



Beständighet mot slitage hos skrift på papper med olika egenskaper

Marie Louise Samuelsson

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Abstract

Resistance to wear of recording on papers with various properties

Permanent paper shall have an alkali reserve corresponding to at least 2 % calcium carbonate. Papers produced nowadays have often higher contents, approx. 20 % or more. Experience of the influence of such high contents on the permanence of print on paper in the long run is lacking.

In this project the resistance to wear of print on nine uncoated papers with calcium carbonate contents, from 2 up to 23 %, and with surface roughness (Bendtsen) from 40 to 400 has been investigated. In addition, two coated papers have been used.

Before printing, one set of the papers was kept at 90 °C and 50 % RH for 6 days.

Printing was produced with five copying machines/laser printers which had been shown to produce prints with different resistance to wear. Prints were prepared on paper kept at 23 °C only and on paper that was first kept at 90 °C and 50 % RH for six days. The papers with print were then kept at 23 °C and at 50 °C for 2 and 4 months before testing the wear resistance.

The prints were tested in accordance with ISO 11798, with some modifications.

The results showed that

- storage of the prints at 50 °C during up to four months did not give any general change of the resistance to wear neither to the better or to the worse as compared to prints kept at 23 °C
- prints on the coated papers had better resistance to wear than prints on most of the uncoated papers
- prints on uncoated papers with low surface roughness had, in some cases, somewhat better resistance to wear than prints on paper with high surface roughness
- the resistance to wear of prints on paper with high contents of calcium carbonate did not differ from prints on paper with low contents

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2007:32
ISBN 978-91-85533-92-3
ISSN 0284-5172
Borås 2007

Innehållsförteckning

Abstract	2
Innehållsförteckning	3
Förord	4
Sammanfattning	5
1 Uppdraget	6
2 Papper för undersökningen	7
2.1 Förstudie	7
2.2 Val av papper för fortsatt undersökning	7
2.3 Egenskaper hos papperen	7
3 Accelererad åldring	9
3.1 Förvaring av papper före skriftframställning	9
3.2 Åldring av papper med skrift	9
4 Utvärdering av beständighet mot nötning	10
5 Skrift	11
5.1 Provens utseende	11
5.2 Kopiatorer och skrivare	12
6 Utvärdering	13
6.1 Kraftig nötning	13
6.2 Mindre nötning	13
6.3 Kommentarer	14
7 Resultat	15
8 Papperets inverkan på skriftens beständighet mot nötning	20
8.1 Papperets ytegenskaper	20
8.2 Papperets halt av kalciumkarbonat	23
8.3 Papperets mekaniska styrka	25
9 Sammanfattning	27
10 Förvaring av papper med skrift vid 90 °C	28
Bilagor	
Bilaga 1 Förstudie	
Bilaga 2 Resultat utrustning A	
Bilaga 3 Resultat utrustning B	
Bilaga 4 Resultat utrustning C	
Bilaga 5 Resultat utrustning D	
Bilaga 6 Resultat utrustning E	

Förord

Riksarkivet anger i sina författningar att handlingar som skall långtidslagras skall skrivas på papper som uppfyller kraven i standarden SS-EN ISO 9706 för åldringsbeständigt papper. För handlingar där det även ställs krav på fysisk styrka skall papper som uppfyller standarden SS-ISO 11108 för arkivbeständigt papper användas.

Bland kraven i standarderna för åldringsbeständigt och arkivbeständigt papper anges en nedre gräns för alkalireserv som motsvarar minst 2 % kalciumkarbonat för att tillgodose papperets kemiska stabilitet. Utvecklingen har gått mot att man idag tillverkar papper med högre halter av kalciumkarbonat, eller annat ämne med samma funktion, som då ersätter pappersfibrer. Därvid uppstod frågan om denna utveckling skulle kunna påverka papperets yta och därmed dess förmåga att behålla den skrift som det bär.

Då inga undersökningar gjorts som studerat problemet, beställde Riksarkivet en sådan av SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. Föreliggande rapport redovisar resultatet av denna undersökning.

Jonas Palm
Arkivråd
Riksarkivet

Sammanfattning

Åldringsbeständigt papper skall ha en alkalireserv som motsvarar minst 2 % kalciumkarbonat. Dagens papper innehåller ofta betydligt högre halter, ca 20 % eller mer. Erfarenhet av hur så höga halter inverkar på beständigheten hos skrift på papper under lång tid saknas.

I detta projekt har beständigheten mot slitage undersökts för skrift framställd på nio obestrukna papper med olika halt av kalciumkarbonat, från 2 till ca 23 %, och med ytråhet (Bendtsen) från 40 till 400. Dessutom har två bestrukna papper ingått i undersökningsmaterialet.

Före framställning av skrift förvarades en uppsättning av papper vid 90 °C och 50 % RH under 6 dygn.

Skrift framställdes med fem kopiatorer/laserskrivare, som visat sig ge skrift med olika beständighet mot nötning, på papper som förvarats enbart vid 23 °C och papper som först förvarats vid 90 °C. Papper med skrift förvarades därefter vid 23 °C och vid 50 °C under 2 respektive 4 månader före undersökning av beständighet mot nötning.

Skriften nöttes enligt ISO 11798, med vissa modifieringar.

Resultaten visade att

- förvaring av skrift vid 50 °C under upp till 4 månader inte medförde någon generell försämring eller förbättring av skriftens beständighet mot nötning
- skrift på de två bestrukna papperen hade bättre beständighet mot nötning än skrift på flertalet bestrukna papper
- skrift på obestruket papper med låg ytråhet hade i en del fall något bättre beständighet mot nötning än skrift på papper med råare yta
- skriftens beständighet mot nötning på papper med hög halt kalciumkarbonat skiljer sig inte från skrift på papper med låg halt kalciumkarbonat

1 Uppdraget

Papper skall innehålla minst motsvarande 2 % kalciumkarbonat¹ (krita) för att betraktas som åldringsbeständigt. Tendensen har gått mot allt högre halter och många papper innehåller idag mer än 20 %. Har detta någon inverkan på skriftens beständighet? Förändras sådant papper på ett annat sätt än papper med lägre halt kalciumkarbonat? Finns det någon övre gräns för halten kalciumkarbonat där skriftens beständighet försämras?

Beständighet mot nötning hos nyframställd skrift från skrivare och kopiatorer utvärderas enligt standarden ISO 11798 men vad händer med tiden? Försämras skriftens beständighet eller blir den bättre?

Syftet med detta projekt var att studera beständigheten mot slitage hos åldrad skrift, framställd med kopiatorer och skrivare av typen laserskrivare, på papper med olika egenskaper.

Uppdraget omfattade utvärdering av papper med olika hög halt av kalciumkarbonat och

- skrift med olika ursprunglig beständighet mot nötning
- skrift efter åldring
- skrift framställd på åldrat papper

¹ Kalciumkarbonat är den vanligaste tillsatsen i åldringsbeständigt papper men också andra tillsatser t.ex. magnesiumkarbonat förekommer.

2 Papper för undersökningen

Planen var att jämföra skrift framställd på papper med olika hög halt av kalciumkarbonat:

- låg halt av kalciumkarbonat, ca 6 %
- medelhög halt av kalciumkarbonat, ca 20 %
- hög halt av kalciumkarbonat (35 – 40 %)

Riksarkivets kravspecifikation för papper från 1991 anger att papper inte får vara bestruket. I standarden ISO 9706 från 1994 sägs dock inget om bestrykning och Riksarkivet har nu accepterat ISO 9706 som gällande krav.

2.1 Förstudie

I en förstudie till detta projekt, som redovisas i bilaga 1, konstaterades att papperets yttjämnhet/ytråhet har betydelse för skriftens egenskaper. Valet av papper kom därför att styras dels av halten kalciumkarbonat och dels av papperets ytegenskaper. Även bestrukna papper ingår därför i undersökningen.

2.2 Val av papper för fortsatt undersökning

Obestruket papper med mycket hög halt av kalciumkarbonat, ca 40 %, har inte gått att få tag på. Det går att tillverka sådant papper men tillverkningen är inte problemfri eftersom papper blir svagare när fibrer ersätts av fyllmedel, t.ex. kalciumkarbonat. Den högsta halten fyllmedel i obestruket papper som vi har kunnat hitta är ca 24 %.

Bestruket papper finns med drygt 40 % fyllmedel och pigment. Bestrykningen finns på ytan på båda sidor av papperet.

Obestruket papper finns med jämn och ojämn yta. Båda typerna ingick i undersökningsmaterialet.

2.3 Egenskaper hos papperen

Uppgifter om papperens egenskaper har samlats in från tillverkare, grossister och från några andra källor. Urvalet av papper begränsades delvis av att många intressanta papper inte finns tillgängliga i A4-format.

De papper som användes för fortsatt undersökning representerar

- olika halt kalciumkarbonat
- bestruket/obestruket
- starka och svaga
- olika ytråhet

Egenskaperna summeras i nedanstående tabell.

Enbart åldringsbeständigt/arkivbeständigt papper användes.

Nr	ytvikt (g/m ²)	bestruket	halt fyllmedel och pigment (%)	ytråhet Bendtsen (ml/min)	ytjämnhet PPS (µm)	viktal M/T
1	80	nej	8	200 - 300		400/200
2	90	ja	40		2	200/45
3	90	nej	23	40	4	110/40
4	80	nej	22	130		125/15
5	80	nej	23	230		70/15
6	80	nej	22	160		30/10
7	90	nej	18	300		55/15
8	80	nej	15	350		70/50
9	100	ja	40		1,9	100/50
10	90	nej	17	50		140/85
11	80*	nej	2	400		600/300

*Papperet är tillverkat 1992.

Kommentarer till tabellen

Ytvikt är massan i gram av ett ark med arean 1 m².

Bestruket papper har belagts med ett skikt, som består av ett mineralämne, bindemedel och mindre mängd av andra tillsatsmedel, för att förändra papperets ytegenskaper. De två bestrukna papperen här innehåller kalciumkarbonat i bestrykningen.

Fyllmedel är tillsatser i papper. Det kan finnas olika typer av tillsatser men i huvudsak utgörs tillsatserna i papperen i denna undersökning av kalciumkarbonat.

Ytråhet är ett mått på hur mycket ytan hos papperet avviker från en absolut slät yta. Det finns flera metoder för att mäta den och ytråhet enligt Bendtsen är den vanligaste metoden i Sverige. Yttjämnhet är motsatsen till ytråhet. För papper med mycket jämn ytstruktur mäter man ofta ytjämnhet enligt Parker Print Surf, PPS .

Viktal är antalet dubbelvikningar som behövs för att brott skall inträffa vid vissa standardiserade betingelser. Viktalet är ett mått på papperets styrka när det gäller slitage. M är papperets maskinriktning, d.v.s. den riktning som sammanfaller med pappersbanans längdriktning vid tillverkningen. T är riktningen vinkelrät mot M.

3 Accelererad åldring

För att kunna förutsäga vad som händer på sikt behöver man skynda på de reaktioner som sker under "normala" förhållanden. De flesta reaktioner går snabbare ju högre den omgivande temperaturen är. En vanlig metod för att påskynda reaktionerna är att förvara material vid temperaturer över den normala användningstemperaturen. Man måste dock alltid försäkra sig om att temperaturen vid den accelererade åldringen inte är så hög att förändringar i materialet skiljer sig från dem som sker vid "normal" temperatur. En gräns som inte bör överskridas är materialets glasomvandlingstemperatur, T_g , (jfr SP Rapport 2006:39, avsnitt 3). T_g kan ligga nära 50 °C.

Man bör alltså inte efterlikna det som händer med skriften i "naturlig miljö" genom att förvara dokument vid t.ex. 90 °C, en temperatur som ofta används för att förutsäga ändringar i papperets egenskaper. Tonern som bygger upp bilden kan förändras vid högre temperatur än ca 50 °C och kan då få egenskaper som avviker från de normala.

Med 50 °C som maximal temperatur skulle man behöva förvara prov under många år för att kunna förutsäga vad som kommer att hända på mycket lång sikt.

3.1 Förvaring av papper före skriftframställning

Papper förvarades före skriftframställning vid 23 °C och 50 % RH (relativ luftfuktighet) eller vid 90 °C och 50 % RH i 6 dygn.

3.2 Åldring av papper med skrift

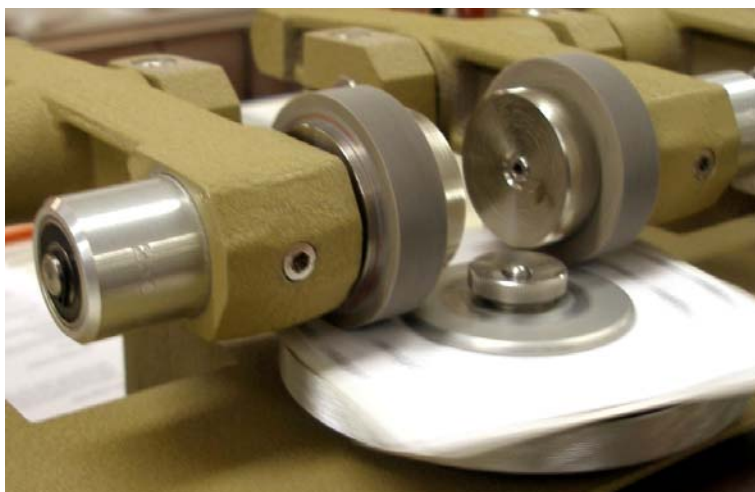
Skriftproven konditionerades vid 23 °C och 50 % RH och inneslöt därefter i laminerade flerskiktspåsar. Papperen placerades "löst" i påsarna utan belastning.

Proven förvarades vid 50 °C under två respektive fyra månader.

Dessutom förvarades papper med skrift vid 90 °C och 50 % RH under sex dygn för att illustrera det som händer när tonerns T_g överskrids.

4 Utvärdering av beständighet mot nötning

Skriftens beständighet mot nötning utvärderades med utrustning enligt SS-ISO 11798, avsnitt 6.6. Provet placeras på en plan skiva som roterar kring en vertikal axel. Två nötande hjul drivs att rotera av det rörliga provet. Genom att belasta hjulen olika eller använda hjul med olika starkt nötande verkan kan effekten av nötning varieras.



Den nötande effekten hos nötningshjul tillverkade vid olika tillfällen kan vara olika. För att få samma nötning används linjer dragna med ett referensbläck på provet som en ”inre referens”. Vid provning nöts prov och referens samtidigt och nötningen pågår tills bläcklinjerna nöts så att 80 – 85 % av linjerna återstår, mätt som linjernas ljusabsorption. Denna nötning kallas ”kraftig nötning” i rapporten. Antalet varv för att nå denna nivå bestäms. Nötning av provets linjer utvärderas i relation till nötningen av bläcklinjerna.

Ytterligare en nötning, ”mindre nötning”, görs där skrift nöts betydligt mildare, 25 % av antalet varv enligt ovan. Skriften granskas visuellt med avseende på defekter hos skriften.

Vid provning enligt SS-ISO 11798 skall det använda papperet vara så starkt att pappersfibrerna inte slits bort vid nötningen. Några av de papper som ingick i projektet är så känsliga för slitage att de inte bör användas för provning.

SS-ISO 11798 anger krav för acceptans. Detta projekt har en annan inriktning. Här jämförs skrift på papper med olika egenskaper. Vissa avsteg från standarden har därför gjorts. Linjer med referensbläck har inte använts och alla prov har nöts med samma utrustning och tillbehör och samma antal nötningsvarv.

Vid denna undersökning nöts proven 132 varv vid kraftig nötning och 33 varv vid mindre nötning.

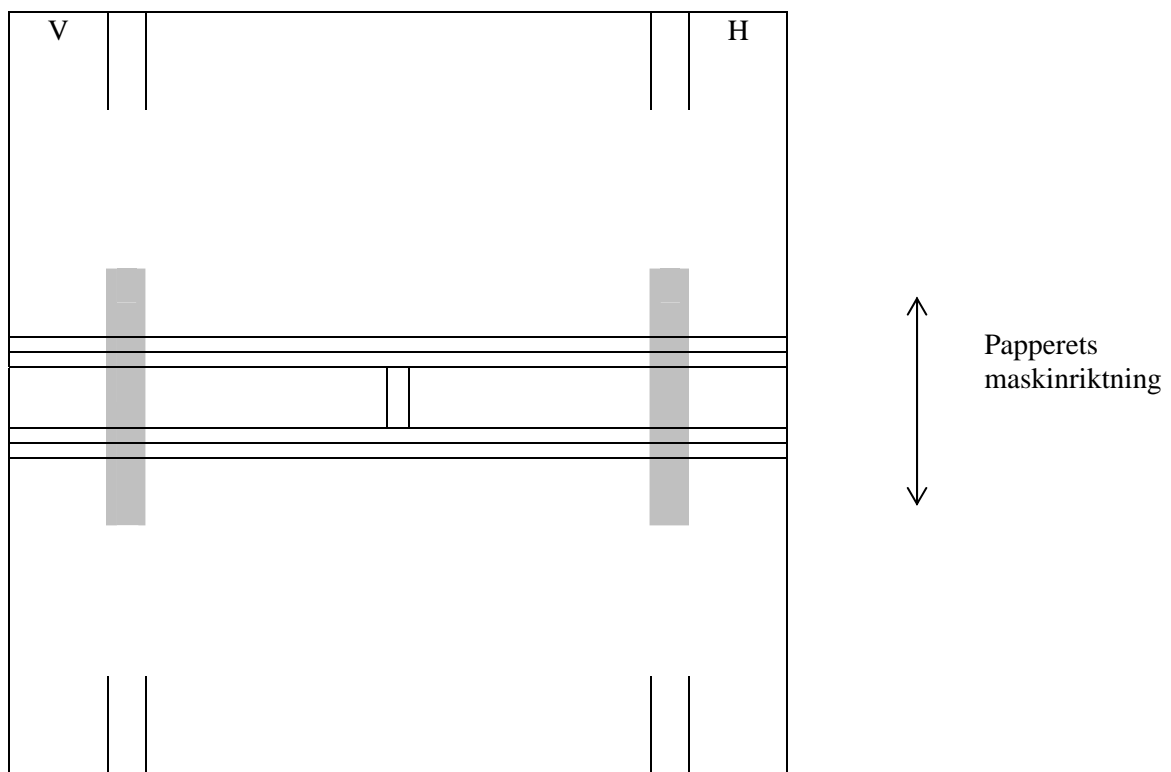
5 Skrift

5.1 Provens utseende

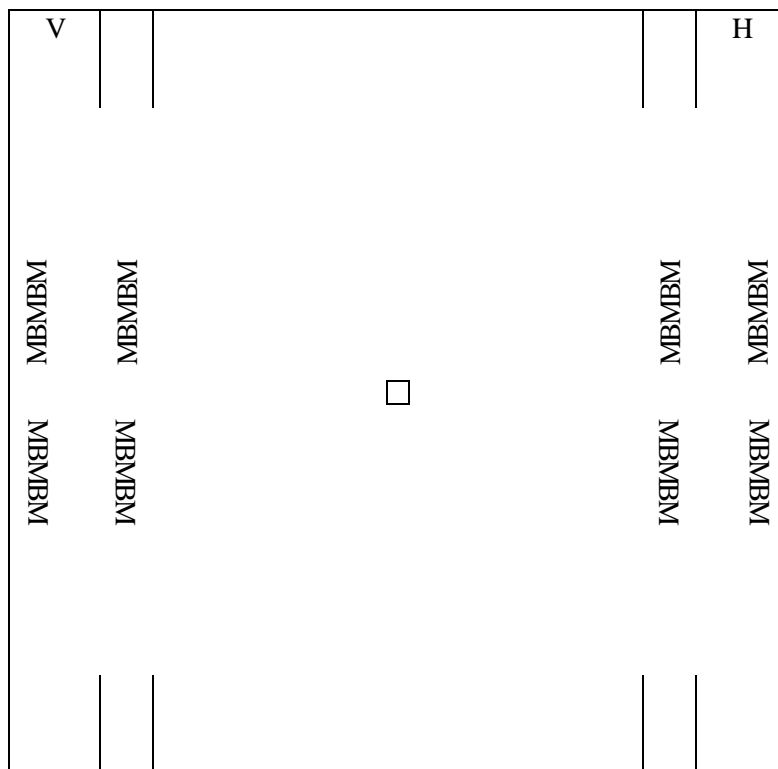
Två typer av prov användes, ett för nötning av linjer och ett för nötning av skrivtecken.

Provens utseende är anpassat till den utrustning som används för nötningen. Provet nöts i en cirkelformad bana som innefattar de gråmarkerade fälten (markeringen finns inte på verkliga prov). Linjerna eller tecknen vid sidan av det nötta området används vid utvärdering av inverkan av nötningen.

Bilden nedan visar utseende av prov som används vid utvärdering av kraftig nötning.



Nedanstående bild används vid provning av mindre nötning



Kraftig nötning och mindre nötning mäter två typer av effekter

- Kraftig nötning visar hur mycket som finns kvar efter kraftigt slitage och undersöks på tunna linjer, ca 0,25 mm.

- Mindre nötning visar effekten av måttligt slitage på tecken med detaljer av olika tjocklek. Defekter visar sig i form av flagnig av tecknen.

Exempel på effekten av kraftig respektive mindre nötning finns i avsnitt 6.

5.2 Kopiatorer och skrivare

Kopiatorer och laserskrivare valdes ut efter en förstudie som hade som syfte bl.a. att hitta utrustningar där skrift på papper med olika egenskaper hade olika beständighet mot nötning (bilaga 1).

Skrift från de fem utrustningar som valdes gav skrift som uppförde sig olika vid nötning:

- ingen eller knappt synlig defekt på linjer och tecken
- linjerna nötta vid kraftig nötning men ingen eller liten effekt vid mindre nötning
- linjerna något nötta vid kraftig nötning men tecknen flagar mycket vid mindre nötning

6 Utvärdering

Utvärderingen gjordes genom visuell bedömning och utfördes av två vana bedömare var för sig och tillsammans.

I stället för att mäta hur mycket av linjerna som nötts bort framställdes referensmaterial med olika omfattning av slitage för den visuella jämförelsen.

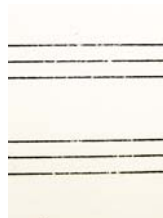
6.1 Kraftig nötning

Linjerna granskades med avseende på hur mycket av linjerna som återstod:

- 5 = oförändrad eller något försvagad
- 4 = några defekter, max 10 % av linjerna är bortnötta
- 3 = 20 – 30 % av linjerna är bortnötta
- 2 = 30 – 50 % av linjerna är bortnötta
- 1 = mindre än 50 % av linjerna finns kvar



Betyg: 4



Betyg: 3



Betyg: 2

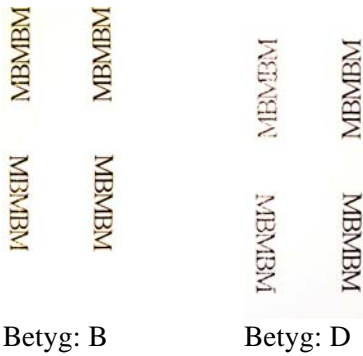


Betyg: 1

6.2 Mindre nötning

Skriften granskades med avseende på defekter. Följande bedömning användes:

- A = skriften är oförändrad
- B = enstaka defekter
- C = ca 10 defekta tecken
- D = försvagning och/eller många defekter
- E = mindre än 50 % kvar



6.3 Kommentar

Avsikten i ISO 11798 är att utvärdera *skriftens* egenskaper, inte egenskaper hos kombinationen av papper och skrift. För att åstadkomma detta används en ”inre referens” bestående av linjer dragna med ett referensbläck. Enligt standarden styrs nötningens omfattning av hur mycket bläcklinjerna nöts ned. Antalet nötningscyklar skiljer sig åt för olika papper.

Det går inte att använda resultaten från denna undersökning för att utvärdera om en utrustning uppfyller kraven enligt ISO 11798. Alla dokument har nöts precis lika mycket oberoende av papperets egenskaper och beständigheten hos bläcklinjer. Vid provning i enlighet med standarden skulle nötningen ha varit mer omfattande för några papper och mindre för andra. En grov uppskattning är att kraven ligger på den nivå, som fått betyget ca 2,5 för kraftig nötning i detta projekt och något bättre än B för mindre nötning.

7 Resultat

Samtliga resultat redovisas i bilagorna 1 – 5. Följande beteckningar används:

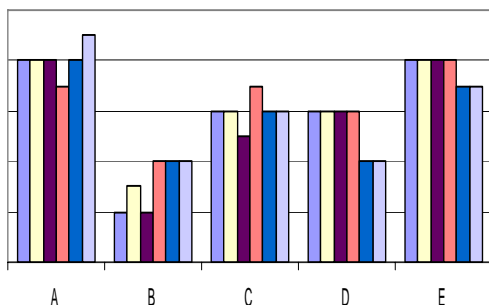
Ref 23	Referensprov för skrift på icke-åldrat papper. Papperen förvarades vid 23 °C och 50 % RH före framställning av skrift och därefter vid 23 °C och 50 % RH.
23+2	Papperen förvarades vid 23 °C och 50 % RH före framställning av skrift och därefter vid 50 °C under två månader.
23+4	Papperen förvarades vid 23 °C och 50 % RH före framställning av skrift och därefter vid 50 °C under fyra månader.
Ref 90	Referensprov för skrift på åldrat papper. Papperen förvarades vid 90 °C och 50 % RH under sex dygn och konditionerades därefter vid 23 °C och 50 % RH före framställning av skrift. De förvarades därefter vid 23 °C och 50 % RH.
90+2	Papperen förvarades vid 90 °C och 50 % RH under 6 dygn och konditionerades därefter vid 23 °C och 50 % RH före framställning av skrift. De förvarades därefter vid 50 °C under två månader.
90+4	Papperen förvarades vid 90 °C och 50 % RH under 6 dygn och konditionerades därefter vid 23 °C och 50 % RH före framställning av skrift. De förvarades därefter vid 50 °C under fyra månader.

Använda beteckningar och färger för provgrupperna:

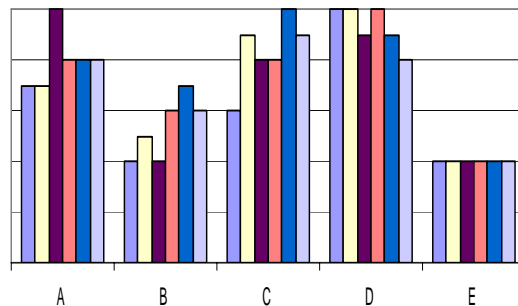
- ref 23
- 23 + 2
- 23 + 4
- ref 90
- 90 + 2
- 90 + 4

Jämförelse av slitage av skrift på icke-åldrat och åldrat papper som förvarats på olika sätt efter skriftframställningen görs här för kombinationen papper/skrivare. Staplarnas höjd anger beständigheten mot nötning. Skalan är inte linjär.

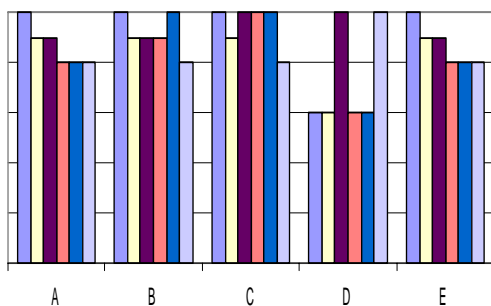
De fem använda utrustningarna betecknas A – E.

Kraftig nötning**Papper 1**

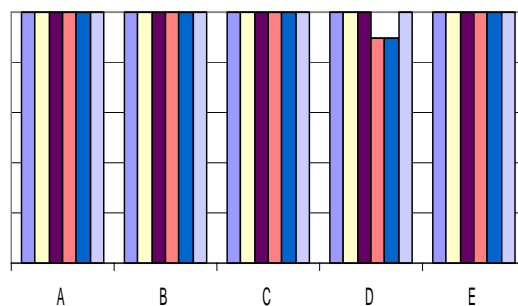
Skrift med utrustning B på åldrat papper har något bättre beständighet än skrift framställd på nytt papper. För D gav åldring på åldrat papper sämre beständighet. Inverkan av åldring för övriga utrustningar är liten.

Mindre nötning

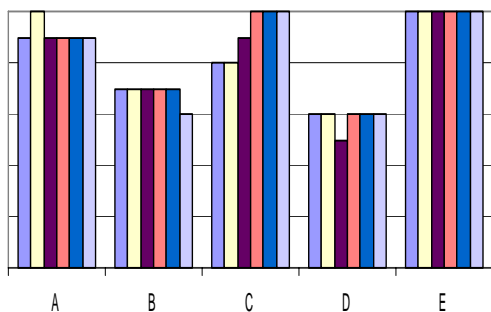
Skrift med utrustning B på åldrat papper har något bättre beständighet än skrift framställd på nytt papper. De övriga är ungefär lika.

Papper 2

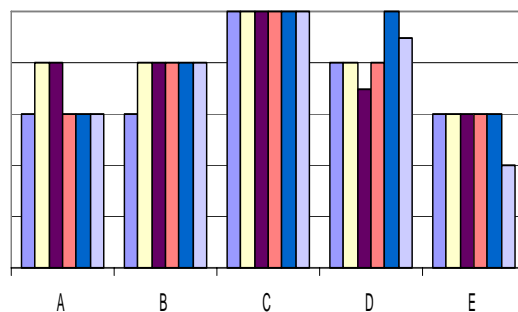
Små skillnader mellan skrift, med undantag av skrift framställd med utrustning D, där åldring vid 50 °C under fyra månader förbättrat skriftens beständighet markant.



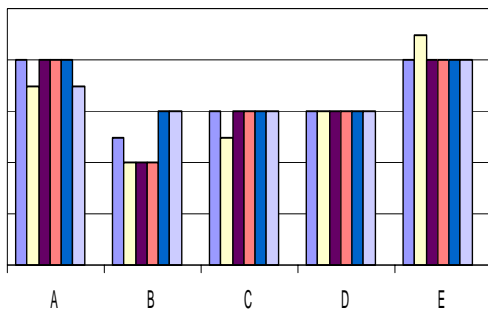
Lika resultat.

Papper 3

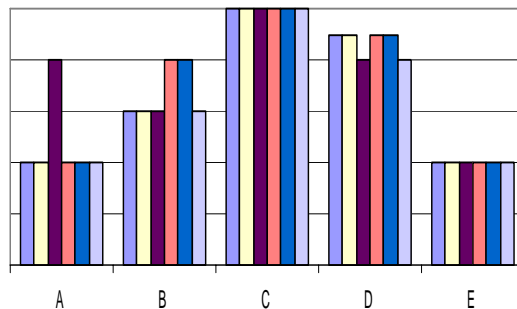
Skillnaderna mellan beständighet efter olika åldringstider/förhållanden är små.



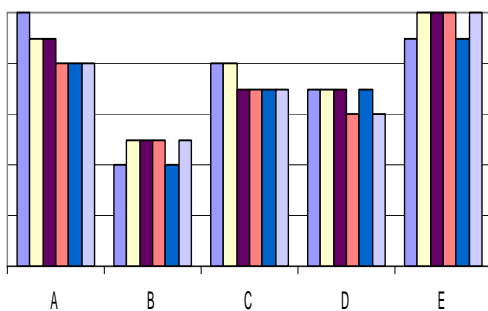
Skillnaderna mellan beständighet efter olika åldringstider/förhållanden är små.

Papper 4

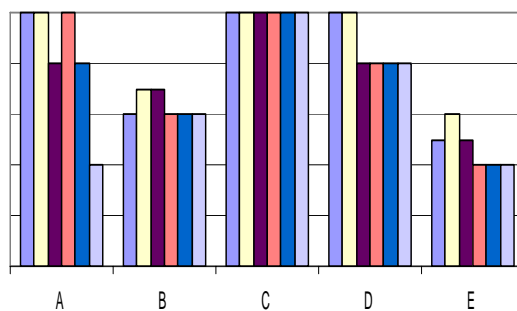
Skillnaderna mellan beständighet efter olika åldringstider/förhållanden är små.



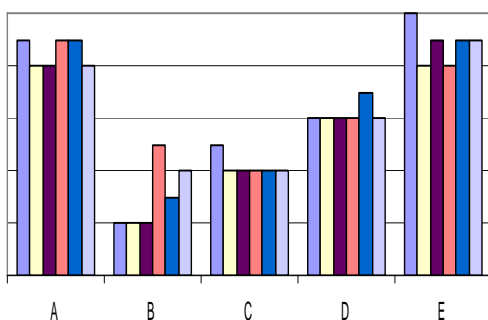
Skillnaderna är små med undantag av skrift framställd med A.

Papper 5

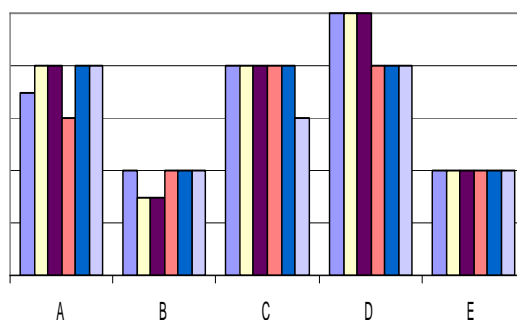
Skillnaderna är små.



En försämrad beständighet vid åldring av skrift med utrustning A på åldrat papper Skillnaderna är små för de övriga, men med en viss försämring av beständigheten efter åldring.

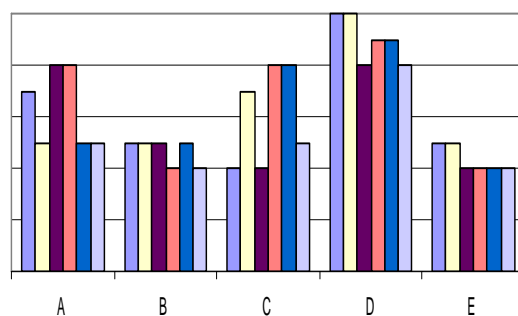
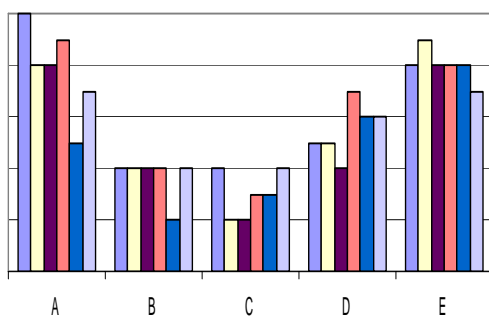
Papper 6

Skillnaderna är små. När slitaget är kraftigt som på skrift med B är resultaten normalt något slumpmässiga.



Små skillnader.

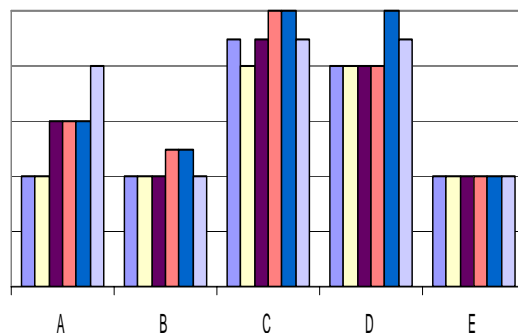
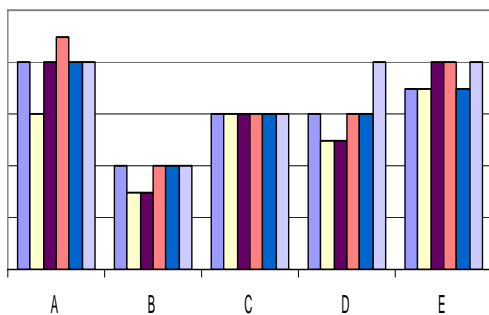
Papper 7



Inverkan av åldring på beständigheten varierar, A är sämre och C något bättre².

Vissa skillnader finns men ingen allmän trend..

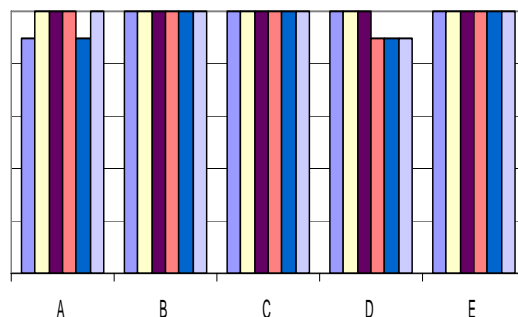
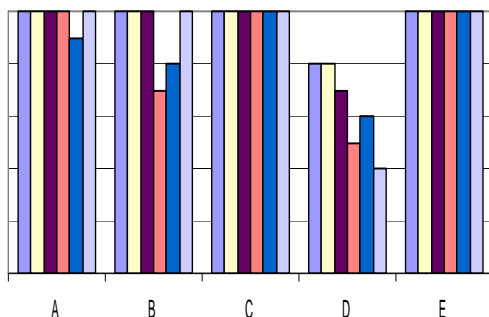
Papper 8



Skillnaderna är små.

Skillnaderna är små.

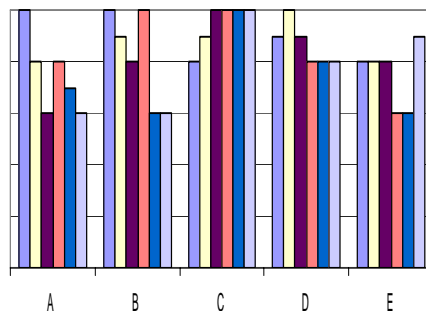
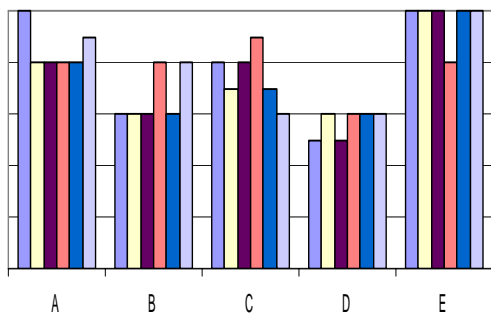
Papper 9



Skillnaderna är små med undantag av skrift framställd med D, där skriftens beständighet mot slitage är sämre då papperet förvarats vid hög temperatur före skriftframställning.

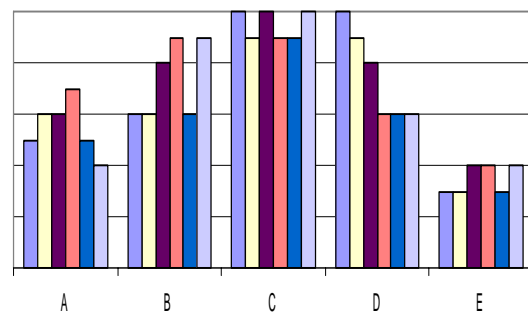
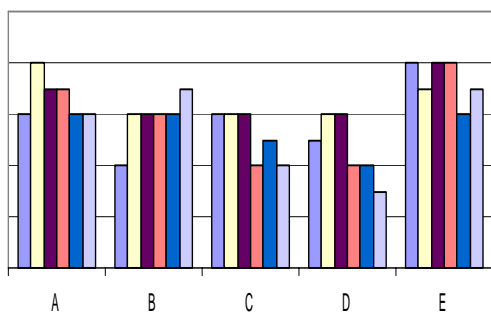
Skillnaderna är små.

² Det bör noteras att detta är ett papper, som inte är avsett för den aktuella typen av skriftframställning.

Papper 10

Skillnaderna är små.

Det finns vissa skillnader i beständighet för skrift framställd med A och B så att skrift som inte har åldrats har bättre beständighet.

Papper 11

Skillnaderna är små med undantag av skrift framställd med D, där skriftens beständighet mot slitage är sämre då papperet förvarats vid hög temperatur före skriftframställning.

Varierande resultat, några sämre och några bättre efter åldring.

8 Papperets inverkan på skriftens beständighet mot nötning

8.1 Papperets ytegenskaper

De papper som ingick i projektet hade mycket olika ytråhet/ytjämnhet:

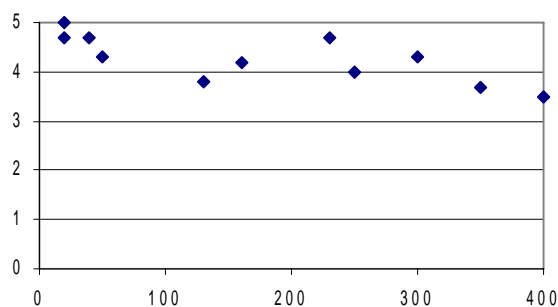
Papper	Ytråhet Bendtsen	Ytjämnhet PPS
9		1,9
2		2
3	40	4
10	50	
4	130	
6	160	
5	230	
1	200 - 300	
7	300	
8	350	
11	400	

Ytråheten för papper med mycket slät yta är mätt enligt en annan skala än de övriga. För denna jämförelse har ytråheten för papper 2 och 9 satts som 20 i Bendtsen-skalan. Värderna på ytråhet är hämtade från olika källor och är ungefärliga.

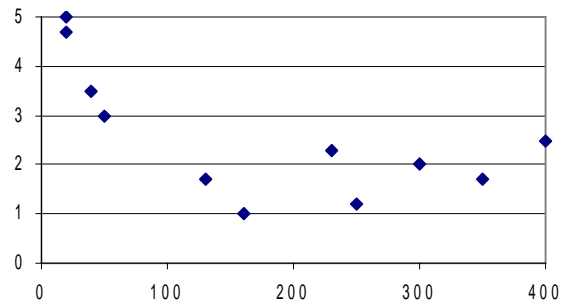
Kraftig nötning

I figurerna nedan anges beständigheten mot nötning på den vertikala axeln. Det angivna betyget är medelvärde av resultaten från samtliga tre provgrupper där skrift framställdes på icke-åldrat papper. På den horisontella axeln anges ytråhet för papperen.

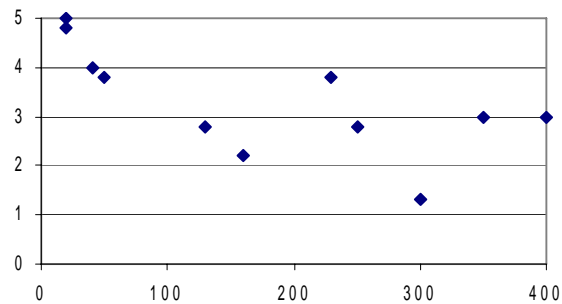
Utrustning A



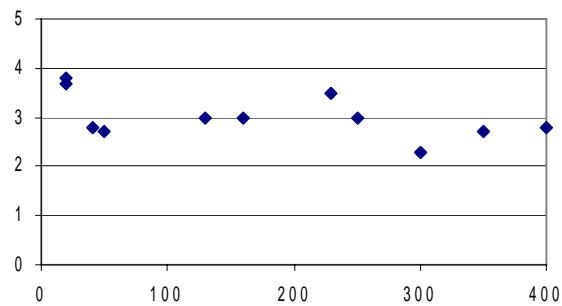
Skillnaden mellan beständigheten mot nötning på olika papper är ganska liten. Alla prov har god beständighet mot nötning.

Utrustning B

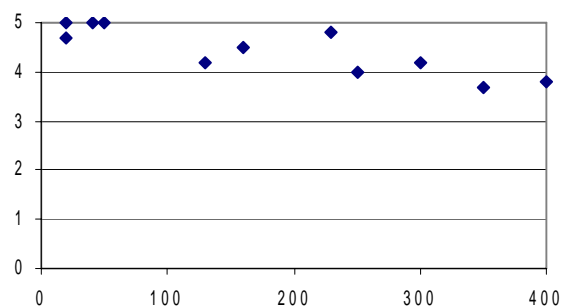
Skrift på de bestrukna papperen 2 och 9 har god beständighet. Också för 3 och 10 är beständigheten bättre än för de övriga.

Utrustning C

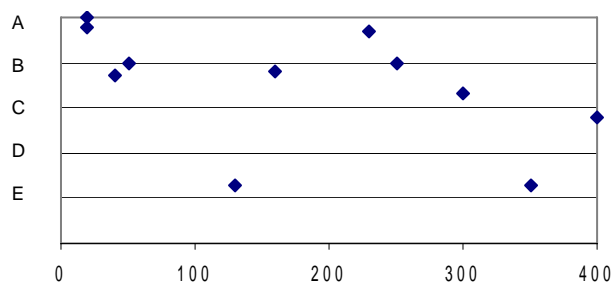
Skrift på 2 och 9 har god beständighet och skrift på 6 och 7 har dålig beständighet mot nötning.

Utrustning D

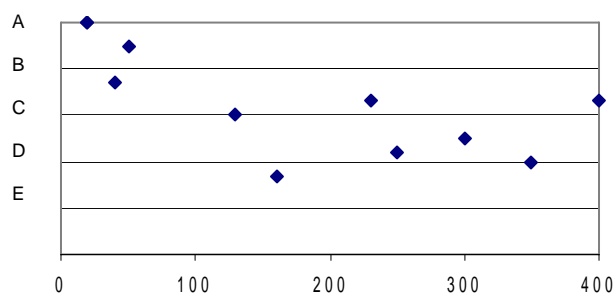
Skillnaden mellan proven är liten men skrift på de bestrukna papperen 2 och 9 samt på 5 är något bättre än övriga.

Utrustning E

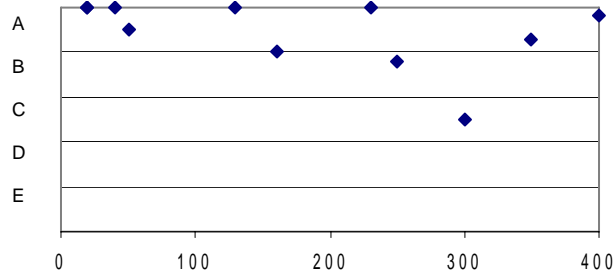
Skrift på de släta papperen har god beständighet men också de övriga är bra.

Mindre nötning**Utrustning A**

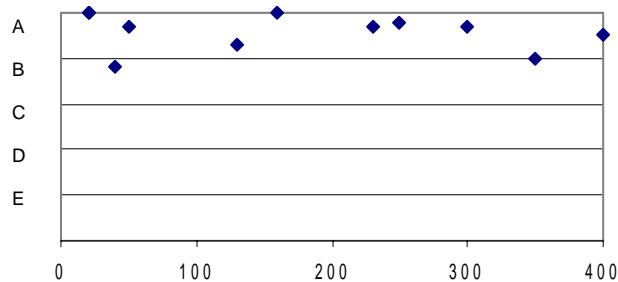
Beständigheten på de två bestrukna papperen 2 och 9 är god. Prov på papperen 4, 8 och 11 har dålig beständighet mot nötning.

Utrustning B

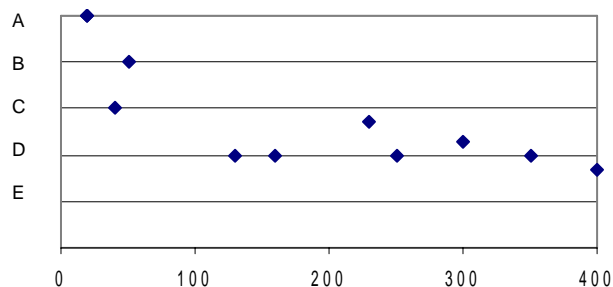
Beständigheten på de två bestrukna papperen 2 och 9 och på 10 är god. Prov på övriga papper är mindre god eller dålig.

Utrustning C

Skrift på fem av papperen är mycket god. Skrift på papper 7 avviker från de övriga och har dålig beständighet.

Utrustning D

Alla prov har god eller ganska god beständighet. Prov på papper 3 och 10 är något sämre än de andra.

Utrustning E

Skrift på de bestrukna papperen 2 och 9 har god beständighet. Också skrift på 10 är ganska bra. Skrift på 3 ligger något högre än de övriga, som har mindre god beständighet.

Genomgående är skrift på bestruket papper bättre beständig mot nötning än skrift på obestruket papper. Skrift på de två obestrukna papper som har låg ytråhet är i några fall bättre än de med högre ytråhet men det gäller inte generellt.

8.2 Papperets halt av kalciumkarbonat

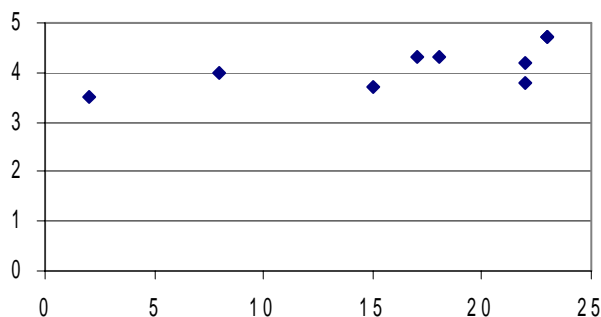
Ett av syftena med detta projekt var att undersöka om halten kalciumkarbonat i papperet har betydelse för beständigheten mot nötning. Följande jämförelse avser endast obestrukna papper. De bestrukna papperen har hög halt av kalciumkarbonat men det beror ju på att det finns ett skikt av kalciumkarbonat i bindemedel på papperets båda sidor.

Papper	Halt kalciumkarbonat (%)
11	2
1	8
8	15
10	17
7	18
4	22
6	22
3	23
5	23

I figurerna visas halten kalciumkarbonat på den horisontella axeln och bedömningen av beständigheten mot nötning på den vertikala axeln.

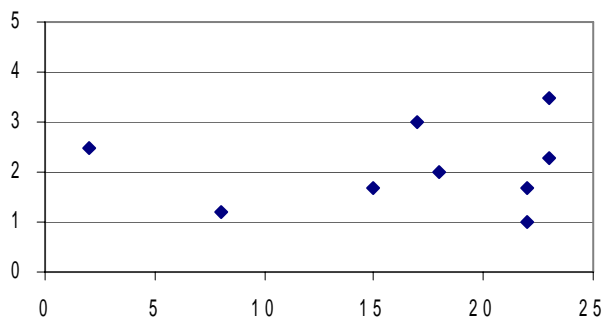
Kraftig nötning

Utrustning A

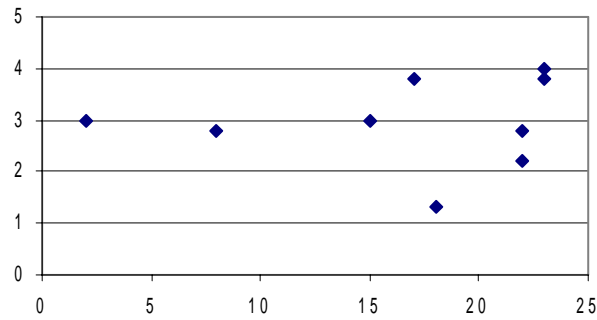


Skillnaden mellan beständigheten mot nötning på papper med olika halt av kalciumkarbonat är ganska liten.

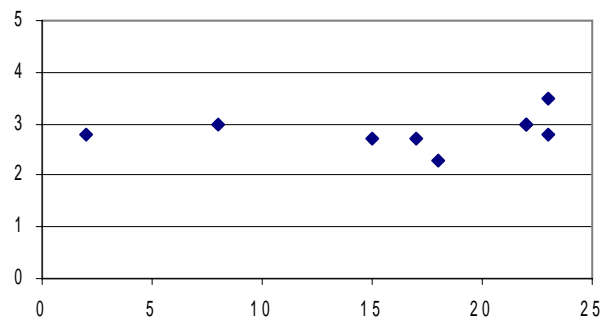
Utrustning B



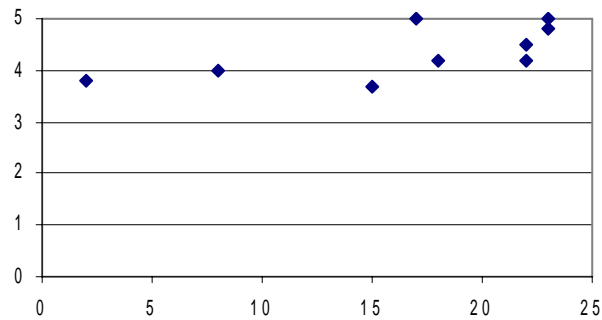
Beständigheten mot nötning är mindre god eller dålig med undantag för skrift på papper 3, det papper som innehåller mest kalciumkarbonat tillsammans med papper 5.

Utrustning C

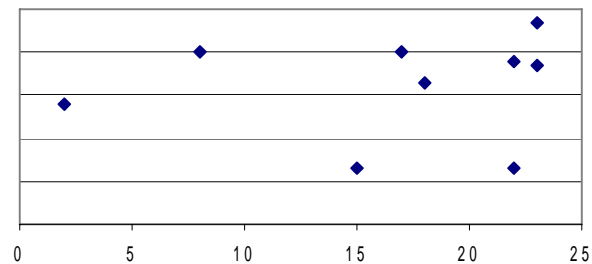
De två papperen med högst halt av kalciumkarbonat har bäst beständighet mot nötning. De två följande med något lägre halt har sämre beständighet än papper med ännu lägre halt.

Utrustning D

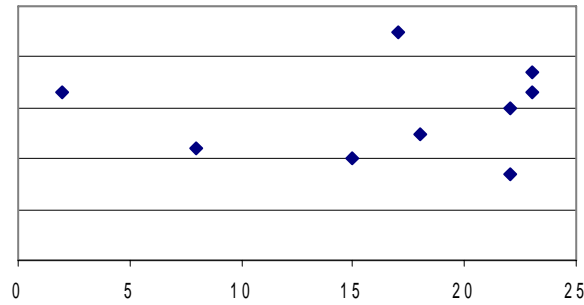
Skillnaden mellan beständigheten mot nötning är ganska liten.

Utrustning E

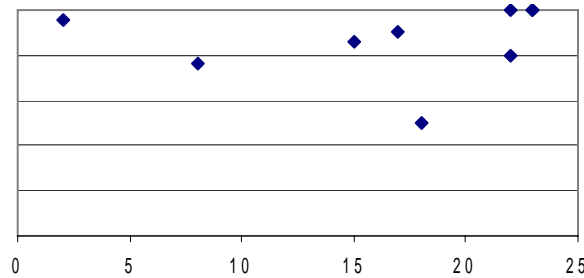
Skillnaden mellan beständigheten mot nötning är ganska liten.

Mindre nötning**Utrustning A**

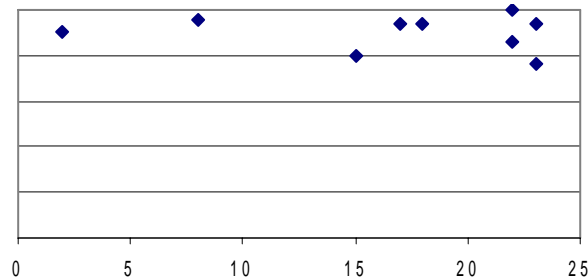
Varierande resultat utan anknytning till halten kalciumkarbonat.

Utrustning B

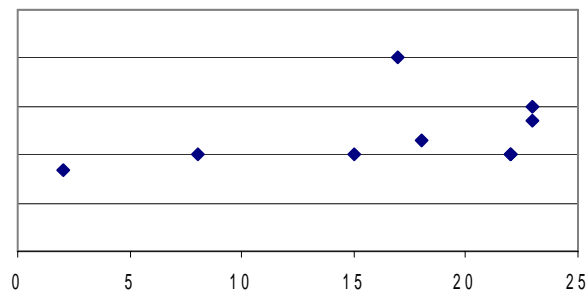
Varierande resultat utan anknytning till halten kalciumkarbonat.

Utrustning C

Beständigheten är ganska lika, med undantag av skrift på papper 7.

Utrustning D

Skillnaden mellan beständigheten mot nötning är ganska liten.

Utrustning E

Resultaten är ganska lika med undantag för skrift på papper 10.

Resultaten visar att hög halt av kalciumkarbonat inte har någon negativ inverkan på skriftens beständighet mot nötning.

8.3 Papperets mekaniska styrka

Det är stor skillnad mellan papperens mekaniska styrka uttryckt som vikstyrka³. Den högsta vikstyrkan i papperens maskinriktning är 2,78 och den lägsta 1,48, motsvarande viktalen 400 respektive 30. I papperens tvärriktning är den högsta vikstyrkan 2,48 och den lägsta 1 (viktal 300 respektive 10). Papper 5, 6 och 7 är svagare än de övriga.

³ Vikstyrka är 10-logaritmen av viktalet.

Det finns inget i denna undersökning som visar att skrift på svagare papper har sämre beständighet mot nötning än på de starkare.

9 Sammanfattning

Halten kalciumkarbonat har ingen negativ inverkan på skriftens beständighet mot nötning. Inte heller papperets hållfasthet har någon märkbar inverkan.

Papperets ytstruktur har betydelse för skriftens beständighet mot nötning men skillnaderna mellan skrift på olika papper beror inte enbart på jämnheten hos papperets yta.

Beständigheten mot nötning hos några av kombinationerna av papper och utrustning berodde på hur skriften framställdes och förvarats, men skillnaderna var ofta små. Det finns ingen allmän trend så att beständigheten är bättre eller sämre efter det att ett dokument förvarats vid förhöjd temperatur.

10 Förvaring av papper med skrift vid 90 °C

Papper med skrift förvarades vid 90 °C och 50 % RH under 6 dygn före nötning. Alla prov som nöttes i mindre utsträckning var helt opåverkade och fick betyget "A". De flesta prov som nöttes kraftigt fick högsta betyget "5" och några "4 – 5". Det enda undantaget var skrift med en utrustning på ett bestruket papper som fick samma betyg, "3", som icke åldrad skrift.

I fixeringsenheten i kopiatorer och skrivare fästs tonern till papperet genom kortvarig uppvärmning till hög temperatur, ofta långt över 100 °C. Skriftens beständighet mot nötning förbättras om temperaturen höjs eller om tiden för uppvärmningen förlängs. Det goda resultat som här erhöles efter förvaring vid 90 °C för alla skriftprov, också de med dålig ursprunglig beständighet mot nötning, är ett resultat av kraftigare fixering.

Det finns inget i denna undersökning som tyder på att skriftens beständighet mot nötning ändras till det bättre med tiden så länge temperaturen är lägre än tonerns glasomvandlingstemperatur, T_g .

Det är inte meningsfullt att försöka framkalla de förändringar som sker med skrift på lång sikt genom att förvara dokumenten vid mycket högre temperatur än den normala förvaringstemperaturen.

Förstudie

Skrift framställdes med tre utrustningar på åtta olika papper. Skriften undersöktes med avseende på beständighet mot nötning.

Linjer med referensbläck drogs enligt ISO 11798, punkt 6.6. Enligt standarden skall nötningen göras så att bläcklinjerna är kvar till 80 - 85 %. Vid denna undersökning nöttes alla prov lika mycket oavsett hur stor nedslitning av linjerna med referensbläck var. Detta är en avvikelse från ISO 11798.

Prov som nöts kraftigt enligt ovan granskades med avseende på kravet minst 0,8 i ISO 11798, punkt 4.6.

Prov (med skrivtecken) som nöts i mindre utsträckning granskades med avseende på flagning.

Resultaten redovisas i nedanstående tabell.

Papper	Ytvikt	Utrustning A	Utrustning C	Utrustning E	Pappersslitage
F-1	80	mer än 0,8 kvar, ingen flagning	mer än 0,8 kvar, ingen flagning	mer än 0,8 kvar, flagning	enstaka fiberresning
F-2	100	mer än 0,8 kvar, flagning	nästan 0,8 kvar, (nästan) ingen flagning	mindre än 0,8 kvar, kraftig flagning	enstaka fiberresning
F-3	80	mer än 0,8 kvar, flagning	mindre än 0,8 kvar, flagning	ca 0,8 kvar, flagning	papperet slitet
F-4	80	mer än 0,8 kvar, nästan ingen flagning	ca 0,8 kvar, flagning	mindre än 0,8 kvar, flagning	enstaka fiberresning
F-5	90	mer än 0,8 kvar, ingen flagning	ca 0,8 kvar, (nästan) ingen flagning	mer än 0,8 kvar, nästan ingen flagning	litet luddigt, enstaka fiberresning
F-6	80	mer än 0,8 kvar, ingen flagning	mer än 0,8 kvar, ingen flagning	mer än 0,8 kvar, flagning	enstaka fiberresning
F-7	115	mer än 0,8 kvar, ingen flagning	mer än 0,8 kvar, ingen flagning	mer än 0,8 kvar, ingen flagning	ingen/enstaka fiberresning
F-8	130	mer än 0,8 kvar, ingen flagning	mer än 0,8 kvar, ingen flagning	mer än 0,8 kvar, enstaka flagning	ingen/enstaka fiberresning

Papperen F-7 och F-8 är bestrukna och ca 15 år gamla. Papper F-4 är ca 10 år. Övriga papper är nyttillverkade.

Kommentarer

Resultaten avser enkelprov. Om resultatet anges som ”nästan” finns möjlighet att resultat från fler prov kan medföra annan slutsats. Variationer förekommer normalt mellan utskrifter och multipelprov är nödvändiga för att avgöra om skrift från en utrustning uppfyller kraven i standarden.

Utrustning A

Uppfyller standardens krav för alla papper utom Papper F-2 och F-3. Skillnaden mellan resultaten för F-1 och F-2, som är samma papper med olika ytvikt, 80 och 100, är markant.

Utrustning C

Uppfyller standardens krav för alla papper utom F-2, F-3 och F-4.

Utrustning E

Uppfyller standardens krav på F-5 och på de två bestrukna papperen F-7 och F-8.

Skillnader/likheter

Den skillnad som observerades kan hänga samman med papperens ytråhet/ytjämnhet. Skrift på de två bestrukna papperen F-7 och F-8 hade bra beständighet mot nötning, liksom på F-5. Skillnaden mellan F-5 och övriga obestrukna papper är ytjämnheten. F-5 är nästan lika slätt som ett bestruket papper.

I övrigt noterades

- för F-2 med ytvikt 100 – skrift på papper med högre ytvikt är ofta mindre beständig mot nötning
- för F-8 med ytvikt 130 – god beständighet trots hög ytvikt
- för F-3 – papperet är mer påverkat än något annat papper
- F-4 är ca 10 år och borde vara alltför gammalt för provning av en egenskap som har med papperets ytegenskaper att göra. Det är förvånande att resultaten på F-4 är så lika de på andra papper.

Funderingar inför fortsättningen

Ytans egenskaper

Undersökningen visar tydligt betydelsen av papperets ytråhet/ytjämnhet. Skrift på det jämna papperet F-5 har god beständighet mot nötning, liksom skrift på de bestrukna F-7 och F-8.

Halt krita

Halten fyllmedel tycks inte ha någon betydelse för skriftens beständighet mot slitage för dessa icke-åldrade prov, men vi vet inte vad som händer på lång sikt.

Papperets styrka

De papper som används som skriv- och kopiepapper kan ha låg mekanisk styrka. Kravet är, enligt ISO 9706, att rivstyrkan skall vara minst 350 mN, ett ganska lågt krav. Vid provning enligt ISO 11798 skall skriftens beständighet inte utvärderas på ett papper som inte tål nötning. Papper F-3 uppfyller inte detta krav.

Utrustning A

Papper	ref 23		23 + 2		23 + 4		ref 90		90 + 2		90 + 4	
1	4	B - C	4	B - C	4	A	3 - 4	B	4	B	4 - 5	B
2	5	A	4 - 5	A	4 - 5	A	4	A	4	A	4	A
3	4 - 5	C	5	B	4 - 5	B	4 - 5	C	4 - 5	C	4 - 5	C
4	4	D	3 - 4	D	4	B	4	D	4	D	3 - 4	D
5	5	A	4 - 5	A	4 - 5	B	4	A	4	B	4	D
6	4 - 5	B - C	4	B	4	B	4 - 5	C	4 - 5	B	4	B
7	5	B - C	4	C - D	4	B	4 - 5	B	3	C - D	3 - 4	C - D
8	4	D	3	D	4	C	4 - 5	C	4	C	4	B
9	5	A - B	5	A	5	A	5	A	4 - 5	A	5	A
10	5	A	4	B	4	C	4	B	4	B - C	4 - 5	C
11	3	C - D	4	C	3 - 4	C	3 - 4	B - C	3	C - D	3	D

Kraftig nötning

5	oförändrad eller något försvagad
4	några defekter, max 10 % borta
3	20 - 30 % borta
2	30 - 50 % borta
1	< 50 % kvar

Mindre nötning

A	oförändrad
B	enstaka defekter
C	ca 25 defekter
D	försvagning och/eller många defekter
E	< 50 % kvar

Utrustning B

Papper	ref 23		23 + 2		23 + 4		ref 90		90 + 2		90 + 4	
1	1	D	1 - 2	C - D	1	D	2	C	2	B - C	2	C
2	5	A	4 - 5	A	4 - 5	A	4 - 5	A	5	A	4	A
3	3 - 4	C	3 - 4	B	3 - 4	B	3 - 4	B	3 - 4	B	3	B
4	2 - 3	C	2	C	2	C	3	B	3	B	3	C
5	2	C	2 - 3	B - C	2 - 3	B - C	2 - 3	C	2	C	2 - 3	C
6	1	D	1	D - E	1	D - E	2 - 3	D	1 - 2	D	2	D
7	2	C - D	2	C - D	2	C - D	2	D	1	C - D	2	D
8	2	D	1 - 2	D	1 - 2	D	2	C - D	2	C - D	2	D
9	5	A	5	A	5	A	3 - 4	A	4	A	5	A
10	3	A	3	A - B	3	B	4	A	3	C	4	C
11	2	C	3	C	2 - 3	B	3	A - B	3	C	3 - 4	A - B

Kraftig nötning

5	oförändrad eller något försvagad
4	några defekter, max 10 % borta
3	20 - 30 % borta
2	30 - 50 % borta
1	< 50 % kvar

Mindre nötning

A	oförändrad
B	enstaka defekter
C	ca 25 defekter
D	försvagning och/eller många defekter
E	< 50 % kvar

Utrustning C

Papper	ref 23		23 + 2		23 + 4		ref 90		90 + 2		90 + 4	
1	3	C	3	A - B	2-3	B	3 - 4	B	3	A	3	A-B
2	5	A	4 - 5	A	5	A	5	A	5	A	4	A
3	4	A	4	A	4	A	5	A	5	A	5	A
4	3	A	2 - 3	A	3	A	3	A	3	A	3	A
5	4	A	4	A	3 - 4	A	3 - 4	A	3 - 4	A	3 - 4	A
6	2 - 3	B	2	B	2	B	2	B	2	B	2	C
7	2	D	1	B - C	1	D	1 - 2	B	2	B	2	C-D
8	3	A - B	3	B	3	A - B	3	A	3	A	3	A - B
9	5	A	5	A	5	A	5	A	5	A	5	A
10	4	B	3 - 4	A - B	4	A	4 - 5	A	3 - 4	A	3	A
11	3	A	3	A - B	3	A	2	A - B	2 - 3	A - B	2	A

Kraftig nötning

5	oförändrad eller något försvagad
4	några defekter, max 10 % borta
3	20 - 30 % borta
2	30 - 50 % borta
1	< 50 % kvar

Mindre nötning

A	oförändrad
B	enstaka defekter
C	ca 25 defekter
D	försvagning och/eller många defekter
E	< 50 % kvar

Utrustning D

Papper	ref 23		23 + 2		23 + 4		ref 90		90 + 2		90 + 4	
1	3	A	3	A	3	A - B	3	A	2	A - B	2	B
2	3	A	3	A	5	A	3	A - B	3	A - B	5	A
3	3	B	3	B	2 - 3	B - C	3	B	3	A	3	A - B
4	3	A - B	3	A - B	3	B	3	A - B	3	A - B	3	B
5	3 - 4	A	3 - 4	A	3 - 4	B	3	B	3 - 4	B	3	B
6	3	A	3	A	3	A	3	B	3 - 4	B	3	B
7	2 - 3	A	2 - 3	A	2	B	3 - 4	A - B	3	A - B	3	B
8	3	B	2 - 3	B	2 - 3	B	3	B	3	A	4	A - B
9	4	A	4	A	3 - 4	A	2 - 3	A - B	3	A - B	2	A - B
10	2 - 3	A - B	3	A	2 - 3	A - B	3	B	3	B	3	B
11	2 - 3	A	3	A - B	3	B	2	C	2	C	1 - 2	C

Kraftig nötning

5	oförändrad eller något försvagad
4	några defekter, max 10 % borta
3	20 - 30 % borta
2	30 - 50 % borta
1	< 50 % kvar

Mindre nötning

A	oförändrad
B	enstaka defekter
C	ca 25 defekter
D	försvagning och/eller många defekter
E	< 50 % kvar

Utrustning E

Papper	ref 23		23 + 2		23 + 4		ref 90		90 + 2		90 + 4	
1	4	D	4	D	4	D	4	D	3 - 4	D	3 - 4	D
2	5	A	4 - 5	A	4 - 5	A	4	A	4	A	4	A
3	5	C	5	C	5	C	5	C	5	C	5	D
4	4	D	4 - 5	D	4	D	4	D	4	D	4	D
5	4 - 5	C - D	5	C	5	C - D	5	D	4 - 5	D	5	D
6	5	D	4	D	4 - 5	D	4	D	4 - 5	D	4 - 5	D
7	4	C - D	4 - 5	C - D	4	D	4	D	4	D	3 - 4	D
8	3 - 4	D	3 - 4	D	4	D	4	D	3 - 4	D	4	D
9	5	A	5	A	5	A	5	A	5	A	5	A
10	5	B	5	B	5	B	5	C	5	C	5	B - C
11	4	D	3 - 4	D - E	4	D	4	D	3	D - E	3 - 4	D

Kraftig nötning

5	oförändrad eller något försvagad
4	några defekter, max 10 % borta
3	20 - 30 % borta
2	30 - 50 % borta
1	< 50 % kvar

Mindre nötning

A	oförändrad
B	enstaka defekter
C	ca 25 defekter
D	försvagning och/eller många defekter
E	< 50 % kvar

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut utvecklar och förmedlar teknik för näringslivets utveckling och konkurrenskraft och för säkerhet, hållbar tillväxt och god miljö i samhället. Vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling. Vår forskning sker i nära samverkan med högskola, universitet och internationella kolleger. Vi är drygt 850 medarbetare som bygger våra tjänster på kompetens, effektivitet, opartiskhet och internationell acceptans.



SP är organiserat i åtta tekniska enheter och fyra dotterbolag.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

www.sp.se

Kemi och Materialteknik

SP Rapport 2007:32

ISBN 978-91-85533-92-3

A Member of

