

RAPPORTER

86/8

**PUNKTSAMPLING
SOM GRUNNLAG FOR
REGIONAL AREALBUDSJETTERING**

AV
ØYSTEIN ENGBRETSSEN

STATISTISK SENTRALBYRÅ
CENTRAL BUREAU OF STATISTICS OF NORWAY

RAPPORTER FRA STATISTISK SENTRALBYRÅ 86/8

**PUNKTSAMPLING
SOM GRUNNLAG FOR
REGIONAL AREALBUDSJETTERING**

AV
ØYSTEIN ENGBRETSSEN

STATISTISK SENTRALBYRÅ
OSLO — KONGSVINGER 1986

ISBN 82-537-2347-4
ISSN 0332-8422

EMNEGRUPPE

19 Andre ressurs- og miljøemner

ANDRE EMNEORD

Ressursregnskap

Ressursbudsjett

Areal

Arealforvaltning

Metoder

F O R O R D

Statistisk Sentralbyrå har siden 1978 arbeidet med utvikling av et ressursregnskapssystem for areal. Datagrunnlaget til regnskapet har i stor utstrekning blitt samlet inn ved hjelp av punktsampling.

Hensikten med denne rapporten er å vurdere muligheten for bruk av punktsampling ved innsamling av data til Miljøverndepartementets regionale arealbudsjett. Regional arealbudsjettering setter større krav til geografisk detaljerte data enn det som kreves i arealregnskapet.

Rapporten drøfter presisjonen i arealberegninger ved bruk av ulike punktsamlingsstrategier. Det er videre gjort rede for hvordan databasen for regional arealbudsjettering bør bygges opp for å sikre tilstrekkelig presisjon i dataene. Det er også vist hvordan punktsampling gir mulighet for flerdimensjonal arealklassifisering. Rapporten inneholder også en del beregninger av kostnader ved punktsampling.

Førstekonsulent Øystein Engebretsen har hatt ansvaret for prosjektet og har skrevet rapporten.

Statistisk Sentralbyrå, Oslo, 22. april 1986

Arne Øien

INNHOOLD

	Side
FIGURREGISTER	7
TABELLREGISTER	8
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	9
2. INNLEDNING	10
3. REGIONAL AREALBUDSJETTERING	11
3.1 Formål og hovedstruktur	11
3.2 Datagrunnlag	12
4. VIKTIGE EGENSKAPER VED PUNKTSAMPLING	13
4.1 Arealmåling	14
4.2 Kopling av geografisk informasjon	20
5. BASISENHET I REGIONAL AREALBUDSJETTERING	22
5.1 Plan- og budsjett-teiger	22
5.2 Basisenhet ved bruk av punktsampling	22
6. TYPIFISERING OG ENKEL AREALBRUKSKLASSIFISERING	29
6.1 Typifisering av budsjett-teiger	29
6.2 Arealbruk i planområder	31
7. FLERDIMENSJONAL AREALBRUKSKLASSIFISERING	33
7.1 Fortettingsmuligheter i boligområder	33
7.2 Kvalitetsklassifisering - egnethet til jordbruk	35
7.3 Egnethetsmodell brukt ved arealbudsjettering	39
7.4 Sammenlikning av resultater fra de to egnethetsmodellene	40
7.5 Andre kvalitetsklassifiseringer	43
8. KOSTNADER VED PUNKTSAMPLING	45
REFERANSER	49
Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk Sentralbyrå (RAPP.)	51

Standardtegn i tabeller:

- Null

FIGURREGISTER

	Side
1 Regional arealbudsjettering - hovedpunkter	11
2 Eksempel på fordeling av arealegenskaper	12
3 Eksempel på endret arealbruk og forskyvning av registrerings- område	13
4 Tre mulige strategier ved punktsampling	14
5 Kopling av geografisk informasjon ved hjelp av punktsampling	21
6 Sammenheng mellom arealstørrelse og standardavvik i punkt- sampling med 100 x 100 m raster	23
7 Sammenlikning av arealstørrelser beregnet ved punktsampling og målt med planimeter	24
8 Minstestørrelse på basisenhet for arealbudsjettering etter maskevidde på utvalgsnettets	27
9 Malvik kommune. Malvik tettsted med omland	29
10 Dyrket og dyrkbar jord etter egnethet for jordbruk. Utvalgte kommuner	39

TABELLREGISTER

	Side
1 Standardavvik i systematisk arealbrukssamplig i forhold til standardavvik ved tilfeldig samplig. Fredrikstad/Sarpsborg	15
2 Standardavvik i systematisk arealbrukssamplig i forhold til standardavvik ved tilfeldig samplig. Askim tettsted	17
3 Standardavvik i systematisk arealbrukssamplig i forhold til standardavvik ved tilfeldig samplig. Ås kommune	18
4 Standardavvik i flatesamplig	20
5 Klassifisering av budsjett-teiger basert på henholdsvis punktsamplig og flatemåling	30
6 Sammenlikning av flatemålt og punktsamplet arealfordeling	32
7 Utnyttelsesgrad, fortettingsareal og andel ubebygd areal. Utvalgte soner i Oslo kommune. 1980	34
8 Klassifisering av jordbruksareal i Trondheim kommune etter Fylkeslandbrukskontorets modell og etter arealregnskapsmodellen	41
9 Sammenlikning av Landbrukskontorets klassifisering og Landbrukskontorets modell beregnet ved punktsamplig	43
10 Tidsforbruk ved klassifisering av arealbruk på flybilder med 100 x 100 meters punktnett. Tettbygd strøk	46
11 Tidsforbruk ved registrering av markslag og terrengdata på økonomisk kartverk. 500 x 500 meters punktnett	47
12 Tidsforbruk ved ulike punktsampligstyper	48

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJON

Regional arealbudsjettering forutsetter en omfattende database med bl.a. detaljerte opplysninger om bruken av arealene, deres fysiske egenskaper, deres "verdi" for ulike bruk osv.. Bruk av tradisjonell flatemåling og flateklassifisering gir høye registreringskostnader ved etablering og ajourhold av slike databaser. En database basert på punktsampling vil være betydelig billigere å etablere og ajourholde og gir dessuten mulighet for mer fleksibel utnyttelse.

Basert på erfaringer fra arbeidet med arealregnskap er det i denne rapporten foretatt en vurdering av hva slags data punktsampling kan gi til arealbudsjettingen. Konklusjonen er at det kan gis informasjon om arealbruk, alternativ bruk (f.eks. fortettingsmuligheter), arealbruksintensitet (utnyttelsesgrad), og kvalitetsvurdering av dyrket og dyrkbar jord, skogareal, rekreasjonsareal og utbyggingsareal.

Ved manuell datainnsamling vil det være mest hensiktsmessig å benytte et kvadratisk punktnett med minste maskevidde 50-100 meter. Dette setter imidlertid bestemte krav til størrelsen på basisenhetene i arealbudsjettingen. Med 100 x 100 meters nett bør minstestørrelsen på basisenhetene være 1 km², med 50 x 50 meters nett 250 dekar.

Hvis en ønsker å gi tall for mindre enheter (f.eks. plan- og budsjett-teiger) vil det være mest hensiktsmessig å kombinere punktsampling med flatemåling av enhetene. Arealressursbeskrivelsen i små enheter kan imidlertid baseres på punktsamlingsdata gjennom en enkel typifisering. Minstestørrelse på disse enhetene vil være 20 dekar for 100 x 100 meters nett og 5 dekar for 50 x 50 meters nett.

Ved kartlegging av arealbruk (på flybilder) vil en med 100 x 100 meters nett dekke omlag 3,0 km² pr. dagsverk, mens en med 50 x 50 meters nett kan dekke omlag 0,8 km². Registrering for kvalitetsklassifisering (på økonomisk kartverk) gir henholdsvis 2,2 og 0,6 km² pr. dagsverk. Ved kombinasjon av metodene (både registrering av arealbruk og kvalitetsklassifisering) blir tallene henholdsvis 1,6 og 0,6 km² pr. dagsverk.

2. INNLEDNING

Denne rapporten behandler kartlegging av arealressurser ved hjelp av punktsampling og hvordan slik kartlegging kan danne grunnlag for regional arealbudsjettering. Ved punktsampling (alt. punktutvalg) registreres arealbruk og andre arealressurskjennetegn i utvalgte punkter i terrenget. Vanligvis nyttes kart eller flybilder som registreringsgrunnlag.

Arealregnskapet er i stor grad basert på datainnsamling ved hjelp av punktsampling. Hovedvekten har vært lagt på registrering av arealbruk og arealtilstand. I en viss utstrekning er det registrert fysiske egenskaper ved arealet, som geologi, landform, høyde over havet osv. (Strøm 1985, Engebretsen 1982, Sæbø 1983).

Arealressursbeskrivelsen i arealbudsjettering er i stor grad knyttet til kvalitetsvurderinger. Dette gjelder både arealenes kvalitet for biologisk produksjon (f.eks. som jordbruksareal) og deres kvalitet som byggegrunn. Utover kvalitetsvurderingene blir også arealenes beliggenhet tillagt stor vekt (transportavstand ved evt. utbygging, framføring av infrastruktur osv.).

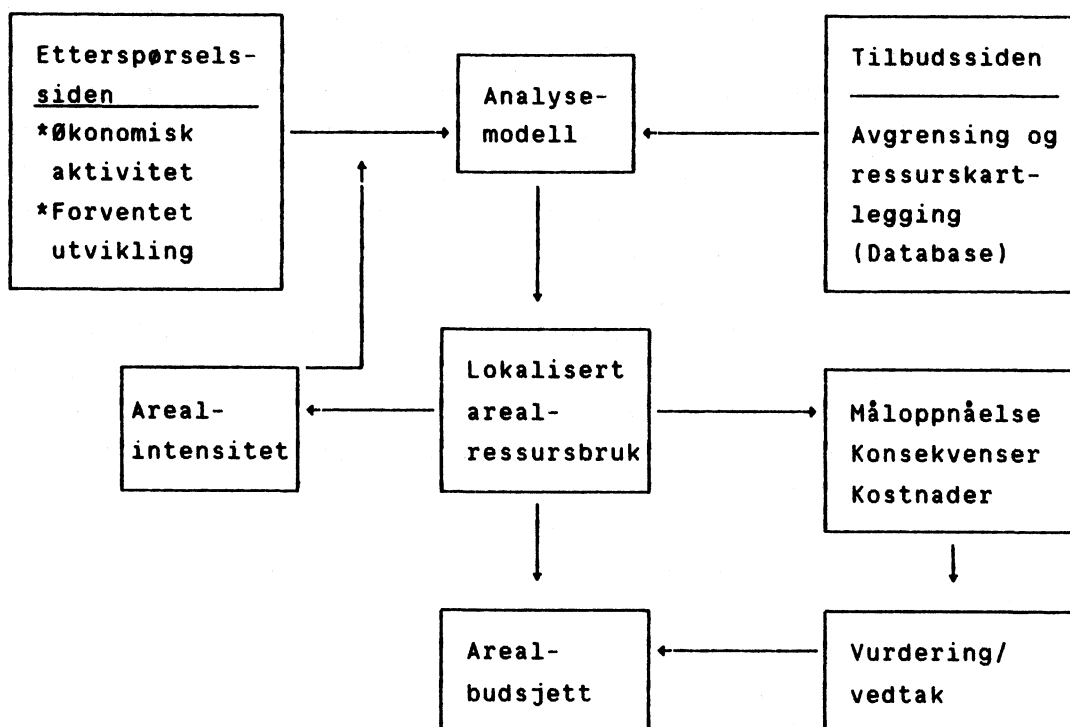
Det er målet at også arealregnskapet skal omfatte en kvalitetsvurdering av arealene (Engebretsen 1986). Det har vært arbeidet med utvikling av metoder for kvalitetsklassifisering basert på punktsampling. Disse metodene kan være aktuelle å benytte i regional arealbudsjettering. Fordelen med å benytte disse metodene er at de inngår i en generell utvalgsplan som også dekker arealbruk og arealenes beliggenhet (koordinatfesting). Usikkerheten er knyttet til hvilken presisjon data samlet inn på denne måten vil ha i forhold til de kravene som budsjetteringen stiller.

Denne rapporten vil drøfte presisjonen i punktsampling ved arealmåling, ved kartlegging av arealbruk og ved kartlegging av arealkvalitet. Der det er mulig vil resultater fra punktsampling bli sammenliknet med resultater fra tradisjonell flatemåling/-kartlegging.

3. REGIONAL AREALBUDSJETTERING

3.1 Formål og hovedstruktur

Forsøk med regional arealbudsjettering gjennomføres i regi av Miljøverndepartementet som en del av det generelle arbeidet med ressursbudsjettering. Gjennom arealbudsjetteringen analyseres tilbud og etterspørsel etter arealer i et område. Hensikten er å komme fram til et tallfestet handlingsprogram for hvordan arealressursene best bør anvendes. Analysene baseres på en fysisk-økonomiske betraktningssmåte, dvs. at både ressursvurderinger og kostnadsvurderinger inngår i beregningene. En skisse av hoveddelene i regional arealbudsjettering er vist i figur 1.



Figur 1. Regional arealbudsjettering - hovedpunkter. (Etter Hekland 1985).

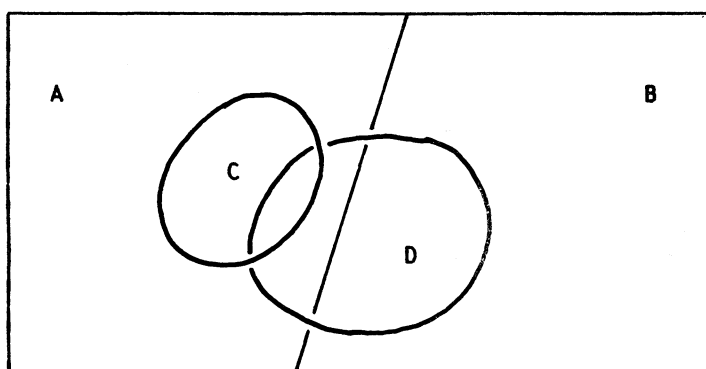
Hittil er det gjort forsøk med arealbudsjettering i Nedre-Glommaregionen (Fredrikstad/Sarpsborg-distriktet) og i Trondheimsregionen. Siktemålet er å innføre tilsvarende opplegg i alle byregioner med en vanskelig arealsituasjon som følge av konflikt utbygging/jordvern, utbygging/naturvern etc.. Tanken er at arealbudsjettering (eller lignende tilnæringsmåter) etterhvert skal innarbeides som en del av den regionale (fylkeskommunale) oversiktsplanleggingen. Arbeidsformen innebærer større vekt på kvantitative teknikker/modeller enn det som er vanlig i dagens arealplanlegging.

3.2 Datagrunnlag

Regional arealbudsjettering forutsetter en omfattende database med bl.a. detaljerte opplysninger om bruken av arealene, deres fysiske egenskaper, deres beliggenhet, deres "verdi" for ulik bruk osv.. Til nå har en i forsøksprosjektene benyttet tradisjonelle inventeringsmetoder, dvs. klassifisering og måling (med planimeter eller prikktellingsdiagram) av kartpolygoner - delvis supplert med markbefaring (kartmålestokk 1:5000 og 1:10000).

Bruk av tradisjonelle metoder gir høye registreringskostnader ved etablering og ajourhold av databaser til arealbudsjettering. Årsaken er at flere egenskaper ved arealressursene skal registreres. Dette er illustrert i figur 2. A, B, C og D representerer fire uavhengige egenskaper. C overlapper i sin helhet A og delvis D. D overlapper A, C og B.

Hvis en er interessert i egenskapene A, B, C og D hver for seg, må en foreta fire målinger. Hvis en derimot er interessert i samvariasjonen mellom disse egenskapene, må en foreta måling av seks polygoner (A/C, C/D, A/C/D, C/D, B/D, B/C/D). Bildet kan selvfølgelig bli betydelig mer komplisert i en virkelig situasjon.

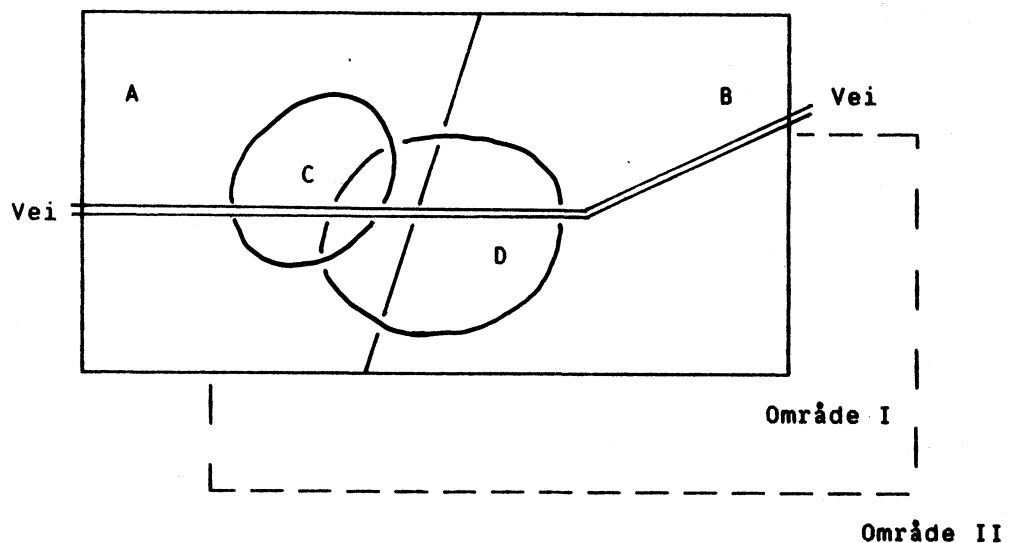


Område I

Figur 2. Eksempel på fordeling av arealegenskaper.

Det samme problemet er tilstede hvis egenskapene A-D benyttes som parametre i en samlet klassifisering av område I. Hvis en i ettertid ønsker å endre vektleggingen av enkelte parametre, er en vanligvis avhengig av at hvert delpolygon er registrert separat.

Hvis arealbudsjettingen skal inngå i en løpende planprosess, er det nødvendig å kunne ajourføre datagrunnlaget etterhvert som forskjellige områder bygges ut. I figur 3 er dette illustrert ved at en vei er ført gjennom området (fra figur 2). Ajourføringen vil her føre til 18 nye målinger (fordi veien deler alle polygoner i to og dessuten danner seks nye polygoner i snittet mellom veien og de øvrige egenskapene). Tilsvarende ekstra målebehov vil oppstå hvis en ønsker å forskyve den samlede klassifiseringen fra område I til område II (illustrert med rammene i figuren).



Figur 3. Eksempel på endret arealbruk og forskyvning av registreringsområde.

Konklusjonen er at tradisjonelle registreringsteknikker er lite fleksible og vil bli kostbare å benytte i en fullt utbygd arealbudsjetting.

4. VIKTIGE EGENSKAPER VED PUNKTSAMPLING

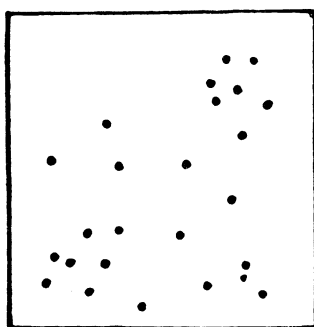
Punktsampling er i utgangspunktet en metode for arealberegning ved telling av punkter. Fordelene med metoden er bl.a. at en har kontroll med nøyaktigheten i tallopgavene og mulighet for å kunne analysere sammenhengen mellom forskjellige egenskaper ved arealene. Det er dessuten en rask og enkel metode som har lave kostnader sammenliknet med oppmåling av arealene på kart.

4.1 Arealmåling

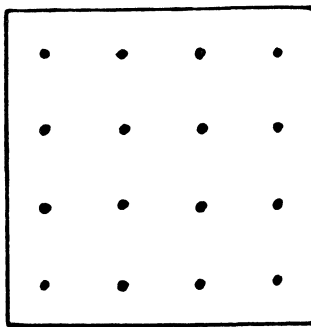
Arealoppgaver beregnet ved punkttelling vil være beheftet med en viss usikkerhet (utvalgsfeil). Dette skyldes at oppgavene bygger på utvalg og ikke på oppmåling av hele arealet. Utvalgsfeilen kan vi angi med standardavviket.

Nøyaktigheten ved punktsampling avhenger først og fremst av antall utvalgspunkter. Men punktenes plassering i forhold til hverandre og størrelse og form på arealene som skal beregnes har også stor betydning.

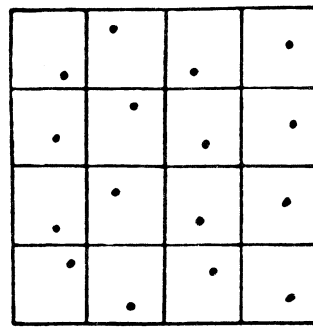
Utvalgspunktene kan plasseres på forskjellige måter, tilfeldig, i systematiske mønstre eller i ulike kombinasjoner av systematisk og tilfeldig plassering. Figur 4 viser eksempler på punktplasseringer.



Tilfeldig sampling



Systematisk sampling



Stratifisert tilfeldig
sampling

Figur 4. Tre mulige strategier ved punktsampling (Engebretsen 1982).

Vanligvis vil et kvadratisk punktnett gi mer nøyaktige resultater enn tilfeldig plasserte punkter (Sæbø og Engebretsen 1979, Sæbø 1973). Dette skyldes at arealbruken ofte er lik i punkter som ligger nær hverandre. Et punkt som plasseres nær et annet, gir lite ny informasjon i forhold til den som gis av det første. Et kvadratisk nett er lett å bruke, samtidig med at en unngår å plassere punktene nær hverandre.

Det eksisterer ikke metoder for en generell beregning av usikkerhet (standardavvik) for anslag basert på punktsampling med kvadratiske nett. For tilfeldig plasserte punkter gjelder følgende formel for standardavvik (Sæbø 1979):

$$s = \sqrt{\left\{ \frac{1}{n} p(1-p) \right\}} \quad (1)$$

hvor n = antall utvalgspunkter

p = andel punkter i beregnet areal

Denne formelen vil vanligvis gi øvre grense for usikkerhet ved systematisk (kvadratisk) punktsampling.

Når standardavviket er kjent, kan en finne et intervall (konfidensintervallet) som med en bestemt sannsynlighet inneholder den korrekte verdien av et beregnet areal (den verdien en ville fått ved fullstendig oppmåling av arealet). Intervallet $\{p \pm 1,96*s\}$ (p = estimert areal, s = estimert standardavvik), vil med 95 prosent sannsynlighet inneholde den korrekte verdien av estimatet (Sæbø 1979).

Fordelen med å bruke kvadratiske nett framfor tilfeldige nett, varierer med størrelse og form på de arealene som skal beregnes. Ved hjelp av en modell for regionaliserte variable (Sæbø 1983) kan en beregne kovariansen mellom egenskaper ved nabopunkter. Kunnskap om kovariansen gjør det mulig å beregne et mer korrekt uttrykk for standardavviket i konkrete situasjoner. Sæbø (1983) har gjennomført en slik analyse med 100 x 100 meters nett i tettstedet Fredrikstad/Sarpsborg. Tabell 1 viser en del resultater fra analysen.

Tabell 1 Standardavvik i systematisk arealbrukssampling (100 x 100 m nett) i forhold til standardavvik ved tilfeldig sampling. Fredrikstad/Sarpsborg. Arealbruk 1975. Utvalgsnett med 6896 punkter. Kilde: Sæbø (1983).

Arealbruk	Relativt standardavvik
Boligareal	0,54
Industriareal	0,48
Forretnings- og sentrumsareal	0,76
Institusjoner mv.	0,62
Trafikkareal	0,93
Jordbruksareal	0,47
Skog	0,63
Restareal	0,77
Vann	0,50

Konklusjonen fra denne analysen er: Arealtyper som består av store sammenhengende flater, vil med 100 x 100 meters systematisk punktsampling bli estimert med omtrent halvparten så store standardavvik som med tilfeldige nett (med like mange utvalgspunkter). I tettsteder vil dette gjelde f.eks. jordbruksareal, industriareal og boligareal. Utenfor tettsteder vil det gjelde de fleste arealtypene (skog, jordbruksareal osv.). Arealtyper som består av små og spredte flater (f.eks. forretnings- og sentrumsareal, spredt boligbebyggelse) og areal med linjeformet utstrekning (f.eks. veier) vil få mindre reduksjon i usikkerheten.

Den beste måten å estimere standardavviket for kvadratiske samplenett, er å gjenta samplingen mange ganger med tilfeldig plassering av første punkt (Søbø 1983). Ved beregningen brukes følgende formel:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (2)$$

hvor n er antall samplinger,

X_i er estimert verdi av en arealtype ved i utvalg i, og

\bar{X} er gjennomsnittlig verdi for en arealtype for alle n utvalg.

Dette er en svært arbeidskrevende metode. En vil derfor til vanlig være henvist til å bruke metoden i liten skala (få samplinger). Men også med et begrenset antall samplinger vil det være mulig å avdekke en del tendenser.

Tabell 2 viser resultater fra en undersøkelse i Askim tettsted (Engebretsen 1979 og 1982). Det er gjennomført fire uavhengige samplinger med 100 x 100 meters nett med tilfeldig plassering av første punkt og tilfeldig orientering av nettet. Teoretisk standardavvik er beregnet med (1), hvor p er satt lik middelobservasjonen (\bar{X}) for hver arealbrukstype. Relativt standardavvik er beregnet med (2) dividert på (1).

Tabell 2. Standardavvik i systematisk arealbrukssampling (100x100 m nett) i forhold til standardavvik ved tilfeldig sampling. Arealbruk 1975. Askim tettsted. 4 utvalgsnett med ca. 600 punkter i hver. Kilde: Engebretsen 1979 og 1982.

Arealbruk	Middel- observasjon. Prosent	Relativt standardavvik
I alt	100,0	
Boligareal	45,2	0,35
Industriareal	3,5	0,57
Forretnings- og sentrumsareal	4,3	0,50
Trafikkareal	4,8	1,22
Institusjoner	5,3	0,44
Jordbruk	12,3	0,38
Skog	18,6	0,81
Restareal	6,1	0,80

Tabell 3 viser resultater fra en undersøkelse i et spredtbygd område i Ås kommune (Skrovseth 1985). Det er her gjort beregninger med fem parallelle 200 x 200 meters nett. Første nett er plassert tilfeldig. Nett nr. 2 er forskøvet 20 meter østover (i forhold til det første nettet), nett nr. 3 er forskøvet 20 meter nordover, nett nr. 4 20 meter vestover og nett nr. 5 20 meter sørover. Hvert nett består av 618 punkter. Beregningen er utført som for tabell 2.

Tabell 3. Standardavvik i systematisk arealbrukssampling (200x200 m nett) i forhold til standardavvik ved tilfeldig sampling. Arealbruk 1982. 5 utvalgsnett med 618 punkter i hver. Ås kommune. Kilde: Skrøvseth (1985).

Arealbruk	Middel- observasjon. Prosent	Relativt standardavvik
I alt	100,0	
Jordbruksareal:		
Oljevekster avblomstret	0,5	0,39
Oljevekster ikke avblomstret..	1,4	0,55
Høstet eng	1,7	0,48
Korn og ikke høstet eng	31,5	0,31
Legde og ung eng	3,4	0,56
Skog:		
Ny hogstflate	1,2	1,00
Gammel hogstflate	6,2	0,87
Høyproduktiv barskog	19,4	0,71
Annen barskog	18,7	0,34
Lauvskog	2,5	0,89
Bebygd areal mv.:		
Veier	2,2	1,12
Annet bebygd areal	8,8	0,53
Åpen fastmark	2,6	0,75

Tabell 2 og tabell 3 bekrefter i stor grad konklusjonen som ble trukket fra tabell 1. Tabell 3 viser i tillegg at for areal-sampling i jordbruksområder har konklusjonen gyldighet også for 200 x 200 meters nett.

Både i tabell 2 og tabell 3 er det større forskjeller i relativt standardavvik enn i tabell 1. Trafikkareal (veier, jernbane osv.) blir i følge tabellene 2 og 3 estimert bedre med tilfeldig sampling enn med kvadratisk sampling. I tabell 1 er de to samplingsstrategiene omtrent likeverdige for trafikkareal. Disse variasjonene må ses i sammenheng med at veier og jernbanelinjer representerer periodiske elementer i landskapet (fordi de ofte danner tilnærmet rette linjer). I Askim slår dette ekstra sterkt ut fordi bare hovedveinettet og jernbanen er regnet med til klassen. Det lokale veinettet (boligveier osv.) er jevnt fordelt over hele tettstedet og vil statistisk sett danne et mer tilfeldig mønster. I Fredrikstad/Sarpsborg er alle veier regnet med til trafikkareal.

Et annet framtrekkende trekk ved sammenlikning av tabellene er

at enkelte arealtyper som danner store sammenhengende flater, i de to siste tabellene har betydelig lavere relativt standardavvik enn i tabell 1. Dette kan bero på tilfeldigheter som følge av at det er foretatt svært få utvalg i de to siste undersøkelsene (henholdsvis 4 og 5). Men det kan også skyldes en reell effekt av kvadratisk sampling. For å undersøke dette nærmere er det nødvendig å benytte et mer detaljert materiale.

Tabell 4 er bl.a. basert på et datamateriale fra Malvik kommune i Sør-Trøndelag. For tettstedet Malvik og deler av tettstedet Hommelvik er det foretatt punktsampling med 50 x 50 meters nett. Punktnettet er bl.a. koplet til grunnkrets og sone (bydel/bygdslag). 50 x 50 meters nettet kan brukes til å generere 16 200 x 200 meters nett. Disse nettene er brukt til å estimere arealet av tre soner (kun de delene som er dekket av det tette nettet).

Sonene vil automatisk og pr. definisjon danne sammenhengende flater uten oppdeling. Dette gir anledning til i rendyrket form å studere effekten av systematiske nett ved estimering av store sammenhengende flater. Vi har med andre ord en annen situasjon enn ved vanlig arealregistrering hvor alle typer arealbruk normalt vil være delt på flere flater selv om enkeltflater hver for seg kan være store (jmf. boligfelter, åkerareal osv.).

Tabell 4 viser tall for de tre sonene, samt tall for summen av sonene. I tillegg inneholder tabellen tall fra måling av tettstedsareal innenfor Oslo kommune med ni 300 x 300 meters nett. Så lenge vi opererer med flater som er relativt store i forhold til maskevidden i utvalgsnettet, kan ulike forsøk sammenliknes uavhengig av maskevidden. I prinsippet kan derfor tabell 4 betraktes som en sammenlikning av 100 x 100 meters nett.

Størrelsen på det teoretiske standardavviket (standardavvik for tilfeldig sampling) avhenger av antall punkter i utvalgsplanen (dvs. n i (1)). Dette vil påvirke størrelsen på det relative standardavviket. For utvalgsplaner med minst $10 \cdot X$ punkter, hvor X er antall punkter i estimeringsarealet, er det imidlertid ubetydelig variasjon i det teoretiske standardavviket. I tabell 4 er det derfor antatt at alle middelobservasjoner (M) er framkommet ved sampling med minst $10 \cdot M$ punkter.

Tabell 4. Standardavvik i flatesampling. Verdier for kvadratiske nett i forhold til tilfeldig sampling. Målinger i kommunene Malvik og Oslo.

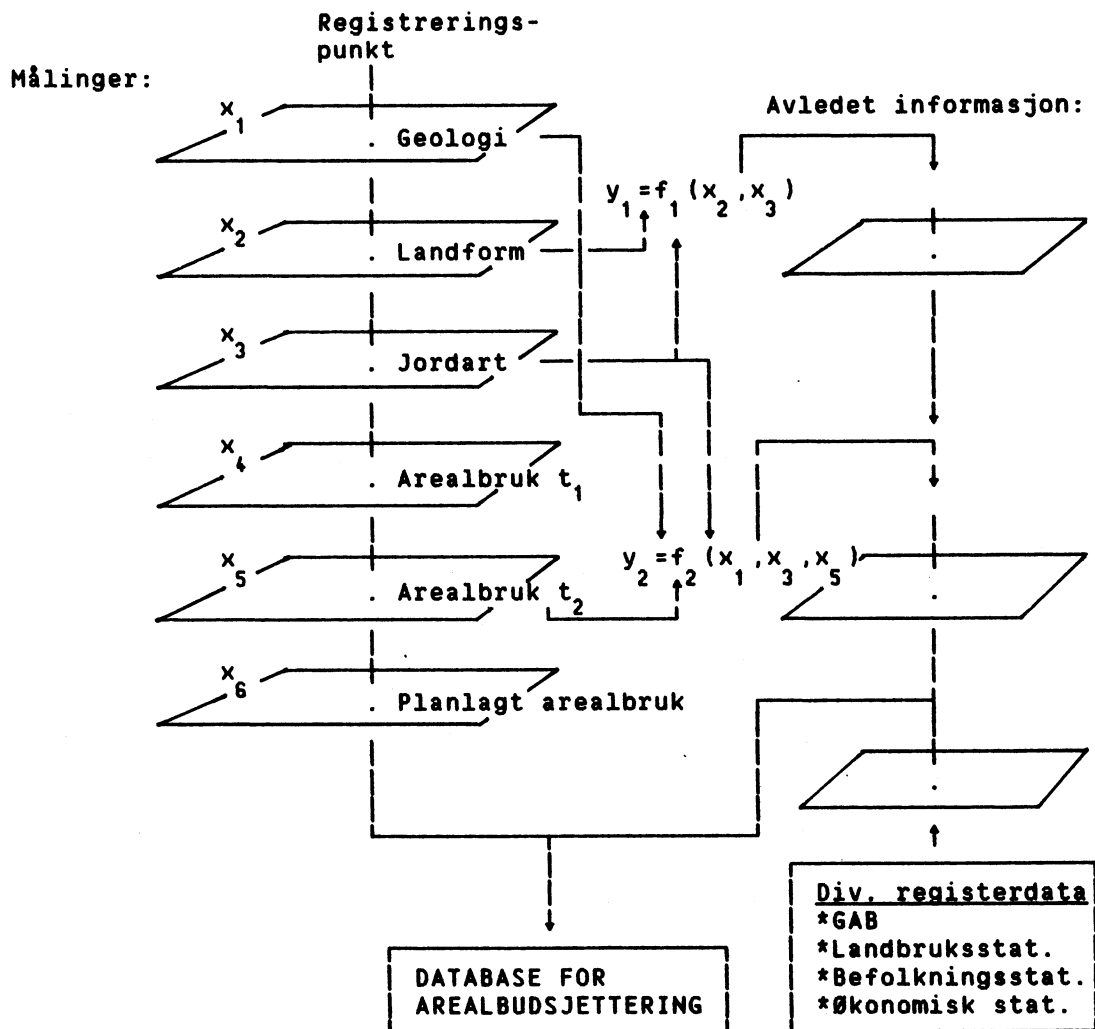
Målegrunnlag	Antall utvalgs- nett	Antall punkter i gjennomsnitt for alle utvalg (M)	Relativt standard- avvik
Malvik kommune:			
Sone 01	16	50	0,18
Sone 02	16	54	0,23
Sone 03	16	52	0,20
Sum sone 01 - sone 03	16	157	0,20
Oslo kommune:			
Tettstedsareal	9	1506	0,15

Samlet gir tabellene 1-4 grunnlag for å trekke følgende konklusjon: Relativt store (i forhold til maskevidden) sammenhengende flater vil med kvadratisk sampling få omtrent 1/5 standardavvik i forhold til tilfeldig sampling. Med 100 x 100 meters nett i tettsteder og 200 x 200 meters nett i spredtbygde områder vil hovedklassene av arealbruk (utenom trafikkareal) bli estimert med omtrent 1/2 standardavvik i forhold til tilfeldig sampling.

Avstanden mellom utvalgspunktene velges vanligvis ut fra hva slags data en har behov for og ut fra hvilket geografiske nivå informasjonen skal presenteres på. For å kunne estimere små arealer med høy presisjon er det nødvendig med et svært tett punktnett. På den annen side er det ved kartlegging av arealbruk på nasjonalt nivå tilstrekkelig å bruke punktnett med maskevidde på flere kilometer (Strøm 1985).

4.2 Kopling av geografisk informasjon

Ved å knytte punktene i kvadratiske nett til faste terrengkoordinater og ved å benytte EDB til lagring og beregning, framstår punktsampling også som en effektiv metode for kopling av ulike opplysninger knyttet til areal. Prinsippene for kopling av geografisk informasjon ved hjelp av denne teknikken er illustrert i figur 5. Data om geologi, landform, jordtype, arealbruk, administrativ inndeling osv. registreres som uavhengige opplysninger knyttet til punktet.



Figur 5. Kopling av geografisk informasjon ved hjelp av punktsampling.

(definert ved terrengkoordinatene). Samvariasjon mellom f.eks. landformer og jordtyper eller mellom arealbruk og jordtyper beregnes ved koplinger i databasen (koplingsnøkkel: terrengkoordinater).

Ajourhold av en punktsamlingsbasert arealressursdatabase er lite kostnadskrevende. Endringer (f.eks. endret arealbruk, flytting av administrativ grense) registreres kun i de punktene og de datasjiktene som berøres. Kompliserte situasjoner slik som de som er illustrert i figurene 2-4, er lett å håndtere med denne metoden.

Ved hjelp av ulike beregningsmodeller kan informasjon fra forskjellige datasjikt kombineres til ny avledet informasjon (se figuren). Andre fordeler med systematisk EDB-basert punktsampling er muligheten for utnyttelse av digitale bildebehandlingssystemer til analyse og produksjon av digitale kart. Et stadig større tilbud av digitale geodata, satellittdata osv. øker dessuten koplingsmulighetene.

5. BASISENHET I REGIONAL AREALBUDSJETTERING

5.1 Plan- og budsjett-teiger

Datainnsamlingen til arealbudsjettingen har hittil vært knyttet til et sett av plan- og budsjett-teiger. Planteigene danner basisenhetene i Statistisk Sentralbyrås planregnskap og består av arealer hvor kommunene har konkrete utbyggingsplaner. Minstestørrelsen på en planteig er 2 dekar. Gjennomsnittsstørrelsen er normalt vel 50 dekar, noe varierende etter utbyggingsstrategien i den enkelte kommunen.

Gjennom arealbudsjettingen ønsker en også å vurdere alternative måter å anvende arealressursene på. Planregnskapet suppleres derfor med budsjett-teiger som er ment å avgrense områder hvor utbygging alternativt kan lokaliseres. Budsjett-teigene dekker tilsammen et betydelig større areal enn det kommunene har planer for (i Sør-Trøndelag f.eks. 10 ganger større enn arealet av planteigene). Hensikten er å kunne vurdere en rekke utbyggingsmønstre mot hverandre. Hver for seg er budsjett-teigene betydelig større enn planteigene. Gjennomsnittsstørrelsen er vel 300 dekar og teiger på mindre enn 50 dekar forekommer svært sjelden.

Plan- og budsjett-teigene inngår som enheter i arealbudsjettingen. Hver teig beskrives ved størrelse og sammensetning av arealressursene.

5.2 Basisenhet ved bruk av punktsampling

Presisjon ved beregning av budsjett-teiger

Bruk av punktsampling som registreringsmetode setter krav til minstestørrelse på basisenhetene i arealbudsjettingen. Dette er av hensyn til utvalgsfeilen som beregningene er beheftet med (se kap. 4.1). Figur 6 viser standardavvikets variasjon med arealstørrelse. Beregningen gjelder et 100 x 100 m kvadratisk punktnett med et antatt utvalgsområde på 100000 dekar (10000 utvalgspunkter).

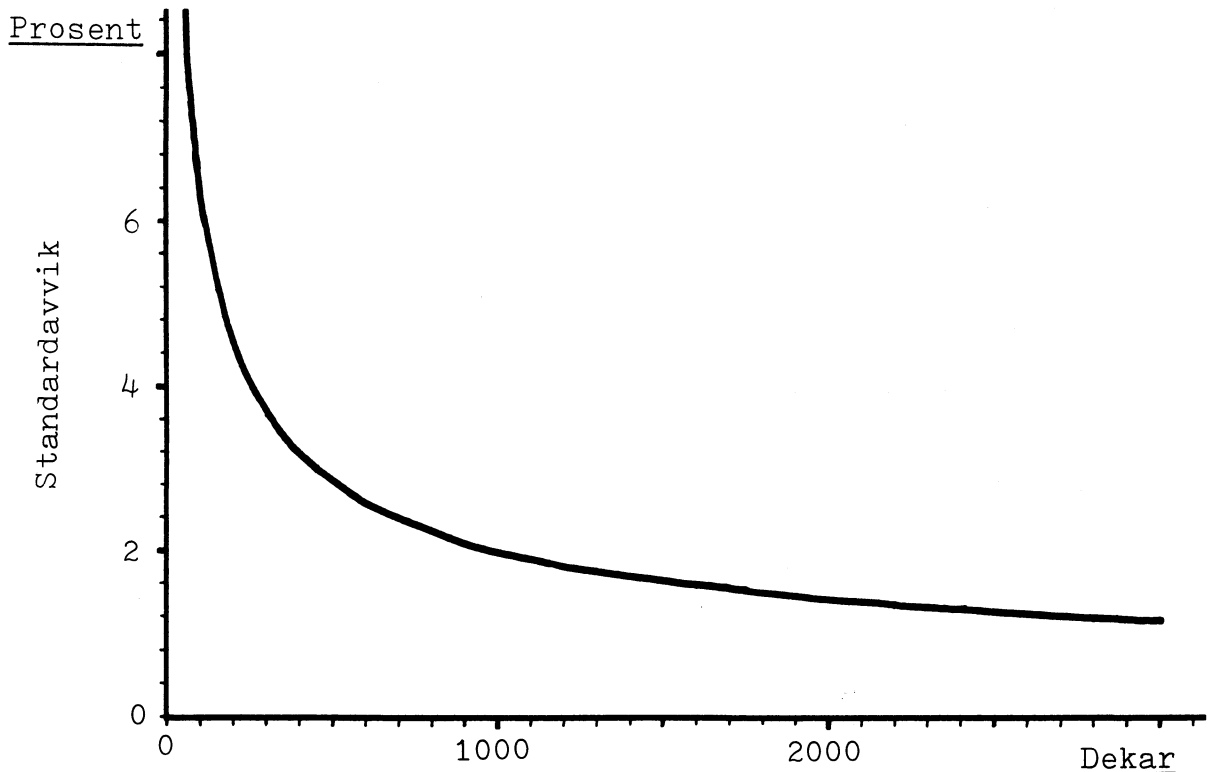
Basisenheten i arealbudsjetting vil vanligvis danne en stor sammenhengende flate. Det følger da av (1) og drøftingen i kapittel 4.1 at et rimelig anslag på standardavviket kan beregnes ved:

$$s = 0,20 \sqrt{\left\{ \frac{1}{n} p(1-p) \right\}} \quad (3)$$

Denne formelen er benyttet ved framstillingen av figur 6.

Av figuren framgår det f.eks. at et areal som er beregnet til 500 dekar, vil ha en usikkerhet på +/-2,8 prosent. Med formelen for konfidensintervall (se kap. 4.1) kan vi med en sannsynlighet på 95 prosent fastslå at intervallet 472-528 dekar dekker den faktiske størrelsen på arealet.

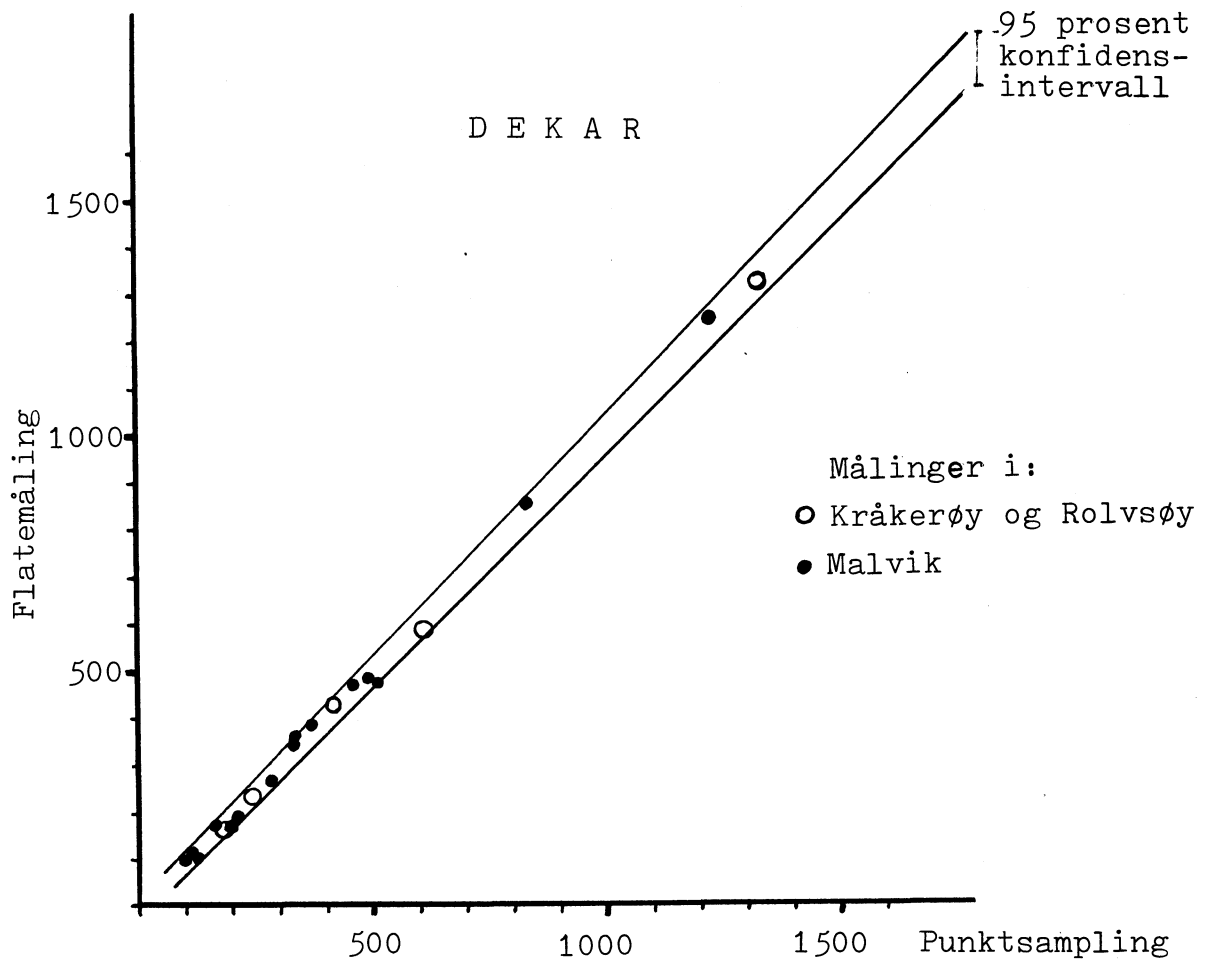
De teoretiske beregningene kan testes med empiriske målinger. Det er her benyttet et datamateriale fra Malvik kommune i Sør-Trøndelag. Et utvalg budsjett-teiger i kommunens nordvestre del (sør og øst for Malvik tettsted) er punktsamlet med et 100 x 100 m kvadratisk punktnett. Resultatet av punktsamlingen er sammenliknet med flatemålinger foretatt i forbindelse med arealbudsjetteringsarbeidet for Trondheimsregionen (Hekland 1985). I tillegg er det brukt et datamateriale fra kommunene Kråkerøy og Rolvøy i Østfold (Skrovseth 1982). Dette materialet består av et utvalg grunnkretser hvor det er foretatt sammenlikning av flatemåling og punktsamling (100 x 100 m nett) ved måling av kretsenes totalareal og ved måling av jordbruksareal i kretsene. Størrelse og form på disse grunnkretsene svarer omlag til hva som er vanlig for budsjett-teiger.



Figur 6 Sammenheng mellom arealstørrelse og standardavvik i punktsamling med 100 x 100 m raster. Utvalgsområdets størrelse: 100000 dekar. Beregningen gjelder for arealer som danner store sammenhengende flater.

Sammenlikningen mellom punktsamling og flatemåling er vist i figur 7. Kun teiger på minst 100 dekar er tatt med. Figuren viser også bredden på 95 prosent konfidensintervallene beregnet på grunnlag av standardavvikene vist i figur 6.

Figuren viser at alle flatemålinger ligger innenfor det beregnede konfidensintervallet. Testmaterialet viser med andre ord at (3) gir et godt anslag på usikkerheten ved punktsamling av budsjett-teiger.



Figur 7. Sammenlikning av arealstørrelser beregnet ved punktsamling (100 x 100 m nett) og målt med planimeter. Datamateriale fra Malvik, Kråkerøy og Rolvsøy.

Valg av basisenhet ved punktsamlingsbasert arealbudsjettering vil være et spørsmål om valg av presisjonsnivå. Et kriterium kan være at den relative usikkerheten skal være av samme størrelsesorden for alle enheter. Av figur 6 framgår det at den relative usikkerheten varierer betydelig med arealstørrelsen opp til ca. 800-1000 dekar, mens usikkerheten er relativt lite påvirket av arealstørrelsen over dette nivået. Ut fra dette kriteriet kan en sette

meters nett. Dette betyr (i følge figur 6) at alle enheter kan oppgis med en usikkerhet på under +/-2 prosent. Det følger av drøftingen i kapittel 4.1 at arealbruksregistreringer i slike enheter vil ha en usikkerhet på mellom 2 og 10 prosent (avhengig av størrelse, form og spredning på arealbruken).

Hvis en ønsker å operere med mindre basisenheter, men med samme krav til målepresisjon, må det brukes nett med mindre maskevidde. Det foreligger ingen relevante undersøkelser som har beregnet fordelene med kvadratisk sampling for nett med maskevidde under 100 meter. Det er imidlertid grunn til å tro at fordelene øker med redusert maskevidde fordi stadig flere arealbrukstyper (i forhold til maskevidden på utvalgsnett) vil danne store sammenhengende flater. Dette medfører økt kovarians mellom nabopunkter (Sæbø 1983).

For arealer som danner store sammenhengende flater i forhold til maskevidden i 100 x 100 meters nett, kan vi anta at formel (3) gjelder for alle maskevidder under 100 meter. Gevinsten i presisjon (ved måling av et konkret areal) ved redusert maskevidde, kan beregnes på følgende måte:

Anta at maskevidden endres med en faktor $1/d$, dvs. at antall utvalgspunkter økes med d^2 . Usikkerheten med tettere nett (s_2) kan da uttrykkes som:

$$s_2 = 0,2 \sqrt{\left\{ \frac{1}{d^2} \frac{1}{n} \frac{a}{A} \left(1 - \frac{a}{A}\right) \right\}} = \frac{1}{d} s_1 \quad (4)$$

hvor n = antall utvalgspunkter før maskeviddereduksjonen
 a = størrelsen på arealet beregningen gjelder (i hektar)
 A = størrelsen på det totale utvalgsområdet (i hektar).

s_1 = standardavvik før maskeviddereduksjonen

$\frac{a}{A}$ svarer til p i (3).

Med samme antagelse som ovenfor kan vi utlede et generelt uttrykk for minsteavstand ved ulike maskevidder. Vi beregner størrelsen på areal som måles med usikkerhet +/-2 prosent. Med utgangspunkt i formel (3) kan vi sette opp følgende:

$$\frac{0,2 \sqrt{\left\{ \frac{1}{\frac{A}{D^2}} - \frac{a}{A} \left(1 - \frac{a}{A} \right) \right\}}}{\frac{a}{A}} = 0,02 \quad (5)$$

$$\begin{array}{c} \longleftrightarrow \\ a = \frac{D^2}{\frac{1}{100} + \frac{D}{A}} \end{array} \quad (6)$$

$$\begin{array}{c} \rightarrow \\ a \approx 100 D^2 \end{array} \quad (\text{for store } A) \quad (7)$$

hvor D = maskevidde i utvalgsnettet (enhet 100 meter).

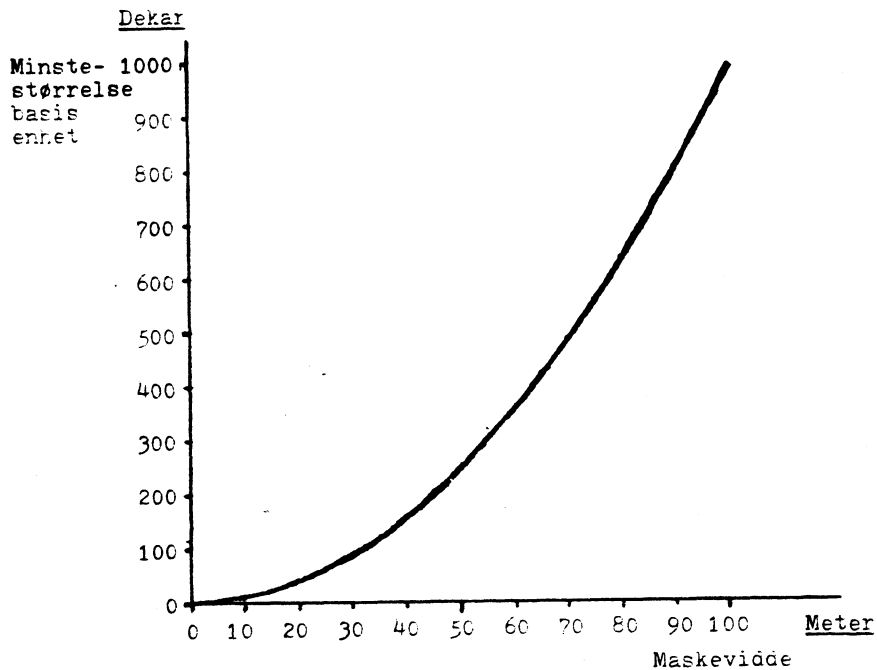
$\frac{A}{D^2}$ svarer til n i (3).

(6), evt. (7), kan nå brukes til å beregne minstestørrelsen for basisenheten i punktsamlingsbasert arealbudsjettering, når det settes som krav at usikkerheten i arealberegningen maksimalt skal være +/-2 prosent. (Kravet om maks. +/-2 prosent usikkerhet skyldes i følge drøftingen ovenfor, ønske om tilnærmet lik usikkerhet for alle enheter - se fig. 6.)

Ved omforming av (7) kan vi sette opp følgende uttrykk for maksimal maskevidde med gitte basisenheter:

$$D \approx \frac{1}{10} \sqrt{a} \quad (8)$$

Figur 8 viser forholdet mellom maskevidde på utvalgsnettets og størrelse på basisenheten. Det er forutsatt at (3) gjelder og at usikkerheten maksimalt skal være +/-2 prosent.



Figur 8. Minstestørrelse på basisenhet for arealbudsjettering etter maskevidde på utvalgsnett.

Valg av maskevidde i utvalgsnett vil være et kostnads-spørsmål. En halvering av maskevidden vil f.eks. gi en firedobling av registreringsarbeidet. Punktsampling med 100 x 100 meters nett har vist seg å være en grei rutine i arealregnskapsarbeidet. Hvis det settes som krav at minstestørrelsen på basisenheten skal være lik gjennomsnittstørrelsen på planteiger, nemlig 50 dekar (se kap. 5.1), må det i følge formel (7) brukes et 22 x 22 meters nett. Dvs. omlag 21 ganger større arbeidsmengde enn med 100 x 100 meters nett.

I de fleste tilfellene vil en neppe være tjent med så tett samplingsnett med mindre registreringen kan utføres med automatisk utstyr (f.eks. scanning). Trolig vil det være mest hensiktsmessig å kombinere forskjellige målemetoder hvis en ønsker å gi tall for små enheter.

Inndeling i planområder og typifisering av teigene

Bruk av 100 x 100 meters nett vil medføre en litt anderledes tilnæringsmåte i arealbudsjettingen enn det som har vært vanlig hittil. Istedenfor å vurdere relativt små områder mot hverandre, vil det være mer aktuelt å vurdere overordnede utbyggingsstrategier som f.eks. valg av vekstretning for et tettsted. Arealbudsjettingen bør da ta utgangspunkt i et sett av planområder definert som arealer på minimum 1 km² som avgrenser aktuelle utbyggingsområder langs definerte akser ut fra eller i definerte soner rundt (eller i) tettstedet.

På kartet i figur 9 er planteiger og budsjett-teiger i

omlandet rundt Malvik tettsted forsøkt inndelt i "planområder". Område A dekker Malvik tettsted og gir grunnlag for vurdering av en utbyggingsstrategi basert på utvidelse av det eksisterende tettstedet kombinert med fortetting/utfylling i tettstedet. Område B angir en utbyggingsretning videre østover langs Trondheimsfjorden, dvs. en fortsettelse av "bybåndet" fra Trondheim i retning Hommelvik og Stjørdalshalsen (Nord-Trøndelag). Område C avgrensar utbyggingsmuligheter langs hovedveinettet sørover fra Malvik tettsted. Områdene D og E representerer mer "uavhengige" løsninger i den forstand at de ikke har noen tilknytning til dagens tettsteder eller hovedveinett ut fra disse tettstedene.

Arbeidsopplegget ved punktsamplingsbasert arealbudsjettering vil også skille seg en del fra opplegget hittil. Til nå har en basert seg på avgrensing av teiger først og deretter arealmåling innenfor disse teigene. Ved punktsampling vil det være få kostnader ved å dekke et noe større område, f.eks. kan en tenke seg at alle arealer innenfor bestemte avstandssoner rundt tettsteder blir dekket. Grensene for aktuelle "planområder" kan så innarbeides som et eget datasjikt i en modell slik som skissert i figur 5 (kap. 4.2). Områder hvor det foreligger utbyggingsplaner legges inn på tilsvarende måte (hentes fra SSB' planregnskap). Endring av "planområder" (flytting av grenser, innføring av nye områder osv.) utføres som en separat operasjon og ny arealberegning utføres automatisk ved kopling mot arealdatabasen.

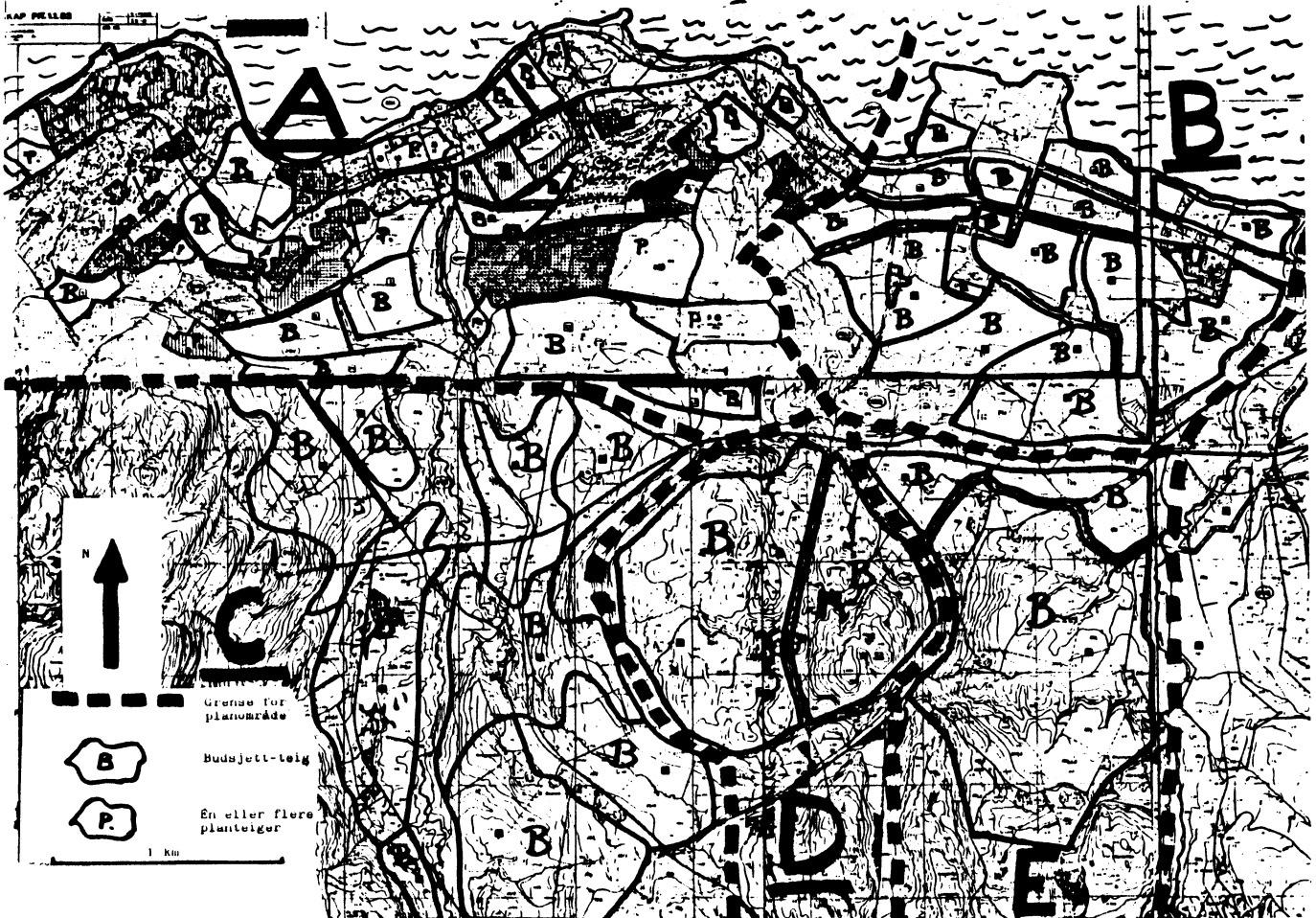
Hvis en ønsker å gi tall for de enkelte plan- og budsjett-teigene, vil det være nødvendig å supplere punktsamplingen med flate-måling (f.eks. planimetrering) av teigene. Målingen av arealfordelingen i hver teig kan imidlertid erstattes av en enkel typifisering basert på klassifiseringen av utvalgspunktene innenfor teigen.

Forutsetningen for en slik tilnæringsmåte er at alle teiger er truffet av minst ett utvalgspunkt. Spørsmålet er derfor hvor små teigene kan være for at denne betingelsen skal være oppfylt.

Ved å betrakte et kvadratisk punktnett med maskevidde D , vil en lett se at det største polygonet (uten konkav form) som kan plasseres mellom punktene (uten at disse berøres) vil ha en bredde på nesten $D\sqrt{2}$. Dette betyr at det minste landskapselementet som med sikkerhet vil bli truffet av minst ett utvalgspunkt, må ha en størrelse på:

$$(D\sqrt{2})(D\sqrt{2}) = 2 D^2 \quad (9)$$

Hvis det benyttes et 100 x 100 meters nett vil det med andre ord være mulig å typifisere teiger ned til 20 dekar.



Figur 9. Malvik kommune. Malvik tettsted med omland.

6. TYPIFISERING OG ENKEL AREALBRUKSKLASSIFISERING

6.1 Typifisering av budsjett-teiger

Presisjonen ved typifisering av budsjett-teiger kan testes empirisk ved hjelp av datamaterialet fra Malvik kommune (se kap. 5.2.2). Det er brukt følgende enkle klassifisering:

- J : Mer enn 50 prosent av arealet er jordbruksareal.
 S : Mer enn 50 prosent av arealet er skog.
 A : Mer enn 50 prosent av arealet er ikke jordbruksareal eller skog.
 JS: Jordbruk og skog har størst andeler, men ingen utgjør mer enn 50 prosent.
 JA: Jordbruk og ikke-jordbruksareal/skog har størst andeler, men ingen utgjør mer enn 50 prosent.
 SA: Skog og ikke-jordbruksareal/skog har størst andeler, men ingen utgjør mer enn 50 prosent.

Tabell 5 viser samsvaret mellom klassifisering basert på henholdsvis punktsamplung og flatemåling. Målingene omfatter i alt 42 teiger. Gjennomsnittsstørrelsen er ca. 190 dekar, 11 av teigene er under 50 dekar og 4 er 30 dekar eller mindre. Den minst teigen er på 16 dekar.

Tabell 5. Klassifisering av budsjett-teiger basert på henholdsvis punktsamplung (100 x 100 m nett) og flatemåling. Materiale fra nordvestre del av Malvik kommune.

Punktsamplung	Flatemåling						
	I alt	J	S	A	JS	JA	SA
	Antall punkter						
I alt	42	34	7	-	-	1	-
J	32	31	1	-	-	-	-
S	6	1	5	-	-	-	-
A	1	1	-	-	-	-	-
JS	2	-	1	-	-	1	-
JA	1	1	-	-	-	-	-
SA	-	-	-	-	-	-	-

Kun 6 av teigene er klassifisert forskjellig. Materialet tyder ikke på at små teiger har vesentlig mer avvik enn store teiger. Minst ett (sannsynligvis to) av avvikene skyldes en åpenbar feilregistrering i materialet fra arealbudsjetteringsprosjektet. Videre skyldes trolig minst ett av avvikene at flatemålingene (fra arealbudsjetteringsprosjektet) ikke svarer til teigavgrensingen på kartene (som danner utgangspunktet for sammenstillingen).

Totalt viser undersøkelsen at punktsamplung med 100 x 100 meters nett gir et rimelig grunnlag for en grov typifisering av arealteiger ned til ca. 20 dekar. Dette bekrefter beregningene i kapittel 4.2.2.

6.2 Arealbruk i planområder

Til hver basisenhet i arealbudsjetteringen skal det være knyttet tall for sammensetning av arealressursene. Ved punktsamplingsbasert budsjettering beregnes denne sammensetningen ved hjelp av punkttelling. Spørsmålet i denne undersøkelsen er om denne beregningsmetoden gir andre resultater enn flatemåling.

I tabell 6 er det foretatt en sammenlikning mellom flatemåling (fra arealbudsjetteringsprosjektet for Trondheimsregionen) og punktsamling av arealfordelingen i plan- og budsjett-teigene i planområdene B og C (se kap. 5.2.2). Tabellen viser prosentfordelingene for de to registreringsmetodene, samt absoluttverdien av differansen i prosentpoeng mellom de to fordelingene.

Gjennom planområdene går en del veier. Mye tyder på at disse ikke er tatt med i flatemålingene. I tabellen er det derfor også foretatt en sammenlikning hvor veiarealet er holdt utenfor i punktsamplingsresultatene.

Ved sammenlikning av prosentfordelinger basert på så ulike metoder som punktsamling og flatemåling, vil det vanligvis bli en viss forskjell i tallene. For å kunne fastslå om fordelingene er ulike er det imidlertid nødvendig å avgjøre om forskjellene er signifikante. Problemet kan forenklet beskrives slik:

Anta at det er utført arealbruksestimering med punktsamling for et planområde. Anta at estimeringen har gitt som resultat at en type arealbruk utgjør p_1 prosent av området. Anta videre at flatemåling viser p_2 prosent for den samme arealbrukstypen.

Spørsmålet er nå om punktsamlingen har gitt et annet resultat enn flatemålingen. Dette kan formuleres som et hypoteseprøvningsproblem. Som "nullhypotese" (H_1) velges at prosentene er like, og som "alternativ" (H_2) at de er ulike.

$$H_1 : p_1 = p_2$$

$$H_2 : p_1 \neq p_2$$

Testen er basert på observatoren:

$$V = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\left\{ \frac{1}{n} p_1 (100 - p_1) \right\}}} \quad (10)$$

hvor n er antall punkter i planområdet.

Som vanlig ved hypoteseprøving settes det som krav at hvis H_1 gjelder, så skal sannsynligheten for å påstå $p_1 \neq p_2$ være høyst ϵ . Under H_1 er V tilnærmet normalfordelt med forventning 0 og varians 1. H_1 forkastes hvis $V > (1-\epsilon/2)$ -fraktilen i normalfordelingen (tosidig test).

Ved testing av signifikans i tabell 2 er det brukt nivå $\epsilon=0,05$. Dvs. at et estimert prosenttall (basert på punktsampling) er betraktet som signifikant forskjellig fra flatemålt prosent hvis $V > 1,96$. Signifikante differanser er understreket, mens ikke-signifikante differanser er satt i parentes.

Tabell 6. Sammenlikning av flatemålt og punktsamlet arealfordeling. Utvalgte planområder i Malvik kommune.

Budsjett- teig (B) og plan- teig (P)	Målemetode: F = flatemåling S ₁ = punktsampl. S ₂ = "	Målt areal Dekar	Arealfordeling										
			I alt	Bebyggd	Jordbruk			Skog		Myr	Åpen fast- mark	Annet ube- bygd	
					I alt	Fullid.	Annet	I alt	S-B-M bevit,				Annen skog
Prosent													
<u>Område B₁</u>	F	1549	100,0	3,4	81,3	81,1	0,1	15,0	14,8	0,1	-	0,1	-
B 16-30	S ₁	1600	100,0	8,1	74,4	74,4	-	16,3	16,3	-	-	1,3	-
P 38-39	F-S ₁			<u>4,7</u>	<u>6,9</u>	(6,7)	(0,1)	(1,3)	(1,5)	(0,1)	-	(1,2)	-
Korrigert for veier	S ₂	1540	100,0	4,5	77,3	77,3	-	16,9	16,9	-	-	1,3	-
	F-S ₂			(1,1)	(4,0)	(3,8)	(0,1)	(1,9)	(2,1)	(0,1)	-	(1,2)	-
<u>Område C₁</u>	F	2656	100,0	3,1	69,2	66,0	3,2	21,2	18,2	3,0	5,5	0,1	1,0
B 55-62	S ₁	2730	100,0	4,8	68,9	64,8	4,0	23,1	17,9	5,1	1,8	0,4	1,1
B 64	F-S ₁			(1,7)	(0,3)	(1,2)	(0,8)	(1,9)	(0,3)	(2,1)	<u>3,7</u>	(0,3)	(0,1)
Korrigert for veier	S ₂	2690	100,0	3,3	69,9	65,8	4,1	23,4	18,2	5,2	1,9	0,4	1,1
	F-S ₂			(0,2)	(0,7)	(0,2)	(0,9)	(2,2)	(0,0)	(2,2)	<u>3,6</u>	(0,3)	(0,1)

I utgangspunktet er det signifikant forskjell på tallene for bebyggd areal og jordbruksareal (i alt) i område B. Men som tidligere omtalt er det mye som tyder på at veiareal ikke er tatt med i flatemålingene. Som det framgår av tabellen er det ingen av resultatene fra de to målingene som er signifikant forskjellige når veiareal (fra punktsamplingen) holdes utenfor sammenlikningen.

I område C har det mindre betydning om veiareal holdes utenom. I begge situasjoner er tallene for myr signifikant forskjellige. Dette skyldes trolig ulik definisjon av myr i de to registreringene. Planområdet inneholder to områder med delvis skogbevakst myr i følge økonomisk kartverk (ved punktsamplingen er det i tillegg til kart også bruk flybilder - fra 1980, M 1:10000). I

punktsamlingen har skog vært regnet som overordnet arealbruk, mens en i arealbudsjetteringsprosjektet åpenbart ikke har hatt en slik regel. Hvis vi tar hensyn til denne forskjellen i definisjon av myr, er det ikke signifikant forskjell mellom noen av resultatene.

Fra resultatene i tabell 6 kan en konkludere med at punktsampling med 100 x 100 meters nett gir tilstrekkelig grunnlag for arealbruksregistrering i planområder (se definisjon i kap. 5.2.2).

7. FLERDIMENSJONAL AREALBRUKSKLASSIFISERING

Areal kan klassifiseres etter mange forskjellige egenskaper, f.eks. etter topografiske egenskaper, etter vegetasjonsdekket, etter bruken av arealet osv.. Videre kan hver av disse egenskapene klassifiseres på flere geografiske nivåer (ulik oppløsningsgrad). Klassifiseringene kan dessuten gjentas for flere tidspunkter.

Ved å kople sammen klassifiseringer på tvers av egenskaps-skiller, nivåskiller og tidsskiller, kan det framstilles ny informasjon (flerdimensjonal klassifisering). En slik teknikk lar seg lett gjennomføre med punktsampling (se kap. 4.2). Muligheten er på flere måter utnyttet i arealregnskapet. F.eks. er det laget regnskap for arealbrukskonverteringer ved tettstedsutbygging, oversikter over alternativ arealbruk (f.eks. dyrkingsjord i skog) m.m..

I arealbudsjettering er det primært kartlegging av byggemuligheter i allerede bebygde områder og kvalitetsgradering av arealer etter ulike skalaer som er interessante å gjennomføre med denne teknikken.

7.1 Fortettingsmuligheter i boligområder

Fortettingsmuligheter i boligområder (småhusområder) kan anslås på flere måter. Vanligvis er en opptatt av dagens utnyttelsesgrad, samt en konkret tallfesting av hvor stort areal som kan bygges ut etter bestemte kriterier.

I punktsampling beregnes utnyttelsesgrad ved kombinasjon av et datasjikt med klassifisering av tomt (boligtomt, forretningstomt osv.) og et datasjikt med registrering av bygninger (evt. også høyde på bygningene). Beregningen utføres for et større område av gangen.

Utnyttelsesgraden gir i seg selv en indikasjon på fortettingsmulighetene i et boligområde. Men ved planlegging av fortetting trenger en også kunnskap om arronderingen av strøket. Dette har betydning bl.a. hvis det settes minimumskrav til tomtestørrelse etter at fortettingen er gjennomført, hvis en ønsker oversikt over

muligheten for samlet utbygging av flere boligenheter osv..

I arealregnskapet er dette problemet løst ved at tomter på minimum 1 dekar som kan skilles ut fra store villahager, er gitt en spesiell klassifisering (det er ikke tatt hensyn til eiendomsgrenser). Disse arealene sammen med ubebygde tomter på 0,5-5 dekar i boligområdene (med småhusbebyggelse) er kalt fortettingsareal.

Tabell 7 viser gjennomsnittlig utnyttelsesgrad i utvalgte soner i Oslo kommune. Utnyttelsesgraden (u-grad) er beregnet som gulvareal dividert på brutto tomteareal. Brutto tomteareal er her definert som summen av alle bebygde tomter (inkl. veier, banelinjer osv.). Gulvareal er beregnet ved hjelp av høyderegistrering av bygninger med etasjeangivelse. Antall etasjer er gitt som et klassesdelt materiale, 1-2 etasjer, 3-5 etasjer, 6-10 etasjer osv.. Ved beregningen er det antatt at alle bygninger har en høyde lik middeltallet i klassen. Tabellen viser også utnyttelsesgraden på boligtomter med småhusbebyggelse i tillegg til fortettingsareal (dvs. areal på min. 1 dekar) i villahager (ubebygde tomter er ikke regnet med). Utnyttelsesgraden på boligtomter er definert som gulvareal dividert på netto tomteareal (dvs. kun selve boligtomten). Fortettingsarealet er gitt i prosent av totalt areal til boligtomter (med småhusbebyggelse).

Tabell 7 viser også hvor stor del av arealet i hver sone som er ubebygd. Andel ubebygd areal er en nyttig opplysning når en skal vurdere fortetting.

Tabell 7. Utnyttelsesgrad, fortettingsareal og andel ubebygd areal. Utvalgte soner i Oslo kommune. 1980.

Sone	U-grad		Fortettingsareal i villahager	Andel ubebygd areal
	Alle bebygde deler	Boligtomter med småhus		
	Andel		Prosent	
30 Bekkelaget	0,20	0,21	29,8	29,7
40 Grorud	0,62	0,22	12,1	33,6
44 Grefsenlia	0,38	0,26	18,0	20,4
54 Ullern	0,38	0,26	46,6	17,9

Alle beregningene er basert på punktsampling med 100 x 100 meters nett hvor standard sone/rodeinndeling i Oslo er lagt inn som et eget datasjikt. Arealbruksregistreringene er basert på flybilde-tolkning.

Det foreligger ikke tall fra andre undersøkelser som direkte

kan sammenliknes med resultatene i tabell 7. Oslo byplankontors målinger av fortettingsareal i eldre villaområder ser imidlertid ut til å bekrefte fortettingsanslagene i tabellen.

Beregning av utnyttelsesgrad, fortettingsmuligheter osv. krever målinger fra relativt store områder. Generelt er kravene de samme som til basisenheten i punktsamlingsbasert arealbudsjettering (se kap. 5.2), dvs. av med 100 x 100 meters nett må beregningene baseres på målinger i minimum 1 km² store områder.

7.2 Kvalitetsklassifisering - egnethet til jordbruk

I arealbudsjettering er en interessert i kvalitetsgradering av areal etter flere skalaer. Dyrket og dyrkbar jord ønsker en å dele inn etter produksjonsevne, skog ønsker en å dele inn etter vekstevne (bonitet), verdi av stående bestand og driftskostnader, aktuelle utbyggingsarealer ønsker en å dele inn etter utbyggingskostnad og fri-områder ønsker en å dele inn etter deres verdi for rekreasjon.

Tilknyttet arealregnskapet er det under utvikling et system for klassifisering av dyrket og dyrkbar jord etter egnethet for jordbruk. Det er utviklet en modell tilpasset punktsampling på økonomisk kartverk. Rent teknisk skjer klassifiseringen ved at informasjon fra forskjellige datasjikt kombineres og regnes om til ny avledet informasjon (se kap. 4.2).

Modellen bygger på arbeider av Strand (1964, 1984), Njøs (1979) og Grønlund (1984). Ved klassifiseringen legges hovedvekten på to komponenter, nemlig en klimafaktor og en terrengfaktor. Klimaet deles inn etter middeltemperatur i vekstsesongen (mai-september). Utover inndeling i dyrkbar og ikke-dyrkbar jord, er det kun i liten utstrekning tatt hensyn til jordkvalitet (fordi slike data er vanskelige å skaffe). Det er imidlertid viktig å være klar over at temperaturen danner minimumsfaktoren for jordbruket i Norge.

På generell form kan modellen for egnethet skrives:

$$E = f(k(x,y,z,e), t(h,a), j(m,s,v,d)) \quad (11)$$

hvor $k(x,y,z,e)$ er en klimafunksjon

med x = vest-øst beliggenhet

y = sør-nord beliggenhet

z = høyde over havet

e = eksposisjon og topografi

hvor $t(h,a)$ er en terrengfunksjon

med h = helling

a = arrondering/størrelse/helling

hvor $j(m,s,v,d)$ er en jordkvalitetsfunksjon.

med m = myr/torvjord

s = steininnhold

v = dreneringsevne

d = dyrkbarhet.

Klimafunksjonen har følgende form (Strand 1964/1984, Engebretsen 1986):

For Østlandet og Sørlandet:

$$T = 14,1 - 0,0057z - 0,0033y - (n-s) 0,6536 \quad (12)$$

For Vestlandet, Trøndelag og Nord-Norge:

$$T = 13,5 - 0,0055z - 0,0039y - (n-s) 0,6536 \quad (13)$$

hvor T = middeltemperatur mai-september i $^{\circ}\text{C}$.

z = høyde over havet i meter

y = sør-nord koordinat i NGO-systemet

n = 1 hvis arealet er myr/dyrket myr eller hvis arealet
heller mot nord, nordvest eller nordøst med minst
5 prosent.

0 ellers.

s = 1 hvis arealet heller mot sør, sørvest eller sørøst
med minst 5 prosent.

0 ellers.

Beliggenhet vest-øst (dvs. x i (10)) inngår kun indirekte i denne modellen gjennom splittingen i (11) og (12). Modellen tar ikke hensyn til lokale målinger. Det vil etterhvert være nødvendig å innarbeide slike målinger av hensyn til store avvik fra beregnet middeltemperatur i enkelte områder. Også en del andre meteorologiske data bør etterhvert innarbeides, f.eks. forholdet mellom nedbørmengde

og temperatur gjennom vekstsesongen (temperaturoverskudd/-underskudd i forhold til nedbørmengde).

I prinsippet vil hele E kunne beregnes som en kontinuerlig fordeling. Av praktiske grunner deles likevel egnetheten inn i 6 hovedklasser, med en sjuende klasse for uegnet til dyrking.

Klasse 1a: Ingen viktige begrensninger. Et stort antall vekster kan gi god og årssikker avling. Særlig gunstige klimatiske betingelser.

Klasse 1b: Som 1a, men uten særlig gunstige klimatiske betingelser.

Klasse 2: Areal med få begrensninger mht. plantevalg.

Klasse 3: Areal med moderate begrensninger mht. plantevalg. En del vekster kan gi god og årssikker avling.

Klasse 4: Areal med betydelige begrensninger mht plantevalg. Grovfor kan gi godt resultat.

Klasse 5: Areal med sterke begrensninger mht plantevalg. Åkerdyrking lite aktuelt. Gunstig for gras.

Klasse 6: Areal med svært sterke begrensninger. Bare grasdyrking er aktuelt. Marginal for fulldyrking, men kan være egnet for overflatedyrking eller beite.

Klasse 7: Ikke dyrkbar jord. I visse tilfelle kan arealet nyttes til beite.

Ved klassifiseringen benyttes følgende diagram (Engebretsen 1986):

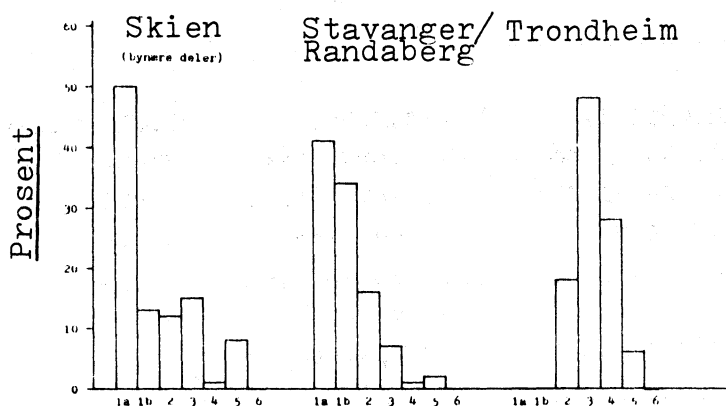
Egnet- hets- klasse	Klima (mid.- temp. gr.C.)	Driftsforhold				
		Terrengforhold		Jord- art	Jordkvalitet	
		Hell- ing Prosent	Arrondering, størrelse, helling	Stein- innhold	Drenering	Dyrkings- mulighet
1a	13,1-					
1b	12,1-13,0	0-11	Lettbrukt fulldyrket jord eller	Ikke myr- jord	Ikke blokkrik dyrk.j.	
3	11,1-12,0	12-19	dyrkings- jord		Blokk- rik dyrking- jord	Full- dyrket jord
3	10,1-11,0	20-25	Mindre lettbrukt fulldyrket jord eller	Myr eller dyr- ket	Selvdren. og ikke tørkesvak dyrkings- jord	og dyrk. jord
4	9,1-10,0	26-33	dyrkings- jord	myr	Svært blokkrik dyrkings- jord	
5	8,1- 9,0	34-40	Tungbrukt fulldyrket jord		Tørkesvak dyrkings- jord	
6	- 8,0	41-				
7			Hverken fulldyrket jord eller dyrkingsjord			

Klassifiseringen etter skjemaet ovenfor utføres slik at egnetheten i hovedsak settes lik høyeste parameterverdi (f.eks. vil et areal bli klassifisert som 3 hvis det har en helning mellom 20 og 25 prosent selv om de øvrige faktorene har verdi 1). Unntak er gjort for areal som både har dårlige klimaforhold og driftsforhold. Disse arealene er gitt et ekstra klassenedrykk i forhold til hovedregelen. Diagrammet nedenfor viser hvordan egnethetsklassene bestemmes.

Diagram for bestemmelse av egnethet for jordbruk etter klimatiske betingelser og driftsforhold (Engebretsen 1986):

Klimatiske betingelser	Driftsforhold						
	1	2	3	4	5	6	7
	Egnethet for jordbruk						
1a	1a	2	3	4	5	6	7
b	1b	2	3	4	5	6	7
2	2	2	3	4	5	6	7
3	3	3	4	4	5	6	7
4	4	4	4	5	5	6	7
5	5	5	5	5	6	6	7
6	6	6	6	6	6	7	7

Det er gjennomført en del forsøksregistreringer i utvalgte kommuner for å prøve modellen. Det er brukt punktsamling med 500 x 500 meters nett. Som datakilde er brukt økonomisk kartverk. Figur 10 viser en del resultater fra dette prosjektet.



Figur 10. Dyrket og dyrkbar jord etter egnethet for jordbruk. Resultater fra et forsøksprosjektet tilknyttet arbeidet med ressursregnskap for areal. Utvalgte kommuner. Kilde: Engebretsen (1986).

7.3 Egnethetsmodell brukt ved arealbudsjettering

Tilknyttet arealbudsjetteringsprosjektet for Trondheimsregionen har Fylkeslandbrukskontoret i Sør-Trøndelag gjennomført en klassifisering av jordbruksareal etter produksjonsevne. Opplegget har vært basert på en tradisjonell kartlegging med klassifisering av hele flater (på kart). Det er delvis brukt markbefaring under arbeidet (Widding og Revdal 1984).

Det er brukt en lokalt tilpasset modell ved klassifiseringen. Skjematisk kan denne settes opp slik:

Klimakvalitet

Høydesone:

Klasse 1:	0- 49 m.o.h.
" 2:	50-199 "
" 3:	200-349 "
" 4:	350-499 "
" 5:	500-649 "
" 6:	650- "

For arealer som ligger mer enn 50 m.o.h. gis 1 sone-opprykk for sørhelling og 1 sonenedrykk for nordhelling. Myrområder gis 1 sonenedrykk.

Terrengkvalitet

Helningsgrad:

Klasse 1:	0-11 prosent
" 2:	12-19 "
" 3:	20-32 "
" 4:	33- "

Arrondering:

1:	Teigstørrelse > 20 dekar.
2:	Teigstørrelse < 20 dekar.

Innsalg av andre terrengulemper gis skjønnsmessig nedrykk

Jordkvalitet

Jordart:

1:	Sand
2:	Silt
3:	Leir
4:	Morene
5:	Myr

Jorddybde:

1:	90- cm
2:	60-89 "
3:	30-59 "
4:	-29 "

Drenering:

1:	Tørkesvak
2:	Selvdrenert og rimelig tørkesvak
3:	Krever grøfting

Stein- og blokkinnh:

1:	0-19 m /daa
2:	20-49 "
3:	50-99 "
4:	100- "

Humusinnhold:

1-2	klassopprykk for jordkv.:	20-30 cm torv/råhumus
1	"	10-20 cm råhumus
0	"	under 10 cm råhumus
0	"	under 5 cm mold
1-2	"	over 5 cm mold.

7.4 Sammenlikning av resultater fra de to egnethetsmodellene

Materialet fra arealbudsjetteringsprosjektet kan brukes for å vurdere kvaliteten på de punktsamlingsbaserte registreringene. Resultatene fra Fylkeslandbrukskontorets kartlegging er punktsamlet med 500 x 500 meters nettet og lagt inn som et eget datasjikt. Tabell

8 viser samsvaret mellom de to prosjektenes resultater.

Tabell 8. Klassifisering av jordbruksareal i Trondheim kommune etter Fylkeslandbrukskontorets modell og etter arealregnskapsmodellen. Hektar.

Areal- regnskaps- modellen	Fylkeslandbrukskontorets modell							
	I alt	1	2	3	4	5	6	7
I alt	33675	1550	4475	3575	850	-	25	23200
1a	-	-	-	-	-	-	-	-
b	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1800	750	750	175	-	-	-	125
3	4800	575	2275	1100	125	-	-	725
4	2825	50	750	1225	250	-	-	550
5	575	-	100	175	150	-	-	150
6	-	-	-	-	-	-	-	-
7	23675	175	600	900	325	-	25	21650

I tabellen er det innarbeidet en klasse 7 i Landbrukskontorets modell. Dette er gjort for å få med hele kommunens areal.

På grunn av ulikheter i klassifikasjonssystemene gir tabellen ikke holdepunkter for en vurdering av resultatene i forhold til hverandre. Hvis vi tar hensyn til at arealregnskapsmodellen begynner på klasse 2 i Trondheim, er det likevel et påfallende trekk at resultatene fra de to undersøkelsene viser i stor grad samme fordeling. Spørsmålet er nå om de forskjellene som kan observeres skyldes ulikheter i klassifikasjonssystemet eller feil i en av registreringene.

Tabellen avslører stor uenighet om hvilke arealer som er uegnet for dyrking (klasse 7). I de tilfellene hvor kun Landbrukskontoret har klasse 7 skyldes det trolig at disse områdene ikke er omfattet av Landbrukskontorets prosjekt. I de motsatte tilfellene (dvs. der bare punktsamlingen gir klasse 7) dreier det seg om arealer som ikke er angitt som dyrket eller dyrkbar jord på økonomisk kartverk. I enkelte tilfeller dreier det seg om bebygd areal.

Arealer som i minst en av undersøkelsene er klassifisert som klasse 7, vil i de følgende analysene bli holdt utenfor.

For å kunne vurdere resultatene mot hverandre er det nødvendig å finne årsakene til forskjellene. Fordelen med punkt-sampling er at det er lett å innarbeide endret vektlegging av de

forskjellige parametrene. For å kunne gjennomføre sammenlikningen gjelder det å finne fram til hvilke endringer som må innarbeides.

For de parametrene som inngår i begge modellene og hvor målegrunnlaget er klart angitt, er det lett å kalibrere modellene i forhold til hverandre. For de øvrige parametrene har det vært nødvendig å gjennomføre detaljerte undersøkelser og mange prøvekjøringer av modellene.

Undersøkelser tyder på at Landbrukskontorets modell kun gir eksposisjonskorreksjon (tillegg eller fradrag fra klasse) ved direkte sør/nord-helling og kun når skråningen er minst ca. 10 prosent (mot minst 5 prosent i arealregnskapsmodellen). I prinsippet tar Landbrukskontorets modell ikke hensyn til inndelingen på økonomisk kartverk i lettbrukt, mindre lettbrukt og tungbrukt jord. Denne undersøkelsen tyder likevel på at det er lettere å finne samsvar mellom registreringene hvis inndelingen på kartverket innarbeides. Det ser ut til at lettbrukt jord i stor grad dekker klasse 1-2, mindre lettbrukt jord dekker klasse 3 og tungbrukt jord klasse 4-6 i Landbrukskontorets modell.

Arealfordeling etter Landbrukskontorets modell kan også estimeres ved hjelp av de registrerte parametrene i punktsamlingen. En slik beregning er foretatt og i tabell 9 er resultatene sammenliknet med Landbrukskontorets registreringer. Marginalene i tabellen viser den relative fordelingen på klasser i følge hver av registreringene. Nettoavviket måler differansen i prosentpoeng mellom de to fordelingene. Andel likt klassifisert er regnet relativt til Fylkeslandbrukskontorets klassifisering. Nettoavvik som ikke er signifikant forskjellig fra 0 er satt i parentes i tabellen (se kap. 6.2).

Det er vanskelig å avgjøre om tabellen gir grunnlag for å forkaste/ikke forkaste punktsamling som metode for egnethetsklassifisering av dyrket og dyrkbar jord. Først og fremst skyldes dette en usikkerhet med hensyn til hvor nær Landbrukskontormodellen vi har kommet i den beregnede klassifiseringen.

Det store avviket for klasse 3 kan tyde på nedgradering pga. dårlig jordkvalitet i Landbrukskontorets klassifisering. Slik nedgradering er ikke mulig med arealregnskapsmodellen i dens nåværende form. Det er imidlertid ikke vanskelig å legge inn jordkvalitets-skranker i modellen. Skal dette ha noen hensikt må nødvendig kartgrunnlag være tilgjengelig (kvartærgeologisk kart).

Hvis vi forutsetter at avviket mellom klasse 3 (målt) og klasse 2 (beregnet) kan reduseres til nivået på de andre avvikene (med bedre jordkunnskap), vil andel likt klassifisert øke til knapt 80 prosent totalt.

Ved sammenlikning mellom de to modellen må en også ta hensyn til at den ene er basert på flatekartlegging og den andre på måling i punkter. Ved flatekartlegging vil en klassifisere etter gjennomsnitts-

forhold for et større areal. Enkeltpunkter innenfor slike flater kan i mange tilfeller avvike en del fra gjennomsnittsforholdene.

Det er også viktig å ta hensyn til at klassifiseringene fra Landbrukskontoret i liten grad er basert på eksakte målinger, i motsetning til punktsamlingen.

Tabell 9 Sammenlikning av Landbrukskontorets klassifisering og Landbrukskontorets modell beregnet ved punktsamling.

Landbr. ktr.'s modell. Punkt- samlet	Fylkeslandbrukskontorets klassifisering						
	I alt	1	2	3	4	5	6
	Prosent						
I alt	100,0	16,3	45,9	31,7	6,2	-	-
	Prosent		Hektar				
I alt	100,0	8450	1375	3875	2675	525	-
1	15,1	1275	1050	225	-	-	-
2	54,1	4575	125	3225	1150	75	-
3	25,7	2175	200	325	1350	300	-
4	5,0	425	-	100	175	150	-
5	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-
Nettoavvik:		(1,2)	8,2	6,0	(1,2)		
Andel likt klassifisert:	<u>60,3</u>	76,4	83,2	50,5	28,6		

Fordi fordelingene etter de to modellene tross alt er relativt like og fordi avvikene trolig kan forklares, er det rimelig å konkludere med at klassifisering av dyrket og dyrkbar jord etter egnethet for jordbruk kan baseres på flerdimensjonal punktsamling.

Hvis metoden skal anvendes i arealbudsjettering må en stille krav til basisenhet, maskevidde i utvalgsnettene osv. som det er redegjort for i kapittel 5.2.

7.5 Andre kvalitetsklassifiseringer

En kvalitetsklasseinndeling av skog til bruk i arealbudsjettering bør bygge på vekstevne (bonitet), verdi av stående bestand og driftsforhold. Skogarealets langsiktige ressursmessige verdi vil være bestemt av vekstevne og driftsforhold (bratthet, transportavstand mv. - dvs. kostnader ved avvirking). For vurdering av økonomiske konsekvenser av utbygging er også informasjon om stående bestand

viktig (hogstmodenhet, salgsverdi). En samlet inndeling etter disse kriteriene er kalt kostnadsklassifisering av skog.

Næsset (1985) har foreslått følgende kostnadsklassifiseringsfunksjon basert på registrering ved hjelp av punktsampling:

$$C = f(kd, kt, b, hoh, bg, h, e, d, p)$$

der

kd= kronediameter

kt= kronetetthet

b = bonitet

hoh= høyde over havet

bg= breddegrad

h = trehøyde

e = terrengbratthet

d = veiavstand

p = priser.

Hvert treslag vil ha en egen funksjon. Trevariablene (kronediameter, kronetetthet og trehøyde) må baseres på flybildetolkning (stereomodell). Disse variablene vil gi grunnlag for kubering (volumberegning). Variablene som knytter seg til bonitet og terrengforhold kan hentes fra økonomisk kartverk. I hovedsak kan disse opplysningene beregnes på basis av samme registreringsopplegg som til egnethetsklassifiseringen av dyrket og dyrkbar jord.

En egnethetsklassifisering for rekreasjonsareal kan baseres på følgende komponenter (etter Elvestad 1981):

Passeringsmulighet: bratthet, framkommelighet i skog, framkommelighet over myr osv.

Estetiske verdier: skogsbryns lengde, landform, vegetasjon, utsikt osv.

Kapasitet (hvor mange turgåere kan oppholde seg i et område uten at det virker "fullt"): Kuperthet, tetthet og høyde på vegetasjonen osv.

I tillegg vil det ofte være aktuelt å vurdere vegetasjonens tåleevne, områdets avstand til vei eller bane (tilgjengelighet) osv.

Innhenting av disse variablene kan i stor grad dekkes ved opplegget for registrering av opplysninger til egnethet for jordbruk og kostnadsklasser for skog. Vektlegging av de forskjellige komponentene vil variere fra sted til sted. Dette kan en ta hensyn til ved å utvikle regionale modeller for sammenveining av parametrene. Selve registreringsopplegget kan imidlertid være generelt.

En metode for punktsamlingsbasert klassifisering av rekreasjonsareal er utviklet ved Geografisk institutt ved Universitetet i Bergen (Elvestad 1981).

Også egnethet til utbygging kan i stor grad bestemmes gjennom punktsamling. Særlig gjelder dette bratthet og forskjellige avstandsforhold (avstand regnes lett mellom punkter pga. koordinatene). I en viss utstrekning kan en få opplysninger om grunnforhold fra økonomisk kartverk og flybilder (ut fra opplysningene om dyrkbarhet, skogsbonitet, fjell i dagen, egenskaper ved vegetasjonen etc.). Data fra f.eks. kvartærgeologiske og geologiske kart kan også lett legges inn der slike kart er tilgjengelige.

Det viktige er imidlertid her som for de øvrige kvalitetsklassifiseringene, at det i stor utstrekning er mulig å nytte det samme registreringsopplegget. Dvs. at flere kvaliteter kan bli bestemt samtidig, forutsatt at nødvendige beregningsmodeller/klassifiseringsdiagram er utviklet.

8. KOSTNADER VED PUNKTSAMPLING

Dette kapitlet vil behandle tidsforbruk ved arealressurskartlegging basert på punktsamling. Kostnader knyttet til utstyr, datagrunnlag (kart, flybilder etc.), databearbeiding (EDB-kostnader) mv. vil ikke bli omtalt.

Tidsforbruket vil hovedsakelig være bestemt av antall registreringspunkter i utvalgsplanen, antall parametre som skal registreres og parametertype. Generelt vil tidsforbruket pr. punkt være lavere for nett med liten maskevidde enn for nett med stor maskevidde (regnet i forhold til normal utstrekning på fenomenene som skal observeres), fordi nabopunkter i dette nett ofte har samme parameterverdi. Dvs. at tolkingstiden kan reduseres. Imidlertid er tidsforbruket i stor grad knyttet til selve noteringen av observasjonen, koordinater og andre stedfestingsdata (grunnkrets, kartblad m.m.), slik at effekten av nabolikhet likevel blir liten.

Det har også stor betydning hva slags registreringsgrunnlag som benyttes (kart, flybilder), målestokk på registreringsgrunnlaget, utforming av arbeidsplassen og teknisk utstyr osv..

Tidsanslagene nedenfor er basert på erfaringstall fra prosjektet "Arealbruksstatistikk for tettsteder" (Engebretsen 1982, Sørensen 1985) og fra forsøkene med kvalitetsklassifisering av jordbruksareal (kap. 7.2.1). Arealbruken i tettsteder er registrert ved hjelp av flybildetolkning. Til nå har registreringsarbeidet vært basert på bruk av flybilder i målestokk ca. 1:10.000 med registreringspunktene tegnet inn på økonomisk kartverk i transparent utgave (samme

målestokk). I forbindelse med videreføring av statistikkarbeidet er det ved Norges geografiske oppmåling utviklet en teknikk for plassering av registreringspunktene direkte på flybildene (Sørensen 1985). Erfaringer fra begge metodene er lagt til grunn for beregningene i tabell 10.

Arealbruksstatistikken for tettsteder har vært basert på registrering av arealbruk på tre geografiske nivåer (område, teig og fysisk struktur). Dessuten har det samtidig blitt registrert arealbruk på flere tidspunkter (forskjellige flybilder). Samlet gir dette mulighet for beregning av ekstra tidsforbruk ved flerdimensjonal klassifisering (se kap. 4.2 og kap. 7).

Tabell 10. Tidsforbruk ved klassifisering av arealbruk på flybilder med 100 x 100 meters punktnett. Tettbygd strøk.

Enkel klassifisering

Antall punkter registrert pr. time 330

Flerdimensjonal klassifisering

Reduksjon i antall punkter pr. time pr. ekstra dimensjon

Registrering på flere geografiske nivåer 40
 Registrering på flere tidspunkter (flybilder) 75

Beregningene har kun gyldighet for et begrenset antall nivåer og tidspunkter.

Forsøkene med kvalitetsklassifisering har gitt tall for tidsforbruk ved flerdimensjonal punktsamling på økonomisk kartverk. Registreringene er delt i tre hovedkomponenter; lokalisering (dvs. koordinater, kartblad, grunnkrets osv.), terrengform (høyde over havet, eksposisjon, terrengbratthet) og markslag (med all tilleggs-klassifisering som er gitt på kartet). Forsøkene er utført med 500 x 500 meters punktnett. Resultater fra tidsstudiene er vist i tabell 11.

Tabell 11. Tidsforbruk ved registrering av markslag og terrengdata på økonomisk kartverk. 500 x 500 meters punktnett.

Antall punkter klassifisert pr. time	Fordeling av tidsforbruk. Prosent		
	Lokalisering	Terrengform	Markslag
Ca. 55	28	54	18

Ved registrering med 100 x 100 meters nett kan en del av terrengopplysningene beregnes automatisk ved hjelp av høydetall for nabopunkter (gjelder eksposisjon og terrengbratthet). Trolig kan tidsforbruket for terrengregistreringen reduseres til 1/3. Ved bruk av tett nett vil det dessuten være hensiktsmessig å innarbeide lokalt koordinatnett på hvert kartblad (fullstendige koordinater beregnes senere automatisk med et enkelt EDB-program). Denne metoden benyttes i arealbruksstatistikken for tettsteder. Lokaliseringstiden kan trolig reduseres med omlag 30 prosent med denne metoden. Samlet kan trolig antall registreringer pr. time økes til ca. 100 punkter med 100 x 100 meters nett.

Beregningene gjelder nettotid. Arbeid med punktsampling kan over tid være anstrengende. Den virkelige registreringshastigheten er derfor vesentlig lavere enn nettotiden. I tillegg går det med en del tid til forberedelse og tilrettelegging forøvrig.

Erfaringene tilsier at tidsforbruket for flybildetolking bør 4-5 dobles. Punktsampling på økonomisk kartverk krever mindre tilretteleggingstid. Det er trolig tilstrekkelig å 2-3 doble tidsforbruket ved slik sampling i forhold til nettotid.

Det kan nå gis anslag på reelt tidsforbruk ved en del punktsamplingsstyper. Slike anslag er vist i tabell 12. Det er også beregnet tidsforbruk ved kombinasjon av registrering på flybilder og økonomisk kartverk. Det er antatt at en ved et slikt opplegg kan spare inn tid på stedfesting ved at dette kun må utføres for den ene registreringen.

Tabell 12. Tidsforbruk ved ulike punktsamplings typer. Bruttotid.

Samplings- type	Maskevidde i punktnettet. Meter	Antall km ² pr. dagsverk
I Registrering på flybilder, ett tidspunkt, tre geografiske nivåer		
	100	3,0
"	50	0,8
II Registrering på økonomisk kartverk		
	100	2,2
"	50	0,6
Kombinasjon av I og II		
	100	1,6
"	50	0,4

Tidsforbruket til annen punktsamplig, f.eks. registreringer til kostnadsklasser for skog, egnethet til rekreasjon og egnethet til utbygging, er det ikke mulig å beregne fullstendig. Det er imidlertid grunn til å understreke at disse kvalitetsklassifiseringene i stor grad vil bygge på samme registreringsgrunnlag som for egnethetsklassifiseringen av dyrket og dyrkbar jord (se kap. 7.2.2). Mye av registreringen vil derfor være felles og uten ekstra kostnader. Det er imidlertid nødvendig ihvertfall å supplere med opplysning om avstand til vei. I tilknytning til det gjennomførte kvalitetsklassifiseringsprosjektet er det gjort forsøk med en enkel metode for måling av slike avstander. Målingen medførte en økning på 18 prosent av tidsforbruket i forhold til hastigheten oppgitt i tabell 11.

REFERANSER

- Andersen, Ø. (1984): Oppløsningsevne og bildeelement.
Kart og plan nr. 2 1984.
- Elvestad, S. (1981): Evaluation of local rambling areas.
Norsk geografisk Tidsskrift, Vol. 35, 1981.
- Engebretsen, Ø. (1982): Arealbruk i norske byer og tettsteder.
Rapport 82/7. Statistisk Sentralbyrå.
- Engebretsen, Ø. (1986): Kvalitetsklassifisering av jordbruksareal i
arealregnskapet. Rapporter. Statistisk Sentralbyrå.
- Grønlund, A. (1984): Klassifikasjon etter egenskaper for jordbruk.
Jord og myr 1984.
- Hekland, J. (1985): Arealbudsjettering i Trondheimsregionen.
Sammendragsrapport. Ressursavdelingen, Miljøvern-
departementet.
- Njøs, A. (1979): Vurdering av mineraljord til dyrking - forslag til
klassifisering. Jord og myr nr. 1 1979.
- Njøs, A. og Prestvik, O. (udat.): Jordsmonnkartlegging.
Vedlegg til st.meld. om løsmassekartlegging.
Jordregisterinstituttet.
- Næsset, E. (1985): Kostnadsklasser for skog basert på registrering på
kart og flybilder. Upublisert notat. Statistisk
Sentralbyrå.
- Skrøvseth, P.E. (1982): Bruk av punktsampling til utarbeidelse av
arealoppgaver i tettstedsnære områder - eksempler
fra Kråkerøy og Rolvsøy. Interne notater 82/35.
Statistisk Sentralbyrå.
- Skrøvseth, P.E. (1985): Bruk av SPOT data for registrering av areal-
bruksinformasjon. Foredrag på kartdagene 1985.
Kart og plan nr. 2 1985.
- Strand, E. (1964): Klimasoner og dyrkingsområder for jordbruksvekster.
Upublisert notat. Norges Landbrukshøgskole.
- Strand, E. (1984): Korn og korndyrking.
Landbruksforlaget.
- Strøm, G.D. (1985): Arealressurser i Norge - egenskaper ved og bruk av
arealer. Hovedoppgave i geografi, Universitetet i
Oslo.
- Sæbø, H.V. og Engebretsen, Ø. (1979): 3 notater om punktsampling.
Metodehefte nr. 24. Statistisk Sentralbyrå.
- Sæbø, H.V. (1983): Land Use and Environmental Statistics obtained by
Point Sampling. Artikler nr. 144.
Statistisk Sentralbyrå.

Sørensen, M. (1985): Arealbruksstatistikk for tettsteder - vurdering av registreringsmetode, klassifikasjonssystem og behov for statistikken. Norges geografiske oppmåling.

Widding, P. og Revdal, E. (1984): System for arealklassifisering i jordbruket. Upublisert notat. Fylkeslandbrukskontoret i Sør-Trøndelag.

Trykt 1985

- Nr. 85/1 Naturressurser og miljø 1984 Foreløpige nøkkeltall fra ressursregnskapene for miljø, energi, mineraler, skog, fisk og areal Sidetall 94 Pris kr 30,00 ISBN 82-537-2133-1
- 85/2 Aktuelle skattetall 1984 Current Tax Data Sidetall 44 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2142-0
 - 85/3 Eva Ivås og Gunnar Sollie: MODIS IV Detaljerte virkningstabeller for 1983 Sidetall 268 Pris kr 45,00 ISBN 82-537-2153-6
 - 85/4 Lorents Lorentsen og Kjell Roland: Markedet for råolje Historisk utvikling. Teorier og modeller. Prisprognoser Sidetall 58 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2145-5
 - 85/5 Morten Reymert og Carl-Erik Schulz: Eksport og markedsstruktur Eksportutvikling og markedsandeler for Norge og andre land 1963 - 77 Sidetall 149 Pris kr 30,00 ISBN 82-537-2155-2
 - 85/6 Elisabeth Fadum, Katalin Nagy og Tiril Vogt: Referansearkiv for naturressurs- og forurensningsdata: Emnekatalog for ferskvann Sidetall 313 Pris kr 50,00 ISBN 82-537-2159-5
 - 85/7 Arne Rideng, Knut Ø. Sørensen og Kjetil Sørli: Modell for regionale befolkningsframskrivninger Sidetall 71 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2162-5
 - 85/8 Kjetil Sørli: MATAUK En modell for tilgang på arbeidskraft, revidert modell og framskriving av arbeidsstyrken 1983 - 2000 Sidetall 81 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2163-3
 - 85/9 Hilde Olsen, Morten Reymert og Pål Ulla: Det norske nasjonalregnskapet. Dokumentasjonsnotat nr. 20 - Kvartalsvis nasjonalregnskap - Dokumentasjon av beregningsoppbygget Sidetall 97 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2167-6
 - 85/10 Nordby, Børre: Feriereiser og ferieplaner. Undersøkelse i januar-februar 1985 Sidetall 60 Pris 25,00 ISBN 82-537-2170-6
 - 85/11 Liv Argel: Avisenes bruk av statistikk Resultater fra en postundersøkelse i oktober 1984 Sidetall 34 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2185-4
 - 85/12 Anders Harildstad: Det norske nasjonalregnskapet Dokumentasjonsnotat nr. 19 Arbeidskraftregnskapet - Beregning av arbeidskraftforbruket i varehandel Sidetall 45 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2186-2
 - 85/13 Vidar Knudsen: En kvartalsmodell for boliginvesteringer estimert på norske data for perioden 1966 - 1978 Sidetall 46 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2206-0
 - 85/14 Hogne Steinbakk og Terje Wessel: Planrekneskap for Møre og Romsdal 1984 - 1995 Hovedresultat Sidetall 56 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2209-5
 - 85/15 Tore Høy, Terje Wessel og Hogne Steinbakk: Planrekneskap for Sogn og Fjordane 1984 - 1995 Hovedresultat Sidetall 49 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2210-9
 - 85/16 Olav Ljones: Utviklingen av arbeidsmarkedsmodeller i Statistisk Sentralbyrå Sidetall 65 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2216-8
 - 85/17 Skatter og overføringer til private Historisk oversikt over satser mv. Årene 1970 - 1985 Sidetall 75 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2218-4
 - 85/18 Elisabeth Fadum og Tiril Vogt: Referansearkiv for naturressurs- og forurensningsdata: Hefte I Arkivdel Sidetall 272 Pris kr 45,00 ISBN 82-537-2227-3
 - 85/18 Elisabeth Fadum og Tiril Vogt: Referansearkiv for naturressurs- og forurensningsdata: Hefte II Registerdel Sidetall 224 Pris kr 45,00 ISBN 82-537-2227-3
 - 85/19 Svein H. Trosdahl: Kommunale og fylkeskommunale utvalg oppnevnt i 1984 for perioden 1984 - 1987 Sidetall 107 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2235-4
 - 85/20 Vidar Knudsen: INSIDENS - En modell for analyse av fordelingsvirkninger av endringer i avgifter og subsidier Sidetall 43 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2239-7
 - 85/21 Morten Jensen: Kvartalsvise investeringsrelasjoner basert på en utvidet akseleratormodell Sidetall 55 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2237-0
 - 85/22 Totalregnskap for fiske- og fangstnæringen 1980 - 1983 Sidetall 41 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2242-7
 - 85/23 Arild Angelsen: Kommunale utbyggingsplaner til industriformål Sidetall 80 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2245-1

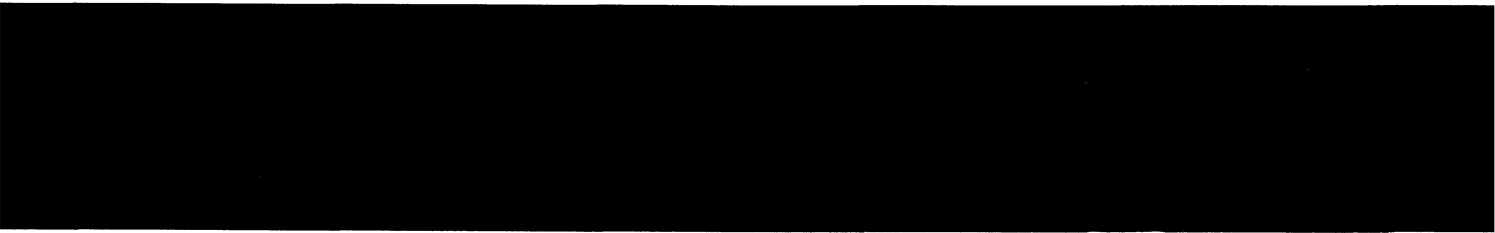
Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk Sentralbyrå (RAPP) - ISSN 0332-8422 (forts.)

Trykt 1985 (forts.)

- Nr. 85/24 Erik Biørn: En kvartalsmodell for industrisektorens investeringer og produksjonskapasitet Sidetall 54 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2250-8
- 85/25 Erik Biørn: Produksjonstilpasning og lageradferd i industri - En analyse av kvartalsdata Sidetall 56 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2251-6
- 85/26 Bjørn Bleskestad og Håkon Mundal: Database for kommunal økonomi Sidetall 77 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2276-1
- 85/28 Paal Sand og Gunnar Sollie: MODIS IV Dokumentasjonsnotat nr. 23 Endringer i utgave 83 - 1 Sidetall 79 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2253-2
- 85/29 Roar Bergan og Øystein Olsen: Eksporttilpasning i MODAG A En MODAG-rapport Sidetall 99 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2255-9
- 85/30 Ingar Kristoffersen og Erik Næsset: Ressursregnskap for skog Sidetall 72 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2256-7
- 85/31 Frode Brunvoll: VAR Hefte I Statistikk for Vannforsyning, Avløp og Renovasjon Analyse av VAR-data Sidetall 77 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2258-3
- 85/32 Feriereiser og ferieplaner Undersøkelse i mai-juni 1985 Sidetall 49 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2262-1
- 85/33 Aktuelle skattetall 1985 Current Tax Data Sidetall 46 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-2265-6
- 85/34 Tor Haldorsen: Statistiske egenskaper ved Byråets standard utvalgsplan Sidetall 46 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2271-0

Trykt 1986

- Nr. 86/1 Naturressurser og miljø 1985 Energi, mineraler, fisk, skog, areal, vann, luft, miljø og levekår Ressursregnskap og analyser Sidetall 94 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2278-8
- 86/3 Gunvor Iversen: Arbeidsmarkedstilpasninger blant ektepar En oversiktsrapport Sidetall 150 Pris kr 30,00 ISBN 82-537-2305-9
- 86/5 Reklame og informasjonssendinger i postkassen 1985 Sidetall 54 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2310-5
- 86/6 Geir Skjæveland, Hogne Steinbakk, Johan Fredrik Stranger-Johannessen, Nils Valland og Dag Weatherstone Planregnskap for Aust-Agder 1986-1997 Hovedresultater Sidetall 110 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2349-0 ISSN 0332-8422
- 86/8 Øystein Engebretsen: Punktsampling som grunnlag for regional arealbudsjettering Sidetall 52 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2347-4
- 86/9 Øystein Engebretsen: Kvalitetsklassifisering av jordbruksareal i arealregnskapet Sidetall 59 Pris kr 25,00 ISBN 82-537-2348-2



Pris kr 25,00

Publikasjonen utgis i kommisjon hos H. Aschehoug & Co. og
Universitetsforlaget, Oslo, og er til salgs hos alle bokhandlere.

ISBN 82-537-2347-4
ISSN 0332-8422