



O-93021

# Vannspeilet ved middelaldermuseet i Oslo

En analyse av de ulike muligheter  
for vannforsyning og drift

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Udemr.:
O-93021	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
30 53	

<b>Hovedkontor</b>	<b>Sørlandsavdelingen</b>	<b>Østlandsavdelingen</b>	<b>Vestlandsavdelingen</b>	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b>
Postboks 173, Kjelsås	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0411 Oslo	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47) 37 04 30 33	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47) 55 32 56 40	Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47) 37 04 45 13	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47) 55 32 88 33	Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel:	Dato:	Trykket:
VANNSPEILET VED MIDDELALDERMUSEET I OSLO	April	NIVA 1994
En analyse av de ulike muligheter for vannforsyning og drift	Faggruppe:	
	Vassdrag	
Forfatter(e):	Geografisk område:	
Dag Berge	Oslo	
	Antall sider:	Opplag:
	25	60

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref.:
Petter Bogen Arkitektkontor A/S	

Ekstrakt:
<p>I forbindelse med etablering av Oslo Middelaldermuseum i Gamlebyen, samt omlegging av E18 langs havnebassenget, har det lenge vært planer om å lage et vannspeil som kan "gjenskape" den gamle strandlinjen rundt Mariakirkens ruiner. NIVA har i denne sammenheng foretatt en enkel analyse av de ulike muligheter med hensyn til vannspeilets konstruksjon, vannforsyning, vannbehandling, avløp, drift og vedlikehold, herunder også noen økonomiske betraktninger. Følgende løsninger er vurdert: Gjennomstrømningsbasseng basert på kranvann, på Hovinbekken, Akerselva, Alna, samt på sjøvann. Dessuten er det vurdert en løsning basert på kranvann, resirkulering og vannbehandling. Vannkvalitetsmessig vil kranvannsløsningene være best, men de blir svært dyre, etter vårt skjønne urealistisk dyre. Gjennomstrømningsbasseng basert på vannforsyning fra Alna er mest interessant med hensyn til enkel og rimelig drift. Det anbefales derfor at man i nært samarbeid med Oslo kommune arbeider videre med Alna-løsningen.</p>

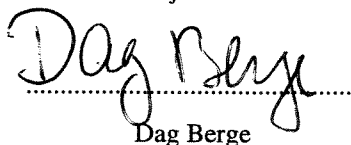
4 emneord, norske

1. Kunstig innsjø
2. Konstruksjon
3. Vanntilførsel
4. Vannbehandling

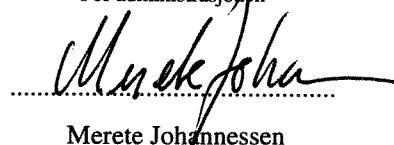
4 emneord, engelske

1. Man-made lake
2. Design
3. Water supply
4. Water treatment

Prosjektleder

  
Dag Berge

For administrasjonen

  
Merete Johannessen

ISBN82-577-2500-5

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Oslo

O-93021

**VANNSPEILET VED  
MIDDELALDERMUSEET  
I OSLO**

**En analyse av de ulike muligheter  
for  
Vannforsyning og drift**

Oslo april 1994

Saksbehandler: Dag Berge

## FORORD

I forbindelse med etablering av Oslo Middelaldermuseum i Gamlebyen, samt omlegging av E18 langs havnebassenget, har det lenge vært planer om å lage et vannspeil som kan "gjenskape" den gamle strandlinjen rundt Mariakirkens ruiner. I den anledning er NIVA bedt om å vurdere ulike alternativer med hensyn til "vanntekniske løsninger", diskutere fordeler og ulemper ved dem, og angi en skisse til anbefalt løsning.

Oppdragsgiver er Petter Bogen Arkitektkontor A/S. Vurderingene er foretatt i nær kontakt med Oslo Kommune (OVA) ved Terje Wold og Per Kristiansen. Kontaktperson hos Riksantikvaren har vært Erik Schia. Etter hans tragiske bortgang ble prosjektet liggende en periode, og er blitt noe forsinket.

Prosjektleder på NIVA er Dag Berge, som også har skrevet rapporten. Kvalitetssikring er foretatt av Gunnar Fr. Aasgaard, NIVA. Verdifulle konsultasjon er hatt med Jens Arne Ohren, Samfunnsteknikk A/S, Rune Sunde i OASE Fontener A/S, samt teknisk personell ved NIVA's marinbiologiske forsøksstasjon på Solbergstrand.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG OG KONKLUSJON .....	3
Konstruksjonsmessige forhold.....	3
Vannforsyning .....	3
INNLEDNING .....	4
KORT BESKRIVELSE AV OMRÅDET .....	4
DE ULIKE LØSNINGER .....	8
VANNSPEILETS KONSTRUKSJON.....	8
Bunn.....	8
Kanter.....	9
Bassengets innløp og utløp .....	9
DYBDE OG GJENNOMSTRØMNING.....	11
BASSENGETS VANNFORSYNING .....	12
Kranvann og gjennomstrømningsbasseng .....	12
Kranvann og resirkulering. ....	12
Gjennomstrømningsbasseng basert på elvetilførsel.....	13
Gjennomstrømningsbasseng basert på Hovinbekken .....	13
Gjennomstrømningsbasseng basert på Alna .....	13
Gjennomstrømningsbasseng basert på Akerselva.....	14
Gjennomstrømningsbasseng basert på sjøvann .....	15
Vannkvalitet i havnebassenget.....	15
Vanninntakets plassering i Havnebassenget .....	17
ANBEFALT LØSNING Å UTREDE NÆRMERE: VANNFORSYNING FRA	
ALNA .....	17
LITTERATUR.....	20
VEDLEGG .....	21

## **SAMMENDRAG OG KONKLUSJON**

Det er foretatt en enkel analyse av de ulike muligheter med hensyn til vannspeilets konstruksjon, vannforsyning, vannbehandling, avløp, drift og vedlikehold, herunder også noen økonomiske betraktninger. Analysen er kun på "prefeasibility" nivå, slik at den er ikke tilstrekkelig som grunnlag for en eventuell anleggsstart. Av alle de mulige løsninger som finnes, mener vi at vi har greidd å finne den mest lovende fremtidsrettede løsning som ivaretar rimelige investeringskostnader, enkelt vedlikehold og lave driftskostnader, og tilstrekkelig god vannkvalitet.

### **Konstruksjonsmessige forhold**

Bassenget bygges med støpt bunn og kanter. Man bør kunne kjøre på bunnen med lett traktor med feieapparat for å samle opp slam og bøss. Bassengets dyp bør variere mellom 0.4 - 1 m, med middeldyp ikke mindre enn 0.6 m. Bassengkantene bør være vertikale. Mot veganlegget lages et lite overheng ca 10 cm over vannflaten, mens mot kirkebakken avsluttes den vertikale kanten med et skråstilt kar i overflatenivå som kan fylles opp med elvegrus eller stein og således gi inntrykk av en naturlig strand. Vanntilførselen til bassenget ledes inn i den søndre buen ut for kirkeodden i to punkter slik at solgangsbrisen om ettermiddagen kan skyve nytt vann inn i begge bassengarmer. Driftavløp i form av overløp med rist etableres i nordre ender av bassengets 2 grener, slik at overflatebøss vil kunne samles opp. I tillegg må bassenget ha tappeluke i bunnen (helst rett under driftsoverløpene) for tømning.

### **Vannforsyning**

Følgende løsninger er vurdert: Gjennomstrømningsbasseng basert på kranvann, på Hovinbekken, Akerselva, Alna, samt på sjøvann. Dessuten er det vurdert en løsning basert på kranvann, resirkulering og vannbehandling. Vannkvalitetsmessig vil kranvannsløsningene være best, men de blir svært dyre, etter vårt skjønne urealistisk dyre.

Gjennomstrømningsbasseng basert på vannforsyning fra Alna er mest interessant med hensyn til enkel og rimelig drift. Forutsatt at kloakksaneringen i Alnas nedbørfelt går etter planen, vil vannkvaliteten trolig bli bra nok om få år. Inntaket bør skje helt oppe ved Alnatunnelens innløp i Ekebergåsen for å få ca 20-25 m fall. Inntaket gjøres i et basseng med dykket avløp som fungerer som sand/siltfang og oljeavskiller. Indre diameter på røret må være 200 mm. Best vil det være med en "slange" i hel lengde som trekkes opp i Alnatunnelen fra sjøsiden og ned til vannspeilet via oveløpsledningen som går fra Loenga og inn på Alnatunnelen. Tilførselen vil da kunne drives ved selvføll nokså vedlikeholdsfritt.

Alna vil fortsatt være grå i regnværperioder, selv etter avløpssaneringen, noe som skyldes det leirholdige nedbørfeltet. Leirpåvirket var Alna imidlertid også i middelalderen i regnværperioder, og vannkvaliteten rundt kirkeodden likeså. Rent antikvarisk skulle det således være riktigere med "rehabilitert" Alnavann enn krystallklart "svømmebasseng" vann i vannspeilet rundt Middelaldermuseet og ruinene av Mariakirken.

Det anbefales derfor at man i nært samarbeid med Oslo kommune arbeider videre med Alna-løsningen.

## **INNLEDNING**

I forbindelse med etablering av Oslo Middelaldermuseum i Gamlebyen, samt omlegging av E18 langs havnebassenget, har det lenge vært planer om å lage et vannspeil som kan "gjenskape" den gamle strandlinjen rundt Mariakirkens ruiner. I dag er området foran de verdifulle ruinene et virvar av veier og jernbanespor, noe som er nokså uforenlig med å få området til å se pent ut.

I den anledning er NIVA bedt om å vurdere ulike alternativer med hensyn til "vannløsning", diskutere fordeler og ulemper ved dem, og angi en skisse til anbefalt løsning. Forutsetningen er at vannspeilet skal være estetisk pent og ikke bære noe sterkt forurenset preg. Men det er heller ikke nødvendig at det tilfredsstiller kravene til drikkevann.

Vi tar utgangspunkt i Forprosjektet av 31/1-92 utarbeidet av Petter Bogen Arkitektkontor A/S når det gjelder størrelse og omfang av vannspeilet.

## **KORT BESKRIVELSE AV OMRÅDET**

Fig. 1 gir en rekonstruksjon av Oslo tidlig fra 1300-tallet sett i fugleperspektiv fra Ekeberg med Oslodalen og Holmenkollåsen i bakgrunn. Etter den tid har det vært ca 2.5 m landhevning og en del av dagens strandlinje og monumentale byggverk er markert. Til venstre i bildet ses Alna's (eller Loelva's) utløp med Mariakirken ute på odden. I dag går Alna i tunnel gjennom kanten av Ekebergåsen og munner ut i fjorden under Sjømannsskolen på Ekeberg. I det gamle elveleiet går det bare en overvannsledning.

Området har vært preget av NSB's tog-aktiviteter og transportterminal for lastebiltransport i snart 100 år, se fig 2. Lokomotivverkstedet og Mariakirkens ruiner ses nederst til høyre i bildet. Området virker i høyeste grad kaotisk med veier, jernbanespor, lastebiler, containere, verkstedvirksomhet, og egner seg ikke for å fremheve de gamle ruinenes kulturverdi. NSB kan tenke seg å flytte deler av sin aktivitet på Sørenga til Alnabru/-Alfaset i Groruddalen under forutsetning av at de arealmessige og kommunikasjonsmessige forhold ligger til rette for det.

Ruinene etter kongsgården og Mariakirken kan som kjent ikke flyttes, og nettopp denne opplevelsen av ruinene på sin opprinnelige plass vil gi besøkeren en "nærhet og kontakt" med den fortid som en gang var.

Lokomotivverkstedet, det store bygget like til venstre for ruinene på fig.2 er tenkt bevart og innredet til museum.

Hvordan området er tenkt seende ut etter hvert er vist i fig. 3, øvre panel, etter modell av Arkitektskap A/S og Statens vegkontor for Oslo/Oslo Byplankontor, mens Petter Bogen Arkitektkontor A/S's modell er vist i fig.3, nedre panel. Den vesentligste forskjellen mellom de to løsninger er at Bogen tenker seg området bak Lokomotivverkstedet utbyggt til boligområde, mens i Vegkontorets modell er dette området bygget ut til parkmessige formål.

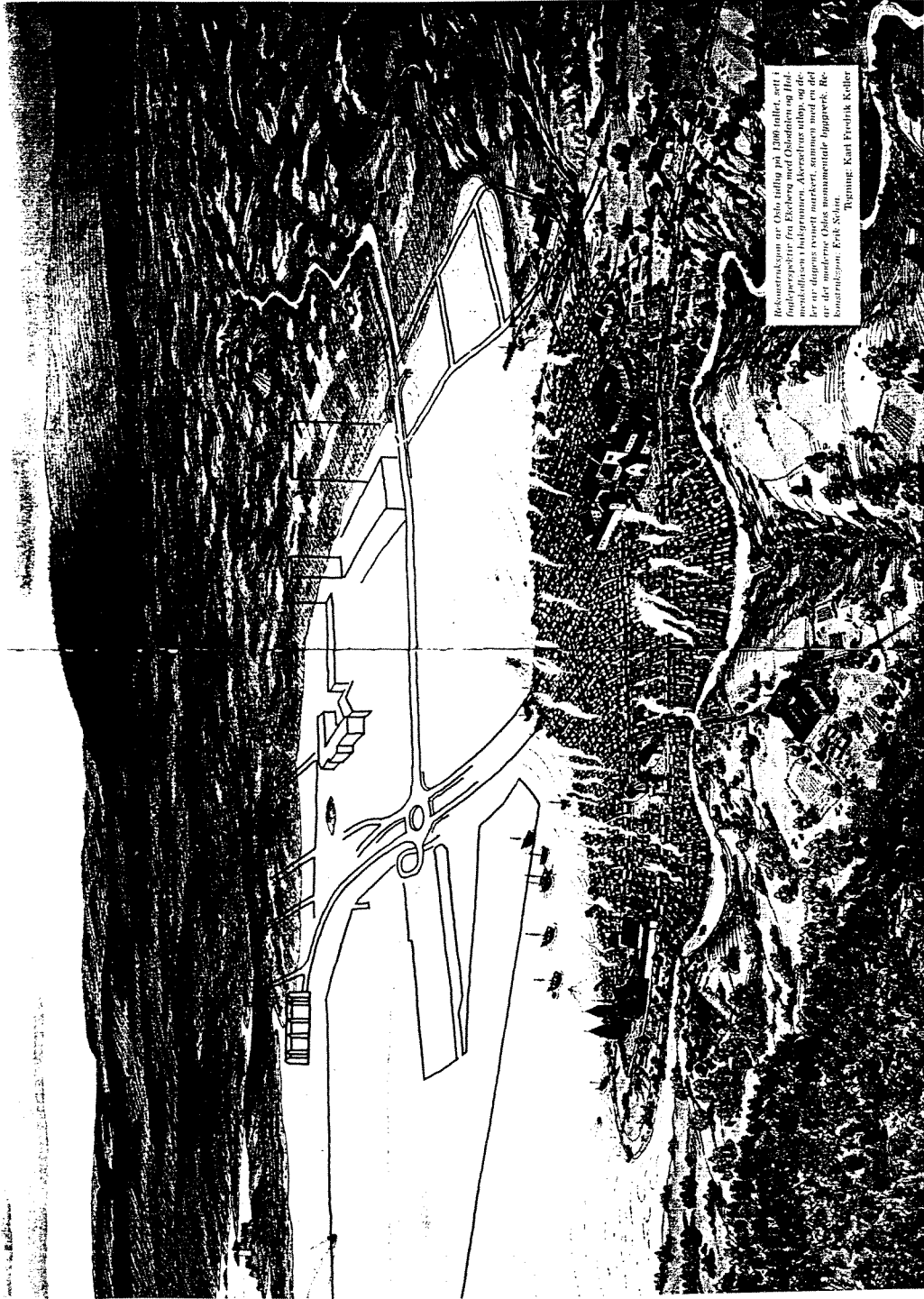


Fig.1 Rekonstruksjon av Oslo tidlig på 1300 tallet sett i fugleperspektiv fra Ekebergåsen med Oslodalen og Homenkollåsen i bakgrunnen. Akerselva's utløp og deler av dagens vegnett er markert sammen med en del av det moderne Oslo's monumentale byggverk. Rekonstruksjon Erik Schia tegnet av Karl Fredrik Keller. Hentet fra NOU 1991:31.





Fig.2 Det verneverdige området slik det fremtrer i dag med sitt travle og nokså kaotiske trafikkbilde. Mariakirkens ruiner nederst til høyre i bildet, og lokmotivverkstedet rett til venstre for disse.

Vannspeilet skal som sagt gjenskape den gamle strandlinjen mot sjøen som rådde på 1300 tallet, og anses som nokså nødvendig for å få den nødvendige "ro" over museumsområdet. Med hensyn til vannspeilets utforming er det liten forskjell mellom de to modeller.

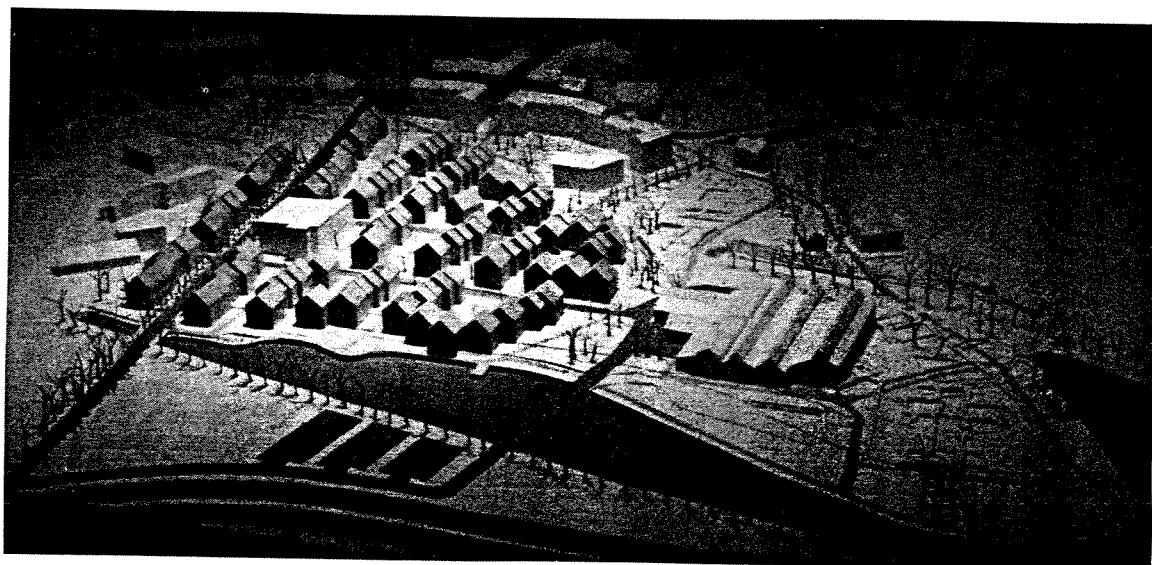
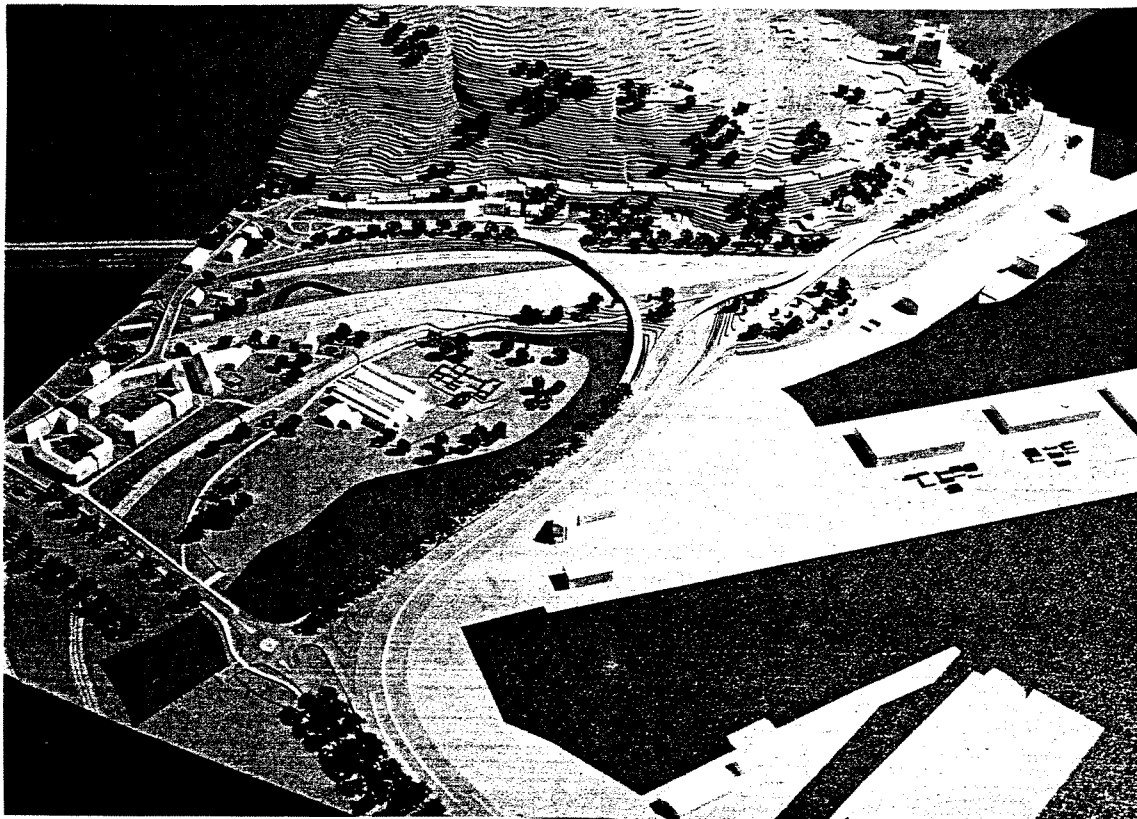


Fig.3 Modell av det fremtidige Gamlebyen etter fullført hovedvegutbygging, fjerning av NSB's sporområder på Sørenga og ferdigbygget vannspeil. Øvre panel, etter modell av Arkitektskap A/S og Statens vegkontor for Oslo/Oslo Byplankontor, mens Petter Bogen Arkitektkontor A/S's modell er vist i nedre panel.

## **DE ULIKE LØSNINGER**

Det er i utgangspunktet mange måter å lage et slikt kunstig vannspeil på.

1. Innsjø med naturlig bunn - ferskvann
2. Poll med naturlig bunn - saltvann
3. Basseng basert på gjennomstrømning med vann fra Alna eller Hovinbekken
4. Basseng basert på gjennomstrømning med saltvann.
5. Ferskvannsbasseng basert på kranvann, resirkulering og vannbehandling.
6. Sjøvannsbasseng basert på resirkulering og vannbehandling.

Hvilken av disse løsningene som bør velges vil man i den etterfølgende analysen prøve å komme fram til. Gjennomstrømningsbasseng basert på kranvann er helt utelukket av prismessige hensyn. Vannavgift er nær kr 2.50 per m<sup>3</sup> og avløpsavgiften er kr 5.50. Selv om man slipper avløpsavgiften, vil vannforbruket i sommerhalvåret beløpe seg til ca 2 mill kroner. Dette alternativet er derfor ikke tatt med i ovennevnte oppstilling.

## **VANNSPEILETS KONSTRUKSJON**

### **Bunn**

Grunnen i området er nokså sikkert forurensset såpass mye gjennom mer enn 100 års travel industri/verksted, trafikk-, og godsterminalvirksomhet, at den er lite egnet som sediment i en kunstig innsjø eller fjord. Organismelivet som ville etablere seg ville kunne akkumulere disse giftstoffene. Velger man innsjøløsningen vil innsjøen bli så grunn (<1m) at den raskt vil få etablert vegetasjon (siv, takrør) og vil "gro igjen" i løpet av 10-15 år. Velger man "fjordløsningen" vil man kunne få sulfiddannelser i sedimentet og periodevise luktproblemer.

Dessuten vil man få et bløtt sediment etter hvert som gjør det vanskelig å rydde opp i bassenget år om annet. Høyst trolig vil det bli slengt mye rusk og rask uti bassenget, sykler, flasker, ølbokser, mm. Man vil også få mye ender som vil bidra til å eutrofiere innsjøen. Endene som lever av bl.a. bunndyr og vegetasjon fra bassenget vil kunne akkumulere miljøgifter fra den forurensede innsjøbunnen.

I tillegg vil bassenget kunne bli vanskelig å holde tett med all den gamle infrastrukturen som ligger i grunnen, rør, ol.

På denne bakgrunn kan det fastslås at vannspeilet bør lages som et tett basseng med støpt bunn som kan kjøres på med lett traktor med f.eks. feiemaskin, for opprydding av bunnen.

## Kanter

Kantene av vannspeilet bør også være støpte. Dvs. at vannspeilet i prinsippet er et basseng. Utformingen antar vi i grove trekk blir som i Petter Bogens forprosjekt av jan. 1992, dvs. som en litt skeiv bomerang.

Kantene mot veganleggene bygges med overheng, slik at vannflaten går inn under kanten. Ideen er at en skyggefuge over vannflaten gir veganlegget karakter av å flyte, og at løsningen gir følelse av vannets sammenheng med fjorden. Kanten fra vegen og ned mot vannet skal ha lav beplantning.

Kantene mot kirkevollen og museet skal etterlikne en naturlig steinsatt sjøstrand som skal gå over i plenarealer opp mot kirkeruinene og museet.

Bassengets bunn og kanter er illustrert i fig.4 ved et tenkt tverrsnitt gjennom bassenget fra kirkebakken og over til veganlegget.

Tverrsnitt gjennom bassenget

Kant mot veganlegget  
(Beplantet m / overheng)

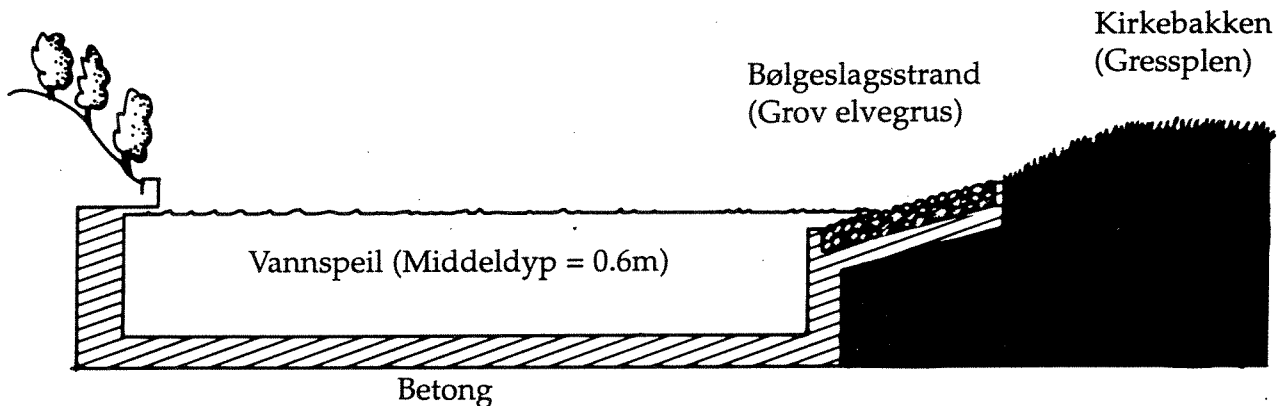


Fig.4 Prinsippskisse av bassengets bunn og kanter illustrert ved et tenkt tverrsnitt gjennom bassenget fra kirkebakken og over til veganlegget.

## Bassengets innløp og utløp

I sommerhalvåret er den klart dominerende vindretning syd-sydvest (solgangsbris). Denne kan være ganske sterk på ettermiddagen. Bassengets orientering er slik at man kan nyttegjøre seg denne brisen når det gjelder vannutskifting. Vinden vil stue opp overflatevann i enden mot Bispegata og enden mot Alnas opprinnelige utløp, og man vil få returstrømmer langs bunnen av bassenget. I oppstuingsendene vil det lønne seg å ha utløp i form av renneoverløp med rist til å fange papir og annet rask som flyter i vannskorpen (se fig.5). Dette blir bassengets driftsutløp.

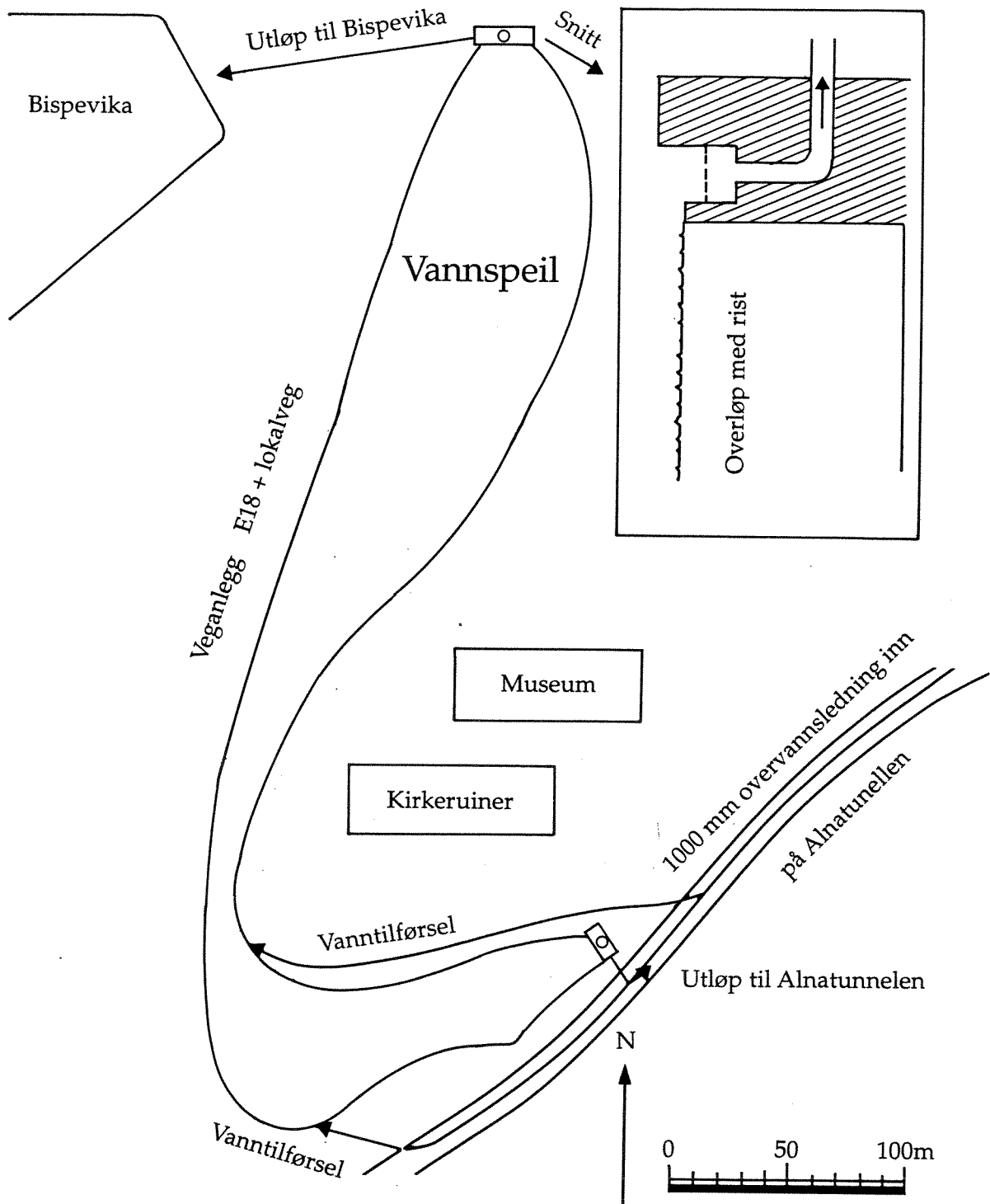


Fig.5 Vannspeilets anbefalte vanntilførsel og utløp. Vanntilførslene, 2 stk., munner ut i to punkter ut for kirkeodden, mens utløpene er som overløp i de nordre endene av bassenget. Den mer eller mindre daglige ettermiddagsbrisen fra syd vil da fordele nytt vann ut gjennom bassengets 2 grener, og overløpene vil kunne fange rusk og rask som driver i overflaten.

Utløpet fra enden ved Bispegata ledes ut i Bispevika. Da det er snakk om å fylle igjen denne, må rørene legges ned før dette skjer. Utløpet fra den andre enden av bassenget vil det være mest elegant å legge inn på overvannsledningen tilbake til Alnatunnelen.

I tillegg til disse 2 overløpsbaserte utløpene må man ha et utløp fra bunnluke som kan brukes til å tømme bassenget når det er behov for vedlikehold. Det vil trolig være mest praktisk å lede dette inn på et av utløpsrørene fra de to overløpene, hvilket vil avhenge av hvilken veg det er lettest å lage fall. Bunnlukene bør plasseres rett under driftsoverløpet.

Innløpet bør være på odden ut for Mariakirkens ruiner, helst 2 stykker som anvist på fig.5.

Med denne enkle form for vanntilførsel og bare 2 overløpsbaserte utløp, vil det trolig kunne samle seg opp en del overflatesjøppel langs stranden rundt kirkeodden og museet, noe som vil kreve et visst vedlikehold, f.eks. rydde opp i strandsonen hver gang man slår plenen.

For at overflaten og strandsonen skal bli tilnærmet vedlikeholdsfri, må vanntilførsel og utløp gjøres omtrent som i fontenebassenger, dvs. at man får mer eller mindre en definert overflatestrøm i en bestemt retning. Vi har forespurt Oase Fontener A/S ved Rune Sunde, som har prosjektert flere av Oslo's fonteneanlegg, om å antyde hvordan dette best kan gjøres. Deres planskisse er gitt i vedlegg. I prinsippet går det ut på å fordele vanntilførselen på 90 2" rør langs hele kirke- og museums bakken, og et stort antall overløpsrenner fordelt langs vegsiden (10 stk). Vi føler at dette systemet er langt mer avansert enn det man trenger. Dessuten vil det være vanskelig og arbeidskrevende å holde rent for blåskjell hvis man velger sjøvannstilførsel.

## **DYBDE OG GJENNOMSTRØMNING**

Bassengets overflate plasseres 2.5 m over dagens havnivå, hvilket var strandlinjen tidlig på 1300 tallet.

Bassenget kan bli maksimalt 1 m dypt da det ellers vil komme i konflikt med bevaringsverdige fornminner i grunnen. Med tanke på hydrologiske beregninger antar vi ca 0.6m som middeldyp. Volumet blir da 15000 m<sup>3</sup>.

For å hindre oppblomstring av planktonalger må gjennomstrømningen være så stor at hele vannmassen skiftes hver 3. dag. Dette er betydelig mindre enn hva som er vanlig vannutskiftningsgrad i fontenebassenger der utskifting fra 1 til 3 ganger per døgn er vanlig. Da kvalitetskravet til vannet her vil være mindre enn i fontenebassenger, antar vi 3 døgn teoretisk oppholdstid på vannet. Bassenget vil da trenge en kontinuerlig vanntilførsel på  $5000 \text{ m}^3 / \text{døgn} = 208 \text{ m}^3 / \text{time} = 3500 \text{ l/min} = 58 \text{ l/s}$ .

## **BASSENGETS VANNFORSYNING**

Bassenget kan i teorien forsynes med vann fra

Hovinbekken  
Akerselva  
Alna  
Kranvann  
Oslofjorden

Alle disse kildene har sine klare fordeler og ulemper.

### **Kranvann og gjennomstrømningsbasseng**

Kranvann faller svært dyrt om man ikke satser på en løsning med resirkulering og vannbehandling, og erstatter kun fordampningstapet. Vannavgiften er på ca kr. 2,50 og avløpsavgiften ca kr. 5,50. Denne siste kan man kanskje greie å slippe siden bassenget vil ha eget avløp til fjorden. Allikevel vil vannavgiften ved utskifting av vannet hvert 3. døgn beløpe seg til 2,3 millioner kroner over sommerhalvåret, dvs. for perioden mai-oktober.

Gjennomstrømningsbasseng drevet med kranvann må derfor kunne betraktes som utelukket, selv om dette helt sikkert ville gitt den beste vannkvaliteten og færrest driftsproblemer.

### **Kranvann og resirkulering.**

Denne løsningen brukes i de fleste fonteneanlegg i Oslo og andre steder. Vannbehandlingen består stort sett i sandfiltrering og tilsetning av et algicid (algedreper). Det er vanlig å filtrere vannet 3 ganger i løpet av døgnet. Såpass stor hyppighet er nødvendig for å holde vannet rent for rusk og rask (gress, blader, sjokoladepapir, sigarettneiper, duefjær, etc.). Et parkbasseng krever imidlertid betydelig bedre vannkvalitet enn bassenget det her er snakk om som skal simulere den gamle marine strandlinje på 1300 tallet.

Vi antar at vannet bør filtreres med samme hastighet som behovet for vannutskifting i gjennomstrømningsbasseng, dvs. hvert 3. døgn. Dette tilsvarer en vannstrøm på 208 m<sup>3</sup> /t. Man trenger da å bygge opp 2 sandfiltre, hver på ca 12-15 m<sup>2</sup>. Spylingen styres automatisk etter trykksensor i filteret. Filterene spyles i 5-10 min ved en intensitet på 5-600 m<sup>3</sup> /t. I gjennomsnitt må man da regne med et spylevannsforbruk på 3-5 m<sup>3</sup> /t.

Spylevannsutslippet må man antakelig slippe på avløpsnett, da det blir konsentrerte utslipp. Man må da regne med å måtte betale kloakkavgift (kr. 5.50 per m<sup>3</sup> ) i tillegg til vannavgift (kr. 2,50 per m<sup>3</sup> ). Man får m.a.o. en avgift på 8 kr per kubikkmeter for spylevannet. Utgifter til spylevann blir da kr 175000 per sommerhalvår. Man må regne med et fordampningstap på 3-600 mm, dvs. nærmest én oppfylling av bassenget. I tillegg må man regne med å tappe bassenget en gang midtsommers for rengjøring. Sammen med startoppfylling om våren, må man altså fylle opp bassenget 3 ganger, dvs. tilsvarende et volum på 45000 kubikkmeter vann. Multiplisert med en vannavgift på kr. 2,50 pr. m<sup>3</sup> blir dette kr 113000. Vi regner ikke avløpsavgift for dette, da dette vannet kan slippes rett ut (renere enn fjordvannet). Totale vannutgifter blir da 175000 + 113000 = 288 000 kroner pr

sommerhalvår.

I tillegg kommer pumpekostnader. Man må regne med en pumpe på 20 kW som må gå kontinuerlig i 182 døgn. Regner man kr 0.50 per kWh alle avgifter inkludert (oppl. fra Oslo Energiverk), får man pumpeutgifter på ca 45000 kr. Disse pumpeutgiftene blir omtrent som ved sjøvannsbasert gjennomstrømningsbasseng.

Byggingen av sandfilterne med automatisk styring og tilbakespyling vil koste 3-4 millioner.

### Gjennomstrømningsbasseng basert på elvetilførsel

Vi har vært i kontakt med OVA ved Per Kristiansen og Terje Wold mht. muligheten for å bruke vann fra elver, bekker og overvann i området. Akerselva, Hovinbekken og Alna er vurdert. Vannkvalitetsmessig er Akerselva best, mens både Hovinbekken og Alna periodevis er sterk belastet med kloakk. Akerselva vurderes som umulig å komme til fra landsida, men man bør vurdere mulighetene for å kunne gå opp i Akerselva fra sjøsida.

### Gjennomstrømningsbasseng basert på Hovinbekken

Etter kontakt med overing. Per Kristiansen ved OVA vurderes mulighetene for å komme fram til Hovinbekken med en rørledning av tilstrekkelig størrelse for såpass vanskelig at man i praktisk sammenheng kan se bort fra denne som vannforsyning. Dessuten har bekken dårlig vannkvalitet (kfr. Rosland og Stene-Johansen 1989).

### Gjennomstrømningsbasseng basert på Alna

Derimot er det mulig å komme inn på Alna-tunnelen. Som anvist på fig.5 går det et 1000 mm overløps/overvannsledning i det gamle elveleiet inn på Alna-tunnelen. Fallet blir for vårt formål altså den gale vegen, men fallet er ikke mer enn ca 1,5m. Vannkvaliteten er ikke bra så langt nede i tunnelen som følge av et stort kloakkoverløp ved Kværnerområdet som forurenses Alna betydelig i perioder med høy nedbør eller snøsmelting.

Alna har nokså høye nærings盐konsentrasjoner oppstrøms Kværner også, se tabell 1, og karakteriseres som en av de mest forurensede vassdrag i Oslo. Det blir imidlertid i disse dager startet opp en saneringsplan for kloakknett i nedslagsfeltet, slik at man regner med at det meste av kloakken vil bli tatt hånd om.

Tabell 1. Vannkvalitet i Alna ved innløpet til tunnelen, OVA's målestasjon. Etter Ihlefeldt og Wold (1992).

Vannføring	Total fosfor	Løst Fosfor	Total nitrogen	NH <sub>4</sub>	Susp. tørrstoff	Turbiditet
l/s	ugP/l	ugP/l	ugN/l	ugN/l	mg/l	NTU
Middel	190	52	2240	180	40	5.7
Størst	560	86	3160	530	355	37
Minst	70	20	1500	15	1	0.43



Elven har høye fosfor- og nitrogenkonsentrasjoner. Fosforet varierer i takt med vannføring, turbiditet og suspendert tørrstoff. Det er derfor nokså sannsynlig at erosjonsmateriale er årsaken til en vesentlig del av fosforet, selv om også kloakk betyr en del. Alna beskrives som en slamførende elv som har betydelig mengde marine leirer i sitt nedbørfelt. Vannkvaliteten i slike vassdrag er svært varierende, noe som ses av tabellen der vannet har variert fra klart og fint (turb 0,43) til svært grumsete (turb 37).

Det at elven er slamførende er ofte en fordel mht. algebegroing da det turbide vannet vil dempe lystilgangen for algene, samt at fosforet vil være mindre tilgjengelig. Selv etter at kloakknettet er fikset opp i Groruddalen, vil elven som følge av leirpåvirkning være grå i regnværsperioder. De samme svingningene vil man få i vannspeilet, nemlig at det visuelt vil se grått ut i regnværsperioder.

Fordelen ved valg av Alna er at man kan få til en vannforsyning som drives av selvfall, dvs. man kan se bort fra både pumpeutgifter og vannavgifter og kloakkavgifter. At 3-4% av Alna renner ut i sitt opprinnelige utløp har lite å si for Oslofjorden.

Da det er ca 1.5 m fall den gale vegen fra der man kan komme inn i tunnelen og frem til vannspeilet må man ganske langt oppover i tunnelen med inntaket på tilførselsrøret. Tunnelen er på 2x2 m i diameter (råsprengt) og skulle fint ha plass til en 200 mm plastrør. Prisen på denne rørtypen (rødbrun plast) er per i dag ca 70-80 kr pr m. For å nå opp ovenfor de store overløpsproblemene ved Kværnerområdet, må man ha ca 2.5 km rør, som da vil koste ca 200000 kr. Trolig må man opp i en noe bedre kvalitet, men som neppe vil koste mer enn 150 kr pr m. Hvorvidt det er mulig å legge dette røret inne i eksisterende overvanns/overløps ledning fra bassenget og inn på tunnelen må avklares nærmere. Overvannsledningen som går her i dag er så vidt vi har fått brakt på det rene 900 mm i diameter. Hvis dette er mulig vil vanntilførselen til bassenget kunne bli meget rimelig, både i bygging og drift.

Selv om vannkvaliteten i Alna i dag ikke er tilfredsstillende for bassengets behov, vil den trolig kunne bli det om få år. Når bassenget bygges, bør det derfor legges til rette for en fremtidig vannforsyning fra Alna, selv om man velger en annen løsning i starten.

### Gjennomstrømningsbasseng basert på Akerselva

Akerselva har klart den beste vannkvaliteten av Oslo-vassdragene (Kfr. Wold og Ihlefeldt 1992). Nedenstående tabell 2 gir resultatene fra siste års overvåking (op.cit).

Tabell 2 Vannkvalitetsparametre fra OVA's overvåking av nedre del av Akerselva fra 1991 (etter Wold og Ihlefeldt 1992).

Parameter	Total fosfor	Løst Fosfor	Total nitrogen	NH <sub>4</sub>	Susp. tørrstoff	Turbiditet
verdi/benev.	ugP/l	ugP/l	ugN/l	ugN/l	mg/l	NTU
Middel	27	3	710	100	3.8	2.6
Størst	280	64	1370	640	23	13.7
Minst	4	<1	360	10	0.4	0.4

Akerselva har betydelig bedre vannkvalitet enn Alna. Særlig gjelder dette mindre innslag av erosjonsmateriale enn Alna, men også mindre innslag av kloakk. Kloakken vil nok også kunne bli redusert tilsvarende i Alna, men ikke innslaget av erosjonsmateriale. Med Akerselva som vannforsyningskilde vil vannspeilet ha en rimelig klarvannskarakter, men med Alnavann vil det periodevis se nokså grått ut. Vannkvalitetsmessig er altså Akerselva rimelig godt egnet, og mye bedre egnet enn Alna. Alna så imidlertid sikkert grå ut i gamle dager også som følge av leirerosjon, når den jo rant ut her.

Problemet med Akerselva er å komme til med rørledning. Dette virker nokså håpløst fra landsida (Per Kristiansen og Terje Wold, OVA pers. medd.). Derimot er det mulig å gå opp elva med rør i selve elveleiet fra sjøsida. Det kan trolig bli vanskelig å få lagt inntaket så langt opp i elva at vanntilførselen kan drives ved selvføll, da det knytter seg sterke bruksinteresser til Akerselva som fiskeelv og turområde.

Korteste vei fra Vannspeilet over til Akerselva (tvers over Bispevika og Tomtekaia) er ca 450m. Langs elveleiet opp til Grønlands Torg, der elva kommer fram i dagen, er det ca 600 m. Hvis man antar at man ikke kan gå lenger opp i elva enn til Grønlands Torg, kan man allikevel anta at elva her overveiende er fersk, unntatt i perioder med springflo. Jo lenger ned man tar inn vann, jo mer brakkvann vil man få. Brakkvann vil imidlertid være interessant med hensyn til å redusere potensialet for blåskjellvekst i rørene, noe som vil være et problem ved inntak av vann fra havnebassenget.

Ved inntak av vann fra Akerselva vil man måtte pumpe på samme måte som beskrevet for sjøvannsbasert gjennomstrømningsbasseng, se neste avsnitt.

## **Gjennomstrømningsbasseng basert på sjøvann**

### **Vannkvalitet i havnebassenget**

Vannkvaliteten i indre Oslofjord og havnebassenget har stadig blitt bedre. Noen skikkelig undersøkelse av næringssaltkonsentrasjonene i havnebassengets vannmasser er ikke utført siden 1974 (Magnusson og medarb. 1976). Siktedypsmålinger viser imidlertid en klar bedring der gjennomsnittet i juni, juli og august var ca 2m i 1973-82, 3.5m i 1983-90, og 5.1m i 1990 (Magnusson og medarb. 1992), se fig.6. Tilsvarende har det skjedd en dramatisk nedgang i algemengden, se fig.7.

Fosforkonsentrasjonene i Havnebassenget i 1973-74 lå fra 40-50 ugP/l mens det i 1992 (Magnusson og medarb. 1993 in press) lå fra 7-16 ugP/L i juni-august. Tilsvarende bedring for nitrogen har vært en nedgang fra 500 til 250 ugN/l.

Vannmassene i havnebassenget må etter siste års resultater kunne karakteriseres som middels næringsrike (mesotrofe), og skulle ikke kunne underholde noe problematisk stort begroingspotensiale for trådformede alger i sommerhalvåret. I denne perioden vil det meste av næringssaltene forefinnes inne i havnebassengets planktonalger, og med 3 dagers oppholdstid eller mindre i vannspeilet, vil dette bare i begrenset grad kunne frigis ved nedbrytning av algebiomassen, og således gi grunnlag for ny vekst.

Hovedproblemet man vil få med inntak fra havnebassenget er blåskjellvekst i rørene som vil kunne tette tilførselsrør og avløpsrør. Mer om dette i neste avsnitt.

Siktedyp i Indre Oslofjord. Gjennomsnitt av observasjoner i juni til august 1991 sammenlignet med observasjoner fra 1973-82 og 1983-90.

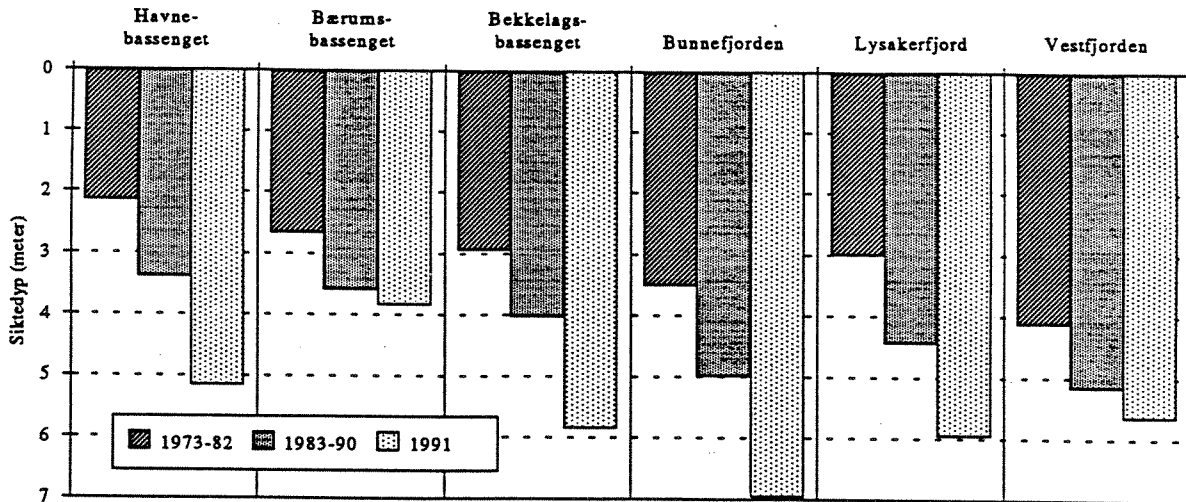


Fig.6 Gjennomsnittlig siktedyp i en del områder i indre Oslofjord for ulike tidsperioder. Havnebassenget helt til venstre. Det fremgår at vannet har blitt betydelig klarere de siste årene. (Etter Mgnusson og medarbeidere 1992).

Klorofyll a (0-2 m). Gjennomsnitt av observasjoner i juni august 1973-82, 1983-90 og 1991.

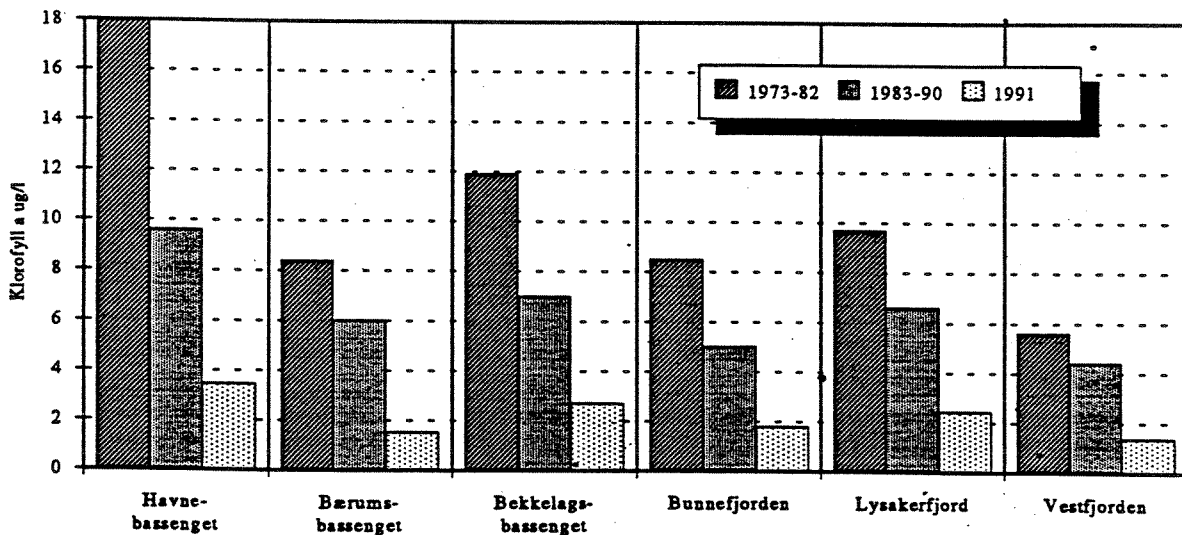


Fig.7 Gjennomsnittlig algemengde gitt som klorofyll-a konsentrasjon i en del områder i indre Oslofjord for ulike tidsperioder. Rensetiltak gjennomført av Oslo kommune har medført at algemengden er betydelig redusert de senere årene. (etter Magnusson og medarbeidere 1992).

## Vanninntakets plassering i Havnebassenget

Vanninntaket bør tas fra området 100-200m rett ut fra spissen av Sørengkaia fra 10-12 m dyp. Koten for 14 m dyp går ca 100 m ut fra kaia. Jo dypere man tar vannet, jo mindre potensiale er det for blåskjellvekst. NIVA har årelang erfaring med drift av sjøvannbassenger og fjordinntak fra Solbergstrand marinbiologiske forskningsstasjon rett syd for Drøbak. Her er erfaringen at man må ned under 18m for å redusere blåskjellveksten til nivå som ikke skaper problemer. Så dypt har man ikke mulighet til å gå i Havnebassenget, dels fordi man da må langt ut, men også dels fordi man da får dårlige oksygenforhold i vannet og høye næringssaltkonsentrasjoner som vil gi algevekstproblemer. Noe særlig dypere enn 10-12 m vil være vanskelig å kunne gå. Her vil det fortsatt være begroingspotensiale for blåskjell som vil kreve vedlikehold av ledninger.

NIVA har løst blåskjellproblemet på 2 måter ved Solbergstrand. Ved kontinuerlig bruk må de rengjøres 2-3 ganger i året. Dette gjøres ved at man går inn på røret med en høytrykksspyler som føres langsetter røret innvendig. Svært lange rør vil skape problemer for denne type vedlikehold.

I noen bassenger har vi dobbelt sett med inntaksrør. Her har vi erfaring med at blåskjellene som har etablert seg i røret dør og løsner hvis pumpene er slått av i mer enn 14 dager, dvs. vannet i rørene står stille. Trolig dør skjellene av oksygenvinn. Vi kjører et av systemene av gangen i en periode på 3 uker, lar det så stå i tre uker mens vi kjører det andre. Før vi starter opp er nytt system tilbakespyler vi det ved hjelp av en "bypass" på trykksiden rett før det munner ut i bassenget. På denne måten kan man langt på veg unngå det noe vanskelige vedlikeholdet med innvendig trykkspyling av lange ledninger.

Ved sjøvannsinntak er det viktig med en lang inntakssil med nokså store porer. Vi vil anbefale en sil lengde på 2 m med åpninger på ca 1 cm. Dette fordi man da ikke får definert strøm inn mot silen som vil kunne fange flak av sjøsalat, mm. som kan tette silen.

Dessuten må man gå opp en del på rør-dimensjonen for å kompensere for innvendig blåskjellbegrøing. Trenger man f.eks. en 150 mm rør for å kunne gi nok vann i startøyeblikket, vil man trenge en 250 mm rør for å kunne tåle drift i noen tid med blåskjellbegrøing.

Rørene bør legges på bunnen ned til kote 14m dyp og der ha et bend som sikrer inntak et par meter over bunnen.

Både pumper og armatur må være sjøvannsbestandig.

## **ANBEFALT LØSNING Å UTREDE NÆRMERE: VANNFORSYNING FRA ALNA**

Bassengets utforming og konstruksjon er den samme uansett vanntilførselalternativ og fremgår av fig.5 med beskrivelse. Forskjellen på alternativene med hensyn til pris vil ligge på vanntilførsel, vannbehandling, drift og vedlikehold, og selvfølgelig med hensyn til vannkvalitet. Alternativene med kranvann vil gi et krystallklart vann, og minimale begroinger i kantene, men vil bli svært dyre i drift. Gjennomstrømningsbasseng basert på

kranvann vil gi vannavgifter på ca 2 mill pr. sesong. Basseng basert på kranvann, vannbehandling (sandfiltrering med tilbakespyling) og resirkulering vil gi vannavgifter på ca 250000 per sesong, samt 3-4 millioner til bygging av behandlingsanlegg. Man må også legge til en del for drift og vedlikehold av dette behandlingsanlegget.

Gjennomstrømningsbasseng basert på sjøvann vil også kunne gi rimelig klart vann i vannfasen. Man må her regne med en del begroing av kanter både av alger (Cladophora, Enteromorpha, m.fl.), men kanskje særlig av blåskjell og rur. Blåskjellbegroing vil dessuten bli et problem i innløps og utløpsrør, og disse må renses 2-3 ganger årlig. Inntaksledningen vil måtte legges ut 100-200 m fra spissen av Sørengkaia. Skipstrafikk, ankring og mudring vil kunne skape brudd på inntaksledningen. I tillegg får man pumpekostnader i størrelsesorden 60-100000 pr. år. Pumper og armatur må også leveres i sjøvannsbestandig materiale, noe som også fordyrer rent investeringsmessig.

Gjennomstrømningsbasseng basert på elvevann fra Akerselva vil gi bedre vannkvalitet enn fra Alna. Man må da gå opp i Akerselva med sjøledning over Bispevika. Hvor langt opp i elva man bør gå er uklart, men det vil neppe være praktisk mulig å gå lenger opp enn til Grønland Torg, dvs. til der elva går åpen. Dette vil si at man ikke kan få vanntilførselen til å gå ved selvfåll, men at man må pumpe. Det vil ikke bli begroingsproblemer i inntaksledningene. Imidlertid vil man få en sjøvannsledning som vil kunne skades av skipstrafikk, ankring, og mudring i et travelt kaiområde.

Driftsmessig er gjennomstrømningsbasseng basert på vann fra Alna mest interessant. Dette fordi man kan få tilførselen til å gå ved selvfåll, noe som eliminerer pumpekostnader og er nærmest vedlikeholdsfritt. Kontakt vi har hatt med Oslo kommune (OVA) ved Terje Wold og Per Kristiansen mener at det bør være mulig å nå Alnatunnelen via eksisterende overvannsledning. Alna er i dag betydelig forurenset i perioder, men i følge OVA skal den bli like bra som Akerselva mht. kloakk og industriforurensninger i løpet av få år. Alna er mer leirpåvirket enn Akerselva, og vil derfor alltid komme til å bli grå i flomperioder. Slik var den også i middelalderen, noe som vil si at vannet rundt Mariakirke-odden var grått i regnværs- og snøsmeltingsperioden. Rent arkeologisk vil en leirpåvirket vannkvalitet gi den riktige rekonstruksjonen av forholdene på 1300-tallet. Det man da gjør er å la ca 3-5% av Alna renne ut i sitt opprinnelige leie. Vi anbefaler derfor at man i nær kontakt med Oslo kommune arbeider videre med en løsning basert på vannforsyning fra Alna.

Ved å følge tunnelen opp til der den munner ut ved kryss med Enebakkvegen får man ca 20-25 m fall, samt at man er ovenfor de verste forurensningstilførselene ved Kværner området. Tilførselrøret blir ca 2.5 km langt. Røret kan med fordel lages i hel lengde, f.eks. ved Large Plastindustri A/S i Langesund og slepes til Oslo sjøvegen, og deretter trekkes opp via Alnatunnelen. Dette vil forenkle leggingen og gi et sterkere resultat enn en løsning med strekkfaste koplinger.

Det bør være dykket inntak fra Alna via et sedimenteringsbasseng omtrent som vist på prinsippetegningen i fig.8. Man unngår da eventuelle oljeutslipp, blader og kvist og kvast som vil gå i overløpet, mens sand og deler av siltfraksjonen i det partikulære materialet vil sedimentere. På denne måten hindrer man problemer med at tilførselrøret tilstoppes av sand/silt.

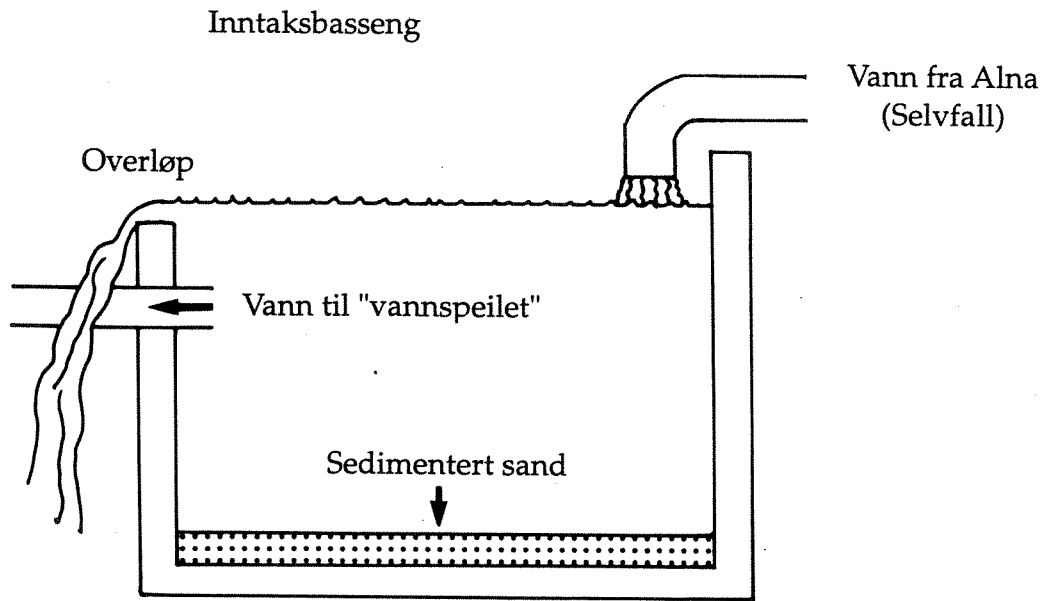


Fig.8 Prinsippskisse over inntaket fra Alna. Dette bør utformes som et sand- og oljefangende basseng med dykket avløp. Innløpsrøret må ha større kapasitet enn utløpsrøret slik at det ikke blir lift i utløpsrøret.

Tilførselsrøret bør spaltes i 2 grener før det føres inn på bassenget som vist i fig.5. Dette for å sikre at vinden skyver nytt vann ned langs begge bassenggrenene.

## LITTERATUR

- Ihlefeldt, B. og T. Wold 1991. Vassdrag i Oslo. Årsrapport for 1990. Oslo kommune, Oslo vann- og avløpsverk, Miljøtilsynet. 130 sider.
- Ihlefeldt, B. og T. Wold 1992. Vassdrag i Oslo. Årsrapport for 1991. Oslo kommune, Oslo vann- og avløpsverk, Miljøtilsynet. 130 sider.
- Konieczny, R. M. 1992. Kartlegging og vurdering av forurensningssituasjonen i området Bjørvika - Bispevika, Oslo Havn. NIVA-rapport O-92024/Lnr. 2808. 59 sider pluss vedlegg.
- Magnusson, J. og medarb. 1976. Undersøkelse av hydrografiske og biologiske forhold i indre Oslofjord. Årsrapport for 1974. NIVA-rapport O-160/71. 165 sider.
- Magnusson, J. og medarb. 1992: Overvåking av forurensningssituasjonen i indre Oslofjord 1991. Statlig program for forurensningsovervåking (SFT). Overvåkingsrapport nr 484/92, TA nr 830/92. NIVA-rapport O-716091/Lnr.2722. 116 sider.
- NOU 1991:31. Oslo Middelaldermuseum. Senter for opplevelse, aktivitet og kunnskap. Kirke- og Kulturdepartementet 1991. 93 sider.
- Oslo kommune - Riksanrikkvaren - Miljøverndepartementet 1992. Miljøbyen Gamle Oslo - Forprosjekt- Høringsutkast. 94 sider.
- Petter Bogen Arkitektkontor A/S 1990: Fortiden i fremtiden. Middelalderbyen i Oslo - En mulighetsbeskrivelse. 25 sider.
- Petter Bogen Arkitektkontor A/S 1992: Gamlebyen kultur og miljøpark. Vannspeilet ved Middelaldermuseet i Oslo. Forprosjekt. 17 sider.
- Rosland, D. og S. Stene-Johansen 1989. Analyse av forurensningstilførsler til indre Oslofjord. NIVA-rapport O-87160/Lnr.2288. 78 sider.
- Stene-Johansen, S. 1989. Befaring og undersøkelse av vassdragsmålestasjoner i tilløpsvassdrag til indre Oslofjord. NIVA-rapport O-87158/Lnr.2302. 28 sider.
- Søgnen, R. 1967: Nedbør, tilløp og fordunstning. Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen, Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling. Rapport nr 14/67. 42 sider.

**VEDLEGG**

Løsning skissert av OASE FONTENER A/S





# OASE FONTENER A/S

Nedre Vågen 22  
4085 Hundvåg - Stavanger  
Telefon: (04) 54 74 75  
Mob.tlf.: 090 75 750  
Pers.søker: 096 98 140  
Telefax: (04) 86 05 97  
Bankgiro: 3230.07.41419  
Postgiro: 0824.0769973

DAG

Norsk Institutt for Vannforskning  
Boks 69 Korsvoll

Stavanger 18.02.93

0808 OSLO

Att: Dag Berge

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING	
J.nr.:	631/93
Sak nr.:	404
Mottatt:	19.2

## VANNSPEILET VED MIDDELALDERMUSEET I OSLO

Vi viser til hyggelig telefonsamtale og fax, og sender som avtalt et enkelt oppsett og skisse på ovenstående anlegg.

Vi antar og tror at sjøvann vil være det rette å satse på, på grunn av en stabil kvalitet og store nok mengder.

For å opprettholde samme kvalitet på vannet i innsjøen, som sjøen i Oslofjorden, beregner vi en utskifting av vannet i innsjøen ca. en gang pr. døgn.

Langs lokalvegen har vi beregnet ca. 10 stk. renner på 15 mtr. lengde og med 2 x 250 mm avløpsrør fra hver. Rennene fordeles ut på hele lengden av lokalvegen ved vannspeilet. Avløpsrørene kobles sammen og renner via et 1000 mm overvannsrør tilbake til sjøen. Vi har også tatt med i våre beregninger vannmengdene ved nedbør.

Langs strandkanten har vi beregnet ca. 90 stk. 2" tilførsler. Fordelt langs hele strandlinjen med ca. 6 - 7 mtr. mellom hver. En pumpe for hver 30 tilførsler.

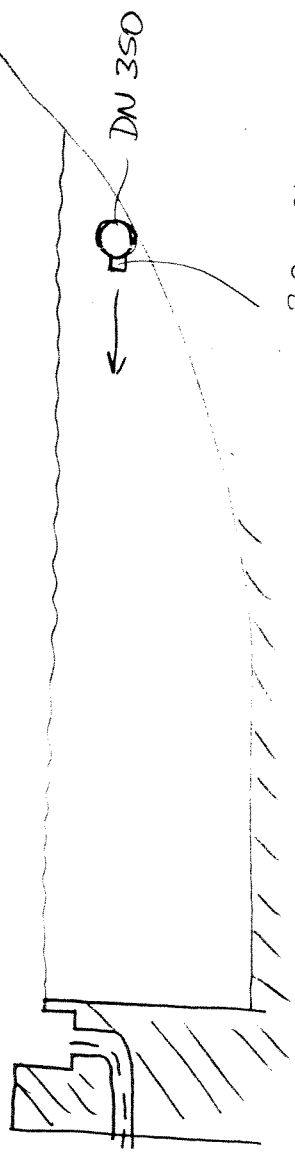
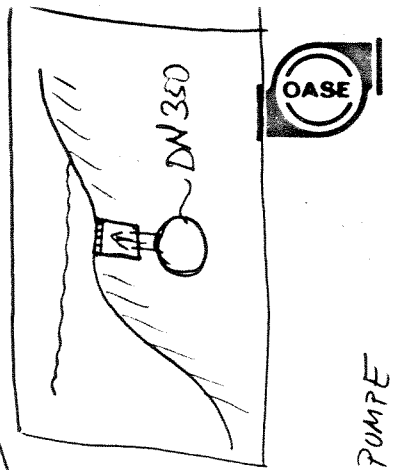
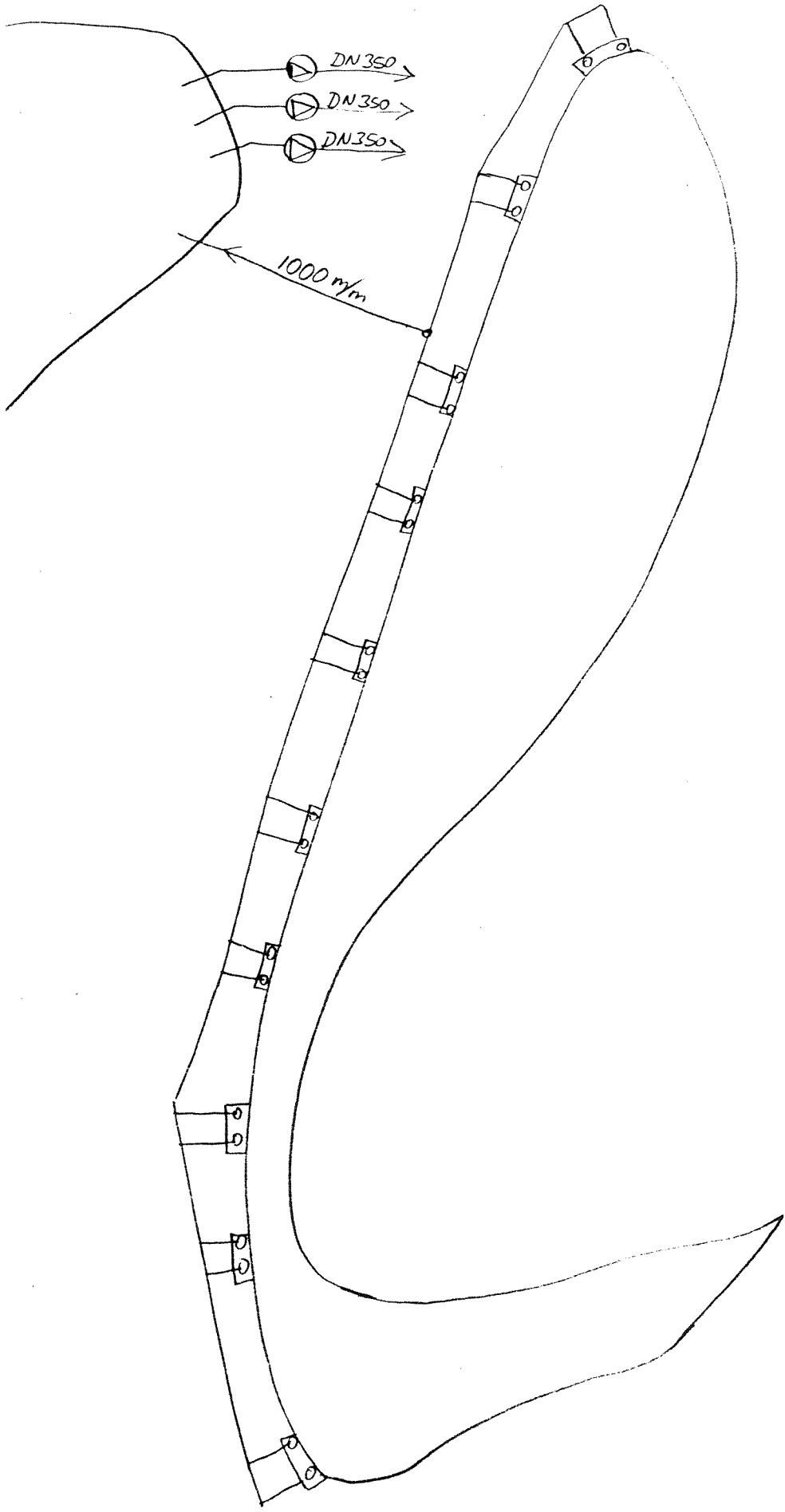
Fontenepumper plasseres under vannspeilet i tett kum ved sjøen. Sug- og trykkledninger er dimensjonert til DN 350. 400mm PVC-rør. Det monteres ventiler både på sug- og trykksiden av hver pumpe, samt tilbakeslagsventiler på trykksiden.

Ved så store vannmengder det her er snakk om, vil det ikke være forsvarlig verken med filteranlegg eller kjemikalier. Den viktigste form for filtrering er på sugeledningene til pumpene. Her kan f.eks. en filterduk strekkes på tvers i en inntakskum.

Dimensjonering, beregning og detaljer vedrørende tilførsler, overflom, avløp fra vannspeil etc. får vi komme tilbake til etter hvert. Kostnadsoverslag på rør og deler kan vi også beregne.

forts.side 2

PRINZIPISSKISSE



ca. 30 x 2" FOR HVER PUMPE

10/2-93

---

**NIVA** 

**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2500-5