




O-93186

Vannkjemiske  
effekter i Tovdal av  
overføring av vann  
fra øvre del av  
Tovdalsvassdraget til  
Skjeggedalsgreina

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-93186	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3203	

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

Rapportens tittel:	Dato:	Trykket:
Vannkjemiske effekter i Tovdal av overføring av vann fra øvre del av Tovdalsvassdraget til Skjeggedalsgreina.	jan. 1995	NIVA 1995
	Faggruppe:	
	Sur nedbør	
Forfatter(e):	Geografisk område:	
Atle Hindar	Aust-Agder	
	Antall sider:	Opplag:
	14	50

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref.:
Miljøvern avdelingen i Aust-Agder	Sak 1803/91

**Ekstrakt:** Både evt. vassdragsregulering og en framtidig endring i nedfallet av svovel- og nitrogenforbindelser (sur nedbør) vil påvirke vannkvaliteten i Tovdalsvassdraget. Vassdragsregulering, med overføring av vann fra Øvre Tovdal til Skjeggedal, ville i dagens situasjon ført til at fiskebestandene i Tovdal fikk dårligere levevilkår. Det skyldes både en forventet surere vannkvalitet etter regulering og mindre vann i vassdraget. En regulering vil imidlertid neppe bli realisert de nærmeste årene. Fordi syrenedfallet forventes å avta, vil samtidig vannkvaliteten i hele vassdraget bedres de nærmeste 20 årene, men både i Tovdal og Skjeggedal vil naturens tålegrense fortsatt være overskredet. Det vil derfor uansett være en fordel å motta vann fra Øvre Tovdal. De biologiske effektene av en evt. overføring kan imidlertid vise seg å bli vanskelige å påvise fordi avviket fra tålegrensen etterhvert blir liten. Regulering kan medføre lokale forurensningsproblemer med begroing/algevekst pga næringsstofftilførsel der elvestrekningen får sterkt redusert vannføring, men i Tveitvann i Tovdal vil den reduserte vanntilstrømmingen ikke medføre ulemper.

4 emneord, norske

1. Kraftregulering
2. Sur nedbør
3. Vannkvalitet
4. Vassdrag

4 emneord, engelske

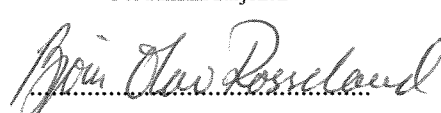
- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder



Atle Hindar

For administrasjonen



Bjørn Olav Rosseland

ISBN82-577-2700-8

NIVA Sørlandsavdelingen  
Grimstad

O-93186

**Vannkjemiske effekter i Tovdal av overføring av vann fra  
øvre del av Tovdalsvassdraget til Skjeggedalsgreina.**

Grimstad, januar 1995

Prosjektleder: Atle Hindar  
Medarbeidere: Øyvind Kaste  
Rolf Høgberget  
Einar Kleiven

## FORORD

NIVA ble i brev av 11.06.93 bedt av Fylkesmannen i Aust-Agder ved Miljøvernavdelingen om å komme med et prosjektforslag om de vannkjemiske effektene av å overføre vann fra Øvre Tovdal til Skjeggedal i forbindelse med kraftregulering. I NIVA's prosjektforslag av 18.08.93 framgår at arbeidet med det foreliggende prosjekt samkjøres med et arbeid for Direktoratet for naturforvaltning i samme vassdrag. I det sistnevnte prosjektet er det gjort beregninger av naturens tålegrenser for sterk syre og overskridelser av disse, som også er lagt til grunn her. Midler til prosjektet er bevilget av Miljøverndepartementet, som del av arbeidet med Samlet Plan.

Utredningen er basert på det mest aktuelle utbyggingsalternativet og de mest sannsynlige effektene på hydrologiske forhold. Synspunkter på dette er innhentet fra Aust-Agder Kraftverk v/ Per Juell Larsen, men NIVA står helt og holdent bak de endelige vurderinger som er lagt til grunn her.

Like før planen gikk i trykken ble det kjent at Tovdalsvassdraget skal fullkalkes. Kalking kan endre noen av de forutsetningene som er brukt her, og betydningen av gjennomførte kalkingstiltak for problemstillingene i denne utredningen bør evt. vurderes på et seinere tidspunkt.

Grimstad, januar 1995  
Atle Hindar

## INNHALDSFORTEGNELSE

1. Innledning	4
1.1 Utbyggingsalternativ og hydrologi	4
1.2. Endring i sur nedbør-belastning	6
1.3. Resipientforhold	6
2. Materiale og metoder	7
3. Resultater og diskusjon	8
3.1. Vannkvalitet og fisk	8
3.2. Effektene av lokale forurensningstilførsler	12
4. Samlet vurdering	13
5. Referanser	14

# 1. INNLEDNING

Øvre del av Tovdalsvassdraget, dvs. ned til foten av Rjukanfossen (figur 1), er vernet mot kraftutbygging (Verneplan IV). Øvrige deler av vassdraget er plassert i kategori I i Samla Plan og kan dermed åpnes for konsesjonsbehandling. Det er trolig lite sannsynlig at søknad om konsesjon blir sendt med det første fordi økonomien i en utbygging uten fallet i Rjukanfossen (ca. 60 m fallhøyde), i følge Aust-Agder Kraftverk, for tiden ikke er særlig god.

Det er likevel av interesse, ikke minst lokalt, å få vurdert konsekvensene av en evt. overføring av vann fra øvre del av Tovdalsgreina (ned til foten av Rjukanfossen) til Skjeggedalsgreina. En frykter at vannkvaliteten i Tovdal kan forringes ved at sure sidevassdrag vil komme til å dominere i sterkere grad enn i dag og at endret vannføring vil gi endrete resipientforhold i Tovdalsgreina.

Vi har lagt vekt på å beskrive situasjonen i Tovdalsgreina etter en evt. utbygging, men konsekvenser for Skjeggedal er også berørt.

Betydelige vannkvalitetsbedringer er forventet de nærmeste ti-årene pga Oslo-avtalen om sterkt reduserte svovelutslipp i de fleste europeiske land fram til år 2010 (UN 1994). Denne utviklingen er svært relevant for problemstillingen i denne utredningen og er trukket inn i vurderingen av utbyggingskonsekvenser.

## 1.1. Utbyggingsalternativ og hydrologi

Basert på beskrivelser i Samla Plan, Verneplan for vassdrag og samtaler med Aust-Agder Kraftverk, ser det mest aktuelle utbyggingsalternativet ut til å være følgende:

Vann fra Øvre Tovdal føres i tunnel fra området like nedstrøms Rjukanfossen til Homstøl-Eptevann-magasinet 20 km lenger sør. Det kan bli krav om minstevannføring fra Tveitvann i Tovdal. Skjeggedal Kraftverk utnytter fallet fra Homstøl-Eptevann til Risdal, et fall på 300 meter. Vannet fra Homstøl-Eptevann kommer ut igjen i vassdraget ved samløpet mellom Vatndalselva og Skjeggedalsåna rett øst for Risdal.

Fordi det ikke er søkt om konsesjon for utbygging, har vi ikke tilgang på eksakte data om hvordan vannføringssituasjonen i Tovdalsgreina vil bli etter en evt. overføring. Utredningen er basert på antatte virkninger på hydrologiske forhold. Utbyggingen vil sannsynligvis gi sterkt redusert vannføring fra Rjukanfossen til Tveitvannet i Tovdal. Her vil det trolig ikke bli særskilt pålegg om minstevannføring. Vannføringen i denne elvestrekningen vil derfor være helt avhengig av lokaltilsig og elvestrengen vil kunne tørrelegges i deler av året.



Figur 1. Tovdalsvassdraget med avgrensning av seks delfelt. Hvert delfelt er sammensatt av minsteenheter i vassdragsregisteret (REGINE). Kartgrunnlag fra NVE.

Bestemmelser om minstevannføring vil antakelig bli pålagt på strekningen utløp Tveitvann - Herefossfjorden. Siden det vil bli produsert vinterkraft ved Skjeggedal Kraftverk, vil vannføringen vinterstid øke fra Risdal og videre nedover i Uldalsgreina til Herefossfjorden. Fra Homstøl-Eptevann-magasinet til Risdal i Skjeggedal vil det trolig ikke bli pålagt minstevannføring, slik at vannføringen også der i stor grad blir avhengig av lokaltilsig.

## 1.2. Endring i sur nedbør-belastning

Det er i virkeligheten to endringer fra dagens situasjon som kan inntreffe i Tovdal og begge vil ha betydning for levevilkårene for fisk og andre vannorganismer i vassdraget. Regulering er allerede omtalt. Belastningen med sur nedbør har allerede avtatt med 30-35 % fra 1980 og fram til idag (SFT 1994) og vil sannsynligvis avta sterkt i årene som kommer som følge av den nye svovelprotokollen som ble undertegnet i Oslo i juni 1994 (UN 1994). Flere land i Europa har forpliktet seg til gradvis å redusere sine svovelutslipp med 70-80 % innen år 2010, med basis i 1980. Den tilhørende endringen i vannkvaliteten i vann og vassdrag kan imidlertid forsinkes, se avsnitt 3.1.

Reduksjonen i svovelbelastning følges ikke av en tilsvarende reduksjon i nitrogenbelastningen. Det ble derimot registrert en fordobling av nitratkonsentrasjonen fra 1975 til 1986 i en rekke innsjøer (Henriksen *et al.* 1988). Både nedfall og nitratkonsentrasjon i innsjøer i sør-Norge har holdt seg temmelig uforandret fra 1986 og fram til idag (SFT 1994). Nitrogenets relative betydning for forurensingssituasjonen er derfor økende.

## 1.3. Resipientforhold

En overføring av vann vil også kunne ha konsekvenser for resipientforholdene, dvs. den evne vassdraget har til å ta imot forurensningstilførsler uten at uønskede virkninger inntreffer og forurensningstilstanden i vassdraget endres. Fosfor er vanligvis begrensende næringsstoff for algevekst i ferskvann og er dermed avgjørende for forurensningstilstanden. Våre data omfatter imidlertid ikke fosfor, slik at en nærmere analyse blir vanskelig. En generell vurdering er likevel gjort på bakgrunn av antatt naturtilstand, fosfortilførsler fra kjente kilder og en fosforbelastningsmodell.

Også her kan imidlertid nitrogennedfall spille en rolle fordi nitrat også er et næringsstoff. Det er påvist økende algevekst i norske og svenske vassdrag, se f.eks. Lindstrøm (1993) og den økende nitrogenbelastningen kan være en mulig forklaring. Wilander (1994) har forsøkt å trekke dette inn i beregninger av tålegrenser for nitrogen som næringsstoff i ferskvann. Denne problemstillingen er ikke trukket inn i vurderingene her fordi kunnskapen om nitrogenets rolle på dette området er mangelfull.



## 2. MATERIALE OG METODER

Vannprøver fra omlag 50 innsjøer i Tovdalsvassdraget ble samlet inn i tiden 4.-6. oktober 1993. Det er analysert på alle hovedioner og aluminiumfraksjoner. På bakgrunn av dataene er det beregnet ANC (Acid Neutralizing Capacity), dvs. syrenøytraliserende kapasitet, og tålegrense for sterk syre i de forskjellige vassdragsavsnitt. ANC er differensen mellom basekationer (kalsium+magnesium+natrium+kalium) og sterke syrers anioner (sulfat+klorid+nitrat). Lav (negativ) ANC i klart vann vil samtidig si at konsentrasjonen av syre og aluminium kan være betydelig.

Lien *et al.* (1993) viste at det er en god sammenheng mellom fiskestatus og ANC og at sannsynligheten for skade på fiskebestander er lav ved  $ANC > 20 \mu\text{ekv L}^{-1}$ . Tålegrensen ( $CL_{20}$ , se tabell 2) for et område kan beregnes med dette som grunnlag (Henriksen *et al.* 1990) og nedfallet av svovel og nitrogen avgjør i hvilken grad tålegrensen er overskredet. En tålegrenseoverskridelse vil si at sulfatkonsentrasjonen i vassdraget ikke kan balanseres med basekationer, slik som kalsium og magnesium. Vannet vil derfor bli surt og aluminiumsholdig og de tilstedeværende aluminiumsforbindelsene vil være giftige for fisk og andre organismer. Tålegrenseoverskridelsen (syreoverskuddet) kan i sin tur benyttes som grunnlag for å beregne kalkbehovet (Henriksen og Hindar 1993).

I beregningene av overskridelsen av tålegrensene ( $EX_{N20}$ , se tabell 2) er det benyttet middeltall for svovelnedfall for perioden 1983-1987, perioden 1988-1992 og for situasjonen i 2010. Avrenningen av dagens nitrat (indikert med nedfelt N i  $EX_{N20}$  i tabell 2) er lagt inn i beregningen for 1983-1987 og 1988-1992, men ikke for år 2010. Beregningen for 2010 er gjort med bakgrunn i beregnet nedfall etter at forpliktelsene i svovelprotokollen av 1994 (UN 1994) er gjennomført. I tabell 2 representerer 1985 perioden 1983-1987, mens 1990 representerer perioden 1988-1992. Ved å sammenholde disse dataene for de to hovedgreinene i øvre del av Tovdalsvassdraget, er det mulig å vurdere konsekvensene av regulering for fiskens levemuligheter i de forskjellige vassdragsavsnitt i framtida.

Alle disse beregningene er gjort for de 102 geografiske minstenheter (delfelt) som Tovdalsvassdraget består av i vassdragsregisteret REGINE, se Hindar og Henriksen (1995). Vi er derfor i stand til å bruke resultatene til konkrete problemstillinger i vassdraget. Ved å aggregere enhetene kan større vassdragsavsnitt karakteriseres. Vi velger her å ta med alle sidevassdrag for oversiktens skyld, selv om bare de øvre delene er relevant for problemstillingene i denne rapporten.

Vassdragsavsnittet ned til Austenå (6-7 km nedstrøms foten av Rjukanfossen) er her kalt Øvre Tovdal. Avsnittet ned til Herefossfjorden er kalt Tovdal. Skjeggedalsområdet går ned til det stedet hvor Hovlandsåna renner ut i Kolstraumfjorden. Høvringen- Mjåvannfeltet strekker seg fra vest og over på østsiden av Kolstraumfjorden og har også med Haukomvatn og Ljosevatn nord for Ogge. Oggefeltet omfatter nedbørfeltet til Ogge og den delen av Oggevassdraget som renner nordover til Uldal. Herefossfeltet strekker seg fra nordenden av Herefossfjorden og helt ned til Topdalsfjorden. Avgrensningene er markert i figur 1.

Konsekvenser for resipientforholdene, dvs. vassdragets evne til å ta imot forurensninger fra kloakk og landbruksavrenning, er beregnet på et generelt grunnlag fordi det ikke er analysert på fosfor. Vi benytter oss derfor av en antatt naturtilstand, der fosforkonsentrasjonen i avrenningsvannet er satt til  $3 \mu\text{g L}^{-1}$  total P. Videre har vi beregnet tilførselen av fosfor fra kloakk og landbruk med bakgrunn i tall fra Vassdragsregisteret. Disse dataene er i sin tur lagt inn i fosforbelastningsmodellen FOSRES (Berge 1987), og konsekvensene av endret vannføring er illustrert ved å beregne forurensningstilstanden i Tveitvannet.

## 3. RESULTATER OG DISKUSJON

### 3.1. Vannkvalitet og fisk

I tabell 1 er lokaliteter i Øvre Tovdal, Skjeggedal og Tovdal, samt elvestasjoner gruppert og de viktigste vannkjemiske data samlet. Det er også gjort enkle statistiske beregninger for innsjøene i de tre områdene.

Resultatene viser at vannkvaliteten er signifikant bedre i Øvre Tovdal enn i Skjeggedal. I Tovdal er det få data, men inntrykket er at vannkvaliteten er omlag som i Skjeggedal. Karakteristiske forskjeller er at innsjøer i Øvre Tovdal har høyere pH, høyere konsentrasjon av kalsium, lavere sulfat og nitrat og lavere aluminium. Det viser at naturens tålegrense er høyere, at svovelnedfallet er mindre og at vannkvaliteten ikke er så giftig for fisk som i Skjeggedal. Også nitratkonsentrasjonen er lavere. Det skyldes sannsynligvis mindre nitrogennedfall.

Figur 2 viser data for elvestasjonene. pH er høyere øverst i vassdraget enn lengere nedover i Tovdal, men aluminiumkonsentrasjonen er omlag den samme. Det er litt overraskende fordi en ville forvente et større bidrag med surt, aluminiumsholdig vann fra nedre deler. Her spiller selvsagt også hydrologiske forhold inn, dvs. blandingsforholdet mellom den relativt gode vannkvaliteten i øvre deler og vann fra Tovdal. Figuren viser også hvordan sulfatkonsentrasjonen øker nedover i vassdraget, mens kalsiumkonsentrasjonen er relativt stabil. Nitratkonsentrasjonen (tabell 1) er omlag den samme og viser at påvirkning fra landbruksavrenning og kloakk ikke hadde noen betydning på prøvetakingstidspunktet.

Tabell 2 viser at tålegrensene er svært lave i Tovdal, dvs. området fra Austenå til Herefossfjorden, og i Skjeggedal. I Øvre Tovdal (oppstrøms Rjukanfossen) og i området Høvringsvatn-Mjåland er forholdene noe bedre. I Ogge-området og fra Herefossfjorden og ut til sjøen er tålegrensene relativt høye.

Tabell 1. Vannkjemiske data for grupper av innsjøer og på elvestasjoner i Tovdalsvassdraget. Prøvene ble samlet inn i oktober 1993.

### Innsjøer i Øvre Tovdal

Lokalitet	pH	SO4 mg/L	NO3-N µg/L	Ca mg/L	Mg mg/L	RAL µg/L	ILAL µg/L	LAL µg/L	TOC mg/L
Stavvatn	5.86	1.3	29	0.74	0.13	58	37	21	2.4
Eislemsvatn	5.66	1.4	37	0.73	0.14	68	47	21	2.6
Stautsfjorden	5.36	1.7	81	0.66	0.15	95	41	54	2.1
Mjåvatn	5.27	1.8	108	0.58	0.14	104	21	83	1.2
Grunnevatn	5.55	1.8	15	0.65	0.16	76	34	42	2.6
Furebuvatn	5.18	1.7	16	0.64	0.16	141	89	52	4.6
Gjuvvatn	5.03	1.9	64	0.38	0.14	148	29	119	1.6
Turtlivatn	5.12	1.8	46	0.65	0.15	127	69	58	3.1
Heimstetjenn	4.91	2.3	57	0.56	0.16	120	51	69	2.7
Mjåvatn	4.84	2.1	46	0.45	0.12	122	36	86	2.8
Nutevatn	5.53	1.5	8	0.52	0.13	46	28	18	2.0
Leivstølvatten	5.25	1.6	20	0.49	0.12	85	47	38	3.1
<b>Md</b>	<b>5.30</b>	<b>1.7</b>	<b>44</b>	<b>0.59</b>	<b>0.14</b>	<b>99</b>	<b>44</b>	<b>55</b>	<b>2.6</b>
<b>St.d</b>	<b>0.31</b>	<b>0.3</b>	<b>30</b>	<b>0.11</b>	<b>0.01</b>	<b>33</b>	<b>19</b>	<b>30</b>	<b>0.9</b>
<b>max</b>	<b>5.86</b>	<b>2.3</b>	<b>108</b>	<b>0.74</b>	<b>0.16</b>	<b>148</b>	<b>89</b>	<b>119</b>	<b>4.6</b>
<b>min.</b>	<b>4.84</b>	<b>1.3</b>	<b>8</b>	<b>0.38</b>	<b>0.12</b>	<b>46</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>1.2</b>

### Innsjøer i Skjeggedal

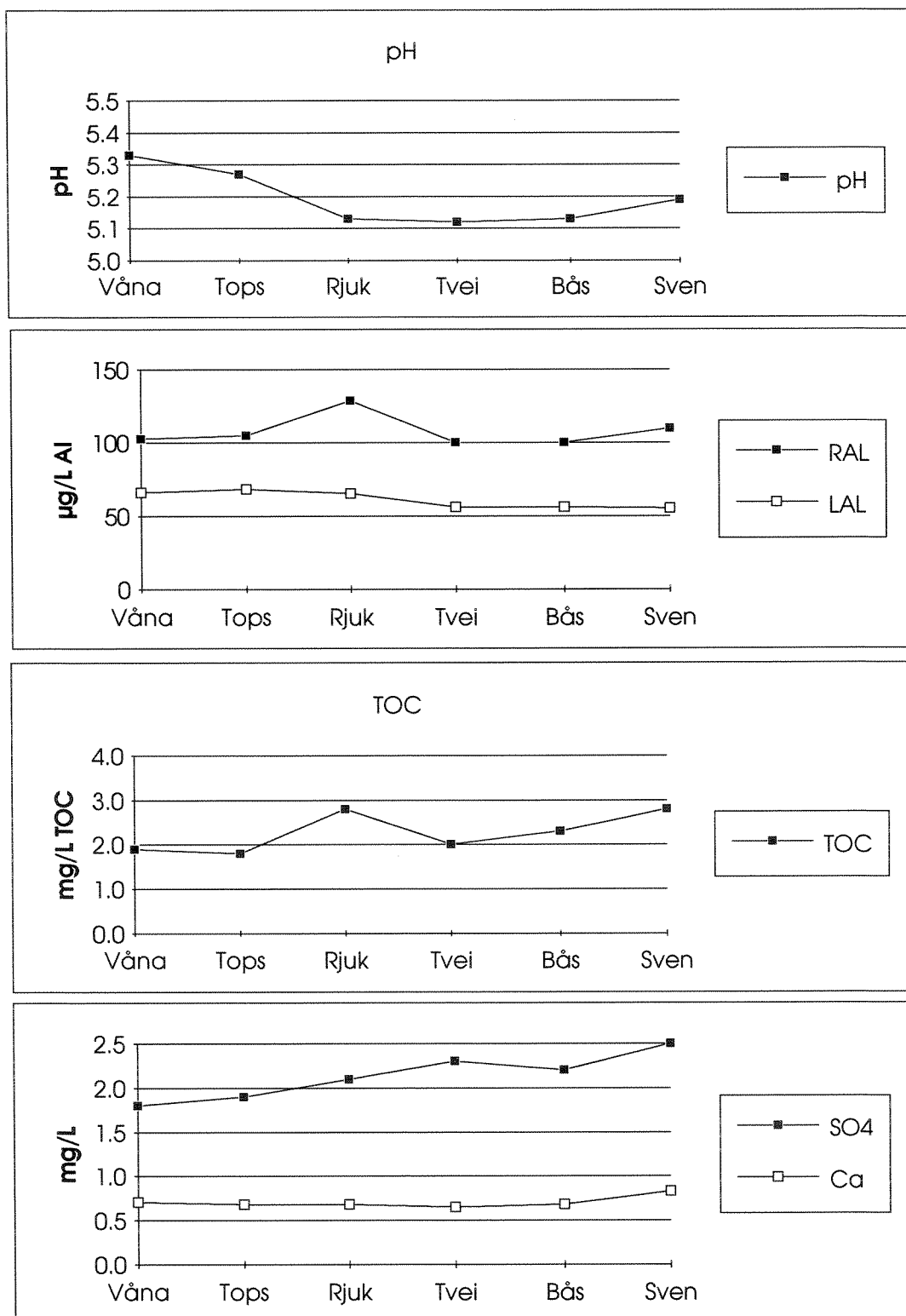
Guddalsvatn	4.76	2.7	133	0.40	0.17	167	22	145	1.8
Skjevlevatn	4.51	2.9	136	0.34	0.16	239	69	170	3.3
Heddevatn	4.80	2.7	108	0.42	0.18	180	22	158	1.5
Teddebergjenn	4.79	2.7	25	0.49	0.20	190	69	121	3.5
Verevatn	4.91	2.9	102	0.58	0.20	157	69	88	2.3
Gjuvvatn	4.74	2.6	103	0.38	0.17	185	32	153	2.2
Eptevatn	4.74	2.9	131	0.48	0.20	155	11	144	1.5
<b>Md</b>	<b>4.75</b>	<b>2.8</b>	<b>105</b>	<b>0.44</b>	<b>0.18</b>	<b>182</b>	<b>42</b>	<b>140</b>	<b>2.3</b>
<b>St.d</b>	<b>0.12</b>	<b>0.1</b>	<b>38</b>	<b>0.08</b>	<b>0.02</b>	<b>29</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>0.8</b>
<b>max</b>	<b>4.91</b>	<b>2.9</b>	<b>136</b>	<b>0.58</b>	<b>0.20</b>	<b>239</b>	<b>69</b>	<b>170</b>	<b>3.5</b>
<b>min.</b>	<b>4.51</b>	<b>2.6</b>	<b>25</b>	<b>0.34</b>	<b>0.16</b>	<b>155</b>	<b>11</b>	<b>88</b>	<b>1.5</b>

### Innsjøer i Tovdal

Austrætjenn	5.21	3.2	77	0.93	0.27	117	36	81	2.1
Bjorvatna	4.46	2.7	42	0.62	0.24	254	151	103	7.9
<b>Md</b>	<b>4.84</b>	<b>3.0</b>	<b>60</b>	<b>0.78</b>	<b>0.26</b>	<b>186</b>	<b>94</b>	<b>92</b>	<b>5.0</b>
<b>St.d</b>	<b>0.53</b>	<b>0.4</b>	<b>25</b>	<b>0.22</b>	<b>0.02</b>	<b>97</b>	<b>81</b>	<b>16</b>	<b>4.1</b>
<b>max</b>	<b>5.21</b>	<b>3.2</b>	<b>77</b>	<b>0.93</b>	<b>0.27</b>	<b>254</b>	<b>151</b>	<b>103</b>	<b>7.9</b>
<b>min.</b>	<b>4.46</b>	<b>2.7</b>	<b>42</b>	<b>0.62</b>	<b>0.24</b>	<b>117</b>	<b>36</b>	<b>81</b>	<b>2.1</b>

### Elvestasjoner i Øvre Tovdal og Tovdal

Lokalitet	pH	SO4	NO3-N	Ca	Mg	RAL	ILAL	LAL	TOC
Vänarossen	5.3	1.8	81	0.71	0.16	103	37	66	1.9
Topsæ	5.3	1.9	89	0.68	0.16	105	37	68	1.8
Rjukanfossen	5.1	2.1	63	0.68	0.16	129	64	65	2.8
Tveit	5.1	2.3	88	0.65	0.17	100	44	56	2.0
Bås	5.1	2.2	84	0.68	0.18	100	44	56	2.3
Svenes	5.2	2.5	83	0.83	0.22	110	55	55	2.8



Figur 2. pH, aluminiumfraksjoner (RAL = reaktivt Al; LAL = labilt Al), total organisk karbon (TOC), sulfat og kalsium for elvestasjoner i Øvre Tovdal (Vånarossen, Topsæ, Rjukanfossen) og Tovdal (Tveit, Bås og Svenes).

Tabell 2. Tålegrense ( $CL_{20}$ ) og beregnede overskridelser ( $EX_{N20}$  eller  $EX_{20}$ ) med utgangspunkt i svovelnedfallet i 1985, 1990 og 2010 (se MATERIALE OG METODER). Store bokstaver bak vassdragsområdenavn viser til områdekoder i REGINE.

Feltnr.	Vassdragsområde: aggregert	Tålegrense:		Overskridelse av tålegrense:		
		Areal km <sup>2</sup>	$CL_{20}$ kekv/km <sup>2</sup> /år	1985 $EX_{N20}$ kekv/km <sup>2</sup> /år	1990 $EX_{N20}$ kekv/km <sup>2</sup> /år	2010 $EX_{20}$ kekv/km <sup>2</sup> /år
91-102	Øvre Tovdal, E,F,G	274	21.6	41.4	33.9	-1.7
74-90	Tovdal, C,D	374	15.3	69.2	56.1	12.6
66-73	Skjeggedal, BC-BF	288	10.3	78.7	65.5	17.9
41-65	Høvringen-Mjåland, BB	297	21.3	69.4	57.9	8.1
22-40	Ogge, BA	306	44.0	50.7	38.3	-13.3
1-21	Herefoss, A, B1-B4, B9	317	40.3	49.4	41.6	-8.4
1-102	Hele Tovdal	1856	25.4	60.2	49.1	2.7

Når tålegrensene sammenholdes med svovelnedfall, framkommer tall for overskridelse av tålegrenser. Med basis i nedfallet i periodene 1983-87 og 1988-92 er overskridelsene svært store i de midtre partier av vassdraget og mindre i de aller øverste og de aller nederste delene. Overskridelsene i Øvre Tovdal er i begge periodene langt lavere enn i Skjeggedal, omtrent det halve. De er også lavere enn i selve Tovdalen, dvs. i området fra Rjukanfossen til Herefoss.

Fram mot og etter år 2010 kan situasjonen være svært mye bedre enn i dag fordi svovelutslippene, i følge FN-avtalen, skal reduseres betydelig fram til dette tidspunktet. Bedringen forutsetter selvfølgelig at avtalen oppfylles. I Øvre Tovdal og i nedre del vil det i gjennomsnitt ikke være overskridelser av tålegrensen slik de er beregnet her (negative verdier i tabell 2). I øvrige områder vil tålegrensen være relativt sett lite overskredet og situasjonen for fisk kan sannsynligvis, etterhvert som likevekt innstiller seg, bli god for fisk i en rekke lokaliteter.

Det vil som nevnt etterhvert innstille seg en likevekt mellom svovelnedfall og vannkvalitet, men dette kan ta tid fordi naturen må komme i balanse med den "nye" situasjonen. Siden sulfat er et negativt ladet ion, vil en reduksjon av sulfat i avrenningsvannet automatisk føre til en tilsvarende reduksjon i positivt ladde ioner for at ladningsbalansen skal opprettholdes. Både basekationer (kalsium og magnesium), hydrogenioner og aluminiumioner kan dermed bli redusert. Hvis store deler av reduksjonen kommer i basekationer, vil ikke pH eller aluminium endres i særlig grad og vannkvaliteten kan fortsatt være dårlig. Hvis sulfatnedgangen i mindre grad kompenseres med reduksjon i kalsium og magnesium, vil både ANC, pH og aluminium kunne endres i en positiv retning for fisk. Det kan illustreres ved at reduksjonen i svovelnedfall fram til 1994 er 30-35 % i forhold til 1980. Reduksjonen har gått gradvis, men det er først de siste 2-3 årene at vi har sett tegn til en generell bedring av de faktorer som har betydning for fiskens overlevelse.

Det er stor usikkerhet om nitrogenets betydning framover. Nitrogen i form av nitrat har økt i vassdragene i Sør-Norge i perioden 1975 til 1986 og gir et betydelig bidrag til forsuren. Det ser ut til å være vanskeligere å oppnå betydelige reduksjoner i nitrogenutslipp enn i svovelutslipp og nitrogenet spiller en stadig viktigere rolle for forsuren av våre vassdrag.

Det er altså i dag store tålegrenseforskjeller i vassdraget, og innen relativt kort tid kan det skje betydelige endringer i tålegrenseoverskridelsene. Dette er svært relevant for vurderingene her fordi kraftutbyggingen neppe blir realisert før år 2010.

Forholdene oppstrøms Rjukanfossens fot vil ikke påvirkes av regulering siden denne delen av vassdraget er varig vernet. Siden vannkvaliteten fra denne delen (Øvre Tovdal) er såvidt mye "bedre" enn i både Tovdal og Skjeggedal, vil det i dagens situasjon være avgjørende for begge disse vassdragsavsnittene hvor vannet fra Øvre Tovdal føres. Hvis vannet fra Øvre Tovdal får renne slik som nå (ikke regulering) vil en forvente at vannkvaliteten i Tovdal fortsatt vil være gunstigere enn i Skjeggedal. Hvis vannet fra Øvre Tovdal føres over til Skjeggedal, vil denne situasjonen endre seg:

- vannkvaliteten i Skjeggedal (nedstrøms det påtenkte kraftverket) vil bedres fordi vann fra et område med mindre tålegrenseoverskridelser blandes med det surere lokaltilsiget i Skjeggedalsgreina.
- vannkvaliteten i Tovdal vil domineres av sidevassdragene og vil dermed kunne reduseres fordi disse sidevassdragene antakelig (få data) er surere enn tilsiget fra Øvre Tovdal.
- endringen av vannføring i Tovdal vil påvirke hvilke områder som fisken rent fysisk kan leve i fordi elvestrengen kan tørrlegges eller få sterkt redusert vannføring i perioder.

Reduserte svovelutslipp vil bedre vannkvaliteten i alle vassdragsavsnitt og gjøre forholdene bedre for fisk. Dette vil ta tid, og vi kan ikke med sikkerhet si hvor raskt vannkvaliteten vil bedre seg. Etter år 2010 vil tålegrensen uansett fortsatt være overskredet både i Tovdal og Skjeggedal etter de beregningene vi har gjort. Det vil derfor fortsatt være en fordel å motta vann fra Øvre Tovdal, der situasjonen etter svovelreduksjonen fortsatt kan være akseptabel. Avviket fra tålegrensen i både Tovdal og Skjeggedal vil imidlertid være liten (mindre enn 20 kekv m<sup>-2</sup> år<sup>-1</sup>), og det kan vise seg å bli vanskelig å påvise klare biologiske effekter pga vannkvalitetsendringer av en eventuell overføring.

### **3.2. Effektene av lokale forurensningstilførsler**

Hvis det ikke blir pålegg om minstevannføring fra Rjukanfossens fot og til Tveitvannet i Tovdal, kan det bety at vassdraget i Austenå-området og området ved Tovdal kirke i perioder blir stillestående og elveleiet stedvis tørt og lite egnet som mottaker av forurensningstilførsler. Dette kan føre til lokale ulemper med algevekst.

Vannet i Tveitvannet har i dag en svært kort oppholdstid. Vi vil anslå den til omlag 14 dager, basert på et antatt middeldyp på 10 meter. Nedbørfeltet er beregnet til 350 km<sup>2</sup>. Oppholdstiden vil bli omlag fem ganger så lang hvis vann fra Øvre Tovdal føres over til Skjeggedal, men vil fortsatt være kort (2.5 mnd). Ved å bruke fosforbelastningsmodellen FOSRES (Berge 1987), antatt bakgrunnskonsentrasjon av fosfor på 3 µg/L og data for fosfortilførsler fra landbruksavrenning og befolkning (ialt 300 kg/år), er det beregnet at overføringen av vann til Skjeggedal ikke vil få negative konsekvenser for Tveitvann. Stor usikkerhet i fosfortilførsel påvirker ikke denne konklusjonen.

Ved en framtidig regulering kan det bli krav om en viss minstevannføring ut av Tveitvannet. I tillegg kommer lokaltilsig ned til Herefossfjorden. I dagens situasjon er det periodevis svært liten vannføring i denne delen av vassdraget om sommeren, og så vidt vi kjenner til er det ikke forurensningsproblemer i denne delen av vassdraget som skyldes kloakktilførsel eller landbruksavrenning. En reduksjon av vannføringen på denne strekningen i forbindelse med regulering vil sannsynligvis heller ikke føre til nevneverdige forurensningsulemper, men dette er mere usikkert.

Hvis Skjeggedal Kraftverk blir satt inn i produksjon, vil trolig vannføringen fra Homstølmagasinet til Risdal bli sterkt redusert. Om dette vil påvirke vannkvaliteten i elva er avhengig av den svært beskjedne forurensningstilførselen som finnes på denne strekningen. Vannet i Skjeggedals-greina fra Risdal og ned til Kolstraumfjorden er neppe så forurenset at en er avhengig av fortykning med lite påvirket vann fra Øvre Tovdal.

## 4. SAMLET VURDERING

Både vassdragsregulering og en framtidig endring i nedfallet av svovel- og nitrogenforbindelser (sur nedbør) vil påvirke Tovdalsvassdraget.

Vassdragsregulering, med overføring av vann fra Øvre Tovdal til Skjeggedal, vil i dagens situasjon føre til at fiskebestandene i Tovdal får dårligere levevilkår. Det skyldes både en forventet surere vannkvalitet etter regulering og mindre vann i vassdraget. En regulering vil imidlertid neppe bli realisert i de nærmeste årene.

Fordi syrenedfallet forventes å avta, vil samtidig vannkvaliteten i hele vassdraget bedres de nærmeste 20 årene, men vi er usikre på hvor raskt en vannkvalitetsbedring vil inntreffe ved en gitt reduksjon i syrenedfallet. Både i Tovdal og Skjeggedal vil naturens tålegrense fortsatt være overskredet. Det vil derfor uansett være en fordel å motta vann fra Øvre Tovdal. Det vil si at også etter år 2010 vil en overføring av vann fra Øvre Tovdal til Skjeggedal kunne medføre en mindre gunstig vannkvalitet i Tovdal. De biologiske effektene kan imidlertid vise seg å være vanskelige å påvise.

Regulering kan medføre lokale forurensningsproblemer med begroing/algevekst pga næringsstofftilførsel der elvestrekningen får sterkt redusert vannføring. I Tveitvann vil den reduserte vanntilstrømmingen ikke medføre ulemper.

## 5. REFERANSER

- Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. NIVA, O-85110. 44 s.
- Henriksen, A., Lien, L., Traaen, T.S., Sevaldrud, I.H., and Brakke, D. 1988. Lake acidification in Norway - present and predicted chemical status. *Ambio* 17: 259-266.
- Henriksen, A., Lien, L. og Traaen, T.S. 1990: Tålegrenser for overflatevann. Kjemiske kriterier for tilførsler av sterke syrer. Rapport 2431/90, Norsk institutt for vannforskning. 50 s.
- Henriksen, A. og Hindar, A. 1993. Miljøtiltak i vann: kan vi beregne kalkbehovet for Norge? Kalking i vann og vassdrag, s. 162-170. Seminar Rica Maritim Hotell, Haugesund 27-28 oktober 1993. DN-notat 1993-9.
- Hindar, A. og Henriksen, A. 1995. Kalkingsstrategier for Tovdalsvassdraget basert på nåværende og framtidige overskridelser av naturens tålegrenser for sterk syre. NIVA, O-93128. 42 s.
- Lien, L. Raddum, G.G. and Fjellheim, A. 1991. Critical loads for surface water - evertebrates and fish. Acid Rain Research Report no. 21. Norwegian Institute for Water Research, Oslo.
- Lindstrøm, E.A. 1993. Økende grønske i norske vassdrag. Resultater av en spørreundersøkelse. NIVA, E-92432. 28 s.
- SFT 1994. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1993. Statlig program for forurensningsovervåking. Statens forurensningstilsyn. Rapport 583/94. 271 s.
- UN 1994. Protocol to the 1979 convention on long-range transboundary air pollution on further reduction of sulphur emissions. 31 p.
- Wilander, A. 1994. Estimates of critical N concentration/load with respect to eutrophication of freshwater. Poster presented at the UNECE Workshop on Nitrogen Deposition and its Effects. Grange-over-Sands 24-26 October 1994. (abstract vil bli tilgjengelig).





**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

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

ISBN 82-577-2700-8