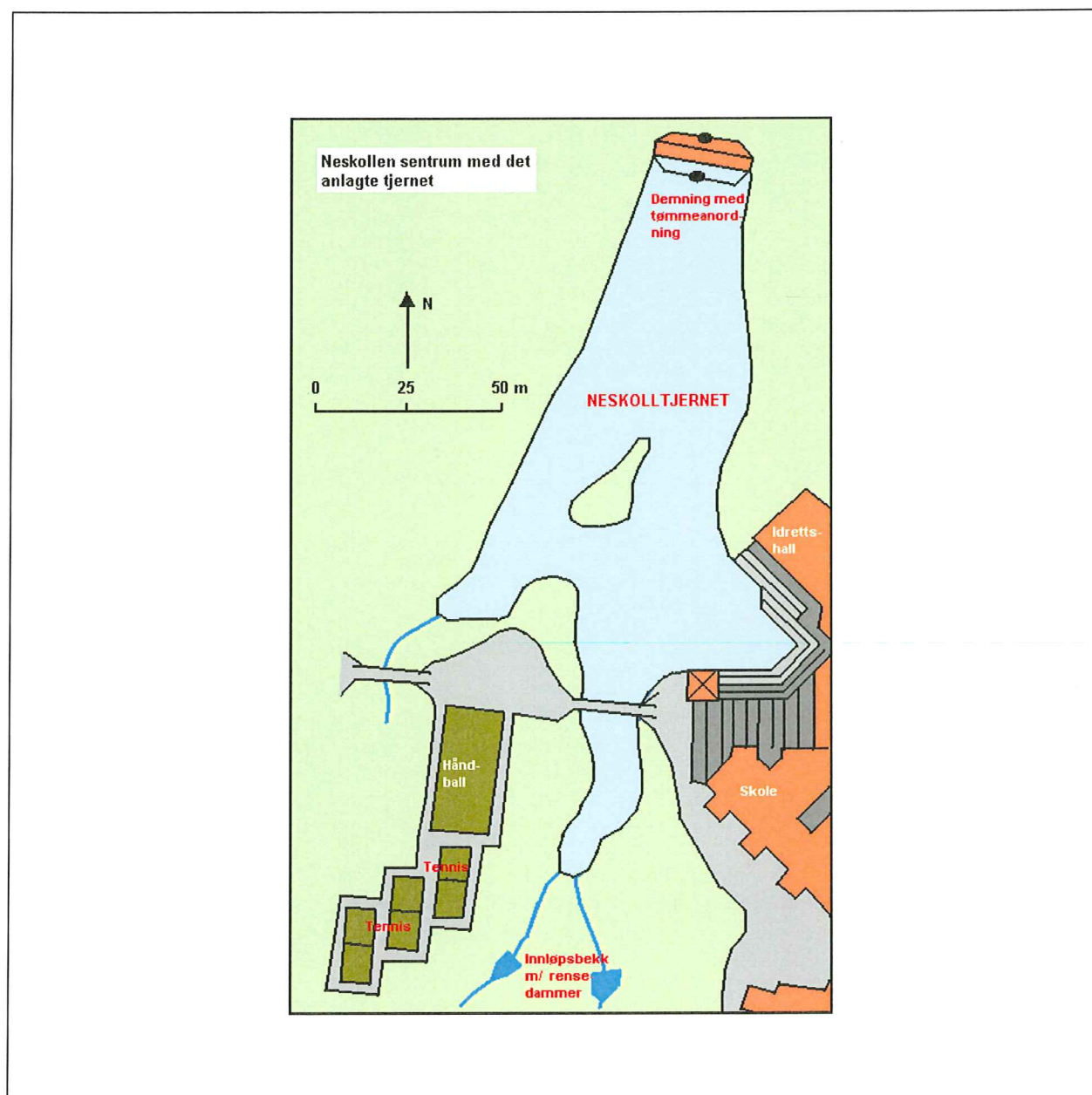


Neskollen nærmiljøanlegg

Neskolltjernet

Vannkvalitet og skjøtsel



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel NESKOLLEN NÆRMILJØANLEGG Neskolltjernet Vannkvalitet og skjøtsel	Løpenr. (for bestilling) 4189-00	Dato 31.01.2000
	Prosjektnr. Undernr. O-99186	Sider Pris 19
Forfatter(e) Dag Berge og Leif Lien	Fagområde Hydrologi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Akershus	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) ByggeAdministrasjon AS	Oppdragsreferanse
--	-------------------

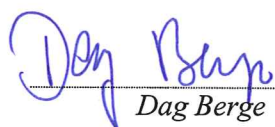
Sammendrag

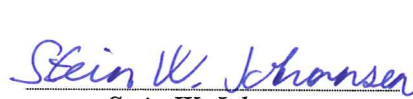
Undersøkelsen indikerer at det kan bli følgende problemer mht vannkvalitet i Neskolltjernet:

- Eutrofiering, dvs stor algevekst på grunn av næringssalter
- Gjengroing med høyere vegetasjon
- Grumsete vann pga. betydelig innhold av siltig leire i nedbørfelt og bredder
- Oksygenproblemer i dypvannet på sensommeren og under is på ettervinteren

For å opprettholde rimelig god vannkvalitet i tjernet må man ta en del enkle forholdsregler, samt legge forholdene til rette for en viss fremtidig skjøtsel. Innløpsbekkenes nedre del, dvs de delene som drenerer siltig leire, bør plastres med stein i bunn og bredder for å hindre tilrenning av siltig vann. Det bør anlegges en lufteanordning i innsjøen som kan kjøres nattetid i perioder med lite oksygen i dypet. Demningen bør ha en tappeanordning som gjør at innsjøen kan tømmes år om annet for å redusere gjenvokstingen med vannplanter, samt å rydde ut ugressfisk (mort, karuss, etc) om bestander av slike måtte ha etablert seg. Beregninger indikerer at innsjøen vil kunne bli noe mer eutrof, og få større algevekst enn ønsket. Dette kan forhindres med å supplere innløpet med rentvann (f.eks. drikkevann). Behovet vil komme gradvis, og ser ut til å ligge på et omfang av 2-5 l/s i sommerhalvåret. Det bør derfor legges opp til at man har mulighet for tilførsel av rentvann. Oppvirvlings- og sedimenteringsforsøk viste at man bør grave minst mulig i området som skal demmes ned, da vannet ble meget grumsete der undergrunnsjorda ble eksponert for overliggende vann. Der man likevel må grave for å oppnå ønsket morfometri, bør de strandnære områder plastres med fiberduk overdekket med 3-4 cm hagesingel.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Neskolltjernet	1. Lake Neskolltjernet
2. Vannkvalitet	2. Water quality
3. Skjøtsel	3. Maintenance
4. Kunstig innsjø	4. Man made lake


Dag Berge
Prosjektleder


Stein W. Johansen
Kvalitetssikrer


Nils Roar Sælthun
Forskningsjef

Norsk institutt for vannforskning
Oslo

O-99186

Forprosjekt

NESKOLLEN NÆRMILJØANLEGG

NESKOLLTJERNET

Vannkvalitet og skjøtsel

Oslo 31.01.2000

Prosjektleder:

Dag Berge

Medarbeider:

Leif Lien

Forord

Undersøkelsen er del av Forprosjektet for utbyggingen av Nærmiljøanlegget ved Neskollen Boligområde i Nes kommune, Akershus. Oppdragsgiver for NIVA's del av prosjektet er ByggeAdministrasjon AS. Oppdragsgivers kontaktpersoner har vært Anne-Kari Mathiesen og Ragnar Molland. Programmet for undersøkelsen ble godkjent 08.11.99. Feltarbeidet er utført av Dag Berge og Leif Lien. Oppvirvlingsforsøket er utført av sistenevnte. Hydrologiske beregninger er foretatt av Sigmund Tøien, Multiconsult.

Dag Berge har vært prosjektleder for undersøkelsen, og sammenstilt resultatene til rapport.

Oslo 31.01.00

*Dag Berge
Prosjektleder*

Innholdsfortegnelse

1	Konkluderende sammendrag	6
2	Innledning	7
3	Morfometriske og hydrologiske data for Neskolltjernet	9
4	Observasjoner under befaringen	10
5	Resultater av prøver av tilsigsvannet	10
5.1	Surhetsgrad-forsuring	11
5.2	Turbiditet - grumsethet	11
5.3	Farge	11
5.4	Organisk stoff	12
5.5	Næringssalter	12
5.6	Øvrige vannkvalitetsparametre i de undersøkte bekker	13
6	Antatte hovedproblemer - Prognoser og Anbefalinger	13
6.1	Eutrofiering og algemengder	13
6.2	Erosjon og grumsethet	15
6.2.1	Fjerning av matjordsjikt i reservoaret eller ikke - oppvirlings- og sedimenteringsforsøk	15
6.3	Organisk materiale og oksygenproblemer	17
6.4	Gjengroing av vannplanter	18
7	Litteratur	19

1 Konkluderende sammendrag

Vannkvaliteten i området indikerer at det kan bli følgende problemer mht vannkvalitet i Neskolltjernet:

- Eutrofiering, dvs. stor algevekst på grunn av næringssalter
- Gjengroing med høyere vegetasjon som følge av at innsjøen blir grunn
- Grumsete vann pga. betydelig innhold av siltig leire i nedbørfelt og bredder
- Oksygenproblemer i dypvannet på sensommeren og under is på ettervinteren

For å opprettholde rimelig god vannkvalitet i tjernet må man ta en del enkle forholdsregler, samt legge forholdene til rette for en viss fremtidig skjøtsel.

Innløpsbekkenes nedre del, dvs. de delene som drenerer siltig leire, bør plastres med stein i bunn og bredder for å hindre tilrenning av siltig vann.

Undergrunnsjorden i området som vil danne innsjøens bunn består av siltig leire og er svært eroderbar. Forsøk viste at kun svak omrøring skulle til for å grumse til det overliggende vannet betydelig. Grumset holdt seg svevende i vannet i flere uker. Der hvor matjordsjiktet ble beholdt intakt, var tilgrumsingen mye mindre. Man bør med andre ord grave minst mulig i området som skal demmes ned. Der hvor man graver bort matjordsjiktet for å gi innsjøen den ønskede fasong og dyp, anbefales det å plastre strandsonen med fiberduk som overdekkes med et 3-5 cm tykt lag med knust hagesingel. Fiberduken må punkteres med kniv, med tetthet ca 4 stikk per kvadratmeter for å hindre bobledannelse og løfting av duken.

Beregninger tyder på at tjernet vil bli noe mer eutroft (næringsrikt), og få større algevekst, enn det som er ønskelig. Det vil trolig bli behov for å supplere innløpsvannet med rentvann i sommerhalvåret, i størrelsesorden 2-5 l/s. Dette behovet vil melde seg gradvis etterhvert som løsmassene i feltet har konsolidert seg, og avrenning fra gjødslede plener begynner å gjøre seg gjeldende. Det bør derfor legges opp til at suppleringsvann kan tilføres i fremtiden.

Humusinnhold i innstrømmende vann, samt fare for stor algevekst, vil kunne resultere i lave oksygenkonsentrasjoner i innsjøens dypvann. Det bør legges til rette for anleggelse av en lufteanordning i innsjøen som kan kjøres nattetid i perioder med lite oksygen i dypet.

Innsjøen vil ha et middeldyp på kun 1.1 m, noe som vil si at på sikt må man vente en betydelig tilgroing med vannplanter. Demningen bør ha en tappeanordning som gjør at innsjøen kan tømmes år om annet for å redusere gjenvokringen med vannplanter, samt å rydde ut ugressfisk (mørt, karuss, etc) om bestander av slike måtte ha etablert seg.

2 Innledning

I forbindelse med utbygging av Neskollen Boligområde i Nes kommune på Romerike (se Figur 2.1 og Figur 2.2) er det planlagt å lage en liten innsjø (Neskolltjernet). Overvannet fra boligområdet er tenkt som vannforsyning til innsjøen. Vannet skal ledes til innsjøen gjennom et system av fordrøyningsbassenger og terskeldammer med etterfølgende vegetasjonssone. Dette for å bedre vannkvaliteten på overvannet før det kommer inn i tjernet.

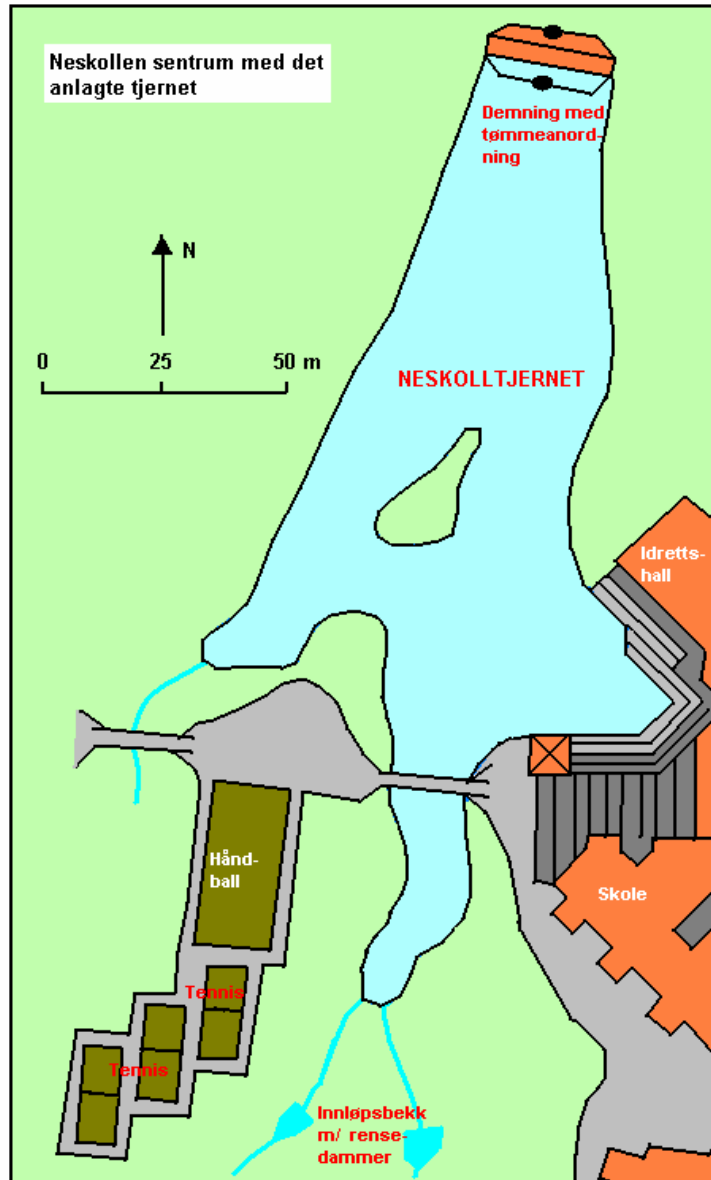


Figur 2.1 Beliggenheten av Neskollen boligområde i Nes kommune nord-øst for Oslo

NIVA er engasjert av ByggeAdministrasjon AS til å foreta undersøkelser og vurderinger som kan gi en rimelig sikker prognose over hvilken vannkvalitet som kan forventes i tjernet, samt hvilke forholdsregler som må tas for å sikre en rimelig god vannkvalitet i fremtiden.

Oppgaven er formulert som følger:

- Undersøkelser vedrørende det eksisterende vannets næringsinnhold, surhetsgrad mm.
- utarbeide prognoser for vannkvalitet i det framtidige Neskolltjernet
- Notater + beregninger
- Foreslå tiltak for å få en brukbar vannkvalitet i fremtiden



Figur 2.2 Neskollen sentrum med det planlagte nærmiljøanlegget, hvor det kunstige tjernet vil ha en sentral plass.

En liten innsjø i et boligområde kan være en perle hvis de vannkvalitetsmessige og hydrologiske forutsetningene er tilstede. Men den kan også utvikle seg til en forurenset pøl,

som er til liten glede for befolkningen. God planlegging og valg av de rette forholdsregler vil være avgjørende for suksess.

Noen problemer som er vanlig i kunstige småvann i tettbygde strøk:

1. På grunn av stor næringssalttilførsel og liten vannfornyelse kan det bli for mye alger
2. Reservoaret kan gro igjen av høyere vegetasjon hvis det er for grunt
3. Vannet kan bli veldig grumsete pga. eroderbar jord langs tilførselene, og i selve reservoarbreddene.
4. Vannet kan bli oksygenfritt om vinteren og i bunnvannet om sommeren.

Disse problemene kan delvis overkommes gjennom etablering av diverse hydrotekniske og skjøtselsmessige tiltak.

3 Morfometriske og hydrologiske data for Neskolltjernet

I Tabell 3.1 er det gitt noen midlere hydrologiske data for den fremtidige innsjøen. Verdiene er hentet fra Tøien (2000), hvor det er gitt en mer omfattende behandling av hydrologien i feltet. Innsjøen vil mates med overvann fra boligfeltet, samt et lite tilsig fra feltet ovenfor boligområdet. Til tross for at det vil bli laget fordrøyningsbasseng, sedimentasjonsdammer og infiltrasjons/vegetasjonssoner som vil utjevne tilrenningen noe, vil vanntilførselen til innsjøen få en svært "støtvis" karakter sammenliknet med vanlige innsjøer. I nedenstående tabell er det bare gitt midlere verdier.

Tabell 3.1 Morfometriske og hydrologiske data for Neskolltjernet (Det meste er hentet fra Tøien 2000, eller omregnet fra data derfra).

Parameter	Benevn.	Verdi
Maks lengde	m	ca 200
Maks bredde	m	ca 60
Areal innsjø	m ²	9500
Volum V	m ³	10500
Middeldyp	m	1.1
Maksimalt dyp	m	ca 4
Spesifikk avrenning	l/km ² sek	14
Beregnet midlere avløp 543 m ³ /døgn	l/s	6
Årlig avløp Q	m ³ /år	198195
Teoretisk oppholdstid	år	0.053

Innsjøen blir ca 200 m lang, og får et areal på ca 9500 m², se Figur 2.2 for utforming. Maksimalt dyp blir nede ved demningen og anslås til ca 4 m. Volumet er beregnet til 10500 m³, og middeldypet blir etter dette kun 1.1 m. Beregnet midlere tilsig er 543 m³/døgn som tilsvarer ca 6 l/s, og et årlig avløp på 198195 m³. Dette gir innsjøen en gjennomsnittlig teoretisk oppholdstid på 0.053 år, tilsvarende 19.3 døgn. Se Tøien (2000) for mer opplysninger vedrørende innsjøens hydrologi.

4 Observasjoner under befaringen

I øvre del av feltet var det kun et tynt lag med humusjord ned til fjell. Vannet som kom i bekkene herfra var brunt, men uten partikler. Lenger ned var det siltig leire under et forholdsvis tynt matjordsjikt. Vannet ble her tydelig grumsete der hvor undergrunnsjorda var i kontakt med overflatevannet. Det ble tatt vannprøver fra de to hovedgrenene av bekkefarene gjennom feltet, både før samløp, og etter samløp like oppstrøms det kommende reservoaret. Vannet var imidlertid påvirket av anleggsvirksomheten, og av hugsten som pågikk. Råtne granbar og annet skogsavfall lå i vannstrengen, og det ble observert heterotrof vekst flere steder i vannsigene. I reservoarområdet ble det også observert jernutfellinger langs bredden av bekken. Dette tyder på innsig av jernrikt grunnvann.

5 Resultater av prøver av tilsigsvannet

Ved befaringen 21. oktober 1999 ble det tatt vannprøver fra de 2 sørøstre innløpsbekkene til tjernet. Vannprøve 1 ble tatt høyt oppe i området hvor det hadde vært furuskog (delvis nedhugget) og et tynt lag humusjord over fjell. Prøve 2 ble tatt der bekken kom inn på rikere løsavsetninger (siltig leire), mens prøve 3 ble tatt nede ved innløpet til det fremtidige tjernet. Resultatene er fremstilt i Tabell 5.1.

Alle prøvene, særlig de to nederste, var påvirket av hugsten som pågikk i området. Det lå ferskt granbar i bekkene, enkelte steder var det kjøresår i terrenget. Prøvene er derfor ikke veldig representative for den rådende vannkvaliteten i området. Nye prøver ble tatt fra bekker fra andre siden av Neskollen (eller Bøleråsen, som selve åsen heter), og resultatene er fremstilt i Tabell 5.2. Det antas at disse er mer representative for den rådende vannkvaliteten i tilsigsvannet etter at effekten av anleggsvirksomheten er over.

Tabell 5.1 Vannkvalitetsdata fra bekkene som vil forsyne Neskolltjernet med vann. NB: Prøve 2 og 3 er betydelig påvirket av hugsten som pågikk i feltet.

Parameter	Enhet	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3
		Bekk øvre del av feltet	Bekk midtre del av feltet	Bekk innløp fremtidig tjern
pH		6,22	6,29	6,71
Konduktivitet	mS/m	3,14	5,17	4,38
Turbiditet	FTU	0,47	3,7	34
Farge	mgPt/l	57,1	85,5	95,9
Calcium	mg/l	3,13	4,28	3,75
Magnesium	mg/l	0,69	1,65	1,85
Natrium	mg/l	1,65	2,15	2,46
Kalium	mg/l	0,29	3,58	1,82
Alkalitet	mmol/l	0,091	0,334	0,273
Clorid	mg/l	1,9	3,2	3,1
Sulfat	mg/l	4,3	0,5	2,2
Total nitrogen	µg N/l	770	625	735
Nitrat	µg N/l	445	2	195
Total fosfor	µg P/l	10	186	84
Ortofosfat	µg P/l	1	76	14
COD Mn	MgO/l	12,2	43,7	22,3
TOC	mg C/l	10,3	38	16,6
Aluminium Ikke labil	µg/l	179	614	196
Aluminium Reaktiv	µg/l	185	616	199
Aluminium Labil	µg/l	6	2	3

Tabell 5.2 Prøver tatt fra upåvirkede bekker som renner ned på sør-vestsiden av Bøleråsen (som Neskollen heter opprinnelig).

Parameter	Enhet	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3
		Rollstadbekk Øvre	Rollstadbekk Nedre	Hvamseter- bekk
pH		6,5	6,86	7,07
Konduktivitet	mS/m	3,5	4,82	4,43
Turbiditet	FTU	0,94	3,9	1,7
Farge	mgPt/l	101	109	90,1
Calcium	mg/l	4,09	5,31	5,56
Magnesium	mg/l	0,69	1,2	0,99
Natrium	mg/l	1,72	2,13	1,81
Kalium	mg/l	0,36	0,69	0,46
Alkalitet	mmol/l	0,13	0,2	0,237
Clorid	mg/l	2	3,4	2,2
Sulfat	mg/l	3,4	5,4	4,3
Total nitrogen	µg N/l	530	665	575
Nitrat	µg N/l	185	300	138
Total fosfor	µg P/l	8	16	8
Ortofosfat	µg P/l	2	6	3
COD Mn	MgO/l	17,5	17,1	15,6
TOC	mg C/l	13,4	13,1	12,3
Aluminium Ikke labil	µg/l	180	144	69
Aluminium Reaktiv	µg/l	191	159	84
Aluminium Labil	µg/l	11	15	15

5.1 Surhetsgrad-forsuring

Vannet fra feltet er ikke surt. Selv oppe i furuskogen var pH 6.22 og den økte nedover til 6.71 nederst. Labil aluminium, dvs den fraksjonen som blir giftig for fisk ved forsuring, var svært lav. Vannprøvene fra 3 uberørte bekker på andre siden av Bøleråsen hadde også pH opp mot nøytralpunktet. Forsuring vil ikke bli noe problem i det fremtidige tjernet, hverken for fisk eller annet akvatisk liv.

5.2 Turbiditet - grumsethet

Turbiditet er et mål på vannets grumsethet, dvs. den lysspredning som forårsakes av partikler. Øverst var turbiditeten 0.47 FTU. Dette er klart vann uten synlig innhold av partikler. På neste stasjon var vannet fortsatt klart (turbiditet 3.7 FTU), men med et begynnende partikkelinnhold. På den nederste stasjonen var vannet tydelig grumsete og inneholdt betydelige mengder silt og leire. Turbiditeten var her 34 FTU. Om denne vannkvaliteten hadde vært rådende i tjernet, ville det vært svært grått, og med siktedyp på bare ca 30 - 40 cm. De uberørte bekkene på andre siden av Bøleråsen hadde lav turbiditet i øvre områder, men viste tegn til oppgrumming i nedre områder. Nedre deler av området er tydelig eroderbart og det må foretas erosjonsforebyggende tiltak langs innløpsbekkene til tjernet for å sikre at tjernet får så klart vann som mulig.

5.3 Farge

Vannet var visuelt tydelig brunfarget, noe som hovedsakelig skyldes innhold av humusstoffer. Fargen måles ved å sammenlikne med en skala fremstillet ved en såkalt platina-standard. Øverst i bekkene var fargen 57 mg Pt/l, og nederst hadde den øket til 95 mg Pt/l.

Dette er høye verdier. Et tjern fôret med bekker av denne kvalitet vil ha et tydelig brunt "myrvannspreg". Økningen i farge fra den øvre stasjonen og ned til den nedre kan også delvis skyldes jern, da det ble observert jernutfellinger i bekkedanten. I de upåvirkede bekkene som rant ned fra andre siden av Bøleråsen var vannet enda brunere. Man må forvente at tjernet får et visst myrvannspreg, i alle fall i starten. Etterhvert som området har fungert som tettsted en tid, vil humusproduksjonen bli mindre.

5.4 Organisk stoff

For mye organisk stoff er uheldig i tilrenning til innsjøer, da det vil forbruke oksygen. I stagnasjonsperioder på ettersommeren og under isen i små tjern kan det da ofte bli for lite oksygen for levende organismer i dypvannet.

Som nevnt over indikerte fargeverdiene et høyt innhold av humusstoffer, en type organisk stoff som dannes ved nedbrytning i myrholdig skogsbunn. Mer spesifikke mål på organisk stoff er her gitt som kjemisk oksygenforbruk (COD_{Mn}) og total organisk karbon (TOC). Begge verdiene er høye på alle stasjoner. Den midtre stasjonen har de høyeste verdiene, noe som trolig skyldes at det her lå mye ferskt hugstavfall i bekken. Mengde organisk stoff avtok svakt ned mot den nedre stasjonen igjen.

Innholdet av organisk stoff i tilrenningsvannet er så høyt at det kan bli oksygenproblemer i dypvannet i tjernet under stagnasjonsperiodene. Hvis man skal opprettholde livsvilkår for fisk, vil det derfor sannsynligvis bli påkrevet, i alle fall i starten, at det installeres en lufteanordning som kan kjøres på nattetid fra tid til annen (ved behov). Bekkene fra andre siden av Bøleråsen hadde også høyt innhold av organisk stoff.

5.5 Næringssalter

Nitrogen og særlig fosfor er elementer som stimulerer alge- og plantevekst i innsjøer. Konsentrasjonen av fosfor er lav ($10 \mu\text{gP/l}$) på den øverste stasjonen, øker så kraftig til $186 \mu\text{gP/l}$ på den midterste stasjonen og avtar igjen til $84 \mu\text{gP/l}$ på den nederste stasjonen. Verdien på den øverste stasjonen er naturlig konsentrasjonsnivå i avrenning fra humusrike skogsområder.

Verdiene på de to nederste stasjonene er betydelig høyere enn det som kan kalles naturlig. Høyt innhold av ortofosfat på stasjon 2 ($76 \mu\text{gP/l}$) indikerer at kilden er nedbrytning av ferskt hugstavfall. På nederste stasjon er ortofosfat konsentrasjonen sunket til $14 \mu\text{gP/l}$, og totalfosfor konsentrasjonen sunket til $84 \mu\text{gP/l}$. Dette er også høyere enn hva som er naturlig for området, og skyldes påvirkning av hugst og anleggsvirksomhet. De tre upåvirkede bekkene fra andre siden av Bøleråsen hadde fosforverdier fra $8-16 \mu\text{gP/l}$, noe som er naturlig nivå for myrvannspregete bekker.

Nitrogenverdiene var stort sett mellom $500-700 \mu\text{gN/l}$. Dette er høye verdier til å være fra ugjødslede skogsområder, og indikerer at området mottar en del nitrogen via atmosfærisk nedfall. Det vil være fosfor som styrer algemengden i innsjøen, slik at nitrogen ikke blir noe problem.

Nitratinnholdet var med unntak av stasjon 2 mellom 170 og $300 \mu\text{gN/l}$. På stasjon 2, som var sterkt preget av nedbrytning av fersk granbar, var nitratkonsentrasjonen bare $2 \mu\text{gN/l}$. Nitratet var her trolig forbrukt av den store sopp- og bakteriebiomassen (heterotrofe nedbrytere) som preget stasjonen. Nitratet kan også være redusert til ammonium, noe som det ikke ble analysert for.

5.6 Øvrige vannkvalitetsparametre i de undersøkte bekker

De øvrige vannkvalitetsparametre gitt i Tabell 5.1 og Tabell 5.2 ligger innenfor normale verdier for skogsområder på Østlandet, og er ikke av noen størrelsesorden som vil medføre problemer for vannkvaliteten i det fremtidige Neskolltjernet.

6 Antatte hovedproblemer - Prognoser og Anbefalinger

De vanligste problemene man får ved anlegging av små innsjøer i tettbygde strøk er:

1. På grunn av stor næringssalttilførsel og liten vannfornyelse kan det bli for mye alger - såkalt eutrofiering
2. Vannet kan bli veldig grumsete pga. eroderbar jord langs tilførselene, og i selve reservoarbreddene.
3. Reservoaret kan gro igjen av høyere vegetasjon hvis det er for grunt.
4. Vannet kan bli oksygenfritt om vinteren og i bunnvannet om sommeren.

6.1 Eutrofiering og algemengder

Ut fra de dataene vi har om vannkvaliteten fra tilrenningsområdet, kan det se ut som om man kan få flere av disse problemene. Men det må bemerkes at vannprøvene var helt tydelig påvirket av hugsten som pågikk i feltet, slik at både næringssaltinnholdet og oksygenforbruket var høyere enn det vil bli etterhvert som den nye avrenningssituasjonen har stabilisert seg. Overvann fra tettsteder får betydelig høyere næringssaltkonsentrasjoner enn fra naturlige skogsområder (se SFT Veiledning 95:02).

I henhold til Multiconsults hydrologiske beregninger (Tøien 2000) vil midlere tilrenning til Neskolltjernet bli $543 \text{ m}^3/\text{døgn}$. Spesifikk avrenning i området er ut fra NVE's Isohydatkart $14 \text{ l}/\text{km}^2\text{s}$. Som årlig avløp tilsvarer dette $198195 \text{ m}^3/\text{år}$. Innsjøens overflateareal er 9500 m^2 , volumet er 10500 m^3 . Middeldypet blir da 1.1 m . Innsjøens gjennomsnittlige oppholdstid (vannfornyelse) $T_w = 0.053 \text{ år} = 19,3 \text{ døgn}$.

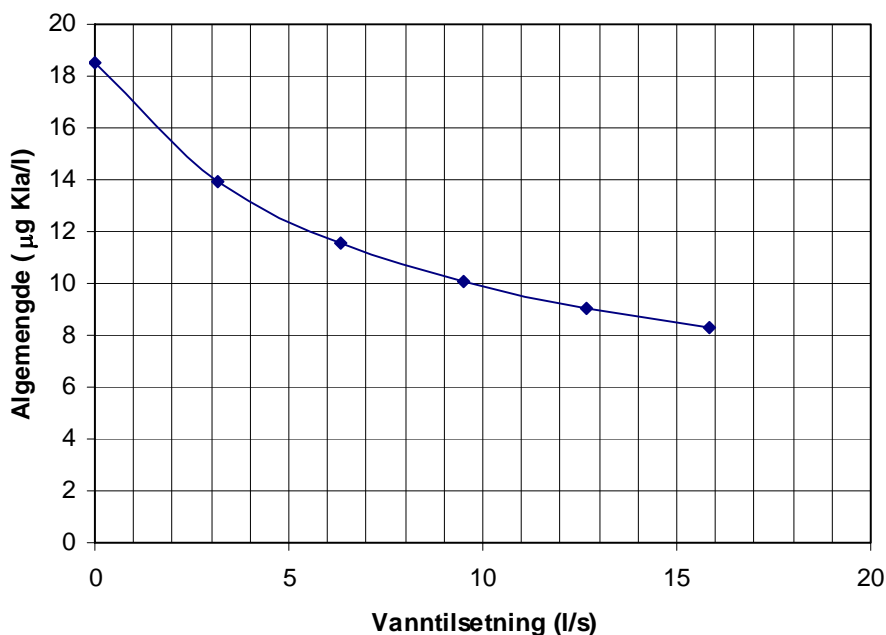
I henhold til SFT-Veiledning 95:02 om tilførselsberegninger regner man med en avrenning via overvann fra villabebyggelser på $50 \text{ kgP}/\text{km}^2\text{år}$. Denne verdien er et gjennomsnitt, og det er store variasjoner fra felt til felt. Fosforavrenningen fra et moderne felt uten lekkasje i kloakkledninger er trolig noe mindre. Avrenningen i det aktuelle området er dessuten svært liten, bare $14 \text{ l}/\text{km}^2\text{s}$. Det er derfor sannsynlig at fosforavrenningen via overvannet er mindre enn $50 \text{ kg P}/\text{km}^2\text{år}$. Noe mindre enn 30 er den imidlertid neppe.

I den videre beregning tas det utgangspunkt i at fosforavrenningen er $30 \text{ kg P}/\text{km}^2\text{år}$, altså et meget konservativt utgangspunkt. Fordeles dette på normalavrenningen fra området $14 \text{ l}/\text{km}^2\text{s}$, får man at avrenningsvannet vil inneholde $68 \text{ µg P}/\text{l}$. En kan anta at ca 25% av dette holdes tilbake i de rense/sedimenteringsanordninger (fordrøyningsbasseng, sedimenteringsbasseng, rotsoneanlegg) som vil etableres oppstrøms innsjøen. Det vil si at innløpskonsentrasjonen av fosfor vil være ca $51 \text{ µg P}/\text{l}$.

Setter man innløpskonsentrasjonen på $51 \text{ µgP}/\text{l}$ inn i FOSRES-modellen (SFT-Veileder 95:01, Berge 1987, 1990) får man at konsentrasjonen i innsjøen vil bli $36 \text{ µgP}/\text{l}$. Omregnet til algemengde via formelverket i samme modell, får man en midlere konsentrasjon av klorofyll-a over sommerhalvåret på $19 \text{ µg Kl}/\text{l}$. Dette er nokså mye alger, og langt mer enn det som anbefales i SFT's vannkvalitetskriterier. Grunne innsjøer tåler imidlertid mer alger enn dype innsjøer før det blir ubalanse i økosystemet. FOSRES-modellen, som er laget for grunne

innsjøer, angir at en innsjø med middeldyp 1.1 m tåler maksimalt 28 $\mu\text{gP/l}$ tilsvarende en algemengde på 15 $\mu\text{g Kla/l}$ som middel over sommerhalvåret.

Innsjøen ser altså ut til å bli noe mer næringsrik (eutrof) enn den burde være. Det synes nødvendig å øke gjennomstrømningen noe (supplere med rentvann) for at god vannkvalitet kan oppnås. Da innsjøen har kort oppholdstid (19 dager), vil det bare bli behov for ekstra vanntilførsel i sommerhalvåret. I Figur 6.1 er det, på bakgrunn av FOSRES-modellen, laget en enkel modell for hvor mye rentvann med anslått P-konsentrasjon på 5 $\mu\text{gP/l}$ man må tilføre for å oppnå ønsket algemengde.



Figur 6.1 En enkel modell som beskriver hvor mye rentvann (drikkevann 5 $\mu\text{g P/l}$) man må tilsette til Neskolltjernet for å oppnå ønsket algemengde. Basert på FOSRES-modellen (Se SFT-Veiledning 95:01; Berge 1987,1990).

For å komme inn under FOSRES-modellens krav på 15 $\mu\text{g Kla/l}$ må man tilsette en rentvannstilførsel (drikkevann) på ca 2-3 l/s i sommerhalvåret. Uten tilsetning av rentvann er gjennomsnittlig tilrenning til vannet ca 6 l/s.

Beregningene er usikre, i og med at man egentlig ikke har noen god oversikt over hvilken vannkvalitet man vil ha på innløpsvannet til tjernet. Beregningen er imidlertid meget konservativ, hvilket antyder at det kan bli et reelt behov for tilførsel av rentvann. Til å begynne med vil nok vannet i innsjøen være nokså turbid, noe som vil dempe algeveksten. Etterhvert som boligfeltets "nakne" områder får konsolidert vegetasjonsdekke, vil erosjonen avta og vannet klarne opp. Tilførselen av biotilgjengelige næringssalter vil øke som følge av gjødsling av plener og parker, samt at resorpsjonskapasiteten til renseanordningene i innløpet vil avta noe (mettes).

Etter 10-15 år vil det kunne bli et algevekstproblem i innsjøen. Enkleste måten å ta hånd om dette er å supplere innløpet med rentvann i sommerhalvåret. Dette kan tas fra bekker på andre siden av Bøleråsen, eller det kan tas fra drikkevannsnettet. Selv om det trolig ikke vil bli behov for dette de første årene etter etablering av innsjøen, er det viktig å legge opp til mulighet for tilførsel av rentvann. Denne bør ha en kapasitet på minst 5 l/s, helst 10 l/s.

6.2 Erosjon og grumsethet

Med hensyn til grumsethet, bør innløpsbekken plastres med stein i bunn og kanter. Hvis ikke vil det kunne skje betydelig erosjon under de nokså episodepregete avrenningsperiodene som er typisk for tettstedsavrenning. Tjernet vil da kunne bli tilført betydelig mengder finfordelt silt/leire som vil ta lang tid for å sedimentere.

6.2.1 Fjerning av matjordsjikt i reservoaret eller ikke - oppvirvlings- og sedimenteringsforsøk

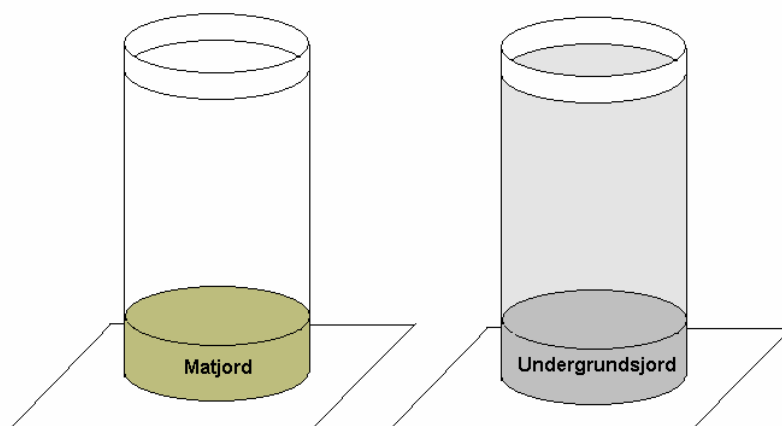
Undergrunnsjorda i reservoarområdet består av siltig leire. Denne har tendens til å gi grumsete vann som kan vare i årevis. Etterhvert vil det dannes innsjøsedimenter som består av en blanding av organisk og uorganisk materiale. Først når dette er dannet vil innsjøen få mer klart vann som er karakteristisk for små tjern i området. Denne prosessen tar lang tid, anslagsvis 20-30 år.

Ved å beholde markvegetasjonen og matjordsjiktet vil man trolig få dannet et normalt innsjøsediment raskere enn om man fjerner dette sjiktet. I sørvestre del av innsjøen må man grave en del for å gi innsjøen den planlagte form, men ellers bør man kanskje bevare markvegetasjonen og matjordsjiktet mest mulig.

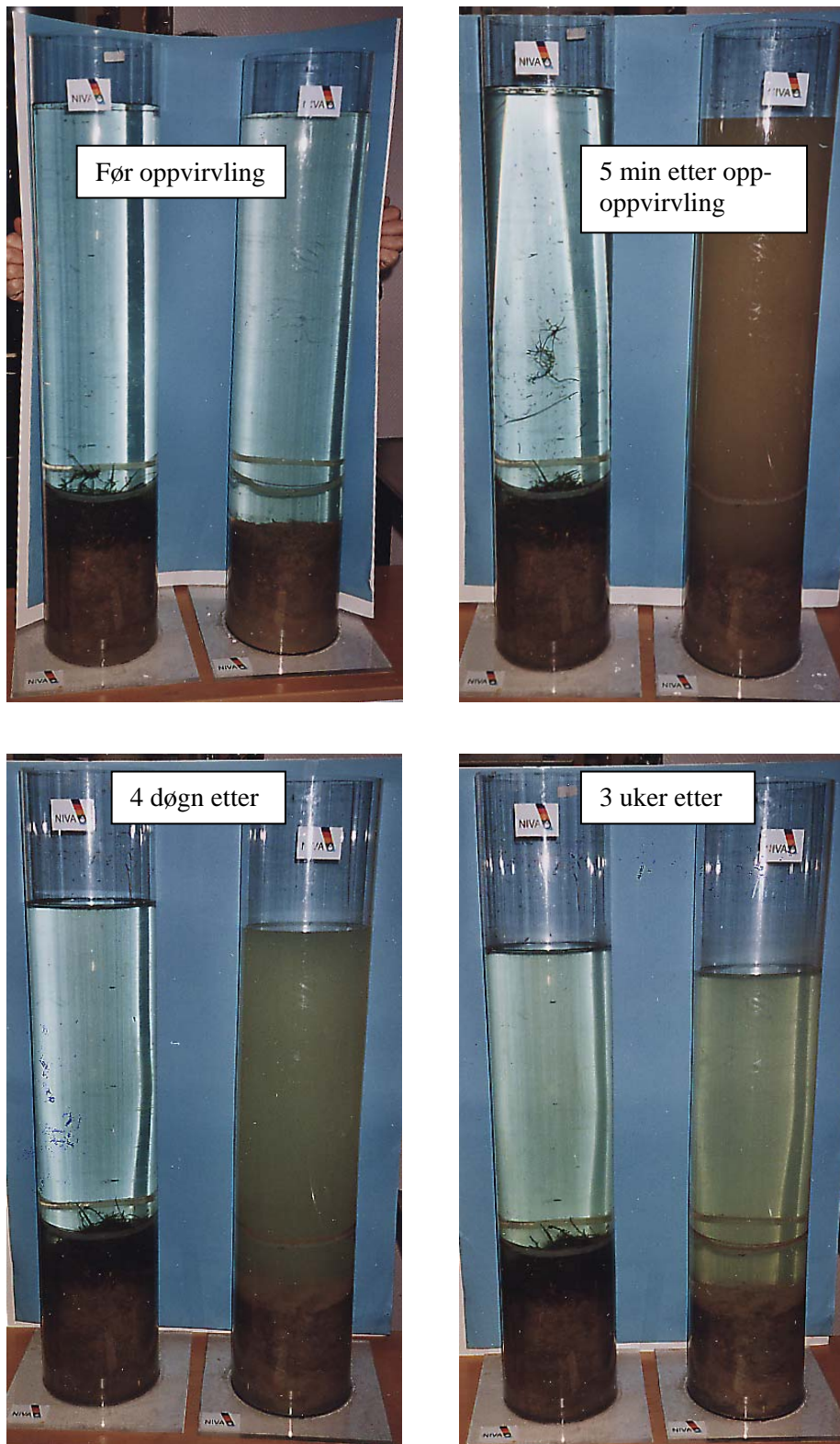
For å sjekke dette ble det foretatt "oppvirvlings- og sedimentasjonsforsøk". Et pleksiglassrør med diameter 20 cm ble presset ned i skogbunnen slik at en 20 cm jordpropp (matjordsjiktet) ble sittende i bunn av røret, se Figur 6.2. Denne inkluderte noe mose og gras selv om markvegetasjonen var lite utviklet i den tidligere tette granskogen. Det andre pleksiglassrøret ble presset ytterligere 20 cm ned i samme hullet som det første. Man fikk da med en mer grå undergrunnsjord bestående av siltig leire, som er så typisk på Romerike.

Rørene med jordprofiler ble tatt med til laboratoriet på NIVA. Her ble det forsiktig lagt på et 75 cm lag springvann til omtrent 5 cm under øvre kant av rørene. Rørene fikk stå noen dager for å konsolidere seg. Deretter ble det satt på ett minutt forsiktig røring i begge rør med nøyaktig samme styrke. Vannet der undergrunnsjorden utgjorde sedimentet, ble kraftig grumset, mens det kun ble svakt grumset i røret hvor matjordsjiktet utgjorde sedimentet.

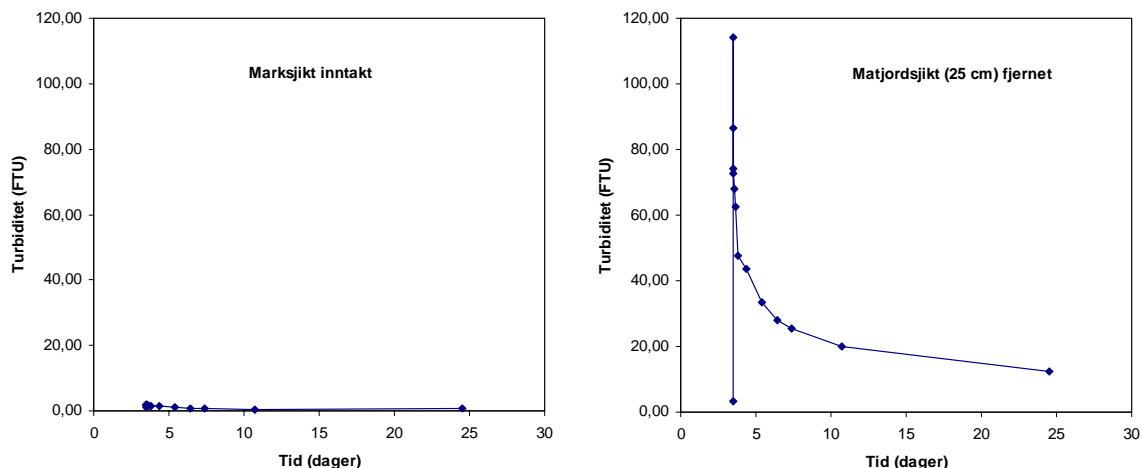
Rørene fikk så stå i 23 dager og sedimentere. Røret hvor matjordsjiktet utgjorde sedimentet klarnet opp nokså umiddelbart, mens røret der undergrunnsjorden utgjorde sedimentet, var tydelig grumset selv ved forsøkets slutt. Resultatene er gitt i Figur 6.3 og Figur 6.4.



Figur 6.2 Testoppsett for å vurdere oppgrumsing fra ulike sediment. Se tekst for forklaring.



Figur 6.3 Oppvirvlings- og sedimenteringsforsøk med jordsmonnet som vil danne bunnen i det fremtidige tjernet. Venstre søyle uforstyrret jordkjerne, dvs med matjordsjiktet intakt. Høyre søyle, matjordsjiktet fjernet, dvs undergrunnsjorden i kontakt med vannet.



Figur 6.4 Resultater fra oppvirlings- og sedimentasjonsforsøk med ulik bunn i den kunstige innsjøen. Der undergrunnsjord utgjorde sedimentet var vannet kraftig grumset selv 23 dager etter oppvirlingen.

Konklusjonen på dette forsøket er at man bør grave minst mulig i det terrestriske feltet som skal demmes ned. Der hvor det må graves for å oppnå det ønskede dyp og bassengmorfometri, anbefales det at bunnen i de strandnære områder plastres med fiberduk og at denne tynges ned med 4-5 cm hagesingel. I vanlige innsjøsedimenter har det tendens til å dannes gass som kan løfte fiberduken enkelte steder slik at en får "nakne fiberdukbobler" som sett fra land ser nokså stygge ut. Fin slam og slim fra mikroorganismer tetter duken etter noen år. Dette problemet unngås ved at man stikker ca 4 hull i duken per kvadratmeter med en bredbladet tollekniv. Ved bobledannelse vil gassansamlinger da unnslipe.

6.3 Organisk materiale og oksygenproblemer

Med hensyn til innhold av organisk materiale så synes det å være relativt mye humus til og med på den øvre upåvirkede bekketasjonen. Dette vil medføre at det vil være et betydelig oksygenforbruk i tjernet.

Oksygenforbruket i jordsmonnet som vil utgjøre bunnen i det fremtidige tjernet var imidlertid lavt. Etter at sedimentkjernene hadde stått i vel 3 uker ved 20 grader, var oksygen konsentrasjonene i vannet over sedimentet 20% metning i søylen hvor matjordsjiktet var i kontakt med vannet, og 67% metning der hvor undergrunnsjorda var i kontakt med vannet. Selv matjordsjiktet hadde nokså lavt oksygenforbruk. I praksis betyr dette at sedimentet i utgangspunktet ikke vil tære nevneverdig på oksygenet i innsjøen.

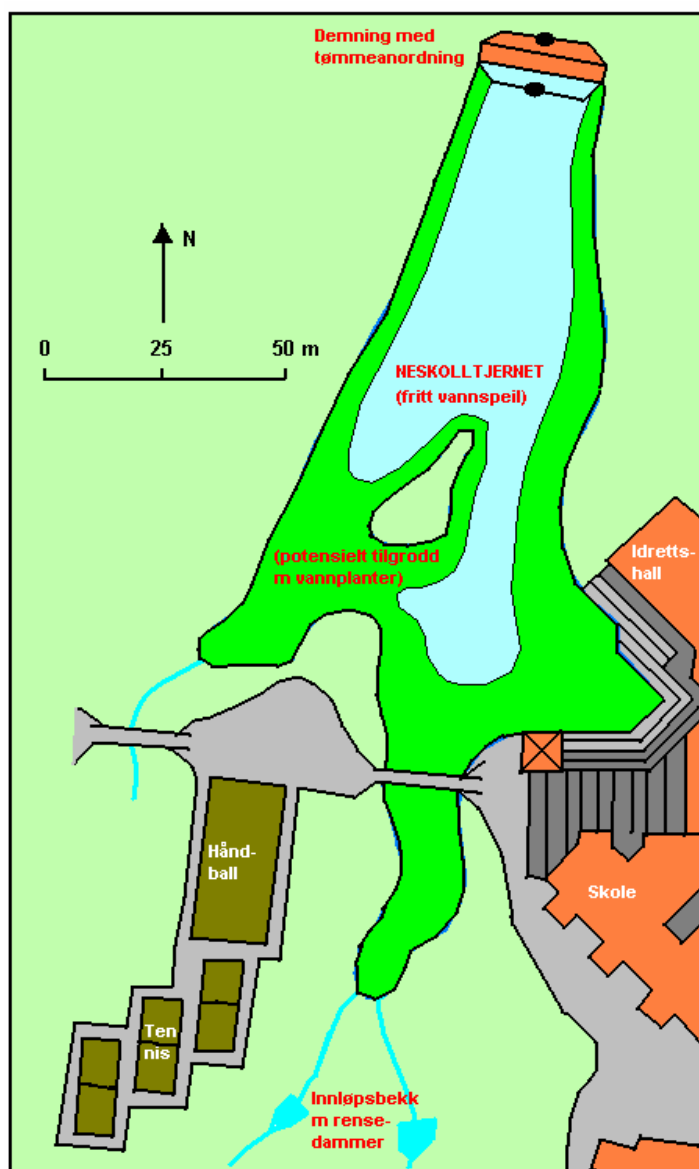
Imidlertid vil det organiske materialet i det innstrømmende vannet kunne tære på oksygenet i de dypere områder av innsjøen. Selv i de uberørte bekkene fra området ligger TOC på ca 13 mg/l, Farge på 110 mgPt/l, noe som viser at det er mye humus i det innstrømmende vannet. Likeledes vil vannet bli nokså næringsrikt og få etterhvert høy algeproduksjon. Døde alger og humus vil kunne tære betydelig på oksygenet i dypet av innsjøen.

Man bør derfor anlegge en enkel lufteanordning som kan kjøres noen timer om natta fra tid til annen. Dette kan være en perforert slange som "henges opp" horisontalt 1 m over slammet ("søkk og fløtt") og som står i forbindelse med en elektrisk kompressor på land. Denne kan enkelt opereres av vaktmester eller velforening.

6.4 Gjengroing av vannplanter

Akvatiske makrofytter, eller vannplanter, vil etablere seg ned til anslagsvis 1.2 m dyp. Dette vil dekke nokså mye av innsjøens frie vannspeil, og kan bli et problem for bruken av innsjøen. I Figur 6.5 er det vist et anslag over fremtidig utbredelse av vannplanter i innsjøen om den får lov til å utvikle seg uten noen form for skjøtsel. Denne utviklingen tar lang tid, anslagsvis 20-30 år.

Det er neppe ønskelig å ha så mye vegetasjon i innsjøen. Enkleste måte å forhindre dette på er å ha en tappeanordning i utløpet slik at innsjøen kan tappes tom år om annet. Flere vegetasjonstyper vil kunne fryses i hjel ved tørrlegging på kaldvinteren.



Figur 6.5 Mørkegrønn farge viser område som vil få etablert høyere vegetasjon (vannplanter) om det ikke drives noen form for skjøtsel i tjernet.

7 Litteratur

- Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofinivå og akseptabel fosforbelastning i innsjøer med middeldyp 1.5-15 m. NIVA Rapport Lnr 2001, 44 sider.
- Berge, D. 1990. FOSRES - A phosphorus loading model for shallow lakes. Verh. Internat. Verein. Limnol. 24., pp.218-223.
- Berge, D., and T. Källqvist 1998: Biological availability of various P-sources studied in different test systems. Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 2401-2404.
- SFT-Veiledning 95:01. Bratli, J.L., H. Holtan, J. Molvær, E. Lømsland, K. Baalsrud, og A. Juliussen 1997. Miljøsmål for vannforekomstene. Sammenheng mellom utslipp og virkning., TA-1138/1995, 55 sider.
- SFT-Veiledning 95:02. Bratli, J.L., H. Holtan, og S. O. Åstebøl 1995. Miljøsmål for vannforekomstene. Tilførselsberegninger., TA-1139/1995, 70 sider.
- Tøien, S. 2000 Kapittel om vannmengder i: Forprosjektrapporten NESKOLLEN SENTRUM - NÆRMILJØANLEGG, Boligutvikling AS, 10 januar 2000.