



Vannressurs-forvaltning
RAPPORT

O-84130
F-84486

Drift av vassdragsystemer

Optimalisering av utslippstiltak
Forprosjekt



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Hovedkontor
Postadresse:
Postboks 333
0314 Oslo 3
Brekkeveien 19
Telefon (02)23 52 80

Sørlandsavdelingen
Postadresse:
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041)43 033

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

Rapportnummer: 0-84130 F-84486
Undernummer:
Løpnummer: 1698
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Drift av vassdragssystemer Optimalisering av utslippstiltak Forprosjekt	Dato: januar 1985
	Prosjektnummer: 0-84130 F-84486
Forfatter (e): Hans Olav Ibrek	Faggruppe: Miljøteknikk
	Geografisk område: Norge
	Antall sider (inkl. bilag): 36

Oppdragsgiver: Miljøverndepartementet	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
--	----------------------------------


Ekstrakt: <p>Kostnadsoptimalisering av utslippstiltak har blitt en sentral problemstilling. Prosjekter i andre land har vist at optimalisering kan gi 10 - 60 % reduksjon i utgiftene til rensetiltak. Optimalisering innebærer at hele vassdraget betraktes under ett. Siktemålet er å nå resipientmålsettingen til lavest mulig kostnad. Implementering er en sentral problemstilling, i og med at optimaliseringen medfører ulike rensekraav.</p> <p>Forprosjektet presenterer kort optimaliseringsmetoder, implementeringsordninger samt beskriver hvordan hovedprosjektet skal gjennomføres. Øvre Glåma er anbefalt som prosjektvassdrag.</p>

4 emneord, norske:
1. Kostnadsoptimalisering
2. Forurensningstilførsler
3. Implementering
4. Valg av vassdrag
5. Forprosjekt

4 emneord, engelske:
1. Cost optimization
2. Amounts of pollutants
3. Implementation
4. Choice of water-course
5. Preliminary study


Prosjektleder:

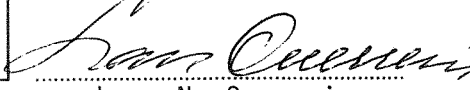

Hans Olav Ibrek
Divisjonssjef:


Oddvar Lindholm

ISBN 82-577-0879-8

For administrasjonen:


John Erik Samdal


Lars N. Overrein

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
OSLO

0-84130/F-84486

DRIFT AV VASSDRAGSSYSTEMER
OPTIMALISERING AV UTSLIPPSTILTAK

Forprosjekt

Oslo, januar 1985

Saksbehandler: Hans Olav Ibrek

F O R O R D

Kostnadsoptimalisering av utslippstiltak er blitt en sentral problemstilling de siste årene. I andre land, spesielt USA, har slike metoder blitt anvendt mye. I Norge derimot har denne problemstillingen vært lite fremme. De siste årene har imidlertid optimaliseringstanken fått en mer fremtredende plass. Hovedårsaken til dette er nok ønsket om å se hele vassdraget under ett når utslippskonsepsjoner skal gis og erkjennelsen om at dagens praksis fører til større kostnader enn nødvendig for forurensere.

NIVA har tidligere arbeidet med kostnadsoptimalisering av tiltak mot forurensninger. Vi ønsket å videreføre det oppstartete arbeidet og ressursavdelingen i Miljøverndepartementet og NIVA har finansiert dette forprosjektet. Planen er å utføre hovedprosjektet i 1985, avhengig av nødvendig finansiering. Forprosjektet skal danne basis for det videre arbeidet.

Divisjonssjefene Oddvar Lindholm og Hans Holtan, NIVA, har bidratt med nyttige kommentarer og veiledning i forbindelse med utarbeidelsen av forprosjektet.

Oslo, januar 1985

Hans Olav Ibrekke

Hans Olav Ibrekke

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

	Side:
FORORD	2
INNHOLDSFORTEGNELSE	3
SAMMENDRAG	4
1. PROBLEMORIENTERING	6
1.1 Lovverket	6
1.2 Alternativer	6
2. GENERELT	8
2.1 Brukerinteresser i vassdrag	8
2.2 Beskrivelse av nå-tilstanden	8
2.3 Mål for vassdrag	8
2.4 Kvalitetskriterier	9
3. PRESENTASJON AV METODER/MODELLER	11
3.1 Innledning	11
3.2 Modelltyper	11
3.3 Optimaliseringsmodeller	12
3.4 Lineær programmering	14
4. BESKRIVELSE AV HOVEDPROSJEKTET	16
4.1 Bakgrunn	16
4.2 Målsetting	16
4.3 Tradisjonell kontra optimal løsning	16
4.4 Implementeringsordninger	17
4.5 Fordeling av utgiftene	19
4.6 Begrensninger i administrative og formelle ru- tiner	20
4.7 Valg av vassdrag	21
4.7.1 Øvre Glåma	22
4.7.2 Måselv- /Barduvassdraget	25
4.7.3 Bøelva	28
4.7.4 Haldenvassdraget	29
4.7.5 Hallingsdalselva	31
4.7.6 Forslag til valg av vassdrag	32
5. ORGANISERING/GJENNOMFØRING	34
5.1 Organisering av prosjektet	34
5.2 Økonomi	34
5.3 Gjennomføring	34
5.4 Framdriftsplan	35
6. LITTERATURLISTE	36

SAMMENDRAG

Optimalisering av tiltak mot forurensninger har blitt en sentral problemstilling de siste årene. Optimalisering vil innebære at konsesjonsmyndighetene må differensiere konsesjonskravene. Gjeldende lovverk og forskrifter legger ikke opp til en differensiering av utslippskonsesjonskravene. Vanlig prinsipp har vært å pålegge like typer forurensere samme rensegrad/reNSEprosess, når disse sogner til samme resipient.

Siktemålet med optimalisering av utslippstiltak er å nå resipientmålsettingen til lavest mulig kostnad. Ut fra kvalitetskravene til vassdraget søkes tiltakene optimalt sammensatt. Prinsippet blir da at hele vassdraget betraktes som en enhet. Prosjekter i andre land, spesielt i USA, har vist at optimalisering av utslippstiltak kan gi 10 - 60 % reduksjon i utgiftene til rens tiltak.

I prosjektet er en matematisk metode tenkt brukt til kostnads optimalisering. Det finnes mange ulike matematiske modeller som kan brukes. Valg av modell avhenger av realsystemets egenskaper, krav til numerisk løsbarehet, regnetid, databehov, datakraft, osv. Hovedbruken av modellene er knyttet til spørsmålet simulering/optimalisering.

Optimalisering vil si å finne den løsning som på en veldefinert måte kan sies å være den beste blant de som er mulige. Forutsetningen er at det kan etableres en entydig målfunksjon som kan brukes til å måle hvor godt eller dårlig et gitt alternativ oppfyller ulike mål. I hovedprosjektet foreslås lineær programmering (LP) brukt som optimaliseringsmetode. Denne metoden krever liten datamaskinkapasitet og er godt egnet for optimalisering. Det finnes dessuten standard programpakker for LP.

Beskrivelse av hovedprosjektet

Målet med prosjektet er å finne den optimale sammensetningen av tiltak i hele vassdraget som oppfyller vannkvalitetsmålene til lavest mulig kostnad - dvs. en kostnads optimal løsning. Dette kan innebære at forurensere vil bli pålagt ulike rensekrav.

Skal kostnads optimale løsninger gjennomføres i et vassdrag, må det etableres et system av implementeringsordninger. Alternativene kan være å eta-

blere et formelt "vassdragsstyre" eller mer uformelle ordninger som møter mellom forurensere. Anbefaling av implementeringsordning vil skje etter en intervjurunde med sentrale personer knyttet til interesser og forvaltning i det valgte vassdraget, for å finne ut hvordan de reagerer på alternative løsninger.

Utgiftsfordelingen vil være hovednøkkelen til at kostnadsoptimalisering vil fungere. Om en eller flere forurenserere kommer dårligere ut, er det stor fare for at de vil trekke seg ut av samarbeidet. De totale utgiftene til rensing kan fordeles mellom forurensere ut fra kostnadene pr. kg forurensninger, og den bærende idé er at alle forurensere skal komme økonomisk gunstigere ut ved et samarbeid enn ved egne isolerte tiltak.

Gjennomføring av kostnadsoptimale utslippsreduksjoner ser ikke ut til å være problematisk ut fra forurensningsloven og vann- og kloakkavgiftsloven. I prosjektet vil dette bli studert nærmere.

For at prosjektet skal bli representativt og at resultatene kan bli overførbare, er det nødvendig å finne et egnet vassdrag. Vi har vurdert følgende vassdrag; Øvre Glåma, Målseiv/Barduvassdraget, Bøelva, Haldenvassdraget og Hallingdalselva. Ut fra bestemte kriterier har vi valgt å foreslå Øvre Glåma som prosjektvassdrag.

1. PROBLEMIORIENTERING

1.1 Lovverket

Forurensningsmyndighetene gir utslippskonsesjoner med hjemmel i forurensningsloven og gjeldende forskrifter. Lov av 13. mars 1981 nr. 6 om vern mot forurensninger og om avfall administreres lokalt av fylkesmannens miljøvernavdeling for kommunale utslipp. Utslipp fra spredt bebyggelse (< 7 hus) reguleres av forskrifter om utslipp av avløpsvann fra bolig- og fritidsbebyggelse med separate avløpsløsninger, og det er kommunene ved bygningsrådet som gir konsesjon. Utslipp fra landbruket er regulert ved forskrifter om silopressaft og forskrifter om lagring og spredning av husdyrgjødsel. Miljøvernavdelingene er tillagt ansvaret for kontrollen av gårdsbrukene. Statens forurensningstilsyn (SFT) gir utslippskonsesjoner for industri.

Ingen av disse lovene og forskriftene legger opp til differensiering av utslippskonsesjonene.

I de fleste større vassdragene er det behov for utslippsreduksjoner for å bedre vannkvaliteten. Vanlig prinsipp har vært å pålegge like typer forurenserne samme rensegrad/rekseprosess. De sentrale og lokale forurensningsmyndigheter har ut fra gjeldende lovverk og forskrifter gitt konsesjoner for utslipp av ulike typer. Prinsippet har vært at konsesjonene som gis skal behandle alle forurenserne likt. Det har vært svært vanskelig å få til differensiering av kravene. Følgen av dette har mange steder vært at konsesjonskravene er unødig strenge i forhold til situasjonen i resipienten, spesielt når hele resipienten betraktes. Det er også eksempler på at kravene er for milde. Kravene er ikke fastsatt ut fra en totalvurdering.

Konsekvensene av denne strategien har vært utbygging av mange "avanserte" renseanlegg med høye anleggs- og driftskostnader. For de fleste forurenserne har dette vært tyngende investeringer.

1.2 Alternativer

De senere årene har den kommunale økonomien forverret seg betydelig og utbyggingen av renseanlegg og gjennomføring av saneringsplaner har blitt betydelig vanskeligere. Få forurensere er i stand til å gjennomføre de pålagte utbedringstiltakene. I tillegg har forskning og undersøkelser fremskaffet et bedre datagrunnlag om forholdene i vassdragene. Med bakgrunn i dette har andre land, spesielt USA, sett på mulighetene for å differensiere utslippskonsesjonskravene. Siktemålet er å oppfylle resipientmålsettingen til lavest mulig kostnad ut fra en kostnadsoptimal sammensetning av tiltak. Utgangspunktet er at forurensningsmyndighetene fastsetter bestemte kvalitetskrav til resipienten. Ut fra disse kravene søkes tiltakene sammensatt slik at kravene oppfylles til lavest mulig kostnad for forurenserne, og dermed for samfunnet. Prinsippet for dette er at hele vassdraget må betraktes som en enhet. Innenfor nedbørfeltet må alle forurensningskilder registreres og kvantifiseres. Ved hjelp av modellverktøy finnes den kombinasjonen av mulige tiltak som gir kostnadsoptimal løsning ut fra resipientmålsettingen. Konsekvensen av dette vil bli at enkelte forurensere slipper unna med lavere rensekrav, mens andre kan få strengere krav.

Prosjekter i USA har vist at optimalisering av utslippstiltak kan gi 10 - 60 % reduksjon i utgifter til rensetiltak (Øren, K.). Et slikt system har fått stor gjennomslagskraft og lovverket er blitt tilpasset. Forutsetningen for en vellykket implementering av optimalisering av utslippstiltak er at kostnadsbesparelsen kan fordeles på alle forurenserne, og at alle forurensere skal tjene økonomisk på samarbeidet. Kommer noen forurensere dårligere ut er det stor sannsynlighet for at de vil trekke seg ut av samarbeidet.

2. GENERELT

2.1 Brukerinteresser i vassdrag

I alle vassdrag er det mange ulike brukerinteresser som stiller ulike krav til utnyttelsen av vassdraget og nedbørfeltet. Stort sett alle aktiviteter i nedbørfeltet vil påvirke vannressursene på en eller annen måte. Derfor bør en ved planlegging i vassdrag framskaffe en total oversikt over alle brukerinteressene for å vurdere samspillet mellom disse. I dette prosjektet vil hovedoppmerksomheten bli rettet mot forurensningskilder i et nedbørfelt. Hovedforurensningskildene er bo-setting, industri og landbruk. Det er nødvendig å framskaffe en oversikt over forurensningspotensialet fra alle forurensningskildene. Framgangsmåten for innsamling av slike data er blant annet beskrevet i "Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder" (Vennerød, K.). Ut fra forurensningspotensialet kan belastningen i vassdraget vurderes.

2.2 Beskrivelse av nå-tilstanden

Ved tiltaksorientert planlegging i nedbørfelt er det nødvendig å vite hvordan tilstanden i vassdraget er. Dette bør være utgangspunktet for stort sett all planlegging av aktivitet i nedbørfelt. Beskrivelse av nå-tilstanden i vassdrag utføres ved fysiske, kjemiske og biologiske undersøkelser. Ut fra slike undersøkelser kan en fastslå om det er unormal tilstand i vassdraget, og eventuelt hvor stor reduksjon i forurensningstilførslen som må til for å oppnå akseptable forhold ut fra faglige vurderinger.

2.3 Mål for vassdrag

Ut fra registrering av brukerinteresser og undersøkelse av tilstanden i vassdraget kan det settes opp mål for vassdraget. Målene må være tilpasset gjennomførbarheten, dvs. at det må være mulig å oppnå målene ut fra forvaltningsmessige, økonomiske og tekniske hensyn. Målene må videre være operative. D.v.s. man må kunne kvantifisere kravene til vannkvalitet og tilsvarende reduksjon i utslipp til vannforekomsten. Til sist er det politikerne som avgjør om målene kan oppfylles.

2.4 Kvalitetskriterier

Vurderingssystem for vannkvalitet i innsjøer og elver er under utvikling. Som et utgangspunkt for klassifikasjon av generell vannkvalitet har en foretatt følgende inndeling i typer virkninger: eutrofiering, saprobiering, forsuring, giftvirkning og mikrobiologisk belastning (Rensvik, H.). Utgangspunktet for bruk av optimaliseringsteknikker er at prosessene som skjer i vassdraget kan beskrives med matematiske uttrykk. Det er vanskelig å beskrive prosessene ved hjelp av matematiske uttrykk tilfredsstillende. Etter hvert har en utviklet brukbare modeller, men de fleste har klare begrensninger.

I utlandet har det meste av modellarbeidet konsentrert seg om utslipp og nedbrytning av organisk stoff, dvs. oksygenmodeller. Hovedårsaken til dette er i første rekke at oksygensvikt i vassdrag er et reelt og dominerende problem og at det finnes enkle matematiske uttrykk for oksygen som er brukbare. I Norge derimot er oksygenproblemet lite i elver på grunn av kraftig turbulens og relativt store vannmengder, mens det kan være stort i fjorder.

Arbeidet her til lands på problemet saprobiering/eutrofiering er i første rekke rettet mot tilførsler av næringsstoffene fosfor og nitrogen. Tilførsler av disse næringsstoffene øker den biologiske produksjonen og kan skape ugunstige forhold i et vassdrag. Et av de mest brukte kvalitetskriterier er fosforkonsentrasjon.

Det knytter seg mange vansker med bruk av fosfor som verktøy i optimaliseringsteknikker. Fosforkonsentrasjonen i elver varierer mye over året. Elver med store punktutslipp fra industri eller kommunalt avløp har ofte avtagende konsentrasjoner med økende vannføring, dvs. ren fortynningseffekt. I andre elver kan situasjonen være omvendt. Økt vannføring fører til økt erosjon i elveløp og nedbørfelt. Konsentrasjonen av fosfor kan dermed øke betydelig.

Fosfor som blir tilført vassdraget, vil inngå i reaksjoner med andre kjemiske komponenter. En del vil bli bundet til sedimenter for senere å bli resuspendert. Kunnskapen om disse prosessene er tildels mangelfulle.

På tross av disse svakhetene har utenlandske forsøk vist at fosforkontroll er et brukbart hjelpemiddel for optimalisering. Det er viktig å huske at optimaliseringsteknikken bare er et hjelpemiddel til å ta beslutninger. Vurderinger må fortsatt være sentrale.

3. PRESENTASJON AV METODER/MODELLER

3.1 Innledning

Det reelle innholdet i begrepet modeller synes å være gjenstand for mange divergerende fortolkninger. Modeller brukes om alt i fra enkle empiriske erfaringsmodeller til kompliserte matematiske metoder, programmert for å kjøres på en datamaskin.

Ved oppstilling og bruk av modeller må en alltid gjøre et kompromiss mellom ønsket om en mest mulig korrekt beskrivelse av realsystemets egenskaper og krav til numerisk løsbarhet, regnetid, databehov, osv. Denne avveiningen vil ofte være spesielt viktig og vanskelig for modeller som skal anvendes i en planleggingsprosess. Svært ofte viser det seg at en kommer forbausende langt med enkle modeller. Hovedpoenget er at de viktigste prosesser og samspill mellom forskjellige deler av realsystemet identifiseres og kvantifiseres.

3.2 Modelltyper

Det foreligger en rekke forskjellige typer modeller:

- dynamiske
- stokastiske
- deterministiske
- lineær programmering
- ikke-lineær programmering.

Skillet mellom de ulike modellene kan imidlertid ikke trekkes skarpt. Det finnes koblinger mellom de fleste modellene.

Hver enkelt modellgruppe har sine klare begrensninger når det gjelder bruk, både teoretiske og praktiske. De teoretiske begrensningene er i første rekke at det er vanskelig å modellere realsystemet tilfredsstillende matematisk. Praktiske problemer er i første rekke nødvendig datamateriale og datamaskinkapasitet. Spesielt gjelder dette for dynamiske og ikke-lineære modeller.

Hovedbruken av de ulike modellene er knyttet til spørsmål simulering/optimalisering (Killingtveit, A.). Simuleringsmodeller kan gi svar på spørsmål av typen:

"Hva kommer til å skje såfremt?"

Optimaliseringsmodeller gir svar på spørsmål av typen:

"Hvilken kombinasjon av tiltak gir maksimal nytte gitt at?"

I det følgende vil vi gå nærmere inn på optimaliseringsmodeller.

3.3 Optimaliseringsmodeller

Optimalisering vil si å finne den løsning som på en veldefinert måte kan sies å være den beste blant de som er mulige. Forutsetningen er at det kan etableres en entydig målfunksjon (objektfunksjon) som kan brukes til å måle hvor godt eller dårlig et gitt alternativ oppfyller forskjellige mål. Matematisk optimalisering innebærer at problemet uttrykkes ved hjelp av matematiske formler.

I det følgende vil det bli gitt enkle definisjoner av de begrepene som inngår i optimalisering.

Målfunksjon er et matematisk uttrykk for den verdi som skal optimaliseres. Problemformuleringen må angi om denne funksjonen skal maksimaliseres eller minimaliseres, dvs. om det skal finnes den største eller minste verdi av målfunksjonen. Målfunksjonen må være slik at den gir en korrekt numerisk verdi som kan brukes til å sammenligne de alternative løsningene.

Beslutningsvariable er de ukjente som skal bestemmes.

Løsningssettet angir alle de kombinasjonene eller løsningene som er mulige ut fra tekniske, økonomiske, juridiske og andre beskrankninger. Løsningssettet omfatter vanligvis en del løsninger som uten videre kan sees bort ifra.

Den optimale løsning er det punkt i løsningssettet der målfunksjonen er maksimum eventuelt minimum.

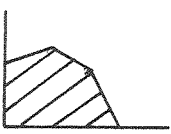
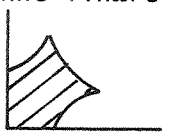
Den generelle formen av et problem i matematisk optimalisering kan uttrykkes slik:

$$\begin{array}{ll}
 \text{maksimaliser} & f(x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n) \\
 \\
 \text{slik at} & g_1(x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n) \leq 0 \\
 & g_2(x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n) \leq 0 \\
 & \cdot \\
 & \cdot \\
 & g_m(x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n) \leq 0 \\
 & x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n \geq 0
 \end{array}$$

I det generelle problem gjøres det ingen antakelser om formen på målfunksjonen (f) eller restriksjonene (g). Det finnes ingen metode som løser det generelle problem. Det er istedet utviklet en del standard metoder eller algoritmer for løsning av problemer som har en spesiell form. Tabell 1 gir en skjematisk oversikt over disse.

Tabell 1. Løsningsmetoder for matematisk optimalisering.

Kilde: Watne, M.

		Restriksjoner	
		lineære	ikke-lineære
Mål- funk- sjon	lineær $f = -3x_1 + 4x_2$		
	konkav $f = -x^2$	SIMPLEX- algoritme	bare løsbart
	andre former $f = \sin(x_1) \cdot \log(x_2)$	gradient- metoder	i helt
		en del metoder som kan gi løs- ning i enkelte tilfeller	spesielle tilfeller

Som det fremgår av tabellen, er muligheten for å finne en løsningsmetode først og fremst avhengig av om løsningssettet kan uttrykkes av lineære forhold. Målfunksjonen kan i større utstrekning uttrykkes ikke-lineært.

Forutsetningen om entydig målfunksjon kan skape store problemer med å anvende og tilpasse optimaliseringsmetoder. Årsaken er at ulike brukerinteresser legger vekt på forskjellige forhold, og at disse vanskelig kan måles med samme enhet. For å prøve å unngå problemet med å definere en entydig objektfunksjon, er det forsøkt å innføre begrep som "flerfunksjonsoptimalisering", "flermålsplanlegging", "avveiningsdiagram" o.l., der en med en viss systematikk forsøker å sammenligne motstridende og/eller vanskelig sammenlignbare brukerinteresser.

3.4 Lineær programmering

I hovedprosjektet har vi tenkt å bruke lineær programmering som optimaliseringsmetode. Hovedårsaken til dette er i første rekke at metoden har vist seg brukbar i mange sammenhenger, krever liten datamaskinkapasitet og er godt egnet for optimalisering, samt at standardprogrampakker finnes. Hovedproblemet med metoden er i første rekke detaljeringsgraden. For å unngå store modeller, må en operere noe grovt.

Hva er lineær programmering?

Hovedoppgaven ved bruk av lineær programmering (LP) er å finne en vektor:

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

som tilfredsstillende de lineære begrensninger

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= b_2 \\ &\vdots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n &= b_m \end{aligned} \tag{1}$$

samt tilleggskravene

$$\begin{aligned} \underline{x}_1 &\leq x_1 \leq \bar{x}_1 \\ \underline{x}_2 &\leq x_2 \leq \bar{x}_2 \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &\cdot \\ \underline{x}_n &\leq x_n \leq \bar{x}_n \end{aligned} \tag{2}$$

og som maksimerer den lineære målsettingsfunksjonen

$$c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n = z \tag{3}$$

Størrelsene a_{ij} , c_j og b_j samt \underline{x}_j og \bar{x}_j , er koeffisientene som definerer problemet.

Kolonnevektoren b_j kalles gjerne problemets høyreside, mens vektorene \underline{x}_j og \bar{x}_j kalles nedre og øvre grenser for de variable.

Norsk Regnesentral har utarbeidet et EDB-program for lineær programmering (LINE). Vi tar sikte på å bruke dette programmet for å gjennomføre prosjektet. For nærmere opplysninger om programmet vises til "Brukerinstruks for LINE" (Hegna, H. og Gjelsvik, A., 1980).

4. BESKRIVELSE AV HOVEDPROSJEKTET

4.1 Bakgrunn

Langs et vassdrag vil det som hovedregel bli stilt tilnærmet samme krav til renseprosess og rensegrad. Forurensingsmyndighetene (som regel Miljøvernavdelingene) setter kravene som kommunene blir pålagt å oppfylle. Dette vil som regel føre til fordyrende løsninger. Tidligere prosjekter på NIVA og prosjekter i USA har vist at rettferdighetsprinsippet kan påføre samfunnet 10 - 100 % fordyrende løsninger, kontra det å iverksette rensetiltakene der de gir mest for investeringene (optimalitetsprinsippet).

4.2 Målsetting

Målet med prosjektet er å finne den optimale sammensetning av tiltak i hele vassdraget som oppfyller vannkvalitetsmålene til lavest mulig kostnad - dvs. en kostnadsoptimal løsning. I prosjektet tar vi sikte på å bruke en deterministisk, lineær programmeringsmetode til optimalisering.

4.3 Tradisjonell kontra optimal løsning

Tiltak mot forurensninger kan settes inn på flere fronter; bygging og utbedring av kommunale ledningsnett og renseanlegg, reduksjon av landbruksforurensning, industriutslipp m.m. Tradisjonelt har myndighetene stilt de samme kravene overfor "forurenserne" av samme kategori. Det blir f.eks. stilt krav om x % reduksjon av fosforutslippene ved kommunal- og industriutslipp. Slike krav stilles til samtlige forurenserne med nærmere angitte tidsfrister for gjennomføring. Slike krav innebærer at alle langs det samme vassdraget blir pålagt å utbedre/bygge anleggene likedan.

Utgangspunktet for å finne fram til optimale utslippskrav er å finne hvilken sammensetning av tiltak som oppfyller resipientmålsettingen. Kriteriet for en slik sammensetning er i første rekke økonomi. Resultatet av en slik optimalisering kan bli at det ikke er nødvendig å stille samme utslippskrav overfor alle "forurenserne" av samme kategori.

4.4 Implementeringsordninger

Ved forvaltning av vassdrag er kravet om lik behandling av kommuner, industri og andre næringsinteresser sentralt. Krav og pålegg i dag bygger i stor grad på likhetsprinsippet.

Ønsker en optimale løsninger, dvs. billigere løsninger, må en i utgangspunktet godta ulik behandling og ulike krav. Spørsmålet vil da bli om kommunene og myndighetene forøvrig aksepterer ulik behandling for å gjennomføre et slikt opplegg.

Skal kostnadsoptimale løsninger i et vassdrag gjennomføres, må det etableres et system av implementeringsordninger. Dette vil kreve en viss omlegging av eksisterende administrasjons- og saksbehandlingsrutiner. I det følgende skal vi kort ta for oss mulige systemer for å gjennomføre kostnadsoptimale løsninger. Implementeringsordningene som kort skal behandles videre er:

- a. Opprettelse av "vassdragsstyre". Formell ordning.
- b. Møter mellom "forurenserne". Mer uformell ordning.

Opprettelse av vassdragsstyre

Vassdragsstyre opprettes for det aktuelle vassdraget. Opprettelsen av et inter-kommunalt vassdragsstyre er sterkt knyttet til politikk og andre regionale samarbeidsspørsmål. En brukbar modell for et slikt vassdragsstyre kan være tilsvarende ordning som inter-kommunale avfallsselskap.

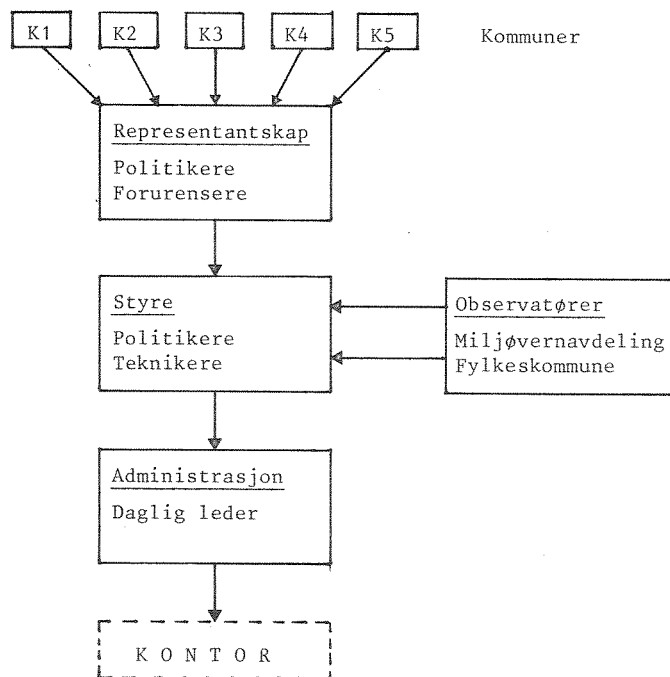
Oppgaver

Vassdragsstyret er ansvarlig for å finne fram til optimale tiltak ved at lokalisering og typer av renseanlegg som må bygges langs et vassdrag for å oppfylle resipientmålsettingen fastsettes. Vassdragsstyret er ansvarlig for å fordele kostnadene på de ulike forurenserne, ved å administrere inn- og utbetalinger f.eks. fra et vassdragsfond (i.e. forurensningsfond).

Administrasjon av driften av tiltakene kan enten skje gjennom vassdragsstyret eller av forurensere selv. Økt samarbeid om drift og vedlikehold av rensaanlegg har vist seg å ha fordeler ved at kostnadene reduseres og at driften av anleggene bedres. Ulempen er at de fleste kommuner allerede har etablert egne drifts- og vedlikeholdsordninger som også ivaretar andre anlegg. For at disse funksjonene skal ivaretas tilfredsstillende kreves det at kommunene har tilstrekkelig utdannet personell selv. Hvorvidt vassdragsstyret eller kommunene selv skal være ansvarlig for drift og vedlikehold må avgjøres i hvert enkelt tilfelle.

Organisering

Vassdragsstyret kan tenkes organisert slik som vist på figuren nedenfor.



Figur 1. Organisering av vassdragsstyret.

Møter mellom "forurensere"

Dette er en mer uformell ordning. Kommunenes øverste politiske og faglige organer samt andre større forurensere møtes for å diskutere hvordan optimale løsninger kan iverksettes. Konsulenter evt. kommunene selv utarbeider forslag med anbefalinger som tas opp på møtene.

På møtet må utsendingene forsøke å bli enige om hvordan optimale løsninger kan iverksettes. Resultatet må deretter behandles i de ulike forurensernes organer (f.eks. kommunestyret) før endelig vedtak kan fastsettes.

Diskusjon

De to implementeringsordningene som er satt opp representerer ytterlighetene. Vassdragsstyret blir et formelt permanent organ, mens møter mellom forurenserne er en mer uformell ordning. På dette stadiet vil vi ikke ta noe standpunkt til hvilken løsning som er best.

Som en del av prosjektet har vi planer om å foreta en intervjurunde av sentrale politikere, kommuneadministrasjon og andre forurenserne, for å finne ut hvordan de vil reagere på ulike implementeringsordninger. Dette vil danne grunnlaget for en endelig anbefaling av implementeringsordning.

"Rollespill"

I dette prosjektet ser vi det som meget sentralt å "spille" forureningsforhandlinger med de berørte forurenserne så realistisk som mulig dels "leke" forhandlinger om implementeringsordninger. Dette utføres ved at det blir lagt fram en optimal løsning som diskuteres med forurenserne og berørte myndigheter i plenum.

De tidligere prosjektene innen kostnadsoptimalisering av utslippstiltak har ikke i noen særlig grad tatt for seg implementering av løsningene. Derfor ser vi det som meget sentralt at dette utføres nå. Et slikt "rollespill" vil også kunne avdekke en del praktiske problemer som muligens kan oppstå i forbindelse med implementeringen.

4.5 Fordeling av utgiftene

Utgiftsfordelingen vil være hovednøkkelen til at et slikt opplegg kan fungere. Hvordan skal fordelingen av kostnadene være? Kostnadsfordelingen mellom kommunene må være slik at alle får økonomisk fordel. Om en eller flere kommuner kommer dårligere ut, er faren at de vil trekke seg ut av samarbeidet.

En kan tenke seg flere modeller for kostnadsfordeling:

- a) Utgiftene til renseanlegg (både investering og drift) regnes ut for hele vassdraget samlet. Kostnadene pr. kg forurensninger (f.eks. kg P) regnes ut og fordeles etter kommunenes forurensningsproduksjon. Innbetalingen fra kommunene skjer til et fond som vassdragsstyret forvalter. Det er mest naturlig at bare utgiftene til renseanlegg tas med. Øvrige kommunale utgifter til kloakkanlegg trekkes ikke inn.
- b) Hver enkelt kommunes utgifter til renseanlegg beregnes ut fra at alle må rense like mye (likhetsprinsippet). Utgiftene sammenlignes med kostnadsoptimaliseringen. Innsparingen beregnes. Fordelingen av innsparingen gjøres slik at alle kommuner må betale like mye pr. kg forurensning.

Diskusjon

Poenget med optimalisering av utslippstiltak er at alle forurensere skal spare på det. Fordeling av de totale rensekostnader mellom forurensere for å nå en bestemt vannkvalitet i et vassdrag, er nøkkelen til om implementeringen skal bli vellykket. Hvordan dette skal skje i praksis må undersøkes nærmere med kommunene, andre forurensere og Miljøverndepartementet.

4.6 Begrensninger i administrative og formelle rutiner

Gjennomføring av kostnadsoptimale utslippsreduksjoner vil sannsynligvis komme i konflikt med formelle ordninger, både økonomiske, administrative og juridiske. Det vil bli nødvendig med en detaljert gjennomgang av disse ordningene for å se på hva som er mulig ut fra eksisterende ordninger og eventuelt hvilke endringer som bør gjøres.

Etter en rask gjennomgang av forurensningsloven synes det ikke å være noe i veien for å pålegge kommunene ulike rensekraav. Nært samarbeid med fylkesmannen og de berørte kommuner er imidlertid en forutsetning. Det er ikke hjemmel tilstede for å pålegge enkelte kommuner å subsidiere andre, ved overføringer av avgiftsmidler. Med et samarbeid mellom kommunene skulle det likevel være mulig å få til en hensiktsmessig ordning.

Det ser heller ikke ut til at vann- og kloakkavgiftsloven vil være til hinder for en slik ordning, men det er litt usikkert om forskriftene gir anledning til å overføre avgifter fra en kommune til en annen.

Den største begrensningen for å implementere kostnadsoptimale løsninger, synes å være økonomiske forhold. Hovedprosjektet må i stor grad konsentrere seg om å etablere hensiktsmessige metoder for å fordele utgiftene/inntektene på.

Det må også utarbeides hensiktsmessige administrasjonstrukturer langs et vassdrag for å gjennomføre dette opplegget.

4.7 Valg av vassdrag

For at prosjektet skal bli representativt og at resultatene kan bli "almengyldige", er det nødvendig å finne et vassdrag som tilfredsstiller følgende kriterier:

1. Behov for utslippsreduksjoner. Alle renseanlegg bør ikke være ferdig utbygd. Prinsipielt kan rensetiltakene være ferdig utbygd, men prosjektet vil bli mer realistisk om dette ikke er tilfelle.
2. Størrelse. Vassdraget bør omfatte flere kommuner, minimum 3 - 4. Vassdraget må ikke være for stort på grunn av representativiteten.
3. Tilstanden i vassdraget. Det må foreligge opplysninger om vannkvaliteten. Vassdrag som inngår i statlig overvåkingsprogram eller andre godt undersøkte vassdrag vil være aktuelle.
4. Lokal interesse for målsettingen med prosjektet, både hos forurenserne og lokale statlige myndigheter.
5. Forurensningstilførsler til vassdraget bør være klarlagt/kvantisert.

Aktuelle vassdrag

I samråd med våre hydroøkologer har vi plukket ut følgende aktuelle vassdrag:

- Øvre Glåma
- Målselv-/Barduvassdraget
- Bøelva
- Haldenvassdraget
- Hallingdalselva.

I det følgende vil hvert enkelt vassdrag kort bli presentert i form av nøkkeldata, opplysninger om hvilke undersøkelser som er utført, tilstandsvurderinger, spesielle forhold som gjør det egnet og datamaterialets kvalitet.

4.7.1 Øvre Glåma

Den delen av Glåma vi har valgt å se på er strekningen fra Aursunden til Bellingmo (nedstrøms Alvda). Glåmavassdraget er undersøkt av NIVA i perioden 1978 - 80. For nærmere opplysninger om tilstanden i vassdraget henvises til NIVA-rapport 0-78045 (Lingsten, L. m.fl.).

Nedbørfeltet til denne del av Glåma utgjør 6710,9 km² med følgende fordeling:

Dyrka mark	:	138,1 km ²
Skog	:	2 273,0 "
Fjell	:	4 129,0 "
Innsjø	:	163,8 "
Tettsteder	:	7,0 "
<hr/>		
Totalt areal	:	6 710,9 km ²

Forurensningstilførsler

NIVA har utarbeidet delrapport om forurensningstilførsler til Glåma (Alsaker-Nøstdahl, B.). Total tilførsel i 1980 - 1981 er beregnet til 26,9 tonn P/år og 783,6 tonn N/år.

Forurensningsbidrag fra ulike kilder:

Kildetype	TOT-P tonn/år
Befolkning	9,1
Nedbør	0,5
Skogsområder	4,55
Fjellområder	8,26
Jordbruk	2,50
Tettstedsarealer	0,70
Hoteller, pensjonater o.l.	0,38
Industri	0,82
Sum	26,81

Vannkvalitet

- Håelva nedenfor Røros er sterkt påvirket av forurensninger, særlig organisk stoff og fosforforbindelser (kloakkvann). Dette fører til at elveleiet er dekket av tykke matter av trådformede grønnalger og bakterier. Håelva er etter samtløp Hitterelva også påvirket av den tidligere gruvevirksomheten i området. Sanering av avløpsforholdene på Røros er sterkt påkrevet og bør forseres. Om mulig bør tiltak gjøres for å begrense tungmetalltransporten fra gruveområdene.
- Vannkvaliteten i Glåma fra Røros til Tynset er i tillegg til forurensninger fra Rørosområdet påvirket av forurensninger fra tettsteder og jordbruk langs elvestrekningen. Vannets innhold av f.eks. fosfor, tungmetaller og koliforme bakterier er relativt høyt. Sanering av avløpsforholdene er nødvendig.
- Fra Tynset bærer vannet og elvebunnen preg av transport av forurensningsmaterialer (kloakkpartikler). Trådformede grønnalger og bakterier (heterotrof vekst) danner tykke matter som dekker elveleiet. Sanering av avløpsforholdene er sterkt påkrevet. (Konklusjon før bygging av renseanlegg på Tynset).

- Videre ned til Høyegga forbedres vannkvaliteten noe. Det skyldes fremfor alt tilførsel av relativt næringsfattig vann fra sideelvene, men sanering av avløpsforholdene er nødvendig.

Renseanlegg

Opplysningene baseres på NIVA-rapport 0-78045: Delrapport om forurensningstilførsler.

Nr.	Navn	Rensemetode	Bygd	Dimensjonert for p.e.	Antall tilknyttet p.e.	Kommune
1	Brekken	Biol.kjem.	x	400	120	Røros
2	Glåmos	Biol.kjem.	x		200	Røros
3	Røros	Biol.kjem.	x	5000	2500	Røros
4	Os	-				Os
5	Dalsbyda	Biol.	(x)			Os
6	Tolga					Tolga
7	Tynset	Biol.kjem.	x	10000	5500	Tynset
8	Dalholen	Biol.kjem.	x	300	225	
9	Vollen fjellst.	Mek.kjem. (Wallax)	x	40	40	Folldal
(10)	Folldal	Biol.kjem.	(x)			Folldal
(11)	Krokhaug	Biol.kjem.	x	300	150	Folldal
(12)	Plassen					Alvdal
(13)	Alvdal					Alvdal

(x) Under bygging.

I 1981 ble P-bidraget fra befolkningen beregnet til 9,1 tonn P/år.

I denne delen av Glåma er det 4 - 5 renseanlegg som ikke er bygd ennå. Det er planer om bygging de fleste steder. Slik sett skulle prosjektet ha stor aktualitet for denne delen av Glåma.

Konklusjon

Vassdraget har behov for utslippsreduksjoner. Alle planlagte renseanlegg er ikke bygd. Vassdraget er godt undersøkt rundt 1980. Overvåkingsprogrammet har fortsatt med undersøkelser i 1983 og 1984. Data-materialet for vassdraget skulle være tilfredsstillende.

Miljøvernavdelingen i Hedmark er interessert i prosjektet og vil yte praktisk bistand med innhenting av data.

Sannsynligvis må en del av forureningsberegningene utføres på nytt. I alle fall må eventuelle større endringer i forurenningstilførsler søkes kartlagt. Flere rens tiltak er satt i drift etter at rapporten kom ut. Dette har sannsynligvis hatt effekt på vannkvaliteten.

4.7.2 Målselv- /Barduvassdraget

Målselv- /Barduvassdraget ligger i Troms fylke innenfor kommunene Bardu, Målselv, Selangen, Sørreisa og Balsfjord. Nedbørfeltet er totalt ca. 5 900 km², derav ca. 3 500 km² for Målselva og 2 400 km² for Barduelva (Traaen, T. m.fl.).

Arealfordeling i nedbørfeltene er vist nedenfor:

	Målselv- vassdraget	Bardu- vassdraget
Jordbruksareal	38 km ²	15 km ²
Skogareal	954 "	520 "
Myr	50 "	1864 "
Annet	2480 "	
Sum	3522 km ²	2399 km ²

Forurensningstilførsler

NIVA har beregnet forurensningstilførsler til Målselv- /Barduvassdraget (Vennerød, K. m.fl.). Fosfor-tilførsel til Barduelva er beregnet til 22,5 tonn P/år og til Målselvvassdraget 29,2 tonn P/år.

Tilførslene fordeler seg på følgende beregnede kilder:

	Målselv kg P/år	Bardu kg P/år
Kloakk, tettsted	3 155	5 510
Spredt bosetning	1 290	545
Jordbruk	2 330	950
Arealavrenning	22 380	15 500
Sum	29 155	22 505

Oversikt over kloakkrenseanlegg:

Målselva

	Type	Dim. p.e.	Antall tilknyttet
Øverbygd Rundhaug Andselv	mek./kjem. infiltrasjon	3 000	1 600
Olsborg Heggelia	biol.	1 200	6 - 700

Barduelva

	Type	Dim. p.e.	Antall tilknyttet
Setermoen	mek. inf. anlegg under bygging	8 500	
Elverom	-		
Heggelia/ Anselv		10 000 inkl.slakteri	

Opplysningene er noe usikre. Hovedproblemet i dette området er Bardufossområdet. Kommunen har planer om overføring av alt avløpet til Anslimoen (10 000 p.e.). Det er litt uenighet mellom kommunen og Fylkesmannen om rensekravene. I dette området blir infiltrasjon mer og mer benyttet. For vårt prosjekt blir dette en ulempe, da tidligere punktutslipp går over til å bli et diffust utslipp, som er vanskeligere å kontrollere.

Vannkvalitet

Innholdet av fosforkomponenter er lavt til moderat. Totalfosforverdiene nederst i vassdraget er gjennomgående 2 - 3 µg P/l høyere enn i vassdragets øvre deler.

Analyser av begroingen viser at vassdraget er påvirket av plantenæringsstoffer nedstrøms Setermoen og Heggelia i Barduelva. Det var mengdemessig lite begroing nedstrøms Setermoen i 1983, trolig grunnet høy flomfrekvens. Den hygieniske forurensningen var betydelig. Resipientforholdene i Barduelva er i høy grad styrt av vassdragsregulering.

Den bedring i forholdene nedstrøms Skjold i Målselva som ble registrert i 1980 og 1981 vedvarte i 1983. Her er det nå kun en moderat påvirkning av fekale indikatorbakterier. Målselva oppstrøms samløpet med Barduelva er lite påvirket.

Begroingen nederst i Målselva har stor likhet med begroingen i Barduelva, og indikerer belastning med plantenæringsstoffer. Elva er betydelig påvirket av fekale indikatorbakterier.

Konklusjon: Bedømt ut fra biologiske kriterier er de nedre deler av Målselv- /Barduvassdraget moderat forurenset. Belastningen med fekale indikatorbakterier er betydelig.

Konklusjon

Vassdraget har behov for utslippsreduksjoner. Det gjenstår fortsatt utbygging av kloakkrenseanlegg, spesielt er Bardufoss-området et stort problem. Vassdraget er sterkt regulert med tildels store variasjoner

i vannføring. Ved store vannføringer er partikkeltransporten i vassdraget stor. Dette vil påvirke fosforomsetningen i vassdraget.

Store utbygginger av infiltrasjonsanlegg gjør at problemstillingen blir vanskeligere å modellere.

Det er stor lokal interesse for et slike prosjekt.

Det foreligger gode opplysninger om vannkvaliteten, da Målselv- /Bar-duvassdraget inngår i det statlige overvåkingsprogrammet.

4.7.3 Bøelva

Bøelva utgjør en del av et større vassdrag som kalles Flatdalselva, Seljord- og Bøvassdraget. Bøelva er strekningen mellom Seljordvatn og Norsjø. Vassdragets nedbørfelt er ca. 300 km² med følgende arealfordeling.

Fulldyrket mark	20 km ²
Overflatedyrket mark	13 "
Produktiv skog	180 "
Annet	87 "
<hr/> Sum	<hr/> 300 km ²

Forurensningstilførsler

Forurensningstilførsler til Bøelva er beregnet av NIVA (Berge, D. m.-fl.). Total P-tilførsel til vassdraget er beregnet til ca. 9 tonn P/år med følgende grove fordeling.

Kommunale utslipp	3,5 tonn P/år
Industri	0,3 "
Spredt bebyggelse	2,7 "
Dyrket mark	0,9 "
Utmark	1,3 "
Jordbruk	0,5 "
<hr/> Sum	<hr/> 9,2 tonn P/år

Oversikt over kloakkrenseanlegg

Sted	Type anlegg	Dim. p.e.	Tilknyttet
Øvre Bø (Vollemoen)	-		
Bø sentrum	Sekundærfelling	5 000	2 500
Folkestad	-		
Hørte	Slamavskiller	200	200
Gvarv	Sekundærfelling	1 500	800

I området gjenstår det en del utbygging av renseanlegg, men det er i første rekke mindre anlegg (50 - 100 p.e.).

Vannkvalitet

NIVA har drevet rutineovervåking i Telemarks-vassdraget i flere år (Berge, D. m.fl.). Konklusjonen på disse undersøkelsene er at vannkvaliteten i vassdraget er tilfredsstillende. Svak påvirkning av menneskelig aktivitet er påvist. Bakteriologisk er imidlertid situasjonen i Bøelva lite tilfredsstillende. Begroingsundersøkelser viste at typiske rentvannsindikatorer ikke er observert. Dette tyder på en viss forurensning.

Konklusjon

Vannkvalitetsdataene er tilfredsstillende ut fra prosjektets målsetting. Vassdraget er lite påvirket. Det er få kommunale utslipp. Bare mindre renseanlegg gjenstår å bygge (Hørte, Oterholdt samt sanering av Lortebekk i Bø sentrum).

4.7.4 Haldenvassdraget

Haldenvassdraget ligger i Akershus (Hølandsvassdraget) og Østfold fylker. Fra utløpet ved Flolangen til utløp i Iddefjorden ved Halden, har Haldenvassdraget en lengde på omlag 137 km, og vassdragets samlede nedbørfelt er 1 594 km². Vassdraget er hovedsakelig et innsjøvassdrag med korte elvestrekninger i mellom (Skulberg, O. m.fl.).

Nedbørfeltet har følgende arealfordeling:

Vann	122,4 km ²
Jordbruk	162,1 "
Skog	1 017,8 "
<hr/>	
Sum	1 594,3 km ²
<hr/>	

Forurensningstilførsler

Forurensningstilførslene til Haldenvassdraget er beregnet av Haldenvassdragets vassdragsforbund i 1982. Total P-tilførsel er beregnet til 35,4 tonn P/år, med følgende fordeling på kilder:

Bebyggelse (inkl. industri)	10,1 tonn P/år
Landbruk	16,2 "
Bakgrunnsavrenning	9,1 "
<hr/>	
Total tilførsel	35,4 tonn P/år
<hr/>	

55 % av P-tilførslene kommer fra de øvre deler av vassdraget.

Oversikt over renseanlegg

Eksisterende kloakkrenseanlegg er vist i tabellen nedenfor:

Sted	Type anlegg	Dim. p.e.	Tilknyttet p.e.
Aursmoen	Mek./kjem.	2 500	1 550
Bjørkelangen	Mek./kjem.	2 500	1 650
Løken	Mek./kjem.	5 400	2 000
Setskog	-		
Hemnes	-		
Ørje	Biol./kjem.	1 500	1 200
Fosby	Biol.	600	400
Bjørkebekk	-		

En del av de planlagte renseanleggene er ferdig bygd, men det gjenstår fortsatt store arbeider. For tettstedene Setskog, Hemnes og Bjørke-

bekk er ikke utbyggingen startet. I de andre tettstedene gjenstår en del saneringsarbeid. Et konsulentfirma er engasjert til å utarbeide saneringsplan for hele vassdraget. Planen ventes ferdig 1. februar 1985.

Vannkvalitet

NIVA og Miljøvernavdelingen i Østfold har undersøkt vannkvaliteten i vassdraget. Hovedkonklusjonen av disse undersøkelsene er: Eutrofiering, tilgroing med høyere vegetasjon og masseutvikling av alger, nedsett vannkvalitet er et dominerende problem, spesielt i de øverste delene av vassdraget som har størst forurensningsbelastning. Det er registrert stor partikkelforurensning fra landbruksområder og anleggsvirksomhet. Vannhygieniske forhold er utilfredsstillende. Det er nødvendig med forurensningsbegrensende tiltak.

Konklusjon

Haldenvassdraget er et viktig vassdrag med betydelige forurensningsproblemer, spesielt i de øvre deler. Det er betydelige brukerkonflikter i vassdraget.

Vassdraget er godt undersøkt og det foreligger mye data om forurensningskildene i nedbørfeltet. Det er stor interesse lokalt for prosjektet, spesielt i å få en vurdering om rensekravene er hensiktsmessig.

Vassdragets store innsjøareal (8 %) gjør det vanskeligere å bruke i prosjektet, på grunn av at modellen er best egnet for elver.

4.7.5 Hallingdalselva

Hallingdalselva ligger i Buskerud og omfatter vassdraget mellom utløpet av Ustevatn og ned til Krøderen. Detaljerte opplysninger om vassdraget foreligger ikke. Miljøvernavdelingen i Buskerud har gjennomført vassdragsundersøkelser, men resultater foreligger ikke enda.

Forurensningstilførsler

Så vidt vi vet foreligger det ikke forurensningstilførselsberegninger. I de øvre deler av vassdraget er det intensivt husdyrhold med store utslipp av silopressaft og husdyrgjødsel.

Langs hele vassdraget er det mange mindre tettsteder. De fleste av disse tettstedene har bygd renseanlegg. Mekanisk/kjemiske renseanlegg dominerer. Etter opplysninger fra miljøvernavdelingen gjenstår det bare utbygging av renseanlegg i mindre tettsteder, spesielt rundt Krøderen.

Konklusjon

De fleste punktutslippene i vassdraget er sanert. Vassdraget må sies å være et typisk flomvassdrag. Pr. i dag foreligger det få opplysninger om vassdraget, derfor synes vassdraget lite egnet som prosjektvassdrag.

4.7.6 Forslag til valg av vassdrag

De foreslåtte vassdragene er tildels ulike. Haldenvassdraget har stor innsjøandel, noe som vanskeliggjør modellarbeidet. Målselvvassdraget har få punktutslipp, spesielt i og med at infiltrasjon er mye benyttet. Dette gjør at de fleste forurensningstilførslene opptrer som diffuse kilder. Øvre Glåma, Bøelva og Hallingdalselva har stort sett samme karakter. Av disse vassdragene gjenstår det mest oppryddingsarbeid i Øvre Glåma. Dessuten er Øvre Glåma godt undersøkt (inngår i overvåkingsprogrammet), i motsetning til Hallingdalselva der det ikke foreligger tilstrekkelige vannkvalitetsdata. Det er dessuten utført forholdsvis detaljerte tilførselsberegninger til Øvre Glåma. Disse må sannsynligvis etterprøves for å fange opp de endringer som har skjedd. Alt i alt synes Øvre Glåma å være best egnet som prosjektvassdrag.

Vassdragsundersøkelsen i Øvre Glåma konkluderer med at det er behov for utslippsreduksjoner. Tilførselsberegningene viser at 38 % av P-tilførslene kommer fra befolkning og industri. Sannsynligvis er dette redusert noe de siste årene. Diffuse tilførsler (skog-, fjell- og

tettstedsarealer) er dominerende forurensningskilder med hensyn til P. P-bidraget fra diffuse tilførsler foreligger stort sett i bundet form, slik at de er mindre tilgjengelig som næringsstoff. P-tilførsel fra befolkning og industri foreligger i en mer direkte nyttbar form som næringsstoff. I vassdragsundersøkelsen er det også konkludert med at en sanering av avløpsforholdene er nødvendig for å bedre forholdene i vassdraget.

Det er registrert stor lokal interesse for et slikt prosjekt i Øvre Glåma-regionen. Hensynet til vannkvaliteten i Storsjøen på grunn av overføring av Glåma-vann (kraftverk) er en sentral problemstilling lokalt.

Konklusjon

Øvre Glåma er godt egnet som prosjekt-vassdrag. Det vil ikke bli nødvendig med større tillegninger av modellen for å gjennomføre prosjektet. Vi vil derfor anbefale at Øvre Glåma velges som prosjekt-vassdrag.

5. ORGANISERING/GJENNOMFØRING

5.1 Organisering av prosjektet

Prosjektet styres av Miljøverndepartementet og utføres av NIVA som har den daglige prosjektledelsen.

På grunn av prosjektets karakter bør det opprettes en kontaktgruppe bestående av representanter fra Miljøverndepartementet, Statens forurensningstilsyn, Fylkesmannens miljøvernavdeling, involverte forurenserne og Norske Kommuners Sentralforbund.

Ved gjennomføringen av prosjektet er det nødvendig å ha nær kontakt med økonom og jurist. Vårt forslag er at Miljøverndepartementet bidrar med økonomisk og juridisk kompetanse etter behov.

5.2 Økonomi

Prosjektet finansieres av Miljøverndepartementet og NIVA.

Finansieringsplan:

Miljøverndepartementet	kr. 200 000,-
NIVA	" 75 000,-
	<u>kr. 275 000,-</u>

5.3 Gjennomføring

Prosjektets gjennomføring kan prinsipielt vises på følgende måte:

1. Innsamling av grunnlagsdata. Kontakt med miljøvernavdelinger og kommuner.
2. Programmering/databehandling.
3. Måter for å implementere optimal løsning.
 - Organisering
 - Fordeling av kostnader.

4. Begrensninger i lovverk, administrative og økonomiske rutiner.
5. Intervju med berørte forurenere.
6. Konklusjon.
7. Forslag til videreføring.

Første fase i arbeidet vil bli innsamling av data om vassdraget, forureningsmengder, oversikt over utslipp osv. Dessuten vil det bli satt opp vannkvalitetsmål for vassdraget. Dette gjøres i samarbeid med Miljøverndepartementet, miljøvernavdeling og NIVA. I forbindelse med det lokale datainnsamlingsarbeidet vil sentrale lokale politikere, forurenere og administrasjoner bli intervjuet for å skaffe grunnlagsdata til arbeidet med implementeringsmetoder. Det tas sikte på å utføre dette arbeidet i midten av 1985.

5.4 Framdriftsplan

Prosjektet utføres i 1985, med sluttrapportering innen 31.12.85.

Framdriftsplan

Tidspunkt Prosjektdel	1985
1. Innsamling av grunnlagsdata	_____
2. Programmering/databehandling	_____
3. Implementeringsmåter	_____
4. Beskrankninger	_____
5. Intervju	_____
6. Konklusjon	_____
7. Forslag til videreføring	_____

6. LITTERATURLISTE

- Alsaker-Nøstdahl, B.: "Glomma i Hedmark. Delrapport om forurensningstilførsler". NIVA, 0-78048, 1981.
- Berge, D. m.fl.: "Telemarksvassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-1979". NIVA, 0-70112, 1979.
- Haldenvassdragets vassdragsforbund: "Handlingsprogram for Haldenvassdraget. Forslag til tiltak mot forurensninger". 1983.
- Hegna, H., Gjelsvik, A.: "Brukerinstruks for LINE". Norsk regnesentral, 1980.
- Johansen, O.J.: "Driftskostnader ved renseanlegg". NTNFs utvalg for drift av renseanlegg. HPD-42/80, 1982.
- Killingtveit, A.: "Modeller som hjelpemidler i vannbruksplanlegging. Hovedvekt på hydrologiske modeller". Foredrag NIF-kurs, 1982.
- Lingsten, L., m.fl.: "Glåma i Hedmark. Hovedrapport". NIVA, 0-78045, 1981.
- Rensvik, H., m.fl.: "Vurderingssystem for vannkvalitet i innsjøer og elver". NIVA, 0-8000701 A-423, 1983.
- Skulberg, O., m.fl.: "Haldenvassdraget. Vannkvalitet og forurensningsvirkninger". NIVA, 0-70219, 1982.
- Traaen, T., m.fl.: "Rutineovervåking av Måselv-Barduvassdraget 1983". NIVA, 0-8000211, 1984.
- Vennerød, K., m.fl.: "Konsekvensanalyse av oppryddingstiltak i Måselv/Barduvassdraget, Rapport nr. 1". NIVA, 0-82055, 1982.
- Vennerød, K.: "Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder". NIVA, 0-82014, F-82436, 1984.
- Wathne, G.: "Modeller som hjelpemiddel i vannbruksplanlegging. Metoder i matematisk optimalisering". Foredrag NIF-kurs, 1982.
- Øren, K.: "Lineær programmering til kostnadsoptimalisering av tiltak mot forureningar". NIVA, 0-81018, 1983.