverandørene Sentralslip og Rodenstock er krakelering små sprekker i overflatebelegget, og oppstår av forskjellige årsaker:

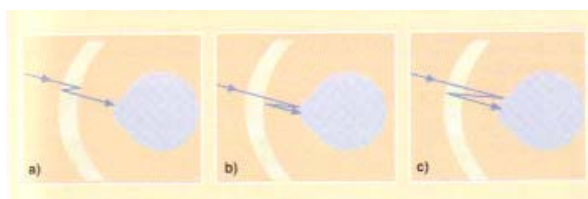
- Eksponering for høy varme.
- Spenninger mellom glass og overflatebehandling.
- Spenninger mellom de ulike lagene i overflatebehandlingen.
- At det ikke er rent nok i påføring av overflatebehandlingen.
- Andre feil i de ulike delene av påføringen, blant annet overflatebehandlingens sjikt og tykkelse, og vakuemet.

Eldre glass på tre til fire år kan krakelere på grunn av generell degenerasjon av overflatebehandlingen opplyser Sentralslip.

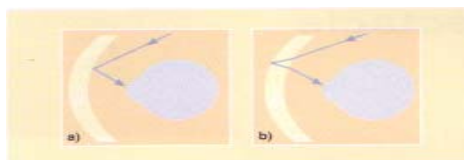
Begrepet krakelering brukes normalt ved behandling av keramikk slik at glasuren synes gjennomtrukket av et nett av fine sprekker (Fremmedordbok 1981).

Overflaten på et ubehandlet brilleglass reflekterer lys på samme måte som et buet speil. Slike refleksjoner vil distrahere observatøren ved at brillebrukerens øyne ikke er synlige. I tillegg gir refleksjonene forstyrrende fantombilder og dobbeltbilder for brillebrukeren. Refleksene kan oppstå på flere måter:

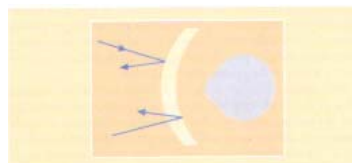
- Fra lyskilder foran glasset: Gir refleksjoner som spres internt i glasset, og som er svært forstyrrende for brillebrukeren. Det kan også gi refleksjoner mellom cornea og både for- og bakflaten på brilleglasset.
- Fra lyskilder bak glasset: ved sterkt lys kan lyskilder bakfra reflekteres i glassets bakflate og gi avbildning av f.eks. brillebrukerens eget øye i glasset.



Illustrasjon 1: Refleksjoner fra lyskilder foran glasset (Jalie, 2008).



Illustrasjon 2: Refleksjoner fra lyskilder bak glasset (Jalie, 2008).



Illustrasjon 3: Speilrefleksjoner (Jalie, 2008).

Reflekser er hovedgrunnen til at brilleglass overflatebehandles med anti-refleksbehandling. Ved anisometri vil antirefleksbehandling forbedre glassenes utseende vesentlig ved at forskjellen i størrelse mellom øynene

blir mindre tydelig. Det vil også være av kosmetisk betydning ved høye styrker fordi glasset blir mindre synlig (Jalie, 2008).

Lysenergi som treffer en flate vil enten absorberes, transmitteres eller reflekteres. Samlet utgjør dette 100 % av lysstrålens energimengde. I brilleglass uten farge absorberes ikke strålene, og refleksjonsgraden vil derfor utelukkende være avhengig av hvor mye av lyset som transmitteres i glasset. Følgelig vil en lav refleksjonsgrad gi høy transmisjon og bedre bildekvalitet for brillebrukeren. Ved små innfallsvinkler vil refleksjonsfaktoren ρ (intensiteten på refleksjonen) bli:

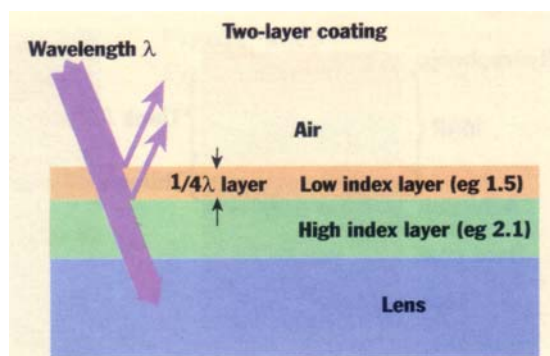
$$\rho = (n-1)^2 / (n+1)^2.$$

Eksempel: Indeks (n) 1,5: $(1,5-1)^2 / (1,5+1)^2 = 0,04 = \underline{4\%}$.
Total refleksjon i for- og bakflate: $0,04 * 2 = 0,08 = \underline{8\%}$.

Refleksjonsfaktoren øker ved økende innfallsvinkel på lyset, og ved høyere brytningsindekser. Dermed blir effekten av antirefleksbelegget størst langs kanten på middels- og høytbrytende glass, og vil være svært viktig for å sikre tilstrekkelig transmisjon slik at brillebrukeren får fullt synsfelt og en tilfredsstillende optisk bildekvalitet (Jalie, 2008).

Interferensprinsippet i bølgeteorien er bakgrunnen for den teknikken som vanligvis brukes når refleksjoner reduseres ved hjelp av anti-refleksbelegg. Lyset beveger seg i bølger, som har faste bølgelengder og amplituder. Lysstråler med samme utgangskilde og bølgelengde kalles koherente stråler. Koherens er bakgrunnen for interferensprinsippet. Koherente stråler med samme fase forsterker hverandre, mens bølgelengder med motsatt fase utslukker hverandre. I et glass med overflatebehandling vil lyset reflekteres to ganger: først i overgangen mellom luft og overflatebehandling, deretter mellom overflatebehandlingen og glasset. Dersom overflatebehandling er $\frac{1}{4}$ bølgelengde tykk, vil refleksjonen mellom overflatebehandling og glass flytte seg nøyaktig $\frac{1}{4}$ bølgelengde lengre enn den første mellom luft og overflatebehandling. De to refleksjonene blir da i eksakt motsatt fase, og utslukker hverandre. Dette er kun mulig hvis de to bølgene også har lik amplitude. Dersom brytningsindeksen på overflatebehandlingen er lik kvadratroten av glassets brytningsindeks vil det være tilfellet (Freeman, 2003).

Eksempel: Glass med $n = 1.6$ skal ideelt ha en overflatebehandling med $n = \sqrt{1,6} = 1,26$.



Illustrasjon 4: Interferensprinsippet i antirefleksbehandling (Jalie, 2008).

I prosjektet testet vi kun plastglass med indeks 1,5, disse har flere restriksjoner enn mineralske glass med tanke på antirefleksbehandling. Plastmaterialet er meget fleksibelt, og kan utvide seg opp til 20 ganger mer enn overflatebehandlingen ved oppvarming. Dette gir stort stress på overflatebehandlingen, og krever at den har relativt stor bruddstyrke. Etersom antirefleksbehandling er svært tynn og skjør, kan den lett krakelere når plasten utvider seg (i motsetning til glass). Som vist over, må overflatebehandlingen ha lavere brytningsindeks enn plastglasset for å gi antireflekseffekt. Antirefleksbehandling består av mineraler, og siden det ikke fins enkle lavindeks mineraler som passer, brukes kombinasjoner av lav og høyindeksmineraler i par for å få den ønskede effekten (Freeman, 2003). Et par utgjør ett lag i overflatebehandlingen. En vanlig kombinasjon er SiO_2 , også kjent som kvarts ($n=1,46$), og Zirconiumoksid, ZrO_2 ($n= 2,0$).

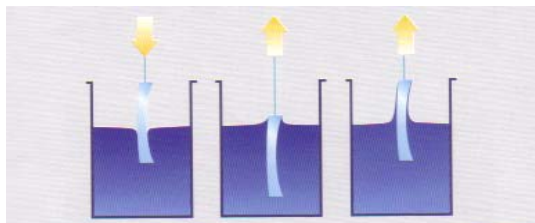
Det vil være nødvendig med flere lag av disse parkombinasjonene for å redusere refleksjoner fra bølgelengder over hele det synlige spekteret, ofte 3 eller 4 lag. Antirefleksbehandling på plastglass kalles derfor Multippel Anti Refleks (MAR) eller Bredbånds overflatebehandling (Jalie, 2008).

Påføringen av slik overflatebehandling er komplisert og krever ekstrem nøyaktighet. Den vanligste metoden som brukes er vakuum fordamping. Glassene renses nøye med ultralydbølger og dehydreres før de settes inn i en vakuumklokke. Mineralene i overflatebehandling fordampes og spres inne i klokken, og molekylene fester seg til plastglasset på grunn av vakuemet. Av og til brukes ione- eller plasmateknologi (IAD/ PVD) i tillegg; energien økes da underveis i fordampningsprosessen for å gi en hardere og mer kompakt overflatebehandling. Man er avhengig av rigid kontroll av både fuktighet og konsentrasjonen av mineraler i overflatebehandling i løpet av fordampningsprosessen for å få et vellykket resultat. Gjennomføres ikke prosessen 100 % korrekt vil man få en overflatebehandling som ikke fjerner reflekser godt nok, og som sannsynligvis vil krakelere etter kort tid fordi mineralene ikke er godt nok festet i plastmaterialet (Jalie, 2008)

Alle glassene i dette forsøket har fått påført antirefleksbelegget i vakuumkammer. På noen av glassene er det i tillegg benyttet nyere plasmahjelp teknologi, som blant annet gjør det mulig med en annen sammensetning av sjiktene i belegget. Disse glassene er derfor også herdet i coatingmaskinen, med et tykt quartslag. De andre glassene er herdet med lakk i lakkbad.

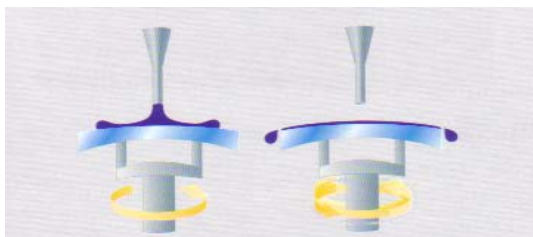
Det finnes to hovedtyper av plastmaterialer som brukes til brilleglass: Thermosetting og termoplastisk. De vanligste termoplastiske materialene er polycarbonat og PMMA (brukes til asfæriske lentiglass og i kikkerter). Disse materialene er svært myke og avhengig av en god hard overflatebehandling. Thermosetting- materialer inkluderer CR-39 og de fleste middels- og høytbrytende glass, glassene i vårt forsøk består også av dette materialet. CR-39 er i utgangspunktet et hardt materiale som har relativt god ripemotstand. Høyindeksglass er mykere og trenger, som nevnt tidligere, anti- refleksbelegg. Kombinasjonen av plastmaterialet og den tynne antirefleksbehandling gir en overflate som er svært utsatt for riper og skader. Det er derfor nødvendig med en hard overflatebehandling mellom plastmaterialet og antirefleksbehandling på disse glassene, som øker ripemotstanden (Jalie, 2008).

Hard overflatebehandling har høy materialtetthet og må være tynt for å ikke krakelere på overflaten av plastglass. Den er likevel 10-20 ganger tykkere enn den svært tynne antirefleksbehandling, vanligvis mellom 0,5 μ og 10 μ . Herdingen består av lakk, som vanligvis påføres ved dypping eller spinning. Ved dypping renses glassene grundig før de dyppes i lakkbad. Deretter settes de i en temperatur på 100 °C slik at polymerene stivner og lakken fester seg. Ved spincoating sentrifugeres glasset rundt sin egen akse, mens lakken påføres i dråpeform ovenfra. Sentrifugeringen stoppes når overflatebehandling har spredt seg til en jevn film over hele glasset. Ved både dypp- og spincoating er det ekstremt viktig med riktig romtemperatur og temperatur på lakken. Fuktigheten i rommet og sterile omgivelser er også avgjørende for om overflatebehandlingen blir jevn, og fester seg til glasset på riktig måte (Jalie, 2008), (Essilor International, 1997)



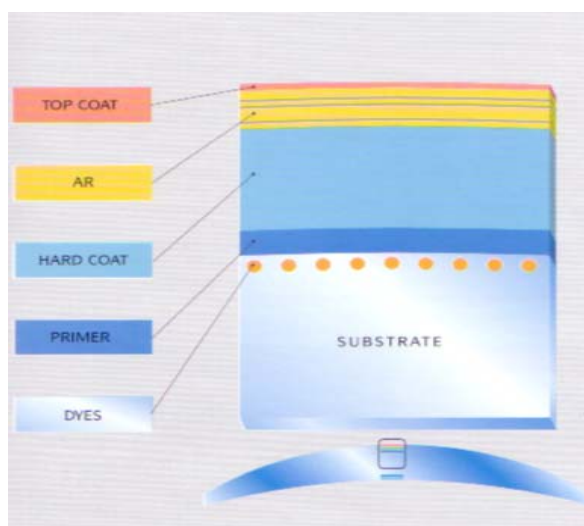
Illustrasjon 5: Dyppcoating ved herding (Essilor International, 1997).

Slitasje på brilleglass med og uten overflatebehandling i forhold til naturlige temperaturpåkjenninger som brilleglass kan utsettes for
2008



Illustrasjon 6: Spincoating ved herding (Essilor International, 1997).

I tillegg til antirefleksbehandling og herding har alle plastglass et festebelegg, primer, mellom plastmaterialet og hard overflatebehandling. Det er også vanlig at det legges en tynn, hydrofob overflatebehandling over antirefleksbehandling i forbindelse med vakuumfordampingen. Denne overflatebehandling vil gjøre rengjøringen av glasset lettere.



Illustrasjon 7: snittbilde organisk brilleglass med komplett overflatebehandling (Essilor International, 1997).

Det er utarbeidet en internasjonal standard (ISO) for kvalitet på antirefleksbehandling, med tanke på både optiske og fysiske egenskaper. Alle produsenter må kunne vise til målinger som bekrefter at antirefleksbelegget oppfyller kravene for refleksjon. I tillegg utføres det en rekke tester for å avgjøre beleggets feste- egenskaper tilfredsstillende, med tanke på eventuell krakelering og avflassing. En av disse testene innebærer at glassene først legges i kokende saltvann, for så å bli lagt i kaldtvann. Svakheten med denne testen er at den kun tester styrken, og ikke holdbarheten, på belegget. I en annen test utsettes glassene vekselvis for høy luftfuktighet/ temperatur i kombinasjon, og vanlig luftfuktighet/ romtemperatur i kombinasjon, med intervaller over flere timer. Resultatene fra disse testene er i større grad overførbare til den reelle slitasjen av overflatebehandling over tid, i praksis. Det er foreløpig ikke

Kristina Berggaard Breili, Ane Evensen, Anne Myklebust, Tone Svella, Norunn Turtveit, Marte Ølnes (2008)

utviklet en egen standard for varigheten av overflatebehandling på brilleglass, men det er under utarbeidelse av ISO.

Praktisk beskrivelse

Vårt prosjekt var en eksperimentell laboratoriestudie med kontrollgrupper. Kontrollgruppen bestod av 144 brilleglass som i motsetning til forsøksgruppen ikke ble pusset. Dette ønsket vi å gjøre for å se om brilleglass tar skade av temperaturpåkjenning alene eller om det er en kombinasjon sammen med pussing som gjorde at glass tok skade.

Data ble registrert på et graderingsskjema og analysert ved hjelp av statistikkprogrammet SPSS. Statistisk signifikant forskjell ble definert som $p < 0,05$.

Glassene i forsøket.

Siden dette er et oppfølgingsprosjekt til fjorårets prosjekt om "Toleransegrenser for ulike overflatebehandlinger på brilleglass med hensyn til de vanligste renholdsmetodene blant brillebrukere", ble det tatt utgangspunkt i dette ved valg av glass vi ønsket å søke etter hos glassleverandørene. Glassene som ble brukt i forsøket hadde samme styrke. Dette fordi glass med forskjellig styrke vil ha ulik krumning på forflaten og bakflaten, noe som vil gi varierende mekanisk påvirkning. Glassene som ble valgt til testing hadde en styrke på -2,00 D. Dette er samme styrke som glassene i fjorårets prosjekt, samt at det er denne styrken som mange av glassprodusentene benytter seg av til testing av egne brilleglass. Styrken på brilleglass ved testing skal ligge mellom -3,00 D og +3,00 D (Norsk Standard 1997).

I tillegg til styrken på -2,00 D ble det valgt brytningsindeks på 1,5 på alle glassene. Dette sikrer at brytningsindeks ikke blir en variabel. I følge Norske Optikkleverandørers Forening (NOLF) er dette den mest solgte indeksen på brilleglass i Norge (44 %) samtidig som denne indeksen også ble valgt i prosjektet fra 2007.

Kategorisering og merking av glassene

Det ble søkt om glass fra seks leverandører til dette prosjektet og vi mottok glass fra følgende:

Sentralslip	50 glass med Neva, og 50 ubehandlede glass.
Rodenstock	50 glass med Solitaire SC, og 50 ubehandlede glass
Hoya	50 glass med Super Hi-Vision, og 50 ubehandlede glass.

Overflatebehandlingene på glassene vi har mottatt er de behandlingene som er mest mulig sammenlignbare fra de ulike leverandørene. Intensjonen med denne oppgaven var å teste glassene i forhold til behandling, og ikke sammenligne de respektive leverandørene opp mot hverandre. Det var ønskelig å utføre en blindtest, men siden noen av glassene ble levert med inngravert produsentmerke var ikke dette mulig å gjennomføre fullt ut.

Glassene ble inndelt i tre grupper etter om de skulle være med i -20°C-, 40°C- eller 80°C forsøket. For å få en lik fordeling av glass fra de ulike leverandørene og glass med og uten overflatebehandling i alle grupper, ble glassene sortert i ett system som beskrevet i tabellen under (tabell 1). Videre ble glassene delt inn i to grupper: en gruppe hvor glassene ble pusset og en kontrollgruppe med glass som ikke skulle utsettes for pussing. På glassenes bakside ble det gravert inn nummer fra 1 til 288. Dette for at gruppens medlemmer i løpet av forsøkene ikke skulle vite hvilke glass vi testet, med tanke på produsent og overflatebehandling. Personen som graverte glassene brukte hansker ved utførelsen. Graveringstabellen ble laget ut ifra følgende oppsett:

- Variabler: 3 leverandører x 2 (med/uten overflatebehandling) x 3 temperaturer = 18 variabler
- Glass: 18 variabler x 16 sekvenser = 288 glass.

Glassnummer	Leverandør	Med eller uten coating	-20°	60°	80°
1	Hoya	Med	X		
2	Rodenstock	Med	X		
3	BBGR	Med	X		
4	Hoya	Uten		X	
5	Rodenstock	Uten		X	
6	BBGR	Uten		X	
7	Hoya	Med			X
8	Rodenstock	Med			X
9	BBGR	Med			X
10	Hoya	Uten	X		
11	Rodenstock	Uten	X		
12	BBGR	Uten	X		
13	Hoya	Med		X	
14	Rodenstock	Med		X	
15	BBGR	Med		X	
16	Hoya	Uten			X
17	Rodenstock	Uten			X
18	BBGR	Uten			X

Tabell 1: En sekvens (fullstendig tabell ligger som vedlegg 3).

De første 8 sekvensene med glass ble pusset, de neste 8 tilhører kontrollgruppen som ikke ble pusset. Altså ble alle glass fra nummer 1 til 144 pusset, glass fra nummer 145 til 288 ble ikke pusset.

Etter gravering ble glassene gruppert i ulike bokser som var merket etter hvilket forsøk de skulle være med i.

Forberedelse av glass før testingen startet:

Alle glassene ble slipt etter samme mal, en sirkulær formskive med diameter 63 mm. Høgskolens optotekniske verksted ble brukt som laboratorium for dette forsøket. I dette prosjektet ble Essilor's Profil S benyttet på alle glassene. Kanten på både fram- og baksiden av glasset ble brukket manuelt og etter endt slipeprosess ble alle glassene pusset rene for hånd med microfiberklut uten bruk av pussemiddel. BBGR-glassene med overflatebehandling ble levert med et ekstra belegg (som forenkler sliping i maskin), dette belegget ble gnidd av med tørt papir etter endt sliping. Tilslutt fikk glassene gravert inn et identifikasjonsnummer på baksiden av glasset.

Beskrivelse av pilotprosjekt 1 og 2

Det ble utført to pilotprosjekt, hvor begge omhandlet den delen av prosjektet som angikk oppvarming av glassene. Hensikten med disse pilotprosjektene var å fastsette relevante testkriterier i utførelsen av hovedforsøket. Med utgangspunkt i den populærvitenskaplige beskrivelsen ønsket vi å gjennomføre et pilotforsøk på 40°C og et på 80°C.

Pilotprosjekt 1

Det ble valgt ut 10 ubrukte glass fra fjorårets prosjekt. Glassene var organiske med brytningsindeks 1,5. Vi testet 5 glass med overflatebehandling og 5 glass uten. Alle glassene var slipt ned til en fastsatt diameter på 63mm og kantene var brukket. I tillegg ble glassene gravert fra P1 til P10:

- P1-P5 med overflatebehandling
- P6-P10 uten overflatebehandling.

I første forsøk ble glassene varmet opp til 40°C. Til forsøket brukte vi P1, P2 (med overflatebehandling), P6 og P7 (uten overflatebehandling). Før forsøket startet varmet vi opp ovnen til 40°C. Brettene som glassene skulle ligge på, ble også forvarmet til samme temperatur i en annen ovn. Dette ble gjort for å minimere temperatursenkning ved innsetting av nye glass, slik at temperaturen i ovnen holdt seg mest mulig stabil under

testing. Vi valgte som utgangspunkt å varme glassene i ett minutt av gangen, gjentatt i fra 5 til 10 intervaller. De ble avkjølt til romtemperatur mellom hver oppvarming. Før forsøket startet, ble glassene pusset og sjekket for eventuelle skader/riper i kontrollampen. Etter hver oppvarming ble glassene sjekket av samme kontrollør i samme kontrollampe, for vurdering av eventuelle endringer som følge av varmepåkjenningen. Forflatekrumningen ble også målt før og etter hver oppvarming. Alle resultater av målingene ble notert i et skjema (Vedlegg 2). Etter 7 intervaller ble det ikke notert noen form for endring på glassene, derfor besluttet vi å avslutte etter disse 7 oppvarmingene.

I andre del av det første pilotprosjektet ble glassene varmet opp til 80°C. Til dette forsøket brukte vi P3 og P4 (med overflatebehandling), P8 og P9 (uten overflatebehandling). Ellers ble dette forsøket utført etter samme kriterier som forsøket ved 40°C.

Konklusjon av pilotprosjekt 1:

I forsøkene utført på 40°C så vi ingen endringer i verken forflatekrumning eller overflateskade. Ved oppvarming til 80°C så vi heller ingen endring i forflatekrumningen, men et av glassene hadde tydelig endring i overflaten i form av krakelering. Dette glasset (P3) var overflatebehandlet. Ved en feiltakelse ble dette glasset varmet opp i opp mot 6 minutter, vi antar at dette var en avgjørende årsak til endringen i overflatebehandlingen. Dette glasset ble sjekket like etter at det kom ut av ovnen, etter 1 time og etter 1 uke. På bakgrunn av dette fikk vi en indikasjon på at tidsaspektet ved oppvarming kan være av vesentlig betydning for endringer i overflatebehandlingen. Derfor besluttet vi å utføre et ekstra pilotprosjekt hvor vi testet glass i 5 minutter og i 10 minutter. På grunn av krakelering i P3 etter testing på 80°C, ønsket vi å teste glass i nærliggende temperaturer, det vil si 70°C og 90°C.

Pilotprosjekt 2

Etter erfaringer gjort i pilotforsøk 1 valgte vi også å teste glassene på 70°C og 90°C. Her ble det som i pilotforsøk 1 brukt 10 glass, 5 med og 5 uten overflatebehandling. Disse ble gravert fra P11 til P20:

- P11-P15 med overflatebehandling
- P16-P20 uten overflatebehandling.

I forsøket utført på 70°C ble P11, P12, P16 og P17 brukt. På 90°C ble P13, P14, P18 og P19 brukt.

Etter disse to forsøkene gjennomførte vi et forsøk med "supergrader". Dette vil si at vi lot to glass med overflatebehandling per forsøk stå i ovnen på høy temperatur over lenger tid, 5 og 10 minutter. Her er en oversikt over testtemperaturer og oppvarmingstid:

Kristina Berggaard Breili, Ane Evensen, Anne Myklebust, Tone Svela,
Norunn Turtveit, Marte Ølnes (2008)

- 80°C på 5 minutter
- 80°C på 10 minutter
- 90°C på 5 minutter
- 90°C på 10 minutter
- 100°C på 5 minutter
- 100°C på 10 minutter.

Konklusjon av pilotprosjekt 2:

I forsøkene utført på 70°C og 90°C så vi ingen endringer i verken forflatekrumning eller overflateslitasje.

Av glassene som ble varmet opp i 5 minutter, var det ikke noe endring i overflatebehandlingen.

På alle glassene som ble varmet opp i 10 minutter kunne vi se endringer i overflatebehandlingen. Oversikt over resultater fra "supergrader" i 10 minutter:

- 80°C - grad 2
- 90°C - grad 3
- 100°C - grad 4.

Samtlige av disse glassene hadde samme gradering av slitasje etter 1 time og etter 1 uke.

Konklusjon pilotprosjekt

På grunnlag av erfaringer i pilotforsøket med oppvarming av glass, valgte vi i hovedforsøket å varme opp glassene i 5 minutter med 5 intervaller. Dette med bakgrunn i at oppvarming i 10 minutter viste tydelig stor slitasje ved høye temperaturer. Ett minutt oppvarming viste ingen endringer i overflatebehandlingen, derfor ønsket vi å utføre hovedforsøket med en middels oppvarmingstid, altså 5 minutter.

De aktuelle endringene i overflatebehandlingen oppstod allerede i det første oppvarmingsintervallet. Vi ønsket likevel å gjenta oppvarmingen da dette er sammenlignbart med den reelle varmeeeksponeringen i hverdagen. Derfor valgte vi å gjenta oppvarmingen 5 ganger.

Det første oppvarmingsforsøket ble utført på 40°C da flere brilleglassleverandører anbefaler rengjøring i lunket vann på 40°C.

Det andre oppvarmingsforsøket ble utført på 80°C. Dette grunnis med at det heller ikke ble observert noen endringer i overflatebehandlingen verken på 70°C eller 90°C ved oppvarming i 5 minutter, og at vi også her valgte middelverdien, altså 80°C. Dette var også den temperaturen vi opprinnelig planla å teste på ettersom vi vet vi at temperaturen på et

dashbord i bilen kan nå 80°C på en varm sommerdag, og at temperaturen i en gjennomsnittlig badstue er på ca 80°C.

Glassene som ble varmet opp til 80°C var avkjølt igjen etter 5 minutter ute av ovnen. Det vil si at alle glassene i begge oppvarmingsforsøkene fulgte et intervall på 5 minutter med oppvarming og 5 minutter nedkjøling til romtemperatur. I nedkjølingsfasen ble glassene, som i pilotforsøket, sjekket for skade og endringer i overflatebehandlingen. Måling av forflatekrumning mellom hver oppvarming gikk vi bort ifra i utførelsen av hovedforsøket, da vi ikke så noen endring på de 16 glassene vi målte. Vi gikk også bort fra metoden med å ha forvarmede brett til å legge glassene på før vi satte dem inn i varmeovnen. Dette ble besluttet fordi det ved testing i større skala kunne bli vanskelig å holde tidsintervallet ved flytting av så mange glass samtidig. Samtidig hindrer dette også at vi utsetter glassene for unødvendig fare for skade og fingermerker.

Fargeforsøk

For å kunne se riper og krakelering bedre ved fotografering, gjorde vi et forsøk på å farge et lite utvalg glass. Glassene vi valgte å farge hadde riper eller krakelering. Tanken bak forsøket var at fargestoffer vil feste seg i riper og krakelering slik at det ville bli lettere å lokalisere og gradere disse. Vi brukte to ulike fargestoff for å teste dette. Første metode var å påføre et blått flytende fargestoff, Bleu de toluidine, på fremsiden av glassene. Dette fargestoffet blir vanligvis brukt til å farge humant vev, dermed tenkte vi at dette kunne være et godt middel til vår bruk også. Andre metode var å blande fluorescein med destillert sprit og deretter påføre glassene blandingen. For å se om fargen hadde festet seg i riper og krakelering brukte vi en spaltelampe med koboltblått lys og gulfilter.

Resultatet av fargeforsøket var at ingen av disse metodene er spesielt egnet som hjelp til å fotografere riper og krakelering. Det blå fargestoffet farget et større område av glasset, ikke bare riper og krakelering som var tanken. Farging med fluorescein gav heller ingen gode resultater, muligens på grunn av at løsningen var for tykk til å trenge ned i og farge riper og krakelering.

Konklusjonen på fargeforsøket var at de fargestoffene vi prøvde ut ikke var spesielt egnet for å fremme kontrast til hjelp ved fotografering av skadede glass. Derfor fotograferte vi noen glass med samme metode som ble brukt av fjorårets prosjekt om "Toleransegrensene for ulike overflatebehandlinger på brilleglass med hensyn til de vanligste renholds metodene blant brillebrukere". Denne metoden går ut på å sette et glass forhøyet på en stålskive inn i en sort, tett boks med en lyskilde i. Den tette boksen gjorde at vi unngår strølys.

Mekanisk pussemaskin

Halvparten av glassene i hovedforsøket skulle pusses, det ble utført med en mekanisk pussemaskin. Denne maskinen ble utviklet i fjor under hovedprosjektet "Toleransegrenser for ulike overflatebehandlinger på brilleglass med hensyn til de vanligste renholdsmetodene blant brillebrukere". Maskinen ble utviklet for å lett kunne la mange glass bli utsatt for samme pusseslitasje, og dermed kan disse glassene sammenlignes med hverandre. I prosjektet hvor denne maskinen ble utviklet, ble det konkludert med at med en frekvens på 60 omdreininger i minuttet er gunstig da det ikke vil gi temperaturøkning på glassene som vil være av noen betydning. Fjorårets prosjekt hadde ingen estimering av hvor lenge glassene skulle stå i maskinen for å simulere pussing i ett år. Vi tok derfor utgangspunkt i at det i det samme prosjektet ble funnet at med et vanlig tommelfingertrykk vil det ta 61 minutter å pusse glassene tilsvarende ett års pussing. Gruppens gjennomsnittlige pussetrykk ble målt til 300 gram med flat kjøkkenvekt. Topplaten på pussemaskinen ble veid til 1950 gram på en av de fem pusseputene. Deles dette på fem pusseputer blir det 390 gram på hver av pusseputene. Dette er 90 gram for mye i forhold til gjennomsnittlig pussetrykk. Det ble dermed konkludert med at pussetiden må reduseres.

Utrekning av pussetid:

$390 \text{ gram} / 300 \text{ gram} = 1,3$. $61 \text{ minutter} / 1,3 = 47 \text{ minutter}$. Det vil si at pussetid med pussemaskin blir satt til 47 minutter for alle glassene.

Glassene festes på oversiden og undersiden av en plate. Denne platen ligger i midten av maskinen og skyves frem og tilbake ved hjelp av en motor. Vi valgte å bytte om på glassenes plassering halvveis i den totale pussetiden. Dette gjorde vi for å sikre alle glass lik utsettelse for pusseslitasje og fordi vi ikke kunne regne ut belastningen glassene ble utsatt for på undersiden av platen fordi platen ligger på en støtte.

Med denne pussemaskinen blir pusseeffekten konsentrert sentralt i glasset og kun glassenes fremside blir pusset. Pussepunktet er omtrent på størrelse med en tommelfingerpute. De totalt 10 pussepunktene ble kledd med oppdelte pussekluter i microfiber. For hver gang glass ble skiftet ut i pussemaskinen, ble det også skiftet ut pussekluter. Dette for at alle glassene skulle bli pusset under så like forhold som mulig.



Illustrasjon 8: Mekanisk pussemaskin (Foto: Ane Evensen).

Hovedforsøk:

Utførelse av +40°C oppvarming:

Det ble testet 96 glass i denne kategorien, 48 ubehandlede glass, og 48 glass med overflatebehandling. Varmeovnen ble varmet opp til 40°C før testingen begynte. Forsøket startet med at vi satte inn et brett med 15 glass i varmeovnen. Disse stod inne i nøyaktig 5 minutter. Da disse glassene ble tatt ut, ble det satt inn et nytt brett med 15 glass. De glassene som ble tatt ut, stod ute i 5 minutter for avkjøling. Alle glassene gjennomgikk denne prosessen 5 ganger. I hver avkjølingsperiode ble glassene evaluert og gradert i en kontrolllampe med hensyn på krakelering, dette ble også utført etter femte og siste oppvarming. En og samme person utførte all gradering. Etter at glassene hadde gjennomgått oppvarmingsprosessen ble 24 ubehandlede glass og 24 overflatebehandlede glass pusset ved hjelp av en pussemaskin i 47 minutter. Halvveis i pussingen snudde vi midtplaten slik at alle glassene ble utsatt for samme belastning.

Tilslutt ble de pussede glassene undersøkt for slitasje og så sammenlignet opp mot kontrollgruppa som ikke ble utsatt for pussing.

Utførelse av +80°C oppvarming:

Det ble testet 96 glass i denne kategorien, 48 ubehandlede glass, og 48 glass med overflatebehandling. Varmeovnen ble varmet opp til 80°C før testingen begynte. Forsøket startet med at vi satte inn et brett med 15 glass inn i varmeovnen. Disse stod inne i nøyaktig 5 minutter. Da disse glassene ble tatt ut, ble det satt inn et nytt brett med 15 glass. De glassene som ble tatt ut stod ute i 5 minutter for avkjøling. Alle glassene

gjennomgikk denne prosessen fem ganger. I hver avkjølingsperiode ble alle glassene evaluert og gradert i en kontrollampe med hensyn på krakelering, dette ble også utført etter femte og siste oppvarming. En og samme person utførte all gradering. Etter at glassene hadde gjennomgått oppvarmingsprosessen ble 24 ubehandla glass og 24 overflatebehandla glass pusset ved hjelp av en pussemaskin i 47 minutter. Halvveis i pussingen snudde vi midtplaten slik at alle glassene ble utsatt for samme belastning.

Tilslutt ble de pussede glassene undersøkt for slitasje og så sammenlignet opp mot kontrollgruppa som ikke ble utsatt for pussing.

Utførelse av -20°C nedkjøling:

Det ble testet 96 glass i denne kategorien, 48 ubehandlede glass, og 48 glass med overflatebehandling. Alle glassene ble plassert ved siden av hverandre i to lufttette bokser som sto i fryseren i 30 minutter. Fryseren hadde en temperatur på -21°C. Da glassene i fryseren ble tatt ut, ble det samtidig satt inn en ny boks i fryseren. De nedkjølte glassene stod så ute i 30 minutter, prosessen ble gjentatt fem ganger. I hvert intervall i romtemperatur ble alle glassene gradert i en kontrollampe med hensyn på krakelering, dette ble også utført etter den femte og siste nedkjølingen. En og samme person utførte all gradering. Etter at glassene hadde gjennomgått nedkjølingsprosessen ble 24 ubehandla glass og 24 overflatebehandla glass pusset ved hjelp av en pussemaskin i 47 minutter. Halvveis i pussingen snudde vi midtplaten slik at alle glassene ble utsatt for samme belastning.

Tilslutt ble de pussede glassene undersøkt for slitasje og så sammenlignet opp mot kontrollgruppa som ikke ble utsatt for pussing.

Generelt for de tre forsøkene var at pussingen av de 24 behandlede glassene og de 24 ubehandlede glassene ble gjort for å se om det var en kombinasjon av oppvarmingen og pussingen som gav en eventuell slitasje, om det er oppvarmingen i seg selv eller om slitasjen kom av pussingen. Personen som utførte graderingen brukte hansker. Dette var en og samme person for alle tre forsøkene.

Gradering av varmeslitasje og pusseslitasje.

Til graderingen av pusseslitasjen på brilleglassene ble det tatt utgangspunkt i diameteren på en 50-øring. Til gradering av varmeslitasje ble det tatt utgangspunkt i glassets størrelse. Graderingen ble delt inn i fire kategorier, og de ble definert på denne måten:

Varmeslitasje:

Grad 1 = ingen synlige skader

Grad 2 = slitasje/krakelering med størrelse 1/4 til 2/4 av glassets størrelse

Grad 3 = slitasje/krakelering med størrelse 2/4 til 3/4 av glassets størrelse

Grad 4 = slitasje/ krakelering med størrelse 3/4 til 4/4 av glassets størrelse

Pusseslitasje:

Grad 1 = ingen synlige skader

Grad 2 = riper med diameter lik 50-øringen

Grad 3 = riper med diameter større eller lik 1-2 ganger størrelsen til 50-øringen

Grad 4 = riper med diameter større enn 2 ganger størrelsen til 50-øringen

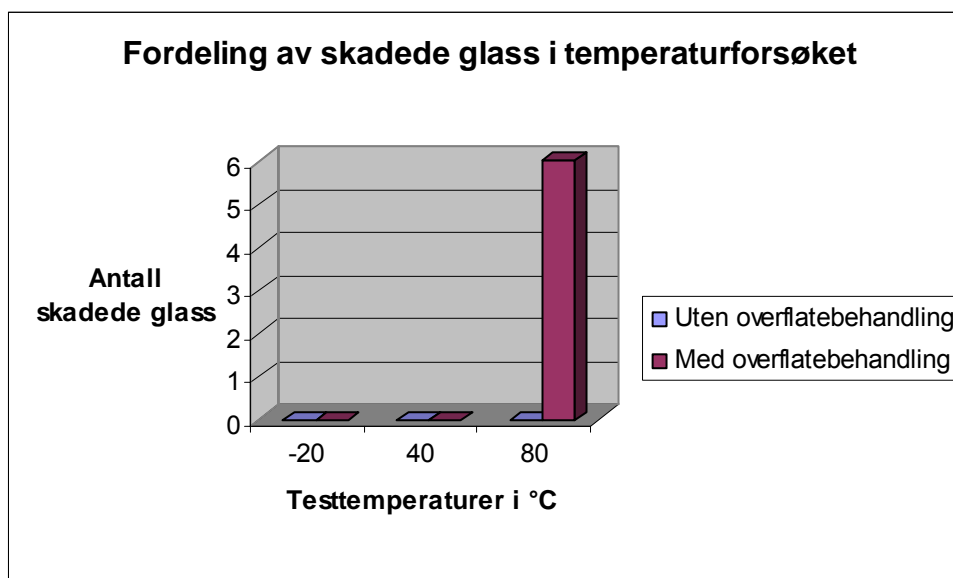
Kontrollampen

Ved gradering av glassene ble det brukt en kontrollampe, dette for å få en mest mulig nøyaktig gradering under like forhold. Arbeidsavstanden til kontrolløren var på ca 15 cm, og ved denne avstanden er den gjennomsnittlige lysintensiteten på 2733,33 lux (Albrigtsen et al, 2007). Alle graderingene ble utført av en og samme person.

Resultater

Under temperaturtestingen i hovedforsøket ble det konstatert at 6 av 288 glass, 2,1 %, hadde fått skade. Likt for disse 6 glassene er at de tilhørte gruppen av glass som ble varmet opp til 80°C ($p < 0,05$), og alle var overflatebehandlet ($p < 0,05$).

Det ble ikke registrert temperaturskader i det første av de fem intervaller av temperaturforsøkene. I det andre intervallet av temperaturforsøket ble ett glass registrert med skade, denne skaden er lokalisert perifert på glassets bakside. Tredje og fjerde intervall i temperaturforsøket viser ingen videre skader. I femte og siste intervall i forsøket ble det registrert fem nye skader. Alle disse skadene er lokalisert perifert, to på glassets forside og fire på glassets bakside.

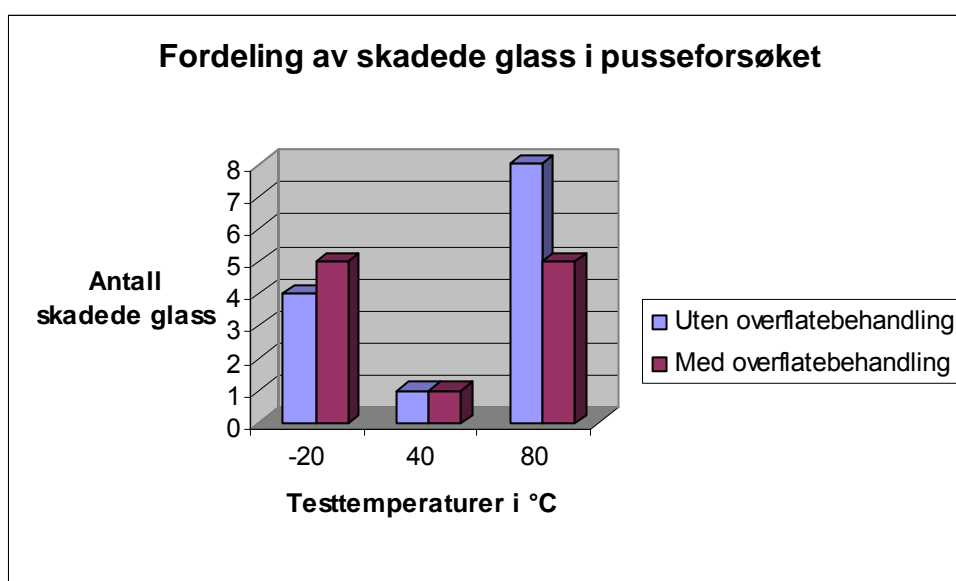


Graf 1: Fordeling av skadede glass i temperaturforsøket.

På de glassene som fikk påvist varmeskade, lå krakeleringen hovedsakelig perifert. På de to glassene hvor det var tydeligst krakelering sees det tynne nesten rette striper i ulike retninger. Mønsteret som disse strekene danner, kan minne om et krokodillemønster. Mellom strekene i mønsteret er det klare områder. Det var stor variasjon i synlighet og størrelse på krakeleringen. De resterende glassene med krakelering hadde et finere nettverk av streker som det var vanskeligere å skille fra hverandre. Mønsteret som disse strekene danner var så fint og tett at det

nesten ble en skyggefølelse eller grålig tone på glasset.

Av de 288 glassene ble 144 pusset. Vi registrerte pusseskade på 24 av disse 144 med en fordeling der 9 glass tilhørte -20°C -forsøket, 2 glass tilhørte 40°C -forsøket og 13 glass tilhørte 80°C . Fordelingen mellom overflatebehandlede og ubehandlede glass blant de 24 glassene med pusseskader, var at 11 hadde overflatebehandling og 13 var uten. 22 av de 24 glassene hadde pusseskade sentralt, 2 hadde pusseskade perifert, 14 hadde pusseskade på glassets forside og 10 hadde pusseskade på glassets bakside.



Graf 2: Fordeling av skadede glass i pusseforsøket

Det er ikke funnet pusseskader på de glassene som tidligere i forsøket ble registrert med temperaturslitasje. På grunn av at kun 3 glass av de 6 temperaturskadede glassene ble pusset, kan vi ikke si noe om sammenhengen mellom pusseskader etter temperaturpåkjenninger. Det ville vært mulig å trekke en konklusjon dersom flere glass ble temperaturskadet, da ville antakelig også flere av disse blitt pusset og vi kunne sett en statistisk riktig sammenheng.

Slitasje på brilleglass med og uten overflatebehandling i forhold til naturlige temperaturpåkjenninger som brilleglass kan utsettes for
2008

Tabell 2: Oversikt over glass med registrert slitasje.

Glass nr	Varmeslitasje gradering/lokalisering				Pusseslitasje	
	-20°	40°	80°	Lokalisering	Grad	Lokalisering
7					2	Sentralt/bak
9					2	Sentralt/foran
12					2	Sentralt/bak
17					2	Sentralt/foran
18					3	Sentralt/foran
19					2	Sentralt/bak
25					2	Sentralt/bak
45			2	Bak/perifert		
49					3	Sentralt/foran
53					2	Sentralt foran
54					2	Sentralt/foran
61					2	Sentralt/foran
63			3	Perifert/bak		
72					2	Perifert/bak
73					2	Sentralt/bak
79					2	Sentralt/bak
90					2	Sentralt/foran
91					2	Sentralt/bak
101					2	Sentralt/foran
110					2	Sentralt/bak
119					2	Perifert/foran
120					2	Sentralt/foran
127					2	Sentralt/bak
132					2	Sentralt/foran
135			2	Perifert/bak		
143					2	Sentralt/foran
144					2	Sentralt/foran
207			2	Perifert/bak		
223			3	Perifert/foran/ bak		
241			3	Perifer/foran		

Diskusjon

Resultater

Forventet skade på glassene var i form av krakelering av overflatebehandlingen ved oppvarming, og pusseslitasje ved pussing. Seks glass fikk varmeskade, de var alle med i 80°C forsøket og alle hadde overflatebehandling. Disse seks glassene utgjør 2,1 % av alle glassene i forsøket (288 glass), og de utgjør 12,5 % av glassene med overflatebehandling i 80°C forsøket. Ingen av glassene tok skade i den første oppvarmingsrunden, men jo flere runder vi kjørte jo flere glass ble skadet. Det kan derfor se ut som om at når et glass gjentatte ganger blir utsatt for svært høy temperatur så tåler det mindre enn om det bare blir utsatt for dette en gang. Vi har allikevel ikke mulighet til å si noe om eventuelle svekkelser et glass har i fremtiden etter at det har blitt utsatt for slik ekstrem temperatur enten det får en umiddelbar skade eller ikke.

Alle seks varmeskadene er lokalisert perifert. Dette kan tyde på at glasset har fått en svekkelse etter sliping, brekking av kant eller gravering som gjør at det lettere oppstår krakelering der. Glassene ble gravert på baksiden, så kun de fire skadene som oppstod på glassets bakside kan ha sammenheng med graveringen. Svekkelser som følge av innslipingsprosessen er meget relevant ettersom dette er en prosess alle brilleglass gjennomgår. I motsetning til våre testglass settes disse inn i en innfatning. Hvor stram innfatningen er, samt om den er av plast eller metall har trolig innvirkning på varmeskader som oppstår som følge av for høy temperatur. Resultatene viser at glass med overflatebehandling kan ta skade når vi utsetter dem for temperatur på 80°C. Ingen av glassene uten overflatebehandling fikk skade etter 80°C forsøket så de tåler trolig denne påkjenningen. Det er heller ikke sannsynlig at et glass uten overflatebehandling vil kunne få den typiske krakeleringen som overflatebehandlede glass får. Dette fordi de ikke har ulike belegg på overflaten som kan beveges i forhold til hverandre. Resultatene bygger opp under generelle anbefalingene om at man bør være forsiktig med å utsette glass som har overflatebehandling for varme. Essilor opererer med makstemperatur på 60°C for plastglass (Produkt og priskatalog 2007), og Sentralslip oppgir at organiske glass med 1,5 indeks krakelerer ved ca 70°C. Ingen av glassene i 40°C forsøket fikk noen varmeslitasje, og vi kan derfor anta at glass både med og uten overflatebehandling trolig tåler å bli utsatt for en temperatur på 40°C. Glassene i -20°C forsøket fikk heller ikke noen skade, så både glass med og uten overflatebehandling tåler trolig å skifte mellom -20°C og romtemperatur.

Av de 24 glassene med pusseslitasje er 11 med overflatebehandling og 13 uten. Hovedprosjektet "Toleransegrenser for ulike overflatebehandlinger på brilleglass med hensyn til de vanligste renholdsmetodene blant brillebrukere" konkluderte med at avanserte overflatebehandlinger bestående av flere lag får lettere pusseslitasje enn enklere overflatebehandlinger. De har ikke sett på sammenhengen mellom overflatebehandlede glass og ubehandlede glass, så det blir vanskelig å bruke deres konklusjon for å forklare våre resultater. Fordelingen mellom pusseskadede glass med og uten overflatebehandling er relativ lik, og statistisk kan vi ikke si at det er noen forskjell her.

Når det gjelder fordelingen av glass som er skadet i forhold til hvilket testforsøk de har vært i kan vi si at det er færrest skader på 40°C forsøket, kun 2 av 24 glass. Forsøkene med -20°C og 80°C har en mer lik fordeling, der 9 glass ble skadet fra -20°C forsøket og 13 glass ble skadet fra 80°C forsøket. Glass som har blitt utsatt for 40°C ser ikke ut til å bli svekket i forhold til pusseprosessen. De glassene som ble utsatt for -20°C og 80°C, er i forhold til 40°C mer utsatt for pusseslitasje enn om de ikke hadde blitt utsatt for disse ekstreme temperaturene.

Det er ikke funnet pusseskader på de glassene som tidligere i forsøket ble registrert med temperaturslitasje. Vi kan allikevel ikke konkludere med at det ikke er noen sammenheng mellom pusseskader og temperaturpåkjenninger. Dette fordi kun 3 av de 6 skadede glassene etter temperaturforsøket ble pusset, og det er for få glass til at vi skal kunne stadfeste noe statistisk.

Diskusjon rundt momenter i forsøket

Det ble søkt om glass fra seks ulike leverandører, da vi ville ha en bredde av glass å teste. Vi mottok glass fra tre ulike glassleverandører, og dette var nok glass til at forsøket ble statistisk riktig. De forskjellige glassprodusenter har ulike løsninger på overflatebehandlingene sine, og det finnes ulike metoder å påføre dette på. Disse metodene var ukjente for oss når vi startet opp prosjektet, så vi valgte å søke etter glass med overflatebehandling som inneholdt både herding, antirefleks og glatt overflate. Dette sikret oss at glassene i forsøket var mest mulig sammenlignbare så langt det lot seg gjøre i forhold til at vi benyttet ulike produsenter. Vi ønsket å utføre forsøkene i prosjektet som en blindtest, men siden noen av glassene ble levert med inngravert produksjonsmerke var ikke dette fullt ut mulig.

Alle glassene har gått gjennom en prosess som tilsvarer innslipingsprosessen som foregår ute i butikkene; blokking, sliping, brekking av kant og pussing. Denne prosessen sikrer at glassene får en

reell påvirkning som kan sammenlignes med det alle glass får før de blir satt inn i en innfatning. En slipemaskin ble benyttet på samtlige glass i forsøket. Dette ble gjort for å unngå at variasjoner mellom ulike slipemaskiner fører til forskjellig påvirkning av glassene. Brillen utsettes for en aldriingsprosess i løpet av deres levetid. Et laboratorieforsøk bør ideelt sett inneholde noe aldriing, enten ekte eller kunstig. Eksempler på kunstig aldriingsprosess er; økt temperatur, økt luftfuktighet, kjemisk eksponering og UV eksponering (Walls og Spencer 2000). Med hensyn til tid og resurser har vi ikke hatt muligheten til å utsette glassene for kunstig aldriing. Ekte aldriing var heller ikke mulig siden vi benyttet nye glass og prosjektet hadde en kort tidsramme.

Temperaturen under varmforsøkene varierte mellom +/- 2°C ved 80°C forsøket og +/- 1°C ved 40°C forsøket. Denne temperatursvingningen har trolig oppstått når vi åpnet døren for å skifte brett samt at brettene var romtempererte når vi satte dem inn. Dette betyr at glassene ikke har hatt helt like forhold under denne delen av forsøket. Det ble benyttet tidtaker på intervallene så alle glassene har hatt like lange perioder inne og ute av ovnen.

I fryseforsøket lånte vi et fryserom i kantina på HiBu Kongsberg. Dette rommet holdt en temperatur på -21°C, men vi må ta forbehold om at døren kan ha blitt åpnet i løpet av den tiden glassene stod inne. Dette muliggjør for at det kan ha vært en liten temperaturvariasjon også i dette forsøket. Glassene lå i en lufttett boks da dette var et hygienekrav fra kantinen.

Pussemaskinen pusser bare en side av glassene og den kan derfor ikke være årsak til pusseslitasjen som har kommet på baksiden av 10 av de 24 glassene med pusseslitasje. Disse slitasjene kan ha oppstått når glassene har blitt behandlet av oss, enten når vi tok dem inn og ut av maskinen, når vi skiftet plass på dem eller når den personen som utførte graderingen pusset over dem før de ble sjekket i kontrollampen. Alle glassene ble kjølt ned før de ble pusset. Glassene har blitt behandlet av oss når vi har flyttet dem rundt på de ulike postene og når vi graderte dem. All denne behandling utsetter glassene for slitasje samtidig som det er naturlig at et glass blir håndtert av brillebruker. Ved graving og gradering ble det benyttet hansker for å skåne glassene. Vi har ikke tatt på og skiftet plass på glassene mer enn det som var nødvendig for å utføre forsøket, de har heller aldri ligget med fremsiden ned.

Vi benyttet de samme graderingsskjemaene som vi benyttet under pilotprosjektene. På disse skjemaene står det oppført at vi skal måle krumning før og etter oppvarming, men dette gikk vi bort fra i hovedforsøket på grunn av resultatene i pilotforsøket. Vi så bort ifra dette

feltet, på graderingsskjemaet, når vi utførte forsøket. Det var en og samme person som utførte graderingen av alle glass for å sikre lik evaluering.

Alle resultatene fra forsøket ble lagt inn i databehandlingsprogrammet SPSS. To personer utførte denne oppgaven, en plottet inn data mens den andre leste opp, og til slutt ble all data dobbelsjekket. Dette sikret at vi unngikk inntastingsfeil og at feil skjema ble plottet inn på feil identifikasjonsnummer.

I utgangspunktet hadde vi sett for oss at det skulle bli flere glass med varmeskade. Ved å ha en kontrollgruppe med glass som ikke ble pusset, kunne vi sammenligne glass med varmeskade og pusseslitasje opp mot glass som kun fikk varmeskade. I og med at vi kun fikk seks glass med varmeslitasje var det ikke mulig å bruke kontrollgruppen slik som vi hadde tenkt, fordi dette er for få glass til å sikre statistisk riktig resultat.

Konklusjon

Målet med prosjektet var å finne ut i hvilken grad brilleglass og overflatebehandling tar skade av temperaturpåkjenninger og pusseslitasje. For å komme frem til de temperaturene vi har brukt har vi forhørt oss med glassleverandørene hva glassene skal tåle, vi har undersøkt hva glass teoretisk sett kan bli utsatt for blant brillebrukere og vi har utført pilotforsøk.

Forsøket viser at alle glassene som fikk en temperaturskade var varmet opp til 80°C og hadde overflatebehandling. Ut fra dette konkluderer vi med at brilleglass ikke tar skade av den normale temperaturpåkjenningen de daglig kan bli utsatt for, det vil si temperaturer fra -20°C til 40°C. Dersom brilleglass med overflatebehandling blir utsatt for ekstreme temperaturer på 80°C tar så mange som 12,5 % av disse glassene skade av dette. Vi hadde for få resultater med både temperaturslitasje og pusseslitasje til å kunne trekke noen konklusjon om glass som har fått en temperaturskade lettere får skade ved pussing.

Etterord

En spesielt stor takk til:

- Hoya Lens Norway AS
- Rodenstock Norge AS
- Sentralslip AS

For generøs sponning av glass til forsøket, samt hjelp, råd og positive tilbakemeldinger.

Vi takker også:

- Brilleland AS

Kristina Berggaard Breili, Ane Evensen, Anne Myklebust, Tone Svella,
Norunn Turtveit, Marte Ølnes (2008)

Slitasje på brilleglass med og uten overflatebehandling i forhold til naturlige temperaturpåkjenninger som brilleglass kan utsettes for
2008

- Essilor Norge AS
- Tor Martin Kvikstad, førstelektor ved Høgskolen i Buskerud
- Jan Richard Bruenech, Professor og Prodekan ved Høgskolen i Buskerud
- Ansatte ved Sibü café, Kongsberg

For sponning, støtte og hjelp som gjorde det mulig for oss å gjennomføre vårt optotekniske hovedprosjekt 2008.

Kristina Berggaard Breili, Ane Evensen, Anne Myklebust, Tone Svela,
Norunn Turtveit, Marte Ølnes (2008)

Referanser

- Albrigtsen, Ø., Bjørkhaug, J. I., Haukaas, M., Kolden, K. M., Nematollahi, J., Norris, S. M. L., Sjøquist, J. I. (2007) *Toleransegrenser for ulike overflatebehandlinger på brilleglass med hensyn på de vanligste renholdsmetodene blant brillebrukere*. Høgskolen i Buskerud avdeling for optometri og synsvitenskap, Kongsberg.
- A/S Norske Shell (2006, Juli 3). Om å kjøre en "cool" bil. A/S Norske Shell. Lokalisert 9. april 2008 på verdensveven: http://www.shell.com/home/PrintFramework?siteId=no-no&FC3=/home/no-no/html/iwgen/news_and_library/nyheter/2006news/cool_bil_030706.html
- Essilor International (1997) *Ophthalmic optics files – "Coatings"*.
- Freeman, M. H., Hull, C. C. (2003) *Optics*, eleventh edition, Butterworth Heinemann, Oxford. ISBN: 0 7506 4248 3
- Fremmedordbok (1981) *Kunnskapsforlagets blå ordbøker*, Oslo, Norway. ISBN: 82-573-0069-1
- Jalie, M., (2008), *Ophthalmic lenses and dispensing*, third edition, Elsevier Butterworth Heinemann, Oxford. ISBN: 9780750688949
- Produkt og priskatalog (2007) Essilor Norge.
- Standard Norge. (2005) *Øyeoptikk : Ikke randslippte ferdige brilleglass : Del 5: Minstekrav til overflater på brilleglass som hevdes å være slitesterke (ISO 8980-5:2005)*. Lysaker: Pronorm. (Norsk Standard NS-EN; 8980-5)
- Walls, M., Spencer, A.G. (2000) Hard coating and the durability of anti-reflection coating, *Optical World*, April 2000

Vedlegg 1

Søkeord

Ved innsamling av fagstoff til dette hovedprosjektet ble det benyttet ulike søkemotorer på internett, med disse søkeordene:

Coating + crazing + spectacle lenses

Coating + crocodiling + spectacle lenses

Coating + cracking + spectacle lenses

Crazing + spectacle lenses

Crocodiling + spectacle lenses

Cracking + spectacle lenses

Crazing + coating

Crocodiling + spectacle lenses

Cracking + spectacle lenses

Brilleglass + krakelering + overflatebehandling

Brilleglass + krakelering

Krakelering + overflatebehandling

Coating + spectacle lenses + temperature

Spectacle + coating + temperature

Crazing + behavior + coating + spectacle lenses

Vedlegg 2

Skjema over gradering av brilleglass:

KLASSIFISERING AV FUNN Glass:.....

Overflatebehandling:.....

Krumning: Før.....Etter.....

Temperatur v/ oppvarming:.....

Pusseslitasje:

-Grad 1 2 3 4
-Lokalisering Sentralt Perifert Foran Bak

Temperaturslitasje

Forsøk	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Grad					
Lokalisering					

Anmerkninger:

Konklusjon:

Sign/dato:

Vedlegg 3

Graveringsstabell ligger som egen fil på CD:

V_tabell_3

Vedlegg 4

Forskningsprotokollen ligger som egen fil på CD:

V_forskningsprotokoll_4

Vedlegg 5

Alle data fra SPSS ligger på egen CD:

V_data_5 og **V_analyse_5**.

Slitasje på brilleglass med og uten overflatebehandling i forhold til naturlige temperaturpåkjenninger som brilleglass kan utsettes for
2008

Vedlegg 6

Regnskap ligger på egen fil på CD:

V_regnskap_6