



## FORORD.

Etter initiativ fra Miljøvernavdelingen hos Fylkesmann i Østfold ble prosjektet om Mera-vassdraget satt igang. Prosjektet ble gjennomført ved midler fra "KOPPERSK" og Miljøverndepartementet.

Arbeidsplass under arbeidet med prosjektet var ved "KOPPERSK", NLF, Ås. I løpet av fem måneder i tiden april- desember 1984 ble arbeidet gjennomført innenfor prosjekt-beskrivelsen

"Forutgåing av naturverningsreserver, i tillegg til "eravassdraget". Det er biologen Rune Savre som har stått for arbeidet og som er ansvarlig for denne rapporten.

Det ble trukket inn en rekke personer under arbeidet og kun ved deres innsats var det mulig å fullføre prosjektet. Jeg vil derfor takke følgende personer og institusjoner for godt samarbeide, enten det gjaldt praktisk arbeid eller råd og diskusjon under forberedelse og gjennomføring av prosjektet:

Amanuensis Verdseth og vit.ass. Bogen ( Geografisk Inst., Univ. i Oslo), Fladhagen ( NVE), førstemanuensis Hove og amanuensis Lundekvam ( Inst. for hydroteknikk, NLF), engasjert Rosland (SEFF), Rjørndalen ( Fylkeslab. i Østfold), Våringsmiddelkontrollen i Indra Østfold, Landbrukskontoret i Trøgstad, A. Pjerke og M. Lier ( Tirsdagsklubben, Skjønhaug), E. Dahl på Sloreby og naturforvaltningskandidatene Batten og Stensli ( Inst. for naturforvaltning, NLF). Dessuten førsteamanuensis Austad og amanuensis Halvorsen.

*Rune Savre*

INNFØRNING.

Hera-vassdraget inneholder et mangfoldig våtmarkskompleks hvor de fuktige kulturlandskapstypene har stått under langvarig, menneskelig påvirkning.

Ved et rettsforlik i 1790 kom man fram til en overenskomst om hvordan demningen ved Rokstad bruk nederst i vassdraget skulle slippe vårflommen forbi. Flomsituasjonen kunne til sine tider være problematisk, men det kom seinere ikke til tvist mellom ulike interessegrupper. Det bel med Jevne mellomrom framlagt planer for senking av vassdraget ( 1869, 1885 og 1935), uten at man kom fram til full enighet.

I årene 1944- 50 utførte man arbeid med kanalisering og senking av vassdraget. I 1971 ble det gjort nye senkinger og kun tre år seinere var det behov for opprensinger. Det var tydeligvis raske endringer som var på gang langs vannstrengen i Hera.

Under arbeidet med "Landsplan for verneverdige områder/forekomster i 1973- 74", ble våtmarkene ved Hera prioritert høyt både fra limnologisk, zoologisk og botanisk faghold. Dette " systemet av innsjøer i ulik gjenngroingsgrad og eutrofi, inneholder typiske landskapstyper for jordbruksområdene i Østfold". Området ble beskrevet som " et viktig hekke- og trekkområde for en lang rekke fuglearter" og " et typeområde for et karakteristisk landskap under den marine grense med variasjonsbradde fra eutrofe innsjøer, sumpige våtmarker og til dyrket mark".- Miljøverndepartementet har vurdert området som høyst verneverdig limnologisk og i " Naturvernregistreringer i Østfold" er vassdraget vurdert til høyeste verneverdi.

De siste årene har det vært visse interesser for senking og utretting av øvre deler av vassdraget og jordvanning rundt de nedre deler av elva. Planene har blitt lagt på is av hensyn til effekter det ville få ved flommen på jordbruksarealene nedstrøms. De nevnte tiltak vil være meget lite ønskelige sett ut fra et naturvern hensyn ( Miljøverndept. 1981).

Hensikten med forskningsprosjektet om Vera-vassdraget har vært å studere den endringen som har skjedd i naturforholdene langs vassdraget. En rask utvikling med prosesser som er sterkt menneskepåvirket gir her et eksempel på et agroøkosystem. Den intensive jordbruksdriften gjør at vannstrengen i vassdraget trues av tiltetting og seinere gjengroing. Det er ønskelig å få kunnskap om dynamikken i slike kulturpåvirkete økosystem slik at vi kan gå inn med tiltak for eventuelt å bevare naturlige forekomster og tilstander i systemet. For å nå dette målet er det nødvendig å trekke inn historiske forhold omkring områdene slik at vi kan få et bilde av de landskapsøkologiske effekter av utviklingen.



INNHOLDSFORTEGNELSE:	side
-----	
MATERIALE OG METODE	1
Hydrologiske målinger	"
Prøvefiske i Hera	3
BELIGGENHET, TOPOGRAFI OG GEOLOGI	5
HISTORIE	8
Utnyttningen av vassdraget,- som en ressurs	"
Jordbruksdrift på arealene langs vassdraget	9
HYDROLOGI	16
Erasjon av partikulært materiale og konsentrasjonen av næringsstoffer	"
Suspendert materiale i Hera i 1984	18
Døgnvariasjon	"
Utviklingen i våffloppen	"
Budsjett for materialtransporten under våffloppen	21
Vannkvaliteter i Hera	24
VEGETASJON	26
Vegetasjonstyper og - kart fra 1964	"
Vegetasjonen i flombeltet langs vannstrengen	33
ENDRINGER I VEGETASJON, LANDSKAP OG AREALTYPEN	35
Busker og trær langs vannstrengen	"
Vegetasjon og landskap	38
Vegetasjon - arealtypen	42
FUGLER	45
PREPS OG FISK	49
Tidligere fangster	"
Prøvefiske i 1984	"
DISKUSJON	53
Modell for konsentrasjon av suspendert materiale	"
Materialbudsjett i vassdrag	"
Forurensingsproblemer i Hera	55
Dynamikk og funksjon i økosystemet	57
VERNEVERDIER I NEDSLAGSFELTET. VERNEFORÅR.	59
Skjåtsel av de verneverdige områdene og jordbruksdriften innenfor nedslagsfeltet	60
SAMMENDRAG	65
LITTERATUR	68

MATERIALER OG METODE

Hydrologiske målinger.

To automatiske vannprøvetagere / ITC modell 1580 og (A/N 707 S-4040) ble tilkopleet det lokale el-nettverk ved Rustad bru (v/ Ramstad) og Sloreby). Prøvetagerne ble plassert 3-10 meter nedstrøms sterke stryk hvor vannmassene kommer i god turbulens. Det gir god fordeling av det suspenderte materialet i det vertikale snittet på elvestrengen. Vannprøvene ble hentet på konstant høyde 75 cm over elvebunnen og gir et bilde av den midlere total-transport.

På Sloreby ble det tatt kontinuerlige vannprøver i tiden 11.4- 19.5, på Rustad bru i tiden 10.4- 21.5 (tab.1).

Tab.1 Analyseprøver hentet opp med den automatiske vannprøvetageren.

Periode(Dato)	Intervall(timer)	Antall prøver pr. flaske
10.4- 13.4	1	2
14.4- 17.4	2	2
18.4- 26.4	4	2
27.4- 3.5	2	4
4.5- 21.5	12	2

Frekvensen på prøvetagingen ble tilpasset utviklingen av vårflommen.

Vannprøvene for analysene av suspendert materiale ble fylt over og lagret på polyetylen-flasker.

Det ble hentet ut 84 stk. vannprøver for analyser fra Sloreby og 120 stk. fra Rustad bru.

Ved 10 lokaliteter langs vassdraget (fig.12) ble det med noen dagers mellomrom tatt vannprøver manuelt. 8 serier ga totalt 72 stk prøver. Den dybdeintegrerende vannprøvetageren ble ført med jevn hastighet gjennom elveprofilen. Det gir vannprøver som, uavhengig av hastigheten i profilet er representative for vannmassene gjennom vassdraget (Nordseth 1974).

På Fylkeslaboratoriet, Østfold ble det målt mengden suspendert materiale (SSmg/l) i vannprøvene. De ble filtrert gjennom glassfiberfilter (Whatman GF/C) etter Norsk Standard (NS 4733).

Totalnitrogen (mg N/l) og totalfosfor (mg P/l) ble bestemt etter Norsk Standard.

På vannstands-staver langs Høra ble det under vårflommen jevnlig målt vannstand ved Rustad bru og ved Slora. Ved Rustad bru fungerte periodevis en limnigraf.

I løpet av sesongen 1984 ble det tatt vannføringsmålinger og det foreligger nå vannføringkurve for vassdraget (Fladhagen, hydrologisk avd., NVE).

Karttolkinger av det økonomiske kartverket (av 1976) har gitt et bilde av det hydrologiske nett med åpent vannspeil, slik det er framstilt i fig. 5.

#### Vegetasjon og areale.

De gamle Milekartene fra rundt 1770 gir en god symbolikk på vegetasjon og landskap i området den gangen (Sævre 1984). Tolkinger av disse kartene og kunnskap om dagens forhold er utgangspunktet for beskrivelser av situasjoner fra 1770 og oppover til vår tid.

Flyfoto over områdene fra 1953, 1964 og 1984 gir referanse for utviklingen av arealene de siste tiår. Ved hjelp av stereoskop er det bl.a. mulig å studere detaljer i terrenget og slik som forekomster av busker og trær. Den siste flyfotoserien ble brukt som grunnlag for å avgrense vegetasjonstypene og seinere produsere vegetasjonskart over alle arealene nærmest vassdraget. Utifra notater i feltarbeidet ble det dessuten produsert et detaljkart av vegetasjonen i de nærmeste 8 metrene ut fra vannstrengen.

Notater og vegetasjon og økologiske forhold ble satt i sammenheng med de historiske data og opplysninger om jordbruksdriften (fra Landbrukskontoret, Trøgstad). Dette ble sammenfattet i beskrivelse av areltyper som er ment å gjøre arbeidet mer forvaltningsrettet.

Prøvefiske i 1984.

Det ble fisket med garn 1 natt (15.-16. sept 1984) i Grefslisjøen og Skottasjøen. To strekninger av elva (Bertronga nedenfor Skottasjøen og ved Sloreby) ble fisket ved hjelp av elektrisk fiskeapparat.

I Grefslisjøen ble det benyttet 9 garn (2X 10,5mm(1), 2X 19mm(2), 3X 29mm(3), 40mm(4), 45mm(5)). 3 av garna var 6 m dype flytegarn, men disse fisket trolig omtrent som vanlige bunngarn, da det ikke var større dybder i Grefslisjøen enn ca. 2,5 meter. Fisk fra garn av samme maskevidde ble sortert sammen.

I Skottasjøen ble det brukt 4 garn (10,5, 19, 29 og 36mm (6)). De stod ute i 18 timer, mot 24 timer i Grefslisjøen.

Det ble talt opp antallet individer av hver fiskeart og målt fiskenes maksimale lengde for hver maskevidde. Ved store antall av en art ble det tatt et utvalg (noenlunde tilfeldig) til måling. Antallsberegninger av visse kvanta fisk er merket med stjerne (\*) i tabellen.



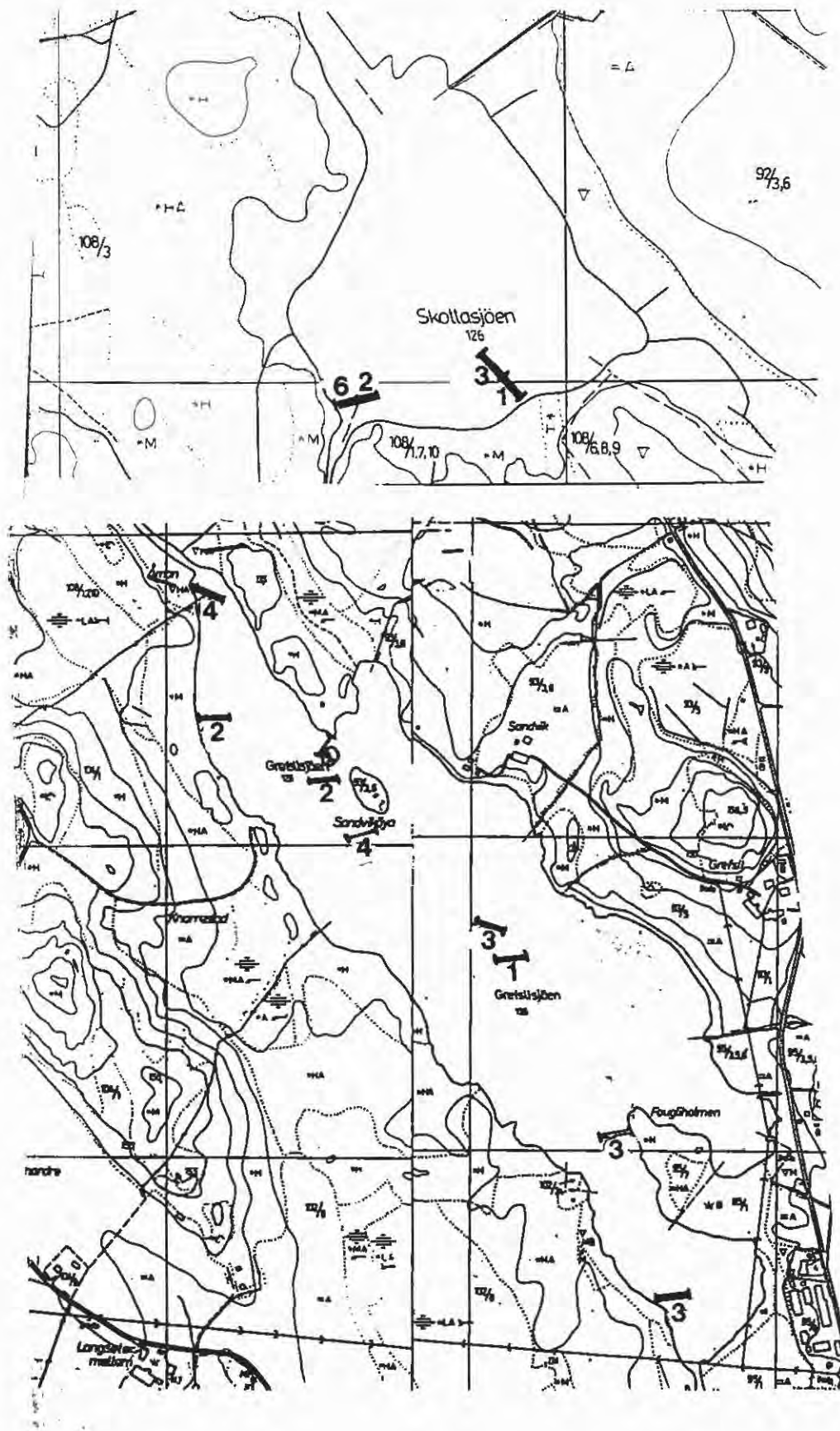


Fig. 1 lokaliteter for garnfisket 15.-16. sept. 1984.  
Numrene angir maskevidde( se tekst).

## RELIGGENHET, TOPOGRAFI OG GEOLOGI

Heravassdraget renner gjennom de indre deler av Østfold fylke fra Stikla i Trøgstad kommune og ned til Ramstad i Eidsberg kommune ( fig.2 ). Vassdraget er hovedresipient for de to kommunene. Innenfor det 189.500 dekar store nedslagsfeltet bor det rundt 4.400 mennesker og de 481 gårdsbrukene har samlet dyrket mark på 57.500 dekar.

Hera har en fallhøyde på ca. 160 meter hvor de største fallene ligger øverst i vassdraget. Fra Kallaksjøen til Ramstad er høydeforskjellen på rundt 20 meter og terrenget er flatt i et bredt belte langs elvestrengen.

Glaunfjellsgneisen i området kommer fram i flekkvise fjellblotninger. På de lave åspartiene i nedslagsfeltet ligger det et tynt dekke av morenemateriale og hvor det stedvis er noe torvdannelse. (fig.3 ). Noe lavere i terrenget ligger flater av strandavsetninger, mens det alt overveiende av arealene består av marine avsetninger skilt ut som silt eller leire. I direkte tilknytning til nåværende elveløp, er det større arealer med organisk materiale. Det ligger større flater med torv- og myrdannelse også andre steder i terrenget. Det kan tolkes som elveleier fra postglasial tid ( Kjøernes, pers. med.)

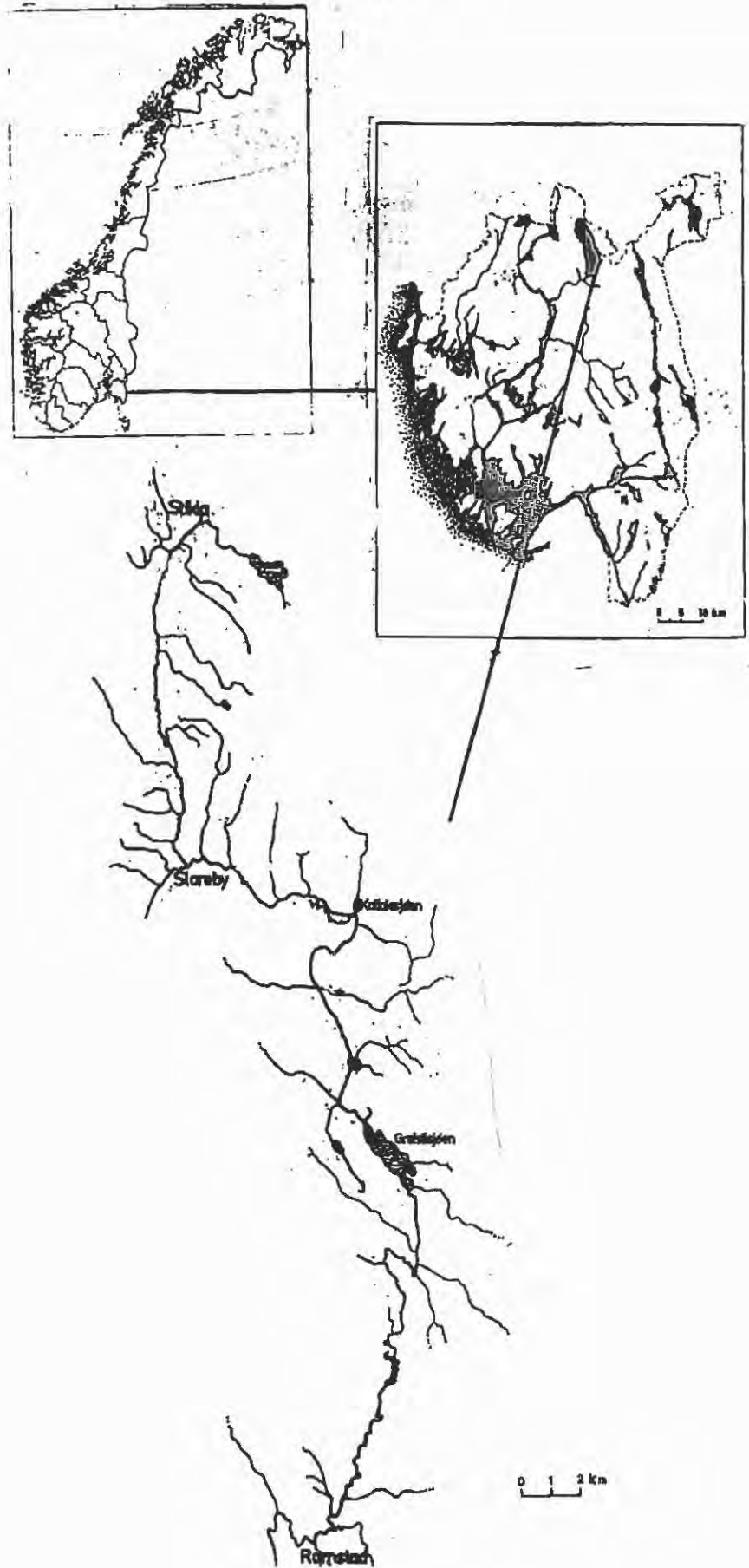






Fig. 2 Beliggenheten av Heravassdraget (Trøgstad og Eidsberg kommune, Østfold fylke).



FIG. 3 Kvartærgeologisk kart over landskapet langs Hera-vassdraget (Etter Kjærnes 1984)

-  Morenemateriale av tynn mektighet
-  Strandavsetninger av sammenhengende dekke.
-  Hav- og fjordavsetninger (Marine avsetninger).  
Sammenhengende dekke med middels mektighet, bestående av silt (0,063 - 0,002 mm) og leire (<0,002 mm).
-  Torv- og myrdannelse (Organisk materiale).

## HISTORIE

### Utnyttningen av vassdraget-som en ressurs.

Gjennom flere hundre år har det vært drevet aktiviteter i tilknytning til Heravassdraget og som har hatt stor **betydning** for bygdene. Allerede i 1749 forteller en matrikkel om to kvernhus ved Stikla og Måstad øverst i vassdraget. Med vannfallet som kraftkilde ble det drevet flere gårds- og grendekverner og det ble produsert både dyrfôr og husholdningsmel - og sågar beinmel som man gjødslet potetene med. Helt opp til 1960 hadde Hera sin egen mølle, men idag må bøndene ut av bygda for å male sitt korn.

De små vassfallene og de store innsjøene med de sakteflytende delene av vassdraget gjorde at skogbruket hadde nytte av Hera. Ved Krokstadfossen var det sagbruk fra 1792 og noe høyere opp ble det seinere bygget en flomsag som dr og nytte av flomvannføringa. Opp mot slutten av 1800-tallet fikk man sågar oppgangssag i de øvre delene av bygda. Tømmerfløting har det vært drevet i årtier, spesielt fra Hørsetersjøen og sørover. Men fra 1950-åra ble det stadig sjeldnere å se de store tømmerbommene med 2-300 stokker som ble slept over innsjøene.

Vannkraften i det 8 meters høye fallet ved Stikla ble i gamle beskrivelser angitt å gi 20 årshestekrefter. Det ga grunnlaget for en cellulosefabrikk som ble bygget. Snart ble det vannkraft til overs og man fikk behov for å overføre kraften. Da ble det bygget en 2 kilometer lang kraftlinje,- den første i sitt slag i distriktet.

I forbindelse med kraftutbyggingen og mølledriften var det en selvlært kar som kom over en dynamo. Ved oppfinnsomme evner satte han den i drift. Det ga snart selvforsyning med elektisk lys og seinere elektisk sveideapparat. -Han skal være den første som utviklet metoden og tok den i bruk her i landet.



Ressursutnyttningen i vassdraget skapte i flere hundre år ringvirkninger i distriktet. Den de siste tiårene har utviklingen snudd og "Heravassdraget som hadde tjent sine distrikter gjennom en lang tid, ble overflødig" ("Tirsdagsklubben", Skjønstad).

#### Jordbruksdrift på arealene langs vassdraget.

Slik vi kjenner utnyttningen av områdene på begynnelsen av 1900-tallet preget beitemarkene de store delene av jordbruksarealene (tab.2). Husdyra ble sluppet på havner både i innmark og utmark og spesielt attraktive var ravedalene, elveslettene, sumpskogene og fuktengene ned mot elvestreggen, ved siden av de store barskogsområdene.

Tab.2 Jordbruksarealer og antall husdyr i de to kommunene som Hera renner gjennom. Tatt fra Jordbrukstellingene de respektive år.

		ÅKER	ENG	BEITE	STORFE	SMÅFE	SVIN	HEST
TRØGSTAD	1917	22000	43600	14000( <sup>x</sup> 97000)	4600	130	1500	810
	1949	19000	32400	10700	5700	200	2900	1000
	1979	48700	9200	6300	3760	216	6252	120
EIDSBERG	1917	26200	54100	12100( <sup>x</sup> 113000)	5900	140	1700	1000
	1949	25900	36100	14200	7000	260	3700	1300
	1979	60400	8400	5000	3200	912	7700	200

x havn i utmark med barskog

I løpet av vårt århundre ble husdyra mer og mer sluppet inn på innmark og opp mot 1980-tallet har disse beitemarkene blitt halvert. Beiter og enger ble etterhvert til åkerarealer som ble fordoblet i antall dekar opp mot vårt tiår.

Samtidig med at det totale antall dekar med jordbruksarealer gikk tilbake fra 1917 til 1979, har det vært en økning i antall husdyr (tab.2). Det var en femdobling i

antallet svin og økning av antaller starfe, hvor hvert individ krever stadig større energitilgang. Det vil si en stadig større innsats pr. arealenhet jordbruksarealer og en sterk intensivering av driften og økende press på agro-økosystemet.

Som en følge av økte krav til jordbruksarealer og -drift, har det i løpet av vårt århundre blitt utført flere tiltak som har hatt betydning for vannføringa i vassdraget.

Reguleringer av vassdraget skapte konflikter helt tilbake til 1796. I et rettsforlik fra den gangen ble man enig om å

- beholde det store flomløpet
- holde lav vannstand i løpet av vekstsesongen

Dette forliket forteller om en inngående kunnskap og forståelse for dynamikken i vassdraget. I 1869 utarbeidet Kanaldirektøren en ny reguleringsplan. Men senkingen av både flom- og sommervannstand ble aldri aktuelt å utføre i praksis. Etter at NVE i 1936 la fram nye planer, tok det rundt 16 år før de ble satt ut i livet.

Kanalisering og senking av store levepartier ble utført i 1950 (fig. 4). Elveløpet ble ført utenfor meandrene ovenfor Kallaksjøen og ble lagt i en bue rundt Hårsetermoen. Senkingsarbeidet gjorde følgende endringer på innsjøene:

	Lavere flomvann	Lavere lavvann
Kallaksjøen	0,4 m	1,5 m
Hårsetersjøen	0,4 m	1,1 m

Etter ti år var det behov for opprensning av leire- og plantemateriale som hadde sedimentert i elveleiet.

De seinere årene har det kommet stadig nye planer for tiltak med elvestrengen for å stoppe vannmassene på veg innover jordbruksarealene. Planene dreier seg om marginale utnyttninger og møter oftest en forståelig motstand fra grunneiere nedstrøms arealene med eventuelle tiltak.

To aktiviteter som har vært drevet i stor stil de siste 20 til 30 år er grøfting og bakkeplanering av arealer.

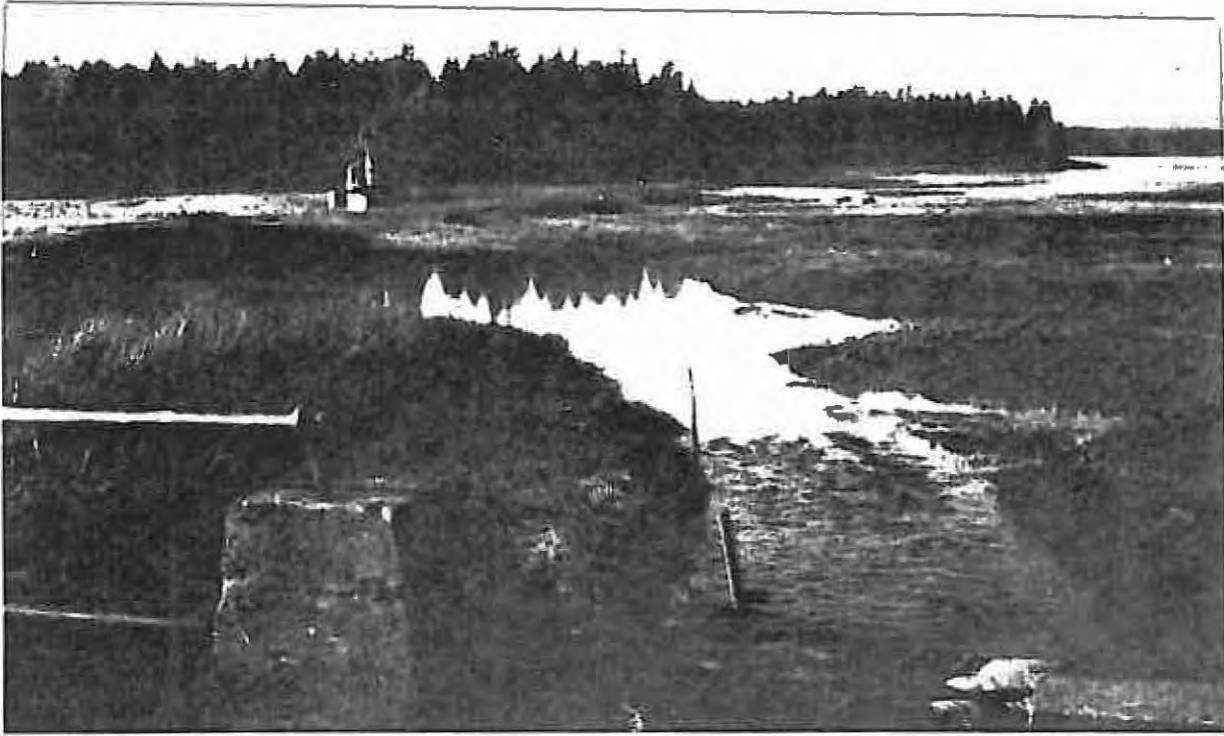


Fig. 4. Vassdragsvesenets mudderpram i virksomhet ved kallaksjøen.

På 1930-tallet ble det satt inn mange hetsekrefter for å dra grøftepløgen (fig. 8) og innsatsen ble ytterligere intensivert på 50-tallet. Dette arbeidet har pågått helt fram til våre dager og i Trøgstad kommune er 20.000 av de totalt 26.000 dekar dyrkede arealene grøftet pr. 1984 (Landbrukskontoret, Trøgstad). Disse 2000 km med grøfter gjør at for hvert dekar dyrka mark er . . . 100 meter med dreneringsrør. På en 1,7 mil lang elvestrekning gjennom et flatt terreng vil det si at det 120 meter med dreneringsgrøfter pr. meter elvestreng.

Ved siden av å påvirke grunnvannsspeilet, som sannsynligvis har blitt flere desimeter lavere, har grøftinga gitt nye *egetskaper* *for* hele dreneringssystemet. Det ser vi på situasjonen fra 1976 (fig. 5) hvor vinkler og . . . avbrutte linjer i dreneringsmonsteret forteller om vannveger som er lukket *og* drenert i nye *veger*. . . Dette har i sterk grad vært med på å redusere både antallet og arealet på åpent vannspeil i landskapet.

De kvartærgeologiske forhold i disse indre deler av Østfold gjør at det naturlig var mange dammer og pytter i landskapet. Gårdene ble ofte lagt i tilknytning til disse forekomstene som var en viktig kvalitativ *ressurs* for det lokale miljø (fig. 6). De inneholdt viktige biotoper for amfibie og plantearter og var et opprinnelig element i landskapsbildet. Som følge av gjennfylling av dammene de siste årene er det bare få av forekomstene (runde ringer på fig. 5) som idag ligger tilbake i området langs Hera.

Fra 1950-tallet og framover drev man bakkeplanering, spesielt i de øvre deler av Hera. (fig. 7, 8, 9). Dette arbeidet *er* . . . i hovedsak fullført og *har* gitt landskapet og avrenningen helt nye forhold.

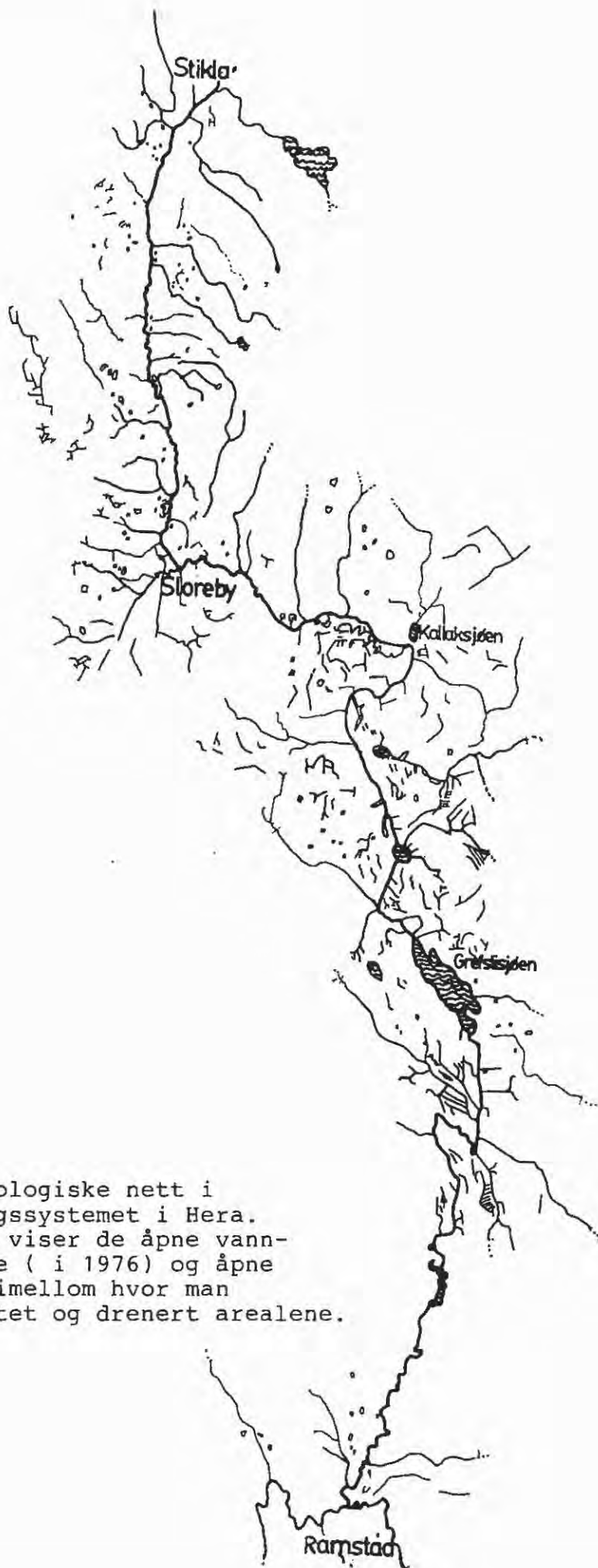


Fig. 5. Det hydrologiske nett i derneringsystemet i Hera. strekene viser de åpne vannstrengene ( i 1976) og åpne partier imellom hvor man har grøftet og drenert arealene.



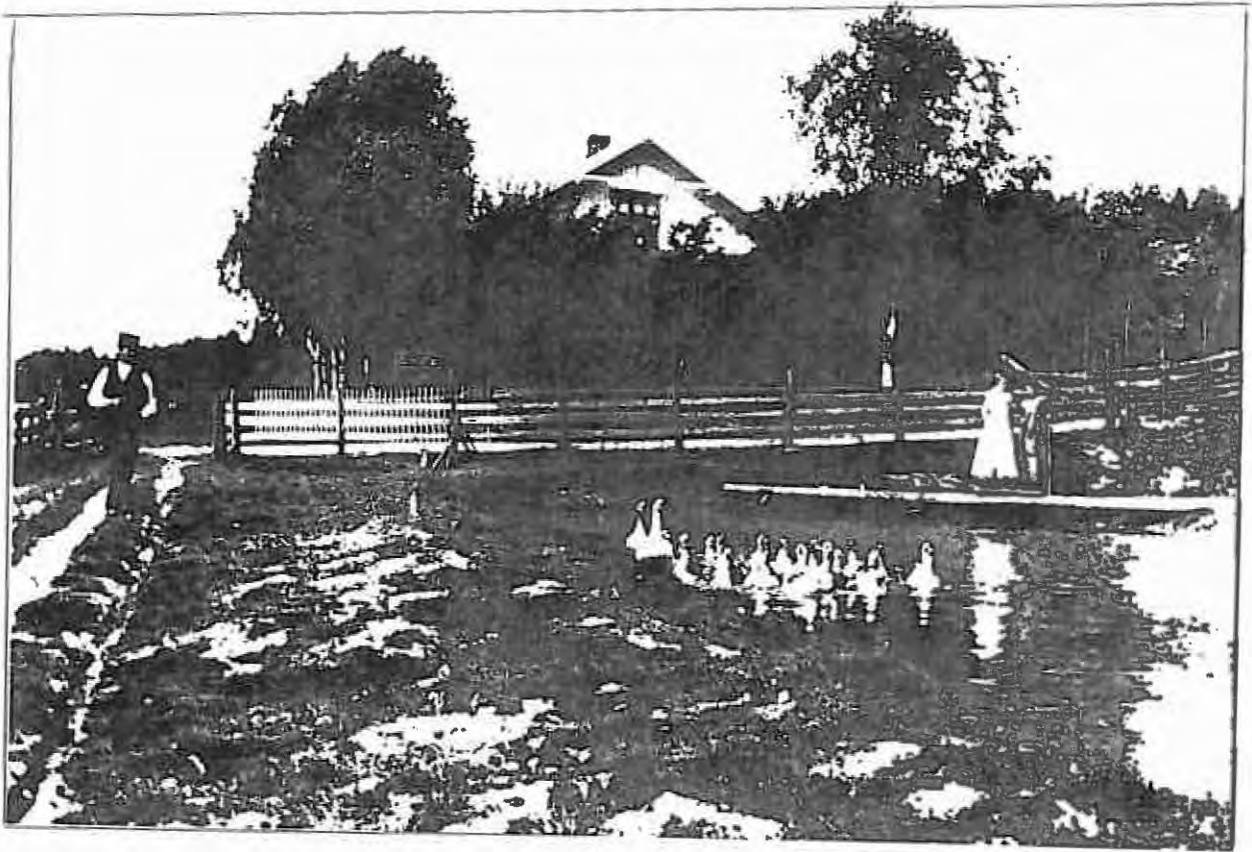


Fig. 6. Gårdsdam med ender, Linto nordre, Trøgstad.  
( Østfold Fylkes Billedarkiv)

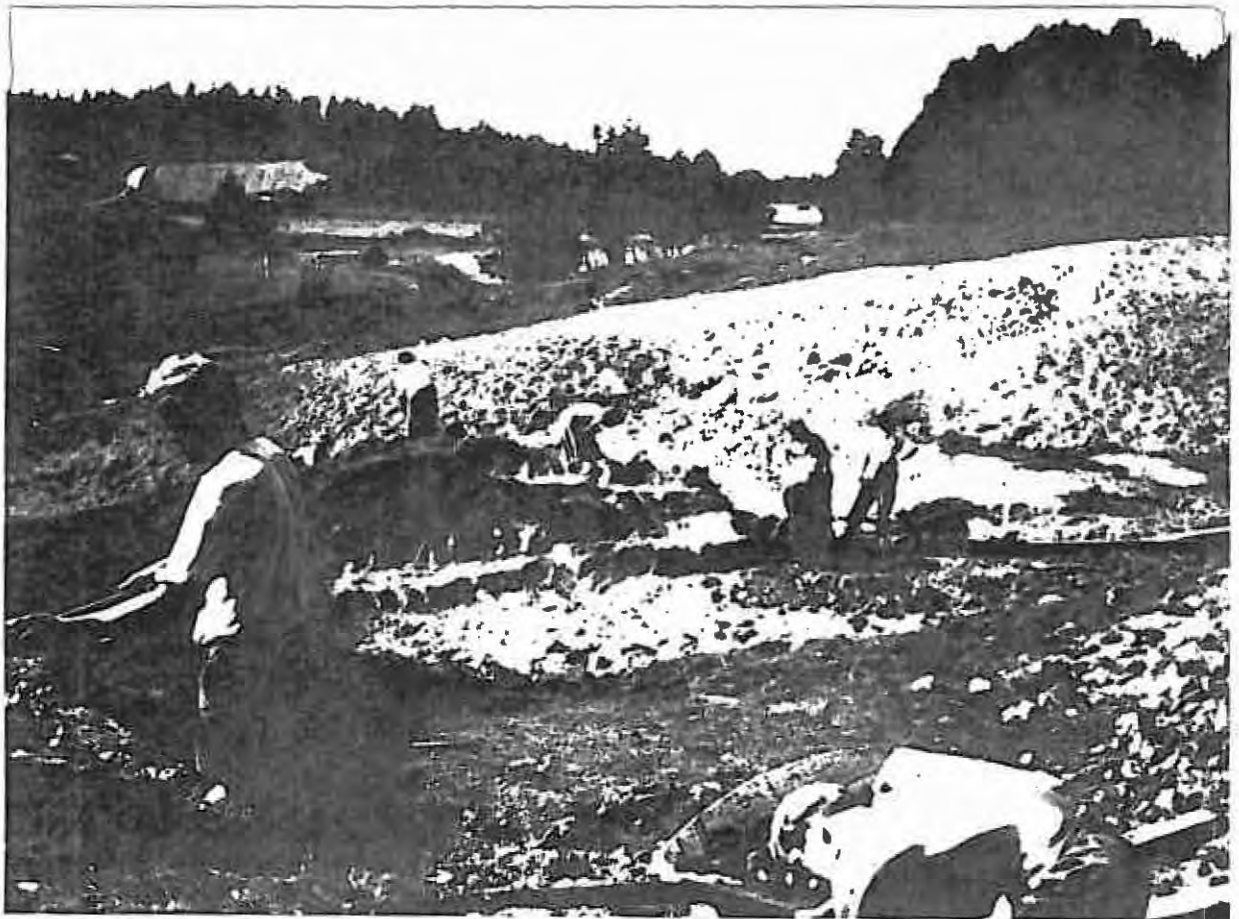


Fig. 7. Grøftingen ble derevt med håndkraft av arbeidstjenesten  
("AT") ved Fossum i Trøgstad i 1940-1945. (Østfold Fylkes  
Billedarkiv).



Fig. 8. Dobbelt beite for grøfteplog ( 1938). (Østfold Fylkes Billedarkiv).



Fig. 9. Grøfthing med grøfteplog på Kirkeby, Trøgstad (1950).  
( Østfold Fylkes Billedarkiv).

HYDROLOGIErosjon av partikulært materiale og konsentrasjonen av næringsstoffer.

Tale i jorda, stor snøsmelting og mye nedbør gjør at det blir stor overflateavrenning og erosjon av partikulært materiale. I leirjordsområdene på Østlandet kan man under slike forhold se at vassdragene transporterer store mengder fin- materiale. Faktorer som terrengform, jordartstype og plantedecke er avgjørende for hvor sterkt den naturlige erosjonsprosessen arbeider i marken ( Nordseth 1972).

I et nabovassdrag til Vura har det blitt målt meget høye konsentrasjoner av suspendert materiale under vårflommen (Moen 1974). Langs det vassdraget ( Monsterelva) har terrenget meget skarpe relieffer og vannmassene graver meget sterkt i de bratte skråningene langs elveleiet. Heravassdraget derimot går gjennom et adskillig flatere landskap og hvor små høydeforskjeller både på tvers og på langs av elvestrengen gir et stabilt elveleie. Det er ingen raskanter ned mot vannstrengen og relativt liten turbulens i vannmassene gjør at elvelopserosjonen inn mot elvebakken normalt er antatt å være meget liten ( Nordseth, pers med.).

Ved siden av relieffgradienten langs et vassdrag gjennom leirjordsområde, har man målt opptil 98 % av erodert masse som transporteres i vannmassene kan føres tilbake og relateres til marktyper og jordbruksdriften i områdene ( Fansikkaniemi 1982). Mengden av erodert materiale fra jordbruksarealer med brakke mark, pløyd åker, upløyd åker og eng har blitt beregnet til å ha forholdstallene 100 : 12 : 7 : 1 ( Njøs & Hove 1984). Den utsatte stillingen

For jordmasser fra eksponert areal i blir bekreftet fra Finstadbekken i flate jordbruksområder sør i Østfold. Der ble 75 % av transportert materiale under snøsmeltingen ført tilbake til oppløyde åker (Roaaas 1973). Samtidig blir det lagt vekt på hvilken verdi gersvegetasjonen har for å senke dreneringshastigheten og fange opp materiale i overflatevannet (Roaaas 1973, Njos & Hove 1984).

Målinger av nitrogen- og fosfor-forbindelser i vannmassene i et vassdrag byr på store metodiske problemer hvor resultatene ikke blir tillagt generell gyldighet (Lundekvam 1984). Mange undersøkelser viser likevel at høye konsentrasjoner av makronæringsstoffer i vannmassene kan lede tilbake til intensivt drevet jordbruksarealer (Rognerud 1976, Lundekvam 1978, Brink 1982, Dahl 1982 og Åker 1984). I slike situasjoner kan konsentrasjonsøkningene for fosfor (partikulært bundet) og nitrogen (bundet til nitrat) være i henholdsvis størrelsesorden 2-15 og 15-30 ganger. Også i denne sammenheng blir plantedeckket påpekt å ha en positiv verdi og man har funnet 10 ganger så stor erosjon av fosfor fra en åpen åker sammenlignet med en åker med uten plantedeckning (Ulén 1982). Og i Hølenvassdraget (Akershus/Østfold) har man funnet ut at rundt 90 % av de partikulære fosforfraksjonene kommer fra dyrka mark (Dahl 1982).



## Suspendert materiale i Hera i 1984.

### Døgnvariasjon.

Analysene av suspendert materiale i vannmassene under vårflommen 1984 viser meget store variasjoner i løpet av døgnet. Fra ettermiddag til kveld kan det være en tredobling av mengden suspendert materiale på samme målestasjon. (Sloreby), mens det ved Rustad bru kunne være en sjudobling fra døgminimum ( 46,8 <sup>SSmg</sup>/l) til -minimum ( 335,0 <sup>SSmg</sup>/l).

Svingningene i størrelsen på suspensjonskonsentrasjonen blir presentert i to representative døgn under vårflommen ( fig. 10). Ved begge målestasjonene var det størst konsentrasjon av suspendert materiale i tidsrommet kl 16-20. Da toppen var nådd noen timer før midnatt, gikk verdiene markert nedover fram mot morgem - og formiddagstimen.

Den største materialkonsentrasjonen i løpet av døgnet hadde vannmassene i Hera i perioden kl 18-20. Middelveidene for hele døgnet tilsvarte ved begge målestasjoner, de målingene som ble tatt mellom kl 12 og kl 16. Det betyr at døgn-normalene for mengden suspendert materiale ville man fått ved prøvetaginger i tidsrommet kl 12-16 på døgnet.

### Utviklingen i vårflommen.

I løpet av en måneds tid under flommen viser døgnmidlene for suspendert materiale store svingninger (fig. 11).

Omkring den 10. april viste målingene ved Rustad bru de høyeste middelveidene. Noen uker seinere stabiliserte verdiene seg her på et lavere nivå.

I uka 10.-17. april lå suspensjonskonsentrasjonen meget høyt for vannmassene forbi Sloreby. Etter denne flomtoppen ble konsentrasjonen noe lavere. Men i hele perioden fram til midten av mai måned lå konsentrasjonsverdiene 2-4 ganger høyere ved Sloreby enn ved Rustad bru.

Oppsvinget i suspensjonskonsentrasjonen kom seinest ved den øverste av de to målestasjonene langs Hera. I løpet av vårflommen ga ikke dette noen målbar effekt lenger ned i vassdraget. Det ser ikke ut som om det suspenderte materialet i vannmassene overts i Hera når de nedre delene



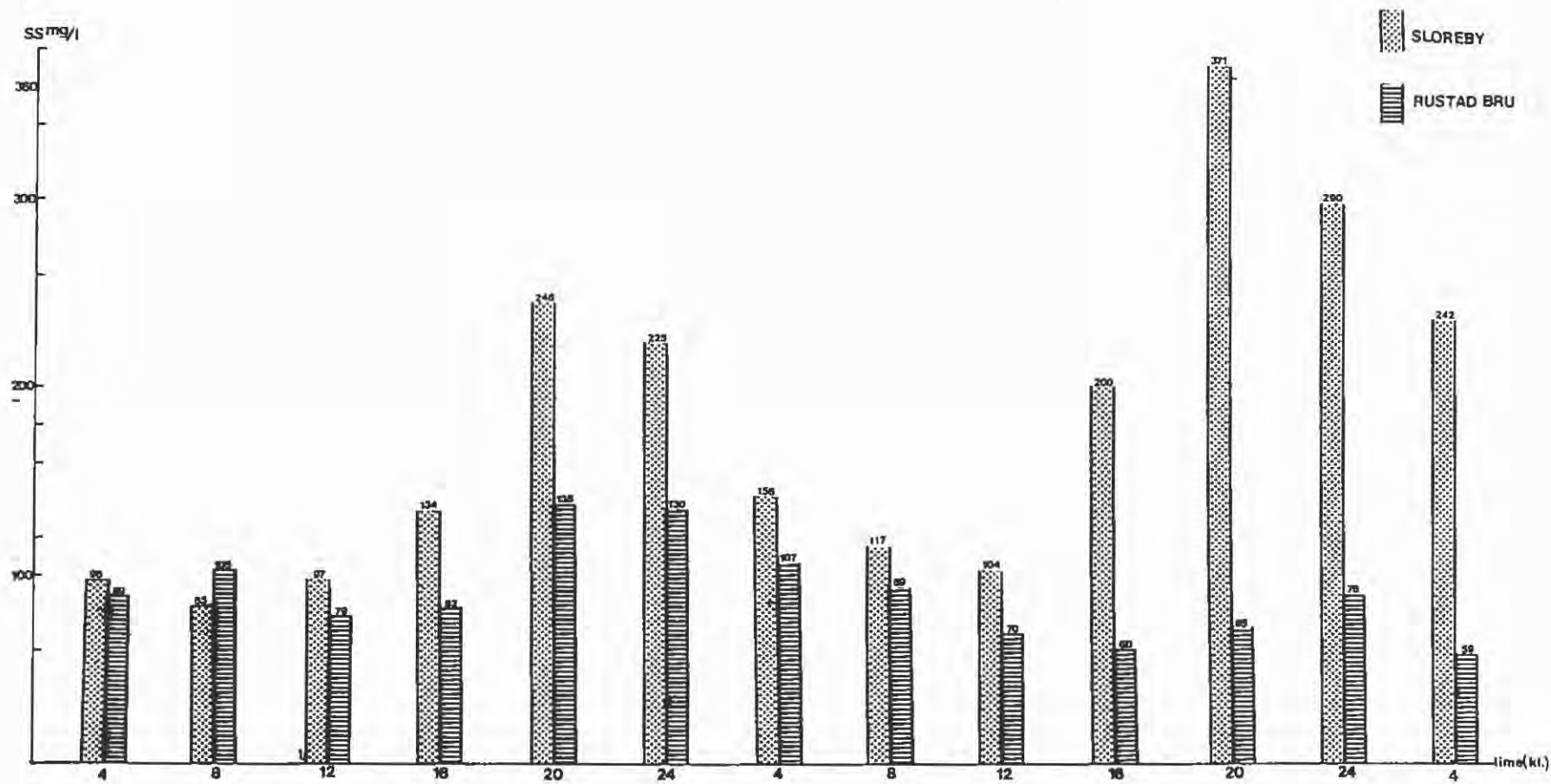


Fig. 10. Mengde suspendert materiale (SS mg/l) i vannmassene gjennom to av døgnene med vårflom fra 15.-17. april 1984.

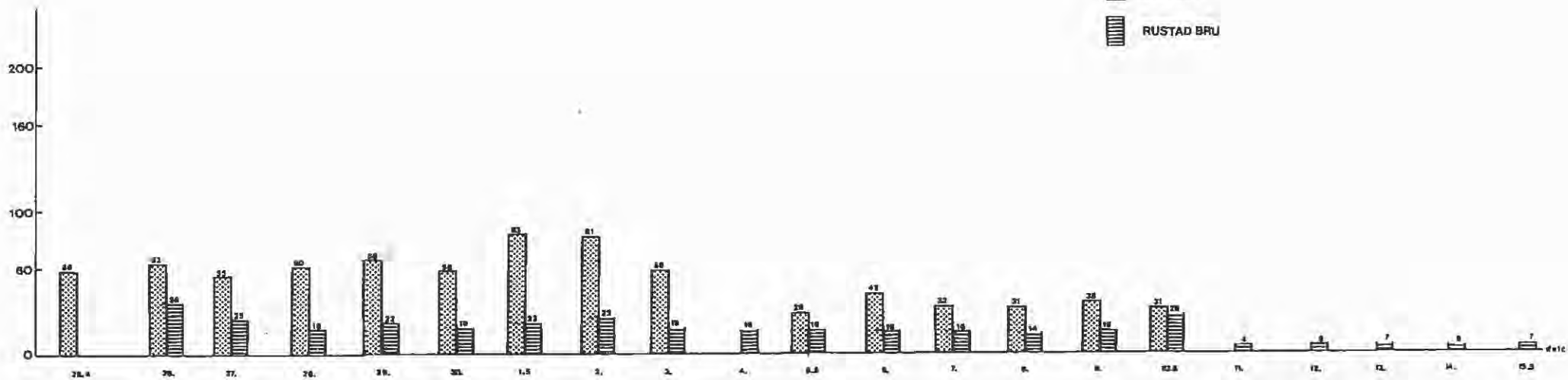
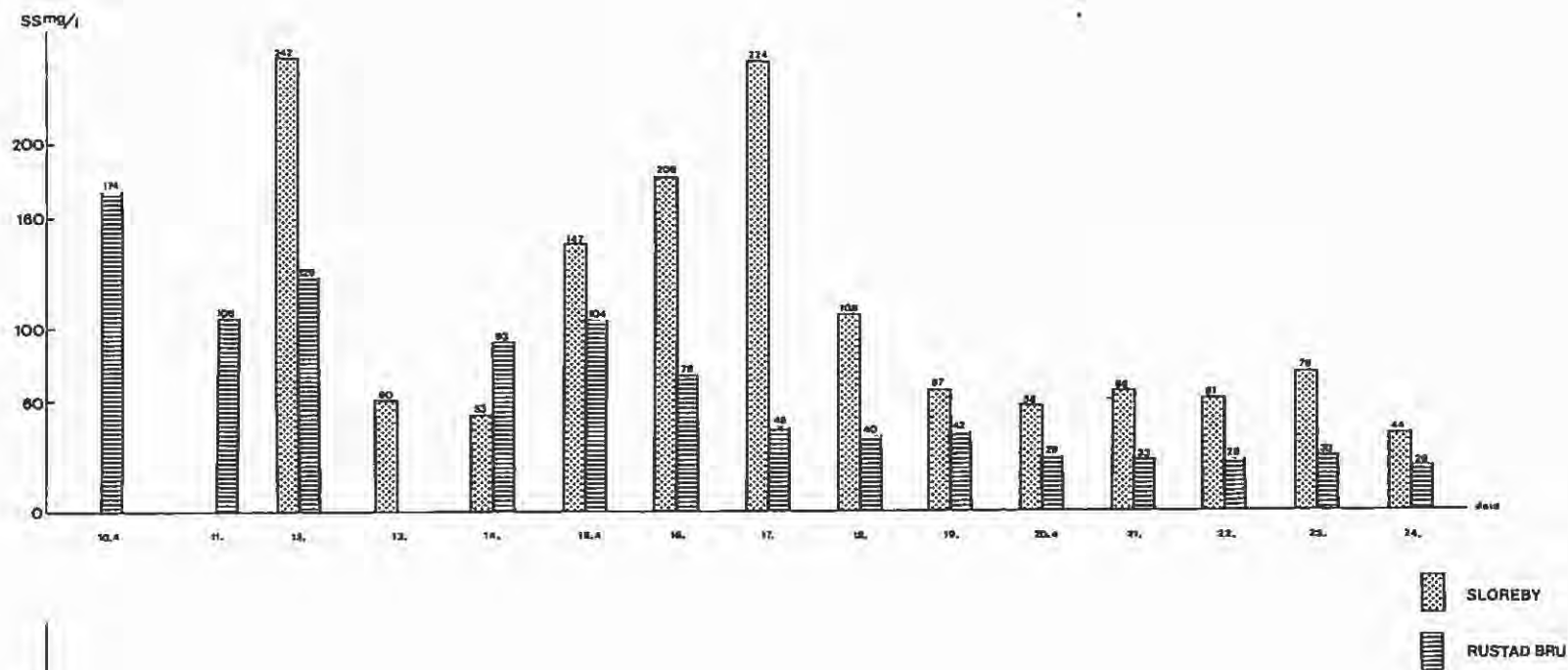


Fig. 11. Døgnmidlene for suspensjonskonsentrasjonen ( SS mg/l) i vannmassene i løpet av vårflommen 10.april- 15. mai 1984.

av vassdraget i løpet av den samme vårflommen.

Budsjett for materialtransporten under vårflommen.

De manuelt hentede vannprøvene under vårflommen 1984 viser et budsjett for transport av suspendert materiale (fig.12). I de første perioden fra 7.-13. april var det stor transport gjennom de nederste delene av elveløpet. Det var de tre nederste stasjonene man så de mest markerte effektene av den tidlige vårflom. Der ble materialet som lå i elveløpet fra forrige flom transportert ut av området. Ved siden av elveløpserosjon var det stor overflateavrenning og erosjon på de tilgrensende, åpne ~~åkerarealene~~ med tele. Målingene ved Herset bru og Bergetronga viser at det var liten transport av materiale gjennom elvepartiene med våtmarksområder og innsjøer den første uka. I de øverste delene av vassdraget derimot, var det et relativt jevnt høyt innhold av finpartikler i vannmassene fram til 13. april (fig.12). Men med disse sporadiske håndprøvene fikk man ikke med seg den store materialtransporten som skjedde i dette området i tiden 14.-17. april (fig.11). Da kom den store flomeffekten, hvor erosjonsprodukter fra de bakkeplanerte områdene ovenfor Sluppen ble ført nedover vassdraget.

I den andre perioden fra 26. april- 10.mai var tendensen at innholdet av suspendert materiale i vannmassene ble mangedoblet fra Stikle- som ligger i et åpent grunnfjellsområde, og ned til Sluppen hvor landskapet er bakkeplanert leirjordområde. Nedstrøms disse områdene, lå de målte verdiene betydelig lavere. Et svakt oppsving i verdiene skjedde ved Herset bru og Bergetronga den 10. mai. Det var en effekt av den grunnfjellsterskelen som elveløpet passerer ved Bergetronga og som forårsaker en bølge av suspendert materiale. Det var ingen målelig effekt av dette lenger nedstrøms, slik at transporten av de store mengdene materiale lenger oppstrøms i vassdraget har ikke nådd de nederset partiene.

De målingene som ble gjort under vårflommen viser ingen balanse i budsjettet mellom øvre og nedre elveparti. Det har skjedd en oppsamling av materiale i de midterste



STASJONSNR.  
(st.nr.)

1. STIKLA
2. SØPLER
3. SLUPPEN
4. HØRSETHØSEN
5. HERSET BRU
6. BERGTRONCA
7. HAVNÅS BRU
8. KRØKSTAD BRU
9. ROXA
10. RUSTAD BRU

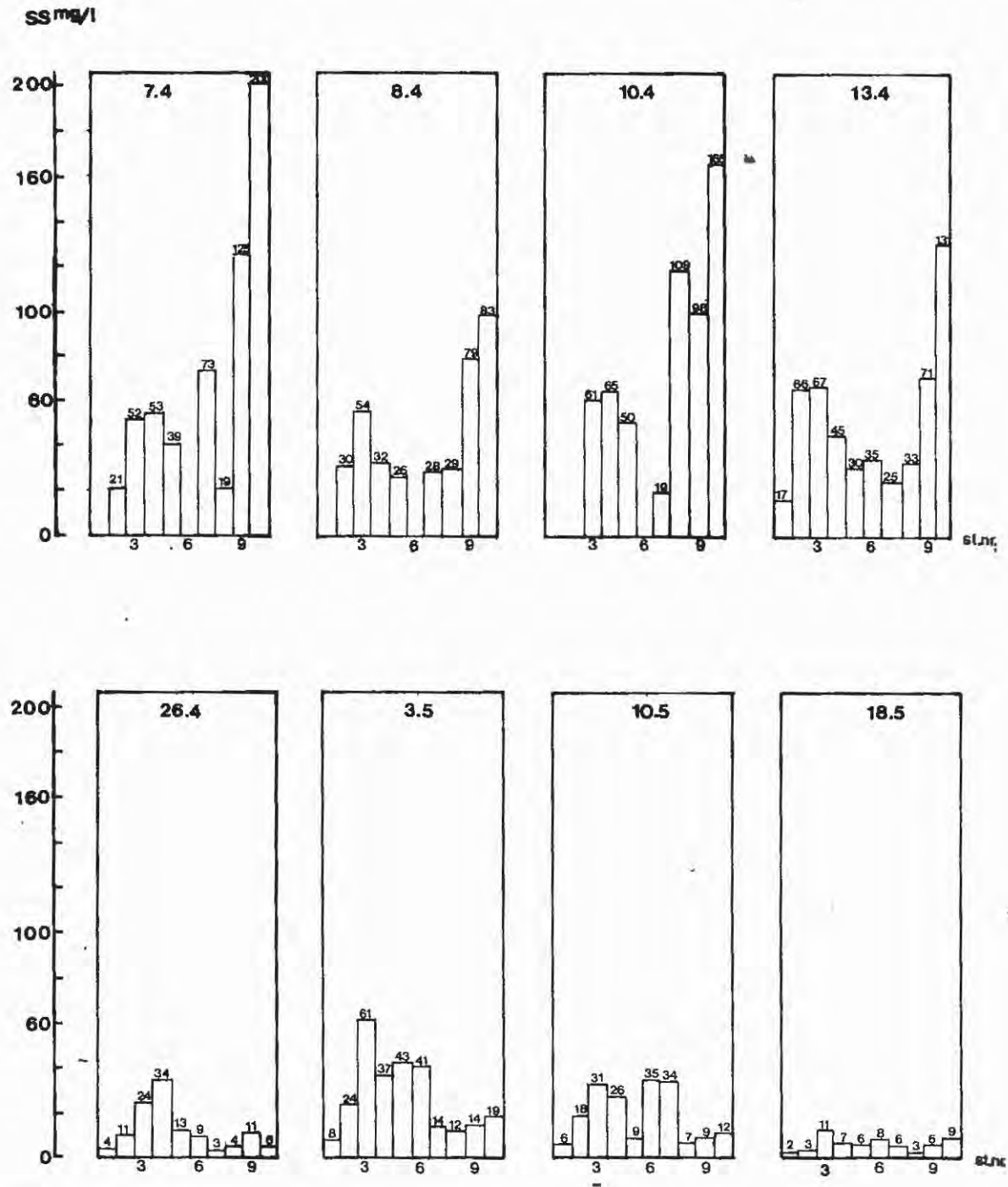


Fig. 12. Suspensjonskonsentrasjonen (SS mg/l) i håndprøver (ved dybdeintegrerende vannprøvetager) hentet fra 10 stasjoner langs Hera-vassdraget under vårflommen 1984.

partiene rundt våtmarksområdene og innsjøene.

Vannstandsmålinger i vårflommen og vannføringskurva for Hera viser at den midlere vannføring ( $Q$ ) under vårflommen 1984 lå i størrelsesorden  $9,1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ved en tilsvarende midlere vannstand var suspensjonskonsentrasjonen ( $c_s$ ) i vannmassene på rundt  $43 \text{ mg/l}$ . Ligningene for slamføring ( $G_s = 10^3 c_s Q$ ), gir at suspensjonstransporten ( $G_s$ ) var i middel på rundt  $351 \cdot 10^3 \text{ kg/s}$ . Det vil si en transport av suspendert materiale forbi Rustad bru i løpet av flommen som tilsvarende rundt 7 stk. store lastebillaster med silt/leire pr. sekund.

De målte middelveier i vårflommen kan omregnes til å gi materialtransporten over perioden ( $\text{tonn}/\text{km}^2/\text{år}$ ). Den ligger i overkant av  $12 \text{ tonn}/\text{km}^2/\text{år}$ .



### Vannkvaliteter i Hera.

Fra de øvre delene av vassdraget ( Måstادتjern) og noen kilometer nedstrøms mot Grefslitjern mangedobles innholdet av totalfosfor i vannmassene ( tab.3 ). Det var særlig store forskjeller under hovedflommen ( fig.13 ) hvor totalfosforet hadde spesielt store verdier ved Havnås, Rova og Rustad bru. På denne tida med høye suspensjonskonsentrasjoner i vannmassene binder det store mengder fosfor partikulært.

Utover i mai måned går konsentrasjonen av totalfosfor tilbake med 30-85 %. Verdiene ble i 1984 liggenede på rundt 70  $\mu\text{gP/l}$ . Det er samme stabile nivå som det tidligere år har vært gjort målinger på de samme lokalitetene på forsommeren ( Næringsmiddelkontrollen, Indre Østfold).

Tab.3 Vannkvaliteten i to tjern i Heravassdraget.  
( Etter Bjørndalen & Løvstad 1983)

	Ph	Vannets farge mg Pt/l	Siktedyp (m)	Total fosfor $\mu\text{gP/l}$	Total nitrogen $\mu\text{gN/l}$	Alge- vol. mm <sup>3</sup> /l
MÅSTADTJERN	6,5-7,5	20-40	4-8	6-12	1-2000	< 0,5
GREFSLITJERN	6,5-7,5	40-80	< 1	> 50	> 2000	8-32

	klorofyll a ( $\mu\text{gkl a/l}$ )	Trofigrad	Blågrønn- alger ( > 10% av tot. vol. )
MÅSTADTJERN	< 1	2	=
Grefslitjern	16-64	5	+

Innholdet av totalnitrogen er noe høyere nederst i vassdraget ( tab.3 og fig.13 ) og verdiene varierer mindre i løpet av en flomperiode.

Målingene av vannkvalitene langs Hera viser en tendens fra de aller øverste barskogsområdene ( Måstادتjern ) og ned til jordbruksområdene ( Grefslitjern ) ( tab.3 ). Ved siden av en femdobling i fosforinnholdet er det sterk økning i innholdet alger og klorofyll a, noe som påvirker både farge og siktdyp i vannmassene. Den høye trofigraden gjør at det er påvist oppblomstring av blågrønnalger og vannforekomsten er satt inn i et overvåkingsprogram ( Bjørndalen & Løvstad 1983 ).

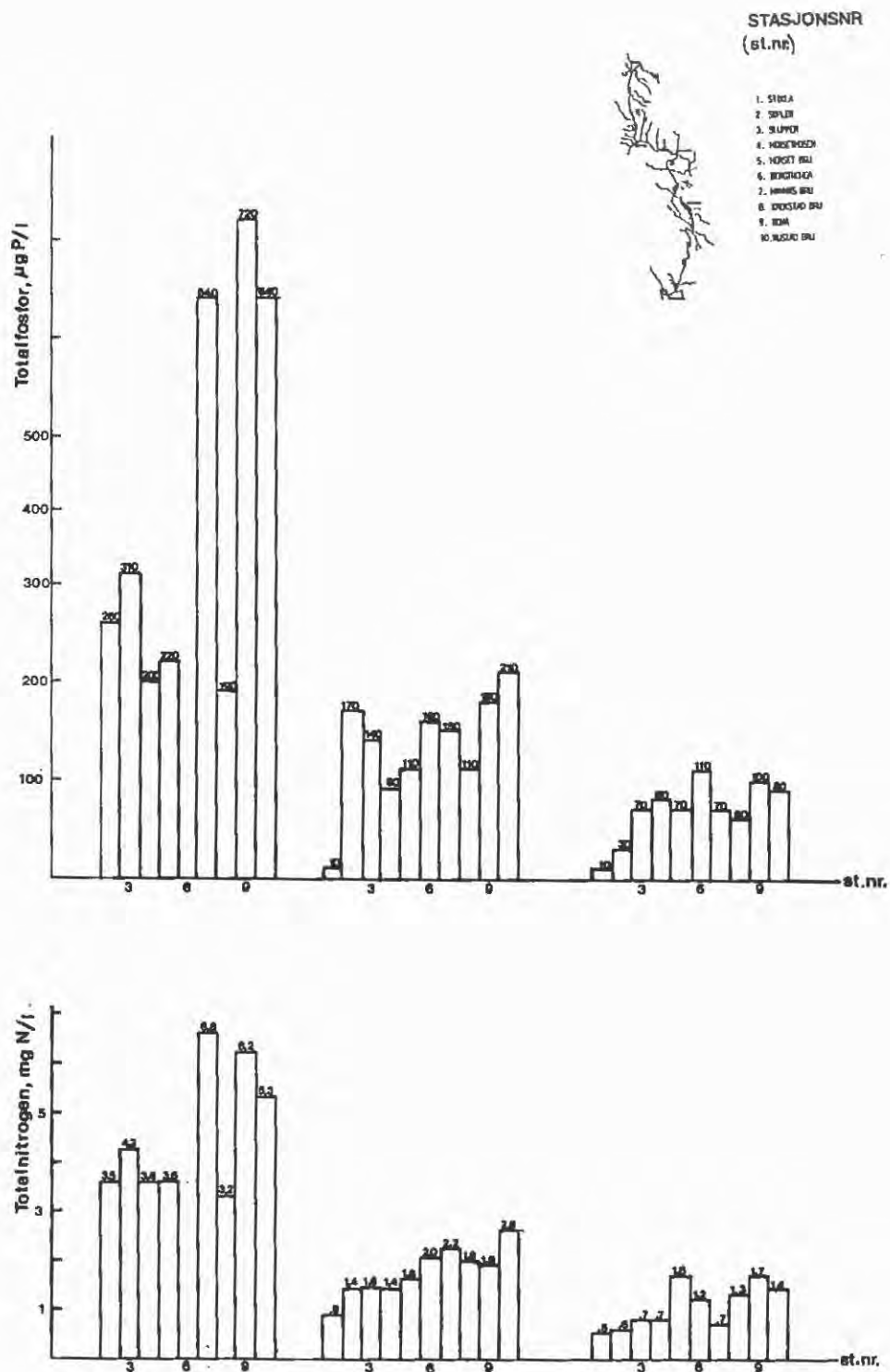


Fig. 13. Totalfosfor og totalnitrogen i håndprøver tatt ved tre prøverunder ( 10.april, 2.mai og 12 mai) ved 10 stasjoner nedover vassdraget.

## VEGETASJON

### Vegetasjonstyper og -kart fra 1984.

Der er produsert en vegetasjonsskisse for arealene langs hele vassdraget ( se fig. 14). Store områder er dominert av dyrket mark eller barskogsområder, og det har liten interesse å beskrive de nærmere i denne sammenheng.

Det er i vårtmarksområdene i de midtre partåene av Hera at vi enda finner vegetasjonstyper som er aktuelle å beskrive. Det vil kunne gi et bilde av de økologiske forhold og endringer i økosystemet langs vassdraget.

Beskrivelse av vegetasjonstyper på vegetasjonskartet fig. 14 og fig. 15 .:

A Flytebladsplanter hvor nøkkerose danner heldekkende matte på vannflaten. I stillestående eller sakteflytende vann kan flyteblader av nøkkeroseartene danne homogene bestand over store flater. De kan dekke store deler av det som tidligere var åpne vannflater på innsjøene eller de danner matter i bakkant av innersvingene på de meanderende elvepartene.

De tykke bladstilkene står som en "skog" opp gjennom vannmassene og undervegetasjonen er meget sparsom. Nøkkerosebestandene påvirker først og fremst lysforholdene i vannmassene og gir beskyttelse og vern for fisk.

B. Sumpplante- og elvekantvegetasjon hvor det er dominans av høye sumpplanter som sjøsivaks, elvesnelle, starr-arter, takror, dunkjvelv og/eller sverdlilje. I sakteflytende vassdrag blir det små forskjeller mellom sump og elvekant.

B1. Nærmest flytebladsplantene står sjøsivaks på leirholdig bunn. Arten kan også danne flytende øyer og det kraftige rotsystemet øker med økende dybde. Den strømtålende arten tåler god slitasje og danner ofte pionersamfunn for annen sumpvegetasjon. Det skyldes artens høye produksjon og rottrådenes gode evne til å holde på det strølaget som etterhvert bygges opp.

B2. Elvesnelle foretrekker løs, organisk gytjebunn hvor arter som sjøsivaks har avsatt tilstrekkelig mengder med organisk materiale. Det er en meget skjør plante som tåler trakk dårlig, men har rask gjenvekst ved beiting.



Fig. 14. Vegetasjonskart over arealer fra Hersetersjøen til Skottasjøen ( Symboler, se tekst).



Fig. 15. Vegetasjonskart over arealer ved Kallaksjøen ( Symboler, se tekst).



93. Takrør finner de beste vekstbetingelsene på slambunn. Den har et jordstengelsystem som danner vifteformete forgreininger nærmest marknivået og hoveddelen av undergrunnsbiomassen er ca. 2,5 ganger så stor som den overjordiske. Adventivrøttene på den vanddekte stengelen gjør at planten kan ta opp næring direkte fra vannet og er en forutsetning for den kraftige veksten også på større dyp. I eutrofe innsjøer i Norge er det målt en tilvekst på 1 meter pr. år av takrør utover i innsjøen. Planten overlever selv en fullstendig ødeleggelse av de øverste jordstengeldelene. Stubbene etter de brukkede stråene gjør at takrør kan gi den mest effektive substratfelle.

94. Dunkjevle danner enkelte bestand i Kallaksjøen på stabil bunn hvor arealene har vært tilgrodd i lengre tid.

95. Sverdlilje har liten vertikalutbredelse og står i nedkant av enkelte stryk i øvre deler av vassdraget. Rotstokken og de sverdformete bladene har liten effekt på akkumulering av materiale i vannmassene.

Utbredelsen av enkelte sump- og elvekantplanter viser en gradient fra vann til land. Artene har overlappende vertikalutbredelse og i et stabilt miljø, som økosystemet langs Heravassdraget, gir det en mosaikk som er i stadig forandring.

Hovedfunksjonen for denne type vegetasjon er at plantene med sine utviklede røtter og rotsystem har evne til å binde partikulært materiale og løsmasser i vannmassene. Denne material-tilførselen bygger opp sedimentbanker hvor plantene vokser og det skjer en tiltagende tilgrunning. Artene kan også bremse eller forhindre utvasking av sediment i stransoner. Og sammen med bestandenes gode egenproduksjon, utvikler de seg mot en tilgroing som kan skje meget hurtig.

6. Flombetinget hogurteng med total dominans av mjødurt.

På arealer som står under vann kun i flomperioder, blir bakke og vegetasjon tildekket med et tynt sjikt med slam.

Resten av sesongen står plantene på arealer med jevn markfuktighet. Fjædurten forekommer i nesten homogene bestand og opptrer som pionerplante.

D. Høgurtenga hvor mjøduert dominerer blant urter som hundekjeks, brennelse, kattehale, enghumleblom, bringebær, geitrams, myrtistel og sløke.

Enga ligger i en 8-10 meter brei some langs hele vassdraget hvor dyrkede arealer går helt ned mot vannstrengen.

Høgurtenga står i en sammensetning av kulturprogede arter hvor samfunnet får en stadig utskifting av nye arter.

Under de stabile forholdene gir den god næringstilgangen så høy primærproduksjon på arealene at urtene når opp i 1-1,5 meters høyde.

Underlaget for høgurtenga er slam og leire som ble mudret opp fra elveleiet i 1976. Det vil fortsatt skje store endringer i vegetasjonen de nærmeste sesongene.

E. Høgurteng med busksjikt av ørevier, selje, gråselje eller svartør ligger på periodevis oversvømte områder hvor det ikke var noe oppmudring ved siste opprensing av elva. Fellsjiktet er bevart på et pionerstadium på grunn av flompåvirkningen, mens busksjiktet har fått etablere seg uhindret av flom og jordbruksdrift på naboarealene. Busksjiktet gjør at plantesamfunnet har betydning for fuglelivet.

E1. Som E., med innslag av bjørk, utviklet noe nærmere klimaks.

F. Sølvbunkeeng med urter som engsoleie, brennelse og hundekjeks. Ligger på flatene rundt deler av det gamle løpet til elva. Det er en fuktig mark med enkelte vier- og bjørkebestand hvor grunnvannet står i bakkenåvå ved hver flom. Det er et tuete plantedekke som er kulturpåvirket ved tidligere beite- eller åkerdrift av arealene, men som har vokst igjen i løpet av de siste 30-50 år.

G. Beiteeng med ryllik og engkvein.

Dessuten hvitkløver, engrapp, engsoleie, engsyre, balderbrå og grasstjerneblom. Den ligger i et ravinert landskap som <sup>enda</sup> blir ekstensivt drevet i utkanten av gårder med mjølkeproduksjon. Arealene blir holdt i hevd med beite og tråkkstier som går gjennom hele området.

H. Beiteeng som er gjødslet og tilsådd.

Ulike kulturgras, høymol, engsyre og løvetann. Arealene er blitt kultivert de seinere åra og blir holdt i hevd ved beiting.

I. Natureng med høstehavre i tillegg til engreverumpe, prestekrage, hundekjeks, hvitkløver og engsoleie. Den ligger i ravinert landskap hvor flatene gror igjen etter at beitet har opphørt.

J. Viersumpskog med høgruter hvor gråselje og svartvier dominerer ved siden av svartro<sup>er</sup>revier. Stammer og greiner er totalt dekket av skorpelav. Urter som myrmaure, grøftsoleie, myrflod og gulldusk, samt torvmosearter i bunden. Denne vegetasjonen har byg<sup>d</sup> seg opp på materiale som har blitt sedimentert og akkumulert der hvor Hersetersjøen lå tidligere. I løpet av 30 år har både substrat og plantesamfunn stabilisert seg. Hver vår blir områdene oversvømt og isskuring gjør at mange busker og trær er delvis brukket og bøyd nedover i fallretningen av vassdraget. Den nesten ugjennomtrengelige sum<sup>p</sup>vierskogen er en viktig buffersone i økosystemet rundt deler av elveleiet.

K. Svartorstrandskog med mjødurt, klourt, åkersnelle, brønnesle og solbar. Den ligger som en smal strandskog langs det gamle elveleiet på impedimentmark. Den er en grov etablert skog som står på arealer som ikke er drevet de seinere tiår eller hvor åkerarealene ikke har blitt strukket helt ned til elvestrengen. Strandskogen har en viktig funksjon som biologisk filter i dreneringssystemet og biotop for småvilt, fugler og insekter, samt nærings- og tilførsel til fisk i vannet. Svartor er nitrogenfikserende.

L. Ospeskog med sølvbunke, engsoleie, geitrams og bringebær står på gjenvokst kulturmark hvor feltsjiktet mellom tette ospebestand viser gammel beitemark.

M. Bjørkeskog med eier og urter.

Arter som sølvbunke, engkvein, engrapp, matsyre, løvetann karve, engforglemmegel, grasstjerneblom samt ryllik, hundekjeks og einstape. Den ligger på gammel elveslette med finkornig sediment hvor det er velutviklet torv og fuktig mold i markoverflaten. Ligger i utkanten av grøftet myr og har tidligere blitt utnyttet som beite. Den har struktur

som en gjenngrodd bjørkehagemark. På fuktigere mark ned mot friskt vann kan selje overta i tresjiktet.

M. Sumpgranskog med dominans av skogsnelle i feltsjiktet og torvmoser i bunnsjiktet. Den står på næringsfattig mark med høy grunnvannstand i de flate områdene langs vassdraget. Arealene er for det meste grøftet.

N. Småbregneskog med fugletelg, hengeving, hvitveis og gauksyre. På frisk og fuktig morenemark.

O. Blåbærgranskog med smyle og gullris. På frisk morenemark.

P. Sumpfuruskog med grovstarr hvor det er innslag av både bjørk og gran. På våte og torvdannende lokaliteter, som er myrskog.

Q1. Rørlyng-barbaindingesskog på relativt grunnlendt mark.

R. Sumpfuruskog med melte. Et sparsomt tresjikt på næringsfattig mark med høy grunnvannstand.

S. Åker.

### Vegetasjonen i flombeltet langs vannstrengen.

Arealene nærmest vannstrengen er i sterk grad påvirket av og er et produkt av flommen etter snøsmelting eller stor nedbør. I et belte på 8-10 meter ut fra midtlinja på elveløpet finner vi et flombetinget vegetasjon ( fig. 16 ). Denne vegetasjonen kan være med på å fortelle om de aktuelle forhold i vassdraget.- Vegetasjonen blir karakterisert som i beskrivelsen i forrige kapittel.

Fra Stikla og ned til Kallaksjøen utgjør åpent vannspeil 5-20 % av arealet i dette beltet langs vannstrengen. Der hvor elva renner rolig gjennom landskapet rett nedenfor Stikla, står det endel tjønnaks langs kanten. Lenger nedstrøms kommer sverdlilja inn og ettersom elva går gjennom stadig mer bakkeplanert landskap ned mot Sloreby, kommer mjødurten stadig sterkere. Lenger ned i de midtre partiene av Hera, blir høgurtengene et stadig mer betydelig innslag der flommen gjør vekstforholdene ustabile og arealene blir tilført store mengder slam.

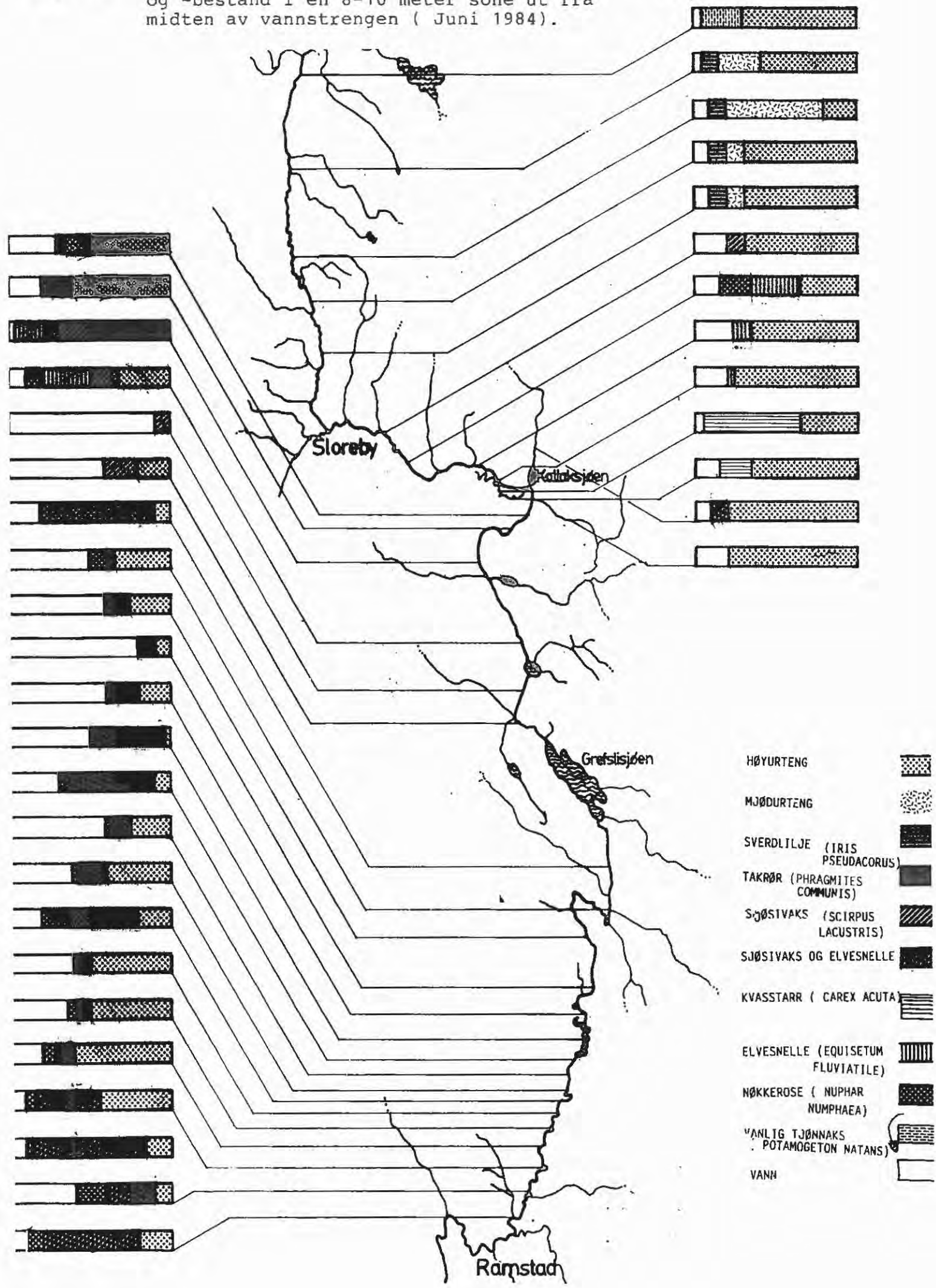
Nedstrøms våtmarkskompleksene fra Kallaksjøen er det partier med mindre høgurtenger, men vegetasjonstypen tar seg opp igjen langs det gamle, stabile elveløpet før Rustad bru. Der hvor bunnforholdene og andre økologiske faktorer har virket konstant over flere år, er det oppslag av sjøsivaks og elvesnelle. I bakkant av elvesvingene hvor strømhastighetene er lavest, flyter tette bestand av nøkkerose.

Vegetasjonen i flombeltet er ustabil i de øvre delene av vassdraget hvor forholdene blir preget av jordbruksaktivitet og erosjon i landskapet. Når disse kulturpåvirkete prosessene har stabilisert seg, vil vegetasjonen bli mer ensartet langs hele vassdraget. Det vil si en stadig gjengroing og tiltetting av elveløpet hvor det blir mindre arealer med åpent vannspeil i elvestrengen, slik vi finner det idag i midtre og nedre deler av Hera-vassdraget. ( fig. 16 ).

Samtidig med endringer i vegetasjonen langs elvestrengen, har det de siste tiår skjedd mye med vannkantvegetasjonen i de gamle innsjøene. Beltene med naturlig plantedekke har i løpet av 30 år blitt til svære homogene flater med høgstarr- og grasvegetasjon og hvor vannspeilet er



Fig. 16. Arealandel og fordeling av plantesamfunn og -bestand i en 8-10 meter sone ut fra midten av vannstrengen ( Juni 1984).



redusert til en brøkdel av tidligere arealer ( fig.16 ).

### ENDRINGER I VEGETASJON, LANDSKAP OG AREALTYPEN.

#### Busker og trær langs vannstrengen.

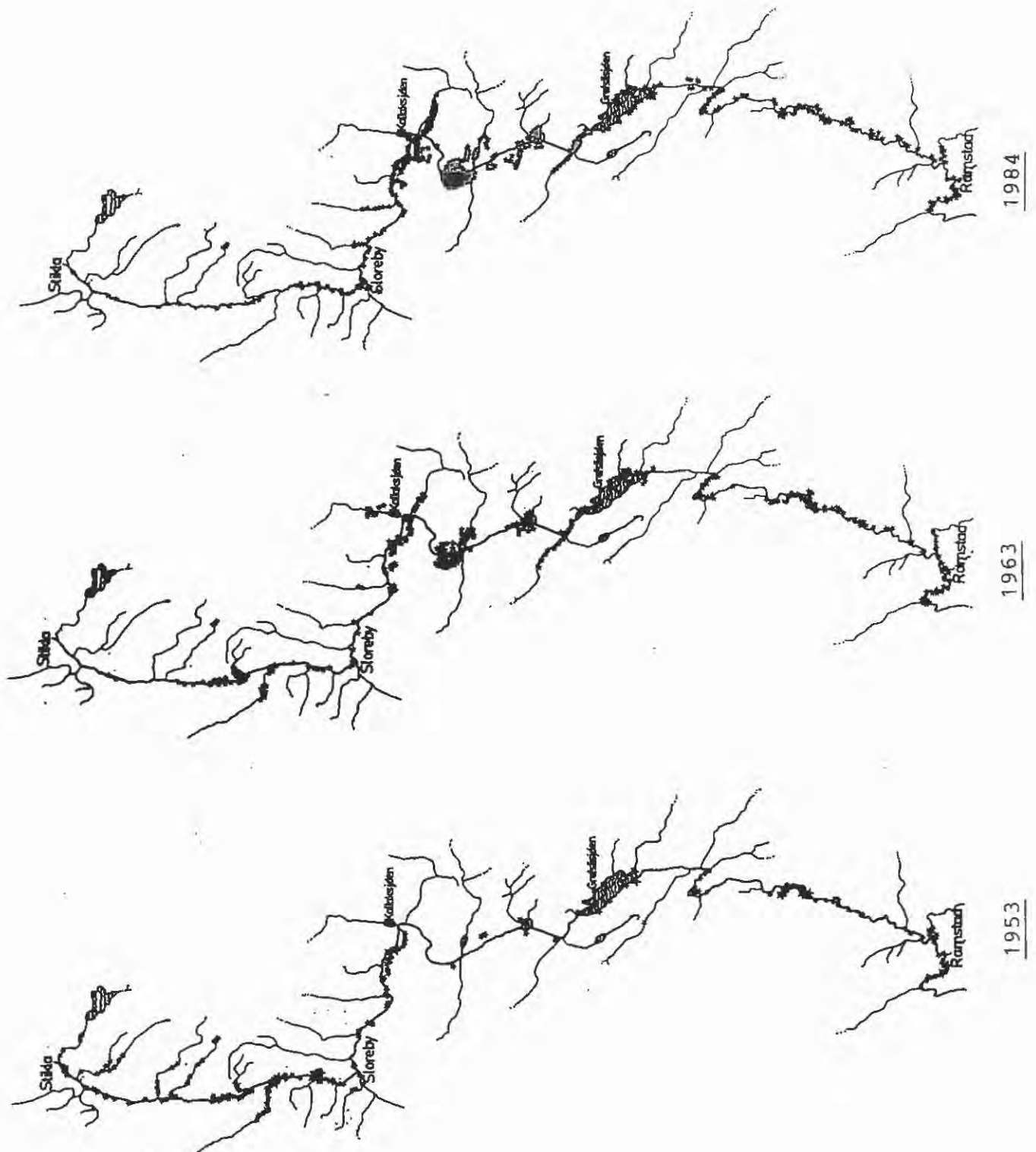
Vekstformtypene i en vegetasjon kan være med på å karakterisere funksjonen i et økosystem. Når vi ser på endringene i busk- og tresjiktet langs Hera ( fig.17 ), kan det være med på å beskrive forandringer i hele økosystemet.

Fra Stikla til Sløreby stod det i 1953 jevnt med busker og trær inntil både hovedelv og sidebekker. I løpet av de ti neste årene skjedde det en uttynning og det ble stående tilbake kun enkelte toiger. Fram til 1984 var forekomsten av busker og trær inntil vannstrengen sterkt redusert og det stod tilbake kun få busker i det fuktigste området hvor elva svinger seg sakte nedover mot Sløreby. - Utviklingen i dette området skyldes i hovedsak intensivering av jordbruksdriften ned mot elva og en omfattende bakkeplanering av hele jordbrukslandskapet.

På elveslettene rundt Kallaksjøen har det stått belter av busker og trær langs det gamle elveløpet i hele 30-års-perioden. Men opp mot 1984 tetnet busksjiktet seg ekstra til rundt selve innsjøen og ga etterhvert tette bestand og skogsteiger rundt våtmarkene og mellom det nye og gamle elveløpet. - Denne suksesjonen i gjengroing av våtmarker på fast bunn, skyldes endringer i vannstand og flomtopper. En sakte tiltetting med busker og trær har gitt skogsteiger hvorpå det er en gradvis overgang mot mer åpne arealer idag.

Nedenfor Kallaksjøen, hvor Hersetersjøen lå tidligere, har det skjedd en radikal endring fra åpen vegetasjon på blott bunn i 1953, mot en fullstendig gjengroing med tett busk- og tresjikt som dekker store deler av det gamle innsjøarealet i 1984. - Den raske utviklingen mot denne vicarsumpskoegn har skjedd som en følge av sediment- og næringsstoff-tilførsel med vannmassene.

Fig. 17. Forekomsten av busker/trær inntil vannstrengen. Hvert kryss er 1-3 individer. Observasjoner er gjort på flyfoto ved de tre årstallene.





(Målestokk 1:18000 )

Fig. 18 Flyfoto over Kallaksjøen (27. juni 1953) med et stort åpent vannspeil og en brei sone med naturlig vegetasjon opp mot dyrka mark.



(Målestokk 1:15000)

FIG.19 Flyfoto fra Kallaksjøen ( 1. mai 1984) med et åpent vannspeil som blir ytterligere redusert i løpet av sesongen. Da blir "innsjøen" kun et kanalisert elveleie med høyt gras og starr langs kanten. Det er meget smal sone mellom våtmark og dyrka arealer.



I området fra Grefslisjøen til Ramstad var det i 1953 relativt lite busk- og tresjikt ned mot elvestrengen. Senere har det vært en økning i dette vegetasjonssjiktet og i 1984 stod det tilbake et tresjikt på gamle beitearealer for husdyr og et busksjikt der hvor terrenget gir en naturlig beskyttelse. - Tiltetting av vegetasjonen nederst i vassdraget skyldes en naturlig gjengroing på arealer med god næringstilførsel og hvor jordbruksdriften ikke har noen interesse for utnyttningen av arealene.

### Vegetasjon og landskap.

Det eldste kartmateriale vi finner over Trøgstad og Eidsberg (Pilekart fra 1770) gir et bilde av både naturforhold og den menneskelige utnyttningen av områdene den gangen. Når vi sammenligner kartet over "Kala-Miærnet" og "Hersæter-Mandet" ( fig.20) fra slutten av 1700-tallet og de samme innsjøområdene idag ( fig.14 og fig.15), gir det så gode overensstemmelser at det er godt mulig å lese ut en utvikling som har skjedd med landskapet i distriktet.

I kanten av de store innsjøene lå det den gangen fuktige marker og myrer. Det gjaldt særlig rundt Kallaksjøen og på den vestre odden ut i Hersetersjøen, hvor myrene strakk seg helt ut mot vannflaten. På samme måte lå løvskogene både nord for Kallaksjøen og på sidene i av Hersetersjøen. Vegetasjonsbildet øst for vassdraget var i noe større grad preget av større arealer med løvskog. I det noe mer kupert terrenget, hvor grunnfjellet må ha ligget helt opp i dagen ( ovenfor Grefslisjøen), stod det barskog.

De gamle kartene gir også et bilde av kultivering og utnyttning av naturressursene. Ifra de store skogsområdene og innover mot gårdstunene var det hele vegen en gradvis overgang mot mer åpen vegetasjon. Ytterst lå beiteområdene for husdyra hvor det stod spredt med busker og trær. Det var nok hovedsakelig den hvite stammen av bjørketrær mellom åpne grasvoller som preget vegetasjonsbildet. Disse bjørkehagemarkene ga en gradvis overgang mot engområder hvor det ble drevet slått, f.eks. på vestsida av "Herswiig" ved Hersetersjøen ( fig.20). Nærmest husene på gårdene lå åkrene, hvor det på våren ble pløyd opp og sådd korn eller satt rotvekster.



På elvesletta var det hele vegen naturmarken som dominerte. Men ved siden av våtmarker og løvskoger lå det også enger helt ned til vannstrengen og det ble nok både slått og leitet, om de ikke lå for langt fra gårdene.

Likevel var det først når man kom opp i skråningene og opp i elvoterassene rundt vassdraget at man fant riktig kulturmark. Og det som var av slike leirsletter, var også godt utnyttet allerede på slutten av 1700-tallet.

Heravassdraget hadde vært med på å gi områdene de karakteristiske landskap og terrengformer. Elvelandskapet var preget av skarpe profiler og skråninger hvor elva hadde gravd i bakken innover mot de store leirslettene. Det var også deltaområder hvor terskler i terrenget avgjorde avrenningen og det hadde oppstått våtmarksområder (som ved Kallaksjøen-Herstersjøen). Andre steder var det typiske ravinelandskap (øverst i vassdraget), hvor bratte smådaler ledet ned mot hovedvassdraget.

Fra slutten av 1700-tallet og opp mot midten av vårt århundre skjedde det mye vi ikke har en kontinuerlig beskrivelse av. Men det må ha foregått en paralell utvikling mellom vegetasjon og landskap og som vi kan følge videre opp mot 1900-tallet.

Rundt 1950 lå det en brei stripe med naturlig vegetasjon utenfor den smale randsonen av takrørsumper rundt det åpne vannspeilet i Kallaksjøen (fig. 18). Opp mot 1984 var disse arealene med naturmark sterkt redusert og åkerarealene har blitt utvidet stadig nærmere de gamle innsjøene. Men samtidig har innsjøarealet med åpent vannspeil gått over til å bli dekket av en sumplante- og flytebladsvegetasjon. Det har også kommet et oppslag av løvskog i ytterkanten av våtmarken. Ved Herstersjøen har det skjedd noe av det samme, hvor det lange våtmarksområdet i 1950, over en trettiårsperiode fikk et tett buskvegetasjon. Denne viersumpskogen har gjennomgått store og raske endringer slik at det idag utgjør et stabilt økosystem med et mangfold av funksjoner som har stor betydning for rik fauna og flora.

Vegetasjon og landskap var rundt 1770 i hovedsak naturgitt,



FIG.20. Milekart fra 1770 som viser elvestreng, vegetasjon og landskap rundt de tidligere innsjøene.

(Målestokk 1: 20000)

men med noe kulturelle påvirkninger. De radikale endringene kom først de siste tiårene fra midten av vårt århundre. Løvskogsarealene har vært på veg tilbake til fordel for barskogen og randskoger av løvtrær har også gått tilbake. Våtmarkene har på den ene siden blitt mindre som følge av oppdyrking, men på den andre siden blitt noe større i areal som følge av tilgrunning og gjengroing.

I hovedsak har det skjedd en sterk kultivering av arealer med naturlig vegetasjon. Det ravinerte landskapet har de siste årene blitt særlig endret til flate arealer med jevnt, avrundete landskapsprofiler. Pakkeplaneringen har gitt et mer ensformig landskap uten bruddlinjer, men med åpne ensidige jordbruksarealer. Det som idag skaper noe som helst mosaikk, er der hvor grunnfjellet stikker fram i dagen og skaper en åkerøy eller en liten skogsteig.

### Vegetasjon - arealtyper.

Vegetasjonen kan samlet gi et bilde av arealtypene i et område. De vegetasjonstypene som er omtalt langs Hera er blitt slått sammen i større enheter for å beskrive arealtypegne med utgangspunkt i vegetasjonen. Det er spesielt interessant i et agroøkologisk økosystem hvor vegetasjonen og arealtyper viser stor samhörighet. Se fig. 21.

#### Vann og flompåvirket areale.

Arealene med vegetasjonstypene A-E og J omfatter våtmarkskompleksene rundt Kallaksjøen- Hersetersjøen. Flytebladsplantene er avhengig av konstant vannføring, mens sump- og elvekantvegetasjonen trenger noe jevnlig fuktighet i marken. Denne vegetasjonen er under tilgroing. Høgurtengene er betinget av tilførsel av flommateriale og av en årlig flom. De engene ligger som en stripe langs hele vannstrengen. Den mest framtrædende arten er mjødukt og den tåler en eksponert posisjon under vårflommen, mens de høyvokste urtene står på noe mer etablert mark. Under ytterligere stabile forhold, har det etablert seg busksjikt og til slutt viersumpskog som utgjør en viktig biotop i flomsone og våtmarkskomplekset.

#### Kulturmark.

Vegetasjonsarealer G-I ligger i områdene rundt våtmarkene hvor det tidligere var beita eller dyrka. Sølvbunkeengene ligger i direkte tilknytning til våtmarkskomplekset, mens beite-enger og naturenger finner vi både i det ravinerte landskapet i de øvre og nedre partiene av vassdraget hvor det ikke har vært oppdyrket til åker. Beitebruken av disse arealene betyr en bevaring av et tidligere kulturlandskap.

#### Randsone.

Vegetasjonsarealene K-O ligger som en bård rundt kulturmarka og som en overgang mot naturmark. Dette er arealer som er marginale med tanke på oppdyrking og har fått stå urørt. Denne tilfeldige formen for bevaring, gjør at et viktig landskapselement står tilbake. Randsonevegetasjonen finner vi i liten grad ellers i landskapet og er et element som savnes i kanten mot og



Fig. 21. Vegetasjons-/arealtyper langs Høra 1984. Utarbeidet etter en grunnskisse av vegetasjonstyper langs hele vassdraget.

≡	DYRKA MARK	53 %
	NATURMARK	30 "
////	FLOM OG VANN	
	PÅVIRKET	14 "
	KULTURMARK	2 "
	RANDSONER	1 "



mellom dyrka mark.

Naturmark.

Vegetasjonsarealene N-3 ligger på fuktig mark med tynt jordsmonn, hvor det ikke er dyrkbart. Det vil bl. a. si et myraktig område vest for Kallaksjøen, hvor senkingsarbeidet har gitt mindre fuktighet. Ellers inneholder naturmarken for det meste barskogstyper.

Dyrka mark

er trukket maksimalt ned mot vannstrengen fra alle kanter.

Utifra kartene og beskrivelsene vi har fra henholdsvis 1770 og 1984, er det mulig å sammenligne arealtypene den gangen og idag. (tab.4).

Vegetasjonstyper ( areatyper)	%	
	1770	1984
Naturmark		
Løvskog	11	
Barskog	30	30
Plåndingsskog	10	
Flom- og vannpåvirket mark/våtmark	?	14
Myr	4	0
Kulturmark		
Beitemark, innmark	21	2
Beitemark med trær - hageanrk	13	
Dyrka mark	11	53

Tab.4 Arealprosenten ( %) av totalt areale som er kartlagt langs Heravassdraget. Det samme totalareal langs vannstrengen er kartlagt.

Det viser seg at naturområder er i omfattende grad omarbeidet til kulturpåvirkete arealer. Ser vi på de to beskrivelsene som er gjort for vegetasjonskartene fra 1770 og 1984, er naturmarken redusert fra 51% til 30% av totalarealet i løpet av denne tohundreårsperioden. Det er i all hovedsak løvskogsområdene som har gått tilbake og barskogene har blitt stadig mer dominerende.

Det er vanskelig å tolke de eksakte arealene med flompåvirket mark i 1770, men den utgjorde nok strengt tatt både natur mark, åker og eng. Men i løpet av siste tredveårs-periode i vårt århundre har våtmarksarealene utviklet seg til å dekke rundt 14 % av den aktuelle delen av nedslagsfeltet.

Med kluturmark menes de ekstensivt drevete <sup>beite-</sup>arealene på både inn- og utmark. Det finnes bare fragmenter igjen av dette på innmark og ingenting på utmark. Andelen av dyrka mark har endret seg drastisk og det som i 1770 utgjorde mindre arealer helt inntil gårdstunene, dominerer idag over halvparten av hele det kartlagte delen av nedslagsfeltet.

## Fugler.

I de sentrale våtmarksområdene ved Hera ble det i begynnelsen av 70-åra påvist rundt 150 fuglearter (Haga 1975). I tiden etterpå har det skjedd store endringer i våtmarkene, hvor fuglebiotopene har blitt spesielt sterkt påvirket.

Før opprensing av elveløpet i 1978 ble det årlig registrert 10-15 andekull i Heravassdraget (tab. 5). Etter vårflommen i midten av mai ble eggene liggende på strendene og tørke, slik at hekkebestanden av vannfugl gikk drastisk tilbake. I 1978 ble det registrert kun ett andekull. Som følge av biotopendringene i våtmarkene ble det en nedgang i populasjonene av både hettemåke, stokkand og sothøne, mens krikkand, brunnakke og toppand sluttet helt å hokke i området.

Tabell 5 Hekkebestanden av vannfugler i Heravassdraget i 1975 og 1979. Kun påviste reir eller ungekull er medregnet. (Data fra Haga 1975 og Haga 1980).

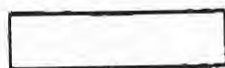
Fuglearter	Antall hekkende par	
	1975	1979
Knoppsvane <i>Cygnus olor</i>	2	6
Stokkand <i>Anas platyrhynchos</i>	9	1
Krikkand <i>Anas crecca</i>	3	0
Brunnakke <i>Anas penelope</i>	1	0
Toppand <i>Aythya fuligula</i>	3	0
Sivhøne <i>Gallinula chloropus</i>	4	1
Sothøna <i>Fulica atra</i>	20	3
Hettemåke <i>Larus ridibundus</i>	25	11
<b>Totalt</b>	<b>69</b>	<b>22</b>

I sumpplante- og elvekantvegetasjonen i våtmarksområdene har det de senere årene blitt flere par med hekkende knoppsvaner. Denne arten kom antagelig første gang til Hera rundt 1934. Da ble det skutt en fugl i Kallaksjøen og man beskrev den som "en stor, hvit fugl". Dette klønsdier ville man stoppe ut og fagfolk kunne etterpå fortelle at den ukjente fuglen var en knoppsvane. Denne arten har utvidet sitt utbredelsesområde i de siste

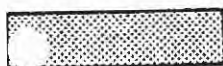
liårene og har funnet en egnet biotop ved Hera.

En annen biotopendring har skjedd ved vestkanten av Kallak-sjøen. <sup>(fig. 15)</sup> Etter at det ble drevet åkerdrift her opp til 1960-tallet, har det oppstått en sølvbunke-eng hvor marken er fuktig på våren, men relativt tørr seinere i sesongen. Her har det samtidig skjedd en forandring av fuglefaunaen, hvor arter som tilhører fuktige biotoper er erstattet med arter som tornsanger, gulspurv og trepipelerke. Den mest interessante arten i denne sammenheng er imidlertid åkerrikse. Det hekket flere par av denne arten på 50-tallet og de ble registrert helt fram til juni 1973 (Haga 1975). Da forsvant arten, antagelig som en følge av mekaniseringa og intensiveringa selv i de marginale jordbriksarealene (Fremming 1984). Likevel skulle arten ha mulighet til å overleve på de gjenværende, aktuelle sølvbunke-engene. Området er også en viktig biotop for jaktende rovfugl som hønehawk, musvåk, tårnfalk, hønehawk og spurvehawk, som jakter på smågnagere og mye vånd.

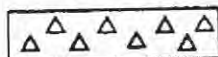
Av de slasjonære fugleartene, var det flest måker og ender i Kallak- og Hersetersjøen på 1970-tallet. <sup>(Tab. 4)</sup> Ved Grefslisjøen var det flest sangere. Den ornitologiske verdien i området ligger likevel først og fremst i trekk- og furasjonslokalitetene. Sjeldenheter i den sammenheng i våtmarksområdene, er snadderand og taffeland i Kallaksjøen, bergand og gravand i Hersetersjøen og stjert- og knekkand som har blitt observert i begge sjøene. I det noe fattigere fugleområdet ved Skottasjøen har det vært både toppdykkere og kvartbekkasin (Haga 1975). Ellers var fiskeørnen tidligere en karakterart for området. Den hekket tidligere i nærheten av vassdraget, men er ikke påvist siden 1979. Det er en klar effekt av mindre vannflater i vassdraget.



Knoppsvane



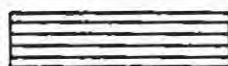
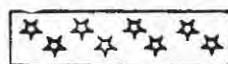
Stokkand, krikkand,



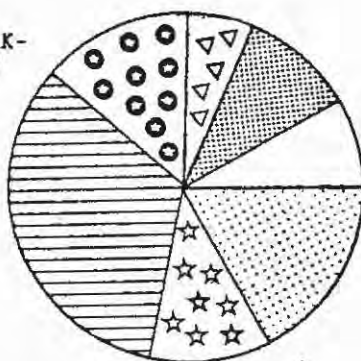
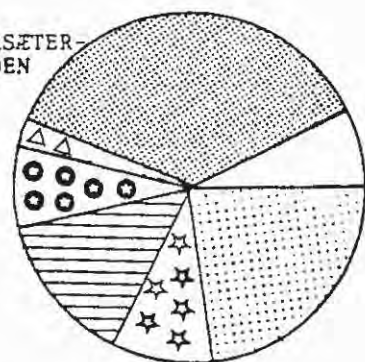
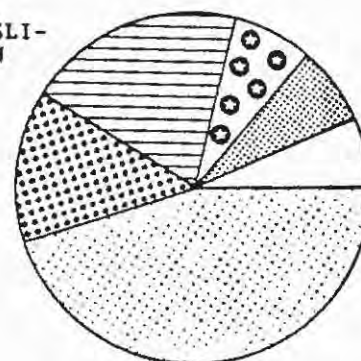
Taffeland og toppand



Sivhøne og sothøne

Hettemåke og  
FiskemåkeVipe, rødstilk,  
strandsnipe og  
storspove

Linerle

Sivsanger, rør-  
sanger og sivspurvKALLAK-  
SJØENHERSÆTER-  
SJØENGREFSLI-  
SJØEN

Figur 22. Prosentvis fordeling av stasjonære par i de undersøkte innsjøene. (Haga 1981)

Tabell 6 Forandringer i fuglefaunaen i et ca. 2 ha, stor sølvbunke-eng ved Kallaksjøen i Indre Østfold over en 7 års periode. (Haga 1981)

Arter Species	Fast tilhold 1973-74 Permanent residents 1973-74	Fast tilhold 1980-81 Permanent residents 1980-81
Rødstilk <i>Tringa totanus</i>	x	—
Enkeltbekkasin <i>Gallinago gallinago</i>	x	—
Sanglerke <i>Alauda arvensis</i>	x	—
Heipiplerke <i>Anthus pratensis</i>	x	—
Buskskvett <i>Saxicola rubetra</i>	x	x
Sivspurv <i>Emberiza schoeniclus</i>	x	x
Sivsanger <i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	—	x
Tornsanger <i>Sylvia communis</i>	—	x
Gulspurv <i>Emberiza citrinella</i>	—	x
Trepiplerke <i>Anthus trivialis</i>	—	x



## KREPS OG FISK.

### Tidligere fangster.

Fangst av kreps har lange tradisjoner i Hera med alle sine sidebekker og løker. Det var stor aktivitet under krepsinga tidlig på høsten og man gikk "mann av huse"-for ikke å si kvinner og barn (fig. 23). Der hvor låkket fra husdyra hadde gitt harde og faste elvekanter kunne man stå med hovene ut i den sakteflytende elva hvor det var godt med kreps.

Det ble fanget tildels store mengder, f.eks. ved Sloreby, helt opp mot midten av vårt århundre. Fra 1960 kjennner vi en fangst på 3300 stk. kreps som ble hovelopp på en 700 meter strandstrøking ved Sloreby. I årene etter dette ble det tatt rundt 1000 kreps hver sesong i dette avsnittet av elva, uten at bestanden ble ødelagt av det.

Det har også vært drevet fiske i innsjøer og elv. Rundt 1920 ble det gjort matauk i Kallaksjøen (fig. 24), selv om det ikke er godt å si hvor stor fangsten ble. Den innsjøen var den gangen meget større enn idag og det blir fortalt at det ble tatt godt med fisk. Etterhvert som vannkvaliteten endret seg, sa man at "fisken fikk smak av gras". Og mens innsjøer og elvepartier ble mer og mer gjengrodd av gras, gikk fisket over til å bli en ren småguttaktivitet.

Det er kjent at vassdraget har hatt ørret helt opp til ialllefall 1970. Etter at man startet med luteri øverst i Hera forsvant ørreten i løpet av en måneds tid, ble det sagt. Det har visstnok blitt stående noen ørret i de øvre elvepartiene ved Stikla. Det er usikkert om denne vil vandre nedover vassdraget etter at luteriet ble stoppet for noen år siden.

### Prøvefiske 1984.

Prøvefisket med elektrisk apparat ga ingen fangst av ørret ved Sloreby i september 1984. Derimot var det noe gjedde og ørekyt, den sistnevnte har økt i antall i løpet av de siste tjue år (Erunneier ved Sloreby).

I kanalen ved Bergtronga stod det mort og sørv (tab. 7) i vegatsjonsbeltet langs kantene.



Fig. 23. Krepning i Gullerudbekken, Trøgstad ( 1910).  
( Østfold Fylkes Billedarkiv).



Fig. 24. Fisketur på Kallaksjøen, Trøgstad.  
( Østfold Fylkes Billedarkiv).

TAB. 2

Fångst ved el.-fiske den 16. sept. 1984

 $\bar{x}$  er middellengde (mm)

	Antall fiske-individer	
	Sloreby	Bergtronga
MORT		26 ( $\bar{x} = 139$ )
SØRV		8 ( $\bar{x} = 117$ )
ABBOR		1
GJEDDE	2 ( $\bar{x} = 233$ )	3 ( $\bar{x} = 243$ )
ØREKYTE	19 ( $\bar{x} = 57$ )	

Garnfisket i de to innsjøene (tab. 2) viser en fiskefauna som er typisk for eutrofe, kulturpåvirkete vannsystem. Det er en total dominans av karpfisker, ved siden av mye abbor i Grefslisjøen. Moren stod i stimer i vegetasjonsbeltene hvor den ernærer seg av plantevekster. Laue er en mer lyselskende overflatefisk og finner de beste biotopene i Grefslisjøen hvor det er noe klarere vann langs strandsonen. Brasme forekom i begge innsjøene hvor den finner leire- og mudderbunn, mens sørven står i vegetasjonsbelter på grunt vann i begge innsjøene.

Av de nære fiskeartene, var abbor dominerende i Grefslisjøen *der* hvor det er noe mer sirkulasjon i vannmassene og bedre oksygenforhold enn i den neste gjengrodde Skottasjøen. Det finnes også tildels stor gjedde, som sannsynligvis ernærer seg på mindre karpfisker.

TAB.8

Fangst ved garnfisket den 15. og 16. sept. 1984

Fiskeart	Maskevidde på garn (mm)	Antall fiske-individer	
		Skottasjøen	Grefslisjø
MORT ( <i>Rutilus rutilus</i> )	10.5	220	300
	19	56	95
	29	25	21
LAUE ( <i>Alburnus alburnus</i> )	10.5	30	635
	19	0	0
	29	0	0
BRASME ( <i>Abramis brama</i> )	10.5	5	8
	19	17	39
	29	15	10
SØRV ( <i>Scardinius erythrophthalmus</i> )	10.5	8	9
	19	6	8
	29	12	3
FLIRE ( <i>Blicca bjoerkna</i> )	10.5	0	0
	19	0	0
	29	0	1
ABBOR ( <i>Perca fluviatilis</i> )	10.5	0	117
	19	0	1
	29	1	2
GJEDDE ( <i>Esox lucius</i> )	10.5	1	1
	19	0	1
	29	1	2
HORK ( <i>Acerina cernua</i> )	10.5	1	2
	19	2	0
	29	0	1

## DISKUSJON

### Modell for konsentrasjon av suspendert materiale.

I løpet av en relativt kort elvestrekning fra Stikle til Sloreby øker transporten av suspendert materiale markert. Denne store transporten har sin opprinnelse i erodert materiale fra arealene langs dette elvepartiet (fig. 25) hvor terrengprofilene er sterkt planert ut til flate åkerpartier.

De store mengdene uorganisk materiale føres ut fra de øvre delene av vassdraget gjennom et grunnfjellsområde og ned mot våtmarks- og innsjø-komplekset Kallak-Herset-Skotia-Grefslisjøen.

Videre nedover elveleiet skjer det en fortsatt dynamikk i de hydrologiske prosesser, ved en periodevis erosjon og sedimentasjon i mindre målestokk. Det som når fram til de nedersete partiene av Veru er relativt mindre enn det som ble transportert høyere opp.

Totalt sett skjer det en erosjon i de øvre partiene av elva. Materialet blir transportert ned til de flate midtpartiene hvor det sedimenteres i de sterkt kultur-påvirkede naturområdene.

### Materialbudsjett i vassdrag.

Transportregimet for sedimentert materiale er utregnet for noen svenske vassdrag (Nilsson 1972). Av 16 stk. elver var det for tre av dem en suspensjonstransport på over 10 tonn/km<sup>2</sup> år. I områder med intensiv jordbruksdrift i leirjordsområder i SV Finland er den midlere materialtransporten målt til 220-360 tonn/km<sup>2</sup> år og opp mot 560 tonn/km<sup>2</sup> år i fuktige sesonger (Mansikkaniemi 1983).

Det foreligger noen resultater fra lavereliggende områder i Norge (Nordseth 1974). Der ligger verdiene på 5-10 tonn/km<sup>2</sup> år for skogsterreng i områder med bunnmorene.

Over sandholdig leire og leire gjennom et småkupert jordbruksområde i Østfold, renner Hobøelva med sidevassdraget Finstadbekken. I denne bekken er det beregnet en årlig transport på 7,7 tonn/km<sup>2</sup> år i 1971 (Roas 1973). I et



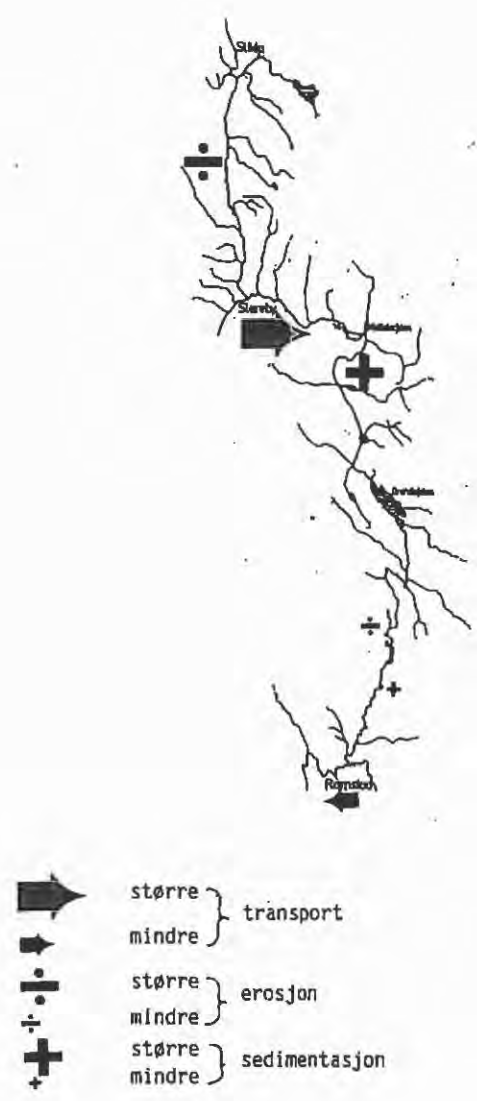


Fig. 25. Prosessene som avgjør fordelingen av partikulært materiale i forbindelse med vannmassene i Hera.

bratt terreng med steile ravineskråninger som er skogkledd, ligger Vøsterelva i Indre Østfold. Der er det målt opp i 300 tonn/km<sup>2</sup> år i vassdraget gjennom sesongen i 1970 (Koen 1974).

Utifra de tallverdiene vi har for suspendert materiale i Hørvassdraget i 1984, kan vi gjøre visse tilnærminger for å antyde den absolutte materialtransporten under denne flommen. Mannføringsdatane og middelværdiene for suspendert materiale viser at materialtransporten i den aktuelle perioden ligger i overkant av 12 tonn/km<sup>2</sup> år. Det vil si at det ligger høyere enn det som er normalt for vassdrag gjennom intensivt gravet jordbrakslandskap i leirjordsområdene i Norge.

#### Forurensingsproblemer i Høra.

Etter at forurensende bedrifter i midtre og øvre deler av vassdraget har lagt ned, viser det seg at den aktive jordbruksaktiviteten i området er den viktigste faktoren for påvirkning av forurensingsforholdene i nedslagsfeltet.

Når det gjelder det partikulært bundete fosforer viser disse konsentrasjonene gode korrelasjoner med de høye konsentrasjonene av suspendert materiale (fig.12 fig.13). Det gjør at man kan føre hovedmengden av fosfortilførselen tilbake til dyrka arealer langs vassdraget. Det kan antas at **rundt 50%** av tilførselen kommer fra dyrka mark, slik det ble anslått for Hølvassdraget. (Dahl 1982). Der hvor husdyrgjødsel blir tilført i store **konsentrasjoner** på teta mark, blir fosfortapet til vassdraget enda høyere (Mjøs & Møve 1984).

Under vårflommen i 1984 viser ikke nitrogenkonsentrasjonen i Høra-vassdraget svingninger som er parallelle med vannføringa. Nitrogenet kan vise faseforskyvninger, da nitraten kan binde seg i ulike forbindelser etter at det har blitt frigjort fra opprinnelses-stedet. Det vil i all hovedsak si jordbruksarealer, hvor det meste av nitrogen-tilførselen kommer fra (Dahl 1982).

Forurensingstilførselen fra dyrka mark varierer sterkt med avrenningsforholdene. Det gjør at slike situasjoner er

meget komplekse og usikre å beskrive og tolke. Det hindrer imidlertid ikke ~~at~~ konklusjonen at jordbruksarealene tilfører hovedparten av erosjonsmateriale i form av både partikler og næringsstoffer.

Hera-vassdraget blir idag preget av denne situasjonen og det truer verdifulle områder. Ved siden av sterke naturverninteresser for å bevare et våtmarksområde med mest mulig åpent vann i landskapet, har også jordbruksinteressen mye å forvalte. Den tendensen man har sett de seinere årene er en overdosering av kunstgjødning (Ohlen 1982), og man har fått et overskudd og tap av næringsstoffer i avrenninga. I Sverige har man regnet ut at dette tapet koster landbruket 200 millioner svenske kroner årlig i form av økte utgifter til gjødning (Prink 1980). Gjødningensmengdene i Norge ligger 20-40% høyere pr. arealenhet enn i Sverige. Der har man regnet ut at en maksimal nitrogentilførsel på 100-120 kgN/ha år vil halvere nitrogenutslippet fra området (Joelsson & Pettersson 1982). Slike konsekvenser gjør at det er satt igang flere utre forsøk for å gi flere råd og tiltak som er aktuelle for den enkelte bonde (Andersson 1984).

Fordtapet reduseres sterkt om man tilfører jordbruksarealene torv, bark, gjøret klokkslam eller husdyrgjødsel (Hjos & Hove 1984). Videre anbefaler de en reduksjon av helningsgraden hvor det med 50-100 m mellomrom legges inn grasstriper som kan binde massene. Det er fordelaktig med minst mulig jordarbeiding, god grøfting og dyrking av flerårige vekster, ved siden av at det er viktig å ta vare på matjordlaget ved bakkeplanering.

Det er nødvendig med en kritisk gjennomgåelse av de kunstgjødning-doseringene som blir brukt idag. De er bed bedre tilpasset økonomiske enn økologiske retningslinjer. I Danmark har man funnet at nitrogen-innholdet i grunnvannet har blitt tredoblet over en 30-års-periode, samtidig som nitrogen-tilførselen i landbruket har steget tilsvarende (Miljøstyrelsen 1983, Vandkvalitets-instituttet 1984). De samme tendensene har man sett i Sverige ved økt nitrogenforurensing i vann og vassdrag, uten at utnyttelsesgraden har blitt forbedret (Andersson 1984). Erosjons- og forurensingssituasjonen er et åpenbart problem også i Norge hvor man i for stor grad driver fram åpne åkerarealer.

### Dynamikk og funksjon i økosystemet.

Det er vannkvalitetene som har gitt endringene i vegetasjon og økosystem langs Hera. Det er økende flater med flytebladsplanter av nøkkerose-arter og de medvirker til akkumulering av suspendert materiale i vannmassene. Det gir et vekstsubstrat til sump- og elvekantvegetasjoner hvor sjøsivaks og elvesnelle står i en sone lengst ut mot vannspeilet og med takrør, dunkjevle og sverdlilje på fastere bunn. Det tilsvarener sonasjonen fra nedre innsjøer i Ostfold (Hvoslef og Fjelde 1983).

I Kallaksjøen er det representert et stadium i suksesjonen hvor elvesnelle og takrør danner tette bestand og hvor vannstandsforandringer er den vanlige årsaken til slike kvantitative oppsving (Sensén 1975).

Den gamle innsjøen Hersettersjøen har etter kanalisering og opprensing gitt en fast mark hvor sumpvierskog har utviklet seg i løpet av tredivet år. Dette er en kultur-betinget gjengroing av tidligere flombetinget våtmark. Der hvor det idag ligger striper av høgurtenger langs elvestrengen og i de gamle meander-elveleiene, vil det sannsynligvis skje en naturlig utvikling mot en tilsvarende sumpvierskog som ved Hersettersjøen. Ved en svak beitedrift vil det utvikles en sølvbunke-eng (Larsson 1976), slik den ligger idag sør for Kallaksjøen.

Etablering av et busksjikt vil gi området et viktig innslag av biotoper. Det vil ha betydning for både fugle-, insekt- og amfibie-faunaen, slik de lever under fordelaktige forhold i Hersettersjøen. Tilsvarende biotoper vil ha stor verdi for økosystemet langs hele vassdraget hvor også viltet vil dra nytte av de kvalitative viktige busker og trær i økosystemet.

Både røtter og stammer på vekstene har funksjon som oppsamlere av sediment i vannmassene. Det ser man etter hver flom hvor marken og plantene er dekket med et sedimentlag. Rotsystemet har dessuten funksjonell betydning som biologisk filter av vannmassene gjennom dreneringssystemet. Næringsstoffer og materiale blir på den måten nyttiggjort og gir en buffereffekt i systemet.

Busker og trær gir et verdifullt preg i landskapet og er med på å bygge opp de karakteristiske kulissene rundt arealene slik vi kjenner de bl.a. rundt de fleste gårdstun. På samme måte har de estetiske verdier ellers i jordbrukslandskapet.

Gjengroingen av vassdraget ser vi bl.a. på fiskepopulasjonene i innsjøene. Av de fiskeartene som er representert lever karpefisken hovedsakelig av plantekost, morten tar muslinger og abberen predaterer ulike små fiskearter (Vøllestad 1983). Det er et stort antall fiskeindivider (231 fiskeindivider pr. garn pr. døgn) i Hera sammenlignet med Rakkestadelva (58 fiskeindivider pr. garn pr. døgn) (Vøllestad op.cit.). Det store antallet individer i populasjoner av samme fiskeart indikerer de ustabile forholdene og de raske endringer i økosystemet i Hera.

De stadig økende mengder med plantemateriale gjør at krepsen ikke har gode leveforhold. En art som har dradd nytte av denne gjengroinga er knoppsvane som nå har fått gode reirplasser på usjenerte lokaliteter ute i våtmarken. Knoppsvanen har her funnet en biotop som det blir stadig mindre av lenger sør i Europa. Derfor er arten trukket gradvis nordover bl.a. til Hera.

Den antropogene (meneksepåvirkete) engvegetasjonen innefor området representerer deler av tidligere økosystem og landskap i leirjordsområdene i SØ Norge. Sølvbunkeenga ved Kallaksjøen har vært holdt åpen ved slått og beiting og ligger enda som en rest etter flompåvirket jordbruksarealer. I ravinen nord for Sluppen ligger beiteenger som er gjødslet og tilsådd og hvor ryllikken har et markert innslag på ekstensivt beite. Der hvor husdyra de seinere åra ikke har beita har det utviklet seg en natureng med hestehavre. Disse agroøkologiske system er viktige relikter fra det gamle jordbrukslandskapet. hvor beiter og enger lå i et ravinert terreng med åkre, trehølt og randsoner imellom.



### VERNINGSFORMER I NEDSLAGSFELTET, VERNINGSFORMER.

Det var tidligere en variert landskapsprofil med raviner, elvesletter, -terrasser og skrenter langs Hera-vassdraget. Fram til idag er topografien over store områder endret til avrundete og bølgete flater og kammer hvor bakkeplanering har gitt landskapet de nye profilene. Bakkeplaneringen har resultert i en økende jorderosjon på de dyrkede arealene. Det gjør det nødvendig å bevare mest mulig av dagens landskapsformer for å hindre videre erosjon og gi et mest mulig mangfoldig og opplevelelsesrikt landskapsbilde.

Det har foregått store endringer innenfor biotopene i nedslagsfeltet. Det naturlige elveløpet svinget seg gjennom landskapet og det var både kreps, ørret og annen fisk i elva. Idag er mange av de mest verdifulle partiene kanalisert og etter tilslamming og tilgrunning har det blitt en gjengroing av tidligere åpne vannflater. Forholdene gjør at det idag i hovedsak er karpfisker i elv- og innsjøer og krepsen ser man ingenting til om man forsøker krepsefiske. Insektsfaunaen kjenner vi lite til, men den har sannsynligvis endret seg i takt med reduksjonen av biotoper med åpent vann.

De kjemiske og fysiske forhold som kjenntegnes ved den store transport av erodert materiale i vannmassene, skaper et lite fordelaktig livsmiljø for annet enn en fauna som tåler næringsrikt og tilslammet vann. Det i høyeste grad behov for tiltak for bedring av forholdene.

Tidligere var det naturlige skiller eller overgangssoner ved elvekanter, åkerkanter, åkerøyer o.l.. Disse randsonene er idag redusert mellom alle arealer med vann, våtmark, dyrka mark og skog. Tilbake ligger det bare noen striper som alleer og lunder ved gårdene hvor menneskene skaper kvalitet iallefall i sitt eget nærmiljø. Slike belter med naturlig vegetasjon har funksjonelle verdi som biologisk filter i avrenningssystemet (Larsson 1976), gir viktige leveområder for fauna og gir en opplevelsesverdi i et oppbrutt landskap.

Våtmarker og myrer utgjorde store arealer som lå i direkte tilknytning til vannarealene. Enkelte våtmarker har grodd

igjen og blitt oppdyrket mens myrene i hovedsak har blitt til åker. Det som idag er våtmark, var tidligere innsjø og vannarealer. De ligger på fuktig mark langs de flatesle partiene av elvestrengen hvor fuglefaunaen har endret seg betydelig de siste tiår. Det var tidligere forekomst av åkerrikse (Uaga 1975) men den har forsvunnet sammen med vade- og vannfugler. Området har ellers stor verdi som hekke- og trekklokalitet for diverse fuglearter og gjør at våtmarkene har stor verneverdi (Hardeng 1980).

Et slikt område med omfattende oppdyrking og kultivering av arealene har de naturlige deler av landskapet stor verneverdi. Det fungerer som et biologisk filter <sup>inn</sup> mot dyrka mark.

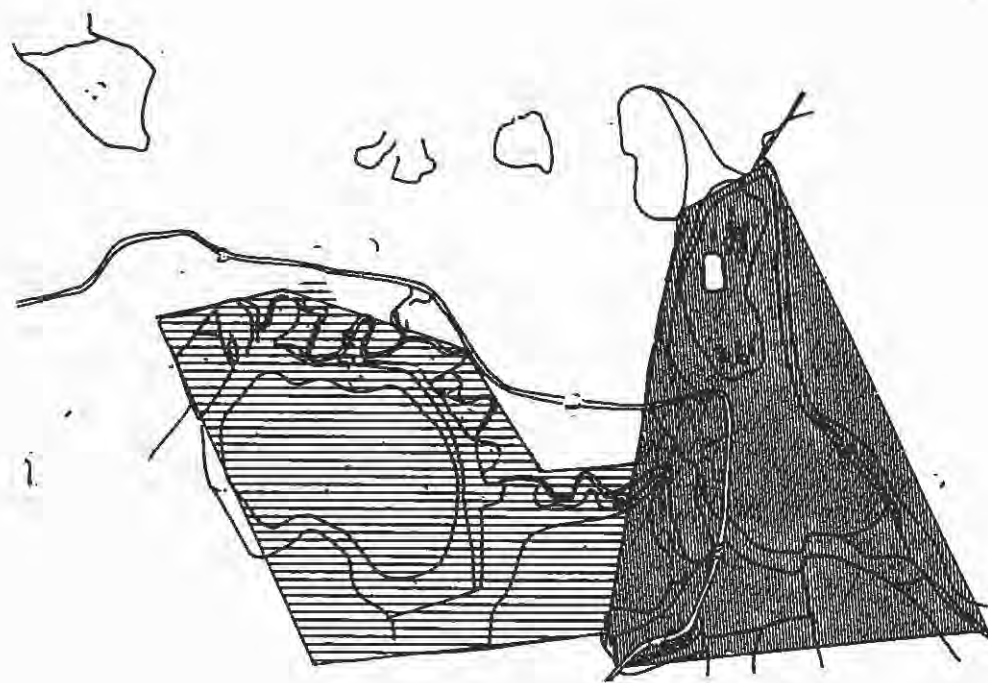
Det tidligere kulturlandskapet bestod av tun, åker, eng/beite og utmarksbeite i skog og mark i tillegg til beiteenger langs vassdraget. Det har endret seg til mest åkerarealer med ensidig korndrift hvor man har drenert og planert det meste av arealene. Det vil si produksjonsarealer for jordbruket som kjennetegnes ved ustabile fysiske forhold. Det gjør det vanskelig med en mer allsidig drift hvor eng og beite blir tatt inn i skiftet. Sølvbunke-enga mot Kallaksjøen er et verneverdig element i kulturlandskapet.

For å bevare de omtalte verdier i området vil det være naturlig å dele opp området og gi det to ulike verneformer. Rundt våtmarkene er det aktuelt med et natur-reservat, mens de omliggende arealene bør inneholde et landskapsvernområde i en sone rundt. Se fig. 26

#### Skjåtsel av de verneverdige områdene og jordbruksdriften innenfor nedslagsfeltet.

De aktuelle skjåtselstiltak for de verneverdige områdene må ta hensyn til forholdene i hele nedslagsfeltet. Forslag til tiltak innenfor verneområdene følger erfaringer og råd gitt i Statens Naturvårdsverk 1982 og Nielsen 1984.

Bannstrengen. Det er nødvendig å sikre dagens vannføring med de naturlige vannføringsamplitudene hvor spesielt flomtoppene er en nødvendighet og forutsetning for transport av erodert, partikulært materiale ut av området slik at det ikke sedimenteres og tiltetter elvestrengen. Den allerede



- Naturreservat-forslag (A)
- ▨ Landskapsvernområde-forslag (B)

Hvite feltet innenfor reservatområdet er spelt vannspeil og vannløp, pr. juli 1984.

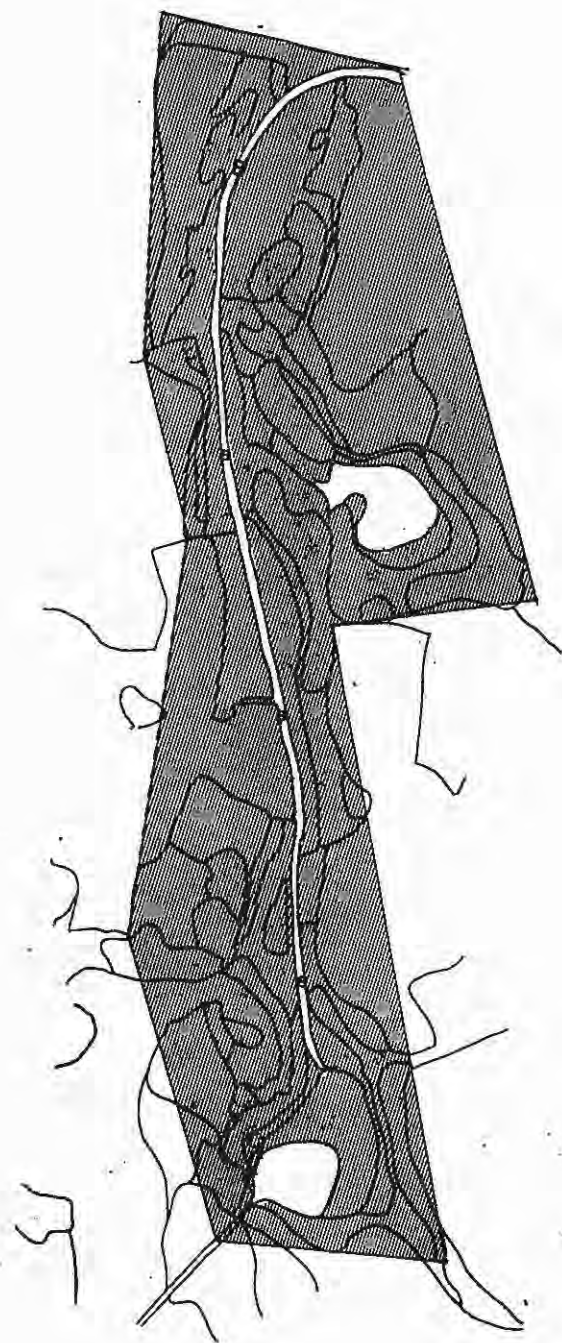


Fig. 26. Forslaget om arealer med naturreservat og landskapsvern-  
områder.

lave minstevannføringa gjør at et vanningsanlegg vil øke forurensningsgraden og belaste vassdraget på en meget uønsket måte. En ytterligere sanking vil dessuten påvirke grunnvannspeilet mot en uttørring av de verdifulle våtmarksområdene.

Vannløpet bør holdes fri for leire- og sandavleiringer og det er nødvendig med en forsiktig opprensing fra Kallaksjøen til Skottasjøen. Materielt må ikke deponeres ved elvekanten eller ødelegge vegetasjonsflater i verneområdet, men spres som en gjødsel-ressurs på åkerarealer.

Vannstrengen må beskyttes mot all oppgraving og oppretting.

Feiting med husdyr helt ned mot vannstrengen kan forårsake ras og utglidninger slik at dyra bør gjerdes vekke i en 1-3 meters stripe fra vannet.

I en 10-15 meter bred sone ut fra vannstrengen i hele vassdraget, bør busker og trær få et fritt oppslag og må ikke fjernes ved verken fysiske eller kjemiske hjelpemidler. Ved siden av den biologiske effekten røttene har som filter for avrenningen, vil skygge fra passende breddevegetasjon i noen grad hindre vannplanter å komme opp. Det må ellers ikke skje noen totalnedskjering av vegetasjonen i vannstrengen eller på breddene.

Innsjø. Kallaksjøen kan det være aktuelt å utvide den nåværende vannflaten til å stå i kontakt med elvestrengen. Skottasjøen bør få et større vannspeil, mens Herstersjøen ikke behandles som noen innsjø (men som våtmark).

De to førstnevnte sjøene bør flytebludsplanter fjernes for å få et åpent vannspeil og bedre sirkulasjonen i vannmassene. Videre bør man rense opp noe bunnmateriale for å skape bedre oksygenforhold i vannet. Det vil også fjernes en mengde næringsstoffer med slammet og med en mindre planktonproduksjon vil lyset trenge dypere ned i vannet. Bunnmaterialet må benyttes som jordforbedringsmiddel og ikke ødelegge overvintringssteder for plante- og dyrearter i strandkanten.

Våtmark med høye urter og gras. Det aktuelle området er ved Kallaksjøen. Innenfor sumpplantevegetasjonen skjæres høye gras og halvgras ned under isforhold om vinteren. I soner



på rundt 20 meter for hver 100 meter kan det gis åpninger for fuglene i sektorer ut fra den åpne vannflaten. Innenfor disse sektorene bør plantematerialet fjernes straks etter nedskjæring i desember/januar, for ikke å hindre oksygentilgangen. Høsting gjør at produksjoenen øker og det vil utvikle seg en fastere mark om ikke rot- og planterester fjernes etter at bunden er harvet opp og rotkultivert.

Ved utløpet av Kallaksjøen kan det skjæres ned 20 meter brede striper med 40 meters mellomrom på tvers av elvestrengen. Det akn ved den videre behandlingen gi en fuglebiotop med et åpent vannspeil rundt sumpvegetasjonen.- Det er nødvendig å være oppmerksom på knoppsvanereir under dette arbeidet.

På utkanten av det gamle innsjøarealet hvor det kan være aktuelt å få opp en engvegetasjon, kan man slippe beitedyr utpå etter nedskjæring av gras og halvgras. Da vil marken suksessivt bli fastere og det vil komme opp kortere gras.

Det ville være ønskelig og interessant å la våtmarkene i Hørsetersjøen få gro uberørt igjen og på den måten studere den videre utvikling.

Våtmarker med buskjer og trær: Dette er av de mest stabile systemene på de verneverdige områdene og bør få stå urørt av menneskelige aktiviteter.

Kulturmark. Innenfor området til landskapsvernforslaget ligger sølvbunkeenga som kan skjottes ved svak beiting av kviger/sauer. Med en høyslått ute i juli kunne det bli gjenskjapt et driftsmønster som var tidligere og hvor truete fuglearter i kulturlandskapet kunne funnet en biotop.

Arealene langs meandersjøene bør holdes oppe ved svak hogst/ tynning slik at en god småviltbiotop bevares og setter sitt preg på landskape. Alt som er av grantrær på disse arealene bør tynnes vekk.

Beiting med husdyr pågår idag øst for vannspeilet i Hørsetersjøen. Disse kulturbeitene bør ikke få strekke seg videre helt ned i våtmarkene og endre den biotopen ytterligere.



Jordbruksarealer. Bakkeplanering må reduseres til det minimale i alle deler av nedslagsfeltet. Det er sterkt ønskelig at det opparbeides grasvoller på ca. 1 meters bredde på langs av høyde-kvoten på åkerarealer som er utsatt for stor overflateavrenning. Sammen med gode dreneringsmønstre vil det minske overflateavrenningen på bakkeplanerte arealer hvor jorderosjon ellers er stor under flom eller stor nedbør.

Det bør stimuleres til husdyrdrift i området slik at andelen engarealer blir større og mindre erosjon fra leirjordsflatene. Prakkmark bør ikke forekomme langs vassdraget da det lett eroderes mye materiale fra slike arealer.

Det er ønskelig at gjødsel blir spredd etter at telen er gått i jorda og det kunne med fordel være å prøve vårpøying for å minske avrenningen fra dyrka mark.

Det bør opparbeides og bevares randsoner på minst 10 meter mellom jordbruksarealer og de vernverdige områdene som vist på fig. 26.

SAMMENDRAG.

Heravassdraget inneholder et mangfoldig våtmarkskompleks hvor fuktige kulturlandskapstyper har gjennomgått store endringer i løpet av 20. århundre. Økosystemets funksjon har til enhver tid vært betinget av den kulturelle påvirkningen av nedslagsfeltet og jordbruksaktiviteten som dominerer nedslagsfeltet.

I over 150 år diskuterte man problemene med flommen i vassdraget. Erfaring og forståelse for forholdene gjorde at situasjonen ble akseptert fram til 1930-åra. I 1941 ble de ~~andre~~ delene av vassdraget kanalisert og i 1971 ble lavvannet senket med 1,2 meter. Allerede i 1976 ble det gjort oppresinger i elveløp<sup>sona</sup> har en fallhøyde på 18 meter.

De siste seksti årene har det vært over en fordobling av åkerarealer, mens engarealene er redusert med 80 %. Det har vært en sterk intensivering av driften på jordbruksarealene langs vassdraget.

Målingene gjennom vårflommen 1984 viste store variasjoner med opptil en sjudobling av mengden suspendert materiale i vannmassene i løpet av ett døgn. De midlere døgn-mengdene tilsvarte verdiene for tidsrommet kl.12-16.

Landskapsformene har gjennomgått store forandringer som følge av bakkeplanering de siste tjue åra. I øvre deler av vassdraget har det påskyndet den naturlige erosjonsprosessen. På ustabil mark med humusfattig jordsmonn hvor ettårige plantearter dominerer, blir store materialmengder fraktet ned mot elvestrengen under flommen. Vannmassene transporterer store mengder suspendert materiale fra de bakkeplanerte områdene (  $140 \text{SSmg/l}$  under vårflommen 1984) over et grunnfjellsområde. Lenger nedstrøms går Hera over et flatt leirjordsområde hvor hovedandelen av materialet blir sedimentert og hvor elva transporterer rundt  $50 \text{SSmg/l}$  i den samme vårflommen. Det fører til en rask tiltetting av vassdraget.

Innholdet av totalnitrogen og totalfosfor reduseres suksessivt med vårflommen. Det er et overskudd av nitrogenforbindelser som diskuteres å komme fra jordbruksarealene.

Det blir beskrevet vegetasjonstyper som er karakteristiske for flompregete vassdrag over leirjordsområder. Vegetasjonssonasjoner langs vassdraget og opp på fastmark kan gi grunnlag for videre studie av flomeffekten langs vannstrengen. I løpet av 30 år har det på to arealer med henholdsvis sumplante-vegetasjon (Hersetersjøen) og åpen vannflate (Kallaksjøen) utviklet og etablert seg en stabil viersumpskog og stort homogent sumplanteområde.

Ved å slå sammen arealene for flere vegetasjonstyper viser arealtypene forandringer og funksjonen i det økologiske systemet. Fra 1770 til 1984 er arealet med dyrka mark femdoblet, mens beitemark er redusert fra 30% til 2% av det aktuelle arealet. Størrelsen på de flompåvirkete arealene har fordoblet seg et par ganger.

Forekomsten av busker og trær langs vannstrengen er en funksjon av jordbruksdriften. Dette vegetasjonsjiktet fungerer som et biologisk filter og fanger opp erodert materiale under flommen ved siden av at det skaper fine kulisser i landskapet. Randsoner av busker og trær skaper verdifulle biotoper for både flora og fauna.

Restaureringstiltak med vannstrengen har endret fuglefaunaen i løpet av få år. Ukkebestanden av vannfugl er betydelig redusert. Knoppsvane har etablert seg i sumpområdene, mens åkerrikse har forsvunnet for ekstensivt dreiate engarealer. Samtidig har rovfuglbestanden gått strengt tilbake.

I Heravassdraget stod det tidligere godt med kreps. Den forsvant småttidig med ørreten som følge av utslipp fra luteri og andre aktiviteter i nedslagsfeltet på 1960- og -70-tallet. Prøvefiske i 1984 forteller om et eutroft, kulturpåvirket vannsystem med individrike populasjoner av karpfisker og gjedde.

Landskapselementer som er nedtegnet på Miløkart fra 1770 blir fulgt fram til i dag og viser betydelige endringer i landskapet. En rekke med innsjøer har blitt til et

våtmarkskompleks hvor det åpne vannspeilet er praktisk talt borte. Landskapsprofilene har blitt avrundet og utflatet ved bakkeplanering. Og dyrka mark har presset seg stadig nærmere vannstrengene og ut mot våtmarkene.

Åker, eng og beitearealer lå tidligere i en klar sonasjon ut fra gårdtunene. Denne arealmosaikk har idag endret seg til store homogene åkerarealer hvor det blir drevet intensiv, ensidig korndrift.

I de sentrale deler av vassdraget rundt Kallaksjøen og Hørsetersjøen blir det foreslått å opprette et naturreservat som står i direkte tilknytning til et landskapsvernområde i en buffersone rundt. Det er behov for visse skjøtselstiltak ved siden av retningslinjer for driftsmønster og arealbruk innenfor hele nedslagsfeltet.

Den framtidige skjøtsel av Heravassdraget må innebære fortsatt flom, etablering av stabile og funksjonelle vegetasjonsbelter med busker og trær og forsiktig opprensing av det eksisterende vannløpet. Jordbruksdriften må ta økologiske hensyn ved at det ikke skjer grunnvannsendringer eller blir utført jordvanning og bakkeplanering. Det bør opparbeides striper med grasvoller i det bakkeplanerte landskapet. Flytebladsplanter og bunnmateriale bør fjernes fra mindre deler av Kallaksjøen for å få en åpen innsjø. Våtmarksområdene med høye urter og gras får utvikle seg urørt i Hørsetersjøen, mens sektorer av Kallaksjøen bør forsøksvis høstes ved slått.

## LITTERATUR

Andersson, R. 1980

Växtnäringsförluster från åkermark.  
In: Falkenmark, M. & Johansson, I, 1980  
Hydrologi. Markanvändning. Vattenkvalitet.  
SNV PM 1455:88-101

Andersson, R. 1984

Nitrogen och fosfor i grund- och ytvatten -  
jordbrukets roll och möjligheter till åtgärder.  
20. Nordiska Symposiet om Vattenforskning, 1984

Bjørndalen, K. & Løvstad, Ø. 1983

Kartlegging av vannkvaliteten i Østfold.  
Fylkesmannen i Østfold, Mil.avd.

Brink, N. 1982

Measurement of mass transport from arable land in Sweden.  
Sveriges Landbruksuniversitet, Avd. Vattenvård.  
Ekohydrologi, 12:29-36

Dahl, I. & Arnesen, R. T. 1982

Hølenvassdraget. Hovedrapport om forurensningstilførsler  
og stofftransport 1977-1980  
NIVA F-80420

Eie, J.A. 1976

Inventering av Hellsjøvatn, Kallaksjøen og Gjølsjøen,  
tre næringsrike innsjøer i Akershus og Østfold.  
Landsplan for verneverdige områder/forekomster.  
Rapport 2/73

Falkenmark, M. & Johansson, I. 1980

Hydrologi. Markanvändning. Vattenkvalitet.  
SNV PM 1455



Fremming, O.R. 1984

Viktige truede og sårbare fuglearter i kulturlandskap i Norge.  
 Biol. Inst. avd. zoologi, U. i Oslo.  
 Rapport T-587, Miljøverndepartementet

Haga, A. 1975

Zoologisk-botaniske observasjoner i Heravassdraget, Trøgstad kommune, Østfold.  
 Rapport deponert Fylkesmannen i Østfold og Miljøverndep.

Haga, A. 1980

Takseringer av fuglefaunaen knyttet til ulike innsjøer i Østfold.  
 Hovedfagsoppgave i biologi, studieretning økologi, Univ. i Oslo.

Haga, A. 1981

Skjøtsel av næringsrike innsjøer fra et ornitologisk synspunkt.  
 Fauna 34: 137-146

Hardeng, G. 1980

Våtmarksområder i Østfold  
 Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernnavdelingen.

Hvoslef, S. & Mjelde, M. 1983

Strandvegetasjon i Vansjø, vannstandsvekslingers virkning på strandvegetasjonen.  
 NIVA-rapport 124/84

Jansson, S.L. 1984

Jordbrukets utveckling i modern tid.  
 20. Nordiska Symposiet om Vattenforskning, 1984.

Jensen, S. 1975

Sjön Trummen. Vattenstands- och vattendjupsförhållanden före och efter restaureringsingreppet.  
 Makrofyttvegetationen 1973-1974.  
 Medd. avd. för etologisk botanik, Lunds Universitet 7.

Joelsson, A. & Pettersson, O. 1982

Jordbruksdriften i Södra Halland. Inventering, analys av miljøeffekter, åtgärder.  
Naturvårdsverkets Rapport SNV PM 1597.

Kauppi, L. 1982

Testing the applicability of the CREAMS model to estimation of agricultural nutrient losses in Finland. Publications of the Water Research Institute, Finland, 49:30-39.

Kjærnes, P.A. 1984

Kvartærgeologisk kart Kartblad Askim 1914 II  
NGU (In prep.)

Larsson, A. 1976

Den sydsvenska fuktängen  
Medd. avd. for ekologisk botanikk  
Lunds Universitet 31

Lundekvam, H. 1984

Analyse av hydrologiske og hydrokjemiske data frå ulike landsdelar  
Rapport 2/84. Inst. for hydroteknikk, NLH

Mansikkaniemi, H. 1982

Soil erosion in areas of intensive cultivation in southwestern Finland  
FENNIA 160:2:225-276

Moen, P. 1974

Mønsterelva i Østfold. Skrånings- og elveløpsprosessenes relative betydning for utformingen av et leirlandskap.  
Geogr. Inst. Univ. i Oslo. Upubl.

Miljøstyrelsen 1983

Opgørelse af belastningen fra land af de indre danske forvande med organisk stof, total-N og total-P

Nilsson, B., 1972

Sedimenttransport i svenska vattendrag ett IHD-projekt  
Del 2 Avrinningsområden, stationer och resultat 1967-69.  
UNGI rapport 16, Uppsala 1972

Nilsson, B., 1971

Sedimenttransport i svenska vattendrag ett IHD-projekt  
Del 1 Metodik  
UNGI rapport 4, Uppsala 1971

Nielsen, V., 1984

Plejebogen - en håndbog i pleije af naturområder og  
kulturlandskaber  
Fredningsstyrelsen 1984

Nordseth, K., 1974

Sedimenttransport i norske vassdrag  
Geogr. Inst. Univ. i Oslo  
Stensiltrykk, 177 p.

Njøs, A. & Hove, P. 1984

Erosjonsundersøkelser  
Vannerosjon  
Sluttrapport NLUF (in prep.)

Skogsvårdsstyrelsen och Länsstyrelsen i Stockholms Län 1982

Skötselplan och sjörestaureringsplan. Naturreseptatet  
Ängarnssjöängen

Stubsjøen, M. 1984

Forurensinger fra jordbruket. Omfang og virkemidler.  
Delutredning I  
Rapport Nr. 2. Landbr. dept., Oslo

Statens naturvårdsverk, 1982

Skötselplaner för naturvårdsobjekt  
SNV RR 1982:2

Ulén, B. 1981

Erosion av fosfor från åker

In: Forurensning fra jordbruksarealer og drøfting av aktuelle tiltak.

Nord. Jordbr.forsk. For. 9 pp.

Vandkvalitetsinstituttet, ATV (VKI) 1984

Uviklingen i kvælstoftabene fra dansk landbrug og konsekvenserne for vandmiljøet.

Hørsholm, april 1984, 186 pp.

Aker, R. 1983

Tap av nitrogen og fosfor fra dyrka mark.

SFT 28. des. 1983