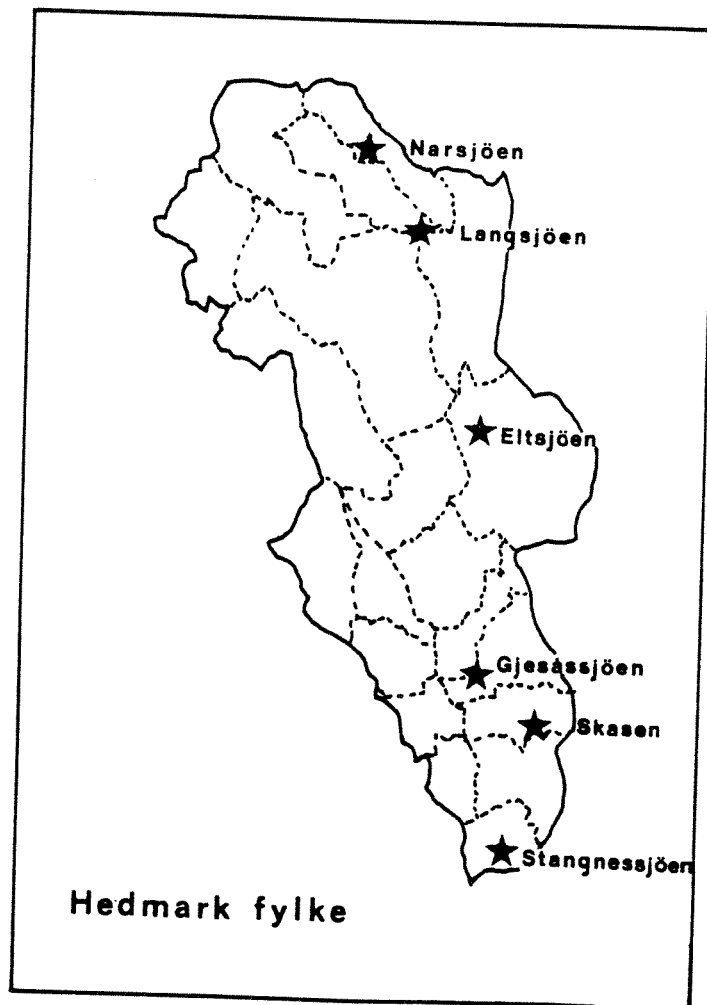


1841

O-84126

Limnologisk undersøkelse av 6 innsjøer i Hedmark i 1985



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor
Postboks 333
0314 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen
Breiviken 2
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:	0-84126
Undernummer:	
Løpenummer:	1841
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel: Limnologisk undersøkelse av 6 innsjøer i Hedmark fylke sommeren 1985.	Dato: April 1986
	Rapportnr.
Forfatter (e): Sigurd Rognerud	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Hedmark
	Antall sider (inkl. bilag): 18

Oppdragsgiver: Fylkesmannens miljøvernadv., Hedmark	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: Stangnessjøen er overgjødset på grunn av menneskelig aktivitet og er ute av økologisk balanse. Gjesåssjøen er en naturlig næringsrik innsjø som er noe påvirket av næringsalter fra jordbruket. Innsjøen synes å være i økologisk balanse. Langsjøen er humøs, næringsfattig og har en svak indikasjon på næringsalttilførsler fra jordbruk. Narsjøen er en naturlig næringsfattig innsjø, som i de senere år har fått et tydelig preg av næringsaltforurensning som har gitt økt planktonvekst. Eltsjøen er en grunn relativt saltrik skogssjø med ubetydelig påvirkning av menneskelig aktivitet.

4 emneord, norske:
1. Limnologisk befaring
2. Hedmark
3. Stangnessjøen, Skasen, Gesåssjøen, Eltsjøen, Langsjøen, Narsjøen
4. Vannkjemi og biologi

4 emneord, engelske:
1. Limnological research
2. Hedmark
3. Stangnessjøen, Skasen, Gesåssjøen, Eltsjøen, Langsjøen, Narsjøen
5. Water chemistry and biology.

Prosjektleder:

Sigurd Rognerud

For administrasjonen:

Bjørn Tvedt

ISBN 82-577-1048-2

Norsk institutt for vannforskning
Østlandsavdelingen



NIVA

Norges Teknisk-
Naturvitenskapelige
Forskningsråd

Postadresse
Rute 866, 2312 Ottestad
Postgiro 4 07 73 68
Telefon (065) 76 752

0-84126

Limmologisk undersøkelse av 6 innsjøer i Hedmark fylke, sommeren 1986.

Hamar april 1986

Saksbehandler: Sigurd Rognerud NIVA

Medarbeidere : Gøsta Kjellberg NIVA

Thor A. Nordhagen FM

O.E.Jordheim HF

Ola Gillund FM

FM = Fylkesmannens miljøvernavdeling

HF = Hedmark fylkeskommune

FORORD

Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Hedmark ga NIVA's Østlandsavdeling i oppdrag å gi en vurdering av 6 innsjøer i Hedmark på bakgrunn av to observasjoner sommeren 1985. Følgende innsjøer ble undersøkt: Stangnessjøen i Eidskog, Skasen i Grue, Gjesåssjøen i Åsnes, Eltsjøen i Trysil, Langsjøen i Tolga/Engerdal og Narsjøen i Os.

Befaringen ble foretatt sammen med overingeniør Thor Nordhagen fra miljøvernnavdelingen som også har vært ansvarlig for opploddingen av innsjøene og innsamlingen av de kjemiske prøvene som ble analysert ved VLH. Bearbeidingen av dybdemålingene (ekkolodd) samt tegning av dybdekart er utført av avdelingsingeniør O.E. Jordheim i fylkeskommunens planavdeling. Ola Gilund ved miljøvernnavdeling har gitt opplysninger om landbruksaktiviteten i nedbørfeltene.

Innholdsfortegnelse

1. Innsjøens kjemisk-fysiske forhold	
1.1 Vannkjemi	3
1.2 Belastningsdiagram for fosfor	6
1.3 Næringssalter - algemengde	8
1.4 Algemengde - siktedyp	10
2. Tilførselsanalyser	11
3. Sammenfattende kommentar til de enkelte innsjøene	13
3.1 Stangnessjøen	13
3.2 Gjesåssjøen	14
3.3 Langsjøen	15
3.4 Narsjøen	15
3.5 Eltsjøen	16
3.6 Skasen	16
4. Litteraturliste	18

1.1 VANNKJEMI

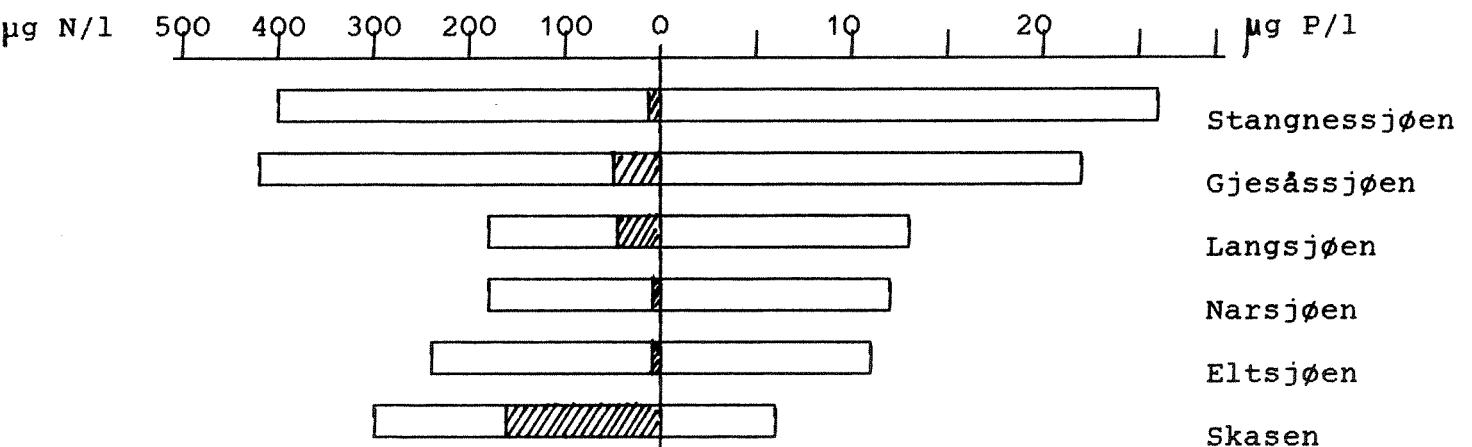
Det er velkjent at vannkvaliteten i innsjøer på våre breddegrader kan variere betraktelig over året. Den relativt lange isleggingsperioden med en rask avsmelting i vårmånedene er hovedårsaken til dette. Generelt er det slik at innsjøer med kort oppholdstid er mer utsatt for variasjoner i vannkvalitet enn innsjøer med lang oppholdstid. Denne undersøkelsen har ikke fanget inn disse årsvariasjonene, den beskriver kun situasjonen i de øvre vannmassene under sommerperioden. Med hensyn til mange brukerinteresser er det imidlertid denne perioden som oftest er mest interessant.

De kjemiske analyseresultatene er gitt i tab. 1 og 2 bak i rapporten. Generelt må innsjøene gis karakteristikken saltfattige, men i norsk målestokk (der saltrike innsjøer er sjeldne) kan Stangnessjøen og Gjesåssjøen sies å ha en middels høy saltholdighet. Et vesentlig høyere saltinnhold finner en hovedsakelig i innsjøer nær kysten eller i kalkrike områder.

Et karakteristisk trekk ved innsjøene i de østlige deler av Hedmark er en markert brunfarging som følge av humustilførsel. Humusstoffene vaskes ut av myr og skogsmark spesielt under regn- og flomperioder. I en viss utstrekning blekes denne fargen av sollyset og humusen utfnokkes og synker til bunns. Størst virkning har disse prosessene i innsjøer med lang oppholdstid. Slike innsjøer fungerer som klaringsbassenger. Humusfargen avtar også når pH-synker slik at sure innsjøer oftest er relativt klare. Skasen har ca 10 x så lang oppholdstid som de andre innsjøene og er dessuten noe surere. Dette gjør at humusfargingen i denne innsjøen er betraktelig mindre enn i de andre innsjøene. De øvrige fem har fargetall mellom 30-60 mg Pt/l som er et resultat av deres korte oppholdstid og humusrike tilførselsvann.

Innholdet av næringssalter (fig. 1) viser at Stangnessjøen og Gjesåssjøen er markert påvirket av menneskelig aktivitet. De andre innsjøene har konsentrasjoner av nitrogen og fosfor som ligger nær det en kan forvente i relativt lite påvirkede innsjøer med de aktuelle oppholdstider.

Fig 1. Næringssaltkons. i innsjøene. Nitratverdiene er skravert



NO₃ - Skravert

Stangnessjøen og Gjesåssjøen ligger under den marine grense og er følgelig naturlig også noe næringsrikere enn de andre som ligger over den marine grense. Forøvrig kan en merke seg at nitratinnholdet er relativt høyt i Skasen noe som har naturlige årsaker. Også på svensk side har innsjøene i denne regionen relativt høye nitratverdier noe som antagelig skyldes nedbørkjemiske forhold. Da nitrater finnes tilgjengelig i relativt høye mengder på sommertid, så vil en fosfortilførsel til Skasen gi rask og umiddelbar økning i algeveksten. Langsjøen, Eltsjøen og Narsjøen har relativt lave algemengder og nitratmengder. Da disse innsjøene har rask gjennomstrømming så viser dette at nitratproduksjonen i nedbørsfeltet er liten og nedbøren antas å ha lave nitratverdier i disse områdene.

Sammenhengen mellom pH og bikarbonatmengden er vist i fig. 2. Bikarbonatmengden er et mål på evnen til å motstå pH-endringer ved tilførsel av f.eks. surt vann. Bikarbonatmengden er liten i Skasen. Dette betyr at de årlige svingningene i pH kan være markerte i denne innsjøen. Spesielt vil flomperioder og snøsmeltingsperioder kunne gi utslag ved lavere pH-verdier i de øvre vannmassene. Den lange oppholdstiden i innsjøen virker i motsatt retning og gjør at effekten nødvendigvis ikke behøver å bli så stor.

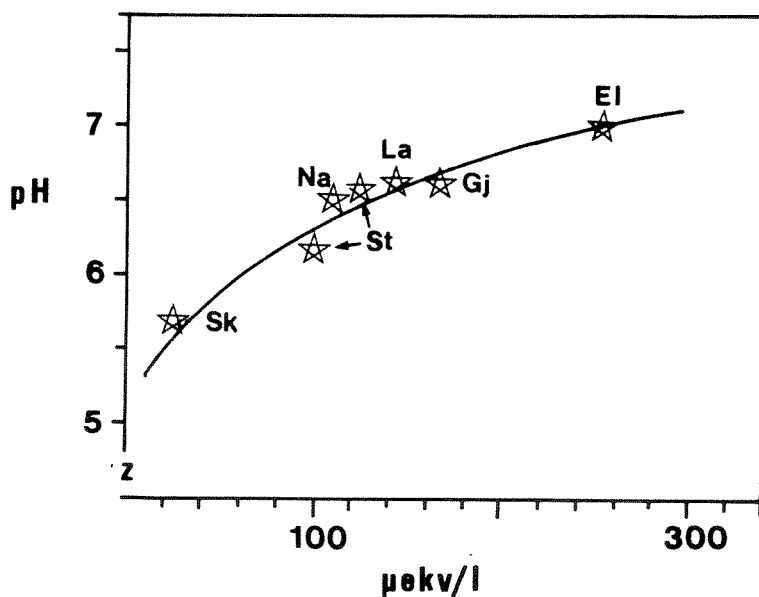


Fig 2. Sammenhengen mellom pH og bufferevne målt som konsentrasjon av bikarbonat.

Av de andre innsjøene er det bare Eltsjøen som har en god evne til å motstå pH-endringer ved eventuell tilførsel av surt vann. Dette henger sannsynligvis sammen med at nedbørfeltet inneholder spredte kalksteinsforekomster. De andre innsjøene ligger i grenseområdet mellom dårlig og middels bra evne til å motstå pH-endringer ved eventuell tilførsel av surt vann. For disse innsjøene ligger pH i området 6 til 7, i Skasen under 6, mens Eltsjøen har tilnærmet nøytrale forhold. Det er viktig å være klar over at det er bikarbonatmengden og ikke innsjøens aktuelle pH som bestemmer evnen til å motstå pH-endringer ved tilførsel av surt vann.

1.2 BELASTNINGSDIAGRAM FOR FOSFOR

Data som trengs for belastningsberegningene er gitt i tab. 3 og 4. Resultatene er framstilt i et belastningsdiagram i fig. 3. Dette diagrammet er konstruert av vannforskeren R. Vollenweider (1976) på bakgrunn av opplysninger om vannforekomster i en rekke OECD-land. Det er et såkalt empirisk diagram og linjene som er trukket opp deler diagrammet i områder for næringsfattige og næringsrike innsjøer. Området i mellom linjene representerer innsjøer i overgangsfasen mellom disse to tilstandene. Linjene bøyer opp mot høyre i diagrammet. Dette viser at for innsjøer med tilnærmet samme middeldyp, så vil de med rask gjennomstrømming tåle større belastning enn innsjøer med liten gjennomstrømming. Den nederste linjen anses som grensen for akseptabel belastning, mens den øvre linjen er grensen for uakseptabel belastning.

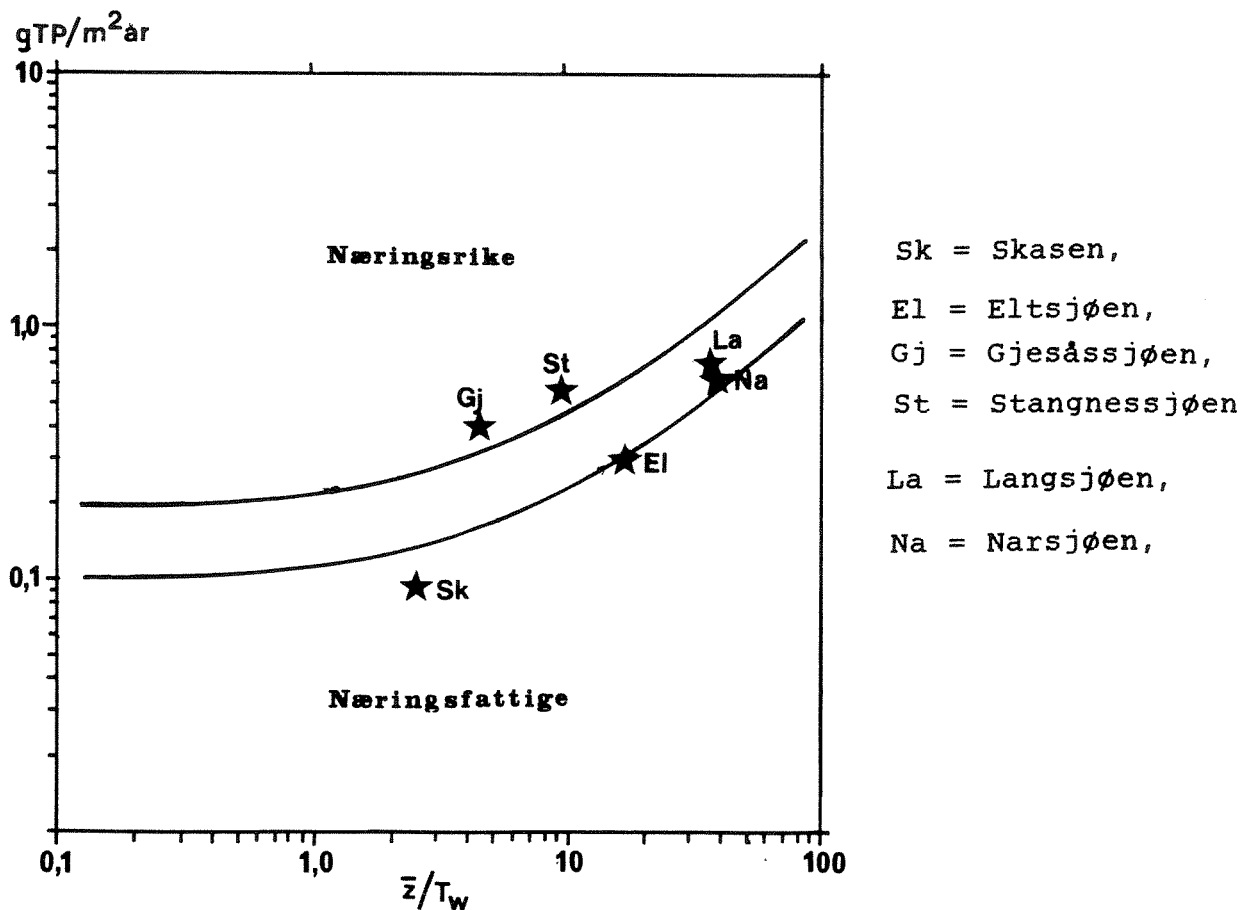


Fig 3. Arlig belastning av totalfosfor pr. m^2 sett i sammenheng med middeldyp \bar{z} , og oppholdstid (T_w). Den nederste linjen representerer overgangen mellom akseptabel og betenkelig belastning. Den øverste representerer overgangen mellom

Langsjøen, Narsjøen, Eltsjøen og Skasen plasserer seg i dette diagrammet nær grensen for akseptabel belastning, mens Stangnessjøen og Gjesåssjøen ligger over grensen for uakseptabel belastning. Disse to sistnevnte har med andre ord en så høy belastning av fosfor at det utvikles næringsrike eller eutrofe forhold i innsjøene.

Diagrammet kan også brukes til å beregne hvor mye en innsjø må avlastes eller eventuelt kan belastes før grensene for nye tilstander nås. For eksempel kan Skasen belastes med $(0.130 - 0,098 = 0,032 \text{ g/m}^2\text{år})$ før den går over grensen for akseptabel belastning. Da Skasens areal er $13.2 \cdot 10^6 \text{ m}^2$ så blir dette totalt:

$$0,032 \text{ g/m}^2 \text{ år} \cdot 13,2 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 422 \text{ kg/år} = 0,4 \text{ tonn/år.}$$

Dette representerer f.eks. kun ca 500 personekvivalenter for å bruke et slikt eksempel. Dette viser at relativt små inngrep av menneskelig aktivitet i nedbørfeltet vil ha stor innvirkning på Skasens vannkvalitet.

For Stangennessjøens vedkommende må en redusere fosforbelastningen med $0,33 \text{ g/m}^2 \text{ år}$ for at grensen for akseptabel belastning skal nås. Da innsjøens areal er $0,98 \text{ km}^2$ blir dette totalt

$$0,33 \text{ g/m}^2 \text{ år} \cdot 0,98 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 328 \text{ kg/år} = 0,3 \text{ tonn/år}$$

Tilsvarende resonement kan gjøres for de andre innsjøene i undersøkelsen. Alle bakgrunnsdata som trengs for beregningen finnes i rapporten.

Sjøl om belastningsdiagrammet er et enkelt redskap for forvaltning av innsjøer, så har det i svært mange tilfeller vist sin gyldighet. En må allikevel være klar over at klassifikasjonen næringsrik/næringsfattig oftest baserer seg på observasjoner av algemengden i vannet. Diagrammet har gyldighet fordi fosfor har en overordnet styring på algeutviklingen i de aller fleste innsjøer. Det er imidlertid enkelte forhold som kan påvirke relasjonen mellom næringssalter og algemengde betydelig og som i enkelte tilfeller må tas hensyn til. Et forhold som er særlig viktig for disse 6 innsjøene er det høye humusinnholdet som reduserer lystilgangen for alger og følgelig produksjon. Humusinnholdet legger en demper på algeveksten slik at forholdet algemengde - fosforkonsentrasjon blir lavere enn i klare innsjøer. Det er derfor viktig å kombinere belastningsdiagrammet med diagrammer som beskriver relasjonen mellom næringssalter og den biologiske responsen.

1.3 NÆRINGSSALTER - ALGEMENGDER

Den svenske vannforskeren Lars Ramberg (1976) har sammenstilt resultatene over middelkonsentrasjonen av algemengden på sommeren som funksjon av næringssaltmengden (produktet av nitrogen og fosfor) for en rekke innsjøer. Dette er vist i fig. 4. Plasseringen for våre 6 innsjøer i dette diagrammet viser samme bilde som belastningsdiagrammet. Algevolumet er beregnet ut fra klorofyllmålingene på bakgrunn av kjente relasjoner.

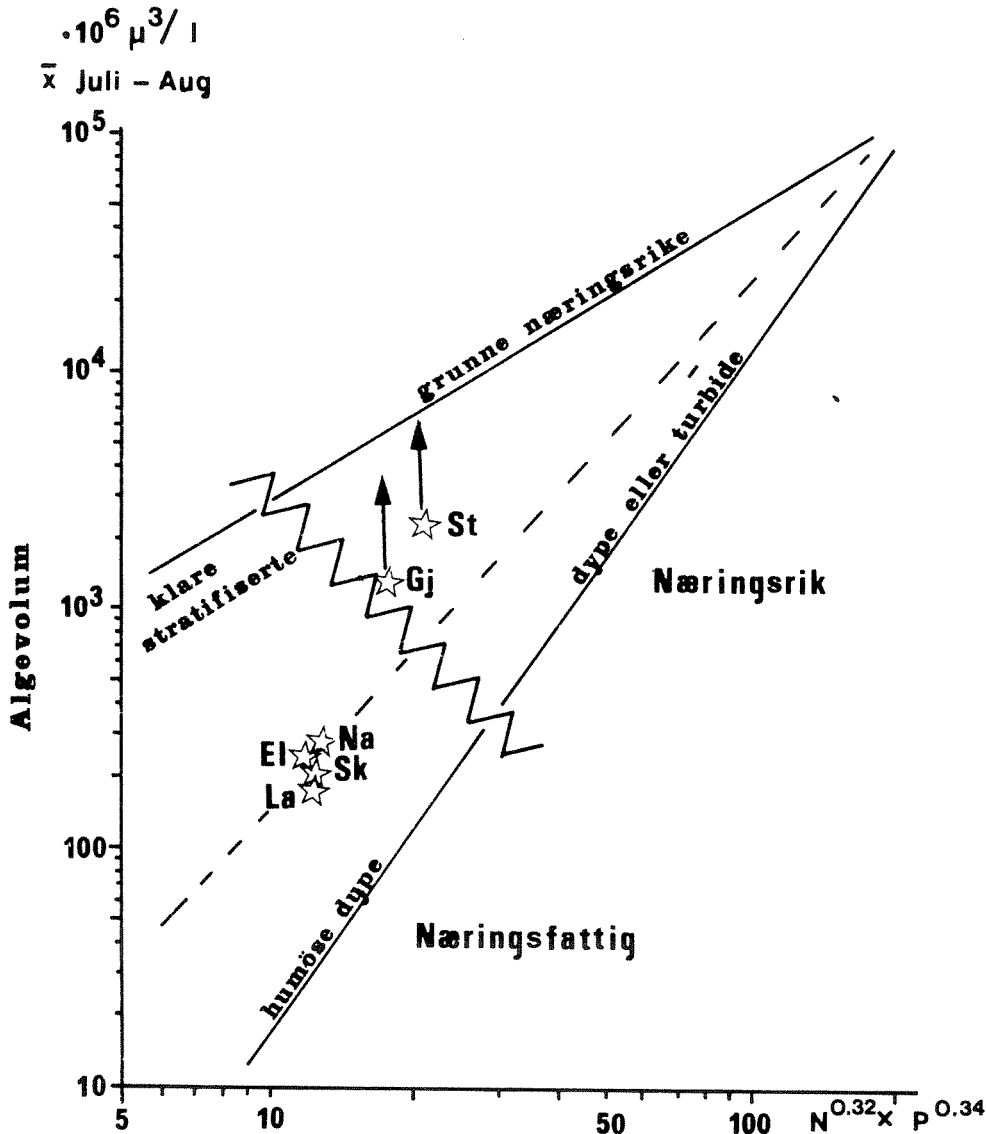


Fig 4. Sammenhengen mellom næringssaltkonsentrasjonen (totalverdier og planteplanktonmengden (middelverdi juli-august)). Diagrammet er hentet fra Ramberg (1977)

Eltsjøen, Narsjøen, Langsjøen og Skasen faller i de næringsfattige eller oligotrofe deler av diagrammet. Som vi ser er det stor spredning på algmengden som kan forventes i dette området. Den nedre linjen representerer grensen for dype humusrike innsjøer, mens den øvre grensen representerer klare stratifiserte eller grunne innsjøer. De fire ovennevnte innsjøene ligger i et område av diagrammet som representerer middeldype humøse næringsfattige

innsjøer hvilket stemmer godt overens med observasjonene. En eventuell utvikling i forbindelse med økte næringssaltutslipp til disse innsjøene kan forventes å følge den stiplede linjen i diagrammet når det gjelder algemengde. Gjesåssjøen og Stangnessjøen faller inn i området for næringsrike grunne innsjøer. Dette stemmer godt overens med observasjonene. En eventuell utvikling av algemengder i disse innsjøene som følge av endret næringssaltbelastning må forventes å følge en linje nær den øvre del av diagrammet.

1.4 ALGEMENGDE - SIKTEDYP

Siktedypet i innsjøene gir indirekte ofte en enkel indikasjon på vannkvaliteten. For mange brukere er sikten også et viktig kriterium for brukbarheten av vannet til ønskede formål. Sammenhengen mellom siktedypet (det dypet der en nedsenket kvit skive forsvinner) og algemengden i innsjøer med ulik humuspåvirkning er vist i fig. 5. For Eltsjøen, Gjesåssjøen og Stangnessjøen er den sterke humuspåvirkningen hovedbestemmende for siktedypet. Dette betyr at for eks. en reduksjon i algemengden i Stangnessjøen og Gjesåssjøen vil ha liten innvirkning på siktedypet. I Skasen, Langsjøen og Narsjøen vil en økning i algemengden gi markerte reduksjoner i siktedypet.

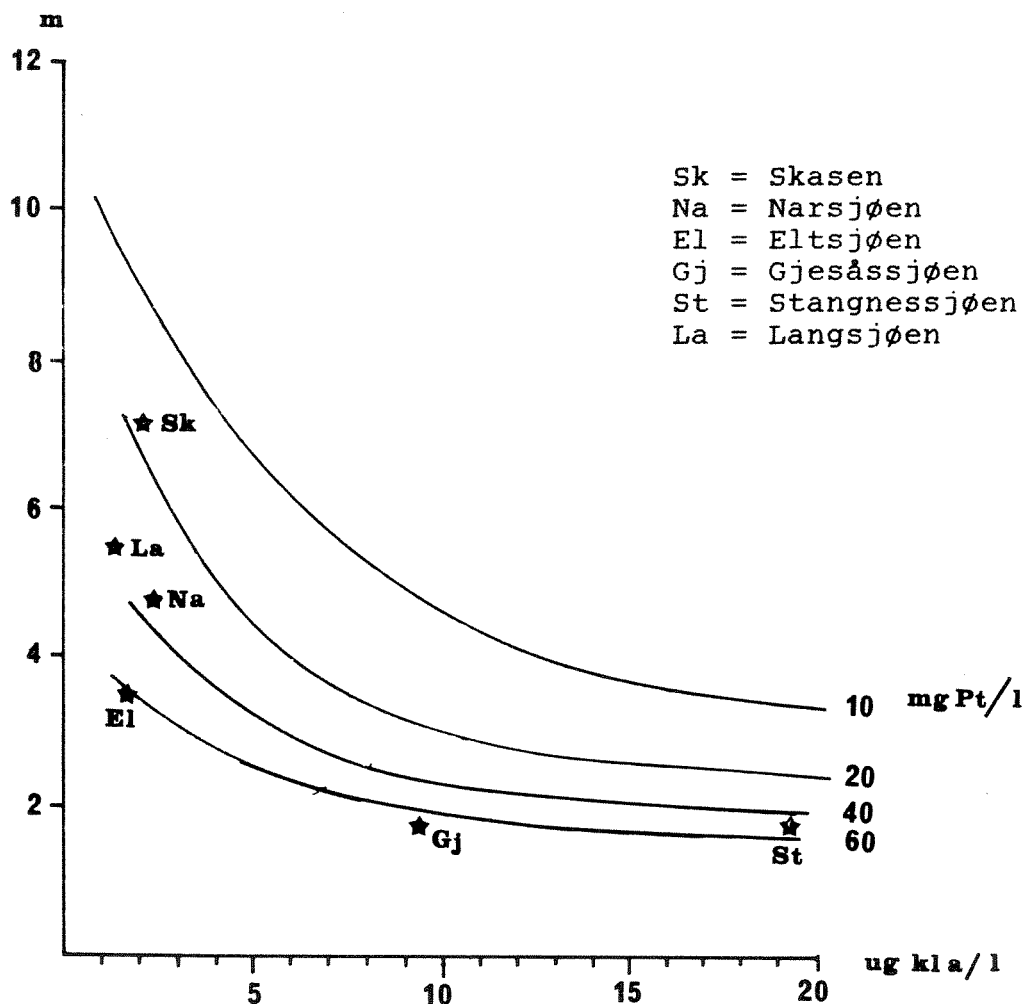


Fig 5. Empirisk relasjon mellom siktedyp, klorofyll og humusfarge (mg Pt/l).

2. TILFØRSELSANALYSER

Bakgrunns materialet er relativt lite for å gjøre slike belastningsberegninger. Det foreligger kun to observasjonsserier så beregningene må tas med forbehold, og de bør brukes hovedsaklig til å illustrere forholdet mellom de ulike innsjøene og de ulike kildene.

Beregningene tar utgangspunkt i fosforkonsentrasjonen i innsjøen. Med bakgrunn i denne, og opplysninger om innsjøenes middeldyp og vannfornyelse, kan den årlige fosforbelastning anslås etter utarbeidede modeller (Reckhow 1980). Denne anslåtte

totalbelastning er så splittet opp i bidrag fra naturlige kilder og jordbruk på bakgrunn av arealavrenningskoeffisienter gitt i NIVA (1979). Ved å trekke de ovennevnte bidragene fra totalbelastningen fås en restbelastning som skyldes husdyr, silo, befolkning samt annen menneskelig aktivitet.

Resultatene er gitt i tab. 4 og 5 og illustrert i fig. 6. Bidraget fra naturlige kilder dominerer i Eltsjøen, Skasen, Narsjøen og Langsjøen. I Stangnessjøen er bidraget fra husdyr, befolkning og annen menneskelig aktivitet slik som et sagbruk det dominerende. I denne restbelastning skjuler det seg også muligens et bidrag fra sedimentene da innsjøen er relativt grunn. Dette sistnevnte gjelder også den grunne Gjesåssjøen, men ellers er tilførslene dominert av de store jordbruksområdene rundt innsjøen.

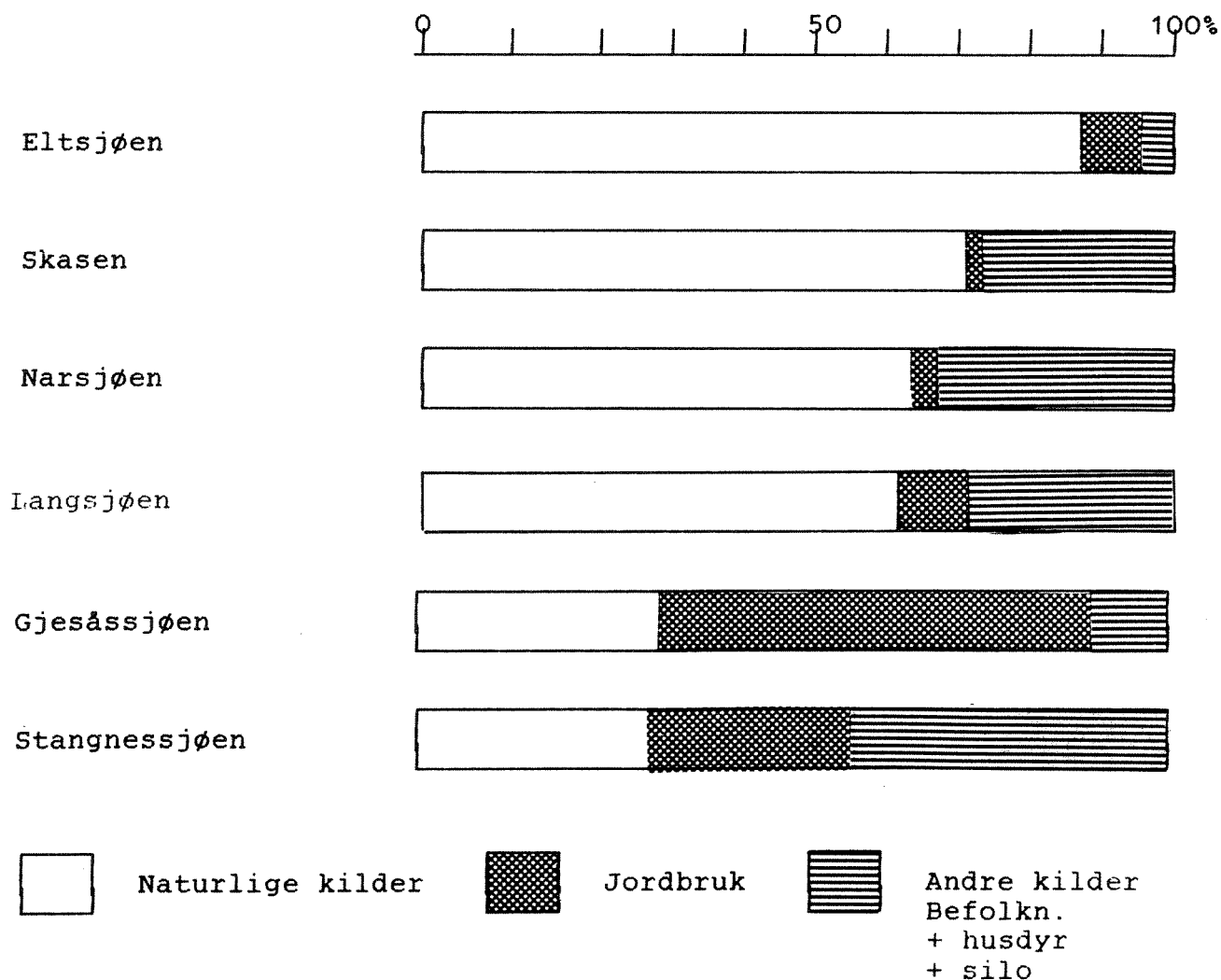


Fig 6. Den prosentvise fordeling av ulike fosforbidrag til innsjøens totalbelastning

3. SAMMENFATTENDE KOMMENTAR TIL DE ENKELTE INNSJØER

3.1 Stangnessjøen

Dette er den av de undersøkte innsjøene som viste den dårligste vannkvaliteten med hensyn til forurensningspåvirkning av nærings-salter. Dominans av blågrønnalger slik som Anabaena flos-aqua, Oscillatoria og Microcystis aeruginosa viser næringsrike forhold og antyder også organisk påvirkning fra f.eks. sagflishaugene til sagbruket ved bredden av innsjøen. Sedimentene var leirholdige med stort innhold av organisk materiale, spesielt i området rundt sagbruket. Dyreplanktonet var nedbeitet og indikerer en betydelig planktonspisende fiskepopulasjon. Vindpåvirkning vil lett føre til at sedimenter virvles opp i vannmassene og kan bidra med næringssalter til algeveksten.

Konklusjon:

Stangnessjøen er markert påvirket av menneskelig aktivitet og ute av økologisk balanse. Innsjøen kan gis karakteristikken overgjødslet.

3.2 Gjesåssjøen

Denne innsjøen er relativt produktiv også fra naturens side. Den menneskelige påvirkning, spesielt gjennom jordbruket i nedbørfeltet er registrerbar, men er ikke så stor at innsjøen er ute av økologisk balanse. Planktonanalysene viser at algene besto vesentlig av arter innen gruppene kisel- og gulalger og dyrene besto av mange ulike arter. Hovedinntrykket var at innsjøen hadde rimelig grad av balanse mellom produksjon av alger og forbruk gjennom dyreplankton og bunndyr. Sedimentene var leireholdige og relativt godt mineralisert. Langs strendene og et stykke utover var det store bestander av vannplanter som også tar opp en del av næringssalttilførsler fra jordbruksområdene.

Dyreplanktonanalysene indikerte tilstedeværelse av betydelig mengder planktonspisende fisk.

Konklusjon:

Gjesåssjøen er en naturlig næringsrik innsjø som er noe påvirket av næringssalttilførsel fra jordbruksområdene rundt innsjøen.

Planktonsamfunnet indikerer et system i balanse. Det store beltet av vegetasjon langs innsjøens strender tar antagelig opp mye av næringssaltene fra jordbruksområdene rundt og "skjermer" derved de frie vannmassene for overgjødning.

3.3 Langsjøen

Denne innsjøen ligger relativt høyt og er en naturlig næringsfattig innsjø. Den relativt store andelen av kiselalgene Asterionella og Tabellaria indikerer imidlertid en påvirkning av næringsalter fra menneskelig aktivitet. Tilførselsanalysene viser at husdyrhold og silosaft høyst sannsynlig er hovedårsaken. Hadde innsjøen vært mindre humuspåvirket så hadde antagelig algeproduksjon vært større og effektene mer iøynefallende. Dyreplanktonet var tydelig preget av fiskepredasjon antagelig fra sik.

Konklusjon:

Innsjøen er en humøs, næringsfattig innsjø som har en svak indikasjon på overgjødning, høyst sannsynlig på grunn av nærings-salttilførsel fra jordbruksaktiviteten i nedbørfeltet.

3.4 Narsjøen

Denne innsjøen er næringsfattig, men tydelig påvirket av menneskelig aktivitet. Mengdemessig dominans av gulalgeslekten Dinobryon og kiselalgene Tabellaria og Asterionella indikerer i slike innsjøer ofte en første fase i eutrofieringsutviklingene. Det er rimelig å anta at tilførsler (kloakk- og gråvannutslipp) fra Narbuvollen Pensjonat er en av hovedårsakene til disse observasjonene, men betydning har nok også gardsbrukene og hyttene rundt innsjøen. Narsjøen har relativt stor gjennomstrømning og kan tåle den belastning den utsettes for i dag. Ved eventuelle økte utbygninger i nedbørfeltet bør imidlertid effektene på innsjøen utredes nærmere.

Konklusjon:

Narsjøen er en næringsfattig, humøs innsjø, men med tydelige preg av menneskelig påvirkning i form av økt algevekst i de frie vannmassene.

3.5 Eltsjøen

Denne innsjøen er en grunn skogsjø med et planktonsamfunn som er typisk for upåvirkede skogsjøer. De store gruntområdene med et relativt høyt saltinnhold i vannet (til å være i Hedmark) skulle tilsi en brukbar fiskeproduksjon. Tilførslene er dominert av de naturlige tilførslene og påvirkning av menneskelig aktivitet på vannkvaliteten av betydning er ikke registrert.

Konklusjon:

Eltsjøen er en grunn, relativt saltrik, skogssjø med helt ubetydelig påvirkning av menneskelig aktivitet.

3.6 Skasen

Denne innsjøen er lavproduktiv og lite påvirket av menneskelig aktivitet. Den har et lite nedbørfelt, er relativt dyp, og følgelig sårbar ovenfor menneskelig påvirkning. Dette bør en være klar over selv om innsjøens vannmasser i dag ikke viser klare indikasjoner på menneskelig tilførsel av næringsalter. Derimot er evnen til å motstå forsuring liten noe som kan ha sammenheng med en langvarig påvirkning av surt vann gjennom f.eks. nedbøren.

Innsjøens areal er ca 1/5 av nedbørfeltets areal slik at tilførslene direkte via nedbør er en relativt betydelig andel av vanntilførselen. Dersom nedbøren er sur vil dette også få direkte effekt i innsjøen.

Konklusjon:

Skasen er en relativt dyp skogssjø med klart, svakt surt og næringsfattig vann. Innsjøen er i dag lite påvirket av menneskelig aktivitet, men er sårbar ovenfor økte påvirkninger av næringsalter og surt vann.

4. LITTERATURLISTE

- NIVA (1979). Telemarksvassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsen i perioden 1975 - 1979. O-70112, 82 s.
- Ramberg, L. 1976. Relations between phytoplankton and environment in two swedish forest lakes. Klotenprosjektet rapport nr 7. Scripta Limnologia. Upsaliensia 426, 97 s.
- Reckhow. K. H. & Simpson, J.T. 1980. A procedure using Modeling and error Analysis for the Prediction of Lake Phosphorus concentration from Land Use Information. Can. J. Fish. Aquat. Sci 37. 1439 - 1448.
- Vollenweider, R.A. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol. 33, 53 - 83.

Tab 1. Kjemiske analyseresultater. Blandprøve 0-5 m (0-2 m i de tre sistnevnte)

	pH	H ₂ O mS/m	Farge mg Pt/l	Alk µekv/l	tot P µg/l	No ₃ µg/l	tot N µg/l
	4/6 23/7	4/6 23/7	4/6 23/7	4/6 23/7	4/6 23/7	4/6 23/7	4/6 23/7
Skasen	6.3 5.60	2.30 2.30	18 13	30 30	7.5 6.0	141 177	308 315
Langsjøen	6.5 6.6	2.24 2.44	33 36	154 154	13.0 13.5	18 16	181 193
Narsjøen	6.3 6.7	1.68 2.15	37 46	114 161	11.5 11.5	< 5 7	190 191
Eltsjøen	6.9 7.2	3.45 3.91	60 82	248 302	10 8.5	< 5 8	233 245
Gjesåssjøen	6.6 7.0	4.85 5.04	46 54	142 189	17 21.5	63 36	375 426
Stangnessjøen	6.2 6.6	4.07 4.10	58 44	104 127	22 26.5	205 < 5	573 401

Tab 2. Konsentrasjoner av fosfor, klorofyll a, siktedyp og farge

1985	Tot P		\bar{x} µg/l	\bar{x} Farge mgpt/l	23/7	23/7
	18/6	23/7			kl.a	siktedyp
	µg/l				µg/l	m
Narsjøen	11.5	11.5	11.5	37	2.58	4.8
Skasen	6.0	7.5	6.8	14	1.87	7.0
Gjesåssjøen	17.0	21.5	19.0	48	9.21	1.7
Stangnessjøen	22.0	26.5	24.2	57	18.76	1.9
Eltsjøen	10.0	8.5	9.3	60	1.42	3.4
Langsjøen	12.5	13.5	13.0	32	1.30	5.4

Tab 3. Opplysninger om innsjøene og deres nedbørfelt.

A_o = innsjøens areal, A_n = nedbørfeltets areal, r = spesifikk avrenning,
 Q = årlig vanntilførsel, tw = vannets oppholdstid, \bar{z} = innsjøens middeldyp og
 z_{max} = maksimums dyp

	A_o $\cdot 10^6 \text{ m}^2$	A_n $\cdot 10^6 \text{ m}^2$	r $\text{l/s} \cdot \text{km}^2$ spesifikk avrenning	Q $\text{m}^3/\text{år}$	$qs =$ Q/A_o $\text{m}/\text{år}$	$T_w =$ $V/Q = \bar{z}/qs$ år	V $\cdot 10^6 \text{ m}^3$ innsjøens volum	\bar{z} $= V/A_o$ m	z_{max} m
Stangnessjøen	0.98	19.3	14	8.4	8.6	0.29	2.46	2.5	3.5
Gjesåssjøen	4.12	57.3	10	18.0	4.4	0.58	10.4	2.5	3.5
Langsjøen	6.22	430	16	216.7	34.8	0.35	75.1	12.0	34.7
Narsjøen	1.93	116.8	18	66.2	34.3	0.21	14.2	7.3	23.0
Eltsjøen	0.65	22.0	16	11.1	17.0	0.19	2.1	3.2	7.5
Skasen	13.20	73.3	14	32.4	2.45	4.77	154.5	11.7	37

Tab 4. Fosforkonsentrasjon (\bar{P} , mg/m³) og belastning (kg/år) fra de ulike kilder. Beregninger med bakgrunn i Reckhow (1980) og NIVA (1979)

L = flatespesifikk belastning = \bar{P} (11.6+1.2qs). $L_t = L \cdot A_o$ = total belastning.

L_s = fra skog og myr, L_i = direkte på innsjøen, L_j = fra jordbruk

L_f = fra fjellområder, $L_R = L_T - L_S - L_J - L_F$, L_B = teoretisk fosforprod. fra befolkning, L_H = teoretisk fosforproduksjon, silo + husdyr.

	\bar{P}	L	L_T	L_S	L_i	L_j	L_f	L_R	L_B	L_H
Stangnessjøen	24.2	530.5	520	102	33	145		240	144	297
Gjesåssjøen	19.0	320.7	1321	241	140	812		128	480	1346
Langsjøen	13.0	688.5	4282	124	211	400	2308	1237	312	8891
Narsjøen	41.5	606.7	1171	302	65	32	365	407	52	1295
Eltsjøen	9.3	297.6	193	147	22	15		9	2	50
Skasen	6.8	98.8	1304	491	449	11		353	180	120

Tab 5. Fosforbudsjett for de undersøkte innsjøene og den prosentvise fordeling mellom de ulike kildene.

L_T = Total belastning, L_N = naturlig belastning

L_J = belastning fra jordbruk, $L_R = L_T - L_N - L_J$

L_P = teoretisk forurensningsproduksjon fra husdyr, silo og befolkning

Alle tall i kg totalfosfor pr. år

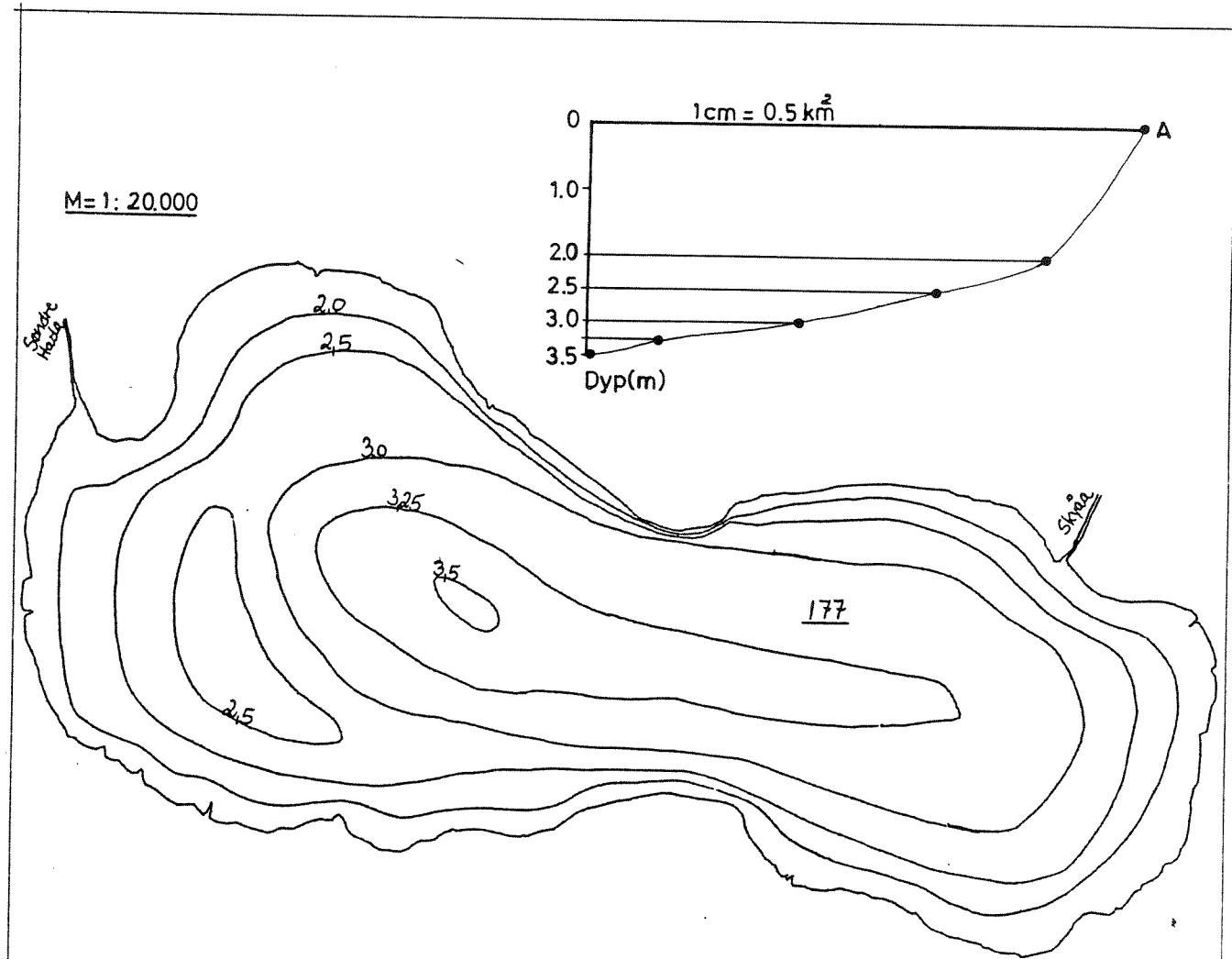
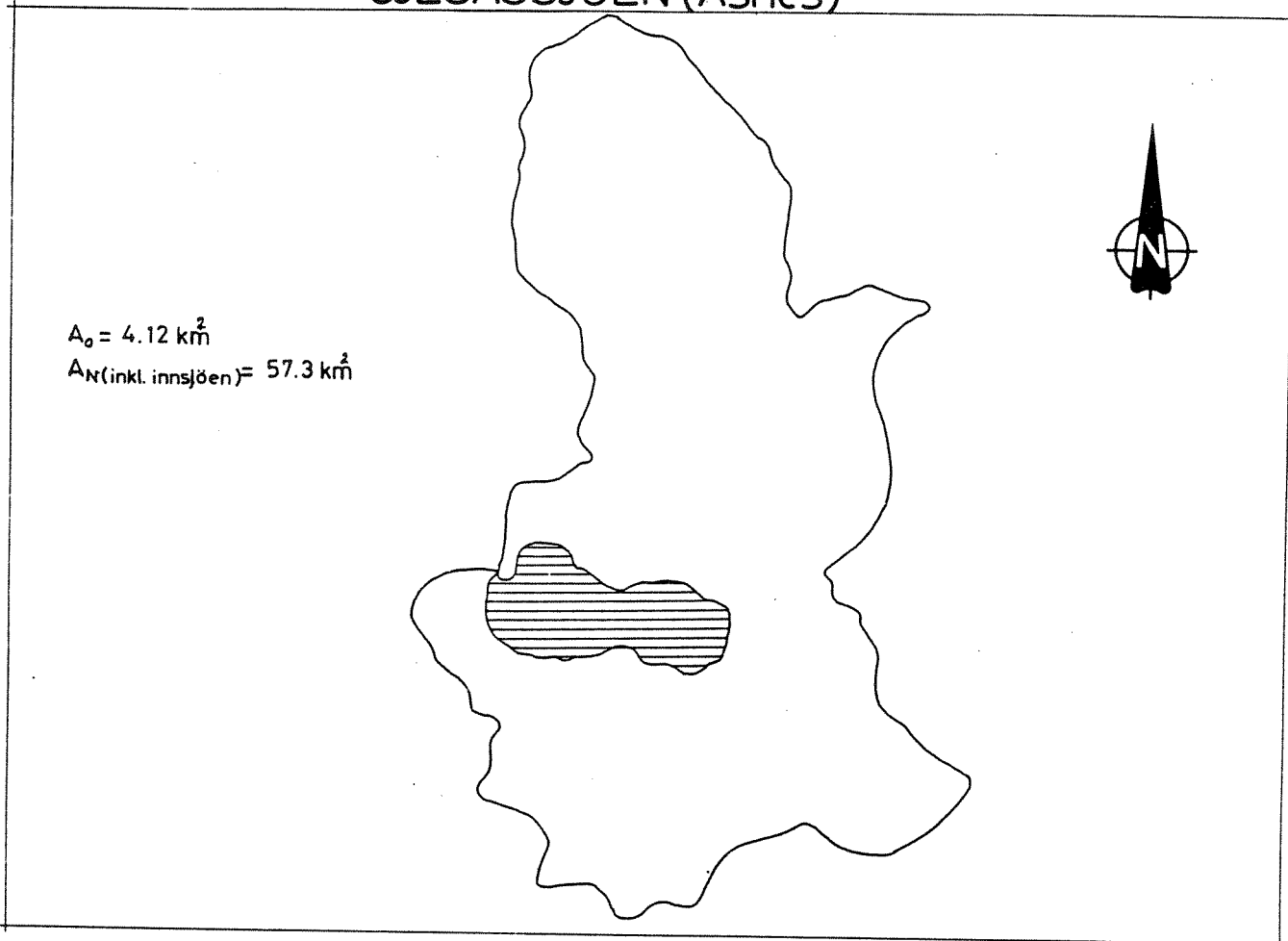
	L_T	L_N	L_J	L_R	L_P	% L_N	% L_J	% L_R
Stangnessjøen	520	135	145	240	441	26	28	46
Gjesåssjøen	1321	381	812	128	1826	29	61	10
Langsjøen	4282	2643	400	1239	9203	62	61	29
Narsjøen	1171	732	32	407	1347	63	9	34
Eltsjøen	193	169	15	9	52	88	3	4
Skasen	1304	940	11	353	300	72	1	27

Tab 6. Forekomst av planktonalger i vertikale hovtrekk (60m) fra bunnen og opp i de undersøkte innsjøene den 23. juli 1985.

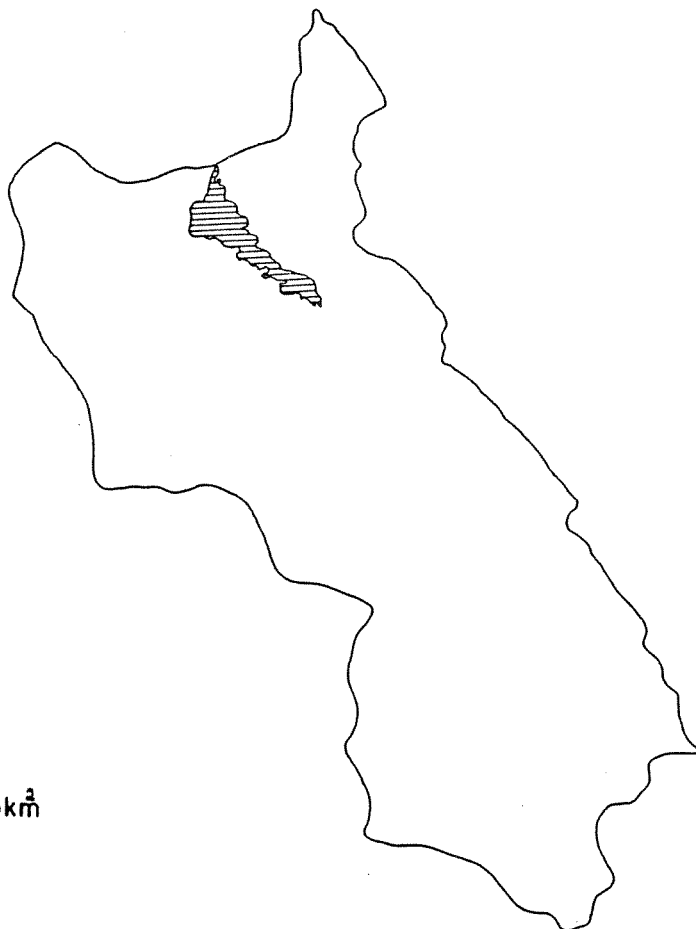
r. = tilstede, + = sparsom, ++ = vanlig, +++ = dominant
 * gode eutrofiindikatorer

<u>Planteplankton</u>	Skasen	Gjesås- sjøen	Stangnes- sjøen	Elt- sjøen	Lang- sjøen	Nar- sjøen
Tabellaria	r.		r.		+	++
Asterionelle formosa		+++			++	++
Melosira sp.	r.	+	++			+
Staurastrum	r.					
Dictyosphaerium	r.					
Botryococcus Braunii	r.					
Dinobryon		++	+	+	+++	+++
Mallomonas sp.		+				r.
Pediastrum		+	r.			
Sphaerocystis		+		++		
Ceratium hirundinella			r.		r.	+++
Anabaena flos-aqua			++	+++		+
*Oscillatoria			++			
*Microcystis viridis			+++			
* " " aeruginosa			+++			
Merismopedia				+		
Cosmarium					r.	
Fragilaria						+
<u>Dyreplankton</u>						
Heterocope saliens						+
Cyclops scutifer	++				+++	+
Cyclops strenuus	+					
T. oithonoides	+++	+	+++			
M. Leuckarti	++	++	+			
Bosmina longispina	+	++		+	++	++
Holopedium gibberum	++			++	++	++
Polyphemus pediculus	+				r.	
Leptodora Kindti	+	+	+			
Heterocope appendiculata	+			++		
Daphnia cristata		+++	+++		++	
Daphnia longispina		+		+	+	
Daphnia galeata				+++	++	+
Diaphanosoma		+				
Limnospida frontosa	+	+				
Eudiaptomus gracilis		++	r.		+	
Polyarthra (minor+vulgaris)	+++	+	+	+	r.	r.
Kellicottia longispina	++	++	r.		++	++
Conochilus unicornis	+++	+		+	r.	r.
Synchaeta pectinata	r.		r.		+	
Keratella cochlearis		+			++	
*Keratella tecta			++			
*Polyarthra euryptera			++			
Asplanchna			++			

GJESÅSSJÖEN (Åsnes)

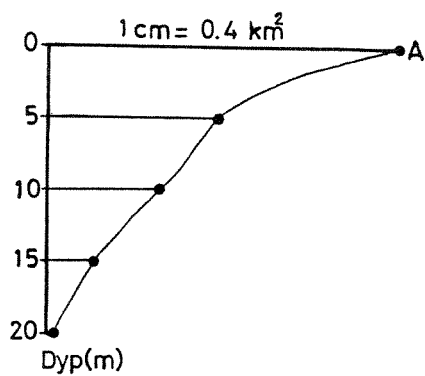
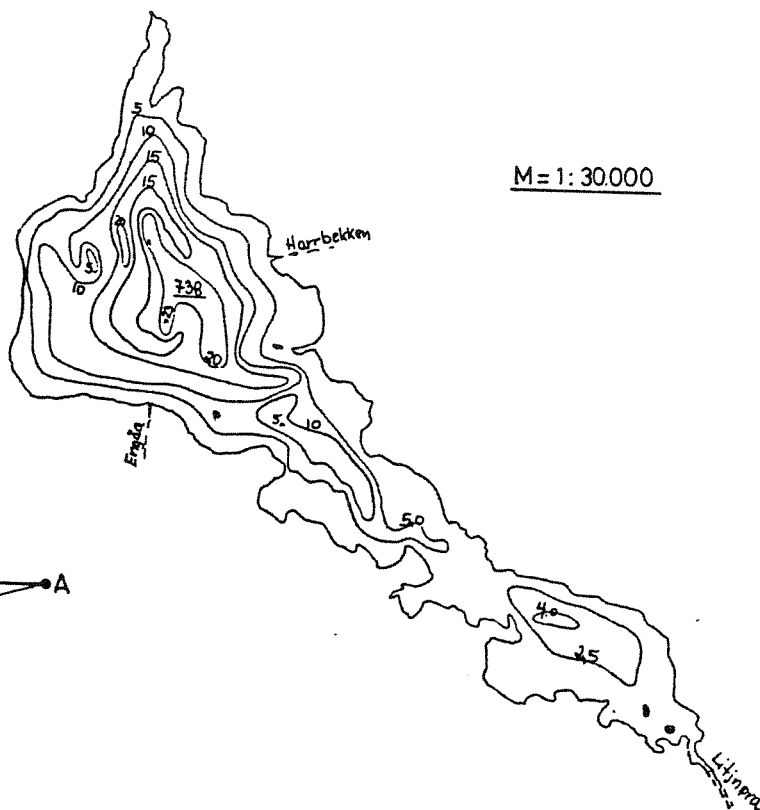


NARSJÖEN (Os)

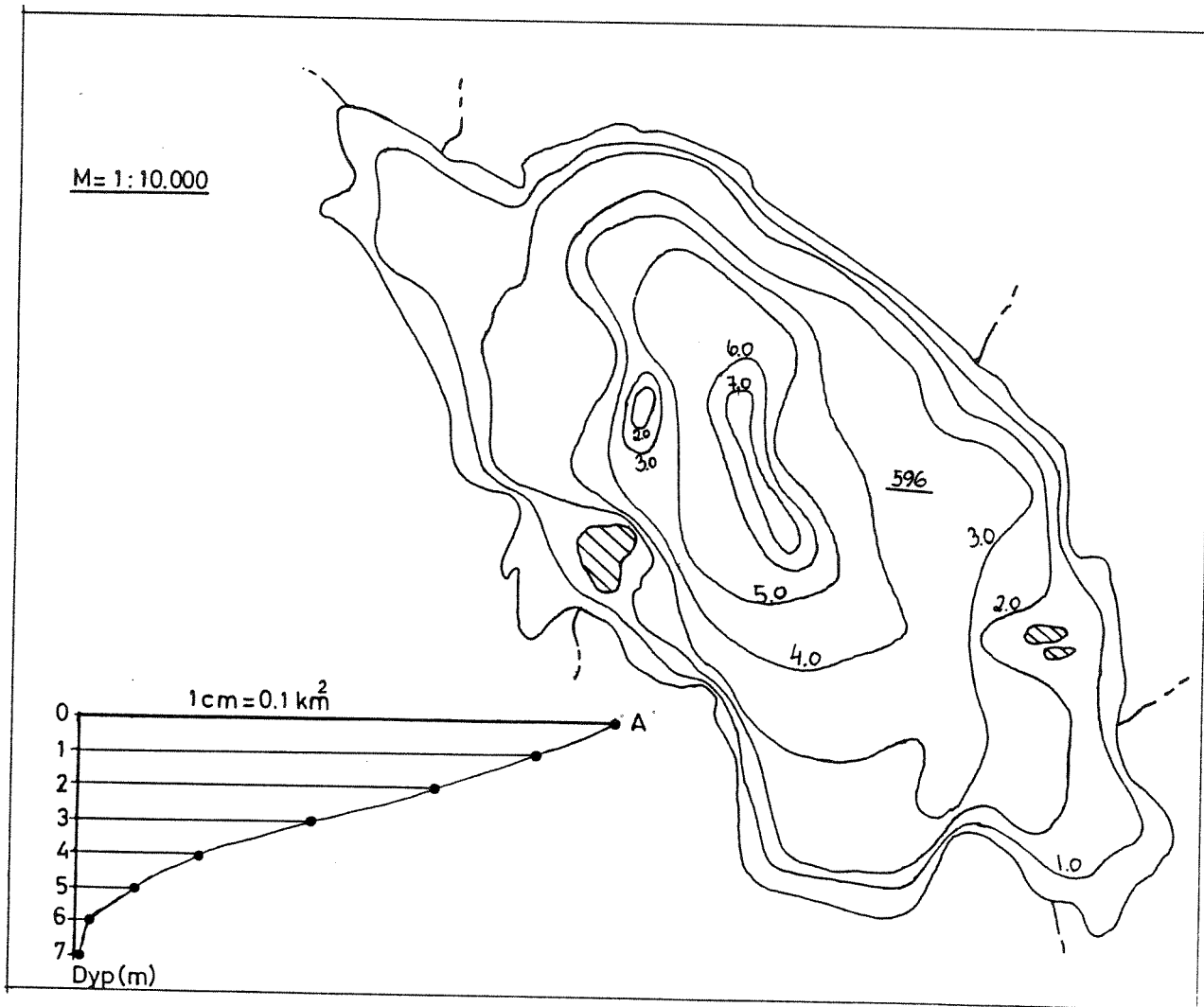
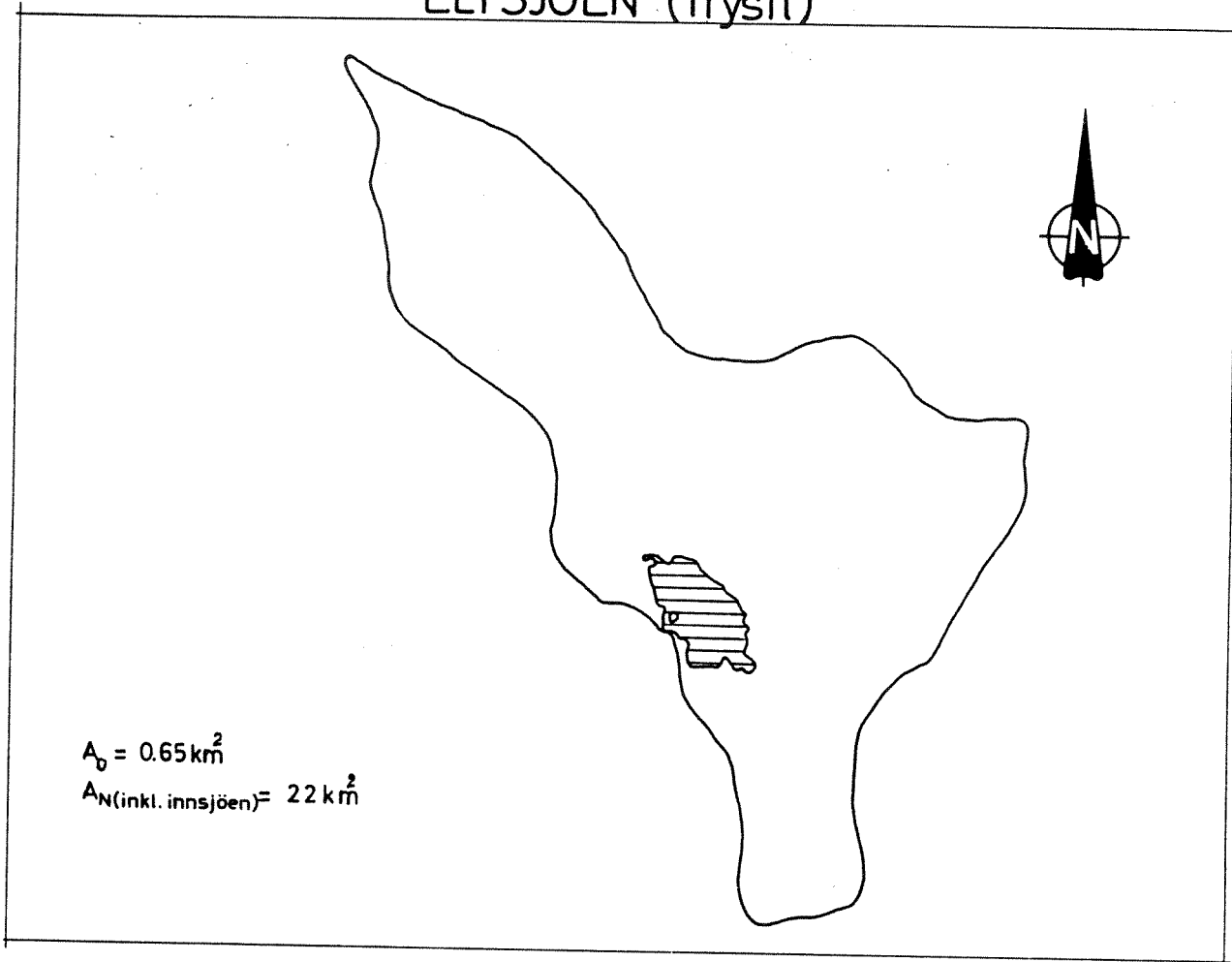


$$A_o = 1.93 \text{ km}^2$$

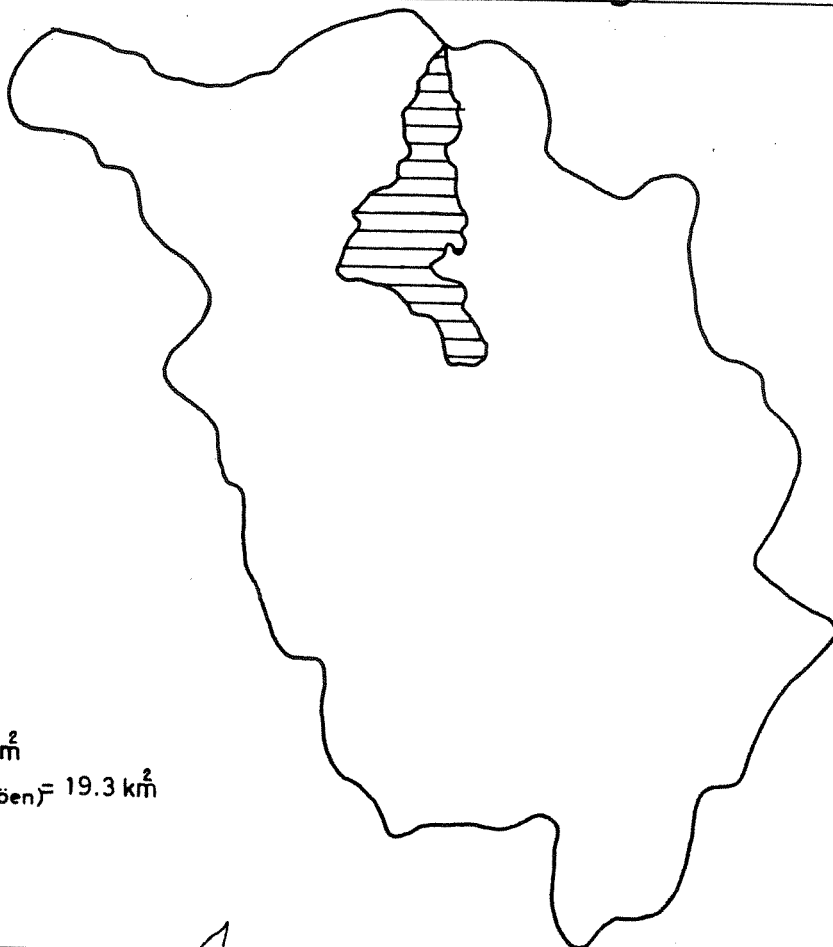
$$A_N(\text{inkl. innsjøen}) = 116.8 \text{ km}^2$$



ELTSJÖEN (Trysil)

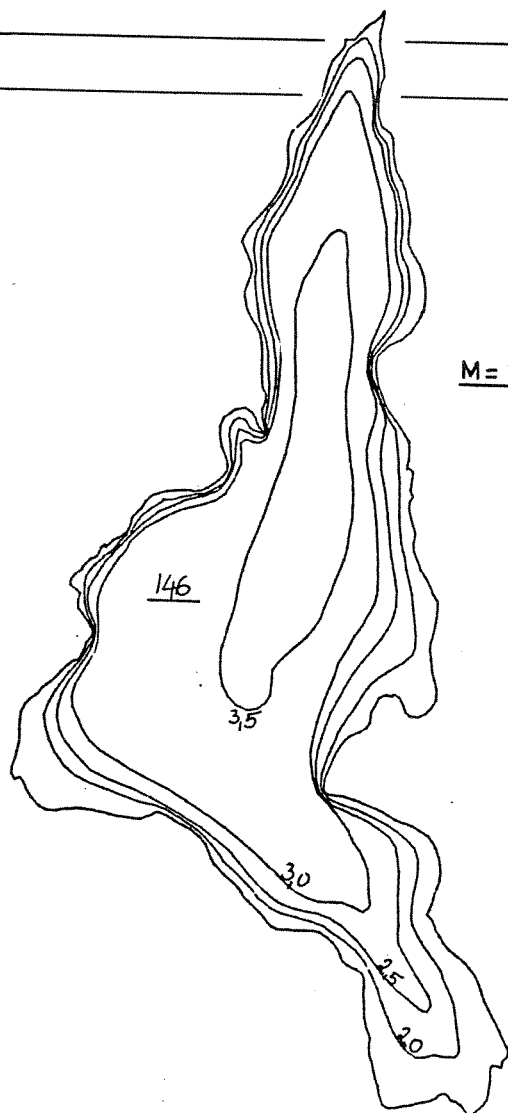


STANGNESSJÖEN (Eidskog)

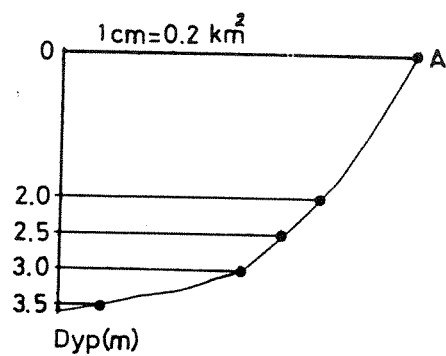


$A_0 = 0.98 \text{ km}^2$

$A_N(\text{inkl. innsjøen}) = 19.3 \text{ km}^2$



M = 1 : 15.000

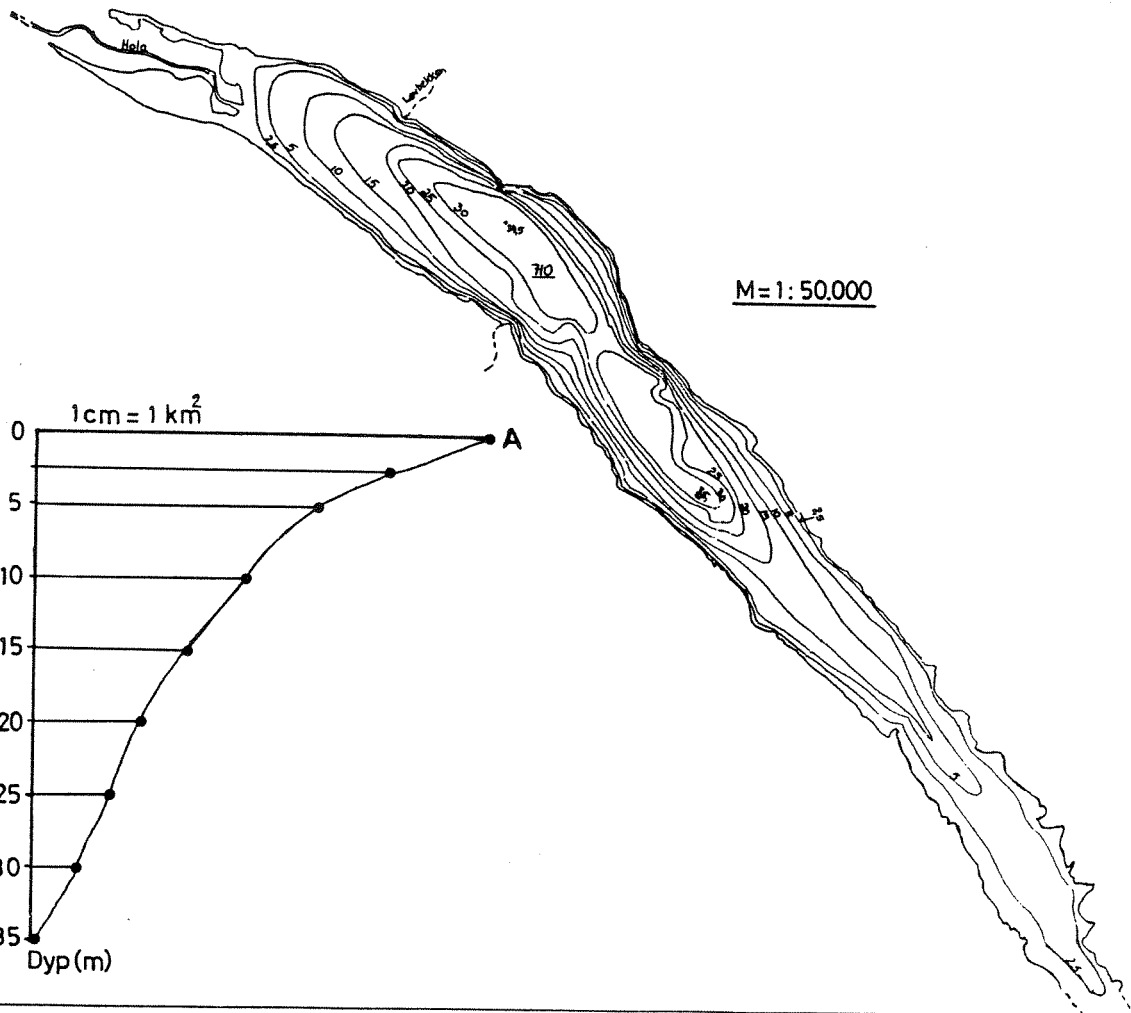
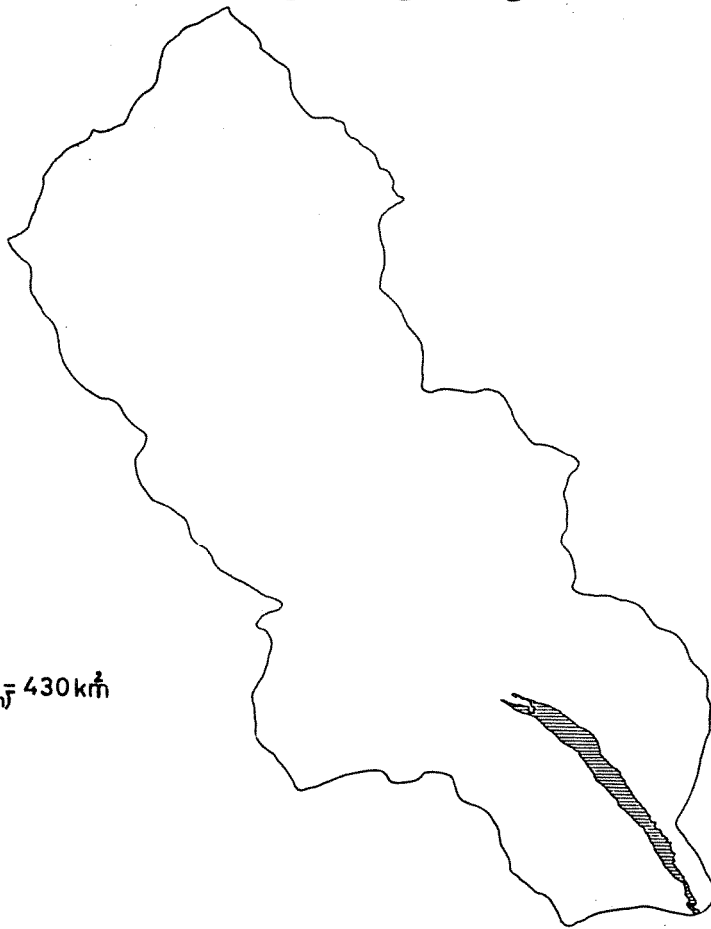


LANGSJÖEN (Tolga og Engerdal)



$A_0 = 6.22 \text{ km}^2$

$A_{N(\text{inkl. innsjøen})} = 430 \text{ km}^2$



SKASEN (Grue og Kongsvinger)

