

NORSK INSTITUTT FOR LANDBRUKSØKONOMISK FORSKNING

Rapport  
C-025-93

---

## **KOSTNADSEFFEKTIVITETSANALYSE FOR ROMERIKE**

Redusert utslipp av næringssalter fra kommunal sektor og landbruket

Av

Tore Stalleland, NILF  
Morten Nicholls, ANØ

---

Oslo 1993

ISBN 82-7077-137-6  
ISSN 0802-2577

## FORORD

Denne rapporten gir en sammenlikning av tiltak innen kommunal sektor og jordbruket for å redusere utslipp av næringssalter til Romerikevassdragene. Prosjektet er finansiert av Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Miljøvernavdelingen.

Arbeidet tar utgangspunkt i analyser for hver av sektorene. For kommunal sektor er analysen utført av Morten Nicholls ved Avløpssambandet Nordre Øyeren (ANØ). For jordbruket er beregningene foretatt av Tore Stalleland ved Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF).

Sammenlikningen mellom sektorene er foretatt ved hjelp av en modell som er utviklet ved NILF gjennom forskningsprosjektet *Vassdragsvise modeller for redusert utslipp av næringssalter*, finansiert av Norges forskningsråd. I denne rapporten er en del av beskrivelsen for kommunal sektor hentet fra rapporten for kommunal sektor skrevet av Morten Nicholls. For øvrig er rapporten skrevet av Tore Stalleland.

Vi retter en takk til miljøvernavdelingen for godt samarbeid og medarbeidere ved NILF som har bidratt med råd ved gjennomføringen av prosjektet.

Oslo, desember 1993

Torbjørn Andal



# INNHOLDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER .....	7	
1	INNLEDNING .....	11
1.1	Bakgrunn .....	11
1.2	Områdeinndeling .....	12
1.3	Oversikt over tiltakene .....	14
2	FORURENSNINGSKILDER .....	15
2.1	Utslipp fra befolkning .....	15
2.2	Jordbruk .....	16
2.3	Andre kilder .....	17
2.4	Biotilgjengelighet .....	18
3	KOSTNAD OG NYTTE VED TILTAKENE .....	21
3.1	Forutsetninger .....	21
3.2	Kommunaltekniske tiltak .....	21
3.2.1	Tiltak i renseanlegg .....	21
3.2.2	Tiltak på ledningsnettet .....	22
3.2.3	Tiltak for boliger som ikke er tilknyttet renseanlegg .....	23
3.3	Jordbrukstiltak .....	23
3.3.1	Tekniske tiltak .....	23
3.3.2	Dyrkingsmessige tiltak .....	24
3.3.3	Endring i gjødsling .....	24
3.4	Oversikt over kostnadseffektivitet .....	25
3.5	Nærmere om modellen .....	25
4	RESULTATER .....	27
4.1	Tiltakspakker .....	27
4.2	Fordeling på områder .....	33
4.2.1	Gjennomføringsgrad for kommunaltekniske tiltak .....	33
4.2.2	Gjennomføringsgrad for jordbrukstiltak .....	35
4.2.3	Kostnad og effekt .....	37
4.3	Alternative beregninger .....	44



## SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Det er gjennomført en kostnadseffektivitetsanalyse for de områder på Romerike som har drenering til Øyeren. Disse er i analysen delt inn i 14 hydrologiske områder. Beregningene er utført med utgangspunkt i situasjonen i 1990. Det er beregnet et utslipp fra befolkningen på ca. 44 tonn totalfosfor og ca. 728 tonn totalnitrogen. Fra landbruket slippes det ut ca. 145 tonn totalfosfor og ca. 1680 tonn totalnitrogen, inkludert bakgrunnsavrenning. Det er beregnet et utslipp på til sammen ca. 65 tonn biotilgjengelig fosfor fra befolkning og jordbruk før tiltak.

Analysen er gjennomført med sikte på at en skal oppnå lokale effekter av tiltakene. Det er utført beregning av tre alternativer med ulike krav til reduksjon i nitrogen og biotilgjengelig fosfor. Kravene til reduksjon i biotilgjengelig fosfor er satt til h.h.v. 20 %, 30 % og 40 %, mens for nitrogen er kravene satt til h.h.v. 25 %, 30 % og 37 %. Det er satt sammen tiltakspakker for hvert av disse kravene. I alternativ 3 (alle tiltakene i tabell 1) blir reduksjonen i totalt fosfor på ca. 37 % (dvs. ca. 70 tonn). Disse reduksjonene er beregnet med utgangspunkt i forurensningstilstanden i 1990. Det antas at alternativ 3 oppfyller en målsetting om 50 % reduksjon i fosforutslipp satt i 1985. Et krav om 37 % reduksjon i nitrogenutslippene fører til at en får med utbygging av nitrogentrinn i RA-2 i tiltakspakken. En ytterligere reduksjon i utslippene av nitrogen vil være avhengig av at det gjennomføres andre tiltak enn de som er tatt med i analysen.

Tiltakene som er med under alternativ 1, er i tabell 1 ført opp under 1. prioritet. De tiltakene, evt. deler av tiltak, som kommer med i alternativ 2, men som ikke var med i alternativ 1, er gitt 2. prioritet. Tilsvarende er tiltakene med 3. prioritet de tiltakene i alternativ 3 som ikke var med i alternativ 2. Det er tatt med årlig kostnad og effekt for biotilgjengelig fosfor, samt beregnet gjennomsnittlig kostnadseffektivitet innenfor hver prioritet av tiltakene. De tiltakene som har dårlig kostnadseffektivitet for fosforreduksjon kommer med for å oppfylle kravene til nitrogenreduksjon.

Tiltakene *sanering av fremmedvanninntak* og *gjødsling etter plan* er forutsatt å ikke ha netto kostnad, slik at disse tiltakene forutsettes gjennomført fullt ut. Blant de kommunale tiltakene har ellers *bedre overløpstyper* og *lokalt reservedelslager* en god kostnadseffektivitet med hensyn til biotilgjengelig fosfor. På samme nivå som disse, kommer for jordbruket sin del, *spredning av all husdyrgjødsel i vekstsesongen*, samt gjennomføring av dyrkingsmessige tiltak der disse har størst effekt, dvs. på erosjonsutsatt arealer.

Tabell 1 Årlig kostnad, effekt for bio-P og kostnadseffektivitet for tiltakene

	<b>Kostnad</b> mill. kr.	<b>Effekt</b> tonn bio-P	<b>Kost.eff.</b> Kr/kg bio-P
<b>1. prioritet</b> (Tiltak for å oppnå 20 % red. i bio-P og 25 % red i tot-N.)			
Sanering av fremmedvanninntak	0	0,06	0
Bedre overløpstyper i alle områder unntatt Maura	1,12	2,39	0,47
Lokalt reservedelslager	0,8	0,63	1,29
Økt driftsstabilitet på renseanleggene	1,7	0,77	2,20
Utbedring av ledningsnett for 75 % i Fjellhamarv.	3,53	1,31	2,69
EDB-basert driftskontroll i Fjellhamarv. og Svellet	0,43	0,14	3,10
Gjødsling etter plan	0	*)	
Arealer i stubb på 29 % av åkerarealet	3,34	3,39	0,98
Spredning av husdyrgjødsel i vekstsesongen	0,78	0,61	1,27
Økt bruk av høstkorn på 13 % av åkerarealet	0,52	0,40	1,33
Lett høstharving på 17 % av åkerarealet	2,05	1,04	1,97
Forskr.messig planeringsfelt for 56 % av mangler	2,76	1,20	2,29
Utbedring av 59 % av siloanleggene	0,47	0,15	3,09
Utbedring av alle gjødsellagre	1,96	0,53	3,71
Altern. vekst på åkerareal på 3 % av åkerarealet	2,76	0,41	6,70
Fangvekster på 1 % av åkerarealet	0,38	0,03	13,03
Redusert intensitet til 12,2 kg N pr. daa for eng	2,33	*)	
Redusert intensitet til 9 kg N pr. daa for korn	11,92	*)	
<b>2. prioritet</b> (Ytterligere tiltak for å oppnå 30 % red i både bio-P og tot-N.)			
EDB-basert driftskontroll i Nitelva og Hurdalsv.	0,87	0,18	4,90
Utbedring av ledningsnett i flere vassdrag	15,32	4,20	3,65
Bedre overløpstyper i Maura + samspilleff.	0,08	0,20	
Arealer i stubb på ytterligere 8 % av åkerarealet	1,67	0,39	4,30
Utbedring av resten av siloanleggene	0,36	0,08	4,37
Forskr.messig planeringsfelt for resten av feltene	2,15	0,46	4,54
Lett høstharving på ytterligere 2 % av åkerarealet	0,37	0,07	5,07
Altern. vekst på ytterligere 7 % av åkerareal	6,51	0,76	8,62
Høstkorn på ytterligere 13 % av åkerarealet	0,19	0,02	12,80
Fangvekster på ytterligere 4 % av åkerarealet	2,88	0,18	16,17
Red. gj.int. med 1 kg N pr. daa for eng (max. 30%)	2,83	*)	
Red. gj.int. med 0,6 kg N pr. daa for korn	2,96	*)	
<b>3. prioritet</b> (Ytterligere tiltak for å oppnå 40 % red i bio-P og 37 % red i tot-N.)			
Nitrogenfjerning på RA-2	19,0	*)	
Utbedring av ledningsnett i flere vassdrag	4,22	0,73	5,82
Bedre rensing av spredd bosetting	30,0	5,08	5,91
Tilknytning av 1720 personekvivalenter	4,26	0,66	6,29
Marginale endringer i dyrkingstiltakene	0,66	0,03	
Redusert gjødslingsintensitet til eng	0,80	*)	
Red. gj.int. med 0,3 kg N pr. daa for korn	2,26	*)	

\*) Tiltaket har ikke effekt på fosforutslippet.

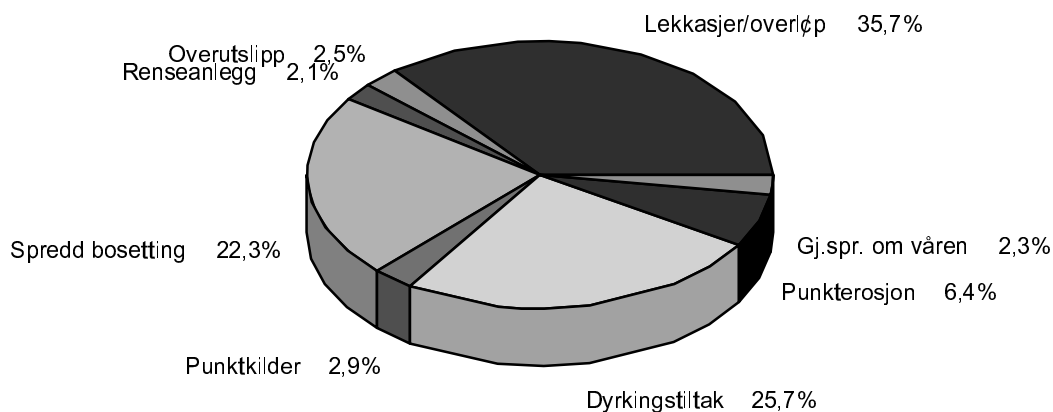


Årlige nettokostnader for tiltakene med 1. prioritet er 37 mill. kroner. Tiltakene med 2. prioritet har en årlig kostnad på 36 mill. kroner og tiltakene med 3. prioritet har en årlig kostnad på 61 mill. kroner. Til sammen gir dette en årlig kostnad på 134 mill. kroner. Dette inkluderer en årlig kostnad av investeringene. For alle tiltakene i tabell 1 utgjør investeringene 751 mill. kroner for de kommunale tiltakene og 156 mill. kroner for landbrukstiltakene.

Figur 1 viser fordelingen av effekter for biotilgjengelig fosfor som til sammen gir en reduksjon i utslippet på 40 %. Dette vil si alle tiltakene med fosforeffekt i tabell 1. Tiltak som reduserer lekkasjer og overløp fra kloakkledninger vil ha en effekt som utgjør 36 % av samlet effekt av biotilgjengelig fosfor. Dette utgjør 14 % av utslippet fra begge sektorer før tiltak. Dersom alle de kommunale tiltakene blir gjennomført, vil dette føre til en reduksjon i biotilgjengelig fosfor på 25 % av utslippet i forhold til i 1990. Dyrkingstiltakene innenfor jordbruket bidrar til en reduksjon i utslippene av biotilgjengelig fosfor på 10 % av utslippet fra begge sektorer før tiltak, mens effekten de tekniske tiltakene innenfor jordbruket utgjør 2 % av utslipp fra begge sektorer i 1990.

## Effekt av tiltak på fosfor

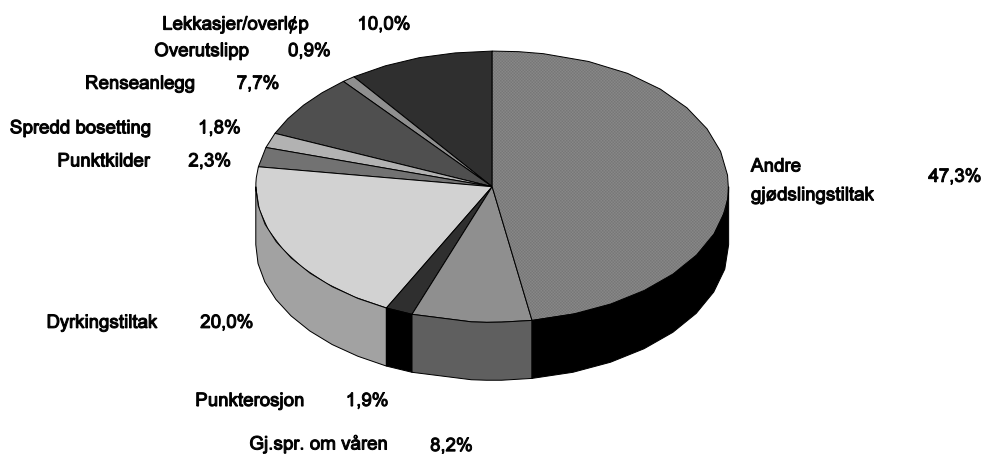
40% P-reduksjon ( bio. P) ; totalt ca. 26 tonn



Figur 1 Fordeling av effekter for reduksjon i utslipp av biotilgjengelig fosfor for å oppnå 40% reduksjon i forhold til 1990-nivået.

## Effekt av tiltak på nitrogen

37% N-reduksjon (tot. N); totalt ca. 890 tonn



Figur 2 Fordeling av effekter for reduksjon i nitrogen for å oppnå 37 % reduksjon i forhold til 1990-nivået

Figur 2 viser fordelingen av effekter for nitrogen som til sammen gir en reduksjon i utslippet på 37 %. Tiltakene for endret gjødsling i jordbruket bidrar til det meste av reduksjonen i utslipp av nitrogen. Tilsammen 56 % av samlet effekt for nitrogen får en gjennom gjødslingstiltakene. Når en regner i forhold til samlet utslipp i 1990, bidrar spredning av all husdyrgjødsel i vekstsesongen til 3 % reduksjon i utslippene. De øvrige gjødslingstiltakene vil medføre 18 % reduksjon i utslippene av nitrogen. Tiltakene innenfor kommunal sektor vil bidra til en reduksjon i utslippene av nitrogen på 8 % i forhold til utslippet i 1990.

# 1 INNLEDNING

## 1.1 Bakgrunn

Det har i mange år både fra sentralt og lokalt hold vært fokusert på forurensnings-situasjonen i Romeriksvassdragene. Dette har medført at både staten og kommune- ne har ytet stor innsats for å bedre på denne situasjonen. Siste markerte innsats fra statens side, der staten både ga økt tilskudd og via egen prosjektleder prøvde å samordne innsatsområdene, var gjennom Miljøpakke Romerike i perioden 1988-1991. Denne "pakkeperioden" er nå avløst av en landsomfattende innsats - Aksjon vannmiljø - som er orientert mot tiltak for å bedre på nærmiljøet mer generelt, f.eks. ved å legge bedre til rette for økt bruk av vassdragene.

I tillegg har staten et eget prosjekt - Handlingsplan Glomma - der de via en planlagt prosjektorganisasjon skal søke å samordne og prioritere tiltak i alle fylkene langs Glomma og Lågen.

Etter hvert som første generasjons tiltak; dvs, åpenbare og gjerne billige tiltak, har blitt gjennomført er tiden kommet til 2. eller 3. generasjons tiltak. Kostnadene ved disse vil ofte være høyere, og det er et større behov for å se på kost - nytte forhold både i et lokalt og regionalt perspektiv, enn det man gjorde tidligere.

Denne rapporten ser tiltak innenfor kommunal sektor og jordbruket i sammenheng. Den bygger på rapporter for sektorene som er utarbeidet ved henholdsvis Avløps-sambandet Nordre Øyeren (ANØ) og Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF). (Nicholls, 1993 og Stalleland, 1993.) I sammenveilingen er det brukt en modell som utvikles ved NILF gjennom prosjektet *Vassdragsvise modeller for redusert utslipp av næringssalter*. Denne modellen beregner den mest kostnads-effektive tiltakspakken ut fra gitte krav til reduksjon i utslipp av fosfor og nitrogen. Reduksjonen i fosforutslipp er beregnet i forhold til biotilgjengelighet.

Prosjektet har vært finansiert av miljøvernavdelingen i Akershus. Formålet med prosjektet er å finne fram til et utvalg av tiltak som til lavest mulig samfunns-økonomisk kostnad reduserer utslipp til Romerikevassdragene.

## 1.2 Områdeinndeling

Romerike er i analysen delt inn i 14 hydrologiske statistikkområder. Analysen omfatter de områdene som har drenering til et område avgrenset av Minnesund og Funnefossen i nord, og Øyerens utløp i syd (resipientområde 0122) med unntak av de delene som hører til Trøgstad kommune i Østfold. Figur 3 viser områdeinndelingen.

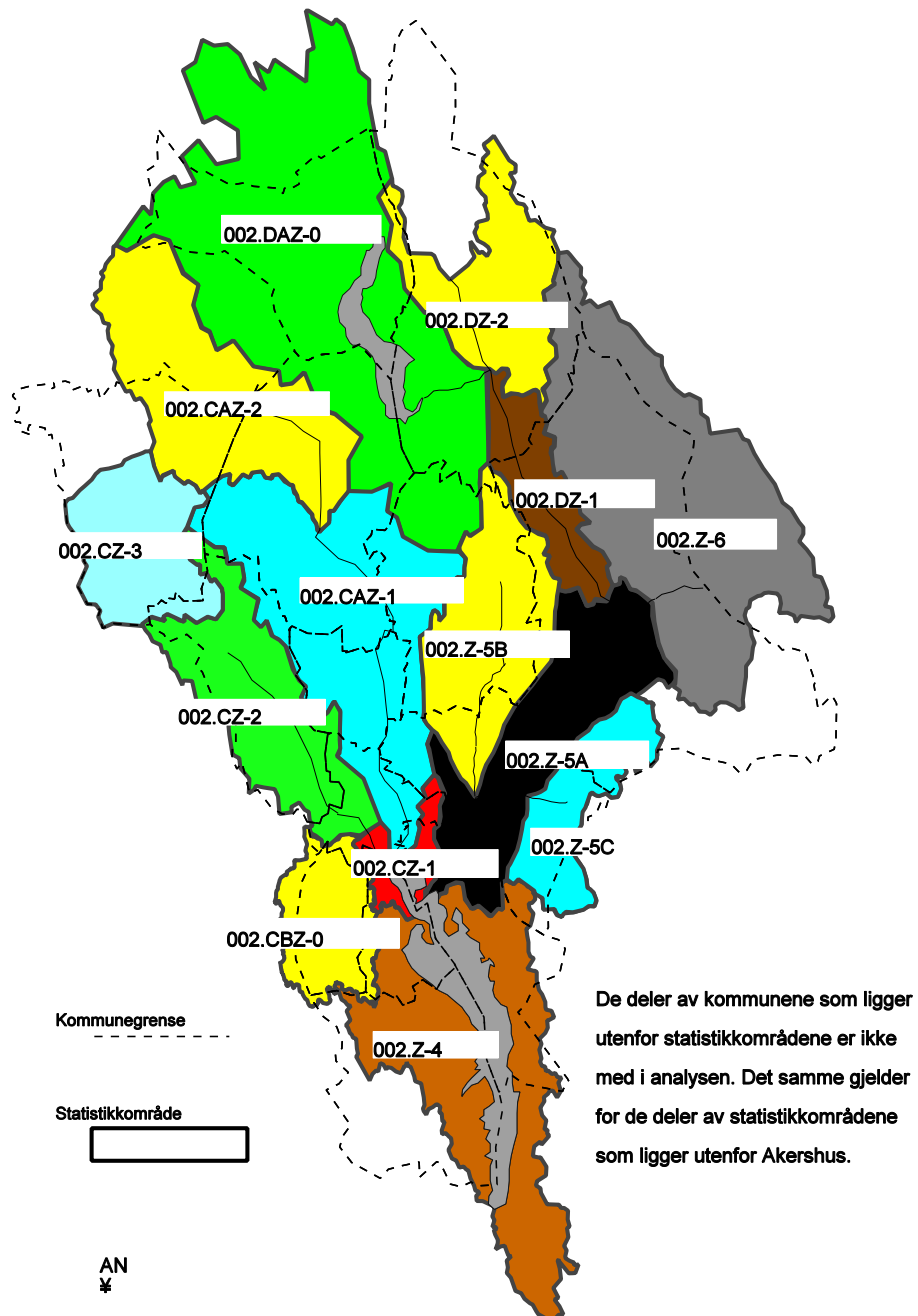
Følgende kommuner inngår helt eller delvis i det området som her blir behandlet: Eidsvoll, Enebakk, Fet, Gjerdrum, Hurdal, Lunner, Lørenskog, Nannestad, Nes, Nittedal, Rælingen, Skedsmo, Sørum og Ullensaker.

Aurskog-Høland, som også er en del av Romerike, tas ikke med i denne sammenheng fordi avrenning fra denne kommunen går til Haldenvassdraget. Lunner er en del av Hadeland, men en har i denne analysen tatt med den delen som har drenering til Nitelva (Harestua).

Figur 3 viser de ulike statistikkområder som inngår i analysen. De har i omtalen nedenfor følgende navn:

<u>Hydr.stat</u>	<u>Vassdrag</u>
002.Z-4	Øyeren
002.CAZ-1	Leira
002.CAZ-2	Maura
002.CBZ-0	Fjellhamarvassdraget
002.CZ-1	Svellet
002.CZ-2	Nitelva
002.CZ-3	Harestua
002.Z-5A	Glomma
002.Z-5B	Rømua
002.Z-5C	Åa
002.DAZ-0	Hurdalsvassdraget
002.DZ-1	Vorma
002.DZ-2	Eidsvoll
002.Z-6	Skarnes

# Områdeinndeling



Figur 3 Områdeinndeling

### 1.3 Oversikt over tiltakene

Følgende tiltak benyttes for å redusere utslipp fra renseanleggene:

- A1 Edb-basert driftskontroll.
- A2 Økt driftsstabilitet.
- A3 Lokalt reservedelslager.
- A4 Nitrogenfjerning på RA-2.

Tiltak for å redusere lekkasjer fra ledningsnettene omfatter:

- B1 Utbedring av ledninger.
- B2 Sanering av fremmedvanninntak.

Tiltak for å redusere overløpsdriften på ledningsnettene (tiltaksgruppe C) og utslipp fra boliger ikke tilknyttet renseanlegg (D og E) omfatter:

- C0 Overløpsdelen av tiltak B1.
- C1 Bedre overløpstyper.
- D1 Tilknytning til boliger.
- E1 Bedret rensing av spredt bosetting.

Tiltak mot punktutslipp fra jordbruket omfatter:

- F1 Utbedring av gjødsellager.
- F2 Utbedring av silo.
- F3 Forskriftsmessige planeringsfelt.
- F4 Hydrotekniske tiltak.

Tiltak som innebærer dyrkingsmessige endringer på arealer med åpen åker omfatter:

- G1 Alternative vekster på bratte åkerareal.
- G2 Direktesåing.
- G3 Vårharving.
- G4 Vårpløying.
- G5 Høstharving.
- G6 Fangvekster.
- G7 Høstkorn.

Tiltak som betinger endret gjødslingsstrategi omfatter:

- H1 Gjødsling etter plan.
- H2 Redusert gjødslingsintensitet.
- H3 Spredning av all husdyrgjødsel i vekstsesongen.

Det er i alt 24 ulike tiltak.

## 2 FORURENSNINGSKILDER

### 2.1 Utslipp fra befolkning

En detaljert oversikt over utslipp fra befolkningen er gitt av Nicholls (1993). Her vil det bli gjengitt noen av hovedtallene for utslipp.

Informasjon om bosetting, avløpsforhold etc. som rapporten baserer seg på, er hentet fra siste folke- og bolig telling, samt fra ANØ's egen oversikt. Fordelingen av informasjonen på vassdragsområder er i mange tilfeller gjort skjønnsmessig. Tallmaterialet må derfor også tolkes med et visst rom av usikkerhet. Usikkerheten i tallmaterialet fra folke- og bolig tellingen må også tas i betraktning. Vi tror imidlertid at disse usikkerhetene primært berører de absolutte størrelser og ikke de relative forhold mellom områdene.

Ifølge folke- og bolig tellingen fra 1990 skal det være bosatt ca. 181000 personer innenfor det geografiske området denne rapporten omhandler. Av disse skal ca. 175000 ha innlagt vannklosett. Ifølge kommunene er totalt ca. 145000 personer knyttet til renseanleggene.

Befolkningen antas pr. 1990 å tilføre vassdragene ca. 44 tonn totalfosfor (P) og ca. 728 tonn nitrogen (N). Av dette slippes ca. 5,5 tonn P og ca. 435 tonn N ut av renseanleggene. Resten tilføres på grunn av overløp/løkkasjer og fra bosetting ikke tilknyttet renseanleggene. Ved beregning av forurensningsproduksjon antas det at 1 person produserer (skiller ut) 1,8 g P pr. døgn og 12 g N pr. døgn.

Den største samlede bosettingen og tilknytningen finnes i området Lørenskog/Skedsmo/Rælingen/Nittedal, dvs. i området til Nitelva, Sagelva og Svellet. Siden kloakkrenseanlegget RA2 betjener en stor del av dette området, og RA2 har utslipp til statistikkområdet Svellet, vil ikke utslippet fra bosettingen i RA2-kommunene komme til de statistikkområdene de egentlig tilhører, men til Svellet. I analysen er utslippene beregnet i forhold til bostedsområde.

Av de ca. 35000 personene som ikke er tilknyttet renseanlegg i dag, antar vi at ca. 11000 kan eller bør kunne tilknyttes. Den største andelen av disse er lokalisert til statistikkområdene Leira, Glomma og Hurdalsvassdraget. Samlet utslipp fra denne bosettingen er beregnet til ca. 6,8 tonn fosfor og ca. 48 tonn nitrogen. Det er tatt utgangspunkt i at ca. 95 % av P og ca. 100 % av N produksjonen tilføres vassdrag.

Med spredt bosetting menes det her den gruppen boliger som både i dag har, og som også i fremtiden vil ha, separate utslipp. Antall boliger (eller personer) fremkommer av differansen mellom total bosetting, antall tilknyttet og antall som

kan tilknyttes. Dette utgjør da ca. 25000 personer. Av disse har 18-19000 innlagt WC. Også her er det størst andel i statistikkområdene Leira, Glomma og Hurdalsvassdraget.

Totalt utslipp fra spredd bosetting er beregnet til ca. 11 tonn P og ca. 96 tonn N. Eksisterende rensegrad er differensiert ut fra hvorvidt boligen har innlagt WC eller ikke. For dem som har innlagt WC er rensegraden satt til 20 % for P og til 10 % for N. For dem som ikke har innlagt WC er rensegraden 50 % for P og 20 % for N.

## 2.2 Jordbruk

De enkelte koeffisienter for utslipp av nitrogen og fosfor fra jordbruket er gjennomgått av Stalleland (1993). Her gjengis hovedtall for Romerike. Jordbruket i området består av 71000 daa eng og 459000 daa åpen åker. Det er beregnet et samlet utslipp fra jordbruket på 145 tonn totalfosfor og 1680 tonn nitrogen. Dette inkluderer bakgrunnsavrenning fra jordbruksarealene. Bakgrunnsavrenningen blir vanligvis regnet å tilsvare avrenningen fra skogsmark.

Opplysninger om tilstanden for punktkilder er samlet inn gjennom registreringer av forurensningstilstanden utført av landbrukskontorene. I gjennomsnitt er 63 % av både gjødsellagre og silo- og pressaftanlegg antatt å være tette. Tilførsler til vassdragene er basert på koeffisientene som er utarbeidet av Berge & Lundekvam (1989).

Opplysninger om gjødsling og jordarbeiding er hentet fra utvalgstillingen til SSB. I 1990 ble 72 % av husdyrgjødsel spredt i vekstsesongen. Vinteren 1990/91 var det 14% av åkerarealet som enten overvintret i stubb eller som var tilsådd med høstkorn.

Ved beregning av fosforavrenning fra arealer med åpen åker, er det i utgangspunktet regnet en avrenning på 200 g P pr. daa. Avrenningen er på arealer som overvintret i stubb, multiplisert med en faktor på 0,6 og på arealer som var tilsådd med høstkorn, multiplisert med en faktor på 0,9. Det er videre tatt hensyn til andel av planert areal ved at avrenningen her er multiplisert med en faktor på 2,5. Basert på opplysninger fra fylkeslandbrukskontoret for Oslo og Akershus, er det regnet med at det er utført planering for et areal tilsvarende 30 % av åkerarealet på Romerike. Fosforavrenningen som er brukt er noe høyere enn de avrenningskoeffisientene som har vært vanlig å bruke, da de beregnete utslippene ellers ville ha blitt lavere enn de målinger i vassdragene viser.

Nitrogenavrenningen fra jordbruksarealer er beregnet ved hjelp av avrenningsfunksjoner som er basert på arbeidene til Uhlen & Lundekvam (1988) og som bl.a



er brukt i SIMJAR-modellen (Høie et. al., 1990). Her er nitrogenavrenningen gitt som en funksjon av nitrogengjødslingen. Ved en gjødsling til korn på 11 kg N per dekar gir disse funksjonene en avrenning på 2,8 kg N per dekar.

Avrenning som skyldes at husdyrgjødsel spres utenom vekstsesongen og mangler ved planeringsfelt og ved hydrotekniske anlegg, holdes utenfor den generelle arealavrenningen. Denne "spesielle" arealavrenningen knyttes til tiltakene for disse manglene.

Ved spredning av husdyrgjødsel utenom vekstsesongen er det regnet med at 1,5 % av fosforet og 20 % av nitrogenet tapes til vassdrag.

Det er forutsatt at 60 % av de planerte arealene har mangler og at avrenningen som skyldes disse manglene er 100 g P pr. daa og 200 g N pr. daa. Av det arealet som ikke er planert er det forutsatt at 30 % har hydrotekniske mangler og at avrenning som følge av dette er 20 g P pr. daa og 40 g N pr. daa. Andelen av areal med mangler er satt på grunnlag av registreringene av forurensninger på enkeltbruk, men da disse ennå ikke er fullstendige har vi ikke funnet grunnlag for å foreta en nærmere differensiering etter områder.

### **2.3 Andre kilder**

I tillegg til kommunal sektor og jordbruk mottar vassdragene tilførsler bl.a. fra industri ikke tilknyttet renseanlegg, forurenset overvann fra tettbygde strøk, sigevann fra søppelfyllplasser og naturlig bakgrunnsavrenning fra skog, samt nitrogentilførsler direkte fra lufta ( $\text{NO}_x$ ). Total årlig transport av fosfor og nitrogen til Øyeren har iflg. målinger variert mellom 400-600 tonn P og 10000-14000 tonn N de siste 4 år.

Den beregnede avrenningen er sammenliknet med målinger i vassdragene. Holtan & Åstebøl (1991) anslår avrenning for naturområder i erosjonsutsattede områder til mellom 10 og 20 kg P pr.  $\text{km}^2$ . Vi har regnet med en avrenning fra skogarealer m.v. på 15 kg P per  $\text{km}^2$  og med et anslag for elveerosjon på 40 tonn fosfor for Leira (statistikkområdene Leira og Maura) og 5 tonn fosfor for Rømua, samt beregnet utslipp fra befolkning. For disse to elvene er det med disse koeffisientene beregnet en fosfortransport som omtrent tilsvarer målinger i vassdragene i perioden 1988 til 1991. For Nitelva er det ikke regnet noe elveerosjon og det er her beregnet noe høyere fosfortransport enn det målingene viser.

## 2.4 Biotilgjengelighet

I analysen velges tiltakene ut fra effekten for biotilgjengelig fosfor. Tabell 2 viser den biotilgjengeligheten som er brukt for de enkelte kildene. For utslippene fra landbruket er det brukt koeffisienter som er funnet av Berge & Källqvist (1990).

Tabell 2 *Biotilgjengelighet for fosfor i analysen for Romerike.*

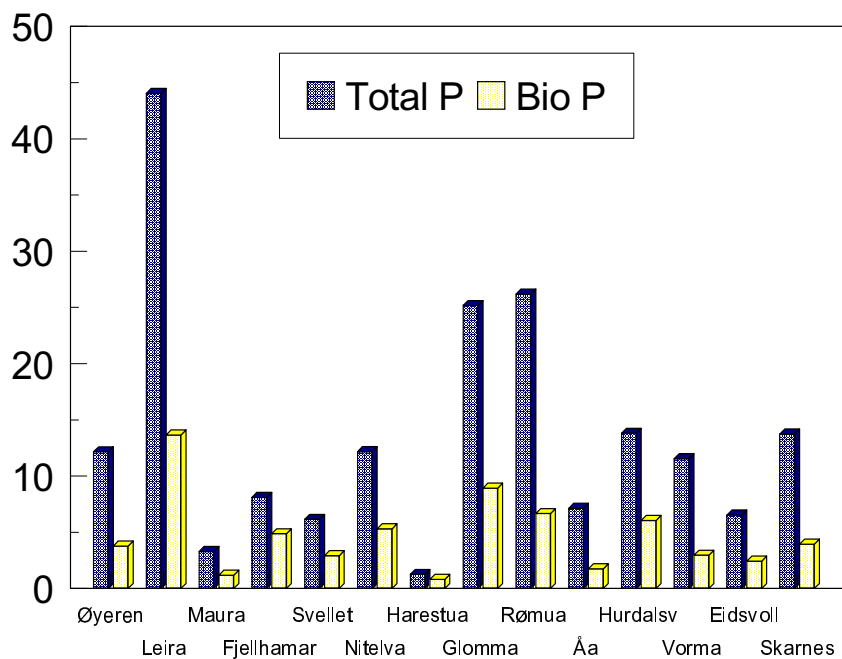
Forurensningskilde	Biotilgjengelighet i % av totalfosforet.
Utslipp fra renseanlegg	50
Annet utslipp fra befolkning som tilknyttes renseanlegg	70
Utslipp fra befolkning som ikke kan tilknyttes renseanlegg	90
Utslipp fra gjødselekjellere	79
Utslipp fra siloanlegg	59
Avrenning fra eng	60
Avrenning fra åpen åker	20
Avrenning fra høstspredt husdyrgjødsel	63
Erosjon fra planeringer og andre hydrotekniske mangler	20

Det er totalt for Romerike beregnet et utslipp på ca. 65 tonn biotilgjengelig fosfor før tiltak. Figur 4 viser utslipp av total fosfor og biotilgjengelig fosfor før tiltak fordelt på områder.

# Fordeling av fosforutslipp før tiltak

Befolkning og jordbruk

Tonn P (tot.P eller bio.P)



Figur 4 Utslipp av fosfor før tiltak



### 3 KOSTNAD OG NYTTE VED TILTAKENE

#### 3.1 Forutsetninger

Analysen er gjennomført ut fra en overordnet innfallsvinkel, der det ikke foreligger detaljkunnskap om flere aspekter ved de enkelte forurensningskildene og tiltakene. Det anvendes derfor i stor grad generelle betraktninger og erfaringer basert på så mye lokalkunnskap som praktisk mulig.

For å kunne sammenlikne investeringer med forskjellig levetid er det beregnet en årlig kostnad med en rentefot på 7 % etter formelen:

$$\text{Årskostnad} = \frac{\text{Investering} \cdot \text{CDOT} \cdot (1 + 0,07)^{\{\text{år}\}}}{\{(1 + 0,07)^{\{\text{år}\}} - 1\}} \cdot \text{OVER}$$

år vil si hvor mange år en antar at investeringen har nytte (levetiden).

Årlig nettokostnad er beregnet slik:

$$\begin{array}{r} \text{Årlig kostnad av investeringer} \\ + \text{ Økte driftskostnader} \\ - \text{ Reduserte driftskostnader} \\ \hline = \text{ Årlig nettokostnad} \end{array}$$

Inntektstap som skyldes avlingsnedgang regnes her som en kostnad.

#### 3.2 Kommunaltekniske tiltak

##### 3.2.1 Tiltak i renseanlegg

###### A1 Edb basert driftskontroll

Investeringene ved tiltaket kommer i gjennomsnitt på 1,1 millioner kroner pr. renseanlegg. Levetiden settes til 10 år. Driftskostnadene antas å øke med 0,17 mill. kroner pr. anlegg og det kan spares 0,11 mill. kroner pr. anlegg ved mindre tilsyn. Den årlige nettokostnaden er ut fra dette beregnet til 0,217 mill. kroner pr. renseanlegg. Tiltaket gjennomføres på 18 anlegg med tilknytning nær eller over 2000 personer. Tiltaket er beregnet til å gi en effekt på et redusert utslipp av fosfor og nitrogen på 5 % av overutslipp på renseanlegg og 10 % redusert overløp på ledningsnett. For RA-2 området er effekten satt til det halve av dette pga. at deler av tiltaket er gjennomført.

#### A2 Økt driftsstabilitet på renseanlegg

Det beregnes en årlig nettokostnad for alle renseanlegg på 1,7 mill. kroner. Effekten beregnes ut fra en økning i rensegrad fra renseanleggene på 2 %.

#### A3 Lokalt reservedelslager

Det beregnes årlig nettokostnad for hele Romerike på 0,8 mill. kroner. Tiltaket antas å redusere overutslippet i renseanleggene med 20 %.

#### A4 Nitrogenfjerning på RA-2

Det er antatt at investeringene ved bygging av nitrogentrinn kommer på 80 millioner kroner. Levetiden settes til 20 år. Det antas at ved gjennomføring av andre tiltak, bl.a. sanering av fremmedvanninntak, vil innkommende vannmengde kunne reduseres med 20 %. Behandlingskostnaden vil da være 12 mill. kroner pr. år. Dette gir en årlig nettokostnad på 19 mill. kroner. Effekten beregnes ut fra at rensegraden økes med 45 prosentenheter for nitrogen (dvs. fra 15 % rensing til 60 % rensing).

### *3.2.2 Tiltak på ledningsnett*

#### B1 Utbedring av ledningsnett

Kostnaden beregnes for hvert område i forhold til størrelsen på ledningsnett. For hele Romerike er det beregnet et investeringsbehov på 340 mill. kroner. Levetiden er satt til 40 år. Tiltaket antas å redusere driftskostnadene til pumping og rensing med 1 mill. kroner. Effekten beregnes som en reduksjon i lekkasjene/ overløp på nettet på 10 prosentenheter.

#### B2 Sanering av fremmedvanninntak

Tiltaket antas å være samfunnsøkonomisk lønnsomt. Det beregnes derfor ingen kostnad i modellen. Det er beregnet effekter for hvert område og til sammen gir dette en reduksjon i utslippene på 0,055 tonn fosfor og 2,64 tonn nitrogen.

#### C1 Bedre overløpstyper

Tiltaket omfatter 30 overløpspunkter. Årlig nettokostnad ved tiltaket er ut fra en levetid på 40 år beregnet til 0,04 mill. kroner pr overløp. Det antas at tiltaket vil føre 50 % av dagens overløpsmengder videre til renseanlegg. På grunn av lekkasjer i ledningsnett og ufullstendig rensing i renseanleggene vil imidlertid den samlede nytte bli lavere.

### 3.2.3 Tiltak for boliger som ikke er tilknyttet renseanlegg

#### D1 Tilknytning av boliger

Den årlig nettokostnaden er beregnet til kr 2480 pr. personekvivalent (p.e.) som tilknyttes ledningsnett. Levetiden er da satt til 40 år. Effekten beregnes ut fra de koeffisienter som brukes for personer tilknyttet renseanlegg i de enkelte områdene.

#### E1 Bedre rensing av spredt bosetning

Tiltaket omfatter bygging av minirensesanlegg. Levetiden er satt til 20 år. Netto årlig nettokostnad er beregnet til 30 mill. kroner for hele Romerike.

## 3.3 Jordbrukstiltak

### 3.3.1 Tekniske tiltak

Tabell 3 viser brutto kostnader ved de tekniske tiltakene. Verdien av gjødsel og pressaft som spres på jorda, trekkes fra disse kostnadene.

Tabell 3 *Brutto kostnader ved tekniske tiltak. Kr pr. bruk*

Tiltak	Investering	Årlig kostnad av investering	Andre årlige kostnader	Brutto årlig kostnad
F1 Utbedring av gjødsellager	73 500	5 924		5 924
F2 Utbedring av silo	35 500	3 351	1 000	4 351
F3 Forskriftsmessige planeringsfelt F4 Hydrotekniske tiltak	42 500	3 426	1 283	4 709

For tette gjødsellagre blir det regnet med at 0,45 % av nitrogeninnholdet og 0,075 % av fosforinnholdet i gjødsellageret tilføres vassdragene. For tette siloanlegg blir det regnet med at 4,5 % av nitrogeninnholdet og 3 % av fosforinnholdet når vassdragene. Effekten av tiltakene beregnes ut fra forskjellen mellom beregnet lekkasje og disse utslippene.

Kostnaden ved forskriftsmessige planeringsfelt og andre hydrotekniske anlegg er beregnet ut fra at hvert bruk i gjennomsnitt har 80 daa med mangler og at det anlegges grasdekte vannveier. Det er antatt at andre hydrotekniske tiltak har omtrent samme kostnad. Effekten ved utbedring er en reduksjon i avrenning på 100 g P pr. daa og 200 g N pr. daa for planeringsfelt og 20 g P pr. daa og 40 g N pr. daa for andre arealer.

### 3.3.2 Dyrkingsmessige tiltak

Denne gruppen omfatter tiltak som utføres på arealer med åpen åker. For Romerike er dette for det meste kornarealer. Tiltak *G1 Alternative vekster på bratte åkerarealer* forutsetter at de etableres varig eng på de aktuelle arealene. Tiltakene G2-G5 betinger at det ikke pløyes om høsten. Tiltak *G6 Fangvekster* forutsetter at det såes en bunnvekst (raigras) sammen med kornet. Denne blir stående å ta opp næringsalter fra jorden etter at kornet er høstet. Tiltak *G7 Økt bruk av høstkorn* gjelder økning i høstkornarealet i forhold til 1990.

Tabell 4 viser kostnader og effekter ved arealtiltakene. Effekten for *Alternative vekster på bratte åkerarealer* blir regnet som forskjellen i avrenningskoeffisient for åker og eng. For *direktesåing* er det inkludert en årlig kostnad av investering i direktesåmaskin. Denne investeringen utgjør kr 300 pr. daa. For *vårpløying* og *økt bruk av høstkorn* er det lagt inn en ikke-lineær kostnad i modellen. Dette er det gjort nærmere rede for i rapporten for landbruksdelen (Stalleland, 1993).

Tabell 4 Kostnader og effekt ved arealtiltak

Tiltak	Årlig kostnad. Kr pr. daa	Effekt. % red.avr. NITROGEN	Effekt. % red.avr. FOSFOR
G1 Altern. vekster på bratte åkerarealer	205	*	*
G2 Direktesåing	84	10	49
G3 Vårharving	53	10	40
G4 Vårpløying	$g(x)$ **	10	46
G5 Lett høstharving	27	10	24
G6 Fangvekster	140	25	10
G7 Økt bruk av høstkorn	$h(x)$ **	20	10

\*) Effekten for tiltaket beregnes som forskjell mellom avrenningskoeffisient for åker og eng

\*\*\*) Ikke-lineære kostnader for  $0 \leq x \leq 1$ , der  $x$  er gjennomføringsgrad

$$\text{Vårpløying: } g(x) = -23x^3 + 69x^2 - 21x$$

$$\text{Høstkorn: } h(x) = -45x^3 + 165x^2 - 50x + 3$$

### 3.3.3 Endring i gjødsling

#### H1 Gjødsling etter plan

Det er antatt at *gjødsling etter plan* er samfunnsøkonomisk lønnsomt. Effekten av tiltakene beregnes ut fra at gjødslingen reduseres til 11 kg N pr. daa for kornarealer. I 1990 ble det for enkelte områder gjødslet med opp til 13 kg N pr. daa til korn.



### H2 Redusert gjødslingsintensitet

Kostnadene ved tiltaket beregnes ut fra den avlingsnedgangen en får ved nedgang i gjødslingsintensitet fratrukket sparte gjødselkostnader. Effekten beregnes ved hjelp av avrenningsfunksjonene.

### H3 Spredning av all husdyrgjødsel i vekstsesongen

Den årlige bruttokostnaden ved tiltaket er satt til kr 6,50 pr. kg av den nitrogenmengden som spres utenom vekstsesongen. Denne kostnaden omfatter en årlig kostnad av investeringer ved utvidelse av gjødsellager og avlingstap ved utsatt såtid og kjøreskader ved spredning om våren. Investeringen utgjør totalt for Romerike 29 mill. kroner. Verdien av gjødsel som plantene tar opp trekkes fra dette.

## **3.4 Oversikt over kostnadseffektivitet**

Tabell 5 viser gjennomsnittlig kostnadseffektivitet (kost/nytte-forhold) for de ulike tiltakene. For de kommunale tiltakene er det regnet kostnader og effekter på bakgrunn av opplysningen foran. For landbrukstiltakene er det tatt utgangspunkt i en avrenning fra kornarealer på 200 g fosfor pr. daa og 2,8 kg nitrogen pr. daa. I modellen er det brukt en ikke-lineær kostnad for vårpløying. I tabell 5 er det brukt en kostnad på 36 kr pr. daa for vårpløying, som tilsvarer en avlingsnedgang på 5 %. Økt bruk av høstkorn og tiltakene for endring i gjødsling er ikke med i tabellen da kostnaden ved disse er sterkt avhengig av omfanget av tiltakene og utslag i avlingene.

## **3.5 Nærmere om modellen**

Modellen som brukes i beregningene, finner fram til den kombinasjonen av tiltak som oppfyller kravene til reduksjon i utslipp til en lavest mulig kostnad. Denne kombinasjonen kalles en tiltakspakke.

Det tas hensyn til samspill mellom de ulike tiltakene. Når det gjøres tiltak på ledningsnett m.v. vil en få større mengder med næringsalter inn på renseanleggene. Da vil tiltak som øker rensegraden i anleggene ha en større effekt enn uten at tiltak på ledningsnett gjennomføres, slik at tiltakene i renseanleggene får en bedre kostnadseffektivitet. Dette gjelder f.eks. for utbygging av nitrogentrinn på RA-2. Utbedring av ledningsnett og tilknytning av nye personer i området bedrer kostnadseffektiviteten ved utbygging av nitrogentrinn.

Det er videre tatt hensyn til samspill mellom tiltakene *C1 Bedre overløpstyper* og *B1 Utbedring av ledningsnett*. For øvrig er det brukt lineære funksjoner innenfor hvert av de kommunale tiltakene.

For jordbrukstiltakene vil gjennomføring av flere tiltak samtidig, gi mindre effekt enn summen av effektene ved å gjennomføre tiltakene enkeltvis. Når nitrogen-gjødslingen reduseres, vil en få lavere effekt for nitrogenavrenningen av de dyrkingsmessige tiltakene. Dette tas hensyn til i modellen. For jordbrukstiltakene er det videre brukt ikke-lineære funksjoner for effekter av de fleste tiltakene, samt for kostnader ved enkelte av tiltakene.

Tabell 5 Gjennomsnittlig kostnadseffektivitet for de ulike tiltakene, Kr pr. kg.

TILTAK	Bio fosfor	Tot fosfor	Tot nitrogen
A1 EDB basert driftskontroll	7443	4268	664
A2 Økt driftsstabilitet	2098	1049	156
A3 Lokalt reservedelslager	2179	1525	256
A4 Nitrogenfjerning på RA-2	0	0	202
B1 Utbedring av ledningsnett	3024	2837	2576
B2 Sanering av fremmedvanninntak	-4543	-4543	-95
C1 Bedre overløpstyper	580	406	357
D1 Tilknytning av boliger	9082	6357	7254
E1 Bedre rensing av spredt bosetting	5984	5385	3770
F1 Utbedring av gjødsellager	3720	2939	110
F2 Utbedring av siloanlegg	3560	2100	280
F3 Forskriftsmessig planeringsfelt	2944	589	294
F4 Andre hydrotekniske tiltak	14700	2940	1470
G1 Altern. vekst på åkerareal	20500	1367	205
G2 Direktesåing	4286	857	300
G3 Vårharving	3213	663	189
G4 Vårpløying	1957	391	128
G5 Lett høstharving	2813	563	96
G6 Fangvekster	35000	7000	200

#### 4 RESULTATER

#### 4.1 Tiltakspakker

Tabell 6 viser tre ulike tiltakspakker. Tiltakspakkene bestemmes ved hjelp av krav til reduksjon i utslipp av biotilgjengelig fosfor og totalt nitrogen. For å kunne sammenlikne, er alternativ 1 valgt slik at den marginale kostnaden (=skyggepris) er omtrent den samme som i alternativ 3 i analysen for landbruksdelen (Stalleland, 1993). Alternativ 2 er valgt slik at kravet til redusert utslipp av nitrogen er så strengt at det neste tiltaket som ville komme med, er utbygging av nitrogentrinn på RA-2. Kravet til reduksjon i utslippene i alternativ 2 settes ut fra dette til 30 % både for nitrogen og biotilgjengelig fosfor. Nitrogenkravet i alternativ 3 er valgt slik at utbygging av nitrogentrinn på RA-2 kommer med, også ved dagens vannmengder på anlegget. Kravet til reduksjon i biotilgjengelig fosfor er i dette alternativet satt til 40 %.

Det antas at alternativ 3 vil oppfylle en målsetting om å redusere utslippene av fosfor med 50 % fra 1985. En tilsvarende målsetting for nitrogen synes vanskelig å oppnå ved de tiltakene som er definert her.

*Total årlig nettokostnad* (senere kalt årlig kostnad) er årlig kostnad av investeringer (jfr. avsn. 3.1) pluss økte driftskostnader fratrukket reduserte driftskostnader for alle områder og tiltak som er med i tiltakspakken. *Marginal kostnad* er kostnaden ved den siste kg av h.h.v. biotilgjengelig fosfor og totalt nitrogen som kommer med i alternativet.

Tabell 6 Oversikt over alternative tiltakspakker

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Krav til red. i bio. fosfor	20 %	30 %	40 %
Krav til red. i tot. nitrogen	25 %	30 %	37 %
Beregnet red. i tot. fosfor	22,7 %	32,8 %	36,8 %
Total årlig nettokostnad, millioner kroner	37	73	134
Marginal kostnad, kroner pr. kg <b>bio. fosfor</b>	2382	5119	6416
Marginal kostnad, kroner pr. kg <b>tot. nitrogen</b>	109	142	162

Tabellene 7, 8 og 9 viser sammenveid gjennomføring, årlig kostnad og effekt for hvert av alternativene. For de kommunale tiltakene og de tekniske tiltakene innenfor landbruket viser tabellene prosent nødvendig gjennomføring av tiltaket for å oppnå de ulike målsettingene. For de dyrkingsmessige tiltakene (tiltaksgruppe G) viser tabellene hvor stor del av arealet med åpen åker som omfattes av tiltaket. For tiltak *H2 Redusert gjødslingsintensitet* viser tabellene hvor mange prosent gjødslingen reduseres med.

Ved sammenveining av kommunaltekniske tiltak er statistikkområdene vektet etter effekt på fosforutslippet. For de tekniske tiltakene i jordbruket er områdene vektet etter utslipp av nitrogen, og for de dyrkingsmessige tiltakene og tiltakene som betinger endring i gjødsling, er områdene vektet etter areal.

Effektene er i disse tabellene nettoeffekter for hvert tiltak. Samspilleffekter er lagt inn i tabellene slik at effektene av et tiltak er regnet etter at tiltak som står tidligere i tabellen er gjennomført. For eksempel gjelder de effektene som er beregnet for utbedring av ledningsnett etter at det er gjennomført tiltak i renseanleggene, og effekter av gjødsling etter plan er beregnet etter at de dyrkingsmessige tiltakene i jordbruket er gjennomført.

Det legges til grunn for alle alternativene at tiltakene *B2 Sanering av fremmedvanninntak* og *H1 Gjødsling etter plan* gjennomføres fullt ut da tiltakene er samfunnsøkonomisk lønnsomme (har negativ kostnad).

For å oppnå næringssaltreduksjonene i **Alternativ 1** (tabell 7), må de kommunale tiltakene *A2 Økt driftsstabilitet på renseanlegg* og *A3 Lokalt reservedelslager* gjennomføres 100 %. Tiltak *A1 EDB-basert driftskontroll* kommer med der det har forholdsmessig best effekt, og har en gjennomføring på 27 %, regnet av maksimal reduksjonen i utslipp av biotilgjengelig fosfor ved tiltaket. Tiltak *C1 Installerings av bedre overløpstyper på nettet* må gjennomføres i alle områder med unntak av Maura. Tiltak *B1 Utbedring av ledningsnett* i Fjellhamarvassdraget er det marginale tiltaket for fosforreduksjon i dette alternativet og kommer ut med 75 % gjennomføring i dette vassdraget. Tiltaket er ikke med for noen av de andre vassdragene. Likevel utgjør dette 20 % av effekten for tiltaket samlet sett.

Av jordbrukstiltakene må *H3 Spredning av all husdyrgjødsel i vekstsesongen* ha en gjennomføringsgrad på 100 %, og tiltak *F1 Utbedring av gjødsellagre* kommer også ut med tilnærmet full gjennomføring. Videre må 59 % av alle siloanlegg som hadde lekkasjer i 1990, utbedres (tiltak F2). Tiltakene med arealer i stubb, *G2 direkteåsing*, *G3 vårharving* og *G4 vårpløying*, må gjennomføres på til sammen 30 % av arealet med åpen åker. I tillegg kommer *G5 høstharving* på 17 % av åkerarealet, *G6 fangvekster* på 1 % av åkerarealet og *G7 økt bruk av høstkorn* på 13 % av åkerarealet. Tiltak *G1 Overgang til eng på bratte åkerarealer* kommer ut på 3 % av åkerarealet. 56 % av planeringsfeltene med mangler skal utbedres i dette alternativet. Tiltak *H2 Redusert gjødslingsintensitet* kommer ut med en reduksjon i gjødsling til 9 kg N pr. daa på kornarealer.

Tabell 7 Alternativ 1. Gjennomføring, årlig kostnad og effekt for tiltakene ved 20% reduksjon i utslipp av bio-P og 25% reduksjon i utslipp av N.

		Gjennomføring Kostnad		Effekt	Effekt
		prosent	mill. kr.	tonn bio P	tonn tot-N
A1	EDB-basert driftskontroll,	27	0,43	0,14	1,45
A2	Økt driftsstabilitet	100	1,7	0,77	10,28
A3	Lokalt reservedelslager	100	0,8	0,62	5,39
B1	Utbedring av ledningsnett	20	3,53	1,31	2,16
B2	Sanering av fremmedvanninnt.	100		0,06	2,64
C1	Bedre overløpstyper	99	1,12	2,39	4,03
F1	Utbedring av gjødsellager	99	1,95	0,53	17,74
F2	Utbedring av siloanlegg	59	0,47	0,15	1,93
F3	Forskr.messig planeringsfelt	56	2,76	1,20	12,04
G1	Altern. vekst på åkerareal	3	2,76	0,41	22,13
G2	Direktesåing	1	0,45	0,20	1,72
G3	Vårharving	8	2,06	1,01	10,79
G4	Vårpløying	20	0,83	2,19	20,68
G5	Lett høstharving	17	2,05	1,04	18,14
G6	Fangvekster	1	0,38	0,03	2,92
<b>G7</b>	<b>Økt bruk av høstkorn</b>	<b>13</b>	<b>0,52</b>	<b>0,40</b>	<b>33,72</b>
H1	Gjødsling etter plan	100			142,49
H2a	Redusert intensitet, eng	16	2,33		31,48
H2b	Redusert intensitet, åker	19	11,92		187,27
H3	Spred. av husdyrgj. i veksts.	100	0,78	0,61	73,15

For tiltaksgruppene A til og med F og tiltakene H1 og H3 er gjennomføring av tiltaket regnet i prosent av mulig gjennomføring av tiltakene. For tiltaksgruppe G er gjennomføring regnet i prosent av areal med åpen åker. For tiltak H2 angir gjennomføringen prosent reduksjon i gjødsling.

Av enkelttiltak er det tiltaket *bedre overløpstyper* som har størst effekt for reduksjon i biotilgjengelig fosfor i dette alternativet. *Vårpløying* bidrar til den største effekten for biotilgjengelig fosfor av jordbrukstiltakene. *Redusert gjødslingsintensitet* bidrar til den største effekten for nitrogen. Gjennomføring av dette tiltaket er avhengig av at en kan sette inn virkemidler som senker nivået på økonomisk optimal gjødsling (f.eks. ved avgift) eller at det innføres kvoter på handelsgjødsel, og at slike virkemidler også gjennomføres i tilgrensende områder eller det gjennomføres andre tiltak som ikke fører til at det blir kjøpt inn gjødsel på andre områder. Gjennomføring av tiltaket er derfor noe usikker. Dessuten vil full effekt av tiltaket først vises etter en del år. Av de kommunale tiltakene som er med i alternativ 1 bidrar *økt driftsstabilitet*, dvs. en økning av rensegraden på alle renseanlegg fra 15 % til 17 % for nitrogen, til den største effekten for nitrogen.

I **alternativ 2** (tabell 8) kommer tiltaket *A1 EDB-basert driftskontroll* med for flere av områdene, slik at en oppnår gjennomføring på 62 %. Tiltak *C1 Installerings av bedre*

overløpstyper på nettet må gjennomføres i alle områder. Videre har tiltaket *B1 Utbedring av ledningsnett* en gjennomføring på 86 %, regnet av tiltakets mulige reduksjonen i utslipp av biotilgjengelig fosfor.

For jordbrukstiltakene må tiltakene *F3 Forskriftsmessige planeringsfelt* og *F2 Utbedring av siloanlegg* ha full gjennomføringsgrad. Tiltak *G1 Alternativ vekster på bratte åkerarealer* kommer ut på 10 % av dagens åkerareal. Stubbarealet økes med 35 % av åkerarealet slik at det totale stubbarealet blir på 43 % og *lett høstharving* utføres på 19 % av arealet. Omfanget av *fangvekster* økes til 5 % og *økt bruk av høstkorn* omfatter 14 % av arealet slik at det til sammen dyrkes høstkorn på 20 % av arealet.

Tabell 8 Alternativ 2. Gjennomføring, årlig kostnad og effekt for tiltakene ved 30% reduksjon i utslipp av bio-P og 30% reduksjon i utslipp av N.

	Gjennomføring	Kostnad	Effekt	Effekt
	prosent	mill. kr.	tonn bio-P	tonn tot-N
A1 EDB-basert driftskontroll	62	1,30	0,32	3,25
A2 Økt driftsstabilitet	100	1,7	0,77	10,28
A3 Lokalt reservedelslager	100	0,8	0,62	5,39
B1 Utbedring av ledningsnett	86	18,85	5,51	9,32
B2 Sanering av fremmedvanninntak	100		0,06	2,64
C1 Bedre overløpstyper	100	1,2	2,60	4,43
F1 Utbedring av gjødsellager	100	1,96	0,53	17,79
F2 Utbedring av siloanlegg	99	0,82	0,23	2,97
F3 Forskr.messig planeringsfelt	100	4,91	1,67	16,67
G1 Altern. vekst på åkerareal	10	9,23	1,17	66,50
G2 Direktesåing	2	0,78	0,28	2,33
G3 Vårharving	12	2,91	1,20	12,43
G4 Vårpløying	23	1,32	2,30	21,05
G5 Lett høstharving	19	2,47	1,11	18,77
G6 Fangvekster	5	3,26	0,21	21,33
G7 Økt bruk av høstkorn	14	0,72	0,41	33,78
H1 Gjødsling etter plan	100			131,50
H2a Redusert intensitet, eng	22	5,15		59,96
H2b Redusert intensitet, åker	24	14,88		207,97
H3 Spred. av husdyrgj. i veksts.	100	0,78	0,61	73,15

For tiltaksgruppene A til og med F og tiltakene H1 og H3 er gjennomføring av tiltaket regnet i prosent av mulig gjennomføring av tiltakene. For tiltaksgruppe G er gjennomføring regnet i prosent av areal med åpen åker. For tiltak H2 angir gjennomføringen prosent reduksjon i gjødsling.

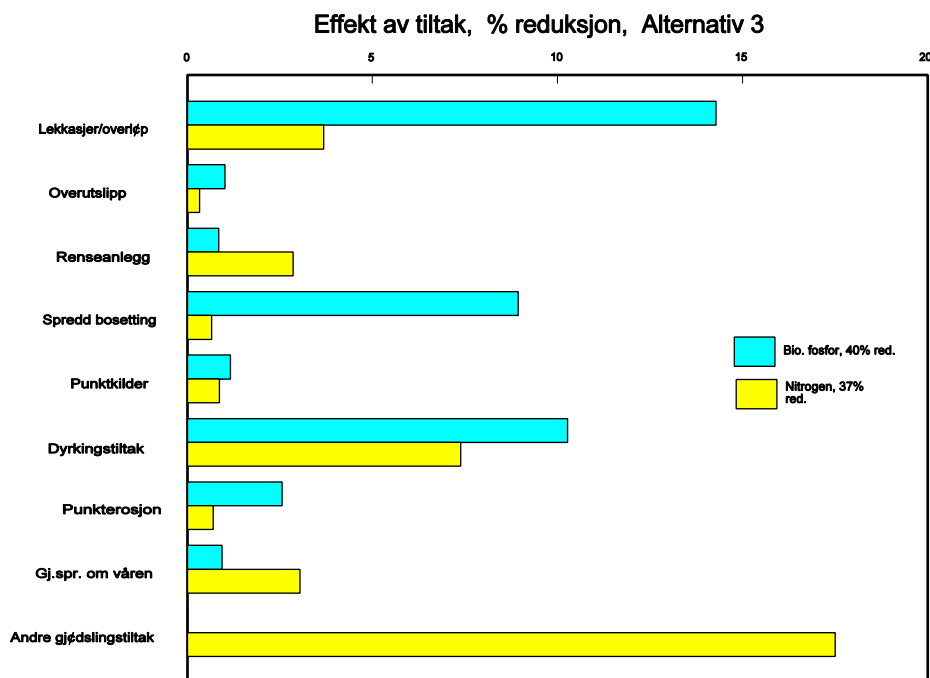
Tabell 9 Alternativ 3. Gjennomføring, årlig kostnad og effekt for tiltakene ved 40% reduksjon i utslipp av bio-P og 37% reduksjon i utslipp av N.

	Gjennomføring	Kostnad	Effekt	Effekt	
	prosent	mill. kr.	tonn bio-P	tonn N	
A1	EDB-basert driftskontroll	62	1,30	0,32	3,25
A2	Økt driftsstabilitet	100	1,7	0,77	10,28
A3	Lokalt reservedelslager	100	0,8	0,62	5,39
A4	Nitrogenfjerning på RA-2	100	19,0		113,71
B1	Utbedring av ledningsnett	97	23,07	6,23	24,28
B2	Sanering av fremmedvanninntak	100		0,06	2,64
C1	Bedre overløpstyper	100	1,2	2,61	10,81
D1	Tilknytning av boliger	18	4,26	0,68	2,55
E1	Bedre rensing av spr. bosetting	100	30,0	5,08	8,18
F1	Utbedring av gjødsellager	100	1,96	0,53	17,79
F2	Utbedring av siloanlegg	100	0,83	0,23	2,97
F3	Forskriftsmessige planeringsfelt	100	4,91	1,67	16,67
F4	Andre hydrotekniske tiltak	1	0,04	0,01	0,05
G1	Altern. vekst på åkerareal	10	9,28	1,17	66,75
G2	Direktesåing	2	0,84	0,28	2,36
G3	Vårharving	12	2,96	1,21	12,31
G4	Vårpløying	23	1,28	2,30	20,61
G5	Lett høstharving	19	2,31	1,09	18,09
G6	Fangvekster	6	3,99	0,25	24,84
G7	Økt bruk av høstkorn	14	0,68	0,41	32,95
H1	Gjødsling etter plan	100			131,39
H2a	Redusert intensitet, eng	25	5,95		65,37
H2b	Redusert intensitet, åker	26	17,14		224,79
H3	Spred. av husdyrgj. i veksts.	100	0,78	0,61	73,15

For tiltaksgruppene A til og med F og tiltakene H1 og H3 er gjennomføring av tiltaket regnet i prosent av mulig gjennomføring av tiltakene. For tiltaksgruppe G er gjennomføring regnet i prosent av areal med åpen åker. For tiltak H2 angir gjennomføringen prosent reduksjon i gjødsling.

I **alternativ 3** (tabell 9) må i tillegg tiltakene *A4 Nitrogenfjerning i RA-2* og *E1 Bedret rensing av spredt bosetting* gjennomføres. Tiltak *D1 tilknytning av boliger* må ha en gjennomføringsgrad på 18 %.

Tiltak *H2 Redusert gjødslingsintensitet* vil i dette alternativet medføre en gjødsling til korn på 8,1 kg N pr. daa. For de engarealene der gjødslingen i utgangspunktet var på over 15,1 kg N pr. daa reduseres gjødslingen med 30 %, som er den maksimale gjennomføringen av tiltaket. I områder med lavere gjødsling i utgangspunktet reduseres gjødsling til eng til 10,6 kg N pr. daa. De øvrige jordbruksiltakene har kun små endringer i forhold til alternativ 2.



Figur 5 Effekt i prosent, beregnet av samlet utslipp fra begge sektor før tiltakene gjennomføres. Alternativ 3

Figur 5 viser fordeling av effekten av tiltakene i alternativ 3. Alternativet gir i alt 40 % reduksjon i utslipp av biotilgjengelig fosfor og 37 % reduksjon i utslipp av totalt nitrogen. Når det knyttes flere boliger til ledningsnett vil en få redusert det direkte utslippet fra disse boligene, mens en får mer næringsmatter som lekker ut fra ledningsnett og slippes ut i renseanleggene. Tilsvarende får en større utslipp i renseanleggene når en foretar tiltak mot utlekking på ledningsnett. Figur 4 viser effekter på de enkelte utslippstyper uten det ble tatt hensyn til økte lekkasjer og utslipp andre steder. Spredt bosetting inkluderer det som blir redusert i utslipp fra boliger som blir tilknyttet renseanlegg. I tabell 9 ble det beregnet nettoeffekter for hvert av de kommunale tiltakene.

Reduksjon i utslipp av biotilgjengelig fosfor fra lekkasjer og overløp har i alternativ 3 en effekt som utgjør 14 % av samlet utslippet av biotilgjengelig fosfor fra begge sektor før tiltak. Dette utgjør 36 % av ønsket fosforreduksjon. For alle de kommunale tiltakene utgjør effekten for reduksjon i biotilgjengelig fosfor 25 % av utslippet før tiltak. Dyrkingstiltakene innenfor jordbruket bidrar til en reduksjon i utslippene av biotilgjengelig fosfor på 10 % av utslippet fra begge sektor før tiltak.

Til reduksjon i utslipp av nitrogen bidrar tiltakene for endret gjødsling i jordbruket til det meste av effekten. Spredning av all husdyrgjødsel i vekstsesongen har en effekt som utgjør 3 % av utslippene før tiltak, mens de øvrige gjødslingstiltakene har en effekt som utgjør 18 % av utslippene før tiltak. Dette er til sammen 56 % av samlet effekt for nitrogen. Tiltakene innenfor kommunal sektor bidrar til en reduksjon i utslippene av nitrogen på 8 % av utslippet før tiltak.



I tillegg til alternativene 1 til 3 ovenfor er modellen kjørt med den maksimale muligheten det er til å redusere utslippene av biotilgjengelig fosfor og totalt nitrogen. En vil maksimalt kunne oppnå 46 % reduksjon i utslipp av biotilgjengelig fosfor. Reduksjonen i utslipp av totalt fosfor er da ca. 41 %. Ved samtidig gjennomføring av *gjødsling etter plan*, men uten de andre tiltakene som er spesielt rettet mot nitrogenutslipp (nitrogenrinn i RA-2 og redusert gjødslingsintensitet) blir reduksjon i nitrogenutslippet på ca. 21 %. Dersom en skal ha samme marginale kostnad for reduksjon i nitrogenutslippet som i alternativ 3, vil reduksjonen i nitrogenutslipp kunne være på 37,4 %. Den totale kostnaden er da 169 mill. kroner.

Det er mulig å redusere utslippene av nitrogen med opptil 40 %. Reduksjonen i utslipp av biotilgjengelig fosfor vil da være ca. 44 %. Siden ingen av tiltakene kun gir reduksjon i fosforutslippet vil ikke utslippet av fosfor kunne reduseres utover dette dersom det legges vekt på å få en maksimal reduksjon i nitrogenutslippet. Den totale kostnaden vil da være 184 mill. kroner.

Dersom en skal oppnå ytterligere reduksjon i nitrogenutslippene vil det være nødvendig å øke rensegraden for nitrogen eller gjennomføre tiltak som fører til økt tilbakeholdelse av nitrogen i vassdragene. Et slik tiltak vil være etablering av fangdammer. Dette er først og fremst aktuelt for nedbørfelt mindre enn 3 km<sup>2</sup>.

## 4.2 Fordeling på områder

### 4.2.1 Gjennomføringsgrad for kommunaltekniske tiltak

De kommunale tiltakene har lineære funksjoner innen hvert tiltak. Det innebærer at, med unntak for det marginale tiltaket, kommer hvert enkelt tiltak enten *ikke med* eller *med* i hvert enkelt område.

I **Alternativ 1** kommer tiltak *A1 EDB-basert driftskontroll* med i Fjellhamarvassdraget (Sagelva) og Svellet. Tiltak *C1 Installerings av bedre overløpstyper på nettet* kommer med i alle områder der tiltaket er definert med unntak av Maura.

Tabell 10 Gjennomføringsgrad for kommunaltekniske tiltak i alternativ 2 fordelt etter områder.

Hydr.stat	Vassdrag	EDB-basert driftskontroll	Utbedr. ledningsnett	Utbedr. overløp	Tilkn. av personer
002.Z-4	Øyeren	0	100	100	0
002.CAZ-1	Leira	0	100	100	0
002.CAZ-2	Maura		0	100	0
002.CBZ-0	Fjellhamar	100	100	100	0
002.CZ-1	Svellet	100	100	100	0
002.CZ-2	Nitelva	100	100	100	0
002.CZ-3	Harestua		0		0
002.Z-5A	Glomma	0	78	100	0
002.Z-5B	Rømua		100		0
002.Z-5C	Åa		0		0
002.DAZ-0	Hurdalsv.	100	0		0
002.DZ-1	Vorma		0		0
002.DZ-2	Eidsvoll		0	100	0
002.Z-6	Skarnes	0	0	100	0

Tabellene 10 og 11 viser gjennomføringsgrad for de kommunaltekniske tiltakene for h.h.v. alternativ 2 og alternativ 3 for de ulike områdene. De tiltakene som har felles gjennomføring for hele Romerike er ikke med i tabellene. I tabell 10 er områder som ikke hadde gjennomføring for tiltaket i alternativ 1 uthevet. Tilsvarende er det gjort i tabell 11 for nye tiltak i alternativ 3.

I **alternativ 2** kommer tiltaket *A1 EDB-basert driftskontroll* også med for Nitelva og Hurdalsvassdraget og tiltak *C1 Installering av bedre overløpstyper på nettet* kommer med også for Maura. Videre kommer tiltak *B1 Utbedring av ledningsnettet* med i områdene Øyeren, Leira, Fjellhamarvassdraget, Svellet, Nitelva og Rømua, og som marginalt tiltak med 78 % gjennomføring i Glomma.

I **alternativ 3** kommer i tillegg tiltak *B1 Utbedring av ledningsnettet* med fullt ut for Glomma, Harestua og Hurdalsvassdraget. Tiltak *D1 Tilknytning av personer* kommer med fullt ut i Fjellhamarvassdraget, Svellet og Nitelva og som marginalt tiltak med 29 % gjennomføring i Glomma.

Tabell 11 Gjennomføringsgrad for kommunaltekniske tiltak i alternativ 3 fordelt etter områder.

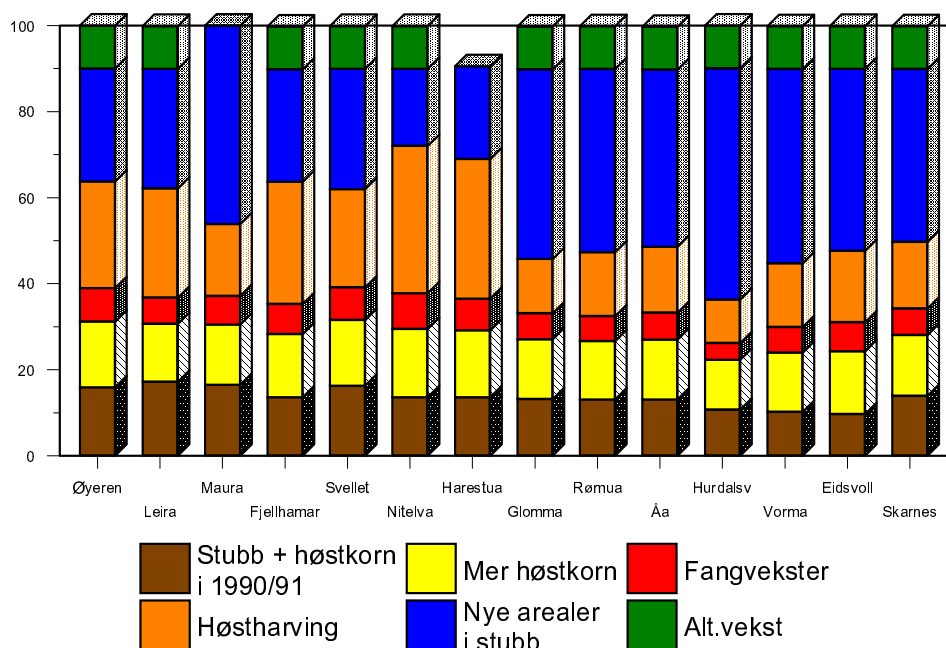
Hydr.stat	Vassdrag	EDB-basert driftskontroll	Utbedr. ledningsnett	Utbedr. overløp	Tilkn. av personer
002.Z-4	Øyeren	0	100	100	0
002.CAZ-1	Leira	0	100	100	0
002.CAZ-2	Maura		0	100	0
002.CBZ-0	Fjellhamar	100	100	100	100
002.CZ-1	Svellet	100	100	100	100
002.CZ-2	Nitelva	100	100	100	100
002.CZ-3	Harestua		100		0
002.Z-5A	Glomma	0	100	100	29
002.Z-5B	Rømua		100		0
002.Z-5C	Åa		0		0
002.DAZ-0	Hurdalsv	100	100		0
002.DZ-1	Vorma		0		0
002.DZ-2	Eidsvoll		0	100	0
002.Z-6	Skarnes	0	100	100	0

#### 4.2.2 Gjennomføringsgrad for jordbrukstiltak

Tabell 12 viser fordeling av de dyrkingsmessige tiltakene i alternativ 3. Direktesåing, vårharving og vårpløying er slått sammen til *nye arealer i stubb*.

Den samme fordelingen er vist i figur 6.

Tiltak *G1 Alternative vekster på bratte åkerarealer* blir gjennomført i alle områder unntatt Maura og Harestua. For nye arealer i stubb skiller Hurdalsvassdraget seg ut ved at området har stor gjennomføring av disse tiltakene. Dette skyldes at det i modellen er definert gode muligheter for bl.a. direktesåing og vårharving. Nye arealer i stubb og lett høstharving til sammen har høyest omfang i Hurdalsvassdraget med 64 % av arealet. Disse tiltakene har lavest omfang i Svellet med 51 % av arealet.



Figur 6 Fordeling av dyrkningsmessige tiltak i alternativ 3 for de ulike delområdene i % av åkerarealet.

Tabell 12 Prosentfordeling av de dyrkningsmessige tiltak med åpen åker for alternativ 3.

Vassdrag	Stubb + høstcorn i 1990/91	Mer høstcorn	Fangvekster	Lett Høstharving	Nye arealer i stubb	Alt. vekst	I alt
Øyeren	16	15	8	25	26	10	100
Leira	17	14	6	25	28	10	100
Maura	17	14	7	17	46	0	100
Fjellhamar	14	15	7	28	26	10	100
Svellet	16	15	8	23	28	10	100
Nitelva	14	16	8	34	18	10	100
Harestua	14	16	7	33	22	0	91
Glomma	13	14	6	13	44	10	100
Rømua	13	14	6	15	43	10	100
Åa	13	14	6	15	41	10	100
Hurdalsv	11	12	4	10	54	10	100
Vormaa	10	14	6	15	45	10	100
Eidsvoll	10	15	7	17	42	10	100
Skarnes	14	14	6	16	40	10	100

## 4.2.3 Kostnad og effekt

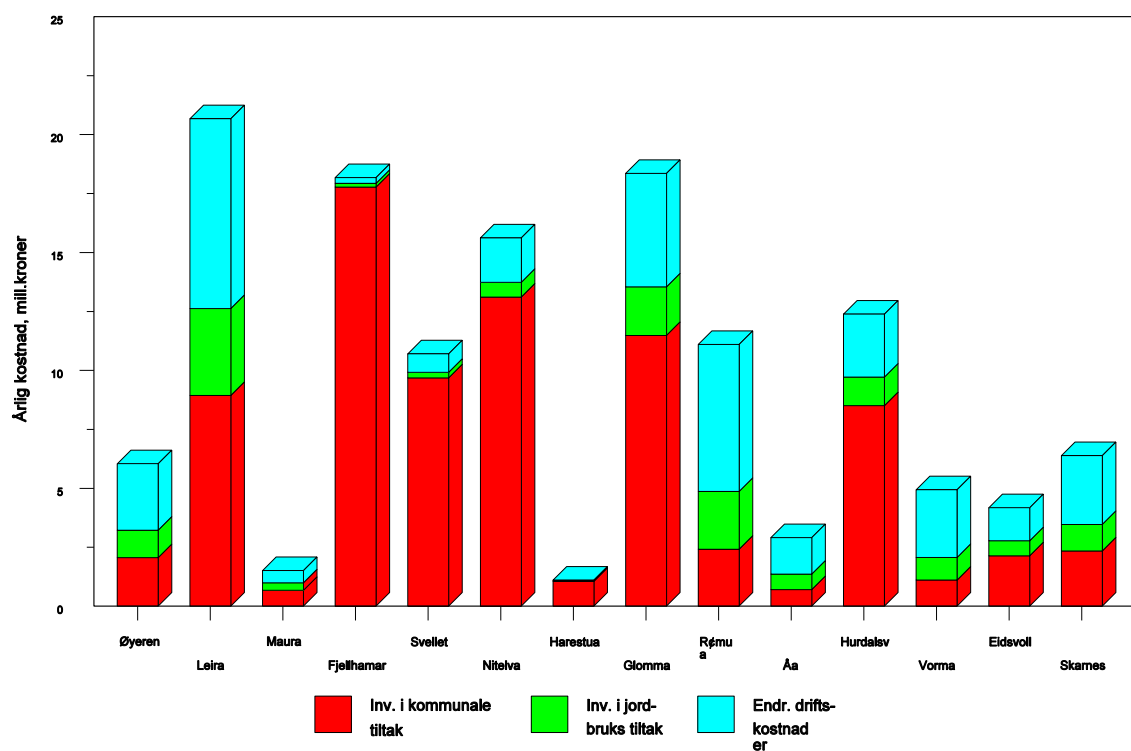
Tabell 13 viser samlet investering for henholdsvis kommunaltekniske tiltak og jordbrukstiltak, samt årlig kostnad for hvert enkelt område i alternativ 3. Investeringene er fordelt over levetiden med en rentefot på 7 %. Endrede driftskostnader omfatter økte driftskostnader fratrukket reduserte driftskostnader. Figur 6 viser årlige kostnader av investeringer for henholdsvis kommunale tiltak og jordbruks-tiltak samt endrede driftskostnader.

Tabell 13 Kostnader ved alternativ 3 fordelt på områder. Mill. kroner.

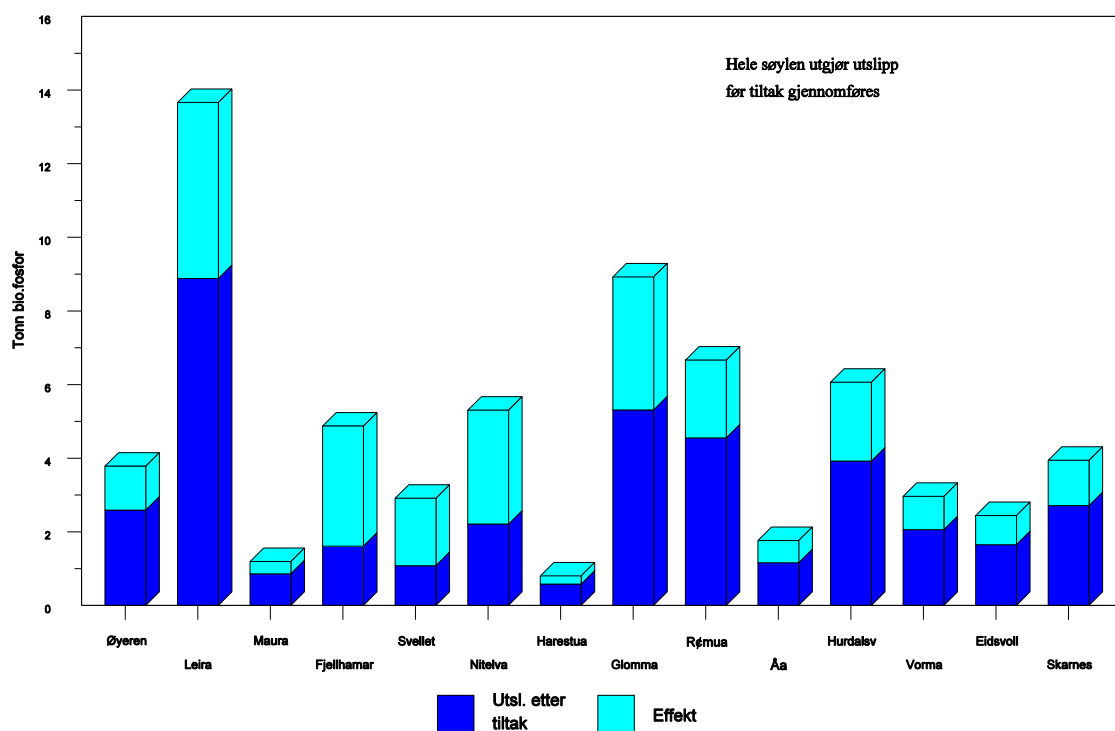
Hydr.stat	Vassdrag	Inv. kom- munal	Inv. landbruk	Årlig kostn. av inv.	E n d r . driftskostna- der	SUM årlig kostnad
002.Z-4	Øyeren	22	12	3,2	2,8	6,0
002.CAZ-1	Leira	91	38	12,6	8,0	20,7
002.CAZ-2	Maura	6	4	1,0	0,5	1,5
002.CBZ-0	Fjellhamar	131	2	17,9	0,2	18,2
002.CZ-1	Svellet	86	2	9,9	0,8	10,7
002.CZ-2	Nitelva	114	6	13,7	1,9	15,6
002.CZ-3	Harestua	12	0	1,1	0,0	1,1
002.Z-5A	Glomma	122	21	13,5	4,8	18,3
002.Z-5B	Rømua	25	25	4,9	6,2	11,1
002.Z-5C	Åa	6	7	1,4	1,5	2,9
002.DAZ-0	Hurdalsv	86	12	9,7	2,7	12,4
002.DZ-1	Vorma	10	9	2,1	2,9	4,9
002.DZ-2	Eidsvoll	19	7	2,8	1,4	4,2
002.Z-6	Skarnes	22	11	3,5	2,9	6,4
SUM		751	156	97,3	36,8	134,0

Investeringene er størst for de kommunale tiltakene. I alternativ 3 er det behov for investeringer på i alt 750 mill. kroner for de kommunale tiltakene og 160 mill. kroner for jordbrukstiltakene. Tiltakspakken fører videre til at driftskostnadene totalt sett blir redusert med 0,9 mill. kroner for de kommunaltekniske tiltakene, mens de årlige driftskostnadene øker med i alt 37,6 mill. kroner for jordbruks-tiltakene. Dette inkluderer også inntektstap som skyldes nedgang i avlinger.

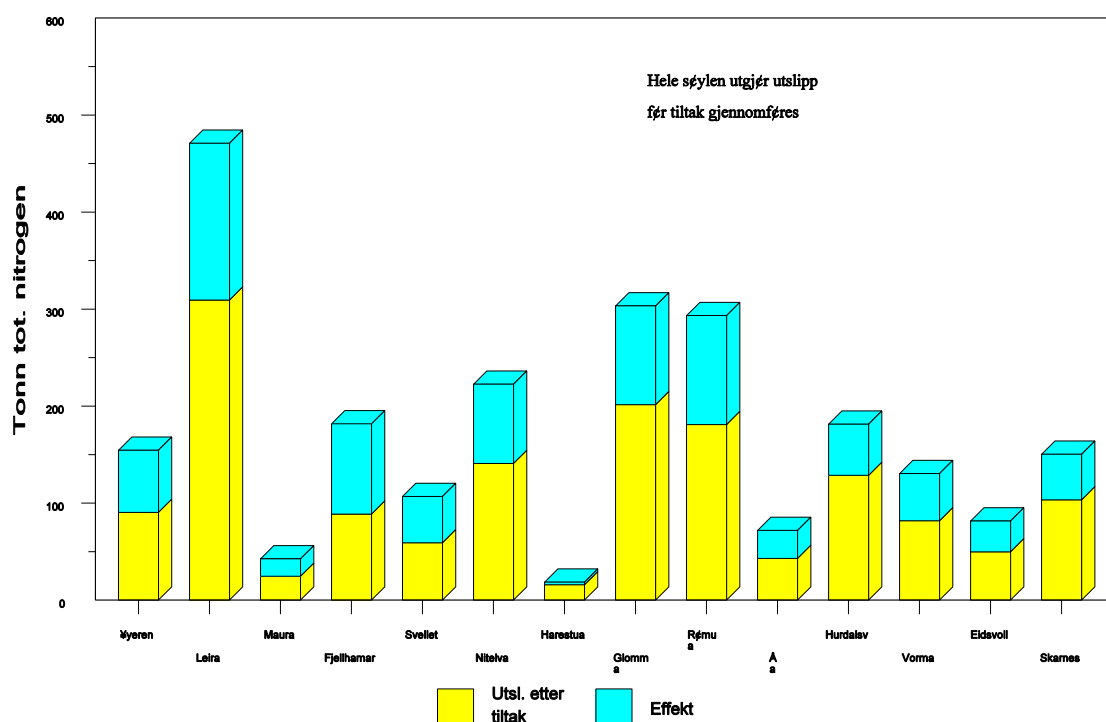
Figurene 8 og 9 viser utslipp etter tiltak og effekt av henholdsvis biotilgjengelig fosfor og totalt nitrogen for alternativ 3 for de ulike områdene. Hele søylen utgjør utslipp før tiltak gjennomføres.



Figur 7 Årlige kostnader for alternativ 3, fordelt på områder



Figur 8 Utslipp etter tiltak og effekt for biotilgjengelig fosfor i alt. 3



Figur 9 Utslipp etter tiltak og effekt for nitrogen i alt. 3

Tabell 14 viser hvordan reduksjonene i utslipp fordeles på de ulike områdene.

Tabell 14 Områdevis reduksjon i utslipp ved alt. 2 og alt. 3. Prosent.

Hydr.stat	Navn	Alternativ 2			Alternativ 3		
		bio-P red	tot-N red	tot-P red	bio-P red	tot-N red	tot-P red
002.Z-4	Øyeren	27	40	30	31	41	32
002.CAZ-1	Leira	29	33	32	35	34	34
002.CAZ-2	Maura	20	41	25	28	42	28
002.CBZ-0	Fjellhamar	62	11	58	67	51	62
002.CZ-1	Svellet	51	17	45	63	45	53
002.CZ-2	Nitelva	48	20	41	58	37	47
002.CZ-3	Harestua	6	12	8	28	14	26
002.Z-5A	Glomma	25	32	31	40	34	38
002.Z-5B	Rømua	28	37	33	32	38	34
002.Z-5C	Åa	27	39	33	34	40	35
002.DAZ-0	Hurdalsv	14	27	24	35	29	36
002.DZ-1	Vormaa	24	36	32	30	37	34
002.DZ-2	Eidsvoll	16	37	25	32	39	32
002.Z-6	Skarnes	21	30	29	31	31	32
SUM		30	30	33	40	37	37

I tabell 15 er det ført opp effekter (i tonn) for hvert område av henholdsvis kommunal sektor og landbruk for alternativ 3.

Tabell 15 Effekter for biotilgjengelig fosfor og nitrogen for h.h.v. kommunal sektor og jordbruk i alt. 3. Tonn.

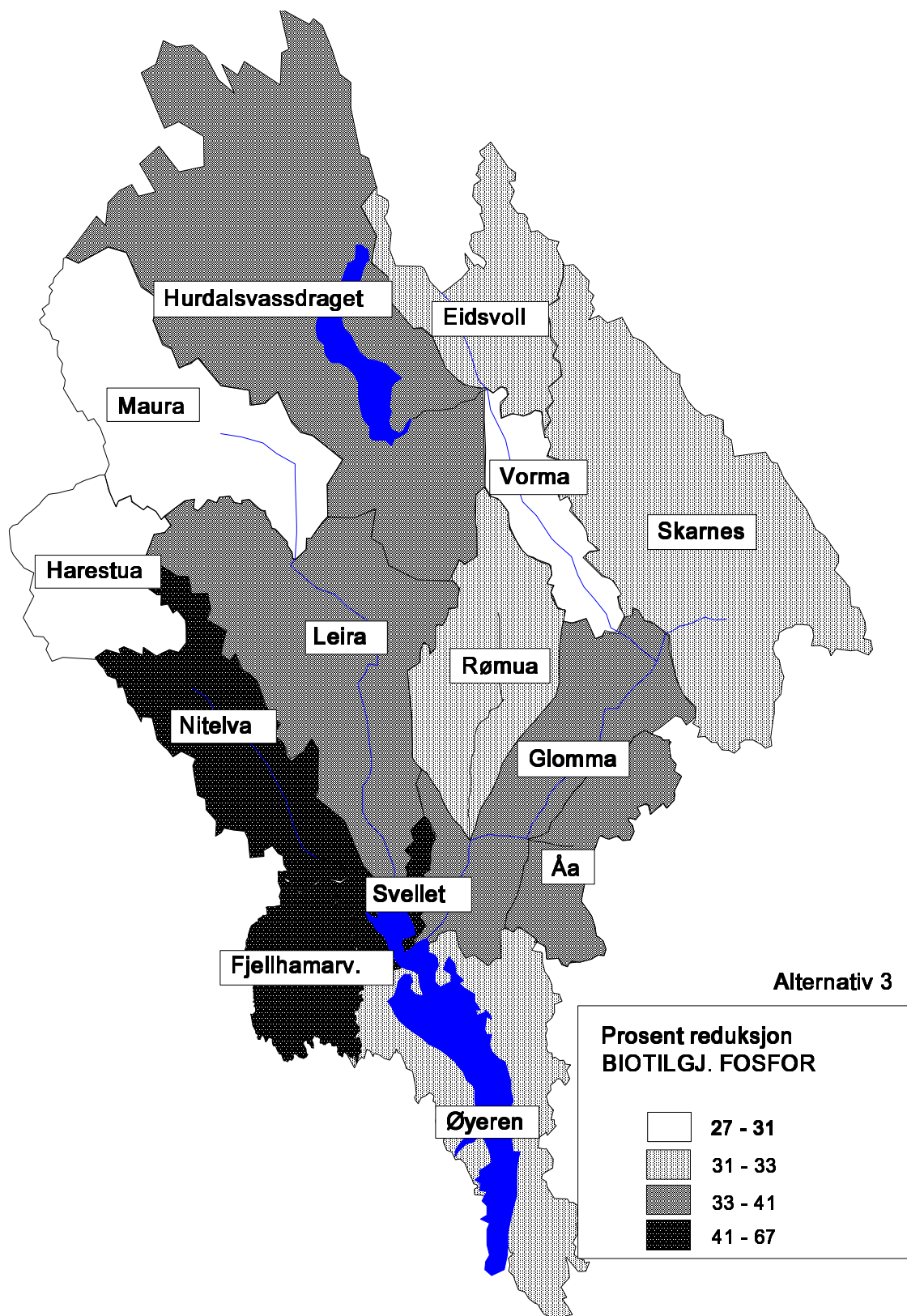
Hydr.stat.	Navn	Effekt, bio-P			Effekt, tot-N		
		Kommunal	Jordbruk	Totalt	Kommunal	Jordbruk	Totalt
002.Z-4	Øyeren	0,55	0,65	1,20	1,32	62,66	63,98
002.CAZ-1	Leira	2,40	2,37	4,77	6,02	155,49	161,51
002.CAZ-2	Maura	0,13	0,20	0,34	0,34	17,59	17,93
002.CBZ-0	Fjellhamar	3,17	0,09	3,26	83,37	9,62	92,99
002.CZ-1	Svellet	1,67	0,16	1,83	33,82	13,88	47,70
002.CZ-2	Nitelva	2,74	0,36	3,10	43,06	38,66	81,73
002.CZ-3	Harestua	0,21	0,01	0,22	0,62	1,98	2,60
002.Z-5A	Glomma	2,26	1,36	3,62	4,85	96,92	101,77
002.Z-5B	Rømua	0,48	1,64	2,12	1,22	111,14	112,36
002.Z-5C	Åa	0,13	0,48	0,60	0,25	28,52	28,77
002.DAZ-0	Hurdalsv	1,51	0,63	2,14	3,91	48,73	52,64
002.DZ-1	Vorma	0,21	0,70	0,90	0,42	48,21	48,63
002.DZ-2	Eidsvoll	0,44	0,36	0,79	0,86	30,84	31,70
002.Z-6	Skarnes	0,47	0,76	1,22	1,04	45,83	46,87

I figurene 10 og 11 er reduksjonene i utslipp av henholdsvis biotilgjengelig fosfor og totalt nitrogen vist i grupper etter de relative størrelsene av reduksjonen i utslipp (jf tabell 14) når alle tiltakene i alternativ 3 gjennomføres.

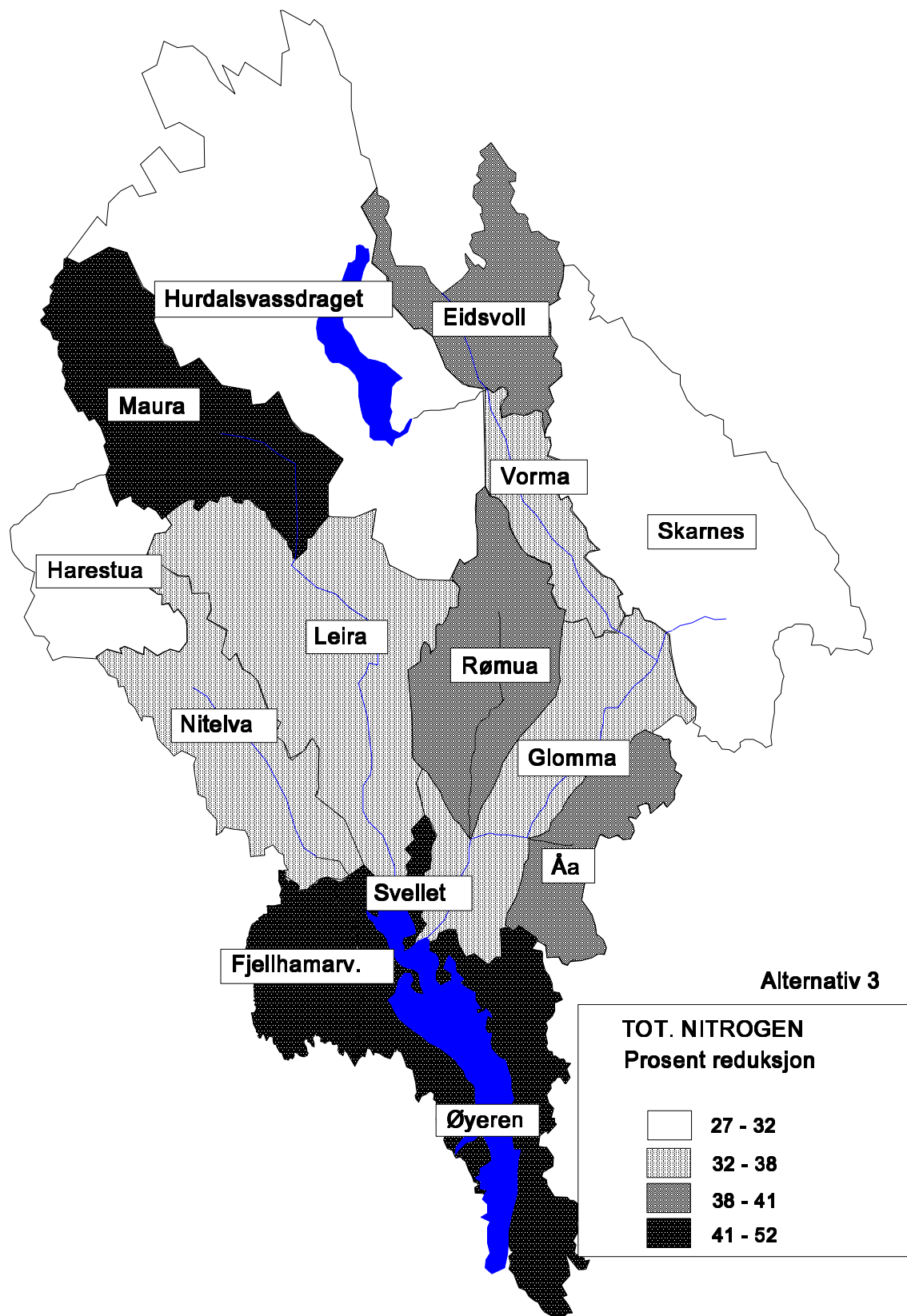
Reduksjonen i utslipp av biotilgjengelig fosfor er forholdsvis størst i RA-2-områdene (Fjellhamarvassdraget, Svellet og Nitelva). Reduksjonen i utslipp av nitrogen er forholdsvis størst i Fjellhamarvassdraget, Svellet, Maura og den lokale dreneringen til Øyeren. Den forholdsvis høye reduksjonen i nitrogenutslippene for Maura skyldes vesentlig at det er forholdsvis mange husdyr i området og at en vil kunne redusere avrenning av nitrogen ved en bedre utnyttning av hysdyrgjødsel.

Reduksjonen i utslipp er liten for området Harestua. For biotilgjengelig fosfor får en ellers forholdsvis liten reduksjon i utslippene for Maura, Vorma, Skarnes, Øyeren, Rømua og Eidsvoll. Reduksjonen i nitrogenutslipp er forholdsvis liten for områdene Hurdalsvassdraget, Skarnes, Glomma og Leira.





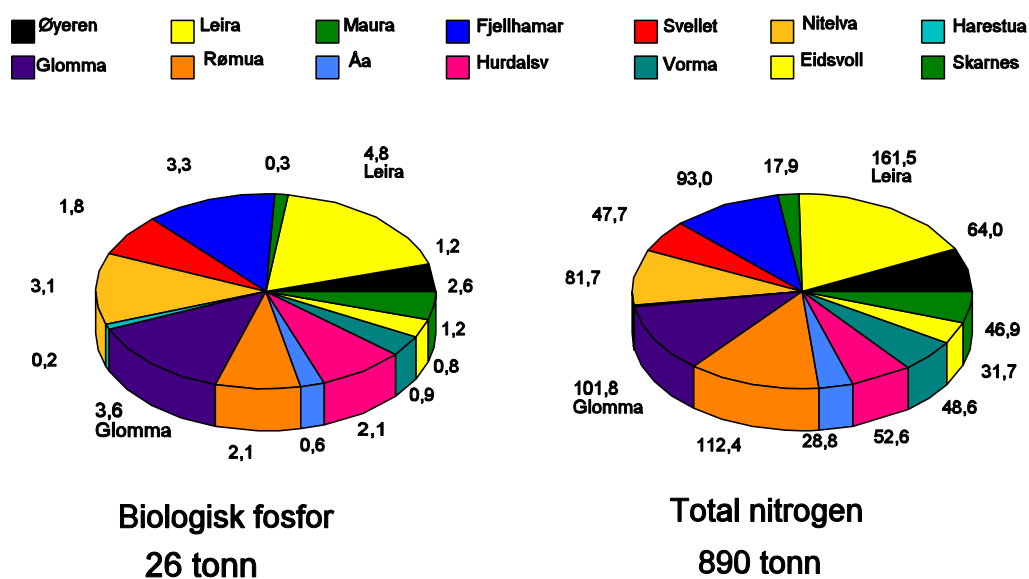
Figur 10 Prosent redusksjon i utslipp av biotilgjengelig fosfor for alt. 3



Figur 11 Prosent reduksjon i utlipp av totalt nitrogen for alt. 3

Figur 12 viser fordeling av den totale effekten for henholdsvis biotilgjengelig fosfor og totalt nitrogen mellom de ulike områdene.

## Reduksjon i mengde næringsstoff tilført vassdrag



Figur 12 Total effekt av tiltak fordelt på vassdrag.

Av den totale reduksjon i utslipp bidrar området Leira mest for både biotilgjengelig fosfor og totalt nitrogen med 18 % av samlet effekt. RA-2-områdene (Fjellhamar-vassdraget, Svellet og Nitelva) bidrar med til sammen 31 % av effekten for biotilgjengelig fosfor og 25 % av effekten for nitrogenutslippene. Hvert område Glomma og Rømua bidrar med omkring 10 % av samlet effekt.

### 4.3 Alternative beregninger

For tiltak *A4 Nitrogenfjerning i RA-2* er det i beregningene som er referert ovenfor, forutsatt at innkomne vannmengder til anlegget blir redusert med 20 % gjennom bl.a. sanering av fremmedvanninntak. Ved dagens vannmengder vil en få samme gjennomføring for de ulike alternativene, men netto årlig kostnad blir 3 mill. kroner høyere i alternativ 3, dvs. i alt 137 mill. kroner.

Det er utført en alternativ beregning der kostnaden ved tilknytning av boliger er redusert med 20 %. Med samme marginale kostnad som i alternativ 3 vil en i tillegg til RA-2 områdene få tilknytning av boliger i Øyeren, Leira, Maura, Harestua, Glomma, Åa og Hurdalsvassdraget. Ved tilknytning av boliger i disse områdene vil en øke effekten av tiltakene til 44 % av utslippet av biotilgjengelig fosfor, 38,8 % av utslippet av totalt fosfor og 37,2 % av utslippet av nitrogen.

Tiltak *H2 Redusert gjødslingsintensitet* vil være vanskelig å gjennomføre regionalt. Gjennomføring av tiltaket forutsetter at det settes inn tiltak som reduserer nivået for økonomisk optimal gjødsling (avgift på handelsgjødsel eller lavere kornpris) eller ved at det innføres kvoter for handelsgjødsel. Uten dette tiltaket vil effekten på nitrogenutslippene bli lavere. Det er sett inn en mulighet for maksimalt 9 % reduksjon i gjødslingsintensitet. Det tilsvarer en gjødsling på 10 kg N pr. daa for kornarealer. En vil med tilsvarende marginale kostnad som i alternativ 3, få en reduksjon i nitrogenutslippet på ca. 31 %, dvs. 6 % mindre reduksjon i utslippene.

Ved å forutsette at biotilgjengeligheten for fosfor i erosjonsmaterialet er 15 % i stedet for 20 %, vil omfanget av de dyrkingsmessige tiltakene reduseres noe. Det vil føre til at den marginale kostnaden for reduksjon i biotilgjengelig fosfor, øker med 33 % for de aktuelle tiltakene ved samme nivå av tiltakene. Effekten av tiltakene er ikke-lineær. Dersom en skal oppnå samme marginale kostnad for den siste delen av tiltaket som går inn i de respektive tiltakspakkene, vil omfanget av tiltakene endres. I forhold til alternativ 1 vil en ikke få med tiltak *G1 Alternative vekster på bratte åkerarealer* i noen områder. Omfanget av stubbarealer reduseres med i alt 3 prosentenheter, og lett høstharving reduseres med 2 prosentenheter. Både i alternativ 1 og alternativ 2 vil en lavere biotilgjengelighet for fosfor i erosjonsmateriale, redusere omfanget av utbedringer av planeringsfelt med 14 prosentenheter. I alternativ 2 vil alternative vekster på bratte åkerarealer få 4 prosentenheter lavere gjennomføring, mens en får mindre forskyvninger i de øvrige tiltakene. I alternativ 3 der gjennomføringen av tiltakene er strukket langt, vil endringene for alle tiltakene bli liten. Tabell 16 viser hvilke reduksjoner en vil få i utslippene ved 15 % biotilgjengelighet og tilnærmet samme marginale kostnad som i hovedalternativene. Jfr. tabell 6. Reduksjonen i biotilgjengelig fosfor er ikke direkte sammenliknbar med hovedalternativene da også utslipp av biotilgjengelig

fosfor i dagens situasjon, vil bli lavere ved den alternative beregningene.

Tabell 16    *Alternativ beregning med 15 % biotilgjengelighet for fosfor i erosjonsmateriale*

	<i>Alternativ 1b</i>	<i>Alternativ 2b</i>	<i>Alternativ 3b</i>
<i>Red. i biotilgj. fosfor</i>	<i>18,5 %</i>	<i>29,0 %</i>	<i>40,5 %</i>
<i>Red. i tot. nitrogen</i>	<i>24,0 %</i>	<i>29,0 %</i>	<i>37,0 %</i>
<i>Beregnet red. i tot. fosfor</i>	<i>19,6 %</i>	<i>30,4 %</i>	<i>36,4 %</i>
<i>Total årlig nettokostnad, millioner kroner</i>	<i>32</i>	<i>68</i>	<i>134</i>

Referanser:

Berge, D. & T. Källqvist, 1990. *Biotilgjengelighet av fosfor i jordbruksavrenning. Sammenliknet med andre forurensningskilder. Sluttrapport. NIVA-rapport O-87079/O-87064/E-88431. Løpenr. 2367. Oslo.*

Berge, E. & H. Lundekvam, 1989. *Lekkasjar frå surforsiloar og gjødsellagre. Notat, NLH.*

Holtan, H. & S.O. Åstebøl, 1991. *Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. SFT-rapport nr. 91:10. Statens forurensningstilsyn, Oslo*

Høie, H, B. Lian & J.Å. Vestøl, 1990. *SIMJAR 2 Simuleringsmodell for nitrogenavrenning i jordbruket. Dokumentasjon. Rapporter 90/19. Statistisk sentralbyrå. Oslo-Kongsvinger, 1990.*

Nicholls, M., 1993. *Kost-nytteanalyse for Romerike. Kommunaltekniske tiltak. ANØ-rapport 40/93. Avløpssambandet Nordre Øyeren, Kjeller.*

Stalleland, T., 1993. *Tiltak for redusert utslipp av næringsalter fra landbruket på Romerike. En kostnadseffektivitetsanalyse. Forskningsmelding A-023-93. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning, Oslo.*

Uhlen, G. & H. Lundekvam, 1988. *Avrenning av nitrogen, fosfor og jord fra jordbruk 1949 - 1979/88. En grovanalyse for 8 jordbruksområder. SEFO-rapport nr. 7. Ås.*