

Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Obor 31 – 12 – 8

Technologie textilu a oděvnictví

Katedra textilních materiálů

**Využití obrazové analýzy při zkoumání zakrytí
tkanin**

Jiří Chaloupka

KTM - 323

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Bajzík (KTM)

1998

Technická univerzita v Liberci

Fakulta textilní

Katedra textilních materiálů

Školní rok: 1997/98

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

pro Jiřího Chaloupku
obor 31-12-8 technologie textilu a oděvnictví

Vedoucí katedry Vám ve smyslu zákona č. 172/1990 Sb.
o vysokých školách určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Využití obrazové analýzy při zkoumání
zakrytí tkanin

Zásady pro vypracování :

- 1) Proveďte literární průzkum týkající se teoretického odvození zakrytí tkaniny
- 2) Navrhněte postup pro získání zakrytí tkaniny pomocí obrazové analýzy
- 3) Porovnejte teoretické předpoklady s výsledky pro tkaniny s různými základními parametry

KTM/TMI

94 p.

V 9/98 T

1998

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy: cca 45 stran

Seznam odborné literatury:

Pospíšil, Z. a kol: Příručka textilního odborníka, SNTL 1981,
Praha

Talavášek, O.: Tkalcovská příručka, SNTL 1980, Praha

Vedoucí diplomové práce: Ing.Vladimír Bajzík

Konzultant:

Zadání diplomové práce: 31.10.1996

Termín odevzdání diplomové práce: 30.5.1997

Druhý termín odevzdání: 9.1.1998




Prof. Ing. Jiří Militký, CSc.,
Vedoucí katedry


Prof. Ing. Jiří Militký, CSc.,
Děkan

V Liberci, dne 31.10.1997

Obsah

	Str.
Seznam označení	6
1. Úvod	7
2. Digitální systém	9
2.1. Digitalizace	9
2.1.1. Soustava digitální kamery	9
2.1.2. Digitální obraz	10
2.1.3. Snímání obrazu pro digitální záznam	11
2.1.4. Digitální záznam obrazu	11
3. Analýza obrazu	13
3.1. Laboratorní analýza obrazu	13
3.2. Použité snímání obrazu	14
3.3. Lucia M	15
3.3.1. Typy obrazů	15
3.3.2. Typy měření a jejich parametry	16
4. Experiment	18
4.1. Zakrytí tkaniny	18
4.2. Podstata experimentu	19
4.2.1. Návrh experimentu	19
4.2.2. Průměr příze	21
4.2.3. Vliv zákrutu	23
4.2.4. Jiné metody výpočtu krytí	23
4.3. Podstata měření	24
4.4. Podmínky při měření	27
4.5. Vzorky	27
5. Provedené experimentu	28
5.1. Hodnoty zakrytí z matematického modelu	29
5.2. Hodnoty zakrytí z obrazové analýzy	29
5.2.1. Podmínky měření	29
5.2.2. Zpracování obrazů	31
5.2.2.1. Příznaky měření	32
5.2.2.2. Makro	32
5.3. Hodnoty prodyšnosti	33
5.3.1. Měření prodyšnosti	34
6. Vyhodnocení	36
6.1. Data experimentu	36
6.2. Diskuse výsledků	36
7. Závěr	43
Seznam použité literatury	44
Přílohy	45

Seznam označení

A (m)	- skutečný rozestup útkových nití (hloubka vazné buňky)
B (m)	- skutečný rozestup osnovních nití (šířka vazné buňky)
D ₁ , D ₂ (nití/100 mm)	- dostava osnovy, resp. útku
K ₁	- stupeň zakrytí tkaniny osnovou
K ₂	- stupeň zakrytí tkaniny útkem
K	- celkový stupeň zakrytí tkaniny
d (m)	- průměr nití
d ₁ (m)	- efektivní průměr osnovní niti ve tkanině
d ₂ (m)	- efektivní průměr útkové niti ve tkanině
d _{subst} (m)	- průměry nití jen ze substance vláken příze (vlákenného materiálu bez vzduchových mezer mezi vlákny)
θ (kgm ⁻³)	- měrná hmotnost příze
θ _{subst} (kgm ⁻³)	- měrná hmotnost substance příze (vlákenného materiálu bez vzduchových mezer mezi vlákny)
rh	- relativní hustota skutečné příze k přízi jen ze substance (bez vzduchu)
CF	- Peirceův „Coverfactor“ (faktor krytí)
W	- Walzův činitel zakrytí (Deckungsgrad)
čm ₁ (mg ⁻¹)	- metrické číslo osnovní niti
čm ₂ (mg ⁻¹)	- metrické číslo útkové niti
T _t (tex)	- jemnost nití
w (m ³ s ⁻¹ m ⁻²)	- prodyšnost textilie
S (m ²)	- plocha vzorku
V (m ³ s ⁻¹)	- objem vzduchu za jednotku času

1. ÚVOD

Jakost věcí určuje jejich kvalitu. Jde o pojem spjatý s určitým hodnocením, který vyjadřuje vhodnost nějaké věci, většinou produktu lidské činnosti, případně vlastnosti nějakého předmětu. Svými kvalitami se věci navzájem ohraničují. Protože jsou věci systémy kvalit, chovají se typicky jako systémy: jsou se sebou relativně identické, tj. nemění se jejich podstata s každou změnou jejich parametrů. Kvalita je tak určitost nějaké věci, která této věci udílí relativní stálost. [1]

Při posuzování kvalit, ať ve smyslu předností či záporů člověk vychází ze svých subjektivních dojmů. Tento postup posuzování kvality je nejstarší a asi nejméně dokonalý pro svou obtížnou reprodukovatelnost a souměřitelnost. Práh vnímání a jednoznačnost pocitů není u všech lidí stejná. Snaha o jednoznačný popis vlastností vede k jejich objektivnímu posuzování, potažmo měřitelnosti. Všeobecnou snahou je eliminovat subjektivní metody a nahradit je exaktními objektivními metodami, tzn. zcela vyloučit vliv lidského faktoru na hodnocení. Objektivní metody posuzování, jsou takové, které používají k měření nezávislé přístroje, a člověk pouze řídí určitý mechanismus měření. Ačkoli tato snaha o minimalizaci lidského faktoru v posuzování vlastností je svým způsobem snahou o potlačení vlivu lidského vnímání, nesmíme zapomínat, že veškerá tato objektivizace by měla vést k subjektivnímu dojmu spokojenosti s konečnou kvalitou, kterou člověk dokáže pochopit a uvědomit si pouze pokud je schopen ji na určité úrovni vnímat. Snaha o objektivizaci by tudíž neměla vést k snižování významu subjektivního vnímání člověka, protože toto vnímání úzce souvisí s fantazií a tím pádem i s možností tvořit a schopností zlepšovat.

Relativně novým směrem v měření a vyhodnocování je

využívání digitálních systémů před analogovými. Převádění objektivního analogového posuzování na digitální je všeobecně rozšířeným trendem. Důvodem je samozřejmě omezení chyb související s transportem analogových signálů, jednodušší reprodukce, uchovávání a širší možnosti vyhodnocování. Upřednostňování tohoto trendu je vcelku pochopitelné, ale neznamená, že používání digitálního systému je automaticky i nejlepší způsob objektivizace. Digitalizace není tak jednoduchý a samozřejmý přístup k práci s analogovými signály a jako takový se potýká se svými specifickými problémy. Mezi nejdůležitější patří zejména minimální množství dat potřebných k dosažení kvalitních a reprezentovatelných výsledků.

Smyslem této diplomové práce je vyzkoušet a ověřit systém digitálního snímání a vyhodnocování obrazové analýzy na konkrétním případě zakrytí tkanin, případně se pokusit nalézt a popsat podobnost s jinými vlastnostmi tkanin a tento vztah porovnat.

2. DIGITÁLNÍ SYSTÉM

2.1. Digitalizace

Převádění analogových informací na digitální se obecně nazývá digitalizace. Tato konverze analogového signálu se potýká s celou řadou obtíží vznikající s množstvím informace převoditelné do minimálního digitálního obrazu potřebného k dalšímu vyhodnocování resp. k účelu, k jemuž se digitalizace prováděla. Jiné problémy digitalizace souvisejí např. s kolísáním rychlostí generátoru dat tzv. jitter, či dosažení dostatečných hodnot odstupů dat od digitálního šumu resp. generace vlastních signálů k rozeznání dat nižších úrovní tzv. dither apod.

Jedním z nejobtížněji zaznamenanatelných informací je informace obrazová. Tato obtížnost spočívá v obrovském objemového toku minimálního množství informací nutných k vytvoření digitálních obrazových dat potřebných nejen nějak zaznamenat ale i rozlišit. Základem obrazového digitálního snímání je kamera. Od kvality kamery se odvíjejí další možnosti práce s digitálními daty. Pod pojmem digitální kamera je zahrnuta nejen optická soustava čoček pracující s živým obrazem, ale i ostatní části kamery vedoucí k digitalizaci obrazu, a tak k získání digitálního obrazového záznamu.

2.1.1. Soustava digitální kamery

Soustavu digitální kamery je možno rozdělit do několika základních funkčních celků. První částí je zobrazovací soustava, složená z objektivu, snímacího obvodu (CCD) a jeho napájecí a ovládací soustavy. Ze snímacího obvodu vychází signál, který je digitalizován jen prostorově, ne však úrovnově. Potřebné zpracování se provede v další sekci, která nejprve předzpracovává analogový signál, ten se pak změní na číselná data v analogově-číslícovém

převodníku (A/D). Signál se rozdělí na barevné složky, upraví se jeho úroveň a gradace, často se používá vnitřní paměti. Většinou se i komprimuje (druhá část systému), tj. zmenší se objem dat tak, aby to však nemělo za následek degradaci obrazu. Takto upravený signál se zapisuje do vnitřní paměti. Pokud má být signál reprodukován, ať na obrazovce, nebo tiskem, je nutno jeho data ve třetí části dekomprimovat, tj. zrekonstruovat jejich původní objem. Pak se jeho digitální data změní na analogová (D/A), aby mohla být přivedena na obrazovku, ať již plochou, nebo televizní, nebo do obrazové tiskárny. Čtvrtou sekci kamery jsou ovládací obvody, které se starají o zaostřování a expozici. Pátou částí je napájecí systém.

2.1.2. Digitální obraz

Vlastnost kamery určuje primárně snímací obvod, jeho kapacita vyjádřená počtem obrazových plošek – pixelů. Jen výjimečně se využívá více než jednoho snímacího obvodu. Obvody s nejmenší kapacitou mají přístroje, určené především ke spolupráci s počítačem, často funkčně vázané na soustavu počítače. Stačí jim snímací obvod s asi 200 000 obrazovými ploškami, protože běžné osobní počítače bez zvláštního vybavení nezpracují objemnější obrazová data. Pro zobrazování, srovnatelné s nejlevnějšími typy fotografických přístrojů, je třeba, aby objem obrazových dat byl vyšší než asi 300 000 obrazových bodů. Pro tuto skupinu se dnes využívá nejčastěji snímací obvody s 640 x 480 (307 200) obrazovými ploškami. Je zřejmě převzat z oblasti video, takže je snadno dosažitelný a pravděpodobně i levnější. Pro náročnější typy kamer není však obvod určený pro video nejvhodnější, a tak se u nich můžeme setkat se snímacími obvody vyrobené pro statické snímání o různém počtu obrazových plošek od 600 000 do asi 1 300 000. Elektronicky lze zvyšovat počet reprodukováných plošek a získávat obraz, na kterém oko nerozliší strukturu.[2]

2.1.3.Snímání obrazu pro digitální záznam

Požadavky na objektiv pro snímání obrazu plošným obvodem CCD se liší poněkud od požadavků na fotografický objektiv. Velikost plošek snímacího obvodu se dnes blíží rozměru $6 \times 6 \mu\text{m}$, takže na 1 mm^2 připadá 166 obrazových plošek. To odpovídá fotograficky rozlišovací schopnosti 83 čar na mm, což není požadavek nijak přehnaný, je však nutno počítat s určitou degradací, a proto by schopnost objektivu neměla klesnout pod 100 čar na mm. Přesné rozložení snímacích obvodů spolu s filtrací přesazenou barevnou mozaikou klade vysoké nároky na prostorovou věrnost zobrazení. Objektiv tedy nesmí být zatížen zkreslením, vignetací, barevnou vadou a obraz musí být kontrastní po celé ploše. Barevný obraz se u přístrojů s jediným snímacím obvodem získá předsazením barevné mozaiky před snímací obvod, každý obrazový element má pak svůj filtr. Možných barevných kombinací se objevilo několik. Původní, ve které se filtrovalo v základních barvách, červené (R), zelené (G) a modré (B) se již používá méně, objevují se kombinace žluté (Y), zelené a modré nebo azurové (C), zelené, červené a žluté i další. Volba zřejmě souvisí jak s technologickými otázkami výroby rastrů, tak i se způsobem zpracování barevného signálu v elektronice a jejím použitím.[2]

2.1.4.Digitální záznam obrazu

Malá kapacita paměti, kterou je nutno využívat ekonomicky, nutí ke snižování zapisovaného objemu dat, což je možné realizovat kompresí dat. Tu umožňuje jejich nadbytečnost (redundance), zvláště vysoká v obrazové informaci. Zde se například vyskytují velké plochy stejného jasu a barvy, jejichž data by se tudíž neustále opakovala. Takovou řadu stejných dat lze jedinou hodnotou a údajem

o délce řady (tzv. runlength coding – RLC – kódování řad). Jiným postupem je překódování dat tak, že těm, která se vyskytují často se přidělí krátké znaky, méně častým delší a tím se celý rozsah přenášených dat sníží (tento postup byl poprvé použit už v morseově abecedě). Oba tyto způsoby jsou bezztrátové a obraz lze dekodovat v původní kvalitě.

Dalším postupem komprese je tzv. transformace dat, což je postup obdobný rozkladu zvukového signálu na jednotlivé složky jeho akustického spektra. Transformací se z obrazu vytvoří jeho dvourozměrné spektrum „prostorových kmitočtů“, tj. změn signálu na zvolené vlnové délce záznamu, které lze bezztrátově transformovat zpět.

Ke snížení datového rozsahu obrazové informace jako obrazu se využívá toho, že oko nevnímá celé spektrum se stejnou citlivostí, některé složky lze vypustit či omezit, jejich odstupňování lze zjednodušit. To jsou již ztrátové kroky, které se však na pozorovatelné kvalitě obrazu nemusí projevit.

Tyto tři postupy jsou kombinovány v sestavě JPEG (Joint picture expert group). Digitalizovaný obraz je rozdělen do skupiny 8x8 obrazových plošek (pixelů), každá skupina se podrobí tzv. kosinové transformaci, získaná data prostorových kmitočtů se vhodně omezí a jejich hodnoty se upraví do diskrétně odstupňovaných veličin pomocí kvantovacích tabulek. Z dat se vhodným postupem čtení vytvoří řada, na kterou se aplikuje postup kódování řad a volba kódů různé délky pomocí kódovacích tabulek. Soustava JPEG je jedním z nejužívanějších způsobem úpravy a uspořádání obrazových dat, se kterým si poradí počítač a který lze opět převést na dekomprimovaný obraz.

3. ANALÝZA OBRAZU

3.1. Laboratorní analýza obrazu

Laboratorní analýza obrazu představuje obor uplatňující se zejména při studiu struktury. Bývá spojována a využívána v kvantitativní mikroskopii pro svou možnost popisovat a usuzovat z dvourozměrného obrazu vlastnosti trojrozměrné struktury. Vyhodnocování výsledků vychází z geometrické pravděpodobnosti a matematické statistiky.

Analýzu obrazu nelze přesně vymezit co do použitého teoretického postupu ani pokud jde o aplikace. Počítačové zpracování obrazu je natolik specifické a odlišné od lidského hodnocení, že interdisciplinární analýza obrazu se musí projevit již při přípravě samotného experimentálního materiálu a ve volbě preparačních a zobrazovacích technik. Podstatná je volba obrazového snímače s ohledem na jeho citlivost, spektrální charakteristiku, zkreslení, rozlišovací schopnost atd.

Snímáním a převedením obrazu do digitální formy nastává analýza obrazu v užším slova smyslu. Jsou pro ni typické úpravy neboli transformace obrazu, dále identifikace objektů či textur neboli segmentace a nakonec kvantifikace do omezeného množství dat a měření. Smyslem takového zacházení s obrazem je získání reprodukovatelných a reprezentativních dat, která jsou pro studované struktury typická a mají význam pro daný obor.

Po číselné kvantifikaci obrazu je opět nutná úzká spolupráce s oborem, kterému má analýza sloužit. Sledují se korelace s jinými, neobrazovými údaji. Celkově se uplatňuje matematická statistika, teorie rozpoznávání, srovnávací databázové systémy a vývoj směřuje k expertním systémům.

3.2. Použité snímání obrazu

Všeobecná laboratorní analýza obrazu se omezuje v podstatě na dva typy: TV kameru jako automatický snímač a digitalizační tablet jako představitele ručního vstupu. Tato základní sestava byla použita i při tomto experimentu.

Při použití TV kamery dochází ke vzniku specifických problémů v kvantitativní densitometrii. Zatímco lidské oko je schopno se adaptovat v rozsahu asi 10 řádů intenzit světla, objektivy zvláště TV kamer překlenou maximálně 2 až 3 řády. Informaci o citlivosti a expoziční pružnosti přístroje je vhodné znát a uvědomit si je.

Existuje minimální intenzita, pod kterou je signál pro šum nepoužitelný, pak následuje oblast přibližně lineární charakteristiky až do maximální intenzity, nad kterou je kamera přesycena. Interval mezi těmito intenzitami se transformuje na interval stupňů šedi např. $\langle 0; 255 \rangle$, 0 odpovídá černé, 255 bílé.

Dalším pojmem je barevný obraz snímáný barevnou TV kamerou. Barevný signál se skládá ze tří základních složek odpovídající červené zelené a modré barvy, které lze snímat. Barevný obraz počítačové reprezentaci se v našem případě sestává z těchto tří barevných složek, resp. tří šedých obrazů, pro červenou (Red), modrou (Blue) a zelenou (Green) barvu a jako celek se nazývá RGB obrazem. Tato reprezentace odpovídá i trichromatické teorii fyziologie vidění. Neodpovídá však kolorimetrické teorii hovořící o:

- intenzitě (intensity)
- odstínu (hue)
- sytosti (saturation)

3.3. Lucia M

Lucia M je systém firmy Laboratory Imaging, který zpracovává a analyzuje barevný obraz na základě matematické morfologie. Princip této matematické disciplíny a její aplikace v programu Lucia M je pojetí analyzovaného objektu jako skupiny bodů. Program Lucia M používá 752 x 524 pixelů na zobrazení obrazu, což je vlastně i maximální efektivní rozlišení systému. Lucia M umožňuje vlastní zobrazení obrazu na display. To je obzvlášť výhodné, protože je možné získat přehled o měřených objektech.

3.3.1. Typy obrazů

Lucia M rozeznává dva základní typy obrazů – binární a barevný, každý šedý obraz je odvozený.

Binární obrazy mají dvě možné hodnoty, 0 pro pozadí a 62 pro objekty a struktury. Tvoří se funkcemi jako Threshold a často se o nich mluví jako o segmentových obrazech. To zejména v případech, kdy se zdůrazňuje jejich vazba na původní barevný obraz, ze kterého vznikly segmentací. Používají se pro měření tvaru a velikosti.

Barevné obrazy se skládají ze tří složek RGB, které představují intenzitu červené, zelené a modré. Hodnoty pixelů pro každou složku jsou od 0 do 62. Pro systém Lucia M je to nejpřirozenější typ obrazu, převedený digitalizační kartou. Zpracování barevných obrazů je zpracování intenzitní složky, odstín a sytost zůstávají stejné.

Šedé obrazy jsou obrazy odvozené. Hodnoty pixelů se mění od 0 do 62, ale jsou v každém pixelu identické pro všechny tři složky. Šedé obrazy nejsou vlastní systému Lucia M, ale mohou se vytvářet několika transformacemi např. vytažením složek z RGB reprezentace. Protože šedé obrazy jsou speciálním případem barevných obrazů, odvolává se na ně jako na obrazy barevné.[8]

3.3.2. Typy měření a jejich parametry

1) Objektová a texturální měření

Před měřením je nutné se rozhodnout, jestli nás zajímá textura (field) nebo objekt. Lucia M rozeznává dva druhy měření: měření vztažené k textuře (texturální měření) nebo objektu (objektové měření).

Objektové měření provádí Lucia M příkazem SCAN OBJECTS v menu MEASURE. Výsledkem jsou hodnoty veličin nad jednotlivými objekty.

Texturální měření provádí Lucia M příkazem FIELD v menu MEASURE. Výsledkem jsou hodnoty veličin nad jednotlivými texturami.

Výběrem polí v okně Fields, položka Object Data... v menu Measure, pak uživatel definuje prostor, ve kterém budou provedeny výpočty základních statistických veličin pro objekty.

Výběrem polí v okně Fields, položka Field Data... v menu Measure, pak uživatel definuje prostor, ve kterém budou provedeny výpočty základních statistických veličin pro textury.

1) Měřicí rámeček

Dalším důležitým parametrem je měřicí rámeček. Má odlišný význam pro objektové a texturální měření. Pro objektové měření jsou částice, které se dotýkají levého nebo spodního okraje, vyloučeny ze statistiky, zatímco částice, které se dotýkají horního a pravého okraje jsou do statistiky zahrnuty. V případě texturálního měření definuje měřicí rámeček pravoúhlou oblast, na kterou jsou omezena měření příznaků. Aby byl nastaven měřicí rámeček, je nutné zvolit položku Measurement Frame..v menu Measure.

2) Obrazy zahrnuté v měření

Existuje několik obrazů zahrnutých v měření:

- barevný obraz
- binární obraz
- obraz masky

Barevný obraz se používá např. pro měření intenzity nebo typického odstínu barevného obrazu. Binární obraz se používá pro měření tvaru a velikosti (plocha, obvod). Obraz masky se používá, jestliže chceme měření zúžit na libovolnou oblast, o které se někdy hovoří jako o oblasti měření. Oblast měření je definována jako průsečík měřicího rámečku a obrazu masky.

3) Příznaky měření

Většina příznaků je definována jak pro objektová, tak i pro texturální měření, existují však výjimky. Např. plošný podíl může být přiřazen pouze textuře, tzn. že jde o příznak texturálního měření. Na druhé straně Feretovy průměry mají rozumnou interpretaci pouze v případě objektového měření.

Příklady příznaků měření: plocha, plošný podíl, variace intenzity, délka, obvod, počet objektů či třeba míru zaplnění.

4. EXPERIMENT

4.1. Zakrytí tkaniny

Zakrytí tkaniny patří k aspektům popisující konstrukci tkaniny jinak nazývané i strukturou tkaniny. Struktura tkaniny značně ovlivňuje parametry nároků jejího uživatele:

- poddajnost (omak) zboží
- podélnou pružnost
- vzhled výrobku (zrnitost)
- setkání nití
- seskatelnost dostav
- hmotnost tkaniny
- zaplnění (zakrytí)

Jednou z veličin charakterizujících prostorovou geometrii je zaplnění. Zaplnění je definované jako poměr objemu hmoty materiálu ku celkovému objemu tkaniny. Z hlediska užitných vlastností tkaniny je jedním z nejdůležitějších faktorů plnost resp. prodyšnost tkaniny. Tyto faktory lze popisovat podle činitelů plošného zaplnění neboli zakrytí. Těchto činitelů se uvádí několik často od sebe odlišných typů. Jejich používání je mnohdy dáno spíše zvyklostmi než snahou o přesné vystižení krytí plochy tkaniny provazujícími nitěmi.

Pod pojmem dvourozměrné kvality zaplnění rozumíme její zakrytí. Zakrytí tedy nejčastěji definujeme jako půdorysný poměr plochy materiálu tkaniny ku celkové ploše tkaniny. Nejvýstižnější činitel krytí vychází z půdorysné plochy nití v tzv. vazné buňce tkaniny.[7]

4.2. Podstata experimentu

Smyslem práce je ověřit, případně navrhnout optimální podmínky a způsob měření.

Využití tohoto postupu by mělo zahrnout jednak způsob měření, jednak z hlediska schopností snímací aparatury, tak i samotných možností softwaerového zpracování a rozlišovacích schopností použitého digitálního snímání.

Vlastní zakrytí získané z analýzy obrazu by mělo představovat skutečnou, v praxi použitelnou hodnotu. Protože ani matematické modelování zakrytí ani žádné měřicí metody zkoumání zakrytí nejsou normovanou zkouškou, je vhodné výsledky experimentu porovnávat s nějakou jinou již normovanou zkouškou, která je jí nejbližší.

Může být několik takto chápaných pohledů, které se zakrytím souvisí. Je věcí názoru a účelu, pro který se snažíme zjišťovat zakrytí tkaniny.

Ne nepodstatnou vlastností tkaniny je například její prodyšnost. O vztahu prodyšnosti a zakrytí se již nejednou odborně psalo a pro tento experiment je co do příbuznosti vlastností nejvhodnější.

4.2.1. Návrh experimentu

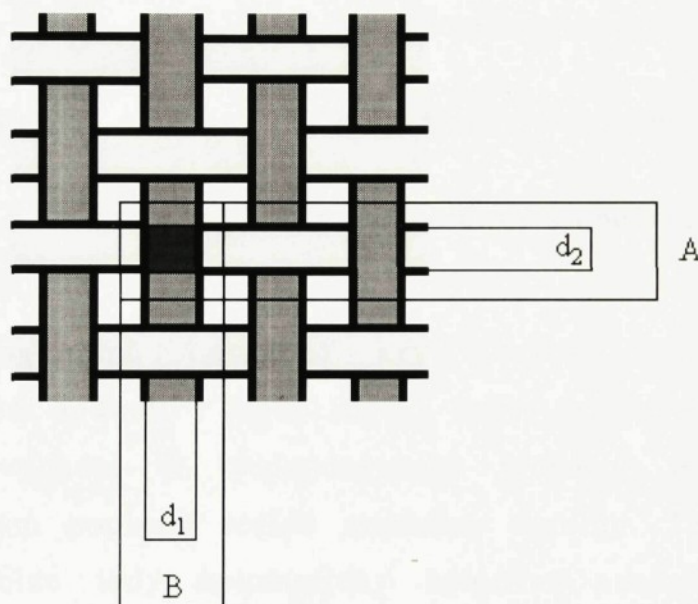
Pro splnění výše uvedeného chápání experimentu byl experiment posuzován nejen podle výsledků získaných obrazovou analýzou, ale byl navržen tak, aby zahrnoval:

- I. Výpočet zakrytí z matematického modelu**
- II. Zakrytí tkaniny vyhodnocené obrazovou analýzou**
- III. Měření prodyšnosti vzorků**

I. VÝPOČET ZAKRYTÍ Z METEMATICKÉHO MODELU

Nejvýstižnější činitel krytí plochy tkaniny vychází z půdorysné plochy nití v tzv. vazné buňce tkaniny. Za vaznou buňku je považována oblast jednoho zakřížení osnovní a útkové nitě ve vazbě. K jejímu popisu slouží několik zjednodušujících vztahů.

Obr.1. Model vazné buňky



Elementární plocha vazné buňky je pro výpočet stupně zakrytí soustavou osnovních a útkových nití vytyčené hloubkou buňky ve směru podélné osy (A) a její šířkou ve směru příčném (B). Pro určení rozměrů vazné buňky používáme následujících vztahů:

$$A = \frac{1}{D_2} \quad \dots\dots\dots \text{skutečný rozestup útkových nití} \quad (1)$$

$$B = \frac{1}{D_1} \quad \dots\dots\dots \text{skutečný rozestup osnovních nití} \quad (2)$$

D_1, D_2 $\dots\dots\dots$ dostavy osnovy a útku

Rozeznáváme krytí jednou soustavou nití nebo druhou soustavou nití nebo krytí celkové. Jsou-li průměry osnovní a útkové

nitě d_1 a d_2 , je :

$$K_1 = \frac{d_1}{B} \quad \dots\dots\dots \text{stupeň zakrytí osnovou} \quad (3)$$

$$K_2 = \frac{d_2}{A} \quad \dots\dots\dots \text{stupeň zakrytí útkem} \quad (4)$$

$$K = \frac{d_1 A + d_2 B - d_1 d_2}{A \cdot B} \quad \dots \text{celkový stupeň zakrytí tkaniny} \quad (5)$$

Maximálně dosažené krytí takto definovanými vztahy nepřekročí hodnotu 1 (nebo 100%). Takto definovaný výpočet zakrytí ovšem vychází ze zjednodušeného plošného modelu, jenž není dokonalým popisem reálné struktury tkaniny. Teoretické 100%-ní krytí nelze tedy automaticky spojovat s maximálně dosaženou hustotou tkaniny. Hustota tkaniny je hodnota závislá na geometrii provázání tkaniny.

4.2.2. Průměr příze

Pro výpočet krytí by bylo správné počítat s opticky viditelným průřezem, protože průřez příze se zatkním mění. Mění se podle materiálu, zákrutu i podle typu vazby tkaniny.

Pro tvorbu porovnávacího činitele zakrytí může být průměr definován:

- 1) Podle kruhového průřezu efektivního průměru jádra příze, jehož vlákna jsou stlačována silou odpovídající silám ve tkanině. Známe-li materiálové složení příze (jeho měrnou hmotnost), můžeme efektivní průměr kruhové příze definovat jako:

$$d = \frac{2 \cdot \sqrt{T_t}}{10^3 \cdot \sqrt{\pi \theta}} \quad (6)$$

Máme-li k dispozici nomogram k nalezení průměru příze zadané jemnosti, měrné hmotnosti a dostavy, můžeme nalézt přibližné hodnoty krytí soustavy bez výpočtu pouze z grafu.

- 2) Průměr příze může být definován podle kruhového průřezu jádra příze jen ze substance vláken (bez vzduchu mezi vlákny dostaneme tzv. zaplnění substancí příze):

$$d = \frac{2}{\sqrt{\pi \cdot \theta_{\text{subst}} \cdot 1000 \text{ čm}}} \quad (7)$$

- 3) Ze známých hodnot měrné hmotnosti materiálu a ze známých měrných hmotností středně kroucených přízí se empiricky odvodily střední relativní hustoty jako poměr měrných hmotností přízí a materiálu:

$$(rh)_{stř} = \frac{\theta}{\theta_{subst}} = 0,525 \quad (8)$$

Poměr skutečného průřezu příze k průměru substančnímu:

$$(d/d_{subst})_{stř} = \frac{1}{\sqrt{rh}} = 1,38 \quad (9)$$

4.2.3. Vliv zákrutu

Na deformacích příze se nepodílí pouze síly způsobené zatkáním, ale též zákrutem. Zde však můžeme zanedbat tento vliv, neboť v intervalu normálních zákrutů stanovených normou k výrazné změně průměru nedochází. Síly vzniklé zakrucováním sice stlačují vlákna v přízi k sobě a průměr tak zmenšují, avšak vlákna se zakrucováním zešikmují a mají tedy tendenci naopak průřez příze zvětšovat.

Pro měrnou hmotnost platí:

$$\theta_0 = \frac{S_{prům}}{S_0} \quad (10)$$

4.2.4. Jiné metody výpočtu krytí

Vedle takto definovaného výpočtu zakrytí tkaniny se používají i jinak definované vztahy, snažící se buďto zjednodušit či více zahrnout podíl deformace průřezu přízi vzniklé zatkáním, zakroucením nitě či se snaží více respektovat prostorové uspořádání vazných buněk apod.

Příkladem je:

a) Peirceuv faktor krytí CF:

$$CF = \frac{D}{\sqrt{\epsilon_m}} \quad (11)$$

Tato metoda sice zjednodušuje výpočet vyloučením změny průměru příze, neodpovídá již ale skutečnému zakrytí jednotlivými soustavami nití.

b) zakrytí tkaniny podle Walze:

$$W = (d_1 + d_2)^2 \cdot D_1 \cdot D_2 \quad (12)$$

Ani tento, sice jednoduchý vztah, neodpovídá hodnotě reálného zakrytí tkaniny.

II. ZAKRYTÍ TKANINY VYHODNOCENÉ OBRAZOVOU ANALÝZOU

Pro zjišťování zakrytí ve vztahu k plnosti tkaniny můžeme použít skutečný a nemodelový půdorysný průmět tkaniny a zpracovávat jej pomocí obrazové analýzy. Výsledkem by měly být hodnoty korelovatelné s hodnotami prodyšnosti použitých vzorků a hodnotami získanými modelovým výpočtem.

4.3 Podstata měření

Pro získané půdorysného průmětu vzorku je třeba použít definovaného osvětlení, které by účelně splňovalo potřeby měření. Obraz se zdigitalizuje a převede do počítače. Další vyhodnocování a zpracovávání se provede na softwarovém systému LUCIA M.

Při návrhu experimentu a práci s obrazovou analýzou je třeba počítat s určitými podmínkami a specifiky týkající se jednak techniky snímání obrazu, jednak vlivu vstupních parametrů na konečné vyhodnocování.

Pro teoretický rozbor podmínek můžeme uvažovat o těchto vstupních parametrech:

1) vliv osvitů a intenzity světla na expozici obrazu

2) vliv chlupatosti nití na expozici obrazu

3) vliv zvětšení na výběr podílu viditelné textury a pozadí

4) vliv barevnosti vzorku na změnu rozlišitelnosti viditelné textury a pozadí

5) vliv seřízení vstupních údajů a obrazového zesílení na vyhodnocování

1) Pro vliv osvitů a intenzity osvětlení na expozici obrazu, snímání a zejména dalšího vyhodnocování je třeba nalézt a zajistit optimální osvětlení odpovídající účelu. Jinak se projeví osvětlení horní a jinak osvětlení spodní na požadované zobrazení struktury provázání.

Postupným zkoušením různých způsobů osvitů je třeba nalézt vhodné osvětlení pro nasnímání daných vzorků. Nejvhodnější je osvětlení spodní. Spodní osvětlení umožní v našem případě kvalitnější zvýraznění struktury provázání nití a umožní tak průkaznější rozeznání textury od pozadí. Toto

osvětlení je sestavitelné z několika pomůcek a svítidla, které jsou k dispozici v laboratoři.

2) Vliv chlupatosti nití je vhodné porovnávat ve vztahu k rozlišitelnosti textury od objektu.

3) Vliv zvětšení na výběr podílu viditelné textury od pozadí se vztahuje zejména na nalezení optimálního nastavení vzdálenosti objektivu od roviny pozorování tak, aby bylo dosaženo maximálního rozlišení struktury provázání nití.

4) Vliv barevnosti vzorku na změnu rozlišení viditelné textury a pozadí se posuzuje s rozlišovací schopností aparatury ve vztahu pozadí – objekt. Pozorovat by se měl interval sytosti barev při zachování stejné struktury.

5) Vliv seřízení vstupních údajů a obrazového zesílení na vyhodnocování se posuzuje interval různých výsledků které lze dostat z jednoho a toho samého obrazu.

III. MĚŘENÍ PRODYŠNOSTI VZORKU

Spojitosť prodyšnosti a zakrytí tkaniny vychází z těsného vztahu k plnosti vzhledu tkaniny. Plnost respektuje prodyšnost, je jedním z nejdůležitějších faktorů určujících užité vlastnosti tkaniny. Pro posouzení zakrytí tkaniny ve vztahu k plnosti by bylo tedy logické ji srovnávat s její prodyšností.

4.4. Podmínky při měření

Měření se provádí v zkušebním ovzduší podle ČSN 800060. Tyto podmínky byly v rámci možností splněny v laboratořích KTM. Údaje o hodnotách klimatických podmínek jsou uvedeny v kapitole 5.3.1..

4.5. Vzorky

Pro experiment bylo použito 40 různých druhů středně těžkých tkanin. Charakteristiky a specifikace experimentálních vzorků jsou v tabulce uvedené v příloze. Vzorky experimentálních tkanin nejsou součástí příloh této práce.

5. PROVEDENÍ EXPERIMENTU

Výsledkem experimentu je získání a zpracování hodnot ze:

-hodnoty zakrytí z matematického modelu

-hodnoty zakrytí z obrazové analýzy

-hodnoty prodyšnosti vzorků

5.1. Hodnoty zakrytí z matematického modelu

Pro získání hodnot zakrytí byl použit model rozměru vazné buňky. Pro určení rozměrů vazné buňky je nutné znát základní parametry tkaniny jako dostavu osnovy a útku a průměr osnovy a útku. V přiložené tabulce základních parametrů jsou uvedeny hodnoty všech 40 vzorků. Hodnoty parametrů osnov a útků je třeba dopočítat ze zadaných jemností.

Při výpočtu průměru příze byla vzata v úvahu změna průměru příze silami vzniklých zatkáním. Tato deformace závisí zvláště na materiálu příze. Vzhledem k tomu, že zkoumané vzorky jsou různého materiálového složení (VS, vl, PES, PAD) , některé příze z nich směsové, nebylo by snadné pro každou přízi nalézt odpovídající střední relativní hustotu. Zjednodušením na jednu společnou hodnotu sice dojde ke zkreslení, pro náš případ je však ještě akceptovatelné. Takto upravená hodnota střední relativní hustoty byla použita k výpočtu skutečného průměru přízí osnovy a útku.

Výpočet hodnot zakrytí tkaniny se provedl podle vzoru a výsledky jsou zaznamenány v tabulce uvedené v příloze.

5.2. Hodnoty zakrytí z obrazové analýzy

Měření bylo prováděno na počítači umístěném v laboratoři Katedry textilních materiálů TU v Liberci. Ke zpracování vzorků sloužil obrazový systém LUCIA M. Součástí tohoto systému je

barevná videokamera TK – 1070E firmy JVC s objektivem firmy Meopta, která přenášela obraz snímáný přímo ze sledovaného vzorku na obrazovku počítače. Snímání vzorku probíhalo za určeného osvětlení. Nasnímané obrazy byly uloženy do paměti počítače a pak dále zpracovány a vyhodnoceny pomocí programu LUCIA M.

5.2.1. Podmínky měření

K vyhodnocení dat obrazovou analýzou bylo třeba zahrnout a ověřit dříve zmíněné možné závislosti a vztahy.

1) Vliv osvitů a intenzity světla na expozici obrazu

Problémy osvitů pro studium struktury systému LUCIA M byly řešeny formou experimentu již dříve v jiných pracích, které jsou k dispozici na Katedře textilních materiálů. Výsledky těchto experimentů se staly výchozím návodem k nalezení, či spíše doladěním osvětlení pro pozorování struktury provázání.

Intenzita světla byla fixní, dána výkonem použité zářivky. Použité spodní prosvětlování bylo prováděno pomocí zářivky ze stolní lampy, která byla položena krytem na podložku, tudíž svítila směrem nahoru. Na zářivku byl položen horní díl kruhového podstavce s otvorem pro spodní prosvětlování. Otvor byl zakryt matovým sklem. Přes tento otvor byl položen vzorek.

2) Vliv chlupatosti na expozici obrazu

Chlupatost nití působí na výslednou expozici obrazu snížením intenzity světla a tím i zvětšením plochy zobrazeného objektu před pozadím. Tento faktor sice má vliv na konečnou hodnotu zakrytí získanou analýzou obrazu, ale vnímáme-li zakrytí ve vztahu k plnosti, respektive prodyšnosti, má chlupatost podobný vliv na hodnotu prodyšnosti jako na hodnotu zakrytí. Pro zkoumání zakrytí středních a

těžkých tkanin typu testovaných vzorků je vliv chlupatosti nevýrazný a experimentu neškodný.

3) Vliv zvětšení na výběr podílu viditelné textury a pozadí

Vzdálenost objektivu kamery od roviny vzorku byla 22,5 cm. Takto nastavený makroobjektiv dával nejvýhodnější zvětšení a nejvýhodnější poměr mezi viditelností textury a pozadí.

Vzorky byly snímány z rubní strany.

4) Vliv barevnosti vzorku na změnu rozlišitelnosti viditelné textury a pozadí

Ideálním případem by byla možnost vyzkoušet referenční vzorek stejné struktury zhotovený v různých barevných odstínech například v stupních šedé stupnice, takto nasnímané vzorky zpracovat a výsledné hodnoty porovnat. Jak velký rozdíl by tyto hodnoty představovaly, se nedalo posoudit, protože takto upravené vzorky nebyly k dispozici.

5) Vliv seřízení vstupních údajů a obrazového zesílení na vyhodnocování

Tento vliv byl prověřován na dvou úrovních:

a) vliv seřízení vstupních údajů (INPUT SETUP)

b) vliv seřízení obrazu (VIDEO OUTPUT)

add a)

Vliv seřízení vstupních údajů byl prověřován tak, že jeden a ten týž vzorek byl nasnímán několikrát, pokaždé s jiným nastavením vstupních údajů. Tento postup byl aplikován na třech odlišných vzorcích. Výsledek potvrdil nepodstatný vliv na

získané hodnoty zakrytí tkaniny. Ne nepodstatným důvodem nepracování s více takto upravenými vzorky stejné struktury je vysoký datový objem, s kterým je nutno se potýkat.

add b)

Vliv zesílení obrazu se posuzoval obdobně. V tomto případě se pracovalo vždy s jediným zdigitalizovaným obrazem a výsledná hodnota zakrytí je průměrem hodnot ze tří samostatně upravených obrazů. Úpravy se týkaly tří úrovní práce se systémem:

- 1) vyhodnocení zakrytí ze zdigitalizovaného neupraveného obrazu
- 2) vyhodnocení zakrytí z obrazu převedeného do šedého obrazu (černobílý)
- 3) vyhodnocení zakrytí z obrazu s upraveným (zesíleným) kontrastem

Průměrné hodnoty jsou v tabulce uvedené v příloze. Tabulka obsahuje průměrnou hodnotu zakrytí v procentech. Tato hodnota je výsledkem zprůměrování dvou ze tří hodnotově si nejbližších výsledků. Tento postup získání průměrné hodnoty vychází z předpokladu, že jedno nastavení vstupních parametrů může být zavádějící resp. vede k vybočujícímu měření. Dvě hodnotově si nejbližší měření můžeme pak považovat za již kvalitní údaje pro další zpracování.[3]

5.2.2. Zpracování obrazů

Ke zpracování obrazů bylo vytvořeno **makro** jako zápis posloupnosti příkazů programu, vykonávajícího stanovenou činnost. Tato posloupnost se dá uložit jako samostatný soubor dat a jako s takovým s ním pracovat.

Nasnímané obrazy byly upraveny pomocí kontrastu a dále byla provedena segmentace obrazů pomocí prahování (Threshold). Prahování je nejjednodušší transformací převádějící šedý obraz na binární a je tedy zároveň základním segmentačním algoritmem. Po segmentaci následovalo měření. Nejdříve však musí být definován měřicí rámeček, druh měření (texturální) a příznaky měření:

5.2.2.1. Příznaky měření

Plocha (Area) je hlavním kritériem velikosti. V nekalibrovaném případě udává počet pixelů, v kalibrovaném případě reálnou plochu.

Měřená plocha (Measured area) je plocha masky uvnitř měřicího rámečku.

Plošný podíl (Area fraction) je poměr plochy segmentovaného obrazu a měřené plochy.

Po definování příznaků měření proběhlo vlastní měření. V tomto případě byla měřena plocha uvnitř nadefinovaného měřicího rámečku (Measured area), která je pro všechny vzorky stejná a plocha segmentovaného obrazu (prosvětlená plocha - area), která se u jednotlivých vzorků mění. Z těchto hodnot byl vypočítán plošný podíl (Area fraction), který pak byl převeden na procenta. Tento plošný podíl v procentech udává, kolik procent z celkové měřené plochy je zakryto. Naměřené hodnoty byly zaznamenávány a dále porovnávány. Hodnoty těchto příznaků měření pro všechny vzorky jsou uvedené v tabulkách.

5.2.2.2. Makro

Makro je zápis posloupnosti příkazů vykonávajících stanovenou činnost. Následující makro umožňuje zjistit definované příznaky měření: prosvětlenou plochu, měřenou plochu, plošný podíl.

- **Image open ()**, na čtení barevného obrazu v harddisku do aktivní paměti
 - **Define threshold ()**, definování parametrů pro segmentaci barevného obrazu, oddělení objektu od pozadí
 - **Threshold ()**, provedení segmentace barevného obrazu dle nastavených parametrů (vytvoření binárního obrazu)
 - **Change objective ()**, změna aktuálního objektivu (kalibrace)
 - **MeasFrame ()**, nastavení velikosti měřicího rámečku
 - **Field features ()**, definování texturálního měření
 - **Measure field ()**, provedení měření v textuře
 - **Field data()**, zobrazení naměřených dat
- (Závorky za údaji značí nastavování parametrů příkazu v krocích stupnice definované systémem.)

5.3. Hodnoty prodyšnosti

Z naměřených hodnot je zřejmé, že se prosvětlená plocha u jednotlivých vzorků měnila. Je to způsobeno změnou plošné hustoty. To ovlivnilo výslednou osvětlenou plochu, která byla tím menší, čím větší byla plošná hustota tkaniny.

Změny plošné hustoty textilie mají vliv na prodyšnost textilie. Čím je plošná hustota větší, tím je prodyšnost menší. Pro zkoumání zakrytí tkanin je zajímavý vztah mezi jejich zakrytím a jejich prodyšností. Tato skutečnost vedla k definování tohoto experimentu a důvodu měření prodyšnosti.

Prodyšnost plošné textilie je definována jako schopnost plošné textilie propouštět vzduch za stanovených podmínek. Prodyšnost se udává v $\text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{m}^{-2}$.

5.3.1. Měření prodyšnosti

Prodyšnost se měří podle normy ČSN 80 0817.

Podstatou zkoušky měření prodyšnosti je nasávání vzduchu přes zkoušenou textilií, stanovenou zkušební plochou o stanoveném podtlaku. Rozměr kruhové hlavice musí odpovídat druhu zkoušené textilie. Po založení materiálu do přístroje začne procházet vzorkem vzduch. Standardní podtlak je 20 mm vodního sloupce. Jinak se podtlak řídí propustností jednotlivých textilií. Měření se provádí pomocí přístroje na zjišťování prodyšnosti textilie vzduchem s plováčkovým průtokoměrem.

Prodyšnost tkaniny byla měřena na vzorcích, které byly předtím prosvětlovány.

Klimatické podmínky:

Teplota: 22 °C

Relativní vlhkost: 54%

Tlak: 990 hPa

Plocha měření: 20 cm²

Podtlak: 200 Pa

Hodnoty průtoku vzduchu V (l/hod) zjištěné na plováčkovém průtokoměru se převedou na V (m³s⁻¹), a pak se vypočítá prodyšnost textilie jako poměr množství vzduchu prošlého danou plochou za jednotku času a zkušební plochy upnutého vzorku.

$$w = \frac{V}{S} \quad (13)$$

Kde w je prodyšnost textilie (m³s⁻¹m⁻²),

V je množství vzduchu prošlého plochou za jednotku času (m³s⁻¹),

S je zkušební plocha upnutého vzorku (m^2).

Naměřené hodnoty jsou zaznamenány v tabulce uvedené v příloze. Tabulka obsahuje údaje průměrné hodnoty prodyšnosti, maximální, minimální hodnotu z měření a variační koeficient. Pro každý vzorek se měření opakovalo 10x. Průměrná hodnota byla zaokrouhlována na 50 či 100. Tento způsob zaokrouhlování byl zvolen s ohledem na maximální rozlišení měřítka stupnice přístroje tj. odhad údajů prodyšnosti po 50.

6. VYHODNOCENÍ

6.1. Data experimentu

Z klasického matematického modelu zakrytí tkaniny se vypočítaly hodnoty teoretického zakrytí pro všechny experimentální vzorky.

Z experimentu obrazové analýzy byla získána data odpovídající plnosti tkaniny. Při experimentu byla vzata do úvahy snad všechna nejhlavnější kriteria, která by nějak významně mohla zasáhnout do výsledků měření. Jejich teoretický i praktický rozbor byl součástí této práce.

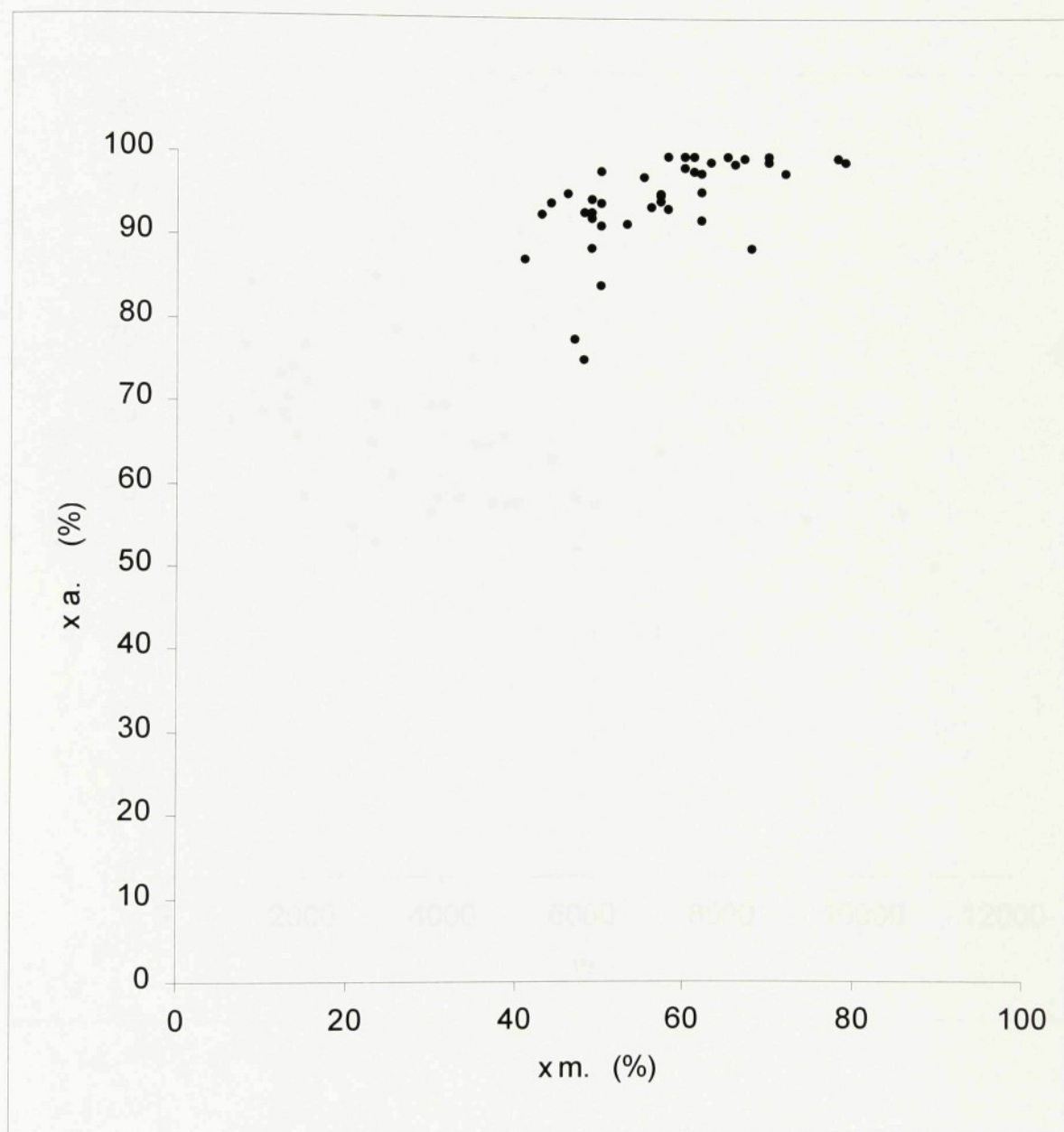
Jako základní parametr tkanin, s kterým by se získaná data dala porovnávat, byla zvolena jejich prodyšnost. Měření prodyšnosti vzorků byla provedena podle normy ČSN 80 0817.

Naměřené a vypočtené hodnoty jsou zaznamenány v tabulkách a grafech uvedené v příloze. Součástí přílohy je i obrazová dokumentace zahrnující jak ukázky nasnímaných vzorků, tak i zpracované obrazy s tabulkou hodnot každého vzorku. Vytisknuté zpracované obrazy jsou barevně invertované z důvodů usnadnění jejich prezentace.

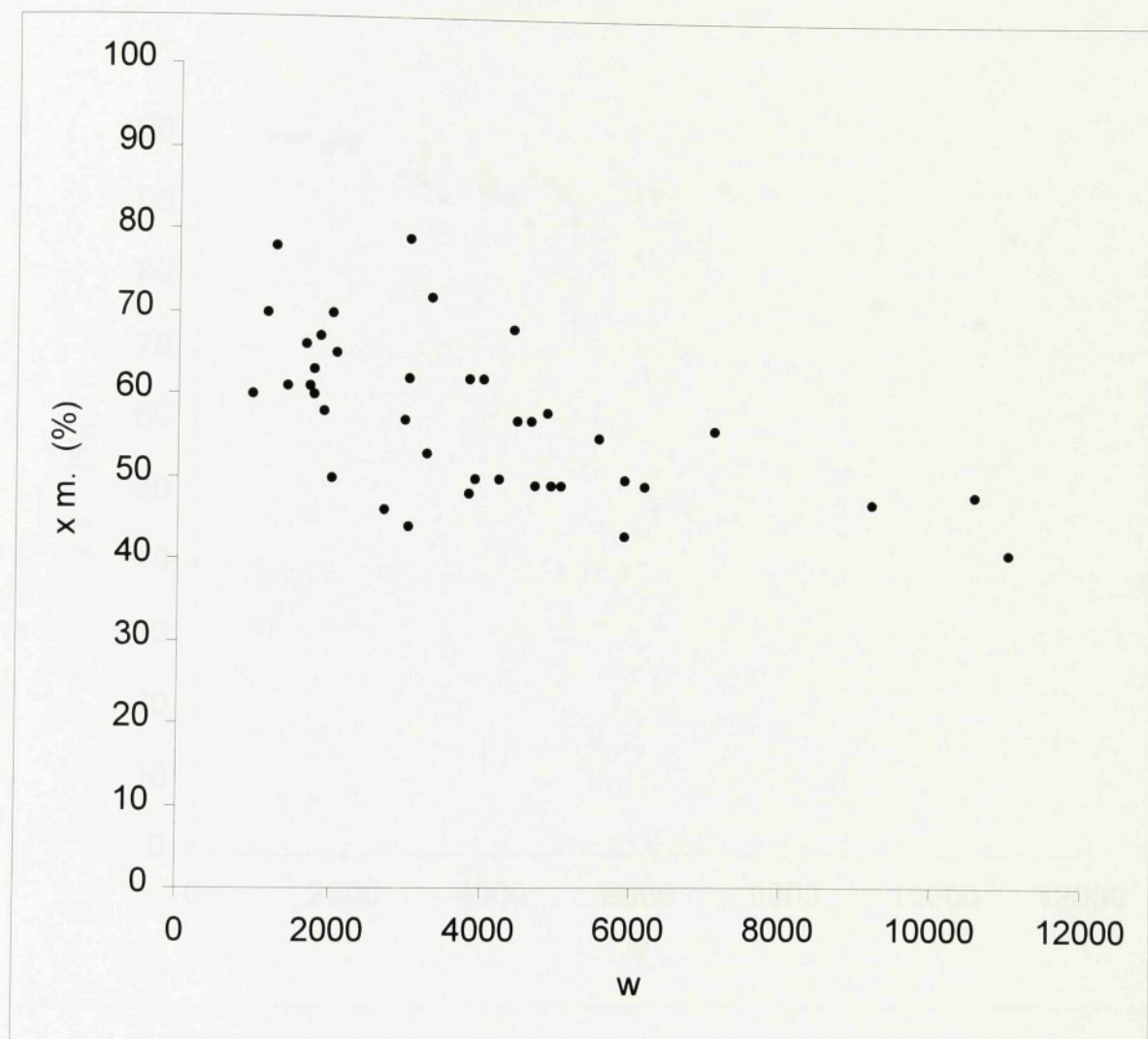
6.2. Diskuse výsledků

K posouzení výskytu tendencí mezi jednotlivými metodami experimentu byl vytvořen bodový graf rozložení hodnot. Tyto vztahy byly posuzovány vzájemným porovnáváním tzv. každý s každým. Vytvořený graf vhodně poslouží k definování tendencí výskytu závislostí, na které by měla navazovat statistické početní výsledky vzájemných korelací.

**Obr.2. Závislost hodnot zakrytí metodou obrazové analýzy
(x.a) na hodnotách zakrytí metodou matematického modelování
(x.m)**



Obr.3. Závislost hodnot zakrytí metodou matematického modelování ($x.m$) na hodnotách prodyšnosti (w)



Z výsledků hustoty rozložení hodnot lze usuzovat o vlastnostech vzájemných závislostí:

- 1) Graf závislostí hodnot zakrytí tkaniny mezi početní (a.m) a analytickou metodou (x.a) vykazuje sice známky závislosti, tato je však nejspíš jiná než lineární. Uvedenou nelinearitu způsobují hodnoty zakrytí zjištěné obrazovou analýzou, která se již z principu pohybuje u limitní hodnoty 1. „Vhodnou“ transformací by sice bylo možné závislost linearizovat, což by hrubě neodpovídalo vzájemné závislosti, protože oba soubory pracují se stejným rozsahem a stejným maximem. Z tohoto vyplývá, že oba soubory se musí zobrazovat v poměru 1:1.
- 2) Graf závislosti hodnot zakrytí metodou matematického modelování (x.m) na prodyšnosti (w) vykazuje zřetelnou lineární závislost, i když s relativně velkým rozkmitem hodnot okolo pomyslné regresní přímky. Bližším porovnáním dat vzorků s největším rozkmitem s parametry prodyšnosti a zakrytí získané obrazovou analýzou lze usuzovat, že rozdíly existují již mezi tkaninami stejných dostav resp. stejným zakrytím získaným výpočtem matematického modelu. Na plnosti tkaniny se podílí rozložení nití osnov, deformovaných zatčením a též typem vazby. Použitý klasický matematický model krytí s vlivem vazby nepočítá, proto se trochu rozchází na konkrétních hodnotách prodyšností různých typů vazeb.
- 3) Graf závislosti zakrytí metodou obrazové analýzy (x.a) na prodyšnosti (w) vykazuje lineární závislost. Linearita ukazuje těsnější vztah takto měřeného zakrytí

na plnost tkaniny. Krytí posuzované tímto způsobem, bere v úvahu typ vazby, deformace nití zatčením atd..

K objektivnímu posouzení závislostí byl proveden statistický výpočet jejich vzájemných korelací. Statistické výpočty byly provedeny pomocí statistického programu Adstat 2.0.

Výsledky výpočtu na programu Adstat 2.0 :

KORELACE PRO PROMĚNNOU x1: (x.m)

P rov, korelační koeficienty:

$$x1, x2 = 5.7059E-01$$

$$x1, x3 = -5.8904E-01$$

Vícenásobný korelační koeficient:

$$R = 6.0494E-01$$

KORELACE PRO PROMĚNNOU x2: (x.a)

* P rov, korelační koeficienty:

$$x2, x1 = 5.7059E-01$$

$$x2, x3 = -8.4278E-01$$

Vícenásobný korelační koeficient:

$$R = 8.4777E-01$$

KORELACE PRO PROMĚNNOU x3: (w)

P rov, korelační koeficienty:

$$x3, x1 = -5.8904E-01$$

$$x3, x2 = -8.4278E-01$$

Vícenásobný korelační koeficient:

$$R = 8.5301E-01$$

Hodnoty vzájemných korelací ukazují na míru lineární závislosti jednotlivých souborů dat. Nejsilnější lineární závislost je mezi krytím získaným obrazovou analýzou (x.a) a prodyšností (w) – 0.84278. Tendenci závislosti mezi zakrytím matematickým modelem (x.m) a prodyšností (w) lze stále s hodnotou korelace -0,589 považovat za lineární. Závislost dat obou metod zakrytí (x.a) a (x.m) s hodnotou 0.57059 ukazuje na tendenci závislosti, avšak z grafického porovnání by bylo transparentnější tuto závislost popisovat jiným nelineárním vztahem.

7. ZÁVĚR

Smyslem této diplomové práce bylo vyzkoušet a ověřit systém obrazové analýzy při zkoumání a posuzování zakrytí tkaniny. Součástí práce bylo:

- literární průzkum tématu matematického modelu zakrytí tkanin
- navržení postupu práce pro získání zakrytí tkanin pomocí obrazové analýzy
- porovnání výsledků experimentu s některými základními parametry tkanin

Pro zkoumání zakrytí obrazovou analýzou byl vytvořen pracovní postup zahrnující zvláštnosti přístupu ke zkoumanému tématu. Jediným nesplněným vlastním navrženým kritériem bylo ověření vlivu různé barevnosti vzorku stejné geometrické struktury na kvalitu získávání obrazu. Vzhledem k tomu, že jsem ani studiem uvedené literatury nenašel uspokojivé informace týkající se tohoto problému, nepovažuji tuto otázku za uzavřenou. Uvítal bych, kdyby se stala součástí zkoumání jiné práce, která by mohla čerpat z mých závěrů.

Výsledky experimentu byly porovnávány se studovaným matematickým modelem zakrytí tkanin a s hodnotami jejich prodyšností. Byly definovány vzájemné závislosti a tyto závislosti zpracovány statisticky a graficky. Tyto vztahy jsou součástí vyhodnocení experimentu a v lecčems potvrdily teoretické předpoklady.

Seznam použité literatury

- [1] kolektiv autorů: Filosofický slovník, Svoboda, Praha 1985
- [2] Milič Jiráček: Fotografie mag.,r. 1997, Zobrazovací technika
- [3] Meloun, M. – Militký, J.: Chemometrie – zpracování experimentálních dat na PC, SNTL 1991, Praha
- [4] Pospíšil, Z. a kol.: Příručka textilního odborníka, SNTL 1981, Praha
- [5] Talavášek, O.: Tkalcovská příručka, SNTL 1980, Praha
- [6] Talavášek, O.: Tkací stroje člunkové, bezčlunkové a víceprošlupní, SNTL 1988, Praha, str. 38
- [7] Nosek, S.: Struktura a geometrie tkanin, str. 82
- [8] Příručka uživatele: Lucia M, Laboratory Imaging
- [9] Nosek, S.: Teorie tkacího procesu – 3. Část, DT ČSVTS Pardubice 1989
- [10] ČSN 80 0817: Zjišťování prodyšnosti
- [11] Svoboda, M. – Homuta, L. – Mikeš, J.: Analýza obrazu počítačem, Medsoft 89, DT ČSVTS, Praha 1989

Přílohy:

Tab.1. Charakteristiky a specifikace experimentálních vzorků

Tab. 2. Tabulka hodnot prodyšností vzorků

Tab.3. Tabulka výsledných hodnot
Výsledky stat. výpočtu programu Adstat

Ukázky nasnímaných vzorků

Tab.1.

Charakteristiky a specifiky experimentálních vzorků

č.v z.	Složení	jemnost os (tex)	jemnost út (tex)	dostava os(10/cm)	dostava út (10/cm)	plošná hmotnost (g/m)	tloušťka (mm)	vazba
1	45vl/55PESs	19x2	19x2	213	189	159,5	0,43	plátno
2	45vl/55PESs PADh	19	25x2	448	206	229	0,62	kord
3	100vl	24x2	50	207	172	216	0,66	cirkas
4	45vl/55PESs PADh	19	25	418	301	190	0,46	A4/1(3)
5	45vl/55PESs PADh	19	19x2	505	223	222	0,5	A4/1(3)
6	70PESs/30VSs	19x2	19x2	279	245	22	0,57	cirkas
7	45vl/55PESs	19x2	19x2	359	254	242	0,63	A4/1(3)
8	45vl/55PESs	19x2	19	358	303	209	0,48	laskas
9	45vl/55PESs	250x2	25x2	204	160	192	0,52	plátno
10	45vl/55PESs	21x2	21x2	230	244	248	0,58	cirkas
11	45vl/55PESs	19x2	25	386	251	229	0,53	cirkas
12	45vl/55PESs	19x2	19x2	276	236	205,6	0,48	cirkas
13	45vl/55PESs PADh	25	25	268	246	176	0,43	hr. Kepr
14	70PESs/30VSs	19x2	19x2	212	183	176	0,51	plátno
15	100vl	25x2	36	224	198	209	0,63	laskas
16	45vl/55PESs	19x2	19x2	219	186	170	0,44	plátno
17	45vl/55PESs	19x2	19x2	265	202	196	0,44	laskas
18	45vl/55PESs PADh	25	19x2	210	175	163	0,63	plátno
19	45vl/55PESs	25x2	25x2	205	160	203	0,45	plátno
20	45vl/55PESs	19x2	25	358	273	22	0,52	A4/1(3)
21	70PESs/30VSs	25x2	25x2	191	166	203	0,47	plátno
22	70PESs/30VSs	19x2	19x2	270	202	209	0,56	laskas
23	100vl	24x2	50	160	139	176	0,48	plátno
24	70PESs/30VSs	19x2	19x2	288	241	235	0,57	cirkas
25	45vl/55PESs	21x2	21x2	206	173	176	0,44	plátno
26	45vl/55PESs	25x3	25x3	160	136	380	0,61	plátno
27	45vl/55PESs	21x3	21x3	167	137	216	0,52	plátno
28	45vl/55PESs	21x2	21x2	271	239	235	0,61	cirkas
29	45vl/55PESs	25x2	25x2	261	227	268	0,6	cirkas
30	70PESs/30VSs	19x2	19x2	213	186	170	0,44	plátno
31	45vl/55PESs	25x2	25x2	252	186	242	0,53	laskas
32	70PESs/30VSs	19x2	25	277	255	196	0,55	laskas
33	100vl	19	25	259	212	191	0,52	K2/1 Z
34	45vl/55PESs	21x2	25	377	229	235	0,54	cirkas
35	45vl/55PESs	25x2	25	196	204	163	0,4	plátno
36	70PESs/30VSs	25x2	25x2	350	206	314	0,65	A4/1(3)
37	70PESs/30VSs	25x2	25x2	242	220	261	0,56	cirkas
38	70PESs/30VSs	19x2	19x2	270	206	203	0,5	laskas
39	45vl/55PESs	25x2	25x2	187	155	190	0,55	plátno
40	70PESs/30VSs	19x2	19x2	328	255	248	0,57	A4/1(3)

Tab.2.

Tabulka hodnot prodyšností vzorků

vz. č.	$x_{\text{stř}} \text{ (m}^3\text{s}^{-1}\text{m}^{-2}\text{)}$	$x_{\text{min}} \text{ (m}^3\text{s}^{-1}\text{m}^{-2}\text{)}$	$x_{\text{max}} \text{ (m}^3\text{s}^{-1}\text{m}^{-2}\text{)}$	$v \text{ (}\%\text{)}$
1	4200	4000	4450	4,27
2	3300	3500	3200	5,86
3	5550	6050	5300	5,72
4	4000	3800	4200	3,58
5	3000	2950	3100	2,84
6	3800	3650	4000	4,67
7	2000	1900	2150	3,89
8	2050	1800	2300	4,88
9	4400	4150	4650	5,33
10	1900	1850	2000	2,21
11	1250	1200	1350	2,55
12	1700	1650	1800	2,38
13	4700	4500	4850	3,95
14	5050	4800	5300	5,36
15	3250	2950	3500	5,84
16	5900	5700	6150	6,21
17	2950	2800	3000	3,92
18	11000	9950	13050	6,53
19	3900	3850	3950	2,21
20	1650	1600	1750	3,53
21	4900	4800	5150	4,76
22	4650	4500	4750	3,52
23	5900	5700	6150	5,69
24	3000	2800	3050	4,12
25	6150	6050	6300	4,22
26	2700	2600	2850	3,69
27	3000	2750	3200	5,7
28	1400	1350	1450	2,89
29	1750	1650	1900	3,49
30	6550	6350	6800	4,87
31	4850	4500	4950	2,66
32	7100	6850	7300	5,21
33	2000	1900	2150	3,06
34	950	900	1000	1,88
35	7200	7050	7500	4,3
36	1150	1050	1300	3,54
37	1750	1500	1900	3,88
38	4450	4600	4350	3,35
39	3850	3650	4050	3,63
40	1850	1750	1950	3,69

Tab.3.

Tabulka výsledných hodnot

vz. č.	zakrytí mat.m. (%)	zakrytí obr. an. (%)	prodyšnost ($\text{m}^3\text{s}^{-1}\text{m}^{-2}$)
1	50	91,44	4200
2	72	97,77	3300
3	55	97,23	5550
4	62	92,06	4000
5	79	99,18	3000
6	62	95,48	3800
7	70	99,07	2000
8	65	99,74	2050
9	68	88,73	4400
10	58	99,82	1900
11	78	99,63	1250
12	61	98,06	1700
13	49	94,52	4700
14	49	88,63	5050
15	53	91,74	3250
16	50	84,29	5900
17	57	95,02	2950
18	41	87,43	11000
19	50	94,16	3900
20	66	98,98	1650
21	49	92,44	4900
22	57	94,31	4650
23	43	92,69	5900
24	62	97,73	3000
25	49	93,13	6150
26	46	95,18	2700
27	44	94,07	3000
28	61	99,86	1400
29	63	99,19	1750
30	48	75,13	10550
31	58	93,52	4850
32	56	93,67	7100
33	50	98,07	2000
34	60	99,82	950
35	47	77,73	9200
36	70	99,74	1150
37	60	98,46	1750
38	57	95,36	4450
39	48	92,93	3800
40	67	99,55	1850

Výsledky stat. výpočtu programu Adstat

VÍCEROZMĚRNÁ DATA

Korelace

Název: Correlation

V S T U P

(1) PODMÍNKY:

Počet bodů, n : 40

Počet proměnných, m : 3

Jméno výstupního souboru : ADRESULT.TXT

(2) VSTUPNÍ DATA:

Matice : (1, 1, 40, 3)

V S T U P

(1) ODHADY ZALOŽENÉ NA PŘEDPOKLADU NORMALITY:

Vektor průměrů, $\{\bar{x}[j], j = 1, \dots, m\}$:

$\bar{x}[1] = 5.7000E+01$

$\bar{x}[2] = 9.4478E+01$

$\bar{x}[3] = 3.9163E+03$

(2) KORELACE PRO PROMĚNNOU x1:

P rov, korelační koeficienty:

$x1, x2 = 5.7059E-01$

$x1, x3 = -5.8904E-01$

Vícenásobný korelační koeficient:

$R = 6.0494E-01$

(3) KORELACE PRO PROMĚNNOU x2:

P rov, korelační koeficienty:

$x2, x1 = 5.7059E-01$

$x2, x3 = -8.4278E-01$

Vícenásobný korelační koeficient:

$R = 8.4777E-01$

(4) KORELACE PRO PROMĚNNOU x3:

P rov, korelační koeficienty:

$x3, x1 = -5.8904E-01$

$x3, x2 = -8.4278E-01$

Vícenásobný korelační koeficient:

$R = 8.5301E-01$

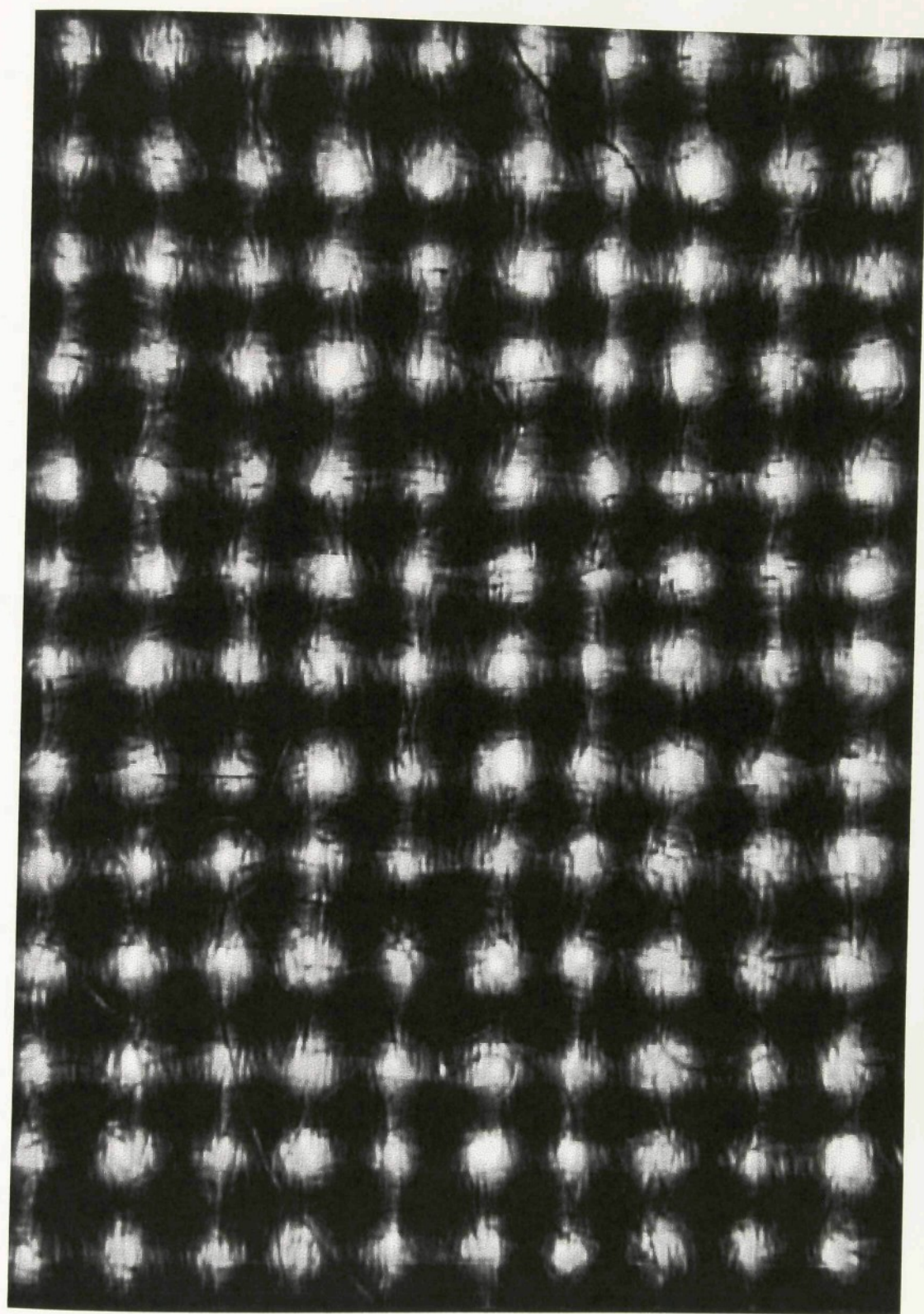
(5) PARCIÁLNÍ KORELACE:

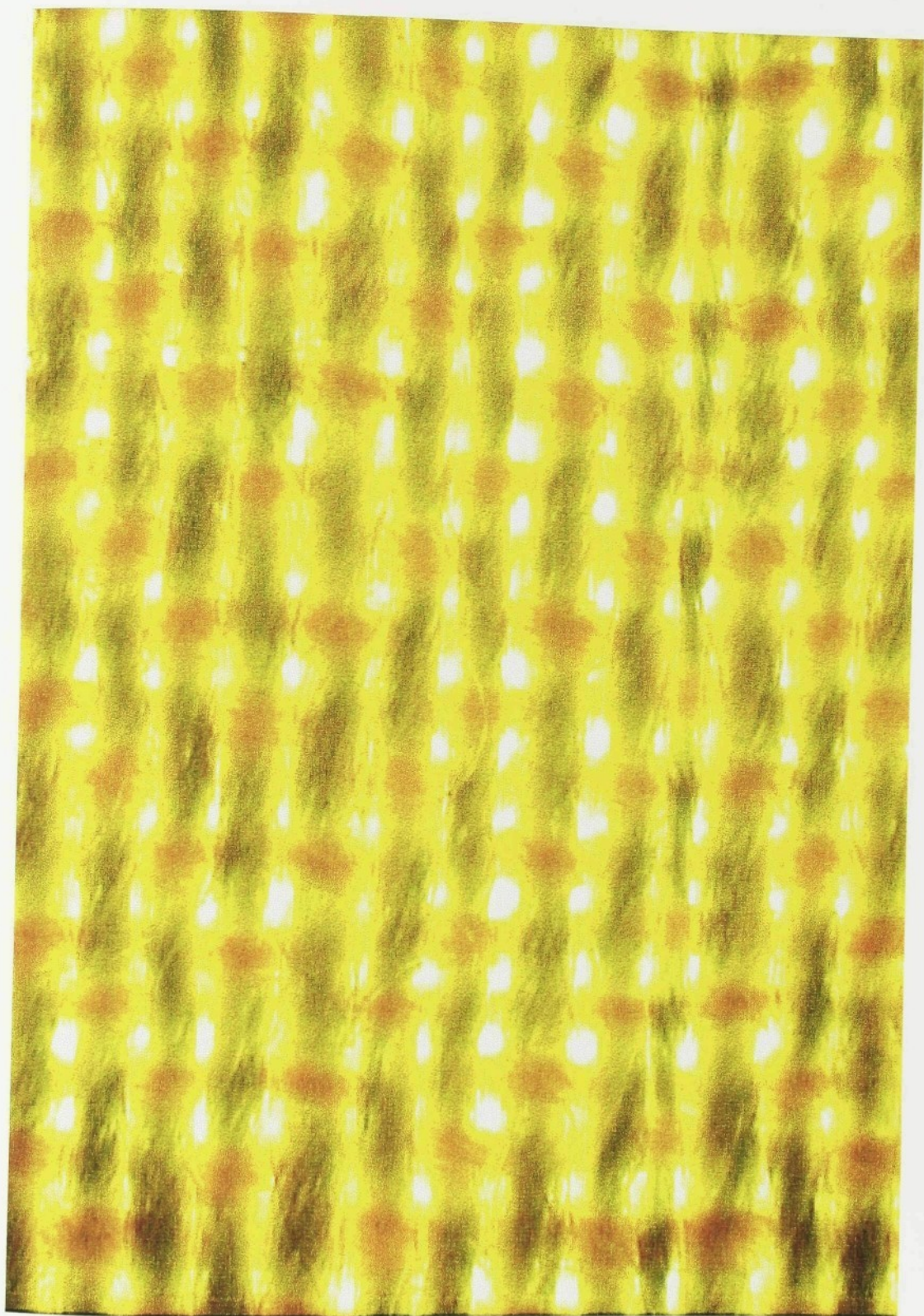
Parciální korelační koeficienty:

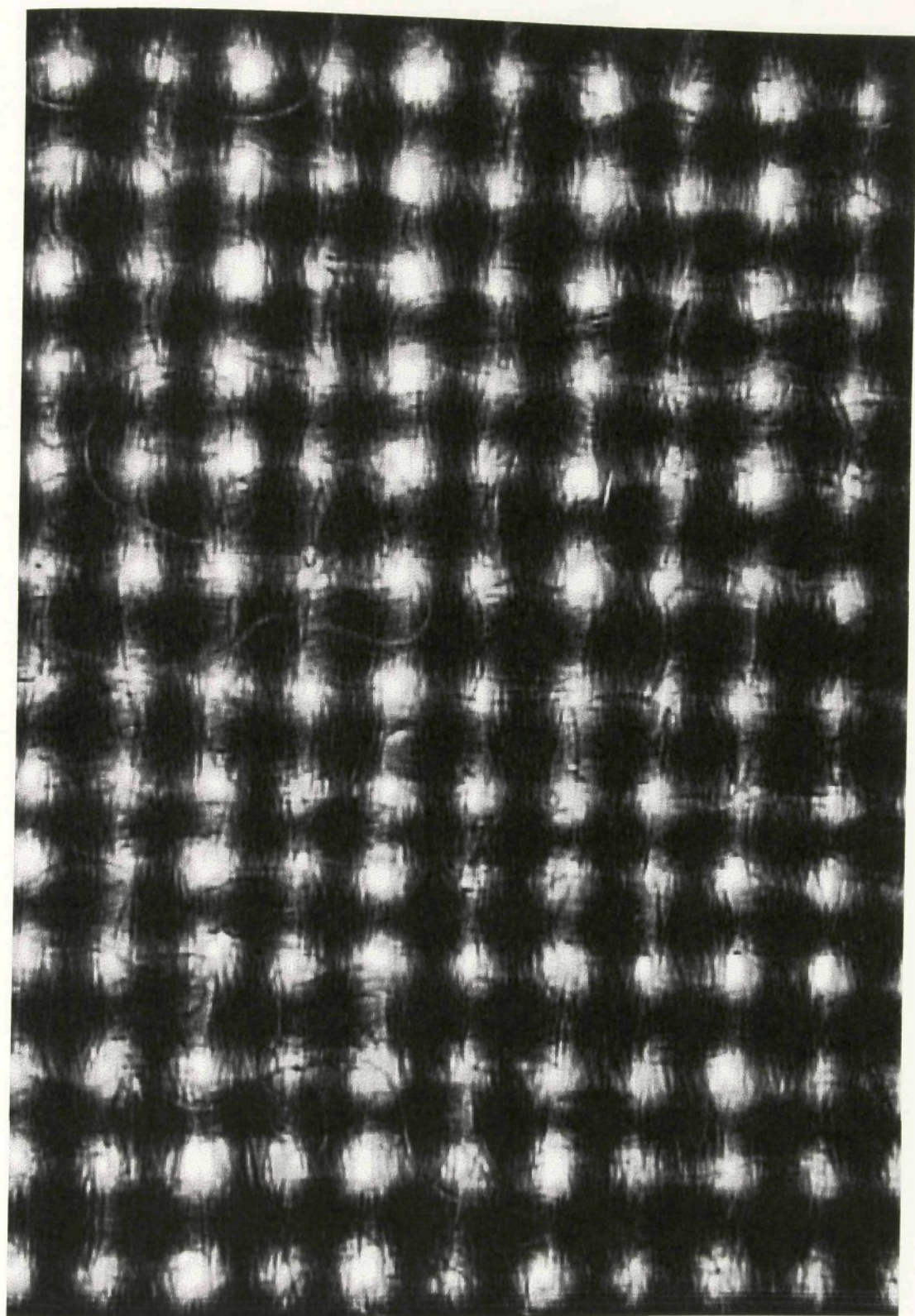
$x1, x2 = 1.7050E-01$

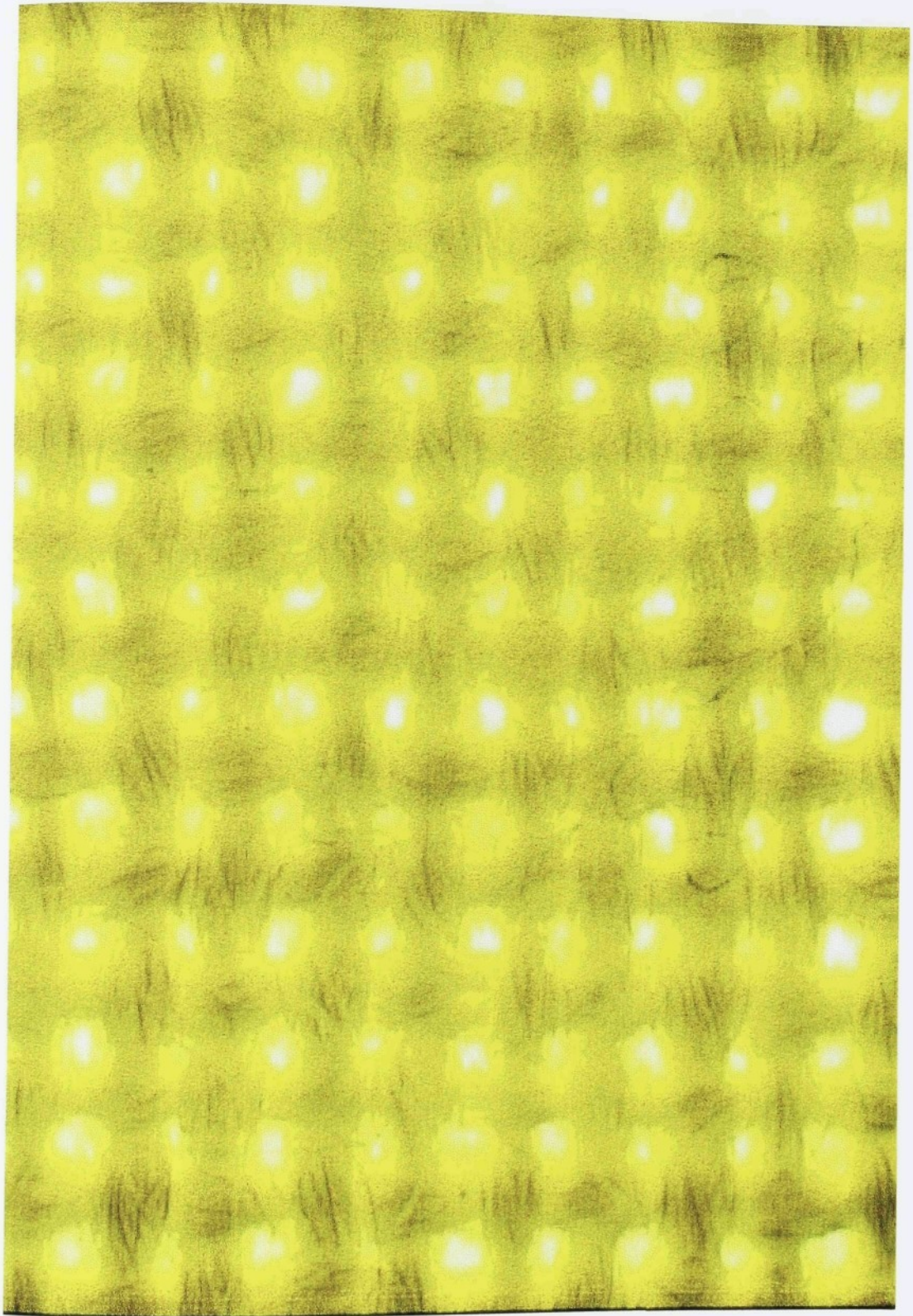
$x1, x3 = -2.4467E-01$

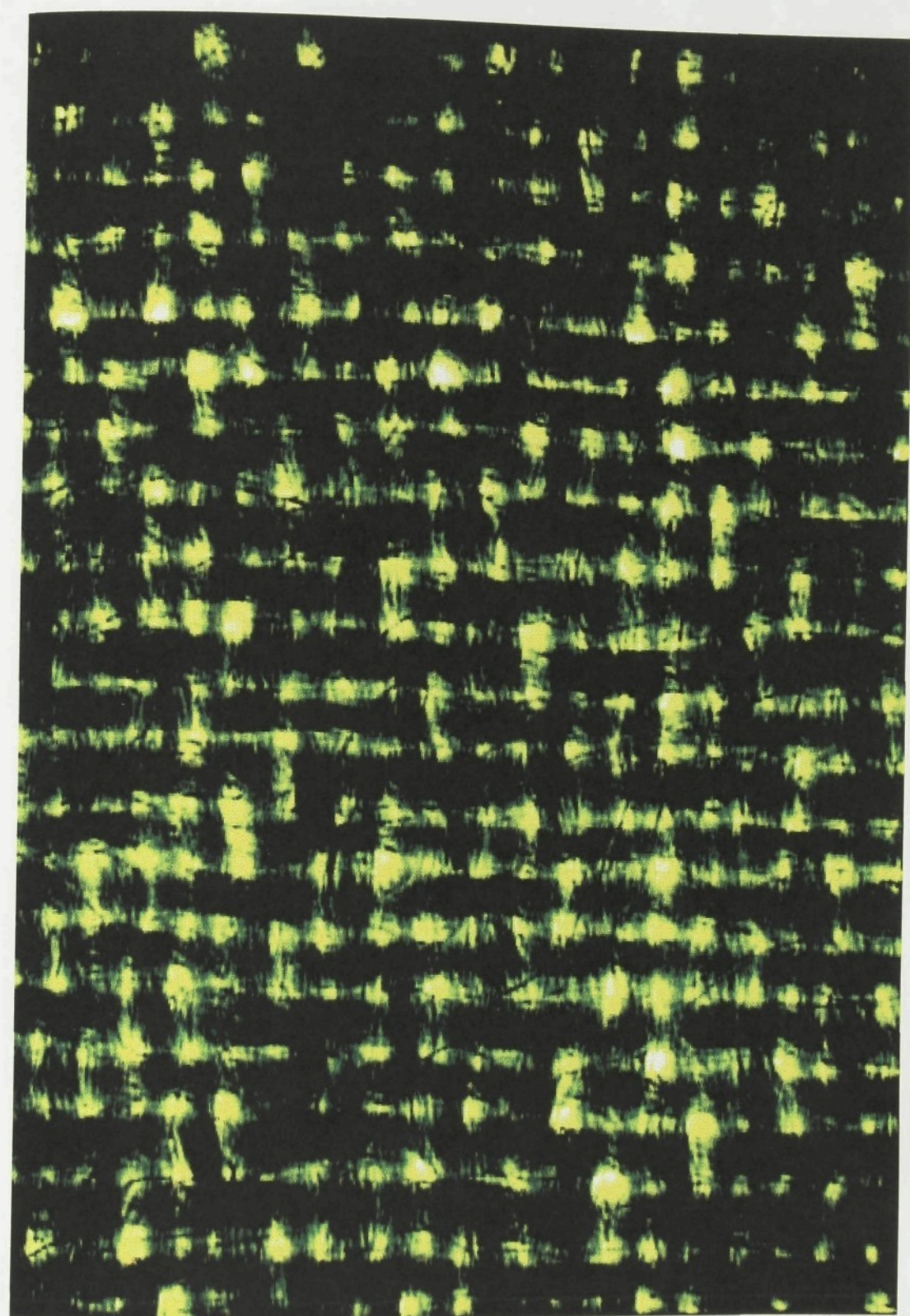
$x2, x3 = -7.6349E-01$

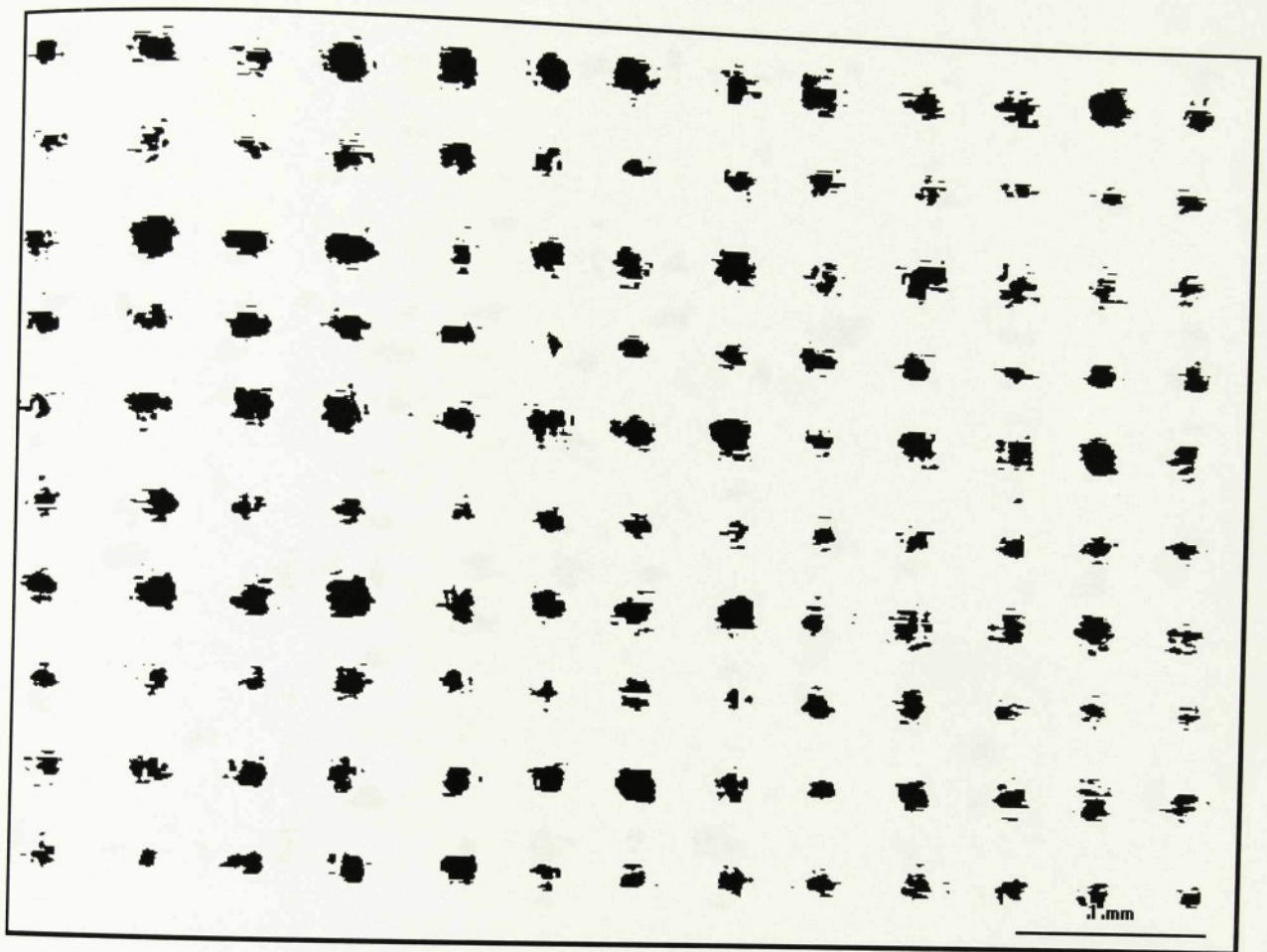






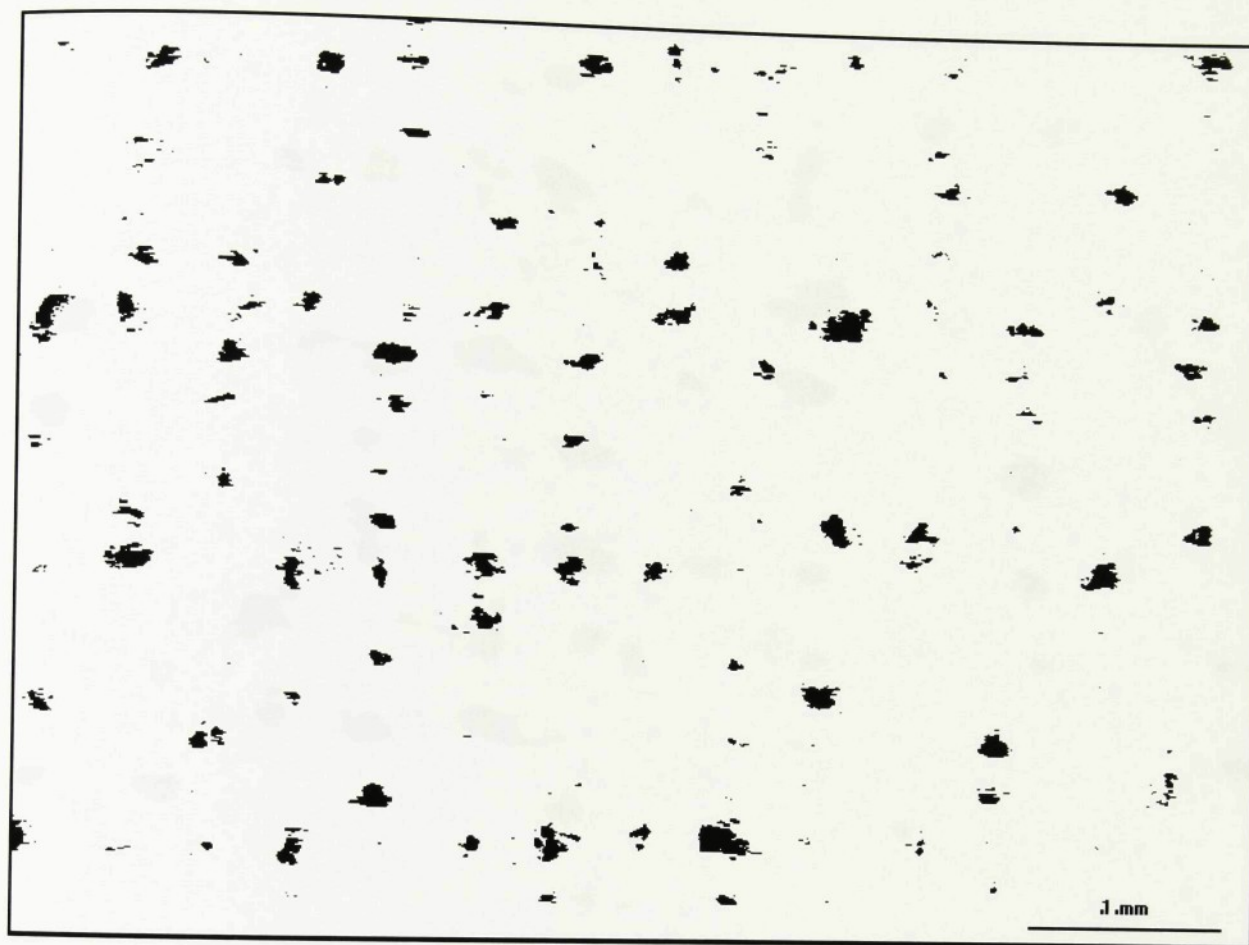




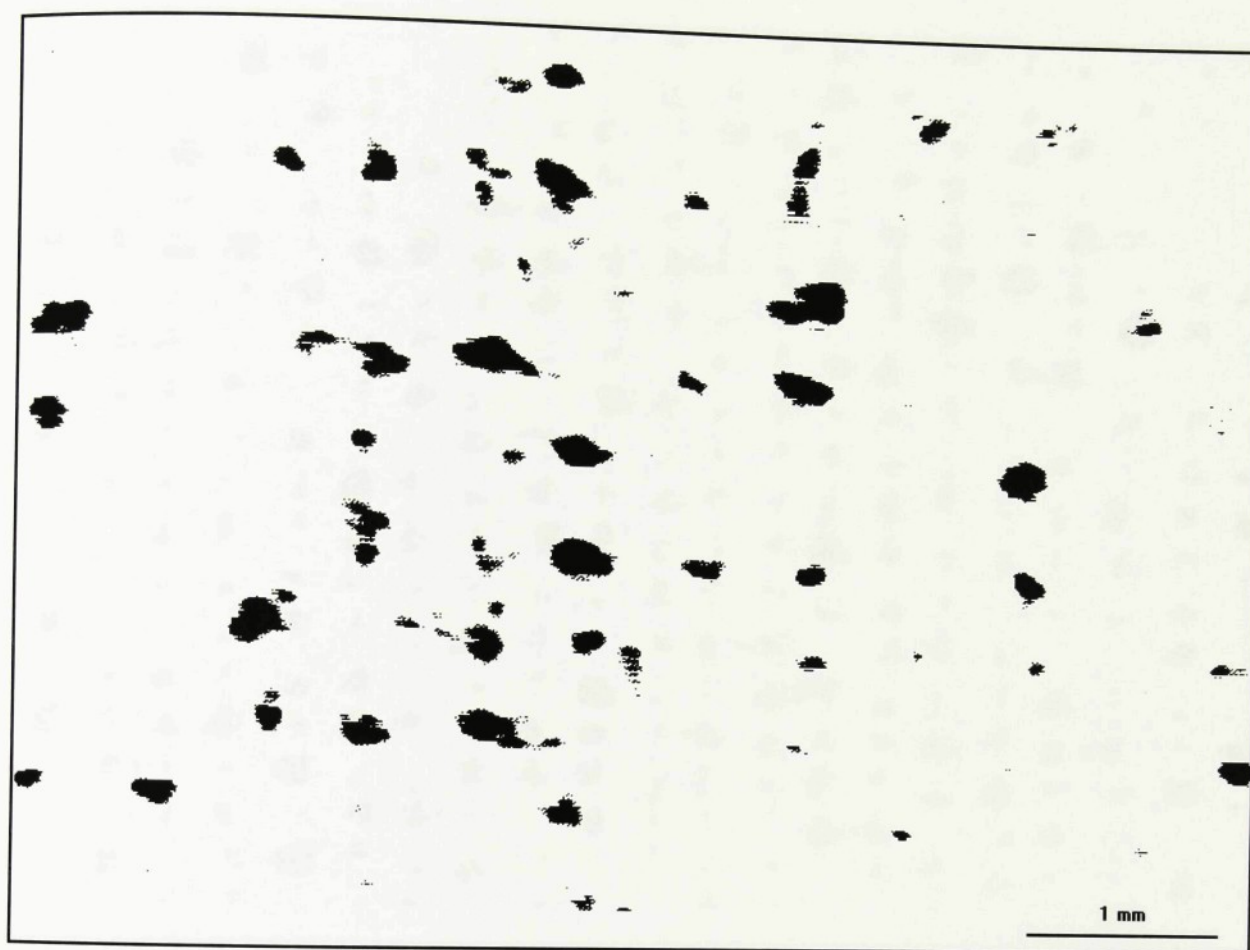


AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.889783	26.1433	29.3816	139.184
0.906241	26.6268	29.3816	127.935
0.923781	27.1422	29.3816	116.382

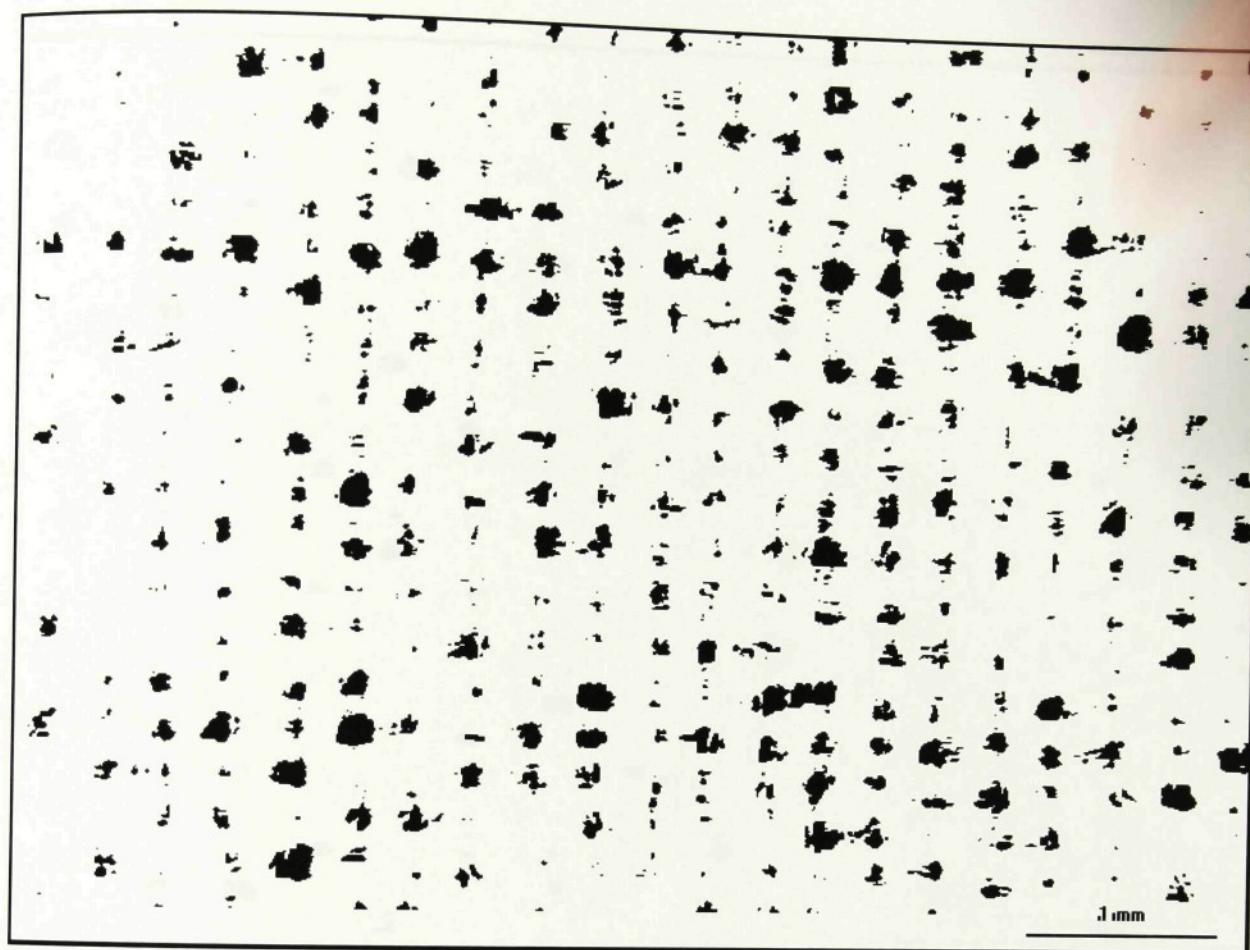
Area Fraction - Zakrytí ()
Area - Plocha zakrytí (mm²)
Measured Area - Měřená plocha (mm²)
Perimeter - Obvod zakrytí (mm)



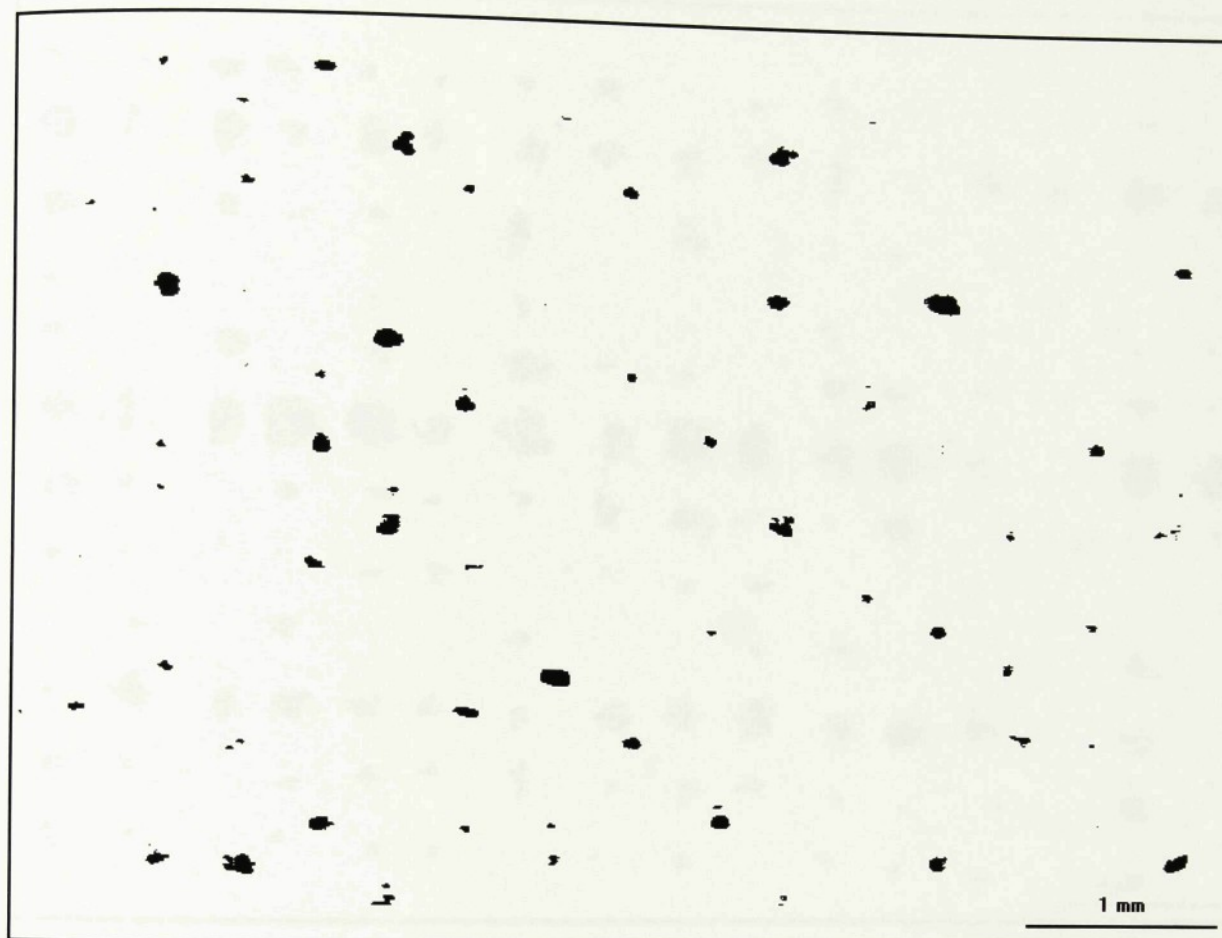
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.977804	28.6707	29.3816	59.3862
0.977904	28.703	29.3816	56.9201
0.975778	28.6699	29.3816	59.5982



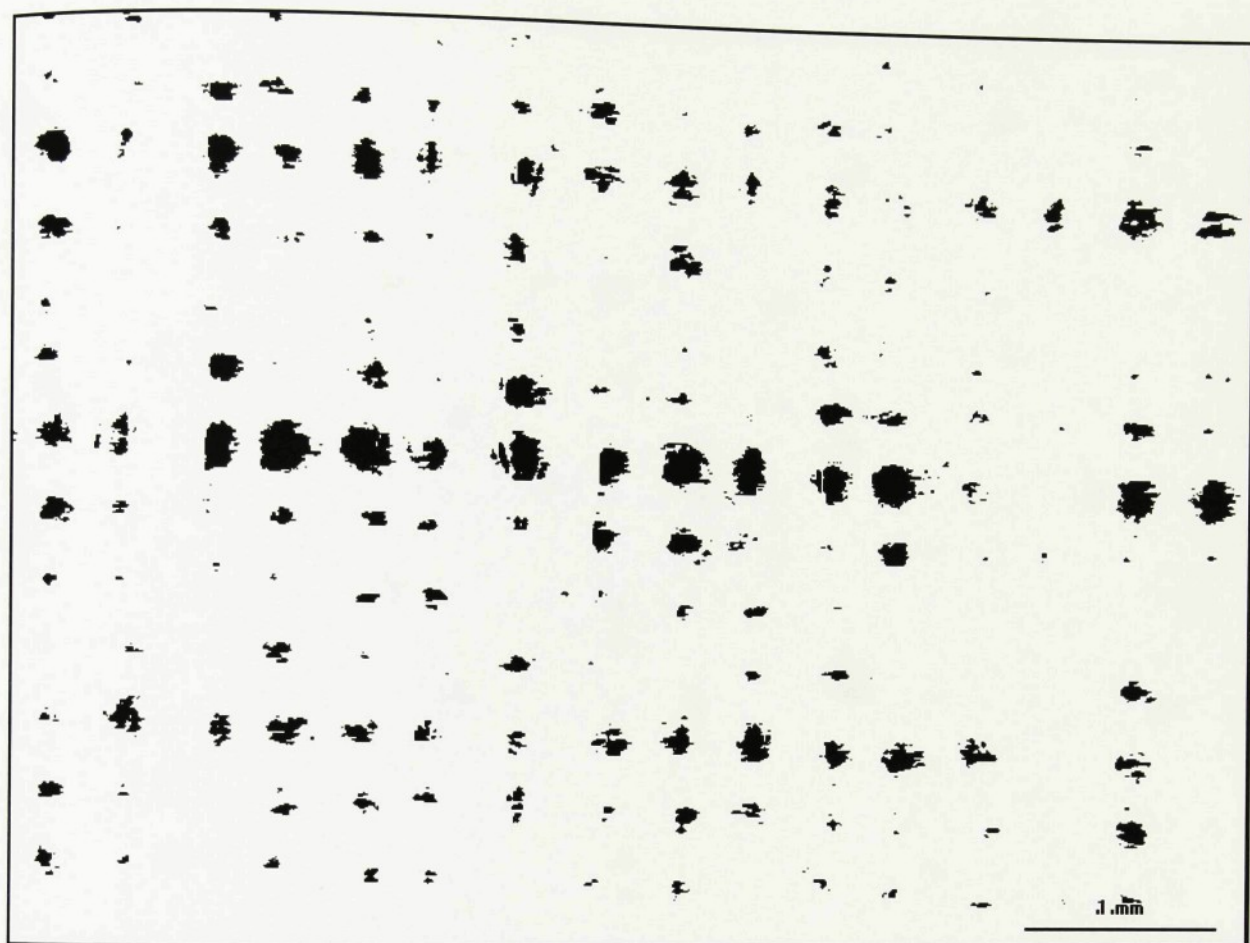
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.965576	28.3702	29.3816	53.7185
0.965576	28.3702	29.3816	53.7185
0.965576	28.3702	29.3816	53.7185



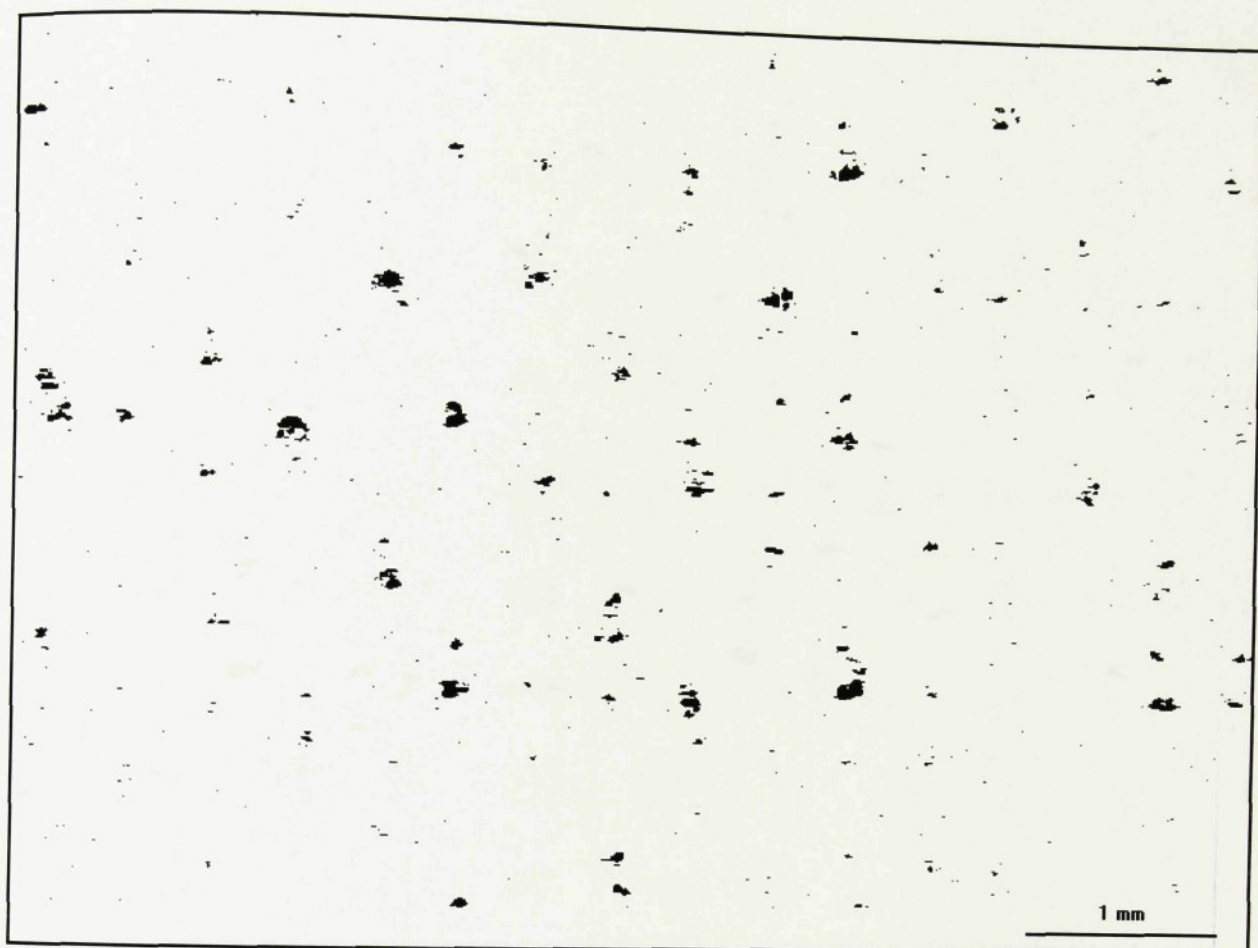
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.886152	26.0366	29.3816	197.248
0.919491	27.0161	29.3816	150.247
0.921529	27.076	29.3816	147.454



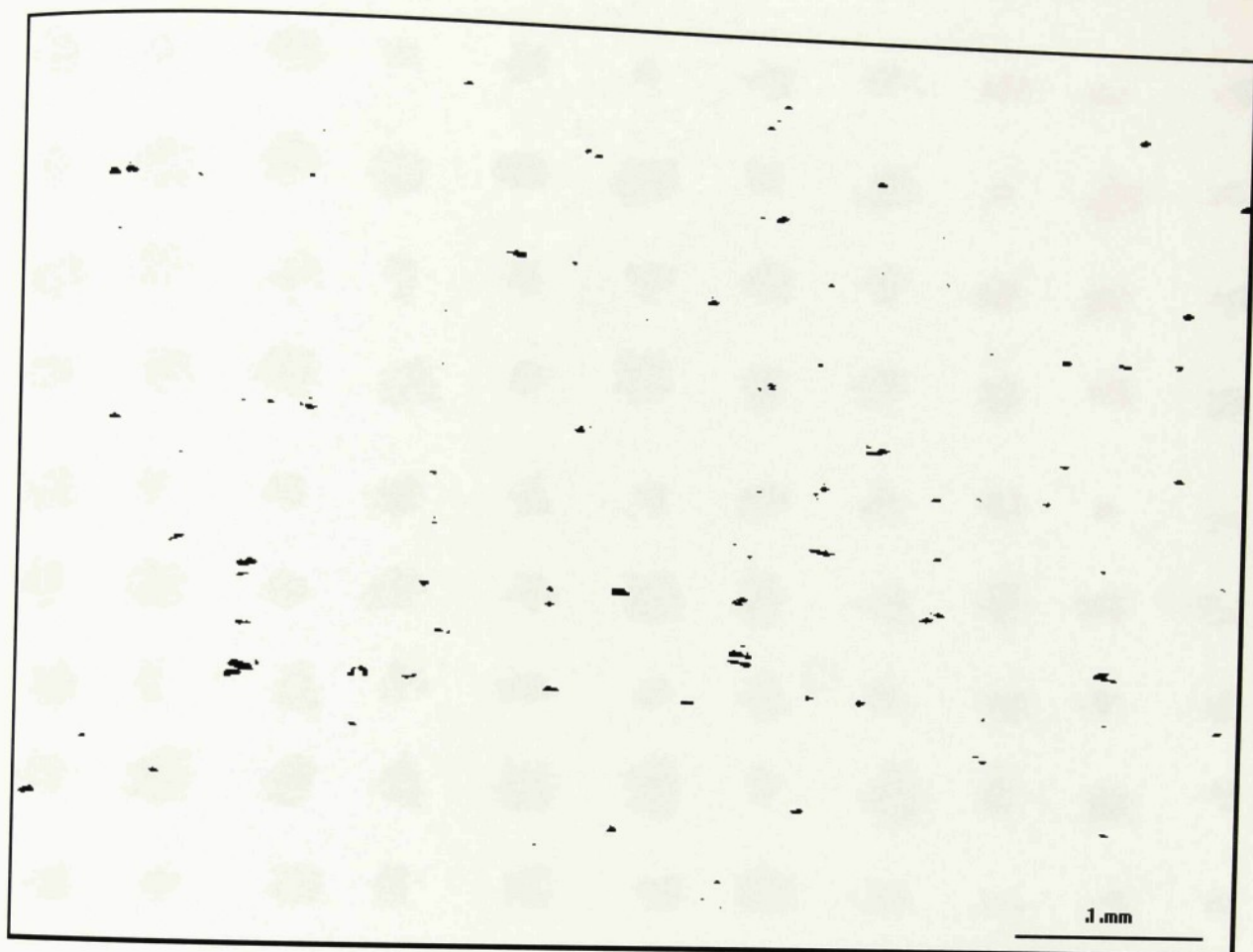
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.991797	29.1406	29.3816	23.6662
0.991812	29.141	29.3816	23.6872
0.991812	29.141	29.3816	23.6872



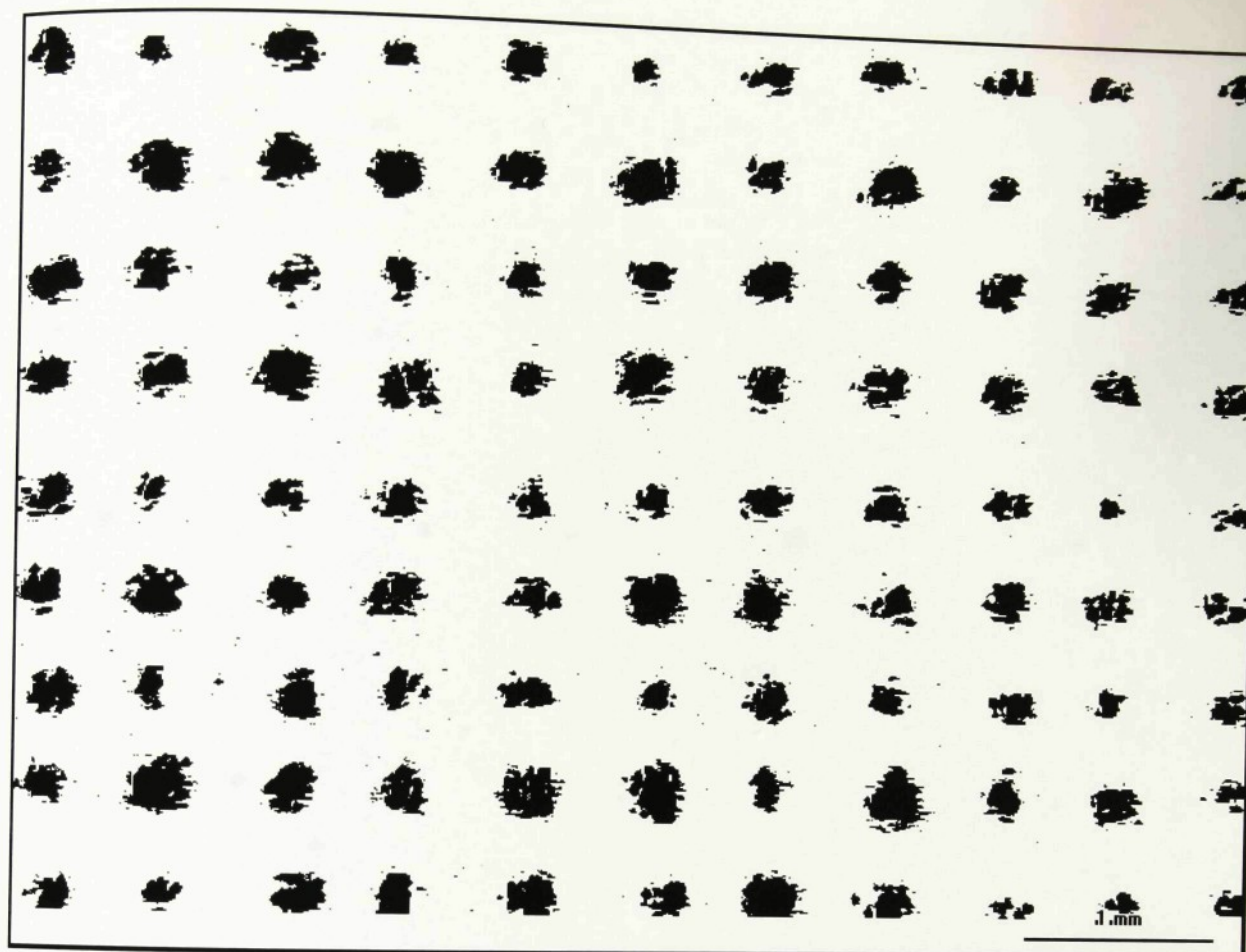
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.954852	28.0551	29.3816	85.7863
0.954847	28.0549	29.3816	85.8194
0.954194	28.0357	29.3816	86.3047



AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.990699	29.1083	29.3816	41.6049
0.99081	29.1116	29.3816	41.0344
0.990697	29.1083	29.3816	41.6097



AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.994713	29.2263	29.3816	28.9028
0.996957	29.2922	29.3816	19.9832
0.99679	29.2873	29.3816	20.61



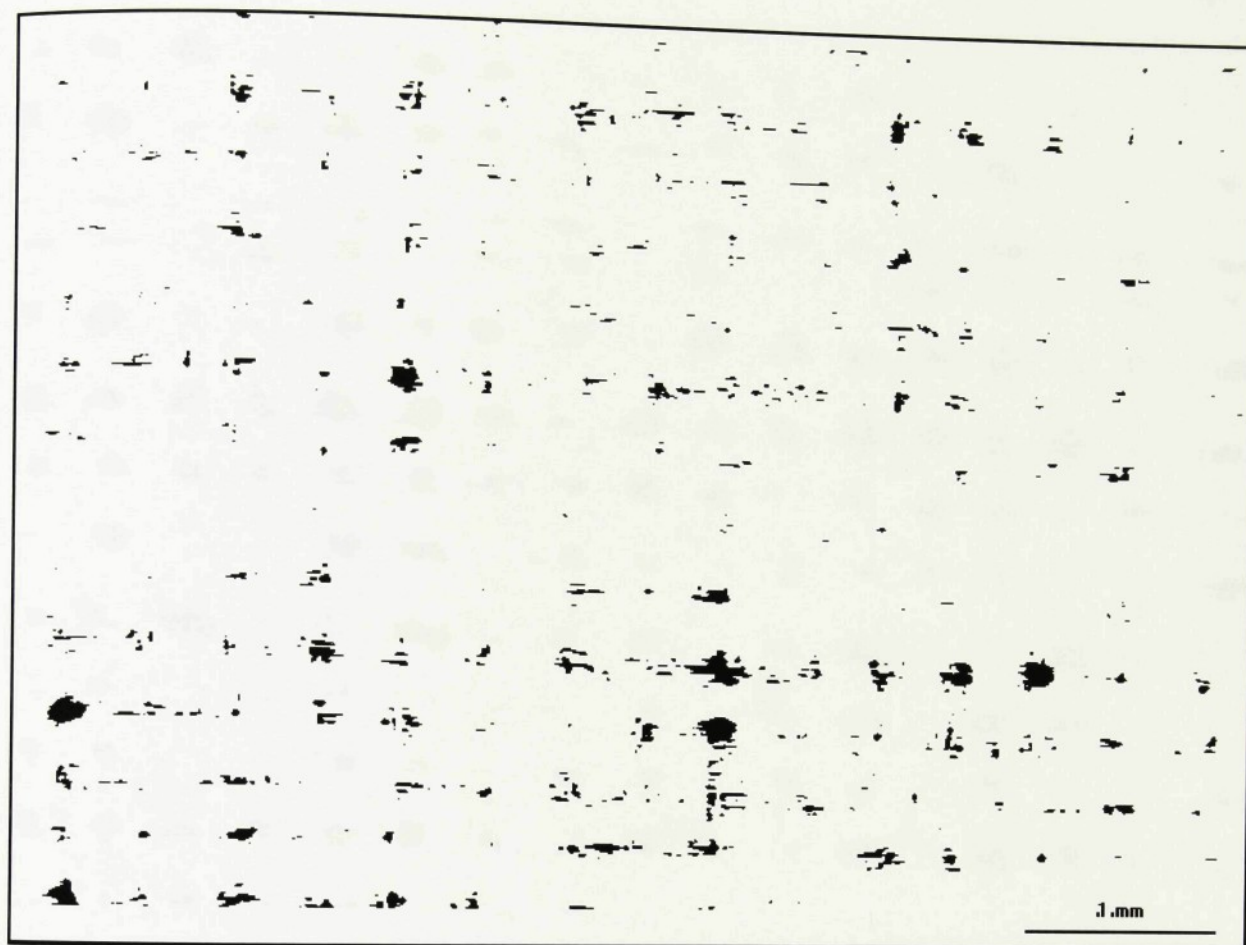
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.879651	25.8456	29.3816	153.905
0.891584	26.1962	29.3816	134.363
0.887991	26.0906	29.3816	141.973



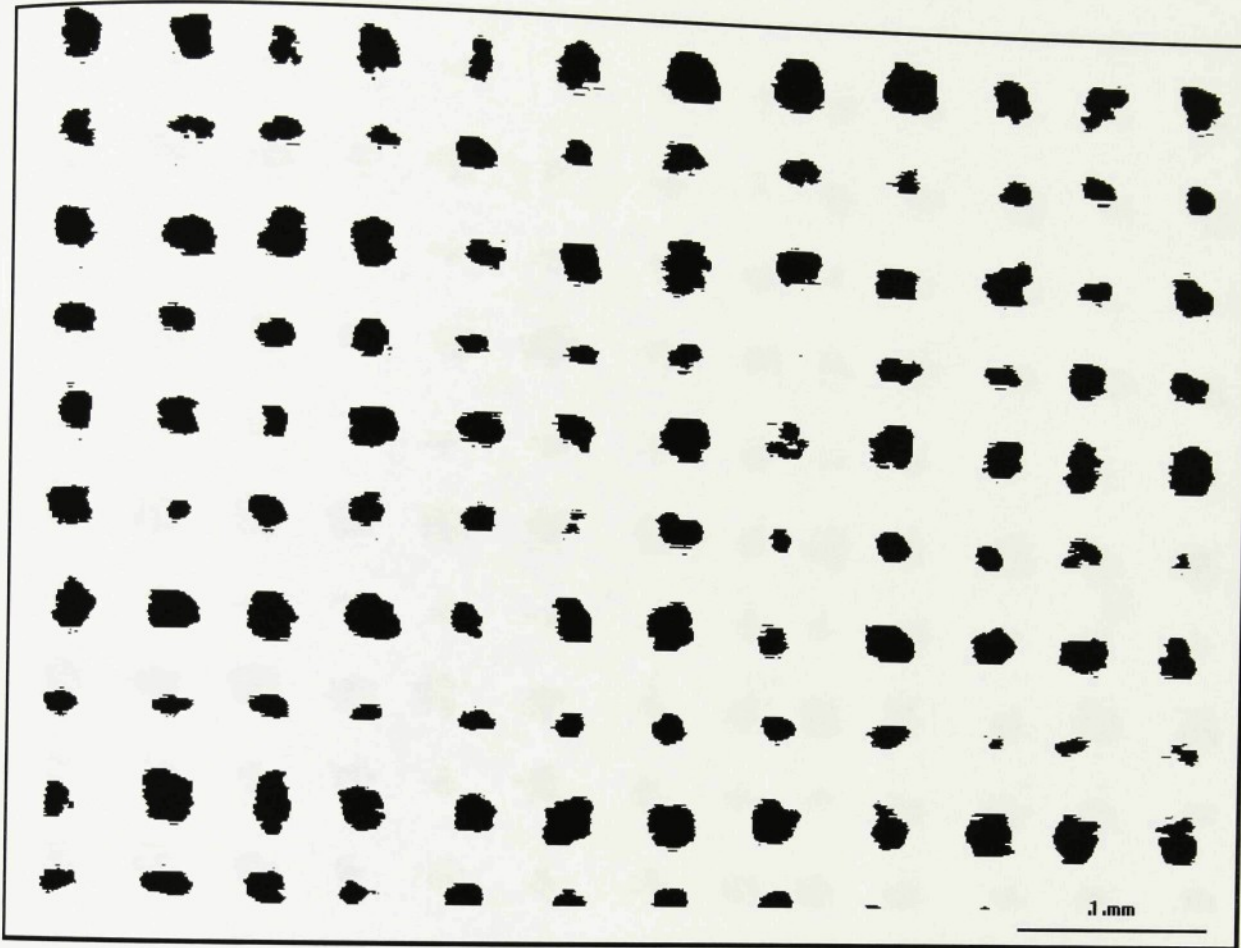
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.997854	29.3185	29.3816	18.3108
0.998303	29.3317	29.3816	14.7764
0.998169	29.3278	29.3816	15.5494



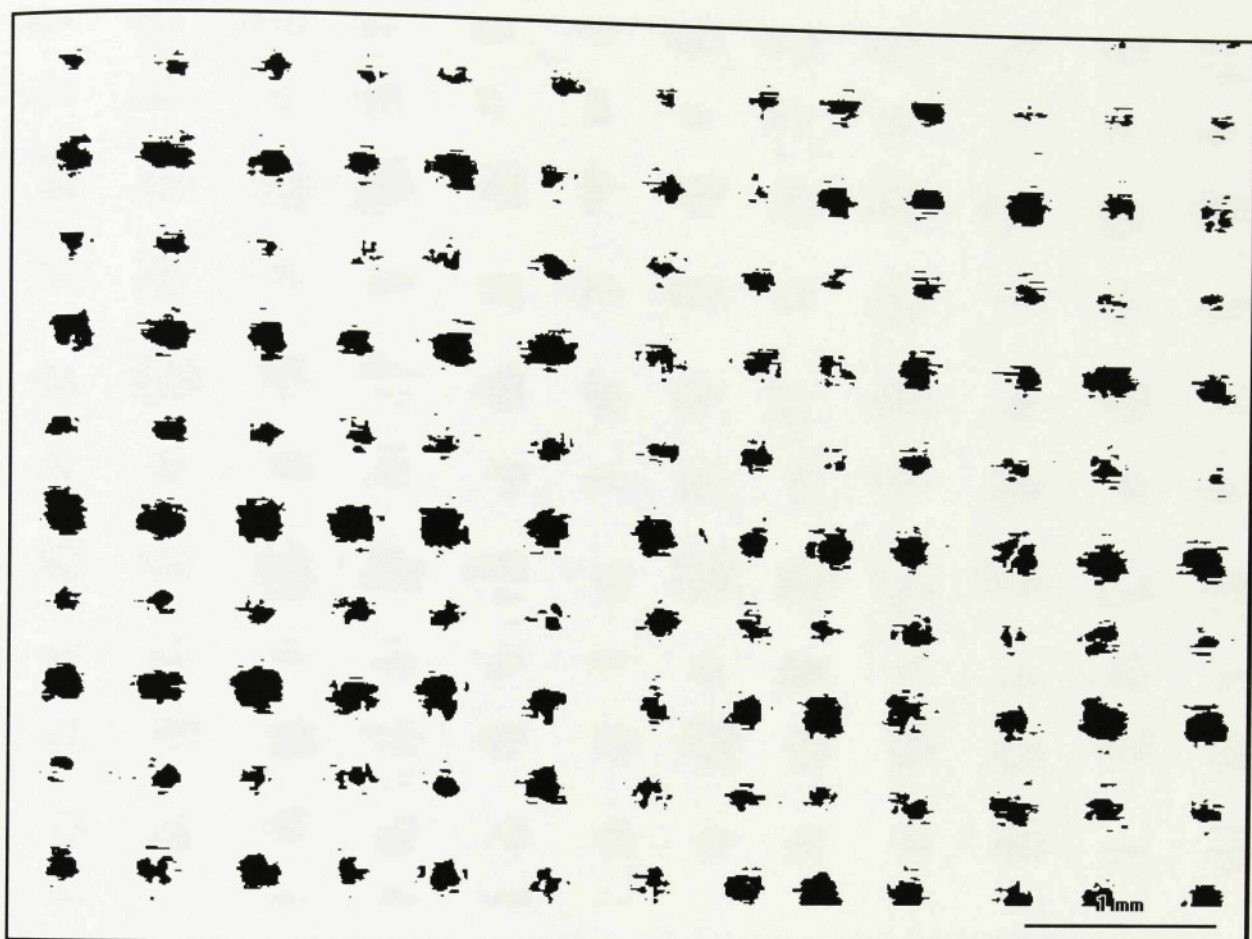
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.994827	29.2296	29.3816	32.3788
0.996276	29.2722	29.3816	22.1874
0.996276	29.2722	29.3816	22.1874



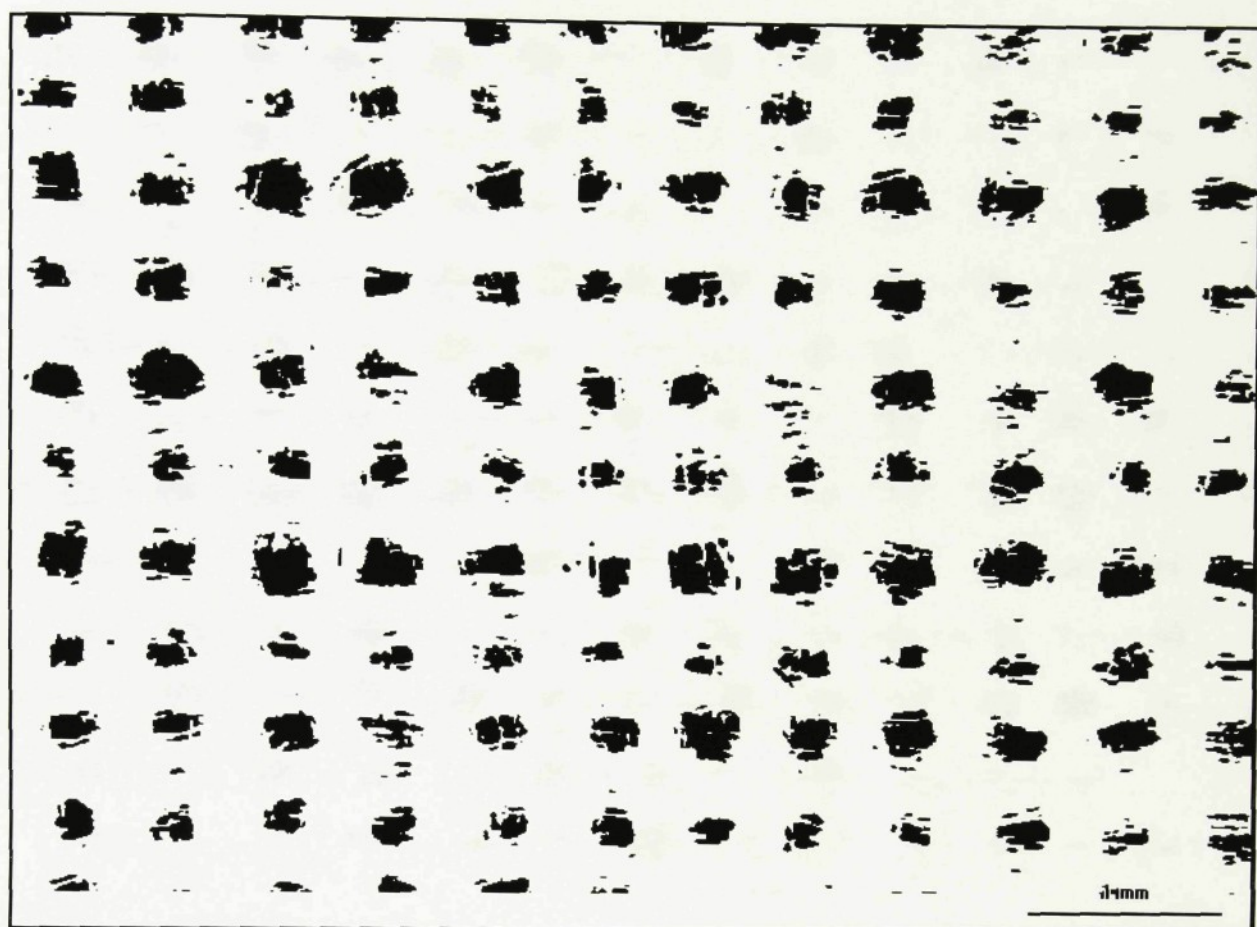
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.980267	28.8018	29.3816	70.5442
0.980267	28.8018	29.3816	70.5442
0.980267	28.8018	29.3816	70.5442



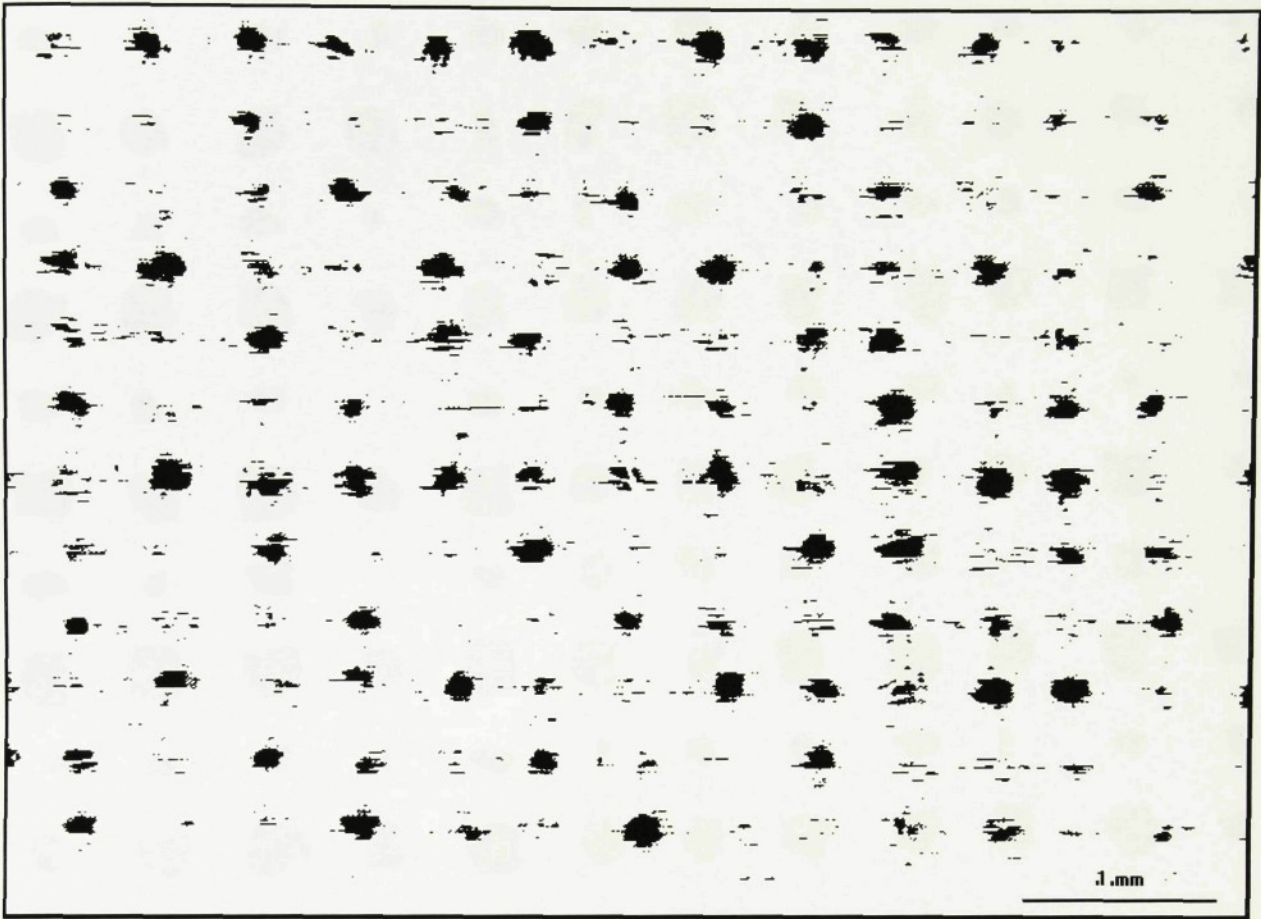
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.886521	26.0474	29.3816	95.852
0.886521	26.0474	29.3816	95.852
0.886521	26.0474	29.3816	95.852



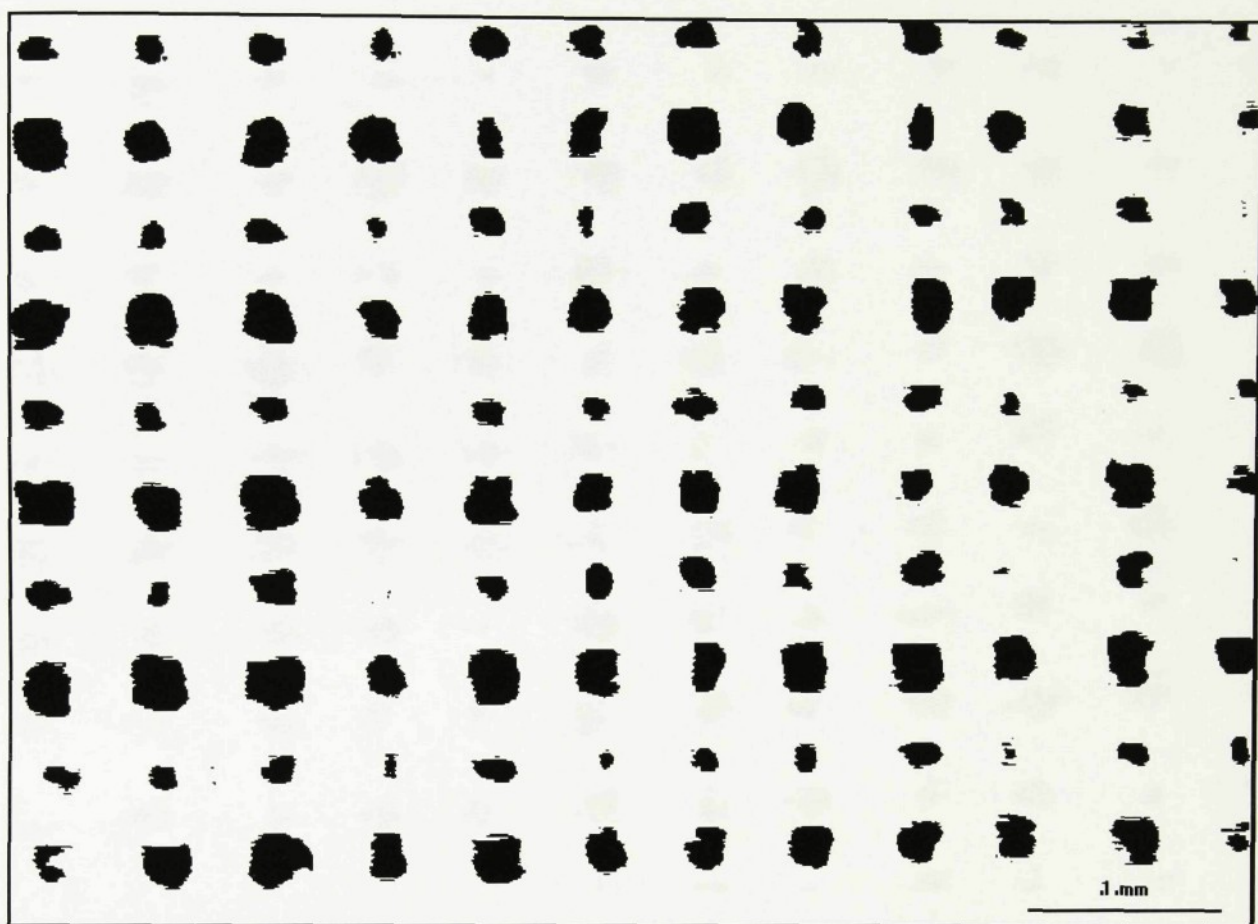
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.883737	25.9656	29.3816	151.938
0.917432	26.9439	29.3816	123.329
0.917432	26.9439	29.3816	123.329



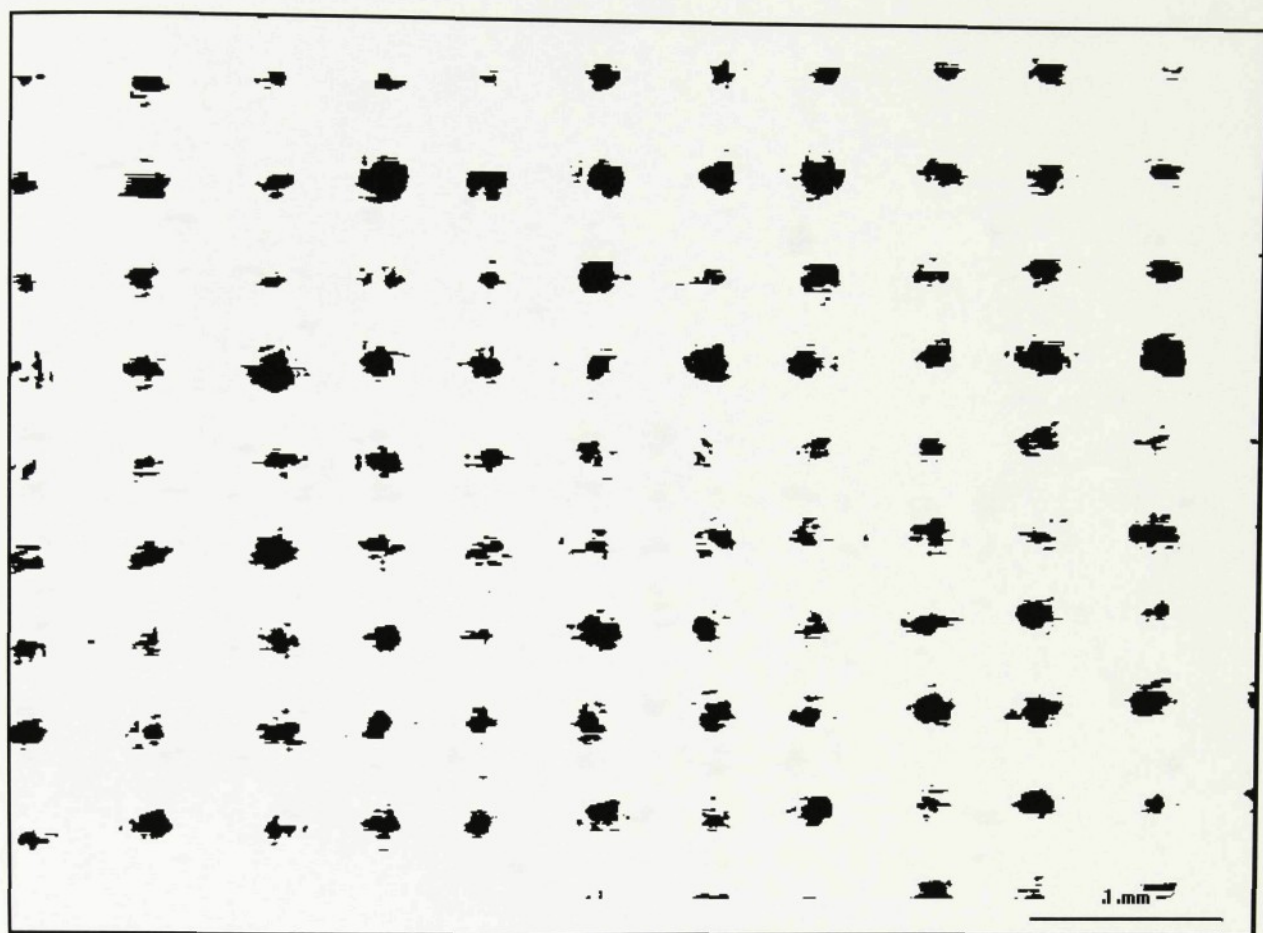
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.838672	24.6415	29.3816	181.065
0.847118	24.8897	29.3816	180.149
0.864306	25.3947	29.3816	166.758



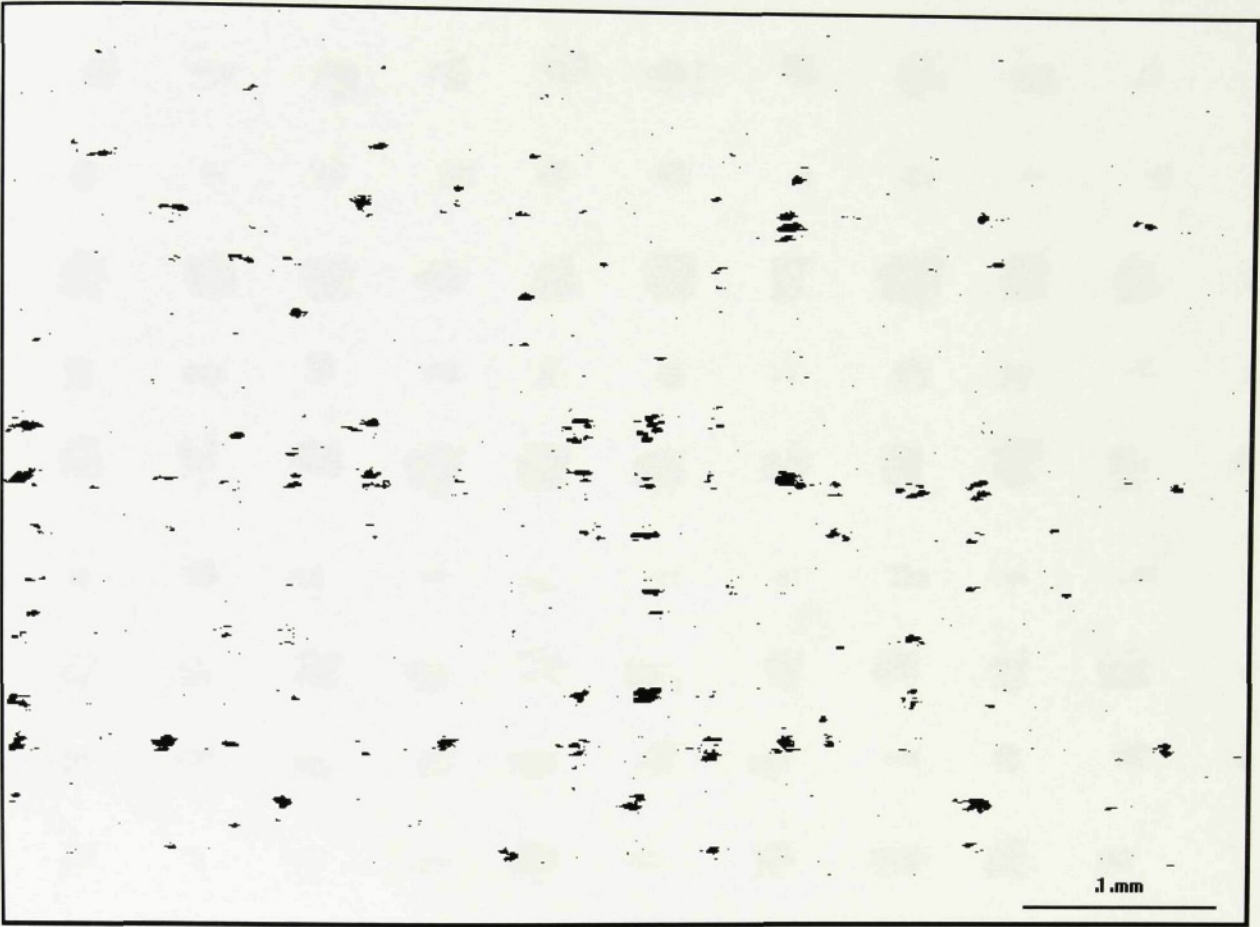
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.923293	27.1278	29.3816	189.52
0.957544	28.1342	29.3816	105.257
0.942455	27.6908	29.3816	142.465



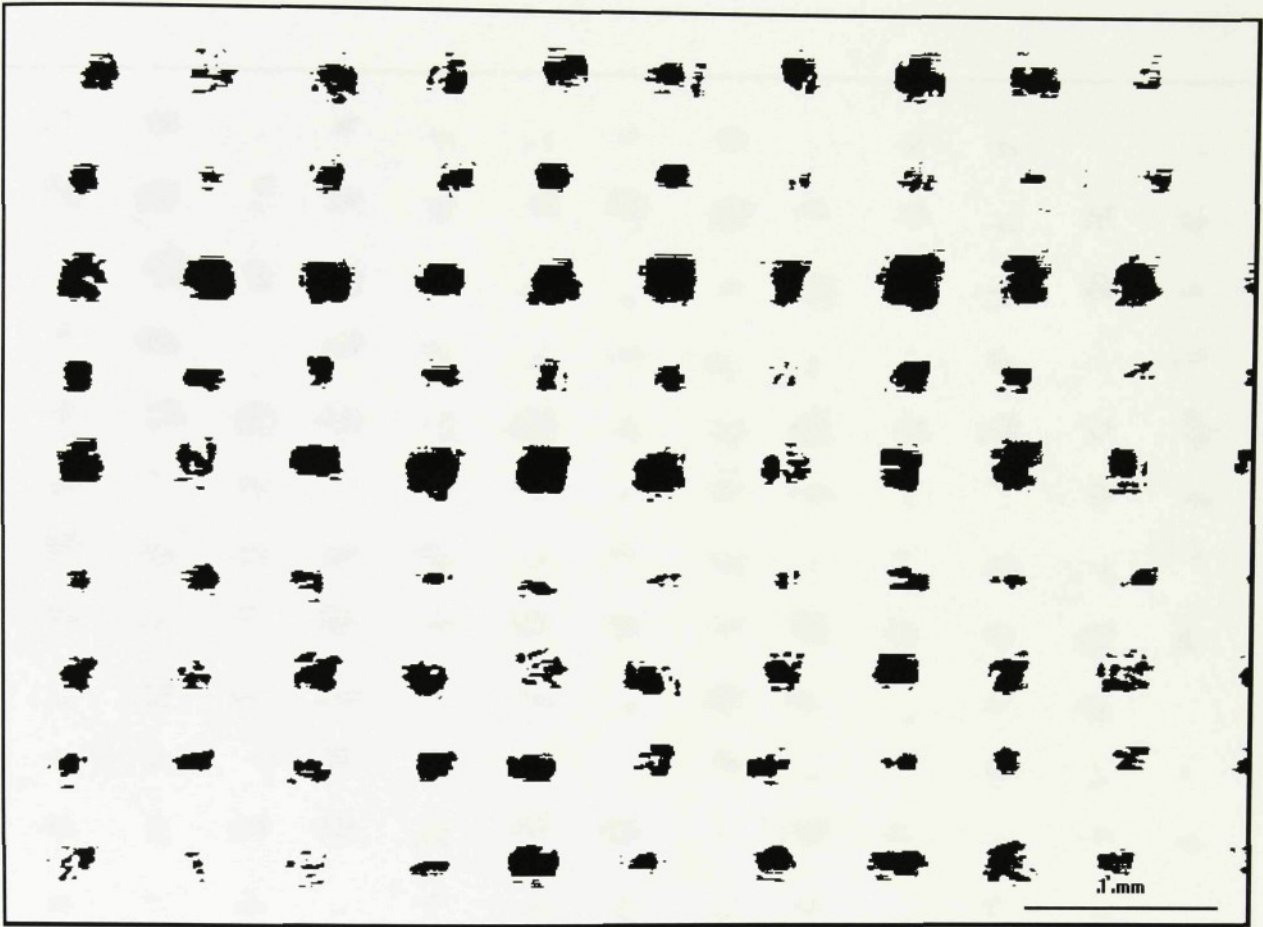
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.858474	25.2234	29.3816	102.77
0.874302	25.6884	29.3816	95.3359
0.874302	25.6884	29.3816	95.3359



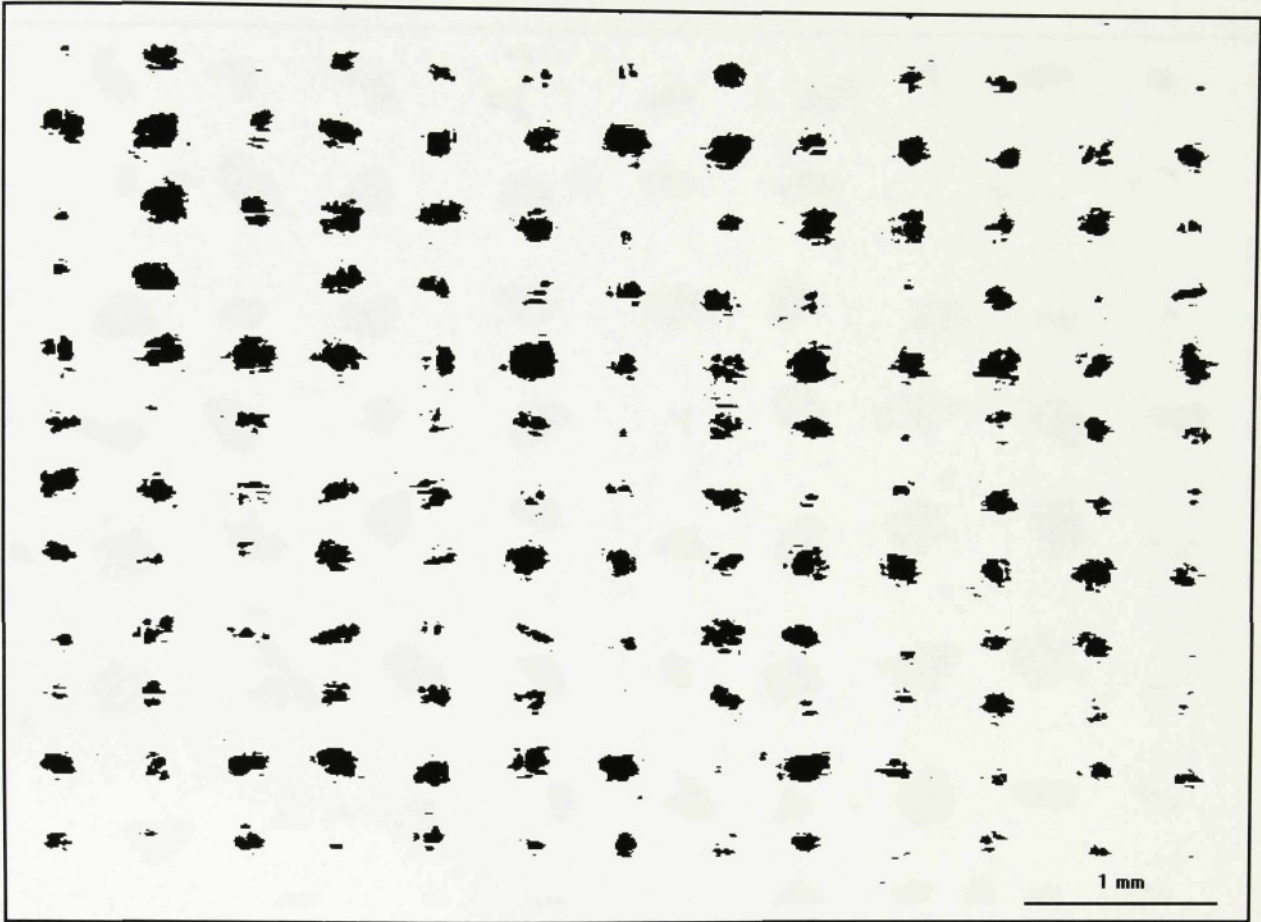
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.941657	27.6674	29.3816	88.4728
0.945965	27.794	29.3816	85.6632
0.941657	27.6674	29.3816	88.4728



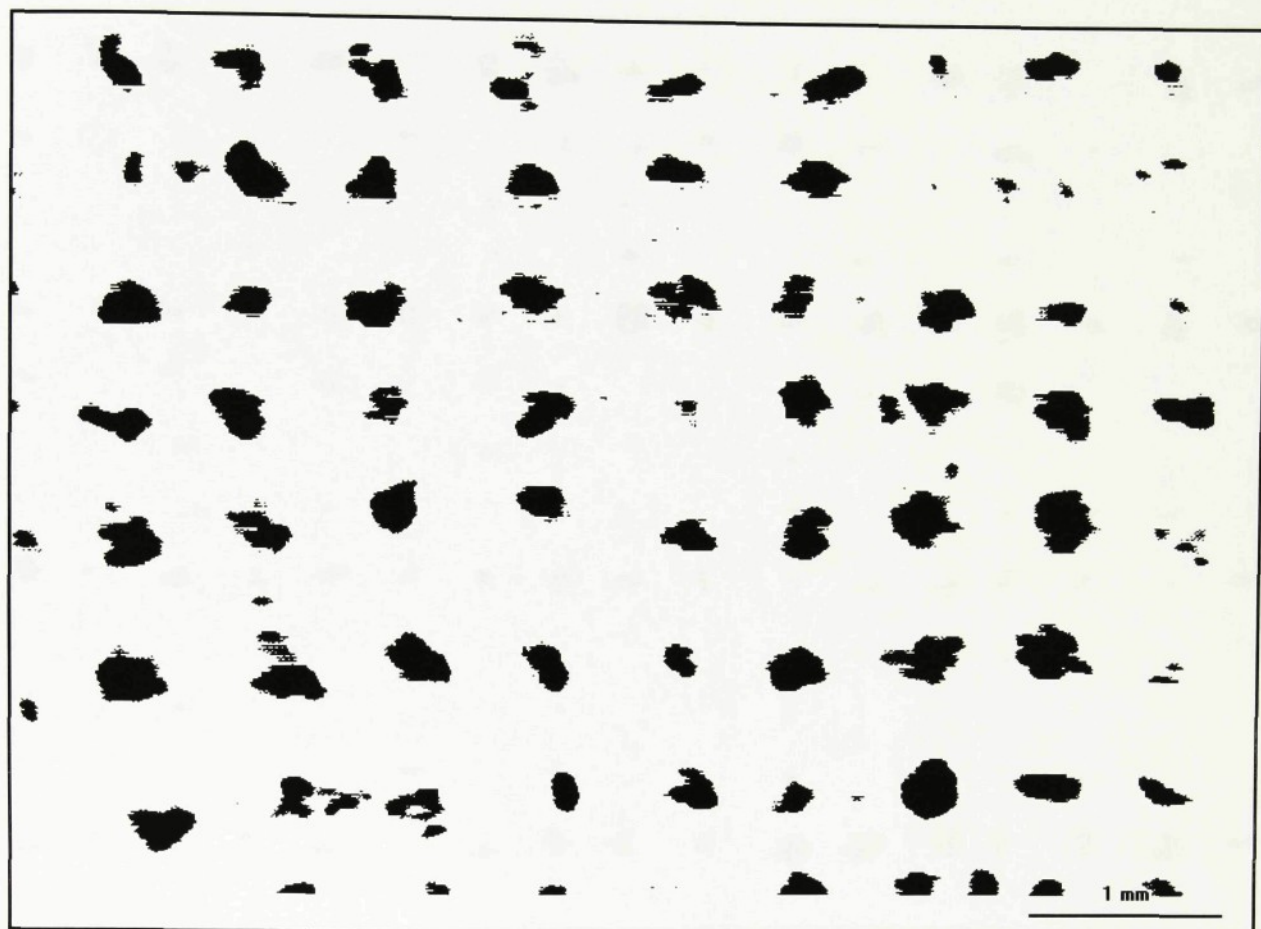
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.989821	29.0825	29.3816	46.5002
0.989834	29.0829	29.3816	46.6066
0.989731	29.0799	29.3816	47.1044



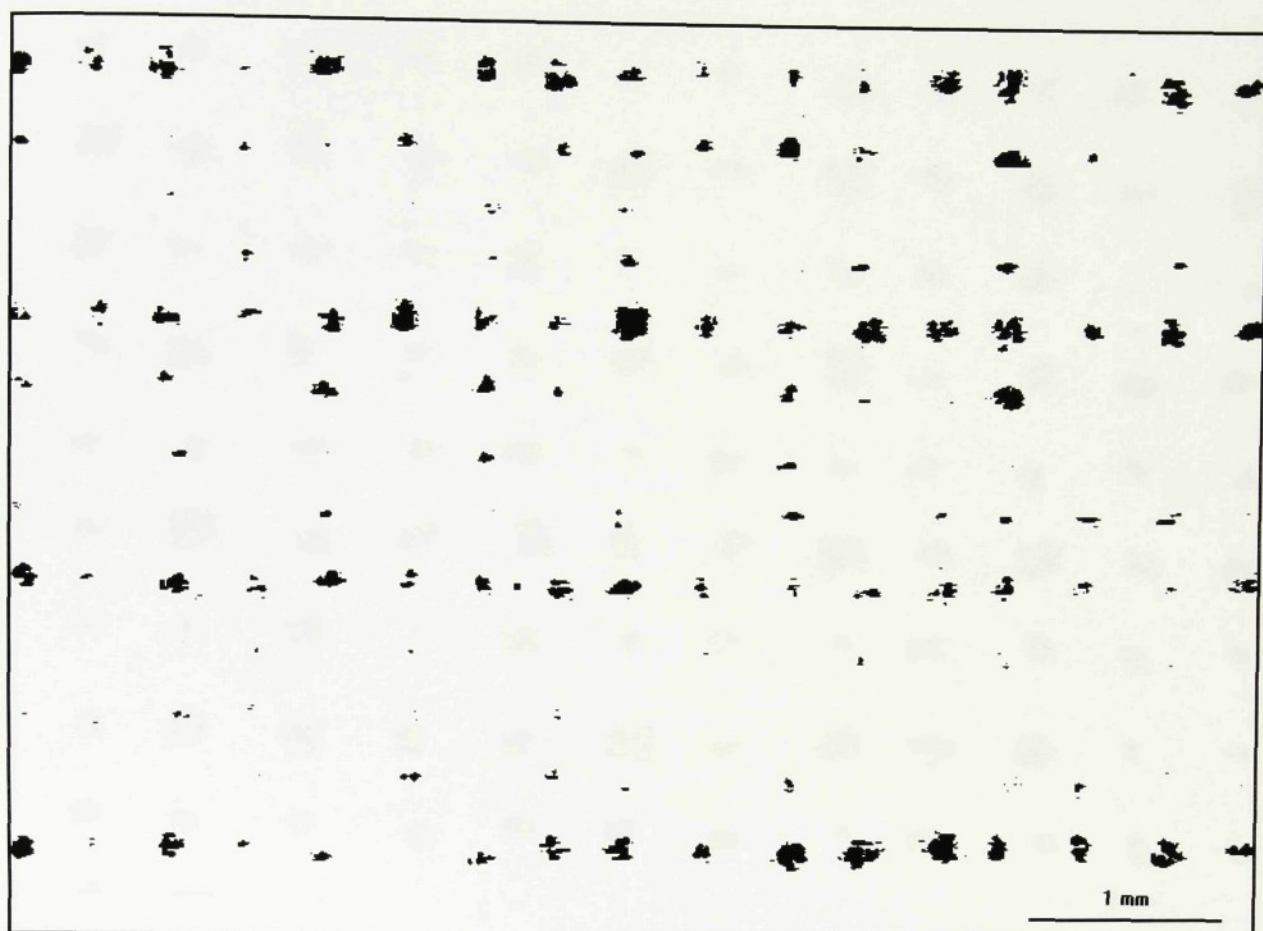
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.879677	25.8463	29.3816	95.6113
0.924584	27.1658	29.3816	95.7132
0.924584	27.1658	29.3816	95.7132



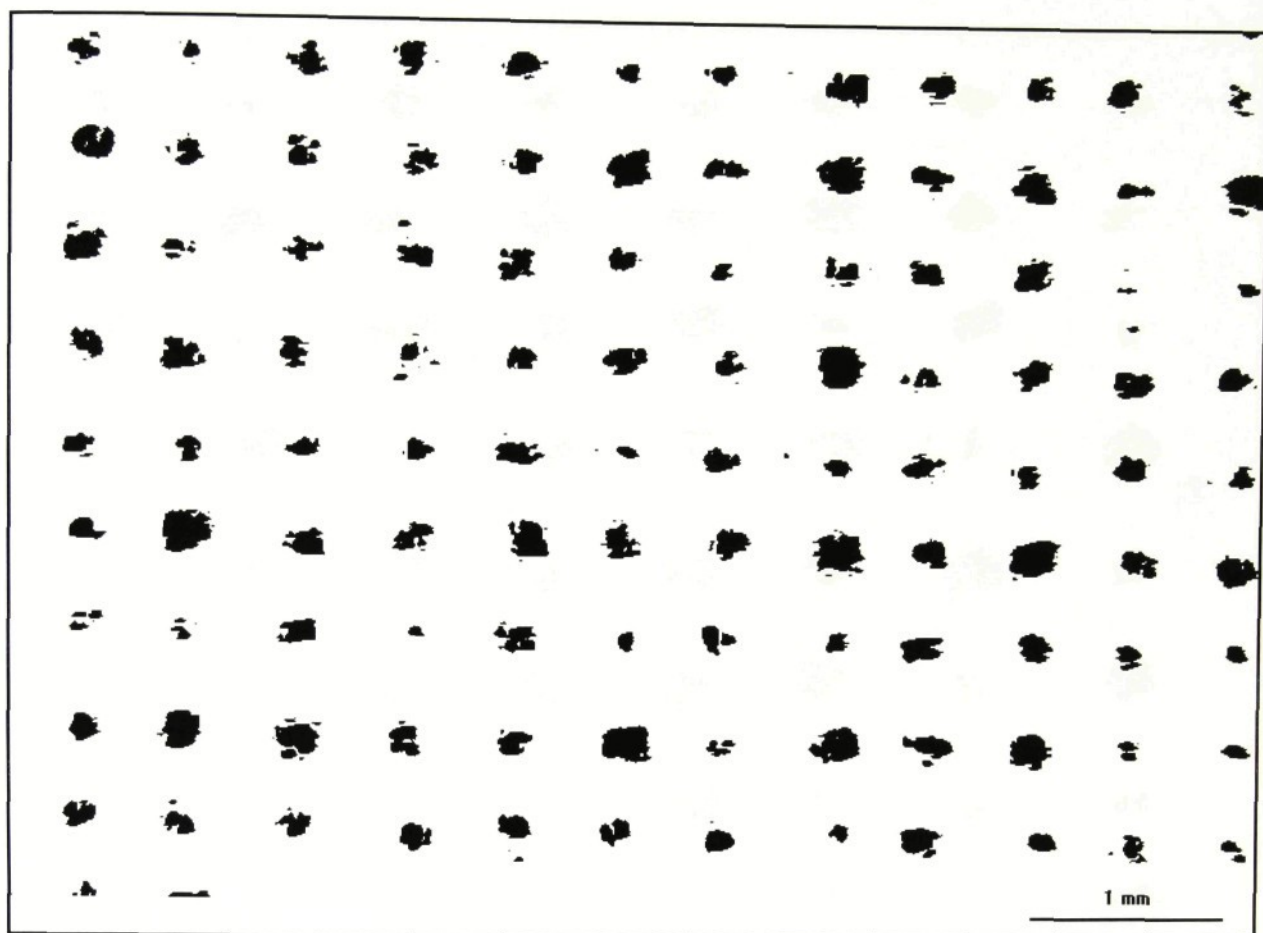
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.943144	27.7111	29.3816	88.3153
0.943144	27.7111	29.3816	88.3153
0.933926	27.4403	29.3816	110.213



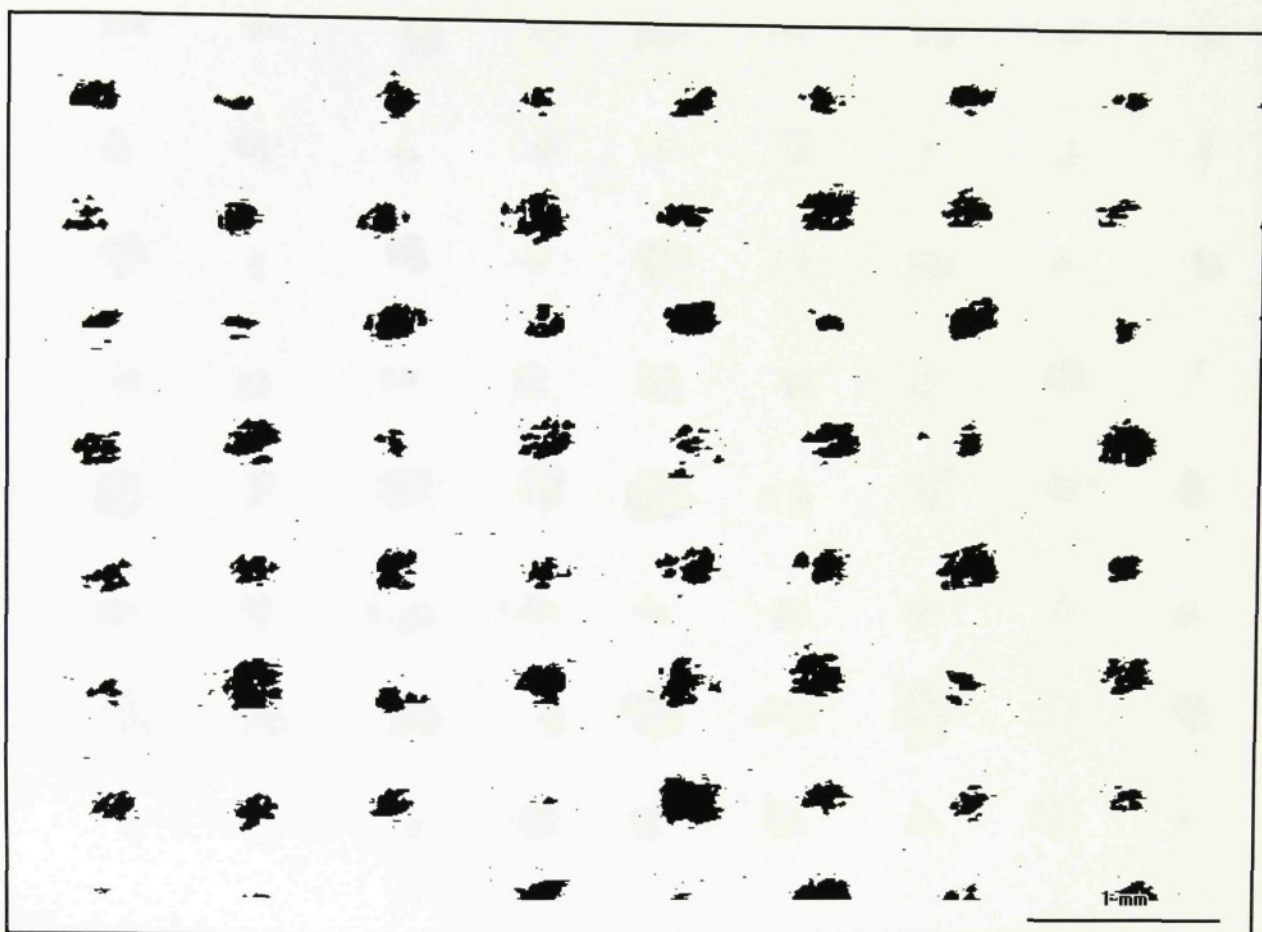
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.875849	25.7338	29.3816	120.152
0.93996	27.6175	29.3816	64.3153
0.913778	26.8483	29.3816	84.6499



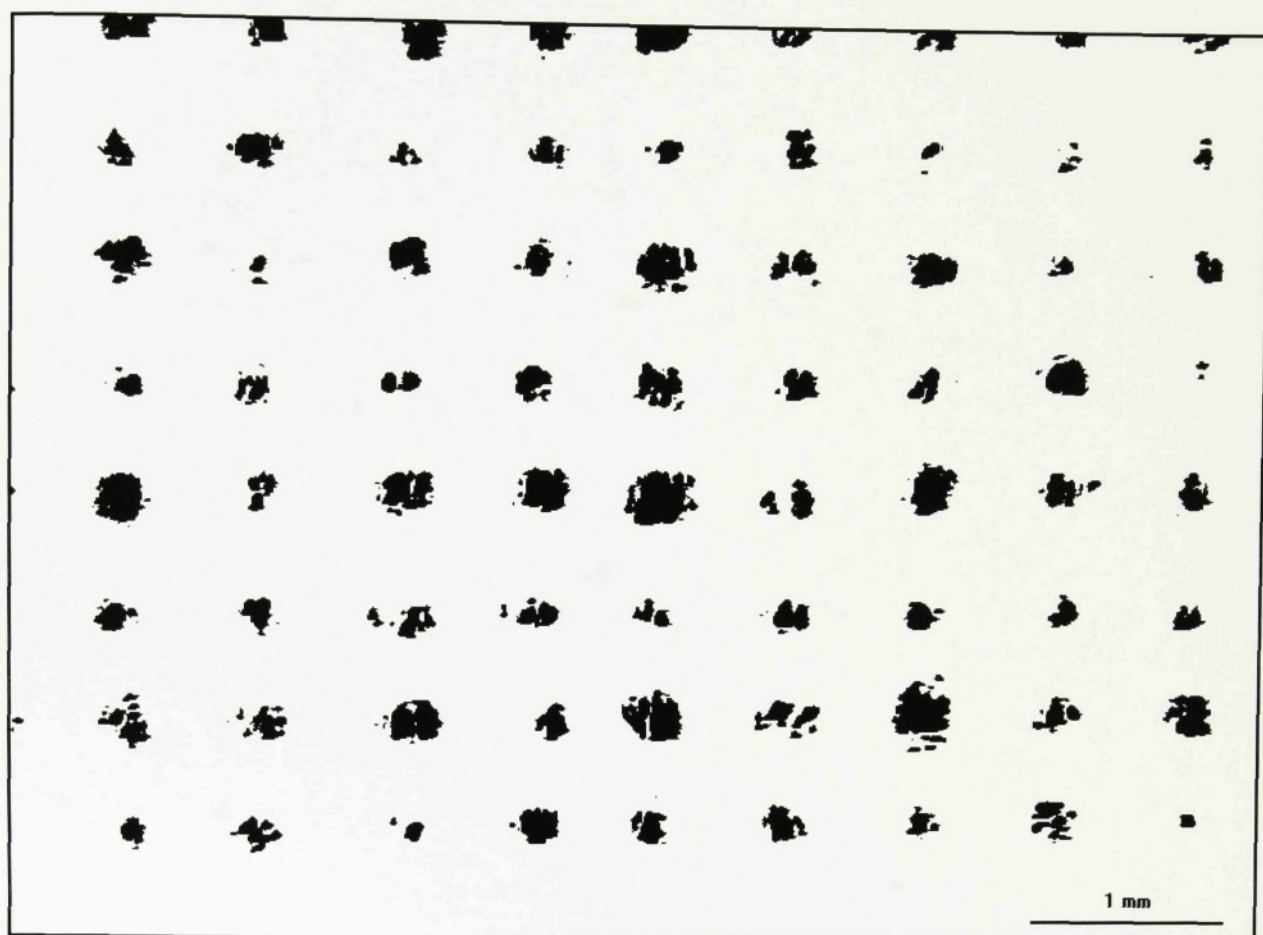
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.974342	28.6277	29.3816	59.6322
0.97879	28.7584	29.3816	50.15
0.976876	28.7022	29.3816	53.7363



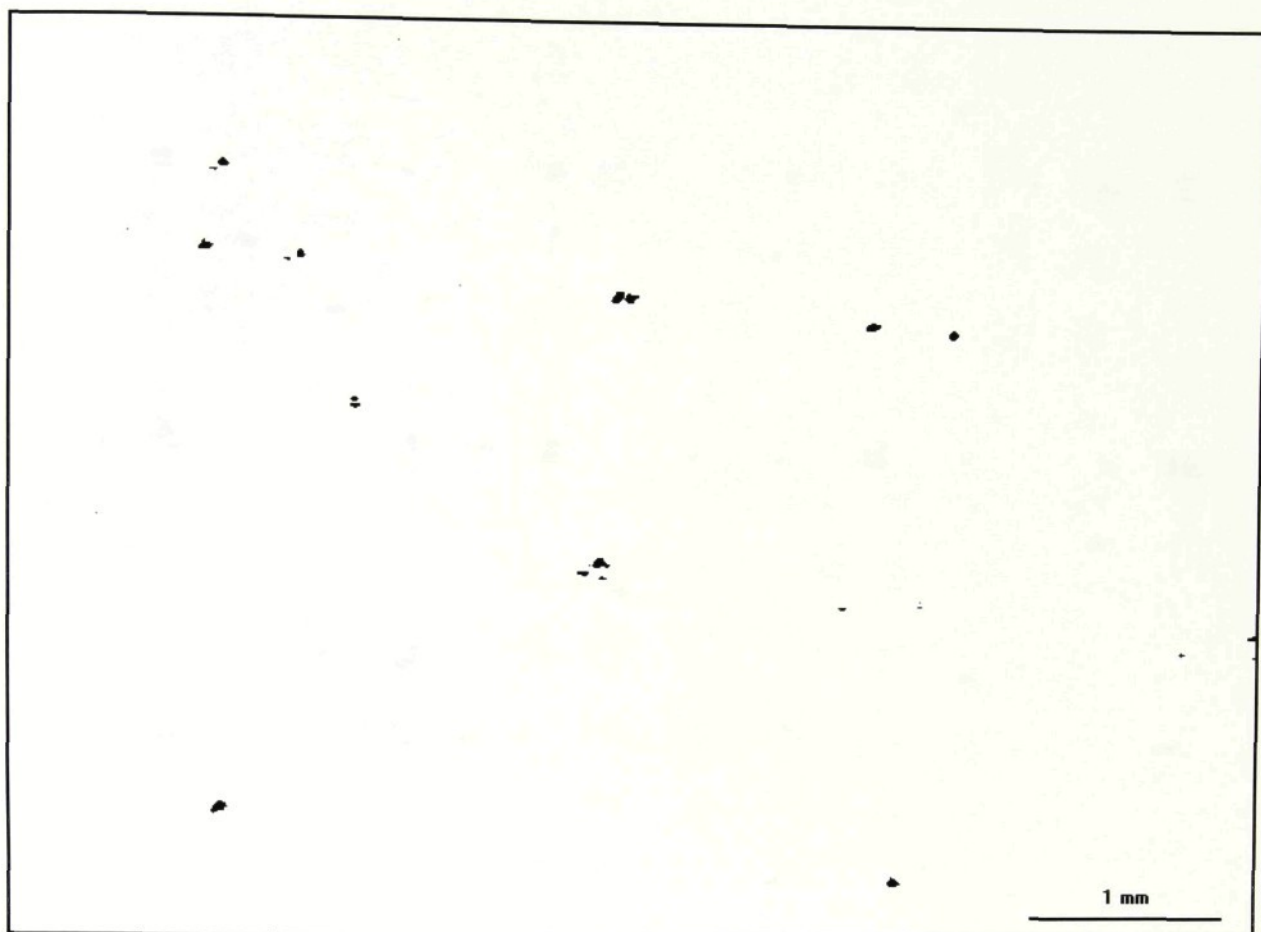
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.931697	27.3748	29.3816	85.5078
0.93411	27.4456	29.3816	83.8484
0.931021	27.3549	29.3816	86.761



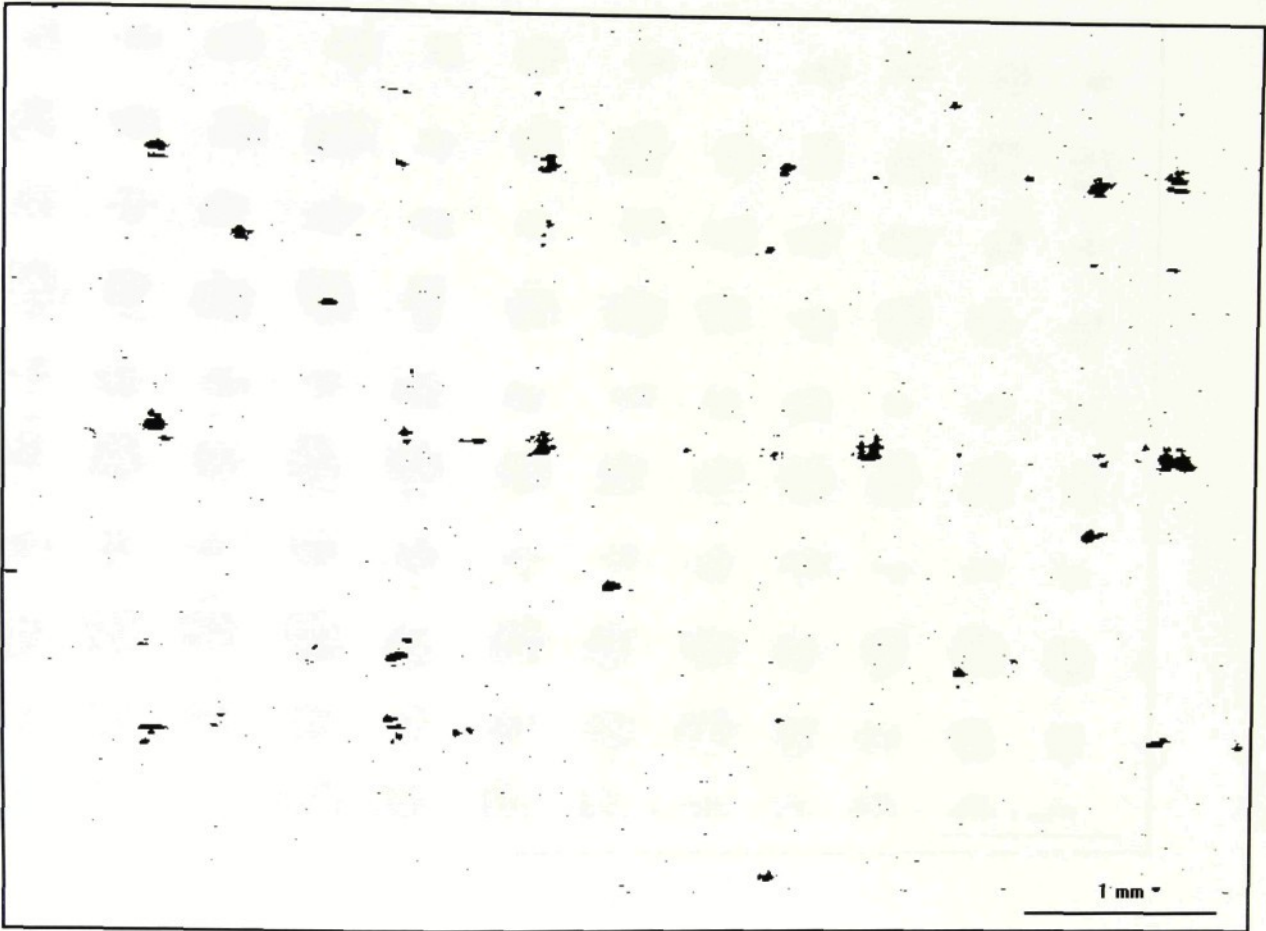
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.951988	27.9709	29.3816	64.7372
0.951675	27.9617	29.3816	67.2581
0.946866	27.8204	29.3816	76.9457



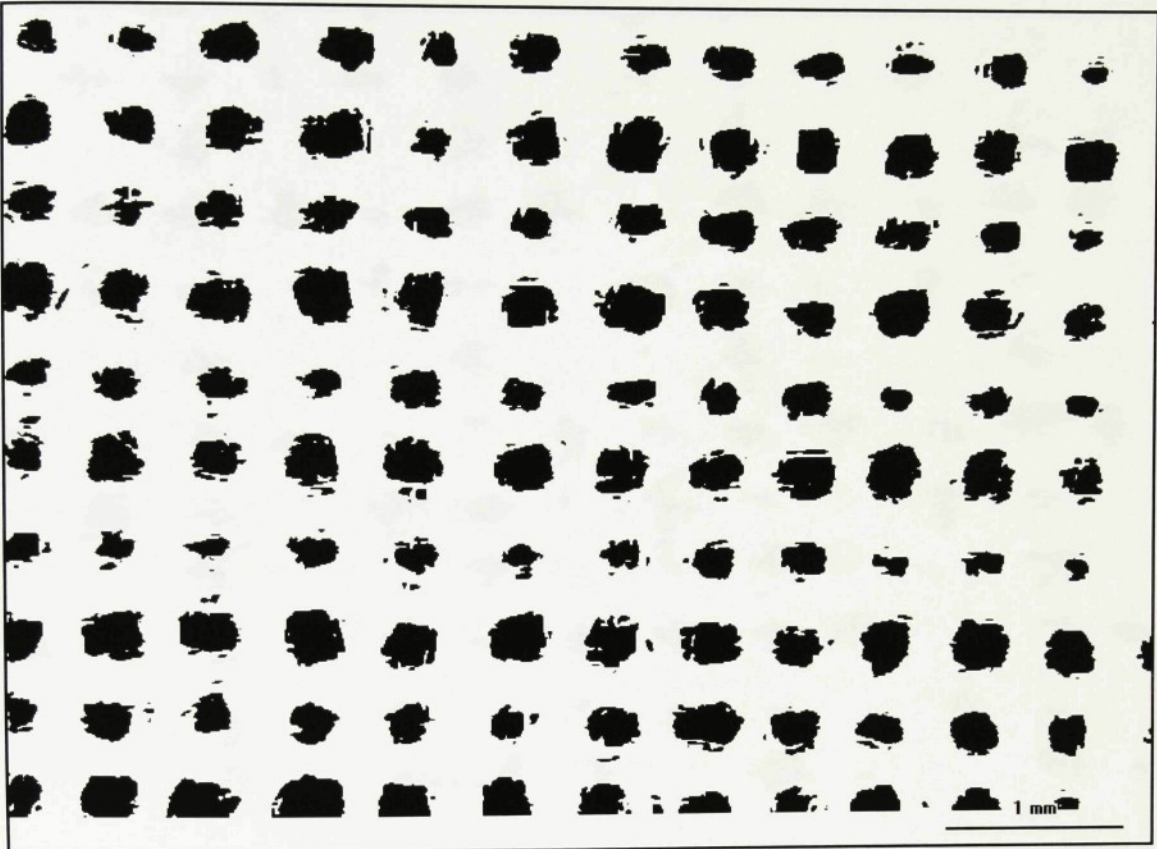
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.932759	27.406	29.3816	86.0531
0.941355	27.6585	29.3816	76.0633
0.940063	27.6206	29.3816	77.0184



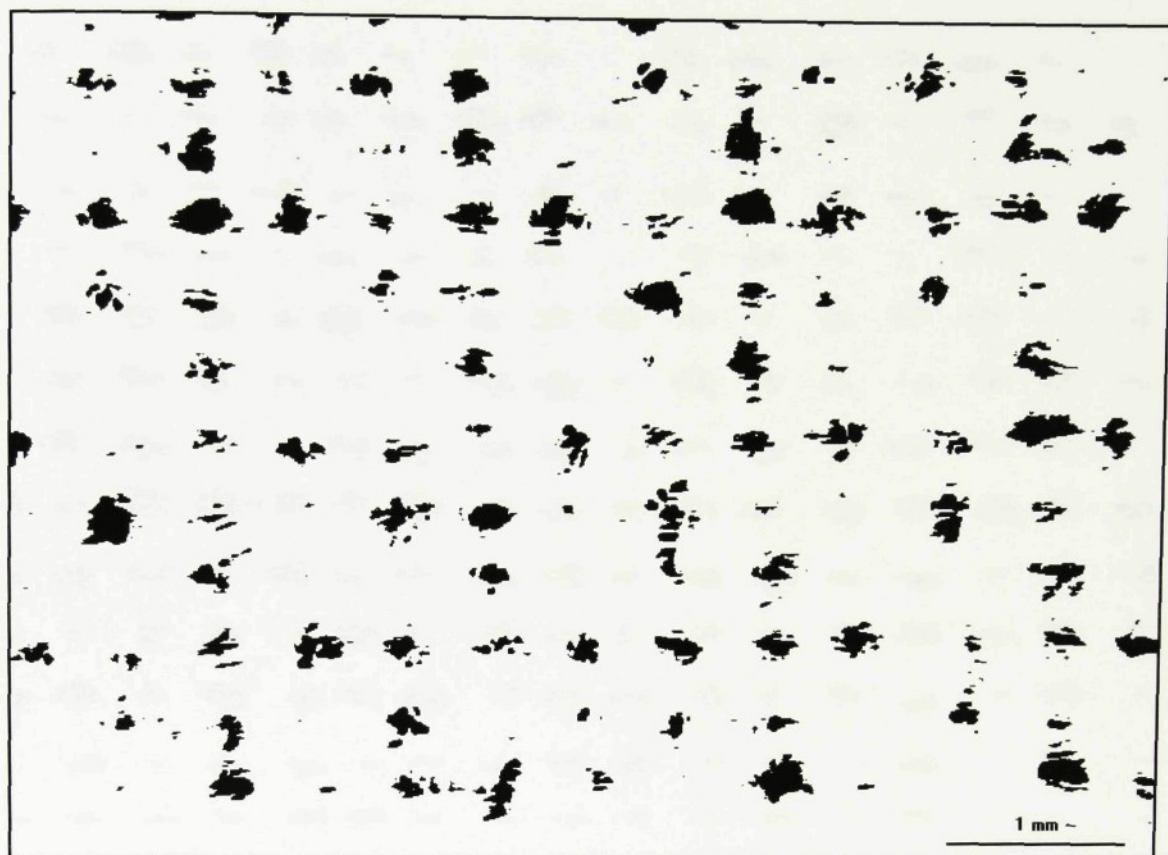
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.99783	29.3179	29.3816	17.8035
0.998675	29.3427	29.3816	12.4034
0.998585	29.34	29.3816	12.9472



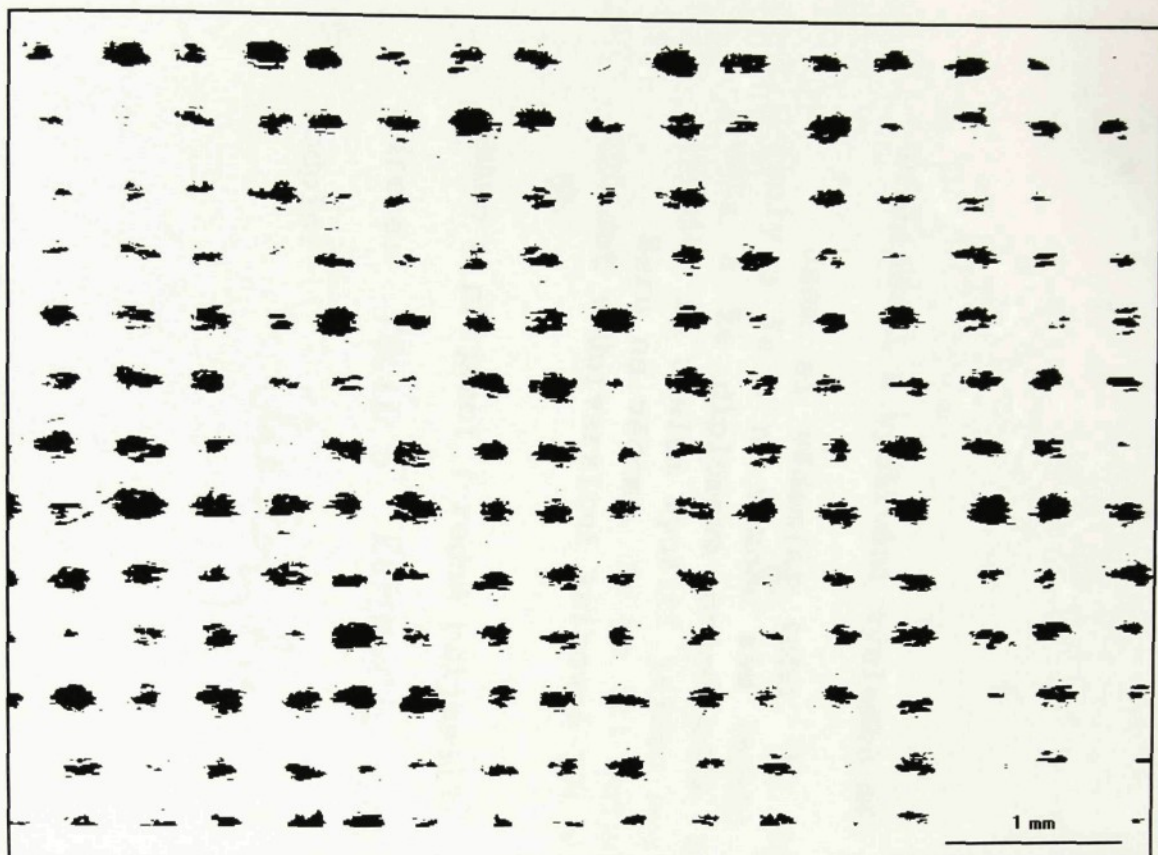
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.991854	29.1423	29.3816	42.4854
0.991854	29.1423	29.3816	42.4854
0.991854	29.1423	29.3816	42.4854



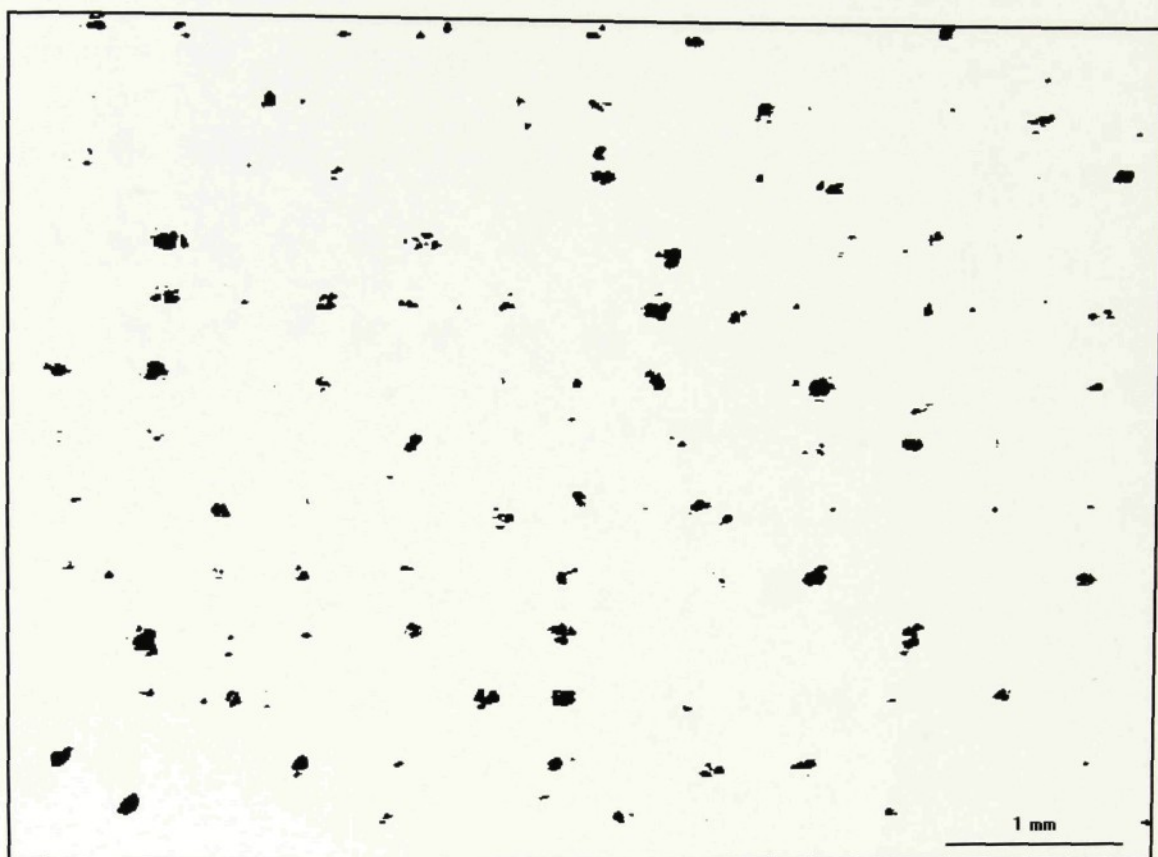
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.716042	21.0385	29.3816	188.466
0.759483	22.3148	29.3816	163.918
0.743066	21.8325	29.3816	179.584



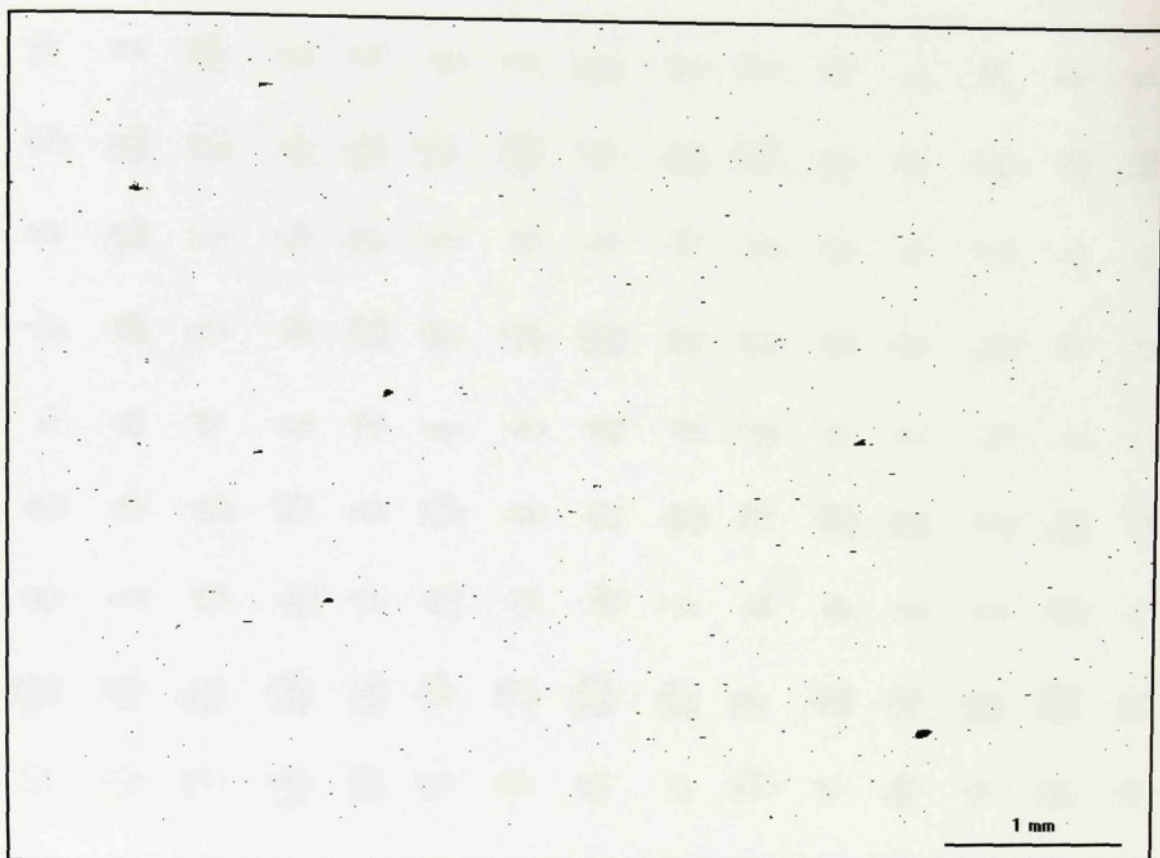
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.93226	27.391	29.3816	117.628
0.92386	27.1445	29.3816	113.918
0.93887	27.5855	29.3816	116.584



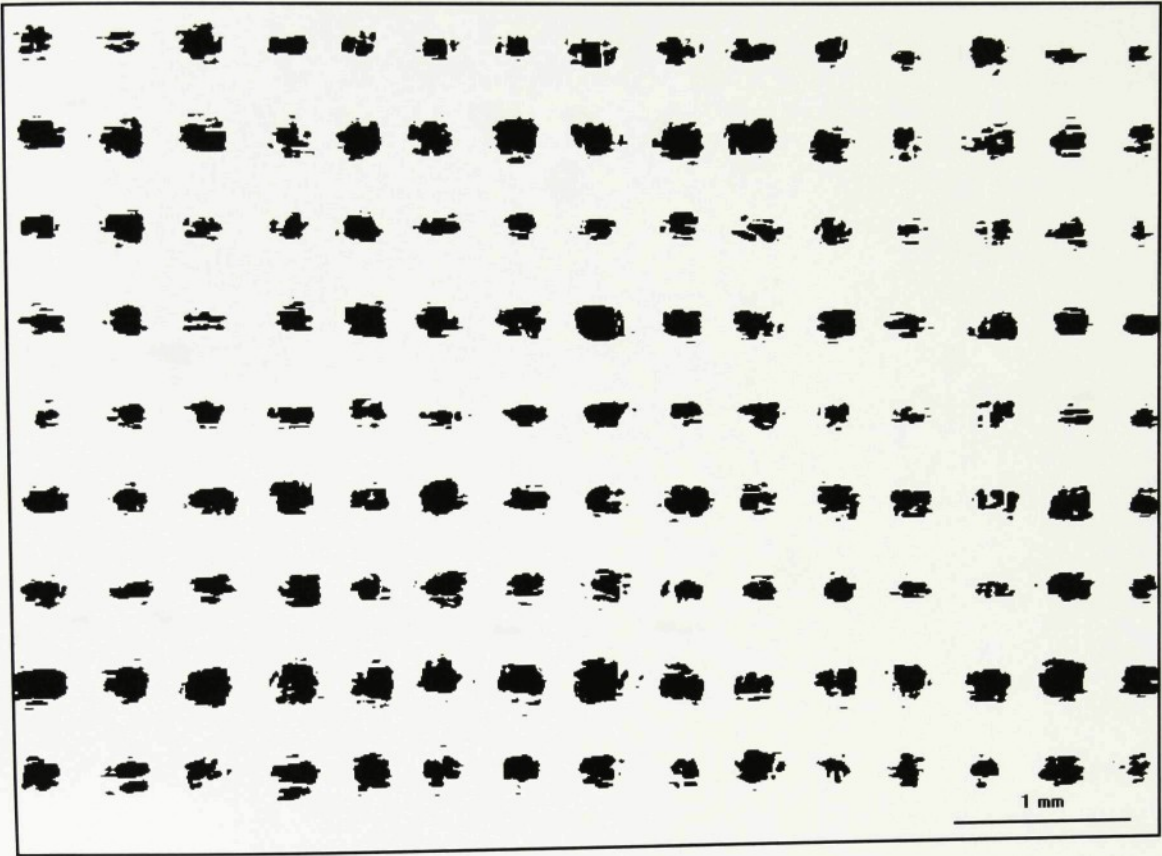
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.936682	27.5212	29.3816	106.773
0.936682	27.5212	29.3816	106.773
0.912264	26.8038	29.3816	147.082



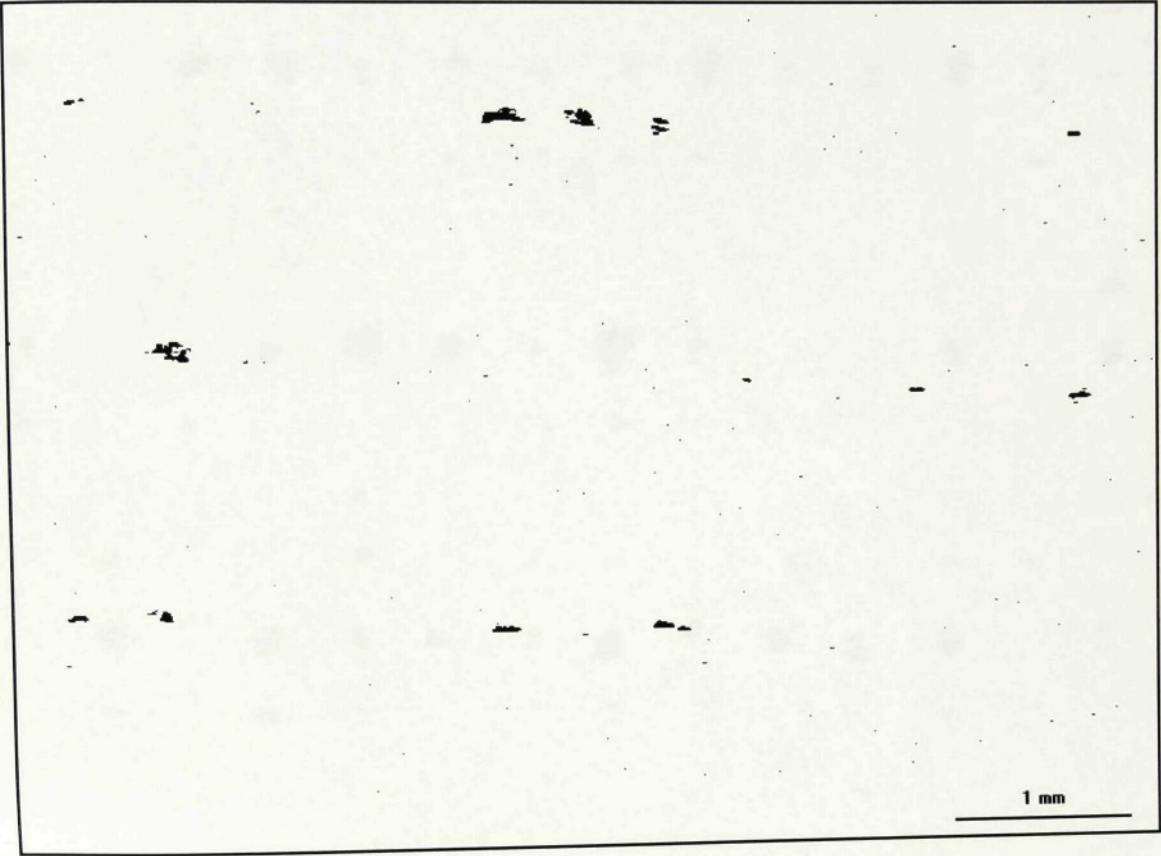
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.985141	28.945	29.3816	39.3991
0.980701	28.8146	29.3816	46.2233
0.980701	28.8146	29.3816	46.2233



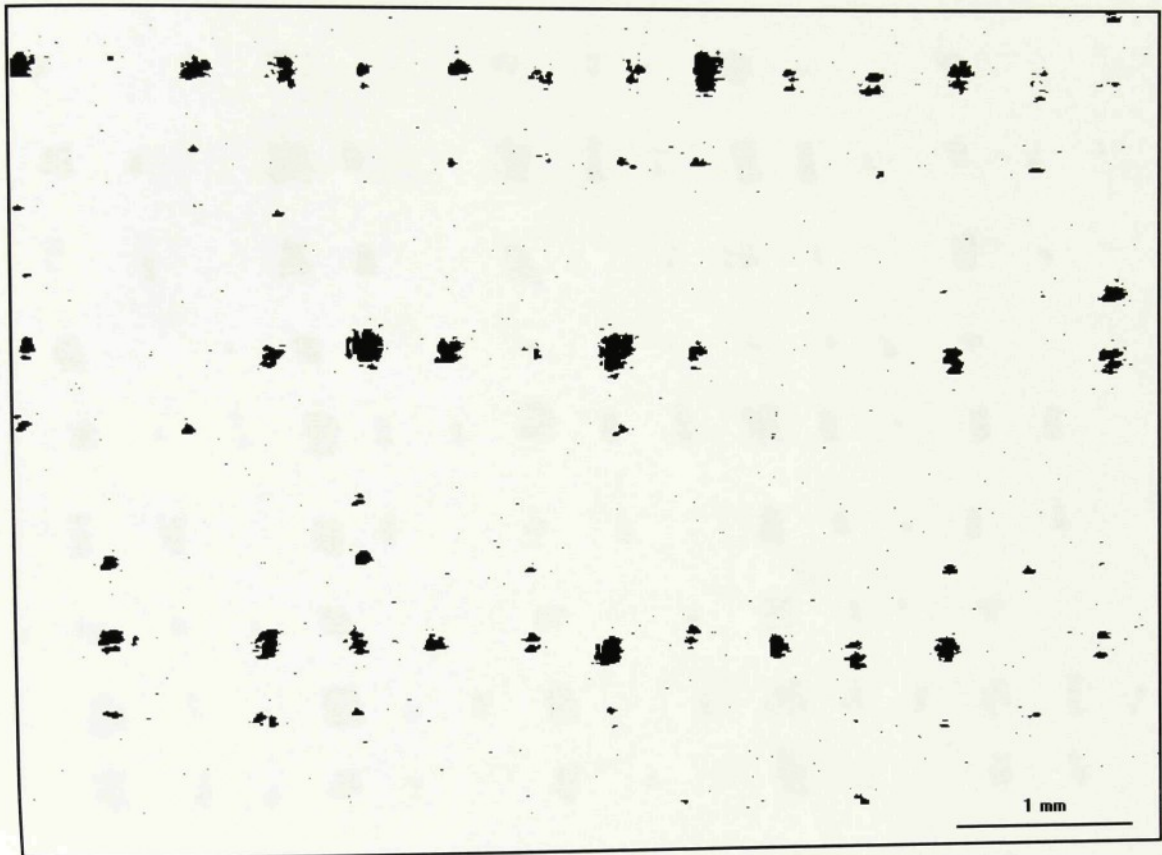
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.998244	29.33	29.3816	21.2604
0.998244	29.33	29.3816	21.2604
0.998244	29.33	29.3816	21.2604



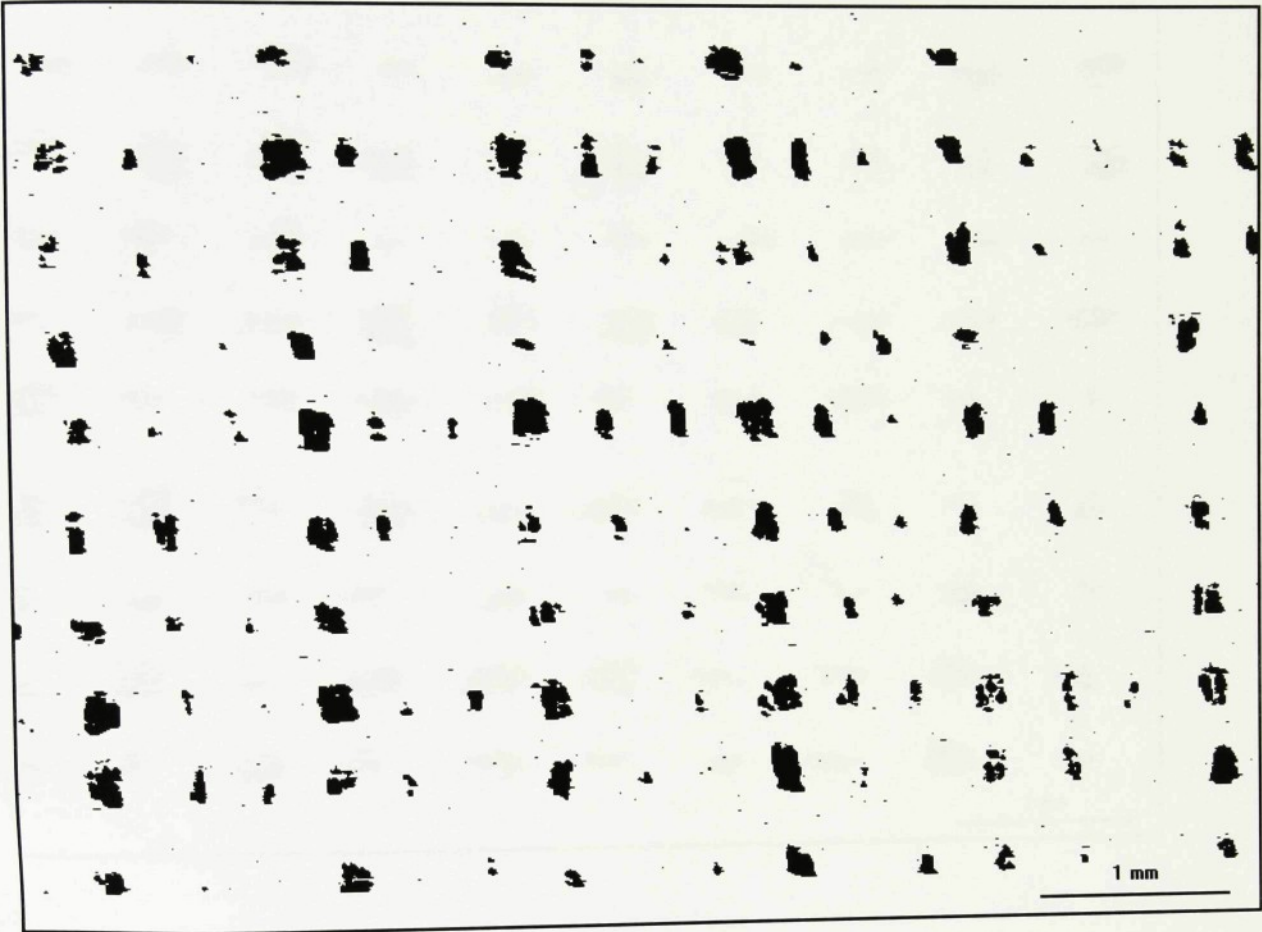
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.777353	22.8399	29.3816	189.828
0.777353	22.8399	29.3816	189.828
0.777353	22.8399	29.3816	189.828



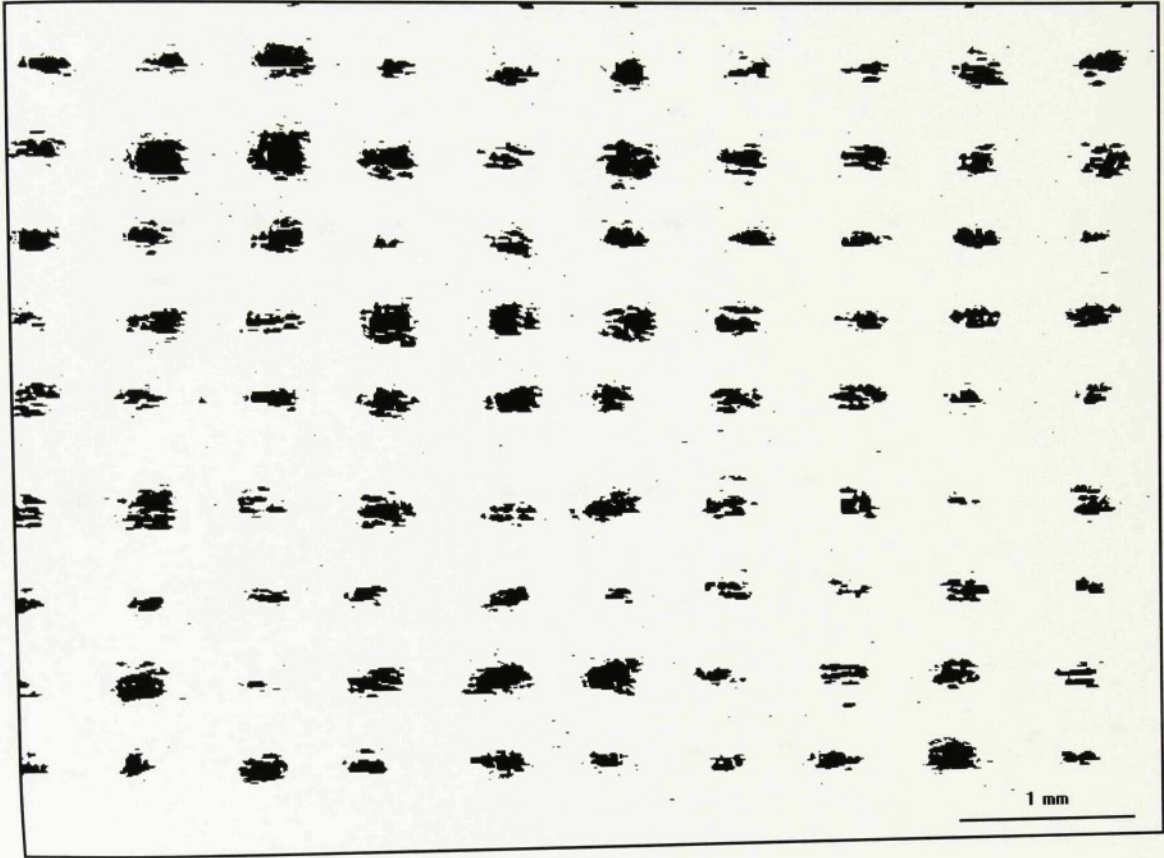
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.997448	29.3066	29.3816	17.0012
0.997448	29.3066	29.3816	17.0012
0.997448	29.3066	29.3816	17.0012



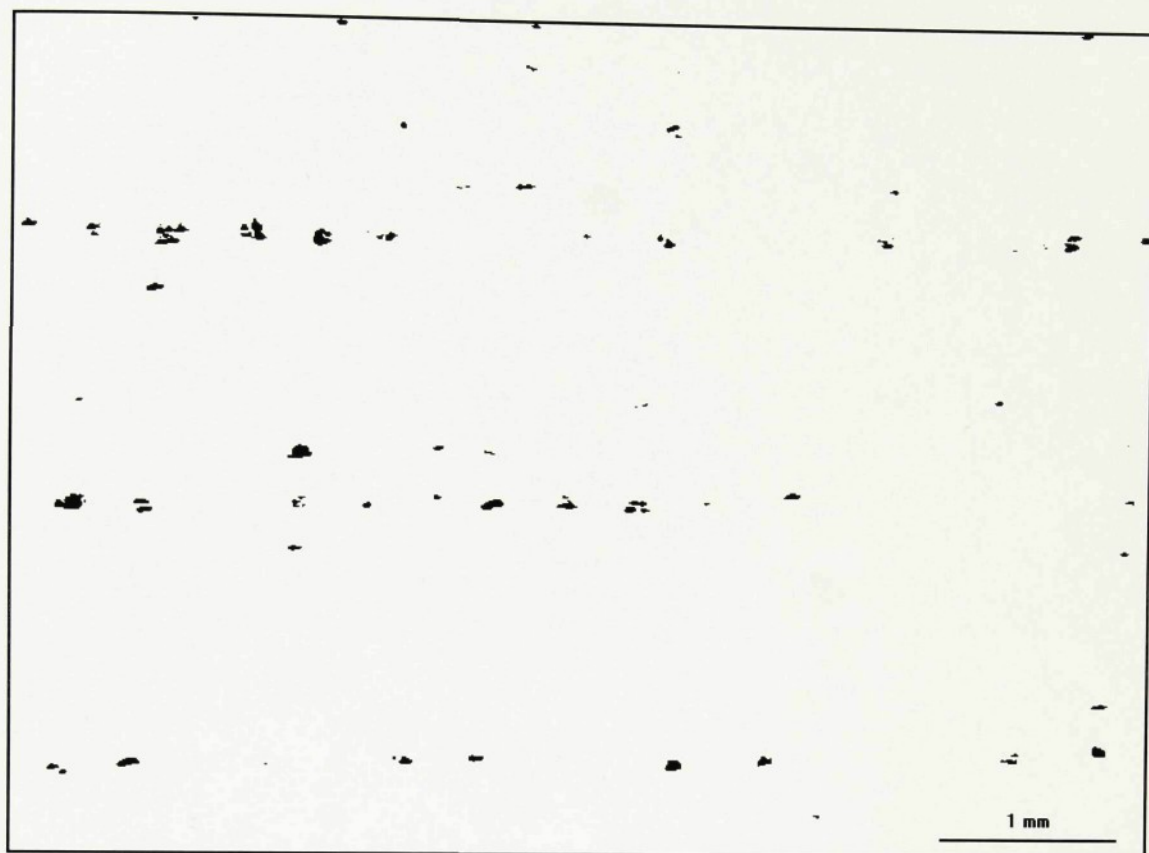
AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.984573	28.9283	29.3816	39.1607
0.984627	28.9299	29.3816	38.9087
0.982478	28.8668	29.3816	48.6321



AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.953473	28.0146	29.3816	76.4971
0.953799	28.0241	29.3816	76.3786
0.952032	27.9722	29.3816	81.3639



AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.929282	27.3038	29.3816	125.232
0.929381	27.3067	29.3816	125.064
0.929381	27.3067	29.3816	125.064



AreaFraction	Area	MeasuredArea	Perimeter
0.995462	29.2483	29.3816	20.9227
0.995462	29.2483	29.3816	20.9227
0.995209	29.2408	29.3816	21.6128