

TRYKKVALITET
PÅ PAPIR MED
HALMCELLULOSE

**En objektiv metode baseret på
digital billedbehandling**

Carsten Bredahl Nielsen

**Laboratoriet for Bygningsmaterialer
Danmarks Tekniske Højskole**

December 1990

En rapport udarbejdet under
**Rammeprogrammet om
Halm og Træ**

Forordsafsnit til rapporter

Denne rapport er udarbejdet som en del af Rammeprogrammet om halm og træ. Rammeprogrammet er støttet økonomisk af det Materialeteknologiske Udviklingsprogram, som Statens Teknisk-Videnskabelige Forskningsråd, Statens Naturvidenskabelige forskningsråd og Teknologirådet iværksatte i 1989.

Rammeprogrammet om halm og Træ omhandler forskning og udvikling inden for tre materialegrupper, a. halmcellulose, b. træbaserede kompositter og c. limtræ og limet finér. På tværs af materialegrupperne arbejdes sammen om fremskaffelse af basal viden om bl.a. grundlæggende materialeegenskaber, lime og matrixmaterialer samt stabilisering.

Deltagere i rammeprogram om Halm og Træ:

Virksomheder:

Dansk Trævingeindustri Aps.
Fredericia Cellulose A/S
Glulam Vingen A/S
Junckers Industrier A/S
A/S Limtræ Lilleheden
LNJ Limtræ A/S
Novopan Træindustri A/S
Palsgård Træindustri A/S
Papyrus Forenede Papir A/S

Organisationer:

Dansk Skovforening
Landbrugets Halmudvalg
Skov- og Naturstyrelsen

Videncentre:

Afdelingen for Bærende Konstruktioner, DTH
Bioteknisk Institut
Byggeteknik, DTI
Instituttet for Bygningsteknik, AUC
Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH
Sektor for Skovbrug, KVL
Skovteknisk Institut
Træteknik, DTI

INDHOLD

Side

INDLEDNING	1
SAMMENFATNING	3
 1. BAGGRUND	
1.1 Fremstilling af papir med halmcellulose	5
1.2 Trykning på halmcelluloseholdigt papir	6
 2. PROBLEMFORMULERING OG FORMÅL	
2.1 Problemformulering	7
2.2 Formål	7
 3. SUBJEKTIV VURDERING AF PRØVETRYK	
3.1 Fremstilling af prøvetryk	9
3.2 Vurderingsbetingelser	10
3.3 Vurderinger	10
3.4 Diskussion	12
 4. OBJEKTIV VURDERING AF PRØVETRYK MED GRÅTONEHISTOGRAM	
4.1 Vurderingsmetode	15
4.2 Analyse af vurderingsmetode	16
4.3 Diskussion	21
 5. OBJEKTIV VURDERING AF PRØVETRYK MED PARTIKELANALYSE	
5.1 Vurderingsmetode	23
5.2 Analyse af vurderingsmetode	24
5.3 Diskussion af analyse	32
5.4 Vurdering af prøveserie	34
5.5 Diskussion	42
 6. OBJEKTIV VURDERING AF NISTER PÅ INDFARVEDE ARK	
6.1 Vurderingsmetode	45
6.2 Analyse af vurderingsmetode	45
6.3 Eksempel på analyser	46
6.4 Diskussion	47
 7. Udstyr til digital billedbehandling	49
 8. KONKLUSION	51

BILAG

Side

1.	Oversigt over prøvetryk fra trykkeri	53
2.	Nummerering af ark i prøveserie	55
3.	Baggrundsoplysninger for subjektiv vurdering	57
4.	Resultat af subjektiv vurdering	59
5.	Gråtone og kontrast for gråtonehistogram	61
6.	Data fra analyse af vurderingsmetode	65
7.	Data fra vurdering af prøveserie	75
8.	Data fra vurdering af indfarvede	83

INDLEDNING

Anvendelse af ubestrøget papir med halmcellulose til 4-farvet offsettryk har i nogle tilfælde givet anledning til reklamationer på grund af pletter (nister) i trykbilledet. Der er derfor behov for metoder til at kvantisere indholdet af nister i et ark. Materialeprogrammets gruppe 4, Rammeprogram Halm og Træ stillede derfor et forslag til aktivitet i gruppe 1 med følgende titel:

"Karakterisering af fiberbundter og parenchymceller i halmcellulose med hensyn til antal, morfologi, oprindelse i planten, kemisk sammensætning, permeabilitet for kemikalieopløsninger, opførsel under arkformering samt overfladestudier i forbindelse med krav til trykkvalitet".

Projektet er udført af en gruppe af virksomheder og videncentre bestående af DTH, Laboratoriet for Bygningsmaterialer; Botanisk Laboratorium, KU; Bioteknisk Institut; Fredericia Cellulose A/S og Papyrus-Forenede Papir A/S. Projektet er gennemført i efteråret 1990.

Nærværende rapport omhandler den del af projektet, som er udført på Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH. Laboratoriets andel i projektet har været at udvikle en objektiv metode baseret på digital billedbehandling til at karakterisere trykkvalitet på halmcelluloseholdigt, ubestrøget papir samt indholdet af nister i indfarvede ark af halmcellulose.

De anvendte prøvetryk er fremstillet af trykkeriet på Papyrus Forenede Papir A/S. Indfarvede ark er fremstillet på Papyrus Forenede Papir A/S og Fredericia Cellulose A/S. Laboratoriet takker for et godt samarbejde gennem projektet. Desuden en tak til Bioteknisk Institut samt Hans Fasting for råd og vejledning under projektet.

December 1990
Laboratoriet For Bygningsmaterialer, DTH

Carsten Bredahl Nielsen

SAMMENFATNING

Ved fremstilling af halmcelluloseholdigt papir fås et indhold af utilstrækkelig defibrerede celler (nister). Ved 4-farvet offsettrykning på ubestrøget papir fås på store ensfarvede flader små lyse pletter i trykbilledet på grund af dårlig tryksværteoptagelse af nisterne. For at vurdere nisternes betydning ved trykning er der i denne rapport beskrevet en metode baseret på digital billedbehandling til objektivt at vurdere trykkvaliteten på papirark. Desuden kan metoden anvendes til at vurdere partiklers størrelse og mængde i indfarvede ark af halmcellulose.

Der er fremstillet en serie prøvetryk på A3-ark på 4 forskellige papirkvaliteter. På hvert ark trykkes 4 lige store ensfarvede felter i farverne grøn, sort, cyan og blå. Disse tryk er vurderet af 2 uafhængige personer (subjektiv vurdering).

Gråtonefordelingen i de farvede felter på prøvetrykkene er vurderet med digital billedbehandling. Udfra middelværdi og gråtone i et synsfelt udvælges sammenhængende områder med en gråtoneværdi højere end 95%-fraktilen i gråtonefordelingen (normalfordeling). Arealet af disse partikler analyseres, og der defineres et objektivt kvalitetsindeks udfra partikelfordelingen og partikelstørrelsen i trykket sammenlignet med et referencetryk. Til en analyse anvendes 6 synsfelter pr tryktype. Metodens reproducerbarhed samt betydningen af trykfarven, antallet af synsfelter, lysintensiteten og gråtonefraktilen vurderes.

Der gives et eksempel på, hvordan metoden kan anvendes til at vurdere partikelstørrelser og mængder i indfarvede ark af halmcellulose. Endelig gives et overslag på prisen på et udstyr til at lave analyser efter den beskrevne metode.

Der kan i denne undersøgelse drages følgende konklusioner:

- * En subjektiv vurdering af 4-farvet offsettryk på forskellige papirkvaliteter udfra prøvetryk af ensfarvede felter er enkel og giver en god beskrivelse af trykkvaliteten. Der er dog stor forskel på to personers vurdering, især på tryk med få fejl.
- * En objektiv vurdering af 4-farvet offsettryk på forskellige papirkvaliteter udfra prøvetryk af ensfarvede felter kan **ikke** ske med digital billedbehandling ved en analyse af gråtonefordelingen i trykket.
- * En objektiv vurdering af 4-farvet offsettryk på forskellige papirkvaliteter udfra prøvetryk af ensfarvede felter kan ske med digital billedbehandling ved en analyse af partikler (pletter) i trykket. Ved sammenligning med et referencetryk kan defineres et kvalitetsindeks for trykkets kvalitet. Dette indeks er i overensstemmelse med den subjektive vurdering. Metoden er reproducerbar og resultatet afhænger ikke af den person, der udfører analysen.
- * En objektiv vurdering af indfarvede celluloseark kan ske med digital billedbehandling ved en analyse af gennemskinnelige partikler i arket.

1. BAGGRUND.

1.1 Fremstilling af papir med halmcellulose

Nyt papir fremstilles ud fra cellulosefibre hovedsagligt fra fyr og birk men også fra halm. Ved fremstilling af halmcellulose anvendes hele strået samt bladedelene fra rug og hvede. Først snittes halmen, derefter bliver sten, støv, frø og andre urenheder fraseret. Den snittede halm koges med lud så cellulosefibrene frigøres og sortluden kan udvaskes. Cellulosefibrene bliver nu rensset på vibrationssier og gennem hydrocykloner. Efter rensningen bleges fibre i 3 trin. Mellem hvert trin udvaskes de stoffer som opløses under blegningen. Efter sidste blegetrin er cellulosemassen hvid og klar til afvanding og oppapning.

Til papirfremstillingen anvendes typisk 75 % cellulosemasse fra fyr og birk og 25 % fra halm. Pulpen blandes og males derefter i en papirmølle. Pulpen sigtes hvorved omkring 1/3 sorteres fra og recirkuleres. Papirarkene dannes ved afvanding af cellulosemassen iblandet et evt. bindemiddel på en dug. Efter tørring glittes papiret mellem to valser for at give det en blank overflade. Papiret kan herefter overfladebehandles (bestryges) på forskellig vis, f.eks. med en plastbaseret lak.

Ved fremstilling af halmcellulose efter dagens teknologi og den tilgængelige råvare, indeholder slutproduktet, foruden de defibrerede fibre, en vægtmæssig lille andel af utilstrækkeligt defibreret materiale. Ved fremstilling af papir med halmcellulose ses disse cellebundter som små reflekterende nister i arkoverfladen og giver anledning til en forskellig evne til at modtage trykfarve i det færdige papir.

Cellebundterne er meget mangelfuldt beskrevet, men betegnes i daglig tale for parenchym-celler, hvilket leder tanken hen på en oprindelse fra cellerne i det indre af halmen, dvs. parenchymvævet på overgangen mellem marvzonen og det ydre lag (schlerenchymlaget).

Nisternes tryksværteafvisende karakter kunne godt forbindes med en oprindelse fra overhuden på områder med et veludviklet vokslag, der dels beskytter mod kogekemikalierne og senere bevirker tilstedeværelse af en dårligt modtagelig overflade.

Selv om kogningen foregår ved høj temperatur, kan tilstedeværelsen af beskyttende luftblærer betyde, at voks ikke emulgeres effektivt op med kogeluden. Dette betyder, at kogningen i nogle zoner af halmstrået kan blive ufuldstændig med dannelse af fiberbundter til følge.

Nisterne i arket er karakteriseret ved at være pladeformede, således at de kan passere vibrationssierne under rensningen af pulpen. Fiberbundterne må altså være i stand til at kantstille sig under sigtningen. Under arkformningen vil de pladeformede fiberbundter sedimentere sidst på overfladen med den brede side opad. Udover at gøre papiret punktvis tryksværteafvisende øger tilstedeværelsen af nister desuden afvandingstiden for papiret.

1.2 Trykning på halmcelluloseholdigt papir

Ubestrøget papir med 20-30 % halmcellulose anvendes til 4-farvet offset trykning. På billedfelter med en blanding af mange farver sker dette uden problemer, men på store ensfarvede flader, specielt sort, blå, grøn og rød, har nisternes manglende evne til at optage trykfarve givet anledning til reklamationer, idet nisterne ses i fladen som små lyse pletter. Pletterne opstår ved at trykfarven på nisterne trækkes af på efterfølgende valser i trykkemaskinen. Udover tilstedeværelsen af nister i papiret kan f.eks. partikler på valserne under trykningen give anledning til lignende lyse pletter. Disse pletter vil gentages fra ark til ark. Indholdet af nister kan også ses i pressede ark af den rene halmcellulose.

2. PROBLEMFORMULERING.

2.1 Problemformulering og afgrænsning

Tilstedeværelsen af nister i papir med halmcellulose er en væsentlig begrænsende faktor på afsætningen af halmcellulosen. Det er derfor nødvendigt at finde metoder til kogning og efterbehandling af halmcellulosen, således at indhold af nister formindskes væsentligt eller undgås helt. Forudsætningen for dette er at isolere og beskrive nisterne ved deres fysiske og kemiske opbygning og at udlede oprindelsen i planten. For at vurdere effekten af sådanne metoder er det samtidig nødvendigt at finde objektive metoder til at kvantisere indholdet af nister i halmcellulosen og i et papirark. Indholdet i et papirark kan søges vurderet ud fra kvaliteten af et tryk på papiret eller ved indfarvning af arket. Det er disse muligheder, der undersøges i denne rapport.

For at vurdere nisternes betydning ved trykning er det nødvendigt at finde et objektivi mål for trykkets kvalitet. Dette mål må basere sig på en reference i form af det bedst opnålige tryk på et tilsvarende ubestrøget papir uden halmcellulose, idet det er på denne baggrund aftagerne af trykket vurderer dets kvalitet. Det objektive mål i form af et kvalitetsindeks for trykket må sammenholdes med aftagerens subjektive vurdering, idet der nødvendigvis må være overensstemmelse mellem disse, hvis kvalitetsindekset skal være anvendeligt. Mængden af nister i et papirark kan vurderes ved indfarvning af arket. Nisterne optager farven dårligere og fremtræder som lyse områder på arket. Det er nødvendigt at finde et objektivi mål for størrelsen og mængden af disse nister.

2.2 Formål

Det er undersøgelsens formål at opstille et objektivi mål for kvaliteten af et tryk på ubestrøget papir. Målet skal være et relativt mål og basere sig på en reference i form af det bedst opnålige tryk. Det objektive mål skal sammenholdes med en subjektiv vurdering af trykket. Desuden skal der bestemmes et objektivi mål for størrelsen og mængden af nister i indfarvede papirark.

3. SUBJEKTIV VURDERING AF PRØVETRYK.

3.1 Fremstilling af prøvetryk

Til vurdering af trykkets kvalitet fremstilles på et offset trykkeri en række 4-farvet prøvetryk på A3 papir. På hvert ark trykkes 4 lige store, ensfarvede felter i farverne grøn, sort, cyan og blå. Hvert felt har størrelsen 110 x 175 mm. Der trykkes på 4 papirkvaliteter:

- 1) CT 60/90-1, 80 g/m², 25 % halmcellulose.
- 2) CT 60/90-2, 90 g/m², 25 % halmcellulose.
- 3) CT 60/90-3, 80 g/m², 0 % halmcellulose.
- 4) CT 60/90-4, 80 g/m², 11 % halmcellulose.

Trykket er sket i rækkefølgen sort - blå - rød - gul. For hver af de 4 papirkvaliteter er der fremstillet omkring 100 tryk på oversiden og 100 tryk på viresiden. Under trykningen er der udtaget et mindre antal prøver med trykning i 1, 2 og 3 farver. Trykbetingelser samt en oversigt over trykkene findes i bilag 1. Ved trykningen er der af trykkeriet udarbejdet en intern trykrapport benævnt CT 60/90.

Blandt de 4-farvede tryk er der tilfældigt udtaget 4 ens serier A-D af prøveark bestående af 48 testark og 4 referenceark fordelt på følgende måde:

PRØVEARK:

6 CT 60/90-1, overside
6 CT 60/90-1, vireside
6 CT 60/90-2, overside
6 CT 60/90-2, vireside

6 CT 60/90-3, overside
6 CT 60/90-3, vireside
6 CT 60/90-4, overside
6 CT 60/90-4, vireside

REFERENCEARK:

6 CT 60/90-2, overside
6 CT 60/90-2, vireside
6 CT 60/90-3, overside
6 CT 60/90-3, vireside

Prøvearkene i hver serie er udvalgt i tilfældig rækkefølge og nummereret 1-48 som det fremgår af bilag 2. Referencearkene er ligeledes tilfældigt udvalgt og nummereret R1-R4. Prøvearkene vurderes i forhold til referencearkene, der af prøvetrykkeriet er vurderet som den bedst opnåelige trykkvalitet på ubestrøget papir under de angivne trykbetingelser.

3.2 Vurderingsbetingelser

Trykkenes kvalitet er vurderet af 3 uafhængige personer, trykkeren på prøvetrykkeriet og 2 professionelle personer fra reklamebranchen, der som en del af deres arbejde til daglig vurderer kvaliteten af reklametryk. Trykkeren på prøvetrykkeriet var ved vurderingen bekendt med papirkvaliteten. Reklamefolkene har hver vurderet en af de 4 identisk udtagne prøveserier beskrevet i afsnit 3.1 (to forskellige serier) og var ved vurderingen således ikke bekendt med papirkvaliteten af de enkelte ark. Vurderingen er sket i forhold til de 4 referencetryk i serien og er sket under de forhold den enkelte normalt vurderer sådanne tryk.

De 4 ensfarvede prøvefelter er vurderet hver for sig og kvaliteten af trykket er bedømt ved en inddeling i 3 grupper:

- A : Udmærket
- B : Acceptabel
- C : Uacceptabel

Som baggrund for vurderingen er givet en række oplysninger, bl.a. fra trykrapporten og vurderingen er foretaget ved afkrydsning i et skema. Baggrundsoplysninger og skema findes i bilag 3.

3.3 Vurderinger

Trykkeren på prøvetrykkeriet har givet følgende vurdering af trykkvaliteten:

CT60/90-1 har mange blanke/lyse pletter i trykbilledet som stammer fra parenchymceller. Trykbilledet er OK ved trykning i 1 farve. Acceptabelt ved trykning i 2 farver. Uacceptabelt ved trykning i 3 farver. Uacceptabelt ved trykning i 4 farver. Parenchymcellerne ses især tydeligt i områder med lyse trykfarver.

CT 60/90-4 har en del pletter i trykbilledet som stammer fra parenchymceller. Antallet af disse pletter er mindre end ved CT 60/90-1. Trykbilledet er OK ved trykning i 1 farve. Acceptabelt ved trykning i 2 farver. Uacceptabelt ved trykning i 3 farver, men klart bedre end ved CT 60/90-1. Uacceptabelt ved trykning i 4 farver, men klart bedre end ved CT 60/90-1. Parenchymcellerne ses især tydeligt i områder med lyse trykfarver.

CT 60/90-2 og CT60/90-3 er klart bedre end CT60/90-1 og CT60/90-4. Begge er helt uden parenchymceller i trykbilledet.

Resultatet af de to reklamefolks vurdering (afkrydsningsskemaer) findes i bilag 4. Bedømmelsen af et felt tildes følgende antal point ud fra kvalitetsvurderingen:

- Udmærket = 1 point.
- Acceptabel = 0 point.
- Uacceptabel = -1 point.

Ud fra sammenhængen mellem ark nummer og papirkvalitet (bilag 2) laves en sammentælling af point for hver gruppe på 6 bedømmelser med samme papirkvalitet, bedømmelsesperson, farve og arkside. Resultatet er anført i bilag 4. Det samlede antal point i en gruppe divideres herefter med antallet af bedømmelser i gruppen. Herved fås et kvalitetsindeks for gruppen varierende mellem 1 som det bedste og -1 som det dårligste. På denne måde er beregnet et kvalitetsindeks for grupper, der viser betydningen af personen, arksiden og farven. Resultaterne er anført i figur 3.1-3.

PERSON	A	B	Middel
CT 60/90-1	-0.40	-0.48	-0.44
CT 60/90-2	0.44	0.90	0.67
CT 60/90-3	0.69	0.98	0.84
CT 60/90-4	-0.02	0.00	-0.01
Middel	0.18	0.35	0.27

Figur 3.1 Kvalitetsindeks for grupper med samme papirkvalitet og samme bedømmelsesperson for 4-farvet offsettryk.

ARKSIDE	Vireside	Overside	Middel
CT 60/90-1	-0.02	-0.85	-0.44
CT 60/90-2	0.56	0.77	0.67
CT 69/90-3	0.81	0.85	0.84
CT 60/90-4	0.25	-0.29	-0.02
Middel	0.40	0.12	0.26

Figur 3.2 Kvalitetsindeks for grupper med samme papirkvalitet og samme arkside for 4-farvet offsettryk.

FARVE	Grøn	Sort	Blå	Cyan	Middel
CT 60/90-1	-0.58	-0.04	-0.50	-0.63	-0.44
CT 60/90-2	0.46	0.83	0.83	0.58	0.67
CT 60/90-3	0.63	1.00	0.96	0.75	0.84
CT 60/90-4	-0.29	0.29	0.08	-0.17	-0.02
Middel	0.06	0.52	0.33	0.13	0.26

Figur 3.3 Kvalitetsindeks for grupper med samme papirkvalitet og samme farve for 4-farvet offsettryk.

3.4 Diskussion

De to reklamefolks vurdering af trykkvaliteten for CT 60/90-2 og CT 60/90-3 er tydeligt forskellig. Da referencearkene er udtaget blandt disse to papirkvaliteter og trykkvaliteten af disse er betegnet som udmærket, ville man forvente at kvalitetsindekset for CT 60/90-2 og CT 60/90-3 skulle være tæt ved 1. Dette er også tilfældet for person B mens person A er mere kritisk. Årsagen til dette kan være en forskellig opfattelse af de to udtryk "udmærket" og "acceptabel". En inddeling i mere end 3 kvalitetsklasser har derfor ingen mening. Kvalitetsindekset for begge papirkvaliteter er så højt, at man ikke vil forvente reklamationer på trykkvaliteten.

Vurderingen af CT 60/90-1 og CT 60/90-4 er derimod ret ens for de to bedømmelsespersoner. Det er tydeligt, at trykkvaliteten på CT 60/90-1 er dårligere end trykkvaliteten på CT 60/90-4. Et så lavt kvalitetsindeks for CT 60/90-1 vil med stor sandsynlighed føre til reklamationer mens der kun i få tilfælde vil være reklamationer på CT 60/90-4.

De to reklamefolks vurdering af trykkvaliteten udtrykt ved kvalitetsindekset er i overensstemmelse med trykkerens vurdering;

"CT 60/90-2 og CT 60/90-3 er klart bedre end CT 60/90-1 og CT 60/90-4. CT 60/90-4 er uacceptabelt ved trykning i 4 farver, men klart bedre end CT 60/90-1."

Trykkerens vurdering er tæt knyttet til papirkvaliteten, da han kender denne ved vurderingen, mens de to reklamefolks vurdering ikke er påvirket af dette kendskab, hvilket giver en mere nuanceret vurdering af trykkvaliteten alene. CT 60/90-2 og CT 60/90-3 er ikke entydigt gode, CT 60/90-1 er klart den dårligste, mens CT 60/90-4 ligger på grænsen til at være acceptabel og nok i de fleste tilfælde vil blive accepteret.

I figur 3.2 er angivet kvalitetsindekset for grupper med samme papirkvalitet og samme arkside. For CT 60/90-2 og CT 60/90-3 er der ikke nogen væsentlig forskel mellem tryk på vireside og overside, mens der er en betydelig forskel for de halmcelluloseholdige papirkvaliteter CT 60/90-1 og CT 60/90-4. Viresiden giver den bedste trykkvalitet for begge papirer. Trykkvaliteten på CT 60/90-1 papirets vireside vil med et kvalitetsindeks på omkring 0 i de fleste tilfælde blive accepteret og trykkvaliteten på CT 60/90-4 papirets vireside vil med stor sandsynlighed blive accepteret.

I figur 3.3 er angivet kvalitetsindeks for grupper med samme papirkvalitet og samme trykfarve. Sort har i middel den højeste trykkvalitet, derefter følger blå, cyan og grøn som den dårligste. Den dårligste trykkvalitet fås altså med de lyse farver cyan og grøn, hvilket er i overensstemmelse med trykkerens vurdering. For CT 60/90-4 vil de mørke farver sort og blå i langt de fleste tilfælde blive accepteret mens der vil være problemer med de lyse farver grøn og cyan. For CT 60/90-1 vil kun sort i nogle tilfælde blive accepteret, mens de øvrige farver med stor sandsynlighed ikke vil blive accepteret.

Kvalitetsindekset i figur 3.2 og 3.3 er en middelværdi af de to reklamefolks vurdering. Da vurderingen af CT 60/90-2 og CT 60/90-3 var noget forskellig for de to personer giver dette anledning til nogen usikkerhed ved kvalitetsindeksene i figur 3.2 og 3.3 for disse papirkvaliteter. Dette har imidlertid ikke den store betydning, da trykkenes kvalitet i alle tilfælde med stor

sandsynlighed vil blive accepteret. Vurderingen af CT 60/90-1 og CT 60/90-4 er derimod ens for de to personer, hvilket betyder en mindre usikkerhed på middelværdien og dermed kvalitetsindeksene i figur 3.2 og 3.3. Ovenstående vurderinger af disse kvalitetsindeks er derfor ikke urimelig.

Det indførte kvalitetsindeks er enkelt og giver en god beskrivelse af trykkvaliteten. Det er i overensstemmelse med tidligere erfaringer og giver desuden nogle yderligere oplysninger. Da det er baseret på en inddeling i 3 grupper ved vurderingen må indekset ikke tillægges større nøjagtighed end dette; en simpel afrunding til et helt tal (1, 0 eller -1) vil være rimelig. For at få et statistisk korrekt mål bør der deltage mere end to personer i vurderingen, så man med en statistisk test kan afgøre, om de fundne forskelle mellem papirkvaliteter, arksider og farver er signifikante. Ligeledes bør det testes, om der er signifikant forskel mellem de deltagende personers vurdering, hvilket der naturligvis ikke bør være. En sådan test har ikke nogen mening, når der kun deltager to personer. Den her foretagne undersøgelse peger dog på, at en subjektiv vurdering er velegnet til at bedømme trykkvaliteten.

4. OBJEKTIV VURDERING AF PRØVETRYK MED GRÅTONE-HISTOGRAM.

4.1 Vurderingsmetode

Andendelsesområde

Metoden kan anvendes til at vurdere forskelle i trykkvalitet af 4-farvet offsettryk på ubestrøget papir ud fra ensfarvede felter. Ved metoden vurderes forskelle i gråtonefordelingen mellem forskellige ensfarvede felter.

Referencetryk

For hver tryktype udvælges et referencetryk, der skal repræsentere det bedst opnåelige tryk på den pågældende papirkvalitet. Alle analyser relateres til en analyse af denne reference, så man opnår sammenlignelighed fra gang til gang. Der bør udføres en analyse af referencen hver gang der ændres ved opstillingen, specielt ved ændringer af belysningen.

Digitalisering

Der tages et billede af prøvearket med et PANASONIC farve ccd-videokamera gennem et NIKON stereomikroskop. Prøvearket er belyst med en ringbelysning med 6 lysgivere monteret på mikroskoptet. Lysstyrken vælges, så man opnår en god kontrast og fastholdes ivorigt gennem hele analysen. Synsfeltets størrelse er 8.1 mm vandret og 5.5 mm lodret. Det analoge signal fra videokameraet digitaliseres til et sort/hvid billede med et "PcVision Plus video framegrabber card", der opdeler billedet i 512 x 512 punketer (pixels) hver med en gråtoneværdi mellem 0 (sort) og 255 (hvid). En pixel (mindste billedelement) er 15.7 μ m bred og 10.7 μ m højt.

Af hensyn til evt. kanteffekter fradrages en kant med en bredde på 16 pixels hele vejen rundt langs billedet. Arbejdsfeltet (workarea) bliver herved 480 x 480 pixels eller 7.6 mm bredt og 5.2 mm højt.

Gråtonehistogram

Indenfor arbejdsfeltet beregnes en fordeling af gråtonerne som et sumhistogram, der viser sammenhængen mellem gråtoneværdien og andelen af pixels med en gråtoneværdi lig med eller mindre end denne. For hver type tryk analyseres mindst 6 synsfelter, og gråtonehistogrammerne for disse summeres. Middelværdi og spredning for gråtoneværdierne udregnes for hvert histogram. Denne middelværdi betegnes i det følgende som "gråtone" og den tilsvarende spredning for "kontrast" for den pågældende tryktype.

Analyserne foretages på PC med programmet PIPPIN.

4.2 Analyse af vurderingsmetode

For at bedømme, om den ovenfor beskrevne analyseteknik giver et godt mål for trykkvaliteten, laves en vurdering af to papirkvaliteter:

- 1) CT 60/90-1 overside, ark 2, 16 og 31 prøveserie C.
- 2) CT 60/90-3 overside, ark 15, 27 og 29 prøveserie C (reference).

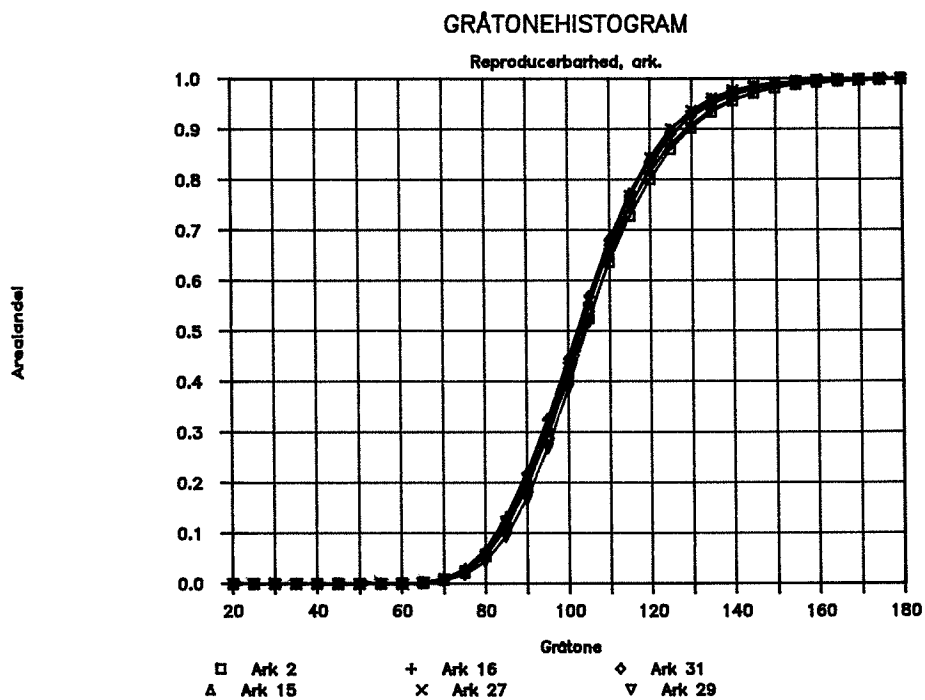
Disse to papirkvaliteter repræsenterer efter den subjektive vurdering de to ydergrænser for trykkvalitet med et kvalitetsindeks på h.h.v. +0.85 og -0.85 (figur 3.2). Der laves en vurdering af følgende faktorerets betydning:

- | | | |
|----|------------------|--|
| A) | Ark nr. | : 2, <u>16</u> , 31, 15, <u>27</u> , 29. |
| B) | Farve | : <u>sort</u> , <u>cyan</u> , grøn, blå, hvid. |
| C) | Antal synsfelter | : <u>6</u> , 18, 36. |
| D) | Lysintensitet | : min. (1/7), <u>med. (2/7)</u> , max. (3/7). |

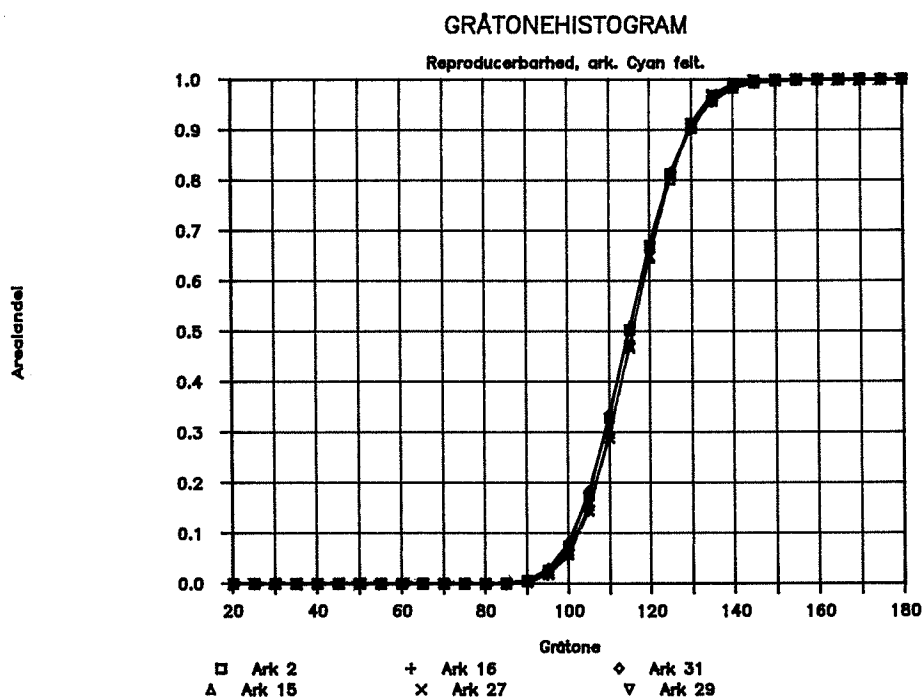
For hver faktor er understreget den værdi, der er brugt ved vurderingen af de øvrige faktorer. Gråtonehistogrammerne er angivet i figur 4.1 til 4.8. Gråtone og kontrast for hver tryktype er angivet i bilag 5.

For at vurdere reproducerbarheden af gråtonehistogrammet mellem forskellige tidspunkter er middelværdi og spredning for gråtone og kontrast udregnet for "standardværdier" af faktorerne (de understregede) i analyserne af faktorerne A til D. Desuden er udregnet middelværdi og spredning for gråtone og kontrast for forskellige ark (faktor A). De udregnede middelværdier og spredninger er angivet i figur 4.9. Der er ikke skelnet mellem papirkvaliteterne CT 60/90-1 og CT 60/90-3.

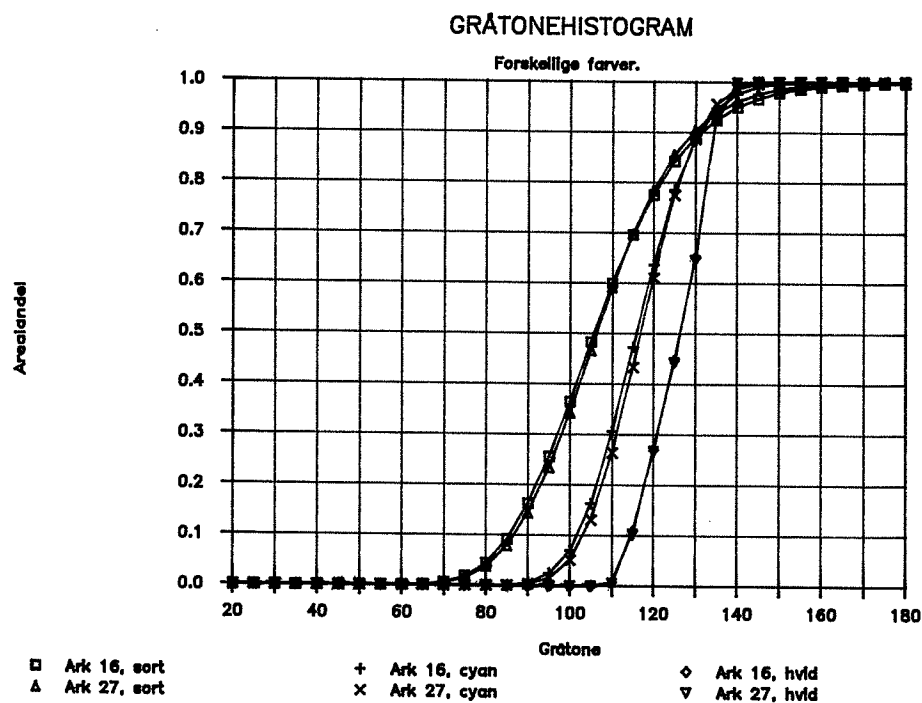
I figur 4.10 er angivet gråtone og kontrast for de 4 trykfarver samt det blanke papir. Der er ikke skelnet mellem papirkvaliteterne CT 60/90-1 og CT 60/90-3.



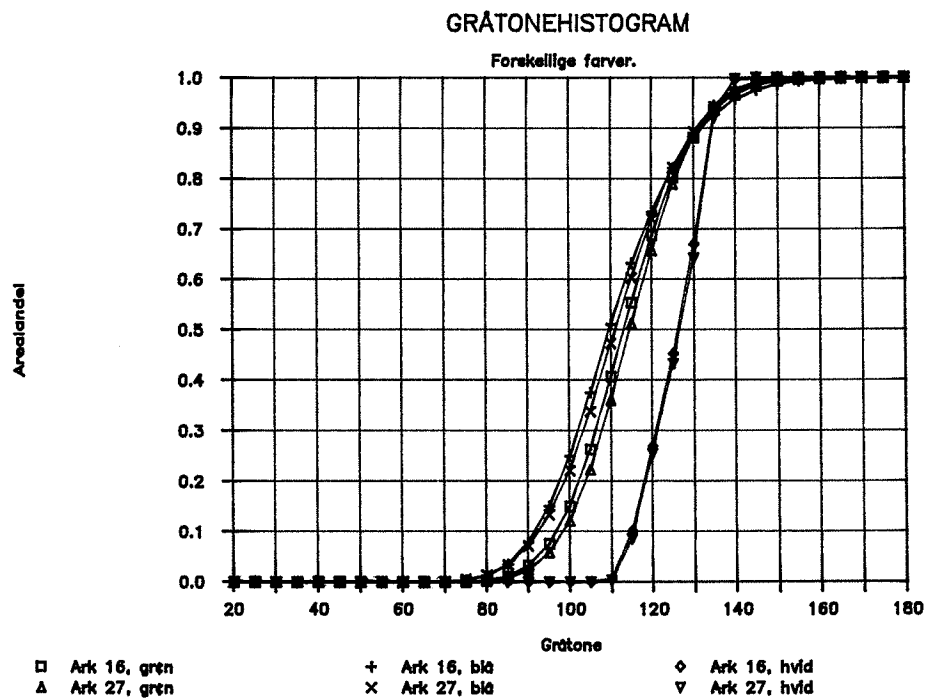
Figur 4.1 Gråtonehistogram for sort felt for forskellige ark af CT 60/90-1 (ark 2, 16 og 31) og CT 60/90-3 (ark 15, 27 og 29).



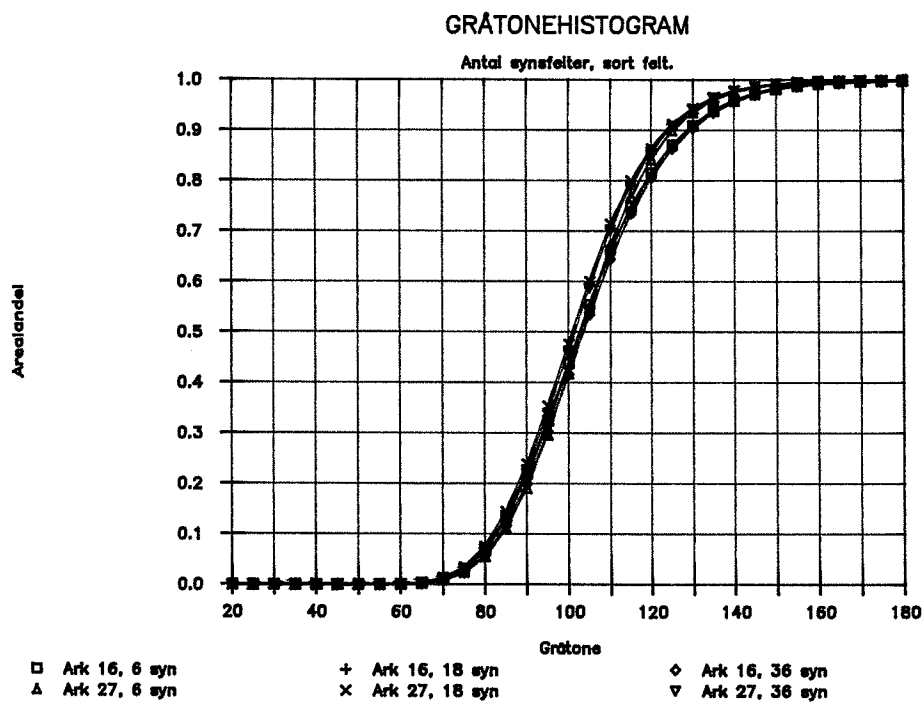
Figur 4.2 Gråtonehistogram for cyan felt for forskellige ark af CT 60/90-1 (ark 2, 16 og 31) og CT 60/90-3 (ark 15, 27 og 29).



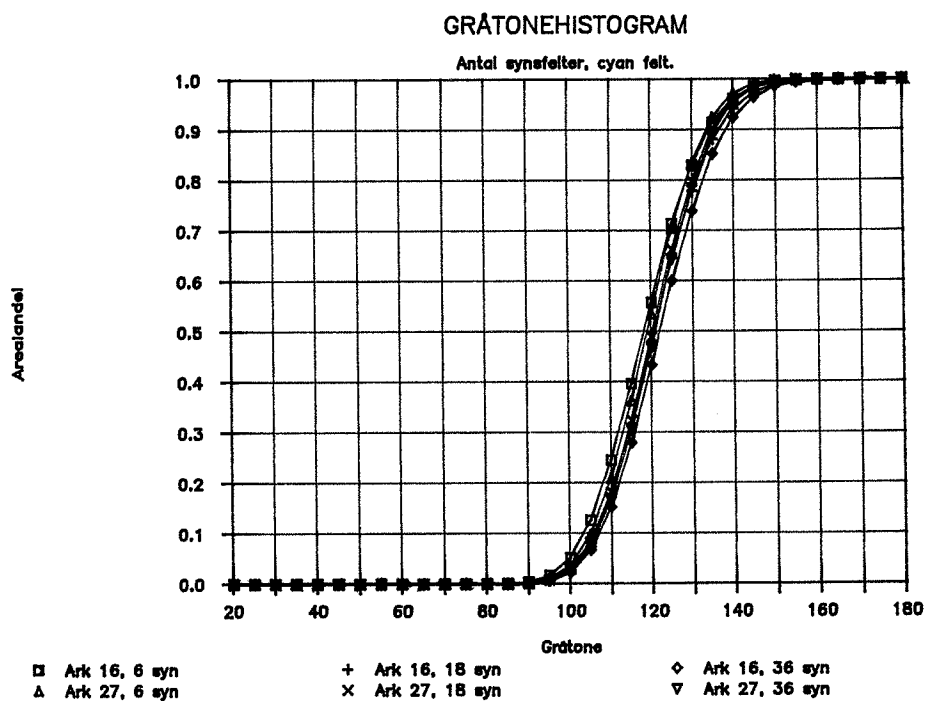
Figur 4.3 Gråtonehistogram for forskellige farver på CT 60/90-1 (ark 16) og CT 60/90-3 (ark 27).



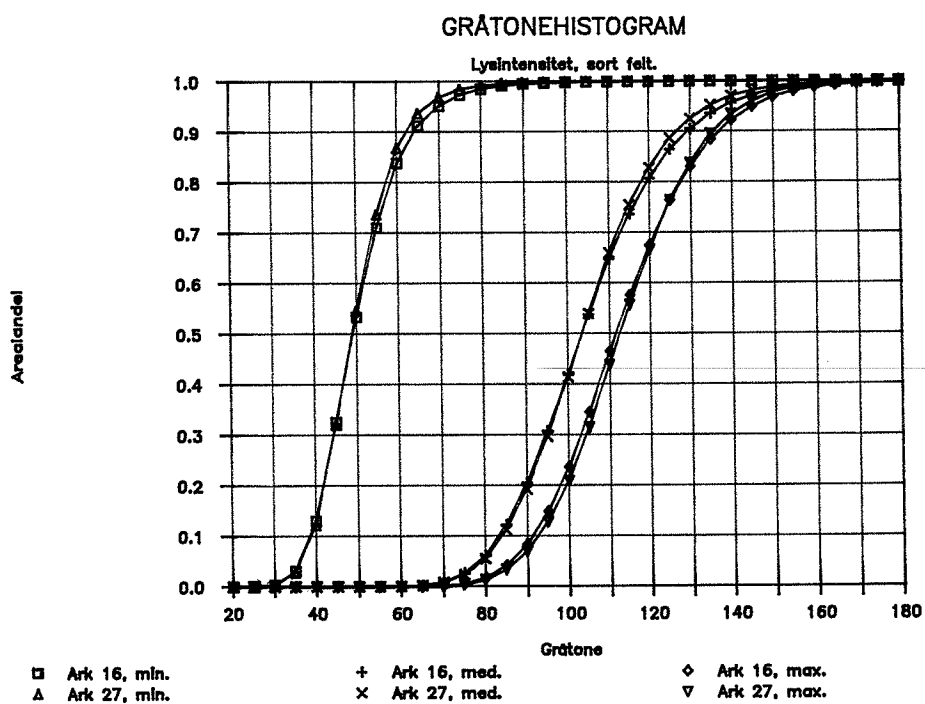
Figur 4.4 Gråtonehistogram for forskellige farver på CT 60/90-1 (ark 16) og CT 60/90-3 (ark 27).



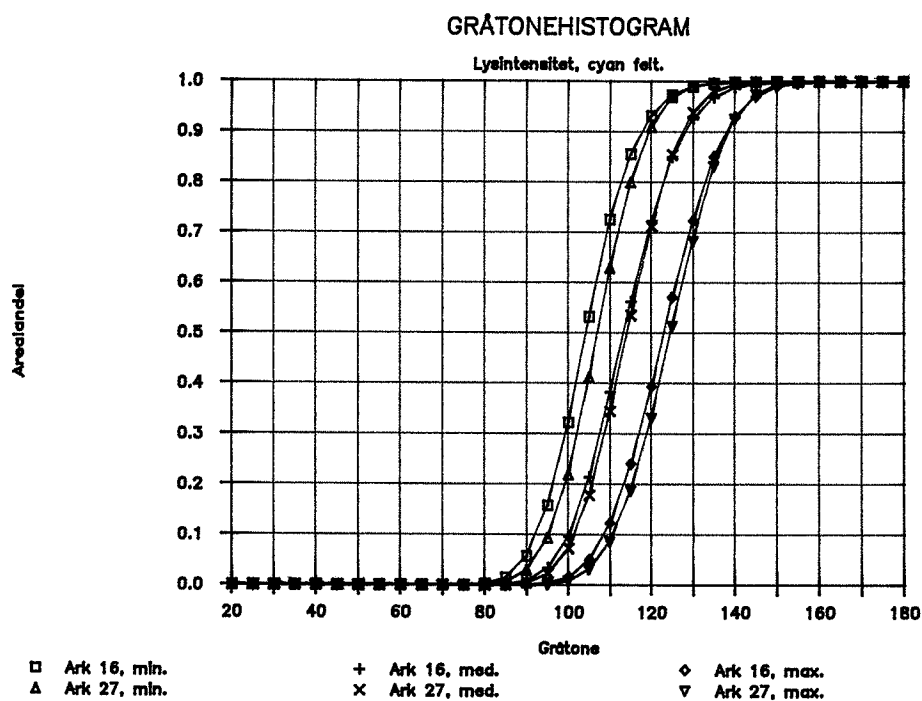
Figur 4.5 Gråtonehistogram for sort felt med forskjellige antal synsfelter på CT 60/90-1 (ark 16) og CT 60/90-3 (ark 27).



Figur 4.6 Gråtonehistogram for cyan felt med forskjellige antal synsfelter på CT 60/90-1 (ark 16) og CT 60/90-3 (ark 27).



Figur 4.7 Gråtonehistogram for sort felt med varierende lysintensitet på CT60/90-1 (ark 16) og CT 60/90-3 (ark 27).



Figur 4.8 Gråtonehistogram for cyan felt med varierende lysintensitet på CT60/90-1 (ark 16) og CT 60/90-3 (ark 27).

FAKTOR	Sort Mid.	Spr.	Cyan Mid.	Spr.
Reproducerbarhed, tid				
Gråtone	106	1.6	117	2.0
Kontrast	17	0.9	11	0.6
Reproducerbarhed, ark				
Gråtone	105	1.0	116	0.0
Kontrast	17	0.9	11	0.5

Figur 4.9 Reproducerbarhed af gråtonehistogram mellem forskellige tidspunkter og mellem forskellige ark. Der er ikke skelnet mellem papirkvaliteterne CT 60/90-1 og CT 60/90-3. Til beregning af middelværdi og spredning er anvendt 8 analyser for "reproducerbarhed, tid" og 6 analyser for "reproducerbarhed, ark".

FARVE	Gråtone Mid.	Spr.	Kontrast Mid.	Spr.
Sort (8)	106	1.6	17	0.9
Cyan (8)	117	2.0	11	0.6
Grøn (2)	115	-	14	-
Blå (2)	112	-	16	-
Hvid (4)	126	0.0	7	0.0

Figur 4.10 Middelværdi og spredning for gråtone og kontrast for de forskellige trykfarver samt blankt papir. I parentes er angivet det antal analyser, der er udført for hver farve. Der er ikke skelnet mellem papirkvaliteterne CT60/90-1 og CT 60/90-3.

4.3 Diskussion

Gråtonehistogrammerne for analyserne viser, at der ikke er nogen forskel på gråtone og kontrast mellem de to papirkvaliteter CT 60/90-1 (ark 2, 16 og 31) og CT 60/90-3 (ark 15, 27 og 29). Det kunne forventes, at de lyse nister ville give en højere gråtone og en større kontrast for CT 60/90-1, idet man ikke ville forvente at finde tilsvarende lyse områder på CT 60/90-3. Dette er ikke tilfældet. Nisterne på CT 60/90-1 udgør åbenbart en så lille arealmæssig andel af synsfeltet, at det ikke påvirker gråtonehistogrammet. En anden forklaring kan være, at de lyse områder findes på begge papirkvaliteter, men at de er fordelt forskelligt. På CT 60/90-1 er de koncentreret i så store samlede områder, at de er synlige for øjet, mens dette ikke er tilfældet for CT 60/90-3.

Reproducerbarheden af histogrammet mellem forskellige tidspunkter er god. Analyserne, der ligger til grund for beregningen af middelværdi og spredning på gråtone og kontrast angivet i figur 4.9, er foretaget på forskellige tidspunkter, med udstyret slukket imellem. Spredningen på gråtone og kontrast er af samme størrelsesorden som udstyrets opløsningssevne (1

gråtoneværdi). De to vigtigste kilder til spredning mellem analyserne er den tilfældige udvælgelse af de 6 synsfelter, og indstillingen af lysstyrken.

Reproducerbarheden af histogrammet mellem forskellige ark er også god. Spredningerne på gråtone og kontrast er lidt mindre end for reproducerbarhed, tid. Det skyldes, at udstyret ikke har været slukket mellem analyserne, så usikkerheden ved indstilling af lysstyrken ikke påvirker resultatet.

Ændringen i gråtone ved øgning af antallet af synsfelter fra 6 til 36 er mindre end spredningen på gråtonen ved analyse på forskellige tidspunkter. Antallet af synsfelter har altså ikke væsentlig indflydelse på gråtonehistogrammet, 6 synsfelter er tilstrækkeligt. Ved kun at anvende 6 synsfelter opnås en væsentlig tidsbesparelse i analysen.

På figur 4.7 og 4.8 ses, at indstillingen af lysstyrken som ventet påvirker gråtonehistogrammet. Der er især stor forskel mellem meget lav lysstyrke (min.) og middel lysstyrke (med.). Ved højere lysstyrke er der ikke så stor forskel, da lyset er så kraftigt, at kameraet kompenserer for det og tilpasser lysstyrken til samme niveau. For det sorte felt er kontrasten mindre ved lav lysstyrke end for højere lysstyrker (bilag 5), mens kontrasten ikke påvirkes for det cyane felt. Ved indstilling på medium lysstyrke påvirkes gråtonehistogrammet ikke så meget ved små ændringer af lysstyrken, hvorfor denne indstilling vælges som standard.

I figur 4.10 er angivet gråtone og kontrast for de 4 trykfarver (sort, cyan, grøn og blå). Det ses, at kontrasten er størst for de mørke farver (sort og blå) og mindre for de lyse farver (grøn og cyan). For det blanke papir er kontrasten meget lav.

Gråtonehistogrammer er ikke velegnede til at vurdere trykkvaliteten, men reproducerbarheden er god, så de kan anvendes som grundlag for udvælgelse af lyse områder (nister) i synsfeltet, som beskrevet i afsnit 5 og 6. Man skal især være opmærksom på gråtonehistogramkets følsomhed overfor indstilling af lysstyrken.

5. OBJEKTIV VURDERING AF PRØVETRYK MED PARTIKEL-ANALYSE.

5.1 Vurderingsmetode

Anvendelsesområde

Metoden kan anvendes til at vurdere forskelle i trykkvalitet af 4-farvet offsettryk på ubestrøget papir ud fra ensfarvede felter. Ved metoden vurderes forskelle i gråtonefordelingen mellem forskellige ensfarvede felter.

Referencetryk

For hver tryktype udvælges et referencetryk, der skal repræsentere det bedst opnåelige tryk på den pågældende papirkvalitet. Alle analyser relateres til en analyse af denne reference, så man opnår sammenlignelighed fra gang til gang. Der bør udføres en analyse af referencen hver gang der ændres ved opstillingen, specielt ved ændringer af belysningen.

Digitalisering

Der tages et billede af prøvearket med et PANASONIC farve ccd-videokamere gennem et NIKON stereomikroskop. Prøvearket er belyst med en ringbelysning med 6 lysgivere monteret på mikroskopet. Lysstyrken vælges, så man opnår en god kontrast og fastholdes iøvrigt gennem hele analysen. Synsfeltets størrelse er 8.1 mm vandret og 5.5 mm lodret. Det analoge signal fra videokameraet digitaliseres til et sort/hvid billede med et "PcVision Plus video framegrabber card", der opdeler billedet i 512 x 512 punkter (pixels) hver med en gråtoneværdi mellem 0 (sort) og 255 (hvid). En pixel (mindste billedelement) er 15.7 μ m bred og 10.7 μ m høj.

Af hensyn til evt. kanteffekter fradrages en kant med en bredde på 16 pixels hele vejen rundt langs billedet. Arbejdsfeltet (workarea) bliver herved 480 x 480 pixels eller 7.6 mm bredt og 5.2 mm højt.

Gråtonehistogram

Indenfor arbejdsfeltet optælles for hver gråtone antallet af pixels med denne gråtoneværdi. Middelværdi og spredning af gråtoneværdien beregnes ud fra den fundne frekvensfunktion. Under antagelse af at gråtoneværdierne er normalfordelte beregnes 95%-fraktilen som

$$u_{0.95} = \text{middelværdi} + 1.6449 \cdot \text{spredningen}$$

Binarisering

Indenfor arbejdsfeltet udvælges alle pixels med en gråtoneværdi større end eller lig med 95%-fraktilen. Herefter bestemmes sammenhængende områder af de udvalgte pixels. To pixels er sammenhængende, hvis de har mindst en side fælles. De sammenhængende områder betegnes i det følgende som partikler.

Filtrering

Det binariserede billede filtreres med et typetals filter. Indenfor et område, der tilnærmet er en cirkel med radius 2 pixels, bestemmes den gråtoneværdi (typetal) som de fleste pixels har.

Centerpixlens gråtoneværdi erstattes med denne værdi. Operationen gentages, så samtlige pixels efter tur er centerpixel. Filterets effekt er, at det fjerner meget små partikler og små huller i store partikler samt udglatter kanterne på partiklerne.

Analyse af partikler

For alle partikler større end 100 pixels måles arealet.

Analyse af tryktype

For hver tryktype samt referencen måles mindst 6 synsfelter. Partiklerne inddeles i 25 logaritmisk lige store intervaller efter deres areal og fordelingen afbildes med partikelarealet som orditat og det summerede partikelareal som abscisse. Det summerede partikelareal normeres med det samlede synsfeltareal.

Analyserne foretages på PC med programmerne PIPPIN (billedbehandling) og LOTUS SYMPHONY (størrelsesfordeling).

5.2 Analyse af vurderingsmetode

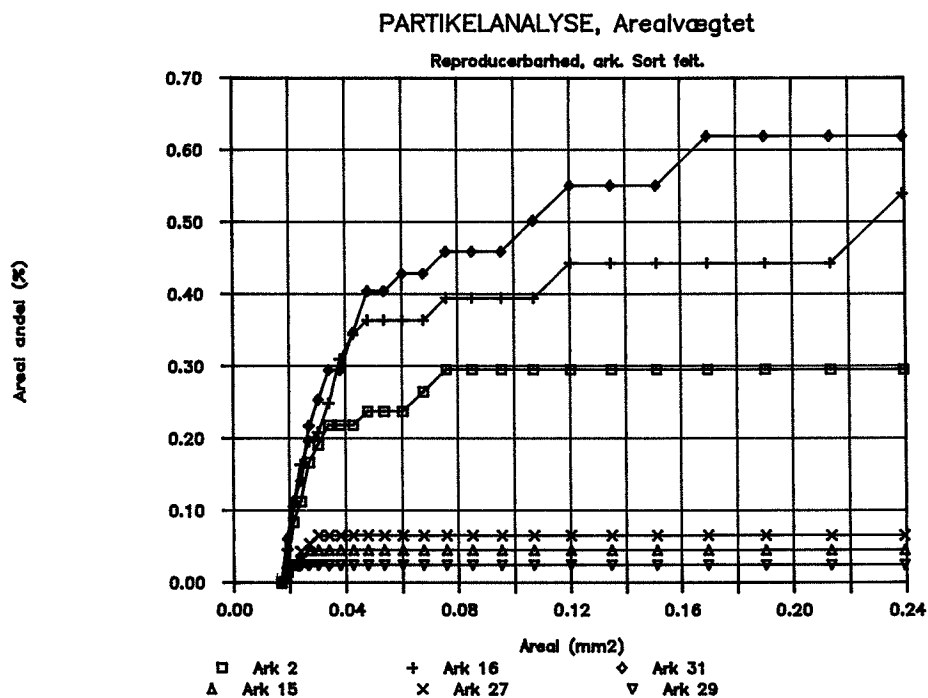
For at bedømme, om den ovenforbeskrevne analyseteknik giver et godt mål for trykkvaliteten, laves en vurdering af to papirkvaliteter:

- 1) CT 60/90-1 overside, ark 2, 16 og 31 prøveserie C.
- 2) CT 60/90-3 overside, ark 15, 27 og 29 prøveserie C (reference).

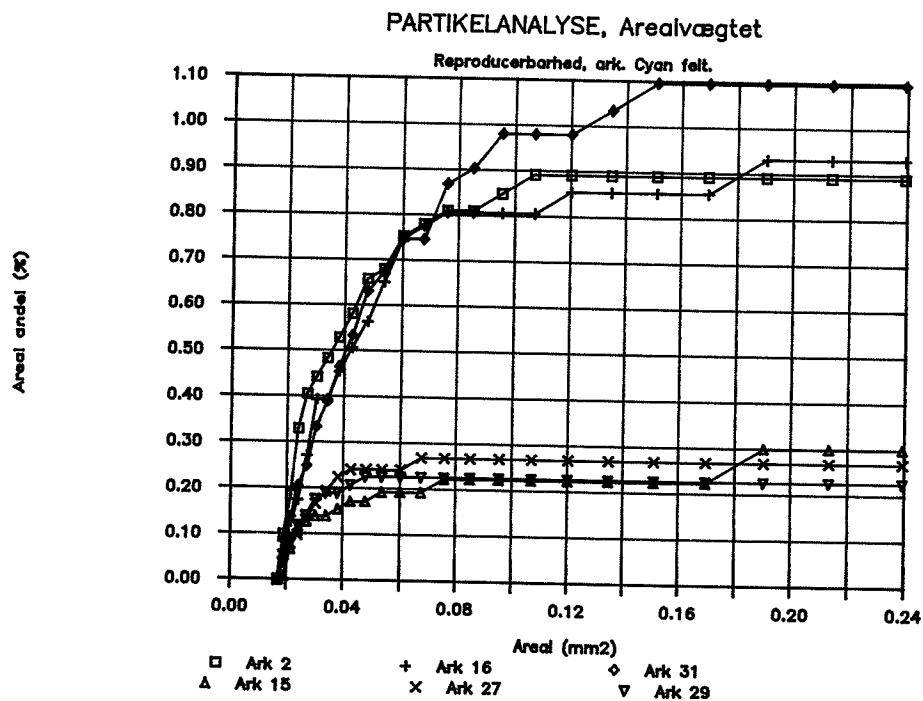
Disse to papirkvaliteter repræsenterer efter den subjektive vurdering de to ydergrænser for trykkvalitet med et kvalitetsindeks på h.h.v. +0.85 og -0.85 (figur 3.2). Det er de to samme papirkvaliteter, der er anvendt til at analysere vurderingen med gråtonehistogram. Der laves en vurdering af følgende faktorerets betydning:

A)	Ark nr.	: 2, <u>16</u> , 31, 15, <u>27</u> , 29.
B)	Farve	: <u>sort</u> , <u>cyan</u> , grøn, blå.
C)	Antal synsfelter	: <u>6</u> , 12, 24.
D)	Lysintensitet	: min. (1/7), <u>med. (2/7)</u> , max. (4/7).
E)	Gråtonefraktil	: 90%, <u>95%</u> , 98%.

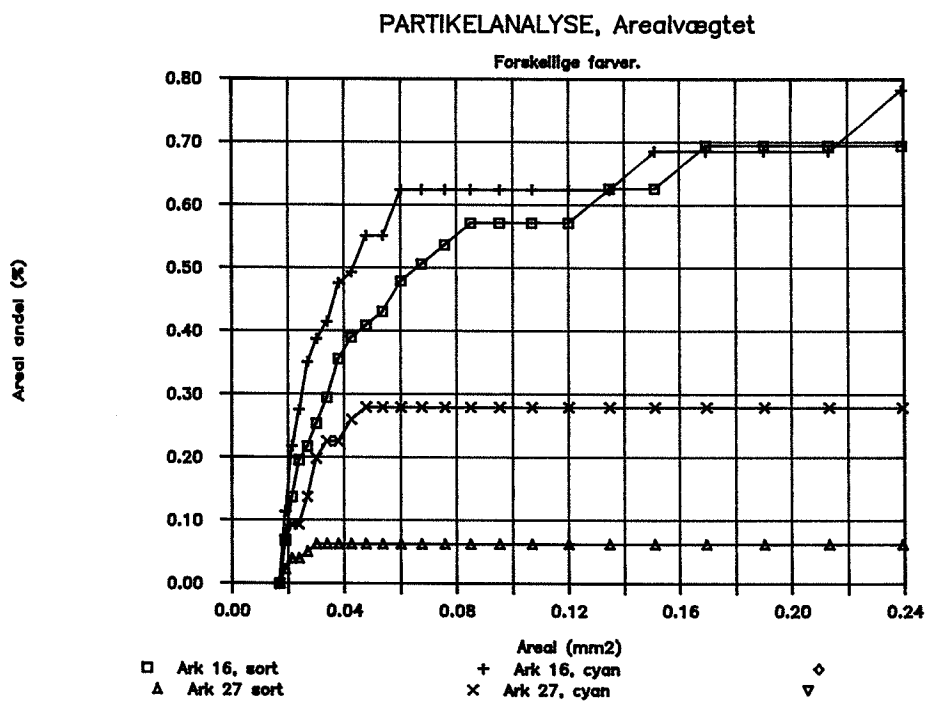
For hver faktor er understreget den værdi, der er brugt ved vurderingen af de øvrige faktorer. Faktorerne A) til D) er de samme som er analyseret i vurdering med gråtonehistogram. Partikelfordelings diagrammerne er angivet i figur 5.1 til 5.10. Hvert diagram indeholder en analyse med 3 forskellige værdier af en faktor (A til E) for h.h.v. CT 60/90-1 og CT 60/90-3. For hver faktor findes 2 diagrammer for h.h.v. det sorte og det cyane felt. De tilsvarende tal er angivet i bilag 6. Her er der desuden for hver analyse angivet det samlede antal partikler, antallet af synsfelter og det samlede synsfeltareal.



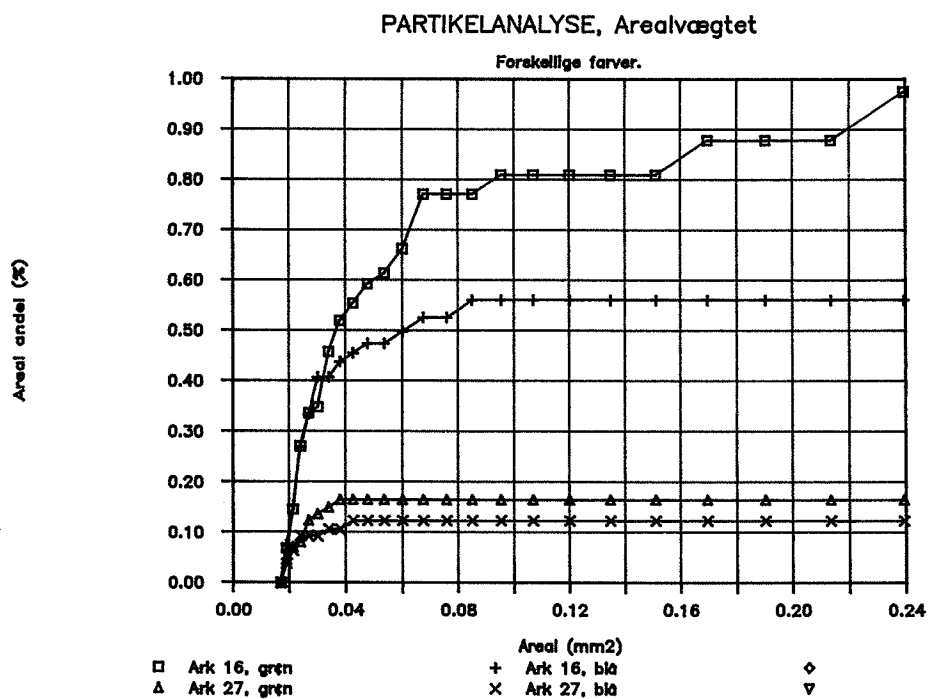
Figur 5.1 Partikelfordeling for sort felt for forskellige ark af CT 60/90-1 (ark 2, 16 og 31) og CT 60/90-3 (ark 15, 27 og 29).



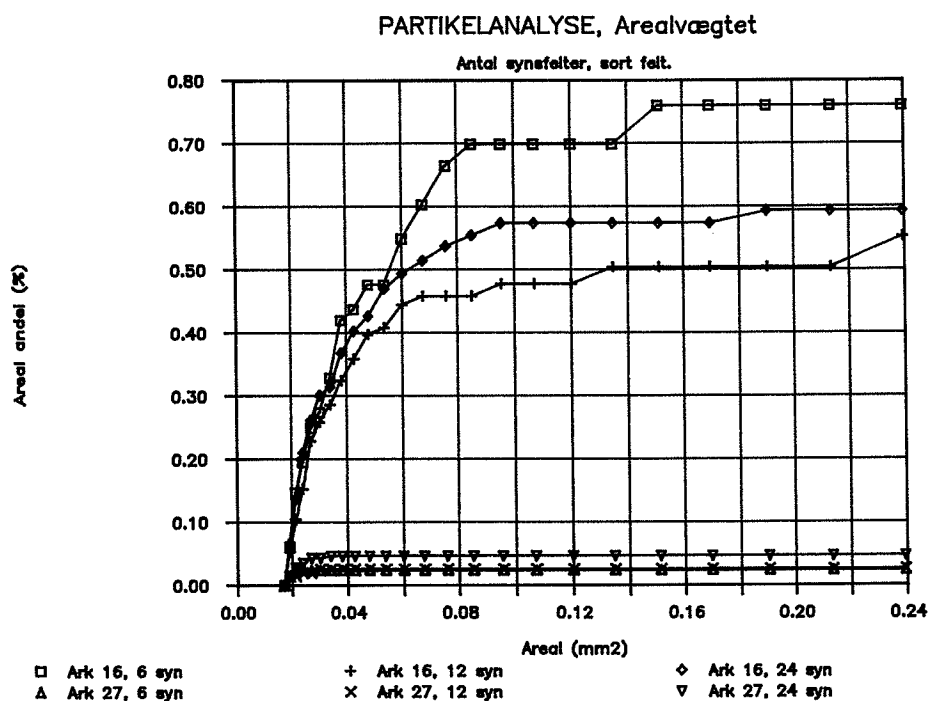
Figur 5.2 Partikelfordeling for cyan felt for forskellige ark af CT 60/90-1 (ark 2, 16 og 31) og CT 60/90-3 (ark 15, 27 og 29).



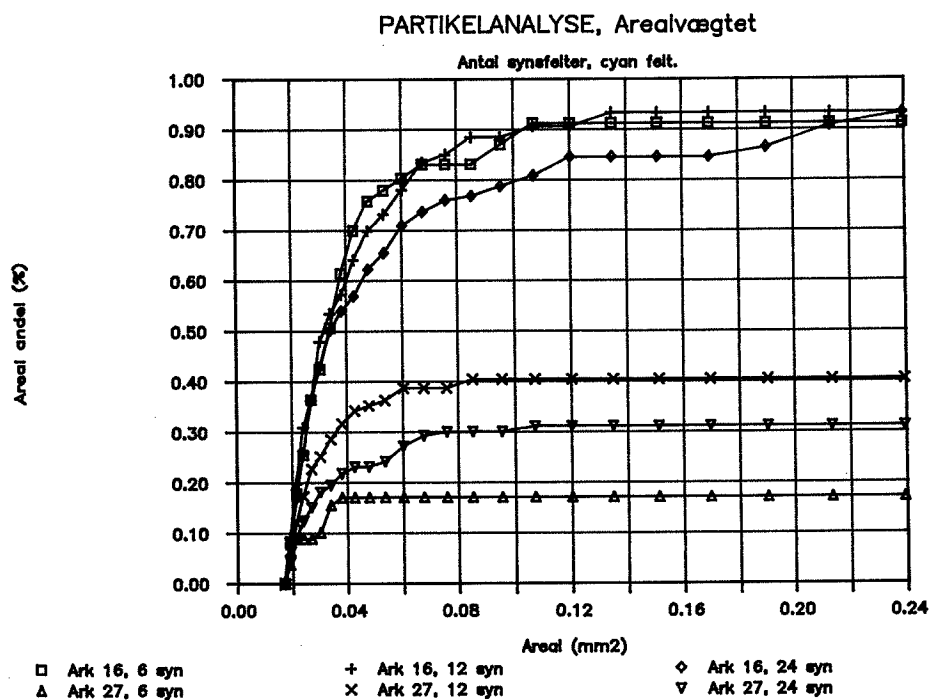
Figur 5.3 Partikelfordeling for forskellige farver på CT 60/90-1 (ark 16) og CT 60/90-3 (ark 27).



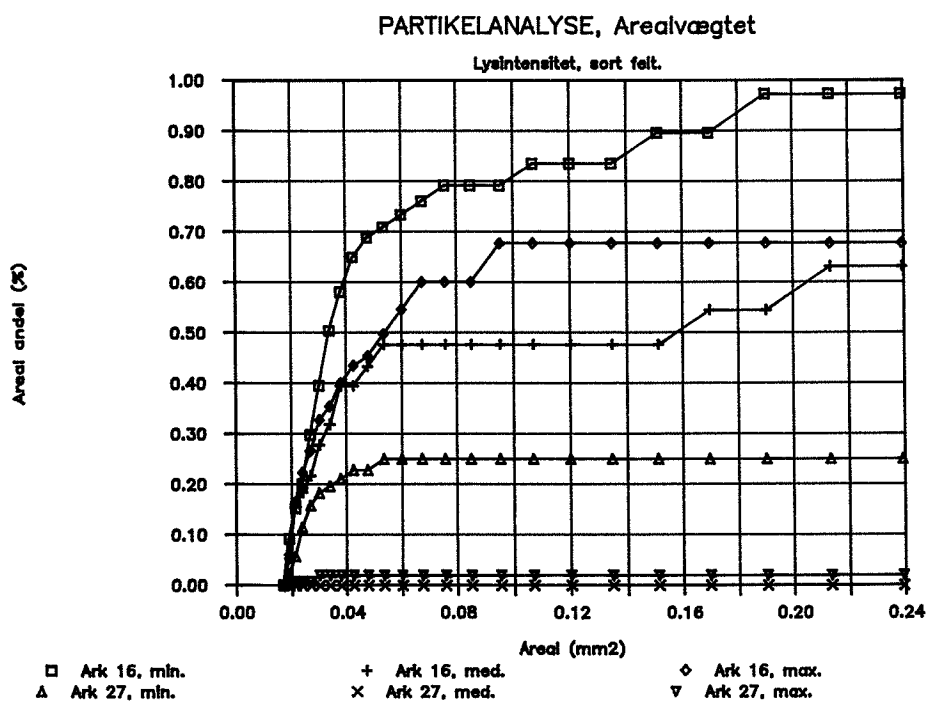
Figur 5.4 Partikelfordeling for forskellige farver på CT 60/90-1 (ark 16) og CT 60/90-3 (ark 27).



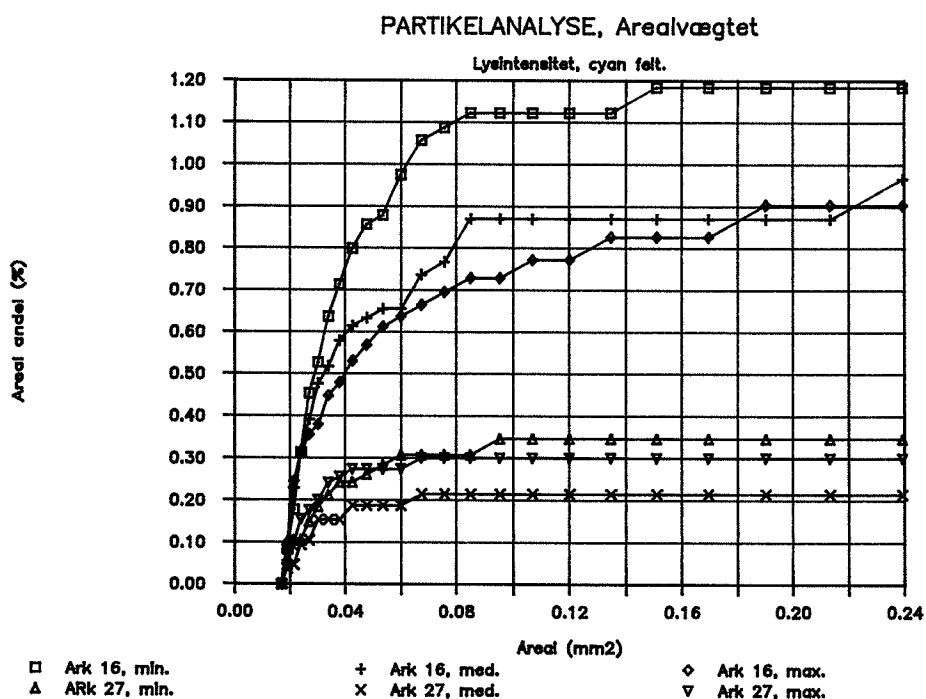
Figur 5.5 Partikelfordeling for sort felt med forskellige antal synsfelter på CT 60/90-1 (ark 16) og CT 60/90-3 (ark 27).



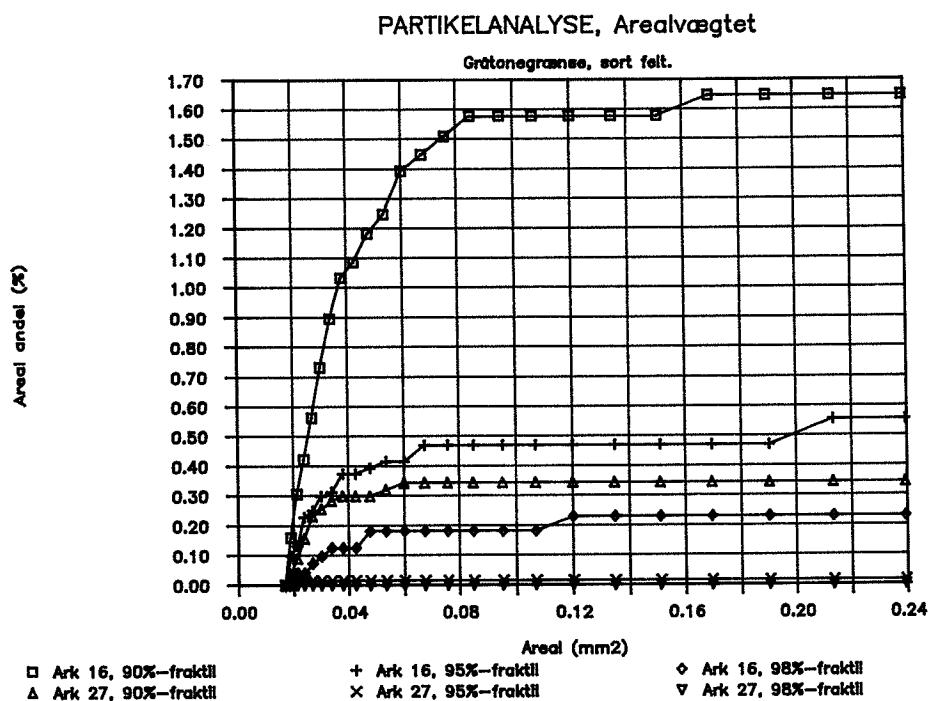
Figur 5.6 Partikelfordeling for cyan felt med forskellige antal synsfelter på CT 60/90-1 (ark 16) og CT 60/90-3 (ark 27).



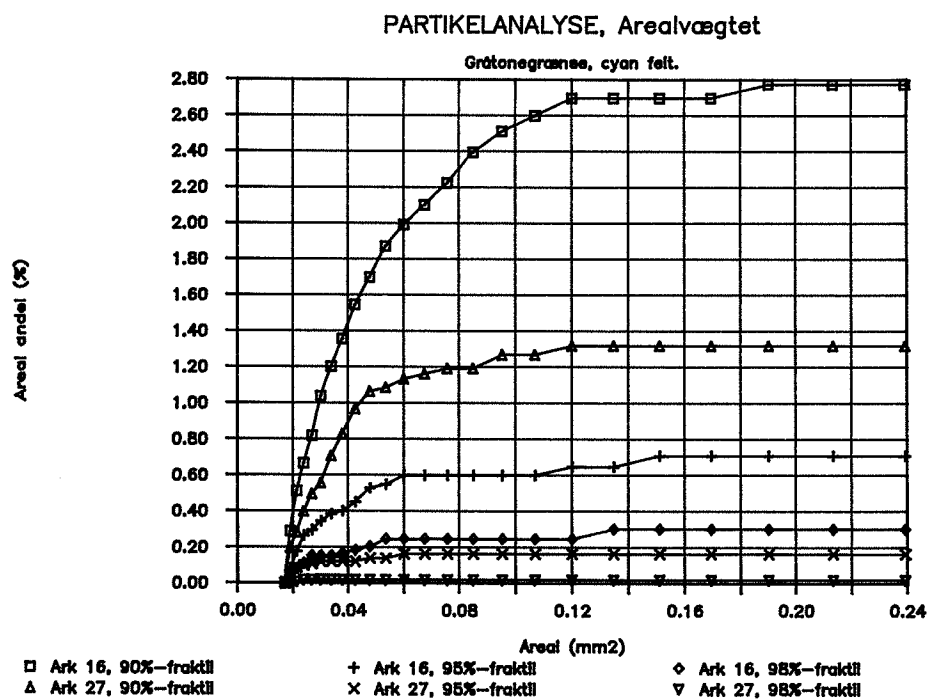
Figur 5.7 Partikelfordeling for sort felt med varierende lysintensitet på CT 60/90-1 (ark 16) og CT 60/90-3 (ark 27).



Figur 5.8 Partikelfordeling for cyan felt med varierende lysintensitet på CT 60/90-1 (ark 16) og CT 60/90-3 (ark 27).



Figur 5.9 Partikelfordeling for sort felt med forskellige gråtonegrænser på CT 60/90-1 (ark 16) og CT 60/90-3 (ark 27).



Figur 5.10 Partikelfordeling for cyan felt med forskellige gråtonegrænser på CT 60/90-1 (ark 16) og CT 60/90-3 (ark 27).

I det følgende anvendes betegnelserne:

$P_{\max}$	: Maksimal andel af partikler (%).
P_{mid}	: Andel af partikler med partikelstørrelse mindre eller lig A_{mid} (%).
A_{mid}	: Middel partikelstørrelse (mm^2).
A_{syn}	: Samlet synsfeltareal.
n	: Samlet antal partikler.

$$(4.1) \quad A_{\text{mid}} = P_{\max} \cdot A_{\text{syn}} / n$$

Udfra resultaterne i bilag 6 er beregnet A_{mid} samt aflæst det tilsvarende P_{mid} . Reproducerbarheden mellem forskellige tidspunkter af parametrene A_{mid} , P_{mid} og $P_{\max}$ er belyst ved at beregne middelværdi og spredning af disse for de 5 analyser under standardbetingelser (de understregede for faktor A til E). Disse analyser er udført på forskellige tidspunkter med udstyret slukket imellem. Resultatet er anført i figur 5.11.

Reproducerbarheden mellem forskellige ark af samme papirkvalitet er belyst ved at beregne middelværdi og spredning af A_{mid} , P_{mid} og $P_{\max}$ for 3 analyser (faktor A). Resultaterne er anført i figur 5.12.

FAKTORANALYSE	CT 60/90-1		CT 60/90-3	
	Mid	Spr.	Mid.	Spr.
Sort felt				
A_{mid} ($\text{mm}^2 \times 10^{-3}$)	33	3.6	24	2.9
P_{mid} (%)	0.32	0.06	0.03	0.02
$P_{\max}$ (%)	0.65	0.11	0.03	0.03
Cyan felt				
A_{mid} ($\text{mm}^2 \times 10^{-3}$)	32	2.1	26	1.7
P_{mid} (%)	0.42	0.06	0.10	0.02
$P_{\max}$ (%)	0.89	0.11	0.22	0.05

Figur 5.11 Reproducerbarhed, tid. Middelværdi og spredning for 5 identiske analyser udført på forskellige tidspunkter.

FAKTORANALYSE	CT 60/90-1		CT 60/90-3	
	Mid.	Spr.	Mid.	Spr.
A: Sort felt				
A_{mid} ($\text{mm}^2 \times 10^{-3}$)	33	4.0	22	5.6
P_{mid} (%)	0.24	0.07	0.03	0.03
P_{max} (%)	0.49	0.17	0.05	0.03
A: Cyan felt				
A_{mid} ($\text{mm}^2 \times 10^{-3}$)	34	4.0	29	5.5
P_{mid} (%)	0.44	0.04	0.13	0.01
P_{max} (%)	0.97	0.11	0.27	0.04

Figur 5.12 Reproducerbarhed, ark. Middelværdi og spredning for 3 forskellige ark af samme papirkvalitet (faktor A).

FAKTORANALYSE	CT 60/90-1		CT 60/90-3	
	Mid.	Spr.	Mid.	Spr.
B: Forskellige farver				
A_{mid} ($\text{mm}^2 \times 10^{-3}$)	33	4.5	23	2.1
P_{mid} (%)	0.40	0.10	0.07	0.02
P_{max} (%)	0.78	0.19	0.16	0.09
C: Antal synsfelter				
A_{mid} ($\text{mm}^2 \times 10^{-3}$)	31	4.5	23	4.3
P_{mid} (%)	0.38	0.13	0.09	0.09
P_{max} (%)	0.77	0.18	0.17	0.16
D: Lysintensitet				
A_{mid} ($\text{mm}^2 \times 10^{-3}$)	33	1.2	26	2.3
P_{mid} (%)	0.46	0.12	0.12	0.07
P_{max} (%)	0.89	0.20	0.19	0.15
E: Gråtonegrænse				
A_{mid} ($\text{mm}^2 \times 10^{-3}$)	32	1.8	25	2.8
P_{mid} (%)	0.51	0.44	0.19	0.22
P_{max} (%)	1.05	1.01	0.38	0.54

Figur 5.13 Middelværdi og spredning ved variation af de forskellige faktorer (B til E). Der er ikke skelnet mellem sort og cyan felt. I hver middelværdi indgår 6 analyser.

5.3 Diskussion af analyse

Den følgende diskussion bygger ikke på en egentlig statistisk analyse men er en vurdering af de fundne middelværdier og spredninger.

Middel partikelstørrelse, middel partikelandel og maksimal partikelandel er alle betydeligt større for CT 60/90-1 end for CT 60/90-3. Det er altså muligt at skelne mellem de to papirkvaliteter ud fra analysen. De tre parametre er for begge papirkvaliteter lidt mindre for det sorte felt end for det cyane felt, der altså indeholder flere partikler.

Variationskoefficienten (forholdet mellem spredning og middelværdi) er mindst for middel partikelstørrelsen (omkring 10%). Der er en større spredning på den maksimale partikelandel end middel partikelandelen, men variationskoefficienten er af samme størrelsesorden (15-20%). For CT 60/90-3 er spredningen på den maksimale partikelandel og middel partikelandelen af samme størrelsesorden som middelværdien.

Reproducerbarheden mellem forskellige tidspunkter er som helhed god. Den væsentligste årsag til spredningen er den tilfældige udvælgelse af synsfelter. Det samlede synsfeltareal med 6 synsfelter pr. analyse udgør kun omkring 1% af arealet af et enkelt farvet område, så sandsynligheden for at ramme de samme områder er meget lille. Da nisterne må antages at være fordelt tilfældigt i papiret, er sandsynligheden for at ramme de samme nister også meget lille.

Reproducerbarheden mellem forskellige ark af samme papirkvalitet er også god. Årsagen til spredningen er som før den tilfældige udvælgelse af synsfelter og desuden spredningen forårsaget af forskelle mellem arkene. Da spredningen ikke er væsentlig større end for analyserne på samme ark er forskellen mellem arkene ikke større end forskellene indenfor samme ark. Det er dermed uden betydning, om analyserne foretages på samme ark eller på flere forskellige ark. Andelen af partikler er for begge papirkvaliteter større for det cyane felt end for det sorte felt.

Partikelandelen for samme papirkvalitet er ikke væsentlig forskellig for de forskellige farver. Spredningen er lidt større på middelværdien for alle farver end for middelværdien for samme farve og ark.

Partikelandelen for samme papirkvalitet er heller ikke væsentlig forskellig for forskellige antal synsfelter. Man opnår altså ikke nogen væsentlig forbedring af analysen ved at øge antallet af synsfelter. En mere sikker vurdering kunne opnås ved sammenligning af flere analyser med 12 og 24 synsfelter på samme ark. Det skønnes imidlertid ikke i denne sammenhæng at være relevant, da tidsforbruget ved en analyse med mange synsfelter i praksis vil være uforholdsmæssigt stort med det anvendte udstyr.

Med varierende lysintensitet for samme papirkvalitet fås ikke nogen væsentlig ændring i middelværdi og spredning for de tre parametre i forhold til analyserne for samme farve og ark. Analysen er altså ganske stabil overfor ændringer i lysintensitet, hvilket skyldes at partiklerne udvælges ud fra gråtone og kontrast i hvert enkelt synsfelt. Herved er gråtonehistogrammet følsomhed overfor indstillingen af lysstyrken (som omtalt i afsnit 4.3) uden betydning for

analysen. Ved meget svag belysning er kontrasten dog så dårlig, at udvælgelsen af partiklerne er usikker. Man bør derfor foretage analyserne ved den anvendte medium belysning.

Ved ændring af gråtone-fraktilen fås en betydelig ændring af partikel andelen. Specielt øges partikelandelen kraftigt ved anvendelse af 90%-fraktilen. Ved sammenligning af gråtonebilledet og det binariserede billede er det klart, at man med 90%-fraktilen får områder med i synsfeltet, der ikke er nister, mens man med 98%-fraktilen ikke får det hele af nisterne med. Erfaringsmæssigt giver 95%-fraktilen en god udvælgelse af nisterne.

Udvælgelsen af partikler med en gråtonefraktil giver mange små partikler samt små huller i store partikler. Øjet opfatter ikke disse små "defekter", men vurderer sammenhængende områder. Typetalsfilteret eftergør denne effekt, ved at fjerne defekterne og dermed lave en klarere adskillelse af partikler. Filtreringen er forholdsvis tidskrævende, men på baggrund af mange visuelle bedømmelser vurderes det, at man ikke får en rimelig udvælgelse af nisterne uden filtrering. Typetalsfilteret har den fordel, at det kan fjerne "støj" i form af små pletter (reflekser) i det binariserede billede, hvilket især optræder i det cyane og det grønne felt.

Betydningen af partikelformen er ikke medtaget i denne analyse. Det er muligt at udvælge partikler med en bestemt form så man f.eks. kan undgå at medtage meget aflange eller "krøllede" partikler. På baggrund af visuelle bedømmelser vurderes det imidlertid ikke umiddelbart at kunne give nogen forbedring i analysen.

De partikler, der er medtages i analysen er ganske små, de største omkring 0.2 mm^2 . Der er imidlertid ikke fundet større partikler i nogen felter, så det anvendte synsfeltareal på 39 mm^2 er rimeligt. Med et lille synsfeltareal kan man med et begrænset antal synsfelter kun analysere en lille del af det samlede felt. Er der kun få nister i feltet er sandsynligheden for at en niste kommer med i synsfeltet lille, hvorved det kan blive afgørende for analyseresultatet om man rammer en niste eller ikke. Dette kan give en stor spredning på analyser af samme felt, hvilket er tilfældet for CT 60/90-3. Omvendt kan et stort synsfeltareal betyde, at man ikke kan skelne nisterne. Generelt bør synsfeltarealet og antallet af synsfelter derfor vælges ud fra størrelsen af de partikler (nister) man vil analysere og en egentlig statistisk analyse kan være nødvendig. I praksis er antallet af synsfelter imidlertid fastlagt ud fra den tid, det er rimeligt at anvende på en analyse og synsfeltets størrelse bestemmes, så man får et passende antal partikler med.

5.4 Vurdering af prøveserie

Den ovenfor beskrevne analysemetode anvendes til at vurdere kvaliteten af prøveserie C beskrevet i afsnit 3.1. Der er ialt 32 tryktyper; 4 papirkvaliteter, 2 sider og 4 farver. For hver tryktype analyseres 6 synsfelter. De 4 referenceark deles i 2 grupper:

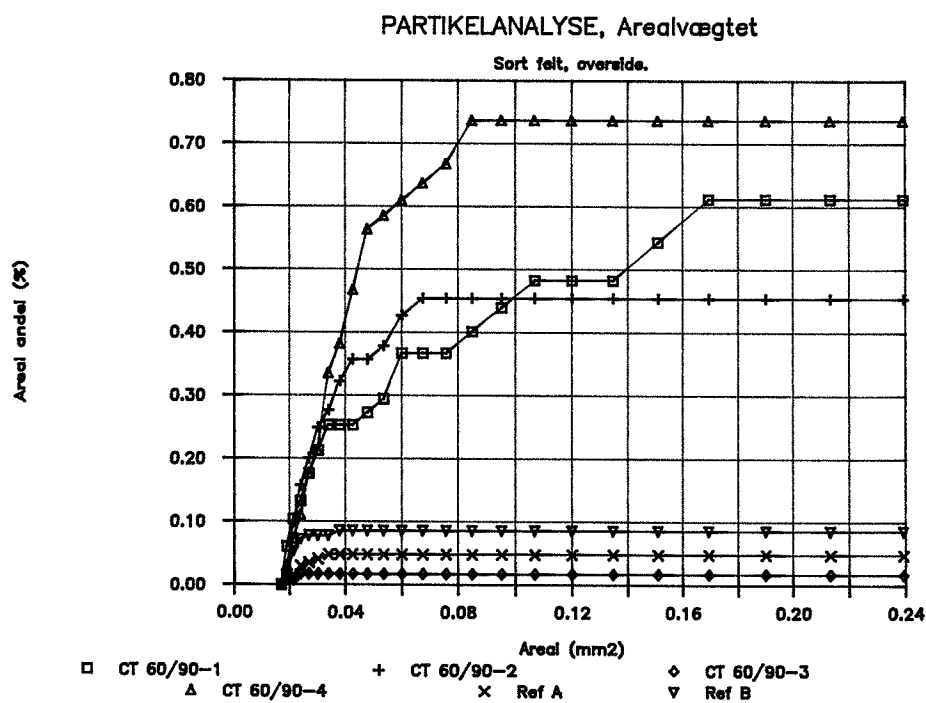
- A) CT 60/90-2 overside og vireside
- B) CT 60/90-3 overside og vireside

For hver gruppe analyseres 6 synsfelter pr. farve for oversiden og 6 for viresiden. Resultatet af analyserne afbildes i grupper på 6 med samme arkside og farve for de 4 papirkvaliteter samt de 2 referencer. Afbildningerne er vist i figur 5.14 til 5.21. I bilag 7 findes de tilsvarende tal.

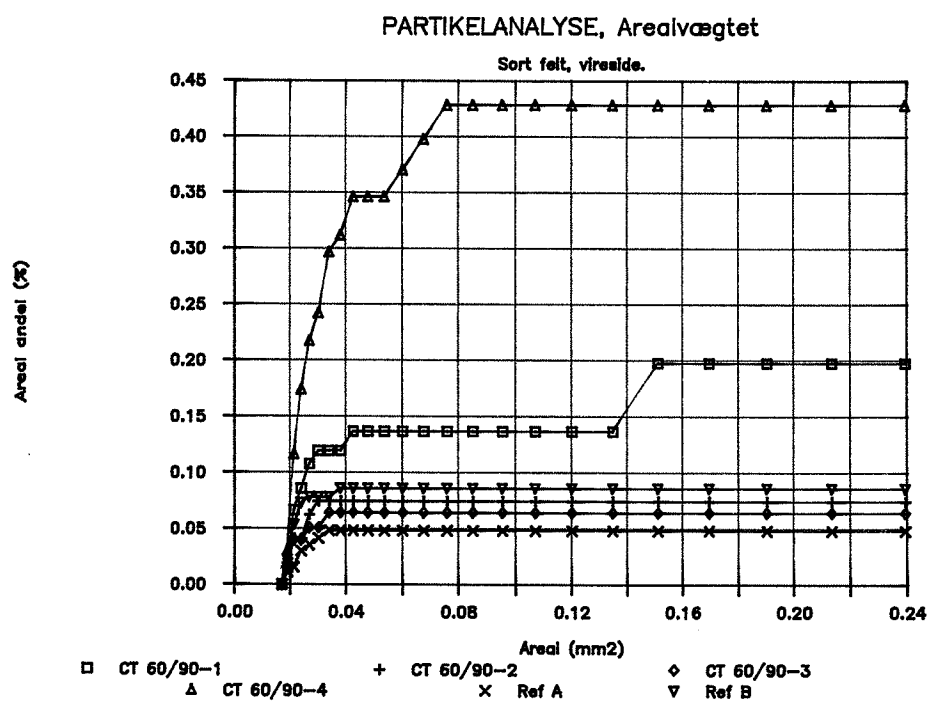
I figur 5.22 er der beregnet forholdet mellem middel partikelstørrelse $A_{\text{mid,ref}}$ for referencen og middel partikelstørrelse A_{mid} for de forskellige tryktyper. I figur 5.23 er beregnet forholdet mellem arealandelen P_{acc} af partikler mindre end A_{acc} og den maksimale arealandel P_{max} af partikler. A_{acc} er den største acceptable partikel i trykbilledet. Der er anvendt værdien $A_{\text{acc}}=0.038 \text{ mm}^2$ for alle tryktyper. I figur 5.24 er beregnet et kvalitetsindeks I for trykket som produktet af de to forhold med 0 som det dårligste og 1 som det bedste. I figur 5.25 er til sammenligning angivet resultatet af den subjektive bedømmelse fra afsnit 4 omregnet, så bedømmelsen ligger i intervallet 0 til 1, med 0 som det dårligste og 1 som det bedste.

I figur 5.26 er angivet kvalitetsindeks for grupper med samme papirkvalitet og samme arkside for 4 farvet offsettryk for objektiv og subjektiv bedømmelse.

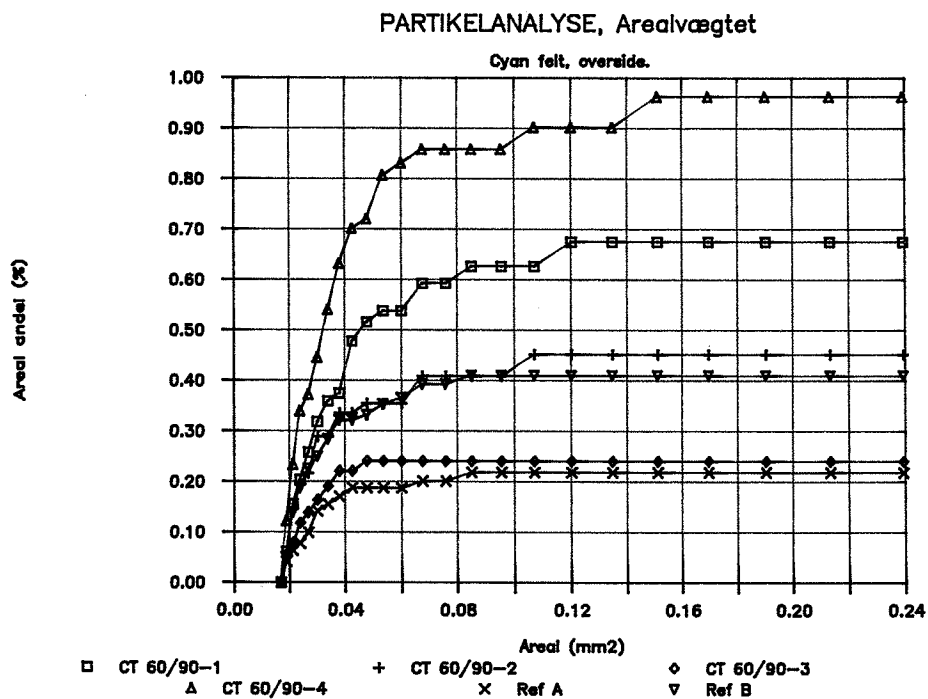
I figur 5.27 er angivet kvalitetsindeks for grupper med samme papirkvalitet og samme farve for 4-farvet offsettryk for objektiv og subjektiv bedømmelse.



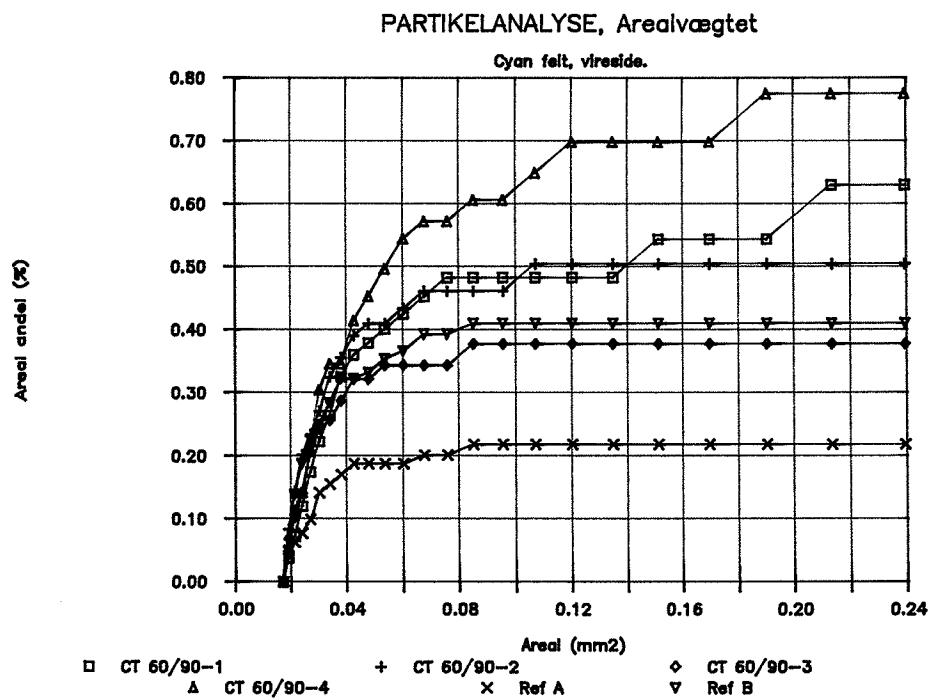
Figur 5.14 Partikelfordeling for sort felt overside for CT 60/90-1, CT 60/90-2, CT 60/90-3 og CT 60/90-4 samt reference A og B.



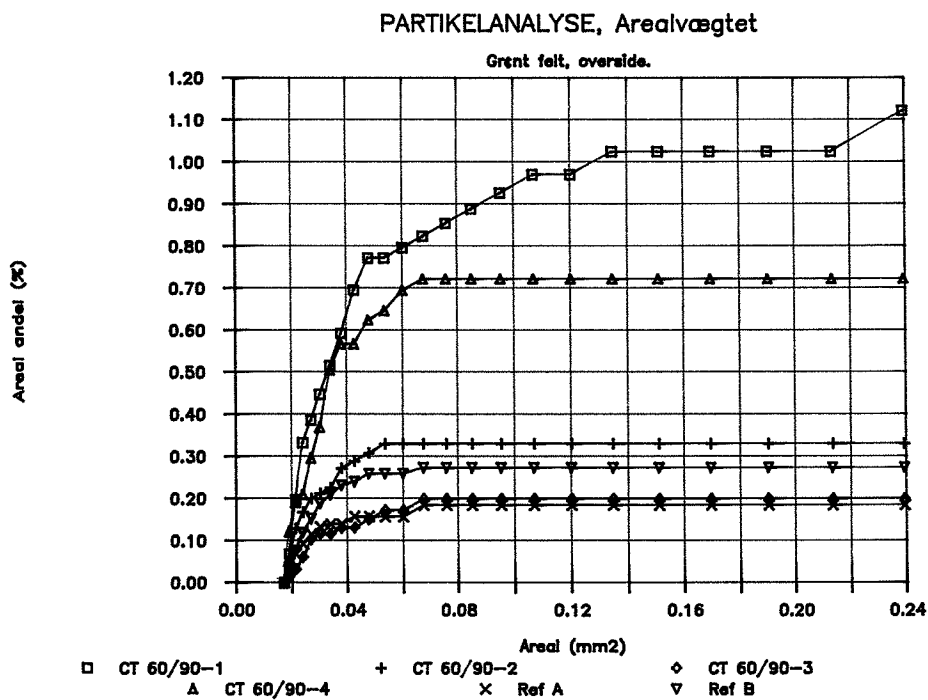
Figur 5.15 Partikelfordeling for sort felt vireside for CT 60/90-1, CT 60/90-2, CT 60/90-3 og CT 60/90-4 samt reference A og B.



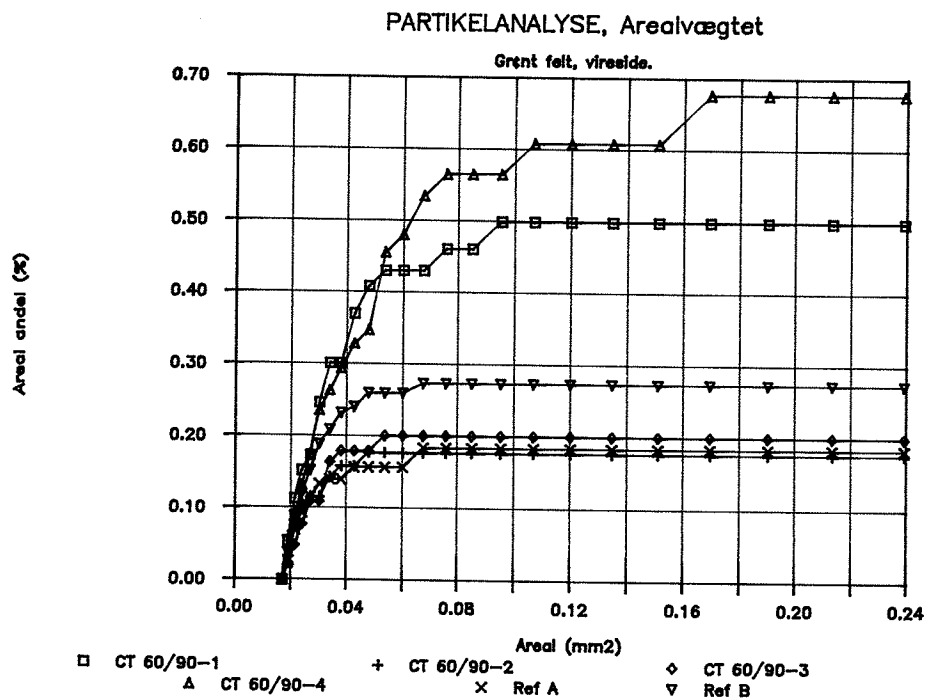
Figur 5.16 Partikelfordeling for cyan felt overside for CT 60/90-1, CT 60/90-2, CT 60/90-3 og CT 60/90-4 samt reference A og B.



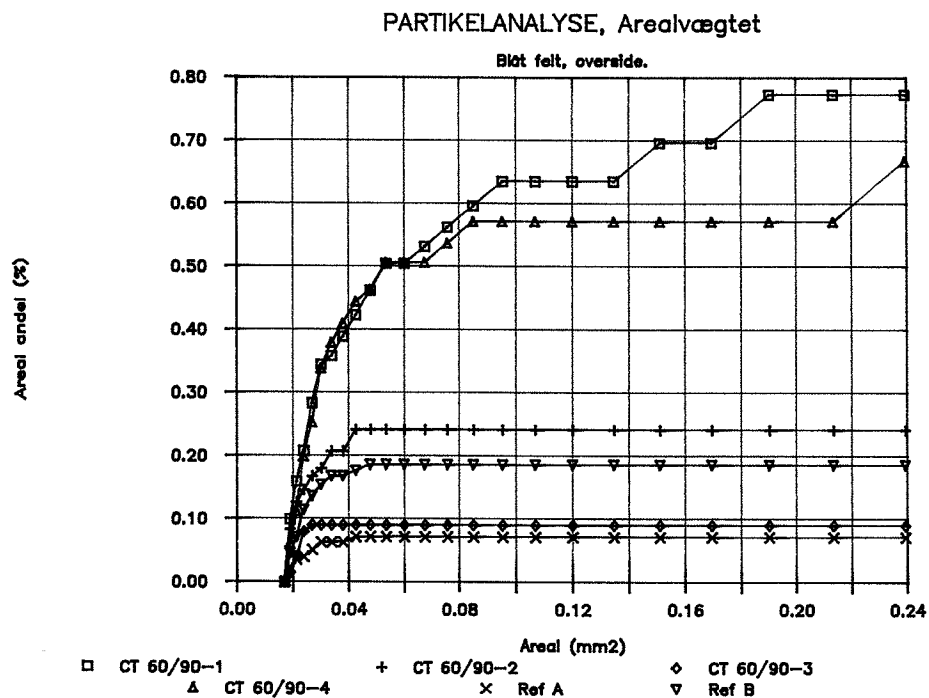
Figur 5.17 Partikelfordeling for cyan felt vireside for CT 60/90-1, CT 60/90-2, CT 60/90-3 og CT 60/90-4 samt reference A og B.



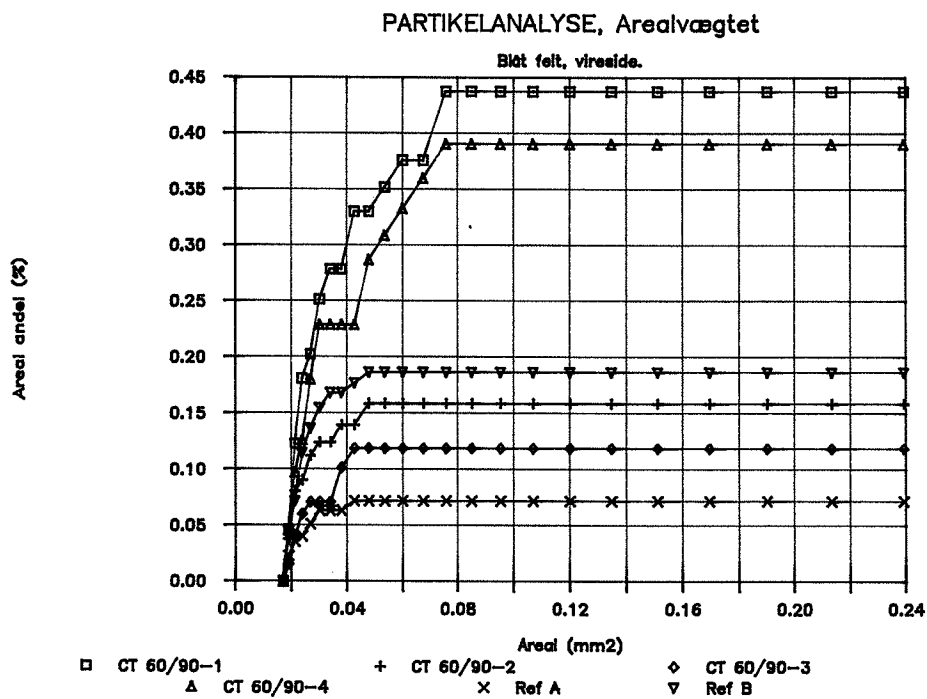
Figur 5.18 Partikelfordeling for grønt felt overside for CT 60/90-1, CT 60/90-2, CT 60/90-3 og CT 60/90-4 samt reference A og B.



Figur 5.19 Partikelfordeling for grønt felt vireside for CT 60/90-1, CT 60/90-2, CT 60/90-3 og CT 60/90-4 samt reference A og B.



Figur 5.20 Partikelfordeling for blåt felt underside for CT 60/90-1, CT 60/90-2, CT 60/90-3 og CT 60/90-4 samt reference A og B.



Figur 5.21 Partikelfordeling for blåt felt virende for CT 60/90-1, CT 60/90-2, CT 60/90-3 og CT 60/90-4 samt reference A og B.

STØRRELSE		Sort	Cyan	Grøn	Blå
CT 60/90-1	overside	0.58	0.82	0.76	0.66
	vireside	0.74	0.71	0.87	0.79
CT 60/90-2	overside	0.79	0.96	1.04	1.05
	vireside	1.00	0.96	1.13	1.00
CT 60/90-3	overside	1.00	1.13	0.90	1.10
	vireside	1.15	1.00	1.00	0.88
CT 60/90-4	overside	0.66	0.90	0.90	0.70
	vireside	0.82	0.73	0.68	0.79

Figur 5.22 Forholdet mellem middel partikelstørrelse $A_{\text{mid,ref}}$ for referencen og middel partikelstørrelsen A_{mid} for de forskellige tryktyper. Beregning efter 4.1 ud fra bilag 7.

FORDELING		Sort	Cyan	Grøn	Blå
CT 60/90-1	overside	0.41	0.52	0.53	0.51
	vireside	0.60	0.52	0.60	0.64
CT 60/90-2	overside	0.70	0.76	0.82	0.88
	vireside	1.00	0.71	0.89	0.88
CT 60/90-3	overside	1.00	0.96	0.74	1.00
	vireside	1.00	0.76	0.90	0.83
CT 60/90-4	overside	0.51	0.66	0.74	0.61
	vireside	0.60	0.45	0.43	0.59

Figur 5.23 Forholdet mellem arealandelen P_{acc} af partikler mindre end A_{acc} og den maksimale arealandel P_{max} af partikler. A_{acc} er den største acceptable partikel i trykbilledet. Der er anvendt værdien 0.038 mm^2 for alle tryktyper. Beregning ud fra bilag 7.

KVALITETSIINDEKS		Sort	Cyan	Grøn	Blå
CT 60/90-1	overside	0.24	0.45	0.32	0.31
	vireside	0.44	0.40	0.45	0.48
CT 60/90-2	overside	0.55	0.69	0.82	0.88
	vireside	1.00	0.64	0.89	0.88
CT 60/90-3	overside	1.00	0.96	0.65	1.00
	vireside	1.15	0.76	0.90	0.83
CT 60/90-4	overside	0.34	0.59	0.70	0.46
	vireside	0.49	0.35	0.36	0.47

Figur 5.24 Kvalitetsindeks for trykkvalitet for de forskellige tryktyper beregnet som produktet af forholdene i figur 5.27 og 5.28. Indeks 0 er den dårligste og 1 den bedste trykkvalitet ved sammenligning med referencen.

KVALITETSIINDEKS		Sort	Cyan	Grøn	Blå
CT 60/90-1	overside	0.30	0.00	0.00	0.00
	vireside	0.67	0.38	0.42	0.50
CT 60/90-2	overside	1.00	0.84	0.75	0.96
	vireside	0.84	0.75	0.71	0.84
CT 60/90-3	overside	1.00	0.92	0.84	0.96
	vireside	1.00	0.84	0.79	1.00
CT 60/90-4	overside	0.50	0.29	0.17	0.46
	vireside	0.79	0.54	0.54	0.63

Figur 5.25 Kvalitetsindeks ved den subjektive bedømmelse med 0 som den dårligste og 1 som den bedste trykkvalitet. Beregning ud fra bilag 5.

ARKSIDE		Overside	Vireside	Middel
CT 60/90-1	obj.	0.33	0.44	0.39
	subj.	0.08	0.49	0.29
CT 60/90-2	obj.	0.74	0.85	0.80
	subj.	0.89	0.79	0.84
CT 60/90-3	obj.	0.90	0.91	0.91
	subj.	0.93	0.91	0.92
CT 60/90-4	obj.	0.52	0.42	0.47
	subj.	0.36	0.63	0.50
Middel	obj.	0.62	0.66	0.64
	subj.	0.57	0.71	0.64

Figur 5.26 Kvalitetsindeks for grupper med samme papirkvalitet og samme arkside for 4 farvet offsettryk. Sammenligning mellem objektiv og subjektiv bedømmelse.

FARVE		Sort	Cyan	Grøn	Blå	Middel
CT 60/90-1	obj.	0.34	0.43	0.39	0.40	0.39
	subj.	0.49	0.19	0.21	0.25	0.29
CT 60/90-2	obj.	0.78	0.67	0.86	0.88	0.80
	subj.	0.92	0.80	0.73	0.90	0.84
CT 60/90-3	obj.	1.08	0.86	0.78	0.92	0.91
	subj.	1.00	0.88	0.82	0.98	0.92
CT 60/90-4	obj.	0.42	0.47	0.53	0.47	0.47
	subj.	0.65	0.42	0.36	0.55	0.50
Middel	obj.	0.66	0.61	0.64	0.67	0.64
	subj.	0.77	0.57	0.53	0.67	0.64

Figur 5.27 Kvalitetsindeks for grupper med samme papirkvalitet og samme farve for 4-farvet offsettryk. Sammenligning mellem objektiv og subjektiv bedømmelse.

5.5 Diskussion

Den følgende diskussion bygger ikke på en egentlig statistisk analyse, men er en vurdering af de fundne middelværdier og spredninger.

Betragtes partikelfordelings diagrammerne ses, at de to papirkvaliteter CT 60/90-1 og CT 60/90-4 skiller sig tydeligt ud fra CT 60/90-2 og CT 60/90-1, idet den maksimale andel af partikler for de to første er væsentligt større. Det ses også, at kurven for CT 60/90-3 ligger tæt på kurven for reference A og at kurven for CT 60/90-2 ligger tæt på kurven for reference B. Dette er i overensstemmelse med, at reference A er et tilfældigt udtaget ark af CT 60/90-3 og at reference B er et tilfældigt udtaget ark af CT 60/90-2.

For at definere et kvalitetsindeks er der beregnet to forhold:

- 1) Forholdet mellem middelpartikelstørrelse for referencen og middel partikelstørrelsen for de forskellige tryktyper.
- 2) Forholdet mellem arealandelen af partikler mindre end den største acceptable partikel og den maksimale arealandel af partikler for de forskellige tryktyper.

Det første forhold (størrelsesforhold) beskriver partikelstørrelsen i trykket sammenlignet med referencen. Referencen er netop udvalgt som det bedst opnåelige tryk, så partikler af samme størrelsesorden som i referencetrykket er fuldt acceptable. Et forhold på 1 udtrykker, at partiklerne er af samme størrelsesorden mens forholdet nærmer sig 0, hvis partiklerne er meget større end i referencetrykket.

Det andet forhold (fordelingsforhold) beskriver fordelingen af partikler i trykket ud fra en acceptabel partikelstørrelse. Er alle partikler mindre end den acceptable størrelse fås forholdet 1 mens forholdet nærmer sig 0, hvis alle partikler er større end denne grænse. Den acceptable partikelstørrelse vælges naturligt så den ligger mellem middelpartikelstørrelsen og den maksimale partikelstørrelse i referencetrykket. Som en vejledning kan vælges middel partikelstørrelsen i referencetrykket plus 1.5 gange spredningen (tilnærmet 95%-fraktilen). I afsnit blev der for det cyane felt fundet en middel partikelstørrelse 0.029 mm^2 og en spredning på omkring 0.006 (figur 5.12). I denne analyse er for enkelhedens skyld valgt værdien 0.038 mm^2 for samtlige tryktyper. Ved at tilpasse A_{acc} ud fra subjektive vurderinger af tryktypen kan man få en ganske god overensstemmelse mellem den objektive vurdering og en subjektiv vurdering. Den acceptable partikelstørrelse vil afhænge af referencetrykkets farve og kontrast samt papiroverfladens struktur. Dette kan vurderes ud fra analyser af gråtonehistogrammet (afsnit 4) samt analyser af det blanke papir (afsnit 5). Der er ikke i denne undersøgelse lavet sådanne systematiske analyser.

Størrelsesforholdet (figur 5.22) er for CT 60/90-2 og CT 60/90-3 tæt ved 1, hvilket er i overensstemmelse med, at referencepapiret er udvalgt blandt disse kvaliteter. For CT 60/90-1 og CT 60/90-4 er middelværdien af størrelsesforholdet for begge kvaliteter 0.7-0.8 med en spredning på 0.1. Der er altså ingen forskel i middel partikelstørrelse for disse to kvaliteter.

Fordelingsforholdet (figur 5.23) for CT 60/90-2 og CT 60/90-3 ligger igen tæt ved 1 mens middelværdien for CT 60/90-1 og CT 60/90-4 ligger noget lavere, omkring 0.6.

Det objektive kvalitetsindeks (figur 5.26 og 5.27) viser at CT 60/90-3 i middel har den højeste trykkvalitet, dernæst følger CT 60/90-2, hvor trykkvaliteten dog ikke er væsentlig lavere. Den laveste trykkvalitet i middel har CT 60/90-3 mens CT 60/90-4 har en lidt højere trykkvalitet. Disse iagttagelser er i overensstemmelse med den subjektive vurdering. Det bemærkes, at middelværdierne af samtlige analyser er ens for den objektive og den subjektive vurdering.

Det objektive kvalitetsindeks viser i middel ingen forskel mellem overside og vireside (figur 5.26), men for CT 60/90-1 kan ses en lille forskel. Den subjektive vurdering viser en lille forskel mellem overside og vireside, især for CT 60/90-1 og CT 60/90-4. At den objektive vurdering ikke viser denne forskel kan skyldes, at der er forskel på den største acceptable partikelstørrelse mellem overside og vireside, hvilket der ikke er taget hensyn til ved udregningen af det objektive kvalitetsindeks. På viresiden er overfladen mere ujævn, og man kan måske derfor acceptere større partikler. Medtages dette i udregningen af det objektive kvalitetsindeks fås et højere kvalitetsindeks for viresiden.

Det objektive kvalitetsindeks viser i middel ingen forskel mellem de forskellige farver (figur 5.27) mens den subjektive vurdering viser en dårligere trykkvalitet for de lyse farver cyan og grøn. Årsagen kan være, at man ved en subjektiv vurdering i højere grad ligger mærke til nisterne i de lyse farver, selvom nisterne er tilstede i både de mørke og de lyse farver. Kontrasten for de mørke farver er større (figur 4.10) hvilket gør, at man ikke i så høj grad bemærker små afvigelser her. Den objektive vurdering er altså mindre end den subjektive vurdering afhængig af den trykfarve, der vurderes.

Det indførte objektive kvalitetsindeks giver et godt mål for trykkvaliteten og er i overensstemmelse med den subjektive vurdering hvis man tager hensyn til trykfarve og overfladens struktur. Disse hensyn er imidlertid kun nødvendige, hvis man vil have en vurdering af en bestemt trykfarve. Er man alene interesseret i papirets kvalitet (indholdet af nister) er det opstillede kvalitetsindeks velegnet.

Vurdering uden trykfarve er ikke umiddelbart muligt, da kontrasten for det blanke ark er ganske lille (figur 4.10). Reflekser i arket har en kontrast af samme størrelsesorden som kontrasten mellem nister og den øvrige del af arket, så det er ikke med sikkerhed muligt at udskille nisterne.

Kvalitetsindekset er baseret på måling af kun 6 synsfelter men er alligevel ganske reproducerbart (afsnit 5.2). Man må dog ikke tillægge det nogen større nøjagtighed, en inddeling i f.eks. 3 kvalitetsklasser vil være rimelig. Sammenlignet med den subjektive vurdering er den objektive vurdering hurtigere (15 min for vurdering af en tryktype incl. reference) og er desuden uafhængig af den person, der foretager bedømmelsen. Metoden kan yderligere anvendes til at give et absolut mål for indhold af partikler i et ark (partikelfordelingskurve).

6. OBJEKTIV VURDERING AF NISTER PÅ INDFARVEDE ARK.

6.1 Vurderingsmetode

Anvendelsesområde

Metoden er velegnet til at bedømme indhold af nister i ren halmcellulose, hvor nisterne er relativt store. Af cellulosemassen fremstilles prøveark i laboratoriet. Disse indfarves med et blåt farvestof, så der ved gennemlysning opnås kontrast mellem nisterne, der ikke optager så meget farvestof, og resten af cellulosemassen.

Referenceark

For hver arktype udvælges et referenceark, og alle analyser relateres til en analyse af denne reference så man opnår sammenlignelighed fra gang til gang. Der bør udføres en analyse af referencen hver gang der ændres ved opstillingen, specielt ved ændringer af belysningen eller synsfeltets størrelse.

Digitalisering

Der tages et billede af prøvearket med et PANASONIC ccd-videokamera gennem en optisk linse med en brændvidde på 55 mm. Prøvearket gennemlyses med en ringbelysning med 6 lysgivere anbragt så prøvearket befinder sig mellem belysningskilde og linse. Lysstyrken vælges, så man opnår en god kontrast og fastholdes iøvrigt gennem hele analysen. Linsens afstand vælges så synsfeltets størrelse er 36.3 mm vandret og 24.7 mm lodret. Synsfeltets størrelse kan ændres vilkårligt ved at ændre linsens afstand til prøvearket og foretage en efterfølgende fokusering og kalibrering af udstyret. Det analoge signal fra videokameraet digitaliseres til et sort/hvid billede med et "PcVision Plus video framegrabber card", der opdeler billedet i 512 x 512 punkter (pixels) hver med en gråtoneværdi mellem 0 (sort) og 255 (hvid). En pixel (mindste billedelement) er 70.9 μ m bred og 48.3 μ m høj.

Af hensyn til evt. kanteffekter fradrages en kant med en bredde på 16 pixels hele vejen rundt langs billedet. Arbejdsfeltet (workarea) bliver herved 480 x 480 pixels eller 34.0 mm bredt og 23.2 mm højt.

Analyse af synsfelt

Den videre analyse foretages som beskrevet i afsnit 5.1 gråtonehistogram og resten af afsnittet.

6.2 Analyse af vurderingsmetode.

Der er ikke foretaget en egentlig vurdering af analysemetoden, idet den er fuldstændig parallel til partikelanalysen beskrevet i afsnit 5. Hvad der er anført i afsnit 5 om de forskellige faktorerers indflydelse vil også gælde metoden beskrevet i dette afsnit.

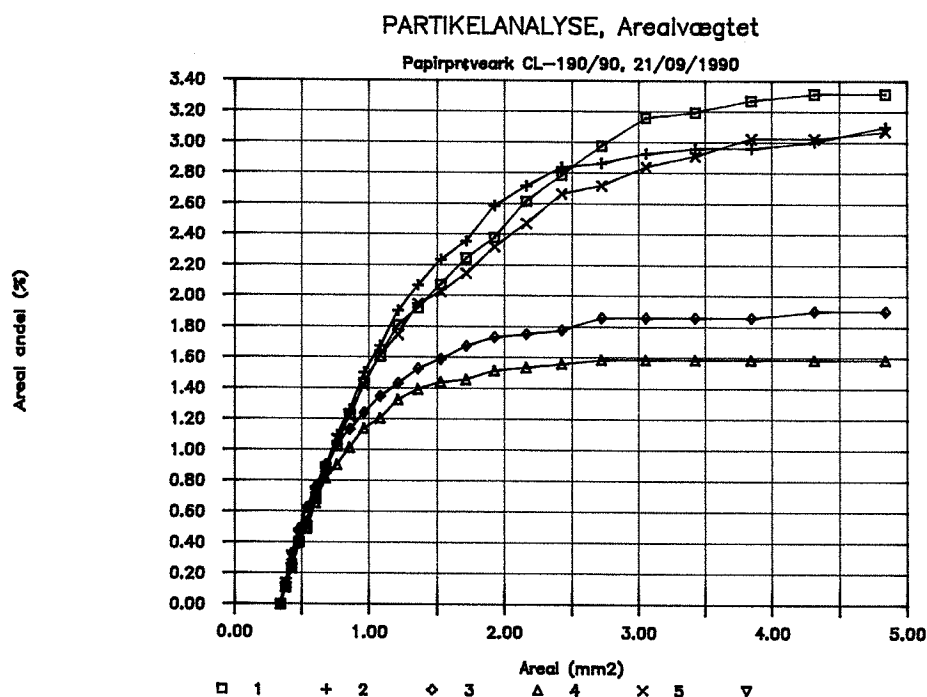
6.3 Eksempel på analyser

Som et eksempel på en analyse er der analyseret nogle indfarvede papirprøveark beskrevet i en intern rapport fra Papyrus Forenede Papir A/S, rapport CL-109/90. Der er analyseret 5 prøver. På disse er der målt følgende parametre:

Prøve nr.	Halmkonc. %	Netto maleenergi Kwt/ton	Malegrad SR°	Afvanding sek.
1	3.9	0	31.0	6
2	4.5	0	33.5	6
3	4.1	16.1	41.5	8
4	4.0	30.1	44.0	9
5	-	ikke kendt	36.5	8

Figur 6.1 Resultater af analyse af 5 prøver af halmcellulose. Papyrus Forenede Papir A/S, rapport CL-109/90.

For hver prøve er analyseret 12 synsfelter. Partikelfordelingskurven er angivet i figur 6.2. De tilsvarende tal findes i bilag 8. I figur 6.3 er angivet middel partikelstørrelse og middel partikelandel og maksimal partikelandel for de 5 analyser.



Figur 6.1 Partikelfordelingskurve for papirprøveark CL-109/90.

Prøve nr	1	2	3	4	5
A_{mid} (mm ²)	0.94	0.87	0.68	0.67	0.88
P_{mid}	1.44	1.27	0.91	0.82	1.22
P_{max}	3.37	3.13	1.91	1.64	3.08

Figur 6.3 Middel partikelstørrelse, middel partikelandel og maksimal partikelandel for 5 indfarvede papirprøveark af halmcellulose, CL-109/90.

6.4 Diskussion

Middel partikelstørrelsen ses at blive mindre ved øget malegrad og maleenergi. Samtidig ses at partikelandelen også bliver mindre. Dette er i overensstemmelse med, hvad man ville forvente. Den anvendte vurderingsmetode ser altså ud til at være velegnet til sådanne analyser.

Metoden adskiller sig fra metoden i afsnit 5 ved at man ikke har nogen reference at relatere målingerne til (det er en absolut måling) og således ikke kan definere et kvalitetsindeks. Ved vurdering af målingen kan man enten målinger fra ark, hvor cellulosen har gennemgået en anden behandling eller andre målinger som dem i figur 6.1.

De målte partikler er betydeligt større end de partikler, der er målt i afsnit 5. Det har derfor været nødvendigt at anvende et større synsfelt jævnfør diskussionen i slutningen af afsnit 5.4. Spredningen på en måling vurderes at være af samme størrelsesorden som fundet i afsnit 5.2, men en egentlig analyse kan være påkrævet. Da det ofte er forholdsvis få ark, der skal analyseres, vil en gentagen analyse ofte være overkommelig, hvorved man får et godt mål for spredningen på den aktuelle papirtype.

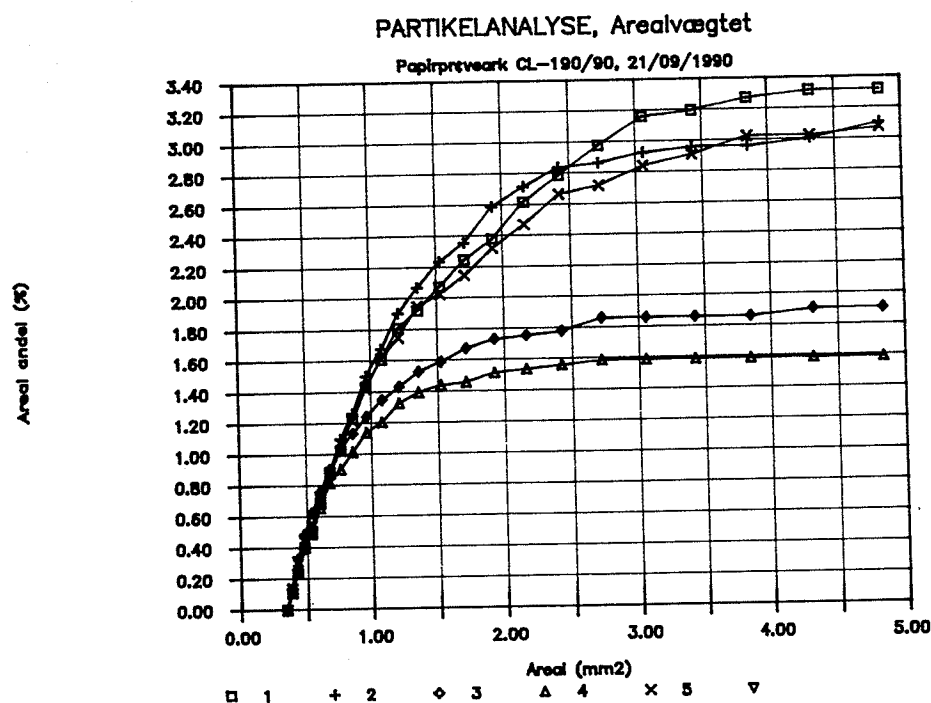
Målingerne sker ud fra gennemlysning af et ark istedet for som i afsnit 5 ved refleksion fra overfladen. Dette er muligt, da partiklerne er så store, at papirets øvrige struktur ikke påvirker resultatet. Ved større forstørrelser kan man ved gennemlysning ikke skelne mellem nister og mellemrum mellem celluloseceller. Selvom disse mellemrum er gennemsigelige vil der stadig være en refleksion af samme størrelsesorden som fra cellulosecellerne, når overfladen er belagt med en trykfarve. Ved måling af små nister er man derfor nødt til at bruge reflekteret lys.

Da de indfarvede arks overflade er ujævn fås en difus refleksion der gør det vanskeligt at skelne nisterne med reflekteret lys ved større forstørrelser. Det kan derfor være vanskeligt at skelne små nister i indfarvede ark.

6. OBJEKTIV VURDERING AF NISTER PÅ INDFARVEDE ARK.

Prøve nr.	Halmkonc. %	Netto maleenergi Kwt/ton	Malegrad SR°	Afvanding sek.
1	3.9	0	31.0	6
2	4.5	0	33.5	6
3	4.1	16.1	41.5	8
4	4.0	30.1	44.0	9
5	-	ikke kendt	36.5	8

Figur 6.1 Resultater af analyse af 5 prøver af halmcellulose. Papyrus Forenede Papir A/S, rapport CL-109/90.



Figur 6.1 Partikelfordelingskurve for papirprøveark CL-109/90.

7. Udstyr til Digital Billed- Behandling.

Nedenstående er et overslag med omtrentlige priser på det nødvendige udstyr til den beskrevne metode til objektiv vurdering af trykkvalitet. Priser er indhentet november 1990 og er excl. moms.

Systemet består af en computer med sort/hvid billedbehandlingskort (framegrabber) og billedbehandlingssoftware samt monitor. Billedet tages med et sort/hvid kamera monteret på et reprostativ med optik eller påmonteret mikroskop med ringbelysning.

Udover nedenstående kommer udgifter til montering og indkøring af systemet.

COMPUTER

SUMMIT MEGA VGA
386 25 MHz, 64kByge Cache,
Multisunc farve monitor,
45 MByte harddisk,
Mus
Tseng Labs ET4000 Mega-VGA,
1024x768 pktr, 256 farver.

8 timers fri tilkaldevagt ved DOMS
dataservice i hele garantiperioden 20000,-

COPROCESSOR (eventuelt)

IIT 386 kompatibel 4200,-

FRAMEGRABBER

Visionetics VFG 512-B sort/hvid 10000,-

SOFTWARE

Pippin v. 1.5
Incl. installering, 8+4 timers support
og partiel sourcekode 16500,-
Turbo Pascal 5.0 ca. 1000,-
Lotus Symphony ca. 4000,-

MONITOR

Phillips CM8833 14" farve ca 2200,-

KAMERA

Hi-res sort/hvid kamera (600x600 pktr) 5500,-

MIKROSKOP OG OPTIK

Carton JCH trinokulaer stereolop 10x, 30x	5100,-
Videoadaptor for kamera til samme	1500,-
Ernitec Zoom	1500,-
Ringbelysning	ca. 6000,-

VIDEOSTATIV

Kaiser reprostativ RS1	1400,-
------------------------	--------

PRINTER

HP DeskJet+	ca. 6000,-
-------------	------------

IALT

84900,-

8. KONKLUSION

- * En subjektiv vurdering af 4-farvet offsettryk på forskellige papirkvaliteter udfra prøvetryk af ensfarvede felter er enkel og giver en god beskrivelse af trykkvaliteten. Der er dog stor forskel på to personers vurdering, især på tryk med få fejl.
- * En objektiv vurdering af 4-farvet offsettryk på forskellige papirkvaliteter udfra prøvetryk af ensfarvede felter kan **ikke** ske med digital billedbehandling ved en analyse af gråtonefordelingen i trykket.
- * En objektiv vurdering af 4-farvet offsettryk på forskellige papirkvaliteter udfra prøvetryk af ensfarvede felter kan ske med digital billedbehandling ved en analyse af partikler (pletter) i trykket. Ved sammenligning med et referencetryk kan defineres et kvalitetsindeks for trykkets kvalitet. Dette indeks er i overensstemmelse med den subjektive vurdering. Metoden er reproducerbar og resultatet afhænger ikke af den person, der udfører analysen.
- * En objektiv vurdering af indfarvede celluloseark kan ske med digital billedbehandling ved en analyse af gennemskinnelige partikler i arket.

BILAG 1. OVERSIGT OVER PRØVETRYK FRA TRYKKERI.

Trykbetingelser

Maskine	: Heidelberg GTOV Alcolor.
Trykfarver	: LITO-STAR fra G-MAN.
Plader	: Libra fra Horsell.
Gummiduge	: Vulcan 278.
Trykform	: Testform no. 8.
Trykkerækkefølge	: Sort - blå - rød - gul.
Hastighed	: 6000 pr time.
Fugtevand	: 10 % alkohol. 2 % Azedin. Ph 5,0. Temp. 13 C. Hårdhed 10 DH. Ledningsevne 1000.

1) CT 60/90-1

Overside

- 1-farvet: Sort alene, blå alene, rød alene.
- 2-farvet: Sort+blå.
- 3-farvet: Sort+blå+rød, sort+blå+gul.
- 4-farvet.

Vireside

- 4-farvet.

2) CT 60/90-2

Overside

- 1-farvet: Sort alene, blå alene.
- 2-farvet: Sort+blå.
- 3-farvet: Sort+blå+rød.
- 4-farvet.

Vireside

- 4-farvet.

3) CT60/90-3

Overside

- 1-farvet: Sort alene.
- 2-farvet: Sort+blå.
- 3-farvet: Sort+blå+rød.
- 4-farvet.

Vireside

- 4-farvet.

4) **CT 60/90-4**

Overside (tryk på vireside)

1-farvet: Sort alene, blå alene.

2-farvet: Sort+blå.

3-farvet: Sort+blå+rød.

4-farvet.

Overside

4-farvet.

Vireside

1-farvet: Sort alene, blå alene.

2-farvet: Sort+blå.

3-farvet: Sort+blå+rød.

4-farvet.

De 4-farvede tryk er trykt i omkring 100 eksemplarer af hver type. De resterende typer er trykt i 5-10 eksemplarer.

BILAG 2. NUMMERERING AF ARK I PRØVESERIE.

PRØVEARK:

Ark nr.	Papir	Ark nr.	Papir
1	CT 60/90-3v	25	CT 60/90-2v
2	CT 60/90-1o	26	CT 60/90-1v
3	CT 60/90-2o	27	CT 60/90-3o
4	CT 60/90-2v	28	CT 60/90-4v
5	CT 60/90-3o	29	CT 60/90-3o
6	CT 60/90-1v	30	CT 60/90-4o
7	CT 60/90-2o	31	CT 60/90-1o
8	CT 60/90-4o	32	CT 60/90-4v
9	CT 60/90-2v	33	CT 60/90-3v
10	CT 60/90-1v	34	CT 60/90-1v
11	CT 60/90-3v	35	CT 60/90-2o
12	CT 60/90-4v	36	CT 60/90-2v
13	CT 60/90-2v	37	CT 60/90-3o
14	CT 60/90-4o	38	CT 60/90-3v
15	CT 60/90-3o	39	CT 60/90-4v
16	CT 60/90-1o	40	CT 60/90-1o
17	CT 60/90-2o	41	CT 60/90-2o
18	CT 60/90-3v	42	CT 60/90-3v
19	CT 60/90-1v	43	CT 60/90-4o
20	CT 60/90-4v	44	CT 60/90-1o
21	CT 60/90-2o	45	CT 60/90-3o
22	CT 60/90-4v	46	CT 60/90-1o
23	CT 60/90-2v	47	CT 60/90-4o
24	CT 60/90-4o	48	CT 60/90-1v

REFERENCEARK:

Ark nr.	Papir
R1	CT 60/90-3o
R2	CT 60/90-3v
R3	CT 60/90-2o
R4	CT 60/90-2v

o = overside.

v = vireside.

BILAG 3: BAGGRUNDSOPLYSNINGER FOR SUBJEKTIV BEDØMMELSE.

BEDØMMELSE AF PRØVETRYK.

Ubestrøget papir med 20-30 % halmcellulose er anvendt til 4-farvet tryk. På nogle af disse tryk, især på store ensfarvede flader, har der været reklamationer. I forbindelse med udvikling af en metode til automatisk bedømmelse af trykkekvaliteten er det nødvendigt med en subjektiv vurdering af vedlagte prøveark.

Der er anvendt 4 forskellige papirkvaliteter, 3 med halmcellulose og 1 uden. Ialt ønskes en bedømmelse af 48 ark, nummereret 1-48. Arkenes papirkvalitet er blandet tilfældigt. På hvert ark er trykt 4 ensfarvede prøvefelter, der ønskes bedømt hver for sig.

Trykkets kvalitet ønskes så vidt det er muligt bedømt ved en inddeling i 3 grupper:

- A : Udmærket
- B : Acceptabel
- C : Uacceptabel

Trykkene bedømmes ud fra vedlagte referenceprøvetryk R1-R4, der alle karakteriseres som udmærket (gruppe 1). Bedømmelsen foretages ved en afkrydsning i vedlagte skema og foretages anonymt.

Trykbetingelserne er fra trykkeriet opgivet som følger:

Maskine	: Heidelberg GTOV Alcolor.
Trykfarver	: LITO-STAR fra G-MAN.
Plader	: Libra fra Horsell.
Gummiduge	: Vulcan 278.
Trykform	: Testform no. 8.
Trykkerækkefølge	: Sort - blå - rød - gul.
Hastighed	: 6000 pr time.
Fugtevand	: 10 % alkohol. 2 % Azedin. Ph 5,0. Temp. 13 C. Hårdhed 10 DH. Ledningsevne 1000.

13 09 1990 Carsten Bredahl Nielsen

BILAG 4. RESULTAT AF SUBJEKTIV VURDERING.

Antal point for grupper med samme papirkvalitet, bedømmelsesperson, farve og arkside. Hver gruppe indeholder 6 bedømmelser.

Udmærket = 1 point.

Acceptabel = 0 point.

Uacceptabel = -1 point.

Farve		Grøn	Sort	Blå	Cyan
CT 60/90-1o	A	-6	-1	-6	-6
	B	-6	-4	-6	-6
CT 60/90-1v	A	-1	3	0	-2
	B	-1	1	0	-1
CT 60/90-2o	A	0	6	5	2
	B	6	6	6	6
CT 60/90-2v	A	0	3	3	2
	B	5	5	5	4
CT 60/90-3o	A	2	6	5	4
	B	6	6	6	6
CT 60/90-3v	A	1	6	6	3
	B	6	6	6	5
CT 60/90-4o	A	-4	0	0	-1
	B	-4	0	-1	-4
CT 60/90-4v	A	0	2	2	0
	B	1	5	1	1

o = overside

v = vireside

A = bedømmelsesperson A.

B = bedømmelsesperson B.

BILAG 5. GRÅTONE OG KONTRAST FOR GRÅTONEHISTOGRAM.

LBM - Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH

GRÅTONEHISTOGRAM

Dato: 29/11/90

Reproducerbarhed, ark. Sort felt.

A: Ark 2
B: Ark 16
C: Ark 31
D: Ark 15
E: Ark 27
F: Ark 29

	A	B	C	D	E	F
Mid.	106	105	104	104	104	106
Spr.	18	18	17	17	16	16

LBM - Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH

GRÅTONEHISTOGRAM

Dato: 29/11/90

Reproducerbarhed, ark. Cyan felt.

A: Ark 2
B: Ark 16
C: Ark 31
D: Ark 15
E: Ark 27
F: Ark 29

GRÅTONE	A	B	C	D	E	F
Mid.	116	116	116	116	116	116
Spr.	11	11	11	11	10	10

LBM - Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH

GRÅTONEHISTOGRAM

Dato: 29/11/90

Forskellige farver.

A: Ark 16, sort
B: Ark 16, cyan
C: Ark 16, hvid
D: Ark 27, sort
E: Ark 27, cyan
F: Ark 27, hvid

GRÅTONE	A	B	C	D	E	F
	108	117	126	108	117	126
	18	11	7	17	11	7

LBM - Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH

GRÅTONEHISTOGRAM

Dato: 29/11/90

Forskellige farver.

A: Ark 16, grøn
B: Ark 16, blå
C: Ark 16, hvid
D: Ark 27, grøn
E: Ark 27, blå
F: Ark 27, hvid

GRÅTONE	A	B	C	D	E	F
Mid.	114	111	126	115	112	126
Spr.	14	16	7	13	15	7

LBM - Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH

GRÅTONEHISTOGRAM

Dato: 29/11/90

Antal synsfelter, sort felt.

A: Ark 16, 6 syn
B: Ark 16, 18 syn
C: Ark 16, 36 syn
D: Ark 27, 6 syn
E: Ark 27, 18 syn
F: Ark 27, 36 syn

GRÅTONE	A	B	C	D	E	F
Mid.	105	105	106	104	102	103
Spr.	18	18	18	16	17	17

LBM - Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH

GRÅTONEHISTOGRAM

Dato: 29/11/90

Antal synsfelter, cyan felt.

A: Ark 16, 6 syn
B: Ark 16, 18 syn
C: Ark 16, 36 syn
D: Ark 27, 6 syn
E: Ark 27, 18 syn
F: Ark 27, 36 syn

GRÅTONE	A	B	C	D	E	F
Mid.	119	121	123	120	121	121
Spr.	12	12	12	11	11	11

LBM - Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH

GRÅTONEHISTOGRAM

Dato: 29/11/90

Lysintensitet, sort felt.

A: Ark 16, min.
B: Ark 16, med.
C: Ark 16, max.
D: Ark 27, min.
E: Ark 27, med.
F: Ark 27, max.

GRÅTONE	A	B	C	D	E	F
Mid.	51	106	114	50	105	114
Spr.	11	18	18	9	17	17

LBM - Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH

GRÅTONEHISTOGRAM

Dato: 29/11/90

Lysintensitet, cyan felt.

A: Ark 16, min.
B: Ark 16, med.
C: Ark 16, max.
D: Ark 27, min.
E: Ark 27, med.
F: Ark 27, max.

GRÅTONE	A	B	C	D	E	F
Mid.	105	114	124	108	115	125
Spr.	10	11	11	9	10	11

BILAG 6. DATA FRA ANALYSE AF VURDERINGSMETODE.

 L B M - Laboratoriet for Bygningsmaterialer, Danmarks Tekniske Højskole

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet
 Reproducerbarhed, ark. Sort felt.

Dato: 03/12/90

A: Ark 2
 B: Ark 16
 C: Ark 31
 D: Ark 15
 E: Ark 27
 F: Ark 29

Synsfelt areal: 39 mm2
 Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)		A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.02	0.05	0.06	0.01	0.02	0.01
3	0.021	0.08	0.11	0.11	0.02	0.02	0.02
4	0.024	0.11	0.16	0.14	0.03	0.04	0.02
5	0.027	0.17	0.20	0.22	0.05	0.05	0.02
6	0.030	0.19	0.21	0.25	0.05	0.07	0.02
7	0.034	0.22	0.25	0.30	0.05	0.07	0.02
8	0.038	0.22	0.31	0.30	0.05	0.07	0.02
9	0.043	0.22	0.35	0.35	0.05	0.07	0.02
10	0.048	0.24	0.36	0.40	0.05	0.07	0.02
11	0.054	0.24	0.36	0.40	0.05	0.07	0.02
12	0.060	0.24	0.36	0.43	0.05	0.07	0.02
13	0.067	0.27	0.36	0.43	0.05	0.07	0.02
14	0.076	0.30	0.40	0.46	0.05	0.07	0.02
15	0.085	0.30	0.40	0.46	0.05	0.07	0.02
16	0.095	0.30	0.40	0.46	0.05	0.07	0.02
17	0.107	0.30	0.40	0.50	0.05	0.07	0.02
18	0.120	0.30	0.44	0.55	0.05	0.07	0.02
19	0.135	0.30	0.44	0.55	0.05	0.07	0.02
20	0.151	0.30	0.44	0.55	0.05	0.07	0.02
21	0.169	0.30	0.44	0.62	0.05	0.07	0.02
22	0.190	0.30	0.44	0.62	0.05	0.07	0.02
23	0.213	0.30	0.44	0.62	0.05	0.07	0.02
24	0.239	0.30	0.54	0.62	0.05	0.07	0.02
25	>	0.30	0.54	0.62	0.05	0.07	0.02

Antal partikler :		25	36	41	5	7	3
Antal synsfelter :		6	6	6	6	6	6
Sum Areal (mm2) :		234	234	234	234	234	234

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet
Reproducerbarhed, ark. Cyan felt.

Dato: 03/12/90

A: Ark 2
B: Ark 16
C: Ark 31
D: Ark 15
E: Ark 27
F: Ark 29

Synsfelt areal: 39 mm2
Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)	A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.10	0.08	0.06	0.01	0.04
3	0.021	0.19	0.13	0.14	0.07	0.09
4	0.024	0.33	0.18	0.21	0.11	0.12
5	0.027	0.41	0.27	0.25	0.13	0.14
6	0.030	0.44	0.40	0.34	0.14	0.18
7	0.034	0.48	0.40	0.39	0.14	0.19
8	0.038	0.53	0.46	0.47	0.16	0.19
9	0.043	0.58	0.51	0.53	0.17	0.21
10	0.048	0.66	0.57	0.63	0.17	0.23
11	0.054	0.68	0.65	0.67	0.19	0.23
12	0.060	0.75	0.75	0.75	0.19	0.23
13	0.067	0.78	0.78	0.75	0.19	0.23
14	0.076	0.81	0.81	0.87	0.23	0.23
15	0.085	0.81	0.81	0.90	0.23	0.23
16	0.095	0.85	0.81	0.98	0.23	0.23
17	0.107	0.89	0.81	0.98	0.23	0.23
18	0.120	0.89	0.86	0.98	0.23	0.23
19	0.135	0.89	0.86	1.04	0.23	0.23
20	0.151	0.89	0.86	1.10	0.23	0.23
21	0.169	0.89	0.86	1.10	0.23	0.23
22	0.190	0.89	0.93	1.10	0.30	0.23
23	0.213	0.89	0.93	1.10	0.30	0.23
24	0.239	0.89	0.93	1.10	0.30	0.23
25	>	0.89	0.93	1.10	0.30	0.23

Antal partikler :	69	62	67	20	24	22
Antal synsfelter :	6	6	6	6	6	6
Sum Areal (mm2) :	234	234	234	234	234	234

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet
Forskellige farver.

Dato: 03/12/90

A: Ark 16, sort
B: Ark 16, cyan
C:
D: Ark 27 sort
E: Ark 27, cyan
F:

Synsfelt areal: 39 mm2
Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)		A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00		0.00	0.00	
2	0.019	0.07	0.12		0.02	0.07	
3	0.021	0.14	0.22		0.04	0.09	
4	0.024	0.20	0.28		0.04	0.09	
5	0.027	0.22	0.35		0.05	0.14	
6	0.030	0.25	0.39		0.06	0.20	
7	0.034	0.30	0.42		0.06	0.23	
8	0.038	0.36	0.48		0.06	0.23	
9	0.043	0.39	0.49		0.06	0.26	
10	0.048	0.41	0.55		0.06	0.28	
11	0.054	0.43	0.55		0.06	0.28	
12	0.060	0.48	0.63		0.06	0.28	
13	0.067	0.51	0.63		0.06	0.28	
14	0.076	0.54	0.63		0.06	0.28	
15	0.085	0.57	0.63		0.06	0.28	
16	0.095	0.57	0.63		0.06	0.28	
17	0.107	0.57	0.63		0.06	0.28	
18	0.120	0.57	0.63		0.06	0.28	
19	0.135	0.63	0.63		0.06	0.28	
20	0.151	0.63	0.69		0.06	0.28	
21	0.169	0.69	0.69		0.06	0.28	
22	0.190	0.69	0.69		0.06	0.28	
23	0.213	0.69	0.69		0.06	0.28	
24	0.239	0.69	0.78		0.06	0.28	
25	>	0.69	0.88		0.06	0.28	
Antal partikler :		46	60		7	26	
Antal synsfelter :		6	6		6	6	
Sum Areal (mm2) :		234	234		234	234	

L B M - Laboratoriet for bygningsmaterialer, DTH

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet
Forskellige farver.

Dato: 03/12/90

A: Ark 16, grøn
B: Ark 16, blå
C:
D: Ark 27, grøn
E: Ark 27, blå
F:

Synsfelt areal: 39 mm2
Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)	A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	0.019	0.07	0.08	0.05	0.04	
3	0.021	0.15	0.15	0.07	0.06	
4	0.024	0.27	0.27	0.08	0.09	
5	0.027	0.34	0.34	0.12	0.09	
6	0.030	0.35	0.41	0.14	0.09	
7	0.034	0.46	0.41	0.15	0.11	
8	0.038	0.52	0.44	0.17	0.11	
9	0.043	0.55	0.46	0.17	0.12	
10	0.048	0.59	0.48	0.17	0.12	
11	0.054	0.61	0.48	0.17	0.12	
12	0.060	0.66	0.50	0.17	0.12	
13	0.067	0.77	0.53	0.17	0.12	
14	0.076	0.77	0.53	0.17	0.12	
15	0.085	0.77	0.56	0.17	0.12	
16	0.095	0.81	0.56	0.17	0.12	
17	0.107	0.81	0.56	0.17	0.12	
18	0.120	0.81	0.56	0.17	0.12	
19	0.135	0.81	0.56	0.17	0.12	
20	0.151	0.81	0.56	0.17	0.12	
21	0.169	0.88	0.56	0.17	0.12	
22	0.190	0.88	0.56	0.17	0.12	
23	0.213	0.88	0.56	0.17	0.12	
24	0.239	0.98	0.56	0.17	0.12	
25	>	0.98	0.56	0.17	0.12	
Antal partikler :	64	50		17	13	
Antal synsfelter :	6	6		6	6	
Sum Areal (mm2) :	234	234	0	234	234	0

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet
Antal synsfelter, sort felt.

Dato: 03/12/90

A: Ark 16, 6 syn
B: Ark 16, 12 syn
C: Ark 16, 24 syn
D: Ark 27, 6 syn
E: Ark 27, 12 syn
F: Ark 27, 24 syn

Synsfelt areal: 39 mm2
Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VEGTET AREAL (mm2)	A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.06	0.05	0.07	0.02	0.02
3	0.021	0.15	0.11	0.14	0.02	0.03
4	0.024	0.20	0.15	0.21	0.02	0.04
5	0.027	0.25	0.23	0.26	0.02	0.04
6	0.030	0.27	0.26	0.30	0.02	0.04
7	0.034	0.33	0.29	0.32	0.02	0.05
8	0.038	0.42	0.33	0.37	0.02	0.05
9	0.043	0.44	0.36	0.40	0.02	0.05
10	0.048	0.48	0.40	0.43	0.02	0.05
11	0.054	0.48	0.41	0.47	0.02	0.05
12	0.060	0.55	0.45	0.49	0.02	0.05
13	0.067	0.60	0.46	0.52	0.02	0.05
14	0.076	0.66	0.46	0.54	0.02	0.05
15	0.085	0.70	0.46	0.56	0.02	0.05
16	0.095	0.70	0.48	0.57	0.02	0.05
17	0.107	0.70	0.48	0.57	0.02	0.05
18	0.120	0.70	0.48	0.57	0.02	0.05
19	0.135	0.70	0.51	0.57	0.02	0.05
20	0.151	0.76	0.51	0.57	0.02	0.05
21	0.169	0.76	0.51	0.57	0.02	0.05
22	0.190	0.76	0.51	0.59	0.02	0.05
23	0.213	0.76	0.51	0.59	0.02	0.05
24	0.239	0.76	0.55	0.59	0.02	0.05
25	>	0.81	0.58	0.59	0.02	0.05
Antal partikler :	53	81	184	3	6	21
Antal synsfelter :	6	12	24	6	12	24
Sum Areal (mm2) :	234	469	937	234	469	937

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet
 Antal synsfelter, cyan felt.

Dato: 03/12/90

A: Ark 16, 6 syn
 B: Ark 16, 12 syn
 C: Ark 16, 24 syn
 D: Ark 27, 6 syn
 E: Ark 27, 12 syn
 F: Ark 27, 24 syn

Synsfelt areal: 39 mm2
 Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VEGTET AREAL (mm2)	A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.08	0.09	0.08	0.04	0.04
3	0.021	0.18	0.20	0.17	0.09	0.09
4	0.024	0.26	0.31	0.26	0.09	0.13
5	0.027	0.36	0.37	0.36	0.09	0.15
6	0.030	0.43	0.48	0.43	0.10	0.18
7	0.034	0.51	0.54	0.50	0.16	0.20
8	0.038	0.61	0.57	0.54	0.17	0.22
9	0.043	0.70	0.64	0.57	0.17	0.23
10	0.048	0.76	0.70	0.62	0.17	0.23
11	0.054	0.78	0.73	0.66	0.17	0.24
12	0.060	0.80	0.78	0.71	0.17	0.27
13	0.067	0.83	0.84	0.74	0.17	0.29
14	0.076	0.83	0.85	0.76	0.17	0.30
15	0.085	0.83	0.89	0.77	0.17	0.30
16	0.095	0.87	0.89	0.79	0.17	0.30
17	0.107	0.91	0.91	0.81	0.17	0.31
18	0.120	0.91	0.91	0.85	0.17	0.31
19	0.135	0.91	0.93	0.85	0.17	0.31
20	0.151	0.91	0.93	0.85	0.17	0.31
21	0.169	0.91	0.93	0.85	0.17	0.31
22	0.190	0.91	0.93	0.87	0.17	0.31
23	0.213	0.91	0.93	0.91	0.17	0.31
24	0.239	0.91	0.93	0.93	0.17	0.31
25	>	0.96	0.93	0.95	0.17	0.31
Antal partikler :	72	144	265	17	72	104
Antal synsfelter :	6	12	24	6	12	24
Sum Areal (mm2) :	234	469	937	234	469	937

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet
Lysintensitet, sort felt.

Dato: 03/12/90

A: Ark 16, min.
B: Ark 16, med.
C: Ark 16, max.
D: Ark 27, min.
E: Ark 27, med.
F: Ark 27, max.

Synsfelt areal: 39 mm2
Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)	A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.09	0.06	0.05	0.02	0.01
3	0.021	0.15	0.16	0.17	0.06	0.01
4	0.024	0.20	0.19	0.22	0.12	0.01
5	0.027	0.30	0.22	0.27	0.16	0.01
6	0.030	0.40	0.28	0.33	0.18	0.02
7	0.034	0.50	0.32	0.36	0.20	0.02
8	0.038	0.58	0.40	0.40	0.21	0.02
9	0.043	0.65	0.40	0.44	0.23	0.02
10	0.048	0.69	0.43	0.45	0.23	0.02
11	0.054	0.71	0.48	0.50	0.25	0.02
12	0.060	0.73	0.48	0.55	0.25	0.02
13	0.067	0.76	0.48	0.60	0.25	0.02
14	0.076	0.79	0.48	0.60	0.25	0.02
15	0.085	0.79	0.48	0.60	0.25	0.02
16	0.095	0.79	0.48	0.68	0.25	0.02
17	0.107	0.84	0.48	0.68	0.25	0.02
18	0.120	0.84	0.48	0.68	0.25	0.02
19	0.135	0.84	0.48	0.68	0.25	0.02
20	0.151	0.90	0.48	0.68	0.25	0.02
21	0.169	0.90	0.55	0.68	0.25	0.02
22	0.190	0.97	0.55	0.68	0.25	0.02
23	0.213	0.97	0.63	0.68	0.25	0.02
24	0.239	0.97	0.63	0.68	0.25	0.02
25	>	0.97	0.63	0.68	0.25	0.02
Antal partikler :	67	44	51	23	0	2
Antal synsfelter :	6	6	6	6	0	6
Sum Areal (mm2) :	234	234	234	234	0	234

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet
Lysintensitet, cyan felt.

Dato: 03/12/90

A: Ark 16, min.
B: Ark 16, med.
C: Ark 16, max.
D: Ark 27, min.
E: Ark 27, med.
F: Ark 27, max.

Synsfelt areal: 39 mm2
Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)		A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.08	0.08	0.10	0.05	0.04	0.05
3	0.021	0.18	0.23	0.25	0.11	0.05	0.10
4	0.024	0.31	0.32	0.31	0.11	0.10	0.16
5	0.027	0.46	0.39	0.36	0.15	0.11	0.18
6	0.030	0.53	0.48	0.38	0.19	0.15	0.20
7	0.034	0.64	0.52	0.45	0.21	0.15	0.24
8	0.038	0.71	0.58	0.48	0.24	0.15	0.26
9	0.043	0.80	0.62	0.53	0.24	0.19	0.28
10	0.048	0.86	0.63	0.57	0.26	0.19	0.28
11	0.054	0.88	0.66	0.61	0.29	0.19	0.28
12	0.060	0.98	0.66	0.64	0.31	0.19	0.28
13	0.067	1.06	0.74	0.67	0.31	0.22	0.30
14	0.076	1.09	0.77	0.70	0.31	0.22	0.30
15	0.085	1.12	0.87	0.73	0.31	0.22	0.30
16	0.095	1.12	0.87	0.73	0.35	0.22	0.30
17	0.107	1.12	0.87	0.77	0.35	0.22	0.30
18	0.120	1.12	0.87	0.77	0.35	0.22	0.30
19	0.135	1.12	0.87	0.83	0.35	0.22	0.30
20	0.151	1.18	0.87	0.83	0.35	0.22	0.30
21	0.169	1.18	0.87	0.83	0.35	0.22	0.30
22	0.190	1.18	0.87	0.90	0.35	0.22	0.30
23	0.213	1.18	0.87	0.90	0.35	0.22	0.30
24	0.239	1.18	0.97	0.90	0.35	0.22	0.30
25	>	1.18	0.97	0.90	0.35	0.22	0.30
Antal partikler :		87	70	64	28	19	28
Antal synsfelter :		6	6	6	6	6	6
Sum Areal (mm2) :		234	234	234	234	234	234

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet
Gråtonegrænse, sort felt.

Dato: 03/12/90

A: Ark 16, 90%-fraktil
B: Ark 16, 95%-fraktil
C: Ark 16, 98%-fraktil
D: Ark 27, 90%-fraktil
E: Ark 27, 95%-fraktil
F: Ark 27, 98%-fraktil

Synsfelt areal: 39 mm2
Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)		A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.16	0.10	0.02	0.04	0.01	0.00
3	0.021	0.31	0.13	0.04	0.09	0.02	0.00
4	0.024	0.42	0.23	0.04	0.16	0.02	0.00
5	0.027	0.56	0.25	0.07	0.23	0.02	0.00
6	0.030	0.73	0.30	0.10	0.26	0.02	0.00
7	0.034	0.90	0.31	0.13	0.29	0.02	0.00
8	0.038	1.04	0.38	0.13	0.30	0.02	0.00
9	0.043	1.09	0.38	0.13	0.30	0.02	0.00
10	0.048	1.18	0.40	0.18	0.30	0.02	0.00
11	0.054	1.25	0.42	0.18	0.32	0.02	0.00
12	0.060	1.39	0.42	0.18	0.35	0.02	0.00
13	0.067	1.45	0.47	0.18	0.35	0.02	0.00
14	0.076	1.51	0.47	0.18	0.35	0.02	0.00
15	0.085	1.58	0.47	0.18	0.35	0.02	0.00
16	0.095	1.58	0.47	0.18	0.35	0.02	0.00
17	0.107	1.58	0.47	0.18	0.35	0.02	0.00
18	0.120	1.58	0.47	0.23	0.35	0.02	0.00
19	0.135	1.58	0.47	0.23	0.35	0.02	0.00
20	0.151	1.58	0.47	0.23	0.35	0.02	0.00
21	0.169	1.65	0.47	0.23	0.35	0.02	0.00
22	0.190	1.65	0.47	0.23	0.35	0.02	0.00
23	0.213	1.65	0.56	0.23	0.35	0.02	0.00
24	0.239	1.65	0.56	0.23	0.35	0.02	0.00
25	>	1.65	0.56	0.23	0.35	0.02	0.00
Antal partikler :		122	43	16	32	2	0
Antal synsfelter :		6	6	6	6	6	0
Sum Areal (mm2) :		234	234	234	234	234	0

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet
Gråtonegrænse, cyan felt.

Dato: 03/12/90

A: Ark 16, 90%-fraktil
B: Ark 16, 95%-fraktil
C: Ark 16, 98%-fraktil
D: Ark 27, 90%-fraktil
E: Ark 27, 95%-fraktil
F: Ark 27, 98%-fraktil

Synsfelt areal: 39 mm2
Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VEGTET AREAL (mm2)		A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.29	0.08	0.04	0.20	0.05	0.00
3	0.021	0.52	0.18	0.08	0.29	0.09	0.01
4	0.024	0.67	0.27	0.11	0.40	0.10	0.02
5	0.027	0.82	0.30	0.15	0.50	0.11	0.02
6	0.030	1.04	0.35	0.15	0.56	0.12	0.02
7	0.034	1.20	0.39	0.15	0.71	0.12	0.02
8	0.038	1.36	0.40	0.17	0.83	0.12	0.02
9	0.043	1.55	0.46	0.19	0.97	0.12	0.02
10	0.048	1.70	0.53	0.21	1.07	0.14	0.02
11	0.054	1.87	0.55	0.25	1.09	0.14	0.02
12	0.060	2.00	0.60	0.25	1.14	0.17	0.02
13	0.067	2.10	0.60	0.25	1.16	0.17	0.02
14	0.076	2.23	0.60	0.25	1.19	0.17	0.02
15	0.085	2.40	0.60	0.25	1.19	0.17	0.02
16	0.095	2.51	0.60	0.25	1.27	0.17	0.02
17	0.107	2.60	0.60	0.25	1.27	0.17	0.02
18	0.120	2.70	0.65	0.25	1.32	0.17	0.02
19	0.135	2.70	0.65	0.30	1.32	0.17	0.02
20	0.151	2.70	0.71	0.30	1.32	0.17	0.02
21	0.169	2.70	0.71	0.30	1.32	0.17	0.02
22	0.190	2.77	0.71	0.30	1.32	0.17	0.02
23	0.213	2.77	0.71	0.30	1.32	0.17	0.02
24	0.239	2.77	0.71	0.30	1.32	0.17	0.02
25	>	2.82	0.71	0.30	1.32	0.17	0.02
Antal partikler :		188	54	23	102	16	2
Antal synsfelter :		6	6	6	6	6	6
Sum Areal (mm2) :		234	234	234	234	234	234

BILAG 7. DATA FRA VURDERING AF PRØVESERIE.

L B M - Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet

Dato: 03/12/90

Sort felt, overside.

A: CT 60/90-1

B: CT 60/90-2

C: CT 60/90-3

D: CT 60/90-4

E: Ref A

F: Ref B

Synsfelt areal: 39 mm2

Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)	A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.06	0.02	0.01	0.03	0.02
3	0.021	0.10	0.10	0.01	0.07	0.05
4	0.024	0.13	0.16	0.02	0.11	0.07
5	0.027	0.18	0.20	0.02	0.18	0.08
6	0.030	0.21	0.25	0.02	0.21	0.08
7	0.034	0.25	0.28	0.02	0.34	0.08
8	0.038	0.25	0.32	0.02	0.38	0.09
9	0.043	0.25	0.36	0.02	0.47	0.09
10	0.048	0.27	0.36	0.02	0.57	0.09
11	0.054	0.30	0.38	0.02	0.59	0.09
12	0.060	0.37	0.43	0.02	0.61	0.09
13	0.067	0.37	0.46	0.02	0.64	0.09
14	0.076	0.37	0.46	0.02	0.67	0.09
15	0.085	0.40	0.46	0.02	0.74	0.09
16	0.095	0.44	0.46	0.02	0.74	0.09
17	0.107	0.48	0.46	0.02	0.74	0.09
18	0.120	0.48	0.46	0.02	0.74	0.09
19	0.135	0.48	0.46	0.02	0.74	0.09
20	0.151	0.54	0.46	0.02	0.74	0.09
21	0.169	0.61	0.46	0.02	0.74	0.09
22	0.190	0.61	0.46	0.02	0.74	0.09
23	0.213	0.61	0.46	0.02	0.74	0.09
24	0.239	0.61	0.46	0.02	0.74	0.09
25	>	0.61	0.46	0.02	0.74	0.09

Antal partikler :	36	37	2	50	10	19
Antal synsfelter :	6	6	6	6	12	12
Sum Areal (mm2) :	234	234	234	234	469	469

L B M - Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet

Dato: 03/12/90

Sort felt, vireside.

A: CT 60/90-1
 B: CT 60/90-2
 C: CT 60/90-3
 D: CT 60/90-4
 E: Ref A
 F: Ref B

Synsfelt areal: 39 mm2

Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VEGTET AREAL (mm2)		A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02
3	0.021	0.07	0.04	0.04	0.12	0.02	0.05
4	0.024	0.09	0.04	0.04	0.17	0.03	0.07
5	0.027	0.11	0.06	0.05	0.22	0.04	0.08
6	0.030	0.12	0.08	0.05	0.24	0.04	0.08
7	0.034	0.12	0.08	0.06	0.30	0.05	0.08
8	0.038	0.12	0.08	0.06	0.31	0.05	0.09
9	0.043	0.14	0.08	0.06	0.35	0.05	0.09
10	0.048	0.14	0.08	0.06	0.35	0.05	0.09
11	0.054	0.14	0.08	0.06	0.35	0.05	0.09
12	0.060	0.14	0.08	0.06	0.37	0.05	0.09
13	0.067	0.14	0.08	0.06	0.40	0.05	0.09
14	0.076	0.14	0.08	0.06	0.43	0.05	0.09
15	0.085	0.14	0.08	0.06	0.43	0.05	0.09
16	0.095	0.14	0.08	0.06	0.43	0.05	0.09
17	0.107	0.14	0.08	0.06	0.43	0.05	0.09
18	0.120	0.14	0.08	0.06	0.43	0.05	0.09
19	0.135	0.14	0.08	0.06	0.43	0.05	0.09
20	0.151	0.20	0.08	0.06	0.43	0.05	0.09
21	0.169	0.20	0.08	0.06	0.43	0.05	0.09
22	0.190	0.20	0.08	0.06	0.43	0.05	0.09
23	0.213	0.20	0.08	0.06	0.43	0.05	0.09
24	0.239	0.20	0.08	0.06	0.43	0.05	0.09
25	>	0.20	0.08	0.06	0.43	0.05	0.09
Antal partikler :		15	8	7	36	10	19
Antal synsfelter :		6	6	6	6	12	12
Sum Areal (mm2) :		234	234	234	234	469	469

L B M - Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet

Dato: 03/12/90

Cyan felt, overside.

A: CT 60/90-1

B: CT 60/90-2

C: CT 60/90-3

D: CT 60/90-4

E: Ref A

F: Ref B

Synsfelt areal: 39 mm2

Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)		A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.06	0.06	0.05	0.12	0.04	0.05
3	0.021	0.16	0.15	0.08	0.23	0.06	0.14
4	0.024	0.20	0.20	0.12	0.34	0.08	0.19
5	0.027	0.26	0.22	0.14	0.37	0.10	0.23
6	0.030	0.32	0.29	0.16	0.45	0.14	0.25
7	0.034	0.36	0.29	0.19	0.54	0.16	0.29
8	0.038	0.38	0.34	0.22	0.63	0.17	0.32
9	0.043	0.48	0.34	0.22	0.70	0.19	0.32
10	0.048	0.52	0.36	0.24	0.72	0.19	0.33
11	0.054	0.54	0.36	0.24	0.81	0.19	0.35
12	0.060	0.54	0.36	0.24	0.83	0.19	0.37
13	0.067	0.59	0.41	0.24	0.86	0.20	0.39
14	0.076	0.59	0.41	0.24	0.86	0.20	0.39
15	0.085	0.63	0.41	0.24	0.86	0.22	0.41
16	0.095	0.63	0.41	0.24	0.86	0.22	0.41
17	0.107	0.63	0.45	0.24	0.90	0.22	0.41
18	0.120	0.68	0.45	0.24	0.90	0.22	0.41
19	0.135	0.68	0.45	0.24	0.90	0.22	0.41
20	0.151	0.68	0.45	0.24	0.96	0.22	0.41
21	0.169	0.68	0.45	0.24	0.96	0.22	0.41
22	0.190	0.68	0.45	0.24	0.96	0.22	0.41
23	0.213	0.68	0.45	0.24	0.96	0.22	0.41
24	0.239	0.68	0.45	0.24	0.96	0.22	0.41
25	>	0.73	0.45	0.24	0.96	0.22	0.41
Antal partikler :		52	38	23	75	38	72
Antal synsfelter :		6	6	6	6	12	12
Sum Areal (mm2) :		234	234	234	234	469	469

L B M - Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet

Dato: 03/12/90

Cyan felt, vireside.

A: CT 60/90-1

B: CT 60/90-2

C: CT 60/90-3

D: CT 60/90-4

E: Ref A

F: Ref B

Synsfelt areal: 39 mm2

Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)		A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.04	0.08	0.07	0.05	0.04	0.05
3	0.021	0.07	0.14	0.10	0.11	0.06	0.14
4	0.024	0.12	0.20	0.14	0.14	0.08	0.19
5	0.027	0.18	0.24	0.21	0.21	0.10	0.23
6	0.030	0.22	0.27	0.24	0.31	0.14	0.25
7	0.034	0.26	0.33	0.26	0.35	0.16	0.29
8	0.038	0.33	0.36	0.29	0.35	0.17	0.32
9	0.043	0.36	0.39	0.32	0.42	0.19	0.32
10	0.048	0.38	0.41	0.32	0.45	0.19	0.33
11	0.054	0.40	0.41	0.34	0.50	0.19	0.35
12	0.060	0.43	0.43	0.34	0.55	0.19	0.37
13	0.067	0.45	0.46	0.34	0.57	0.20	0.39
14	0.076	0.48	0.46	0.34	0.57	0.20	0.39
15	0.085	0.48	0.46	0.38	0.61	0.22	0.41
16	0.095	0.48	0.46	0.38	0.61	0.22	0.41
17	0.107	0.48	0.51	0.38	0.65	0.22	0.41
18	0.120	0.48	0.51	0.38	0.70	0.22	0.41
19	0.135	0.48	0.51	0.38	0.70	0.22	0.41
20	0.151	0.54	0.51	0.38	0.70	0.22	0.41
21	0.169	0.54	0.51	0.38	0.70	0.22	0.41
22	0.190	0.54	0.51	0.38	0.78	0.22	0.41
23	0.213	0.63	0.51	0.38	0.78	0.22	0.41
24	0.239	0.63	0.51	0.38	0.78	0.22	0.41
25	>	0.63	0.51	0.38	0.78	0.22	0.41
Antal partikler :		39	42	33	49	38	72
Antal synsfelter :		6	6	6	6	12	12
Sum Areal (mm2) :		234	234	234	234	469	469

L B M - Laboratoriet for Bygningmaterialer, DTH

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet
Grønt felt, overside.

Dato: 03/12/90

A: CT 60/90-1
B: CT 60/90-2
C: CT 60/90-3
D: CT 60/90-4
E: Ref A
F: Ref B

Synsfelt areal: 39 mm2
Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)		A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.07	0.06	0.02	0.12	0.03	0.04
3	0.021	0.20	0.13	0.03	0.19	0.07	0.08
4	0.024	0.33	0.17	0.06	0.21	0.09	0.12
5	0.027	0.39	0.20	0.10	0.30	0.12	0.15
6	0.030	0.45	0.21	0.12	0.37	0.13	0.19
7	0.034	0.52	0.23	0.12	0.51	0.14	0.21
8	0.038	0.59	0.27	0.13	0.57	0.14	0.23
9	0.043	0.70	0.29	0.13	0.57	0.16	0.24
10	0.048	0.77	0.31	0.15	0.63	0.16	0.26
11	0.054	0.77	0.33	0.17	0.65	0.16	0.26
12	0.060	0.80	0.33	0.17	0.70	0.16	0.26
13	0.067	0.83	0.33	0.20	0.72	0.19	0.27
14	0.076	0.86	0.33	0.20	0.72	0.19	0.27
15	0.085	0.89	0.33	0.20	0.72	0.19	0.27
16	0.095	0.93	0.33	0.20	0.72	0.19	0.27
17	0.107	0.97	0.33	0.20	0.72	0.19	0.27
18	0.120	0.97	0.33	0.20	0.72	0.19	0.27
19	0.135	1.03	0.33	0.20	0.72	0.19	0.27
20	0.151	1.03	0.33	0.20	0.72	0.19	0.27
21	0.169	1.03	0.33	0.20	0.72	0.19	0.27
22	0.190	1.03	0.33	0.20	0.72	0.19	0.27
23	0.213	1.03	0.33	0.20	0.72	0.19	0.27
24	0.239	1.12	0.33	0.20	0.72	0.19	0.27
25	>	1.12	0.33	0.20	0.77	0.19	0.27
Antal partikler :		76	31	16	62	34	50
Antal synsfelter :		6	6	6	6	12	12
Sum Areal (mm2) :		234	234	234	234	469	469

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet
Grønt felt, vireside.

Dato: 03/12/90

A: CT 60/90-1
B: CT 60/90-2
C: CT 60/90-3
D: CT 60/90-4
E: Ref A
F: Ref B

Synsfelt areal: 39 mm2
Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)		A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.05	0.06	0.02	0.02	0.03	0.04
3	0.021	0.11	0.10	0.05	0.07	0.07	0.08
4	0.024	0.15	0.11	0.08	0.13	0.09	0.12
5	0.027	0.17	0.12	0.11	0.18	0.12	0.15
6	0.030	0.25	0.12	0.11	0.24	0.13	0.19
7	0.034	0.30	0.14	0.16	0.26	0.14	0.21
8	0.038	0.30	0.16	0.18	0.29	0.14	0.23
9	0.043	0.37	0.16	0.18	0.33	0.16	0.24
10	0.048	0.41	0.18	0.18	0.35	0.16	0.26
11	0.054	0.43	0.18	0.20	0.46	0.16	0.26
12	0.060	0.43	0.18	0.20	0.48	0.16	0.26
13	0.067	0.43	0.18	0.20	0.54	0.19	0.27
14	0.076	0.46	0.18	0.20	0.57	0.19	0.27
15	0.085	0.46	0.18	0.20	0.57	0.19	0.27
16	0.095	0.50	0.18	0.20	0.57	0.19	0.27
17	0.107	0.50	0.18	0.20	0.61	0.19	0.27
18	0.120	0.50	0.18	0.20	0.61	0.19	0.27
19	0.135	0.50	0.18	0.20	0.61	0.19	0.27
20	0.151	0.50	0.18	0.20	0.61	0.19	0.27
21	0.169	0.50	0.18	0.20	0.68	0.19	0.27
22	0.190	0.50	0.18	0.20	0.68	0.19	0.27
23	0.213	0.50	0.18	0.20	0.68	0.19	0.27
24	0.239	0.50	0.18	0.20	0.68	0.19	0.27
25	>	0.50	0.18	0.20	0.68	0.19	0.27
Antal partikler :		39	18	18	42	34	50
Antal synsfelter :		6	6	6	6	12	12
Sum Areal (mm2) :		234	234	234	234	469	469

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet

Dato: 03/12/90

Blåt felt, overside.

A: CT 60/90-1

B: CT 60/90-2

C: CT 60/90-3

D: CT 60/90-4

E: Ref A

F: Ref B

Synsfelt areal: 39 mm2

Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)		A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.10	0.08	0.02	0.06	0.02	0.05
3	0.021	0.16	0.13	0.04	0.11	0.04	0.07
4	0.024	0.21	0.15	0.08	0.20	0.04	0.12
5	0.027	0.28	0.17	0.09	0.25	0.05	0.14
6	0.030	0.35	0.18	0.09	0.34	0.06	0.16
7	0.034	0.36	0.21	0.09	0.38	0.06	0.17
8	0.038	0.39	0.21	0.09	0.41	0.06	0.17
9	0.043	0.42	0.24	0.09	0.45	0.07	0.18
10	0.048	0.46	0.24	0.09	0.46	0.07	0.19
11	0.054	0.51	0.24	0.09	0.51	0.07	0.19
12	0.060	0.51	0.24	0.09	0.51	0.07	0.19
13	0.067	0.53	0.24	0.09	0.51	0.07	0.19
14	0.076	0.56	0.24	0.09	0.54	0.07	0.19
15	0.085	0.60	0.24	0.09	0.57	0.07	0.19
16	0.095	0.64	0.24	0.09	0.57	0.07	0.19
17	0.107	0.64	0.24	0.09	0.57	0.07	0.19
18	0.120	0.64	0.24	0.09	0.57	0.07	0.19
19	0.135	0.64	0.24	0.09	0.57	0.07	0.19
20	0.151	0.70	0.24	0.09	0.57	0.07	0.19
21	0.169	0.70	0.24	0.09	0.57	0.07	0.19
22	0.190	0.77	0.24	0.09	0.57	0.07	0.19
23	0.213	0.77	0.24	0.09	0.57	0.07	0.19
24	0.239	0.77	0.24	0.09	0.67	0.07	0.19
25	>	0.77	0.24	0.09	0.67	0.07	0.19
Antal partikler :		52	25	10	48	15	38
Antal synsfelter :		6	6	6	6	12	12
Sum Areal (mm2) :		234	234	234	234	469	469

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet

Dato: 03/12/90

Blåt felt, vireside.

A: CT 60/90-1
B: CT 60/90-2
C: CT 60/90-3
D: CT 60/90-4
E: Ref A
F: Ref B

Synsfelt areal: 39 mm2

Min. Partikel : 0.017 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)		A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.019	0.05	0.04	0.02	0.05	0.02	0.05
3	0.021	0.12	0.08	0.04	0.10	0.04	0.07
4	0.024	0.18	0.09	0.06	0.13	0.04	0.12
5	0.027	0.20	0.11	0.07	0.18	0.05	0.14
6	0.030	0.25	0.12	0.07	0.23	0.06	0.16
7	0.034	0.28	0.12	0.07	0.23	0.06	0.17
8	0.038	0.28	0.14	0.10	0.23	0.06	0.17
9	0.043	0.33	0.14	0.12	0.23	0.07	0.18
10	0.048	0.33	0.16	0.12	0.29	0.07	0.19
11	0.054	0.35	0.16	0.12	0.31	0.07	0.19
12	0.060	0.38	0.16	0.12	0.33	0.07	0.19
13	0.067	0.38	0.16	0.12	0.36	0.07	0.19
14	0.076	0.44	0.16	0.12	0.39	0.07	0.19
15	0.085	0.44	0.16	0.12	0.39	0.07	0.19
16	0.095	0.44	0.16	0.12	0.39	0.07	0.19
17	0.107	0.44	0.16	0.12	0.39	0.07	0.19
18	0.120	0.44	0.16	0.12	0.39	0.07	0.19
19	0.135	0.44	0.16	0.12	0.39	0.07	0.19
20	0.151	0.44	0.16	0.12	0.39	0.07	0.19
21	0.169	0.44	0.16	0.12	0.39	0.07	0.19
22	0.190	0.44	0.16	0.12	0.39	0.07	0.19
23	0.213	0.44	0.16	0.12	0.39	0.07	0.19
24	0.239	0.44	0.16	0.12	0.39	0.07	0.19
25	>	0.44	0.16	0.12	0.39	0.07	0.19
Antal partikler :		36	16	11	31	15	38
Antal synsfelter :		6	6	6	6	12	12
Sum Areal (mm2) :		234	234	234	234	469	469

BILAG 8. DATA FRA VURDERING AF INDFARVEDE ARK.

LBM - Laboratoriet for Bygningsmaterialer, DTH

PARTIKELANALYSE, Arealvægtet
Papirprøveark CL-190/90, 21/09/1990

Dato: 28/11/90

A: 1
B: 2
C: 3
D: 4
E: 5
F:

Synsfelt areal: 790 mm2
Min. Partikel : 0.343 mm2 (100 pixels)

VÆGTET AREAL (mm2)		A %	B %	C %	D %	E %	F %
1	0.343	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	0.385	0.11	0.14	0.13	0.11	0.14	
3	0.432	0.24	0.26	0.33	0.25	0.31	
4	0.484	0.41	0.40	0.49	0.41	0.45	
5	0.543	0.50	0.54	0.63	0.50	0.55	
6	0.610	0.69	0.75	0.76	0.66	0.70	
7	0.684	0.88	0.89	0.91	0.82	0.89	
8	0.768	1.03	1.10	1.04	0.91	1.08	
9	0.861	1.23	1.27	1.14	1.02	1.22	
10	0.966	1.44	1.51	1.24	1.14	1.42	
11	1.084	1.61	1.68	1.35	1.21	1.62	
12	1.216	1.82	1.91	1.44	1.33	1.75	
13	1.365	1.93	2.07	1.53	1.40	1.96	
14	1.531	2.08	2.24	1.59	1.44	2.03	
15	1.718	2.25	2.36	1.68	1.46	2.15	
16	1.927	2.38	2.59	1.74	1.52	2.33	
17	2.163	2.62	2.72	1.76	1.54	2.48	
18	2.427	2.79	2.84	1.78	1.57	2.67	
19	2.723	2.98	2.87	1.86	1.59	2.72	
20	3.056	3.16	2.93	1.86	1.59	2.85	
21	3.428	3.20	2.97	1.86	1.59	2.91	
22	3.846	3.28	2.97	1.86	1.59	3.03	
23	4.316	3.32	3.01	1.91	1.59	3.03	
24	4.843	3.32	3.11	1.91	1.59	3.08	
25	>	3.37	3.13	1.91	1.64	3.08	

Antal partikler : 339 342 264 231 330
Antal synsfelter : 12 12 12 12 12
Sum Areal (mm2) : 9479 9479 9479 9479 9479 0