



Beregning av totalavløp til Hardangerfjorden

Lars-Evan Pettersson

9
2008



OPPDRAGSRAPPORT A

Beregning av totalavløp til Hardangerfjorden

Oppdragsrapport A nr 9 2008

Beregning av totalavløp til Hardangerfjorden

Oppdragsgiver: Havforskningsinstituttet

Forfatter: Lars-Evan Pettersson

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 20

Forsidefoto: Furebergfossen i Furebergselva, Kvinnherad
(Foto: Jens Aabel, NVE)

ISSN: 1503-0318

Sammendrag: Rapporten beskriver en metode for å beregne totalavløpet til Hardangerfjorden. Basert på observert vannføring ved målestasjoner og kraftverk er det satt opp formler som gir daglig vannføring for ca. 70 elver og mellomliggende områder.

Emneord: Vannføring, Hardangerfjorden, nedbørfelt, totalavløp

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

August 2008

Innhold

Forord	4
Sammendrag	5
1 Beskrivelse av oppgaven	6
2 Hardangerfjorden	6
3 Beregningsmetodikk	7
3.1 Beregning for vassdragsområde 045	8
3.2 Beregning for vassdragsområde 046	10
3.3 Beregning for vassdragsområde 047	12
3.4 Beregning for vassdragsområde 048	14
3.5 Beregning for vassdragsområde 049	15
3.6 Beregning for vassdragsområde 050	17
3.7 Beregning for vassdragsområde 051	19
3.8 Beregning for vassdragsområde 052	21
3.9 Beregning for vassdragsområde 053	22
4 Sammendrag	24
5 Usikkerhet	27

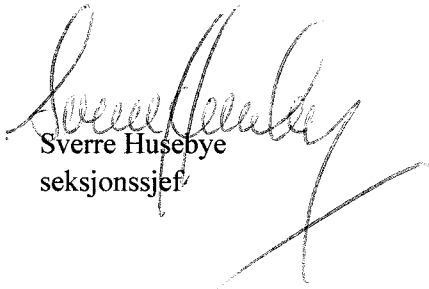
Forord

På oppdrag for Havforskningsinstituttet har NVE, Hydrologisk avdeling, utført hydrologiske analyser for Hardangerfjorden.

Analysen består i utarbeidelse av formler for å bestemme den daglige vannføringen i elver og områder som har avrenning til fjorden.

Rapporten er utarbeidet av Lars-Evan Pettersson og kvalitetskontrollert av Inger Karin Engen.

Oslo, august 2008



Sverre Husebye
seksjonssjef

Sammendrag

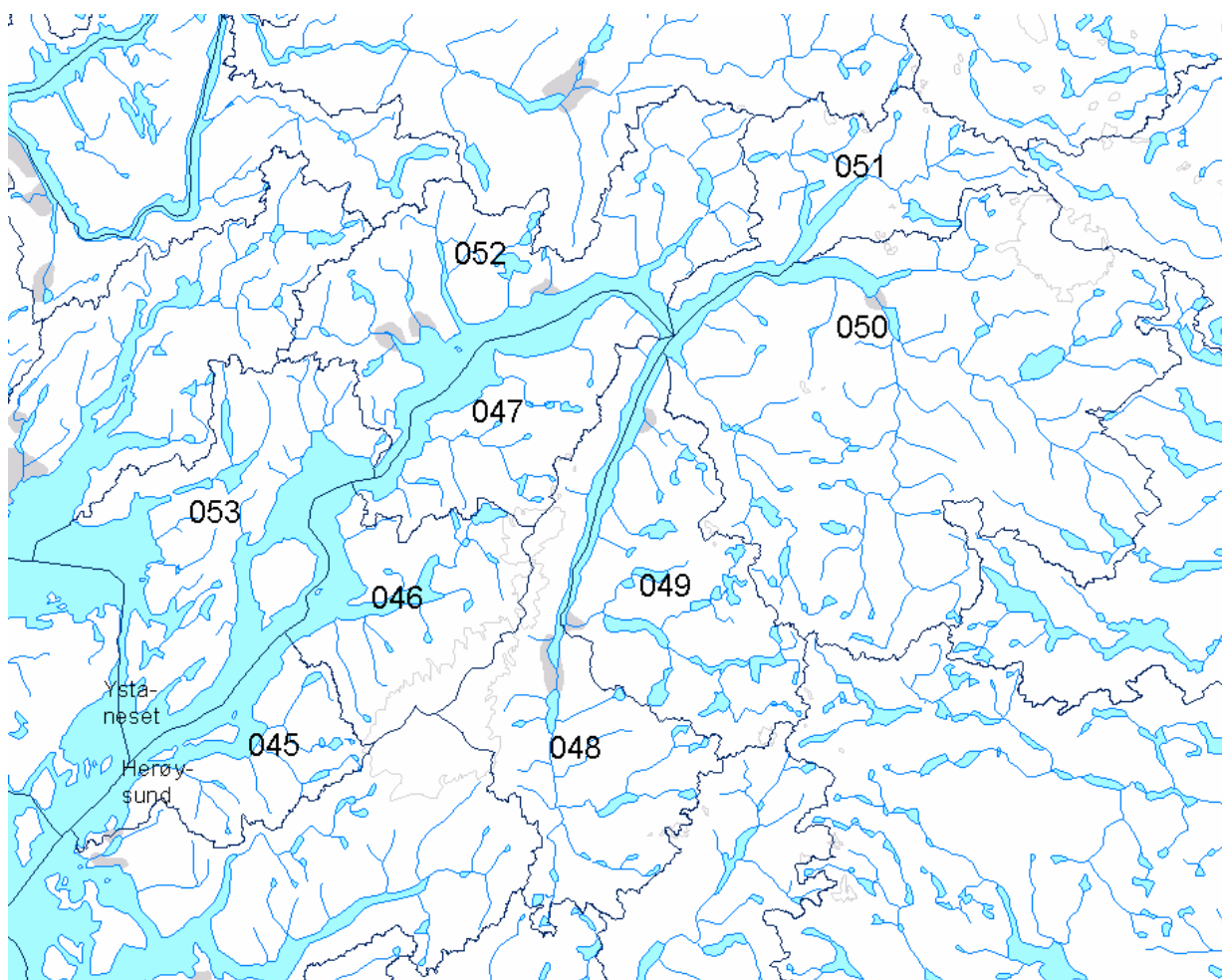
Rapporten beskriver en metode for å beregne totalavløpet til Hardangerfjorden. Basert på observert vannføring ved målestasjoner og kraftverk er det satt opp formler som gir daglig vannføring for ca. 70 elver og mellomliggende områder.

1 Beskrivelse av oppgaven

Havforskningsinstituttet har bedt NVE om å beregne ferskvannsavrenningen til Hardangerfjorden. Dette er inngangsdata til instituttets sirkulasjonsmodeller, og det man trenger er daglig vannføring i elver og avrenning fra mellomliggende kystområder. Rapporten beskriver metodikken for å utføre denne beregningen.

2 Hardangerfjorden

Beregningen i denne rapporten omfatter vassdragsområdene 045-053 i NVEs vassdragsregister, se figur 1. Inndelingen i vassdragsområder følger ikke helt fjordene. Det betyr at deler av område 053 ikke har avrenning til Hardangerfjorden, men til fjordområder utenfor Hardangerfjordens munning. Hardangerfjorden kan sies å slutte i høyde med Ystaneset utenfor tettstedet Ølve på nordsiden av fjorden og tettstedet Herøysund på sørsiden.



Figur 1. Aktuelle vassdragsområder

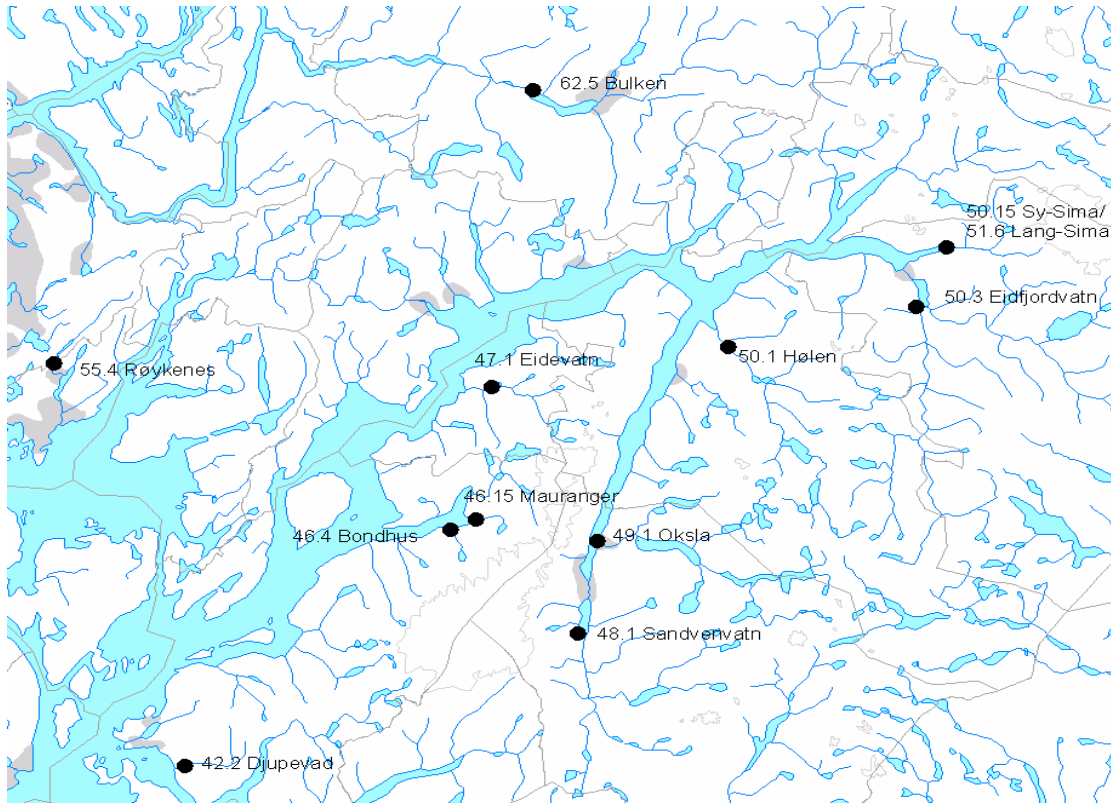
3 Beregningsmetodikk

Beregningen av den daglige vannføringen i elvene baseres på observerte data. I umålte elver/områder benyttes observert vannføring fra en nærliggende målestasjon som antas å ha samme vannføringsforhold (fordeling av vannføring over året). Vannføringen i den umålte elven skaleres med forholdet mellom beregnet normalavløp i perioden 1961-1990 i den umålte elven og observert, eventuelt beregnet, normalavløp for samme periode ved den vannføringsstasjonen som man henter data fra. Tilsvarende skalering gjør man ved beregning av avrenningen fra øvrige landarealer innenfor vassdragsområdet, inkludert eventuelle øyer. Normalavløpet (årstilsiget) i de umålte elvene og områdene hentes fra NVEs avrenningskart for Norge for perioden 1961-1990.

De vannføringsstasjoner som benyttes i beregningen er vist i tabell 1 og beliggenheten er vist i figur 2.

Tabell 1. Vannføringsstasjoner

Vannføringsstasjon	Feltareal, km ²	Observasjonsperiode
42.2 Djupevad	31.9	1963 -
46.4 Bondhus	60.6	1963 -
46.15 Mauranger (kraftverk)		1974 -
47.1 Eidevatn	79.2	1908 - 2000
48.1 Sandvenvatn	470	1908 -
49.1 Oksla (kraftverk)		1941 -
50.1 Hølen	232	1923 -
50.3 Eidfjordvatn	1170	1928 -
50.15 Sy-Sima (kraftverk)		1980 -
51.6 Lang-Sima (kraftverk)		1980 -
55.4 Røykenes	49.9	1934 -
62.5 Bulken	1094	1892 -

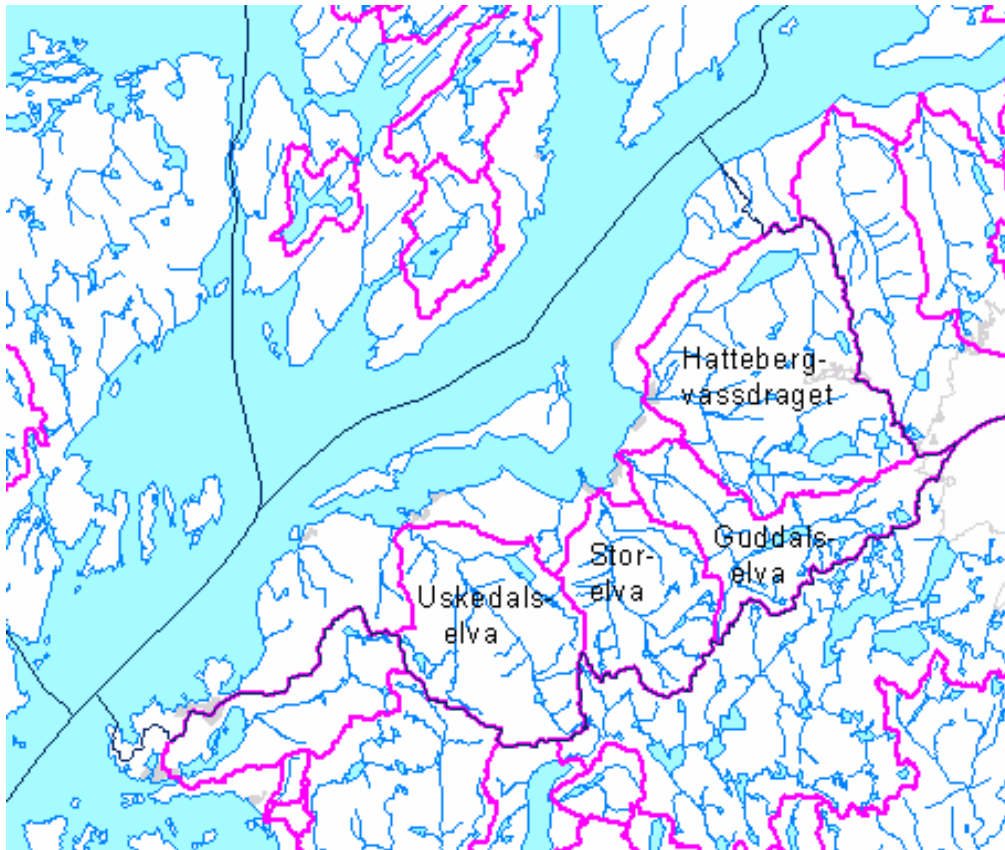


Figur 2. Vannføringsstasjoner

3.1 Beregning for vassdragsområde 045

Landarealet, inkludert øyer, i vassdragsområde 045 er 256 km² og det omfatter fire mindre elver, se figur 3. I følge NVEs avrenningskart for Norge er gjennomsnittlig avrenning i vassdragsområdet 93.5 l/s•km² i normalperioden 1961-1990. Det antas at den uregulerte vannføringsstasjonen 42.2 Djupevad, som ligger like sørvest for område 045 og har en observert gjennomsnittlig årsavrenning i perioden 1961-1990 på 101.6 l/s•km², er representativ for de daglige vannføringsforholdene i området.

Skaleringen av observert vannføring ved 42.2 Djupevad for å finne daglig vannføring i elvene og kystområdet er vist i tabell 2.



Figur 3. Vassdragsområde 045

Tabell 2. Beregning av daglig vannføring i vassdragsområde 045

Elv/felt/vannføringsstasjon	Areal km ²	Årstilsig mill. m ³	Årstilsig m ³ /s	Årstilsig l/s•km ²	Skaleringsfaktor
045 Totalfelt	255.8	754.29	23.92	93.5	
045.2Z Uskedalselva	45.8	147.60	4.68	102.3	1.445 (4.68/3.24)
045.31Z Storelva	32.5	93.37	2.96	91.0	0.914 (2.96/3.24)
045.32Z Guddalselva	36.0	116.17	3.68	102.3	1.137 (3.68/3.24)
045.4Z Hattebergvassdraget	71.0	222.16	7.04	99.2	2.174 (7.04/3.24)
Restfelt	70.5	174.99	5.55	78.7	1.713 (5.55/3.24)
42.2 Djupevad	31.9		3.24	101.6	

Denne beregningen antas å gi naturlig vannføring i elvene. I Hattebergvassdraget er det en liten regulering, men virkningen av den på den naturlige vannføringen er ubetydelig sammenlignet med andre usikkerhetskilder ved denne beregningen.

3.2 Beregning for vassdragsområde 046

Landarealet i vassdragsområde 046 er 389 km² og det omfatter syv mindre elver, se figur 4. I følge NVEs avrenningskart for Norge er gjennomsnittlig avrenning i vassdragsområdet 100.6 l/s•km² i normalperioden 1961-1990. I vassdragsområdet finnes to målestasjoner: vannføringsstasjonen 46.4 Bondhus, som etter reguleringen i 1974 observerer restvannføringen i vassdraget nedenfor inntakene til Mauranger kraftverk, og 46.15 Mauranger der driftsvannføringen i kraftverket registreres.

Det antas at den minimalt regulerte vannføringsstasjonen 48.1 Sandvenvatn, som ligger like sørøst for område 046 og har en observert gjennomsnittlig årsavrenning i perioden 1961-1990 på 81.4 l/s•km², er representativ for de daglige vannføringsforholdene i det meste av det umålte området. For de lavereliggende områdene, det totale restfeltet og restfeltene i Bondhuselva nedenfor målestasjonen og i Austrepollelva og Øyreselva nedenfor vanninntakene, antas 42.2 Djupevad å være mest representativ.

Skaleringen av observert vannføring ved hhv. 48.1 Sandvenvatn og 42.2 Djupevad for å finne daglig vannføring i elvene og kystområdet er vist i tabell 3.



Figur 4. Vassdragsområde 046

Tabell 3. Beregning av daglig vannføring i vassdragsområde 046

Elv/felt/vannføringsstasjon	Areal km ²	Årstilsig mill. m ³	Årstilsig m ³ /s	Årstilsig l/s•km ²	Skaleringsfaktor
046 Totalfelt	389.1	1233.95	39.13	100.6	
046.1Z Æneselva	50.1	160.58	5.09	101.6	0.134 (5.09/38.08)
046.2Z Furebergselva	29.5	101.37	3.21	108.8	0.084 (3.21/38.08)
46.4 Bondhus	60.6	210.30	6.67	110.1	
046.3Z Bondhuselva, restfelt	0.2	0.14	0.004	23.4	0.001 (0.004/3.24)
46.15 Mauranger (kraftverk)					
046.32Z Austrepollelva	44.6	144.46	4.58	102.7	0.120 (4.58/38.08)
046.4Z Øyreselva	85.7	299.67	9.50	110.9	0.250 (9.50/38.08)
046.42Z Dalelva	16.4	47.65	1.51	92.2	0.040 (1.51/38.08)
046.5Z Årvikeelva	17.3	56.18	1.78	103.3	0.047 (1.78/38.08)
Restfelt	84.8	213.60	6.77	79.9	2.091 (6.77/3.24)
48.1 Sandvenvatn	468		38.08	81.4	
42.2 Djupevad	31.9		3.24	101.6	

Denne beregningen antas å gi naturlig vannføring i elvene. Vannføringen i Bondhuselva ved utløpet i fjorden er summen av observert vannføring ved målestasjonen 46.4 Bondhus og beregnet vannføring fra elvas restfelt. Etter 1974 er vannføringen her regulert.

I tillegg til Bondhuselva er Austrepollelva og Øyreselva sterkt påvirket av regulering etter 1974. Driftsvannføringen i Mauranger kraftverk, som registreres ved målestasjonen 46.15 Mauranger, kommer fra ca. 33 km² av Austrepollelvas felt og ca. 65 km² av Øyreselvas felt i tillegg til overføringer både fra Bondhuselvas felt og fra felt i vassdragsområde 047. Tabell 4 viser beregningen av restvannføringen i Austrepollelva og Øyreselva. Eventuelle flomtap og forbislippinger ved vanninntakene er ikke medregnet og kommer i tillegg til fjorden.

Tabell 4. Beregning av daglig restvannføring etter 1974

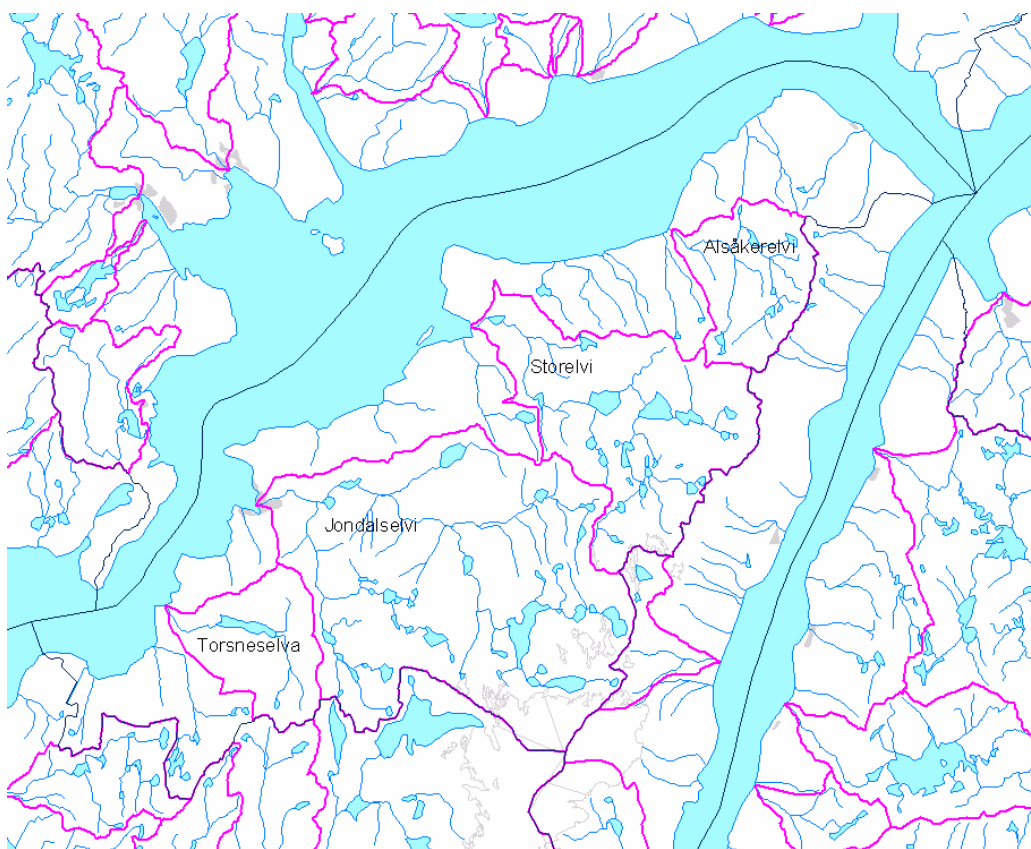
Elv/felt/vannføringsstasjon	Areal km ²	Årstilsig mill. m ³	Årstilsig m ³ /s	Årstilsig l/s•km ²	Skaleringsfaktor
046.32Z Austrepollelva	44.6	144.46	4.58	102.7	
Regulert felt	33.2	118.46	3.76	113.2	
Restfelt	11.4	26.00	0.82	72.1	0.254 (0.82/3.24)
046.4Z Øyreselva	85.7	299.67	9.50	110.9	
Regulert felt	65.0	241.28	7.65	117.8	
Restfelt	20.7	58.39	1.85	89.2	0.571 (1.85/3.24)
42.2 Djupevad	31.9		3.24	101.6	

3.3 Beregning for vassdragsområde 047

Landarealet i vassdragsområde 047 er 316 km² og det omfatter fire mindre elver, se figur 5. I følge NVEs avrenningskart for Norge er gjennomsnittlig avrenning i vassdragsområdet 86.4 l/s•km² i normalperioden 1961-1990. I vassdragsområdet finnes én målestasjon: vannføringsstasjonen 47.1 Eidevatn, som etter reguleringen i 1974 gir restvannføringen i vassdraget nedenfor overføringene til Mauranger kraftverk.

Det antas at den minimalt regulerte vannføringsstasjonen 48.1 Sandvenvatn, som ligger like sørøst for område 047 og har en observert gjennomsnittlig årsavrenning i perioden 1961-1990 på 81.4 l/s•km², er representativ for de daglige vannføringsforholdene i det meste av området. For de lavereliggende områdene antas 42.2 Djupevad å være mest representativ.

Skaleringen av observert vannføring ved hhv. 48.1 Sandvenvatn og 42.2 Djupevad for å finne daglig vannføring i elvene og kystområdet er vist i tabell 5.



Figur 5. Vassdragsområde 047

Tabell 5. Beregning av daglig vannføring i vassdragsområde 047

Elv/felt/vannføringsstasjon	Areal km ²	Årstilsig mill. m ³	Årstilsig m ³ /s	Årstilsig l/s•km ²	Skaleringsfaktor
047 Totalfelt	316.0	860.71	27.29	86.4	
047.1Z Torsneselva	20.6	65.57	2.08	100.9	0.055 (2.08/38.08)
47.1 Eidevatn	79.2	237.83	7.54	95.2	
047.2Z Jondalselvi, restfelt	30.4	88.93	2.82	92.9	0.074 (2.82/38.08)
047.2Z Jondalselvi	109.6	326.76	10.36	94.6	0.272 (10.36/38.08)
047.3Z Storelvi	54.2	158.81	5.04	92.9	0.132 (5.04/38.08)
047.4Z Alsåkerelvi	21.6	58.44	1.85	86.0	0.049 (1.85/38.08)
Restfelt	110.1	251.13	7.96	72.3	2.458 (7.96/3.24)
48.1 Sandvenvatn	468		38.08	81.4	
42.2 Djupevad	31.9		3.24	101.6	

Denne beregningen antas å gi naturlig vannføring i elvene. Vannføringen i Jondalselvi ved utløpet i fjorden er summen av observert vannføring ved målestasjonen 47.1 Eidevatn og beregnet vannføring fra elvas restfelt. Etter 1974 er vannføringen her betydelig regulert. Fra og med år 2000 mangler gode vannføringsdata ved 47.1 Eidevatn, slik at den regulerte vannføringen må beregnes ut fra observerte data ved 48.1 Sandvenvatn. Den regulerte vannføringen antas å komme fra restfeltet nedenfor de forskjellige vanninntakene som overfører vann mot Mauranger kraftverk. Eventuelle flomtap og forbislippinger ved vanninntakene er ikke medregnet og kommer i tillegg til fjorden. Også Storelvi er påvirket av overføringer mot Mauranger kraftverk etter 1974, og beregningen av regulert vannføring er beregnet på tilsvarende måte som for Jondalselvi. Tabell 6 viser beregningen av restvannføringen i Jondalselvi og Storelvi.

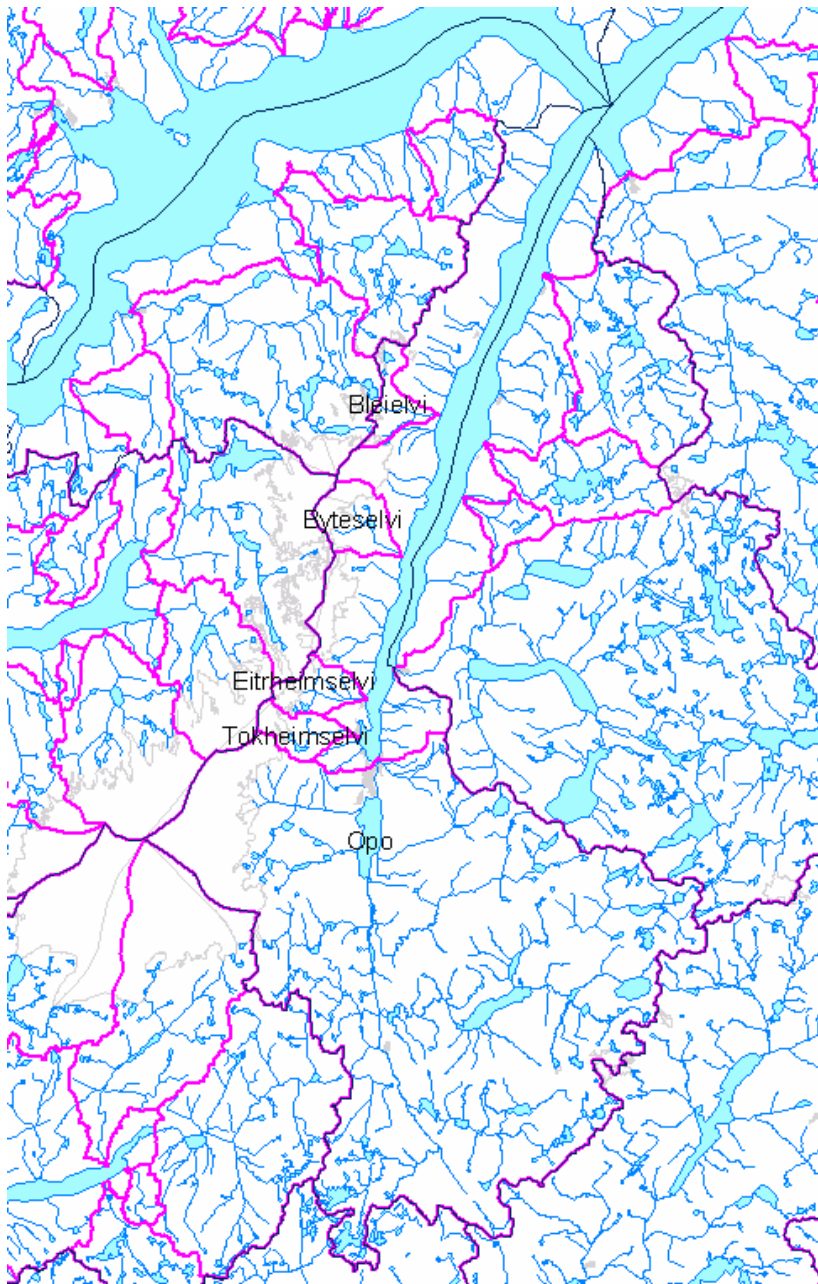
Tabell 6. Beregning av daglig restvannføring

Elv/felt/vannføringsstasjon	Areal km ²	Årstilsig mill. m ³	Årstilsig m ³ /s	Årstilsig l/s•km ²	Skaleringsfaktor
047.2Z Jondalselvi	109.6	326.76	10.36	94.6	
Regulert felt	29.6	111.67	3.54	119.8	
Restfelt	80.0	215.09	6.82	85.2	0.179 (6.82/38.08)
047.3Z Storelvi	54.2	158.81	5.04	92.9	
Regulert felt	12.1	43.82	1.39	114.6	
Restfelt	42.1	114.99	3.65	86.7	0.096 (3.65/38.08)
48.1 Sandvenvatn	468		38.08	81.4	

3.4 Beregning for vassdragsområde 048

Landarealet i vassdragsområde 048 er 640 km² og det omfatter fire små elver og én stor, Opo, se figur 6. I følge NVEs avrenningskart for Norge er gjennomsnittlig avrenning i vassdragsområdet 84.2 l/s•km² i normalperioden 1961-1990. I vassdragsområdet finnes én målestasjon: vannføringsstasjonen 48.1 Sandvenvatn, som er ubetydelig regulert ved at vann overføres ut sørover fra en liten del av feltet.

Det antas at 48.1 Sandvenvatn, som har en observert gjennomsnittlig årsavrenning i perioden 1961-1990 på 81.4 l/s•km², er representativ for de daglige vannføringsforholdene i hele vassdragsområdet. Skaleringen av observert vannføring ved 48.1 Sandvenvatn for å finne daglig vannføring i elvene og kystområdet er vist i tabell 7.



Figur 6. Vassdragsområde 048

Tabell 7. Beregning av daglig vannføring i vassdragsområde 048

Elv/felt/vannføringsstasjon	Areal km ²	Årstilsig mill. m ³	Årstilsig m ³ /s	Årstilsig l/s•km ²	Skaleringsfaktor
048 Totalfelt	640.3	1699.66	53.90	84.2	
048.2Z Bleielvi	9.3	26.33	0.83	90.2	0.022 (0.83/38.08)
048.3Z Byteselvi	13.9	39.62	1.26	90.6	0.033 (1.26/38.08)
048.41Z Eitrheimselvi	10.4	30.76	0.98	94.1	0.026 (0.98/38.08)
048.4Z Tokheimselvi	9.4	30.33	0.96	102.1	0.025 (0.96/38.08)
48.1 Sandvenvatn	468.4	1286.53	40.80	87.1	
048.Z Opo, restfelt	14.5	38.35	1.22	83.9	0.032 (1.22/38.08)
Restfelt	114.5	247.74	7.86	68.6	0.206 (7.86/38.08)
<i>48.1 Sandvenvatn</i>	<i>468</i>		<i>38.08</i>	<i>81.4</i>	

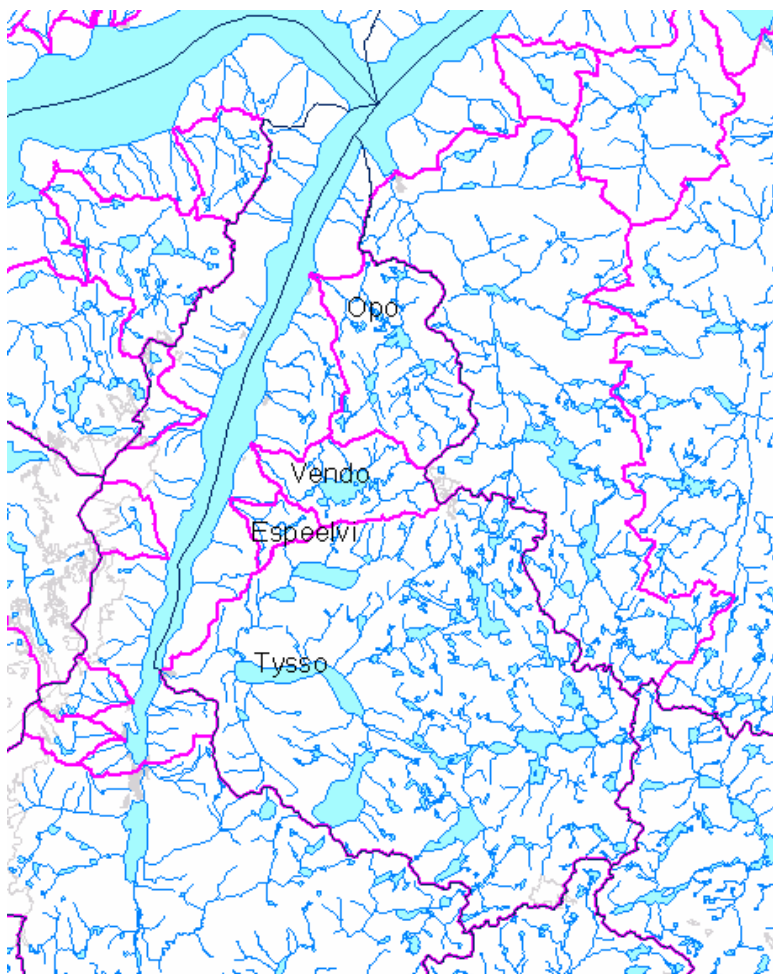
Denne beregningen antas å gi naturlig vannføring i elvene. Vannføringen i Opo ved utløpet i fjorden er summen av observert vannføring ved målestasjonen 48.1 Sandvenvatn og beregnet vannføring fra elvas restfelt. Obs! Det er noe forskjell mellom avrenningskartets årstilsigsverdi for 48.1 Sandvenvatn, 40.80 m³/s, og observert gjennomsnitt i referanseperioden, 38.08 m³/s.

3.5 Beregning for vassdragsområde 049

Landarealet i vassdragsområde 049 er 567 km² og det omfatter tre mindre elver og én stor, Tyso, se figur 7. I følge NVEs avrenningskart for Norge er gjennomsnittlig avrenning i vassdragsområdet 71.3 l/s•km² i normalperioden 1961-1990. I vassdragsområdet finnes ingen tradisjonell vannføringsstasjon, men bare målestasjonen 49.1 Oksla, som registrerer driftsvannføringen i Oksla kraftverk i Tyso.

Det antas at vannføringsstasjonen 50.1 Hølen, som ligger like nordøst for område 049 og har en observert gjennomsnittlig årsavrenning i perioden 1961-1990 på 52.1 l/s•km², er representativ for de daglige vannføringsforholdene i det meste av området.

Skaleringen av observert vannføring ved 50.1 Hølen for å finne daglig vannføring i elvene og kystområdet er vist i tabell 8.



Figur 7. Vassdragsområde 049

Tabell 8. Beregning av daglig vannføring i vassdragsområde 049

Elv/felt/vannføringsstasjon	Areal km ²	Årstilsig mill. m ³	Årstilsig m ³ /s	Årstilsig l/s•km ²	Skaleringsfaktor
049 Totalfelt	567.4	1275.05	40.43	71.3	
49.1 Oksla (kraftverk)					
049.Z Tysso	389.5	915.36	29.03	74.5	2.401 (29.03/12.09)
049.2Z Espeelvi	9.5	24.15	0.77	80.6	0.063 (0.77/12.09)
049.3Z Vendo	33.7	84.64	2.68	79.8	0.222 (2.68/12.09)
049.4Z Opo	65.4	136.15	4.32	66.0	0.357 (4.32/12.09)
Restfelt	69.4	114.75	3.64	52.4	0.301 (3.64/12.09)
50.1 Hølen	232		12.09	52.1	

Denne beregningen antas å gi naturlig vannføring i elvene. Tre av elvene er imidlertid regulert. Reguleringene i Tysso omfatter nemlig siden 2004 også overføringer fra Espeelvi og Vendo. Driftsvannføringen i Oksla kraftverk, som registreres ved

målestasjonen 49.1 Oksla siden 1988, kommer fra ca. 381 km² av Tyssos felt, mens hhv. ca. 3 km² av Espeelvis og ca. 27 km² av Vendos felt overføres mot Oksla kraftverk.

Tabell 9 viser beregningen av restvannføringen i Tyssø, Espeelvi og Vendos. Eventuelle flomtap og forbislippinger ved vanninntakene er ikke medregnet.

Tabell 9. Beregning av daglig restvannføring

Elv/felt/vannføringsstasjon	Areal km ²	Årstilsig mill. m ³	Årstilsig m ³ /s	Årstilsig l/s•km ²	Skaleringsfaktor
049.Z Tyssø	389.5	915.36	29.03	74.5	
Regulert felt	380.8	900.07	28.54	74.9	
Restfelt	8.7	15.29	0.48	55.7	0.040 (0.48/12.09)
049.2Z Espeelvi	9.5	24.15	0.77	80.6	
Regulert felt	3.2	8.99	0.29	89.6	
Restfelt	6.3	15.16	0.48	76.1	0.040 (0.48/12.09)
049.3Z Vendo	33.7	84.64	2.68	79.8	
Regulert felt	27.0	68.51	2.17	80.6	
Restfelt	6.7	16.13	0.51	76.3	0.042 (0.51/12.09)
50.1 Hølen	232		12.09	52.1	

3.6 Beregning for vassdragsområde 050

Landarealet i vassdragsområde 050 er 1792 km² og det omfatter mange vassdrag av forskjellig størrelse, med Eidfjordvassdraget som det største, se figur 8. I følge NVEs avrenningskart for Norge er gjennomsnittlig avrenning i vassdragsområdet 46.1 l/s•km² i normalperioden 1961-1990. I vassdragsområdet finnes to vannføringsstasjoner: 50.1 Hølen og 50.3 Eidfjordvatn. I tillegg registreres driftsvannføringen i Simakraftverkene ved hhv. 50.15 Sy-Sima og 51.6 Lang-Sima. Kraftverket Lang-Sima har sitt vanninntak i vassdragsområde 051, men har utløp i fjorden i område 050.

Det antas at vannføringsstasjonen 50.1 Hølen, som ligger i området og har en observert gjennomsnittlig årsavrenning i perioden 1961-1990 på 52.1 l/s•km², er representativ for de daglige vannføringsforholdene i det meste av området.

Skaleringen av observert vannføring ved 50.1 Hølen for å finne daglig vannføring i elvene og kystområdet er vist i tabell 10.



Figur 8. Vassdragsområde 050

Tabell 10. Beregning av daglig vannføring i vassdragsområde 050

Elv/felt/vannføringsstasjon	Areal km ²	Årstilsig mill. m ³	Årstilsig m ³ /s	Årstilsig l/s•km ²	Skaleringsfaktor
050 Totalfelt	1792.0	2605.04	82.61	46.1	
50.1 Hølen	232.4	390.13	12.37	53.2	
050.Z Kinso, restfelt	47.8	82.75	2.62	54.9	0.217 (2.62/12.09)
050.2Z Bjotveitelvi	18.8	38.63	1.22	65.2	0.101 (1.22/12.09)
050.3Z Erdalsvassdraget	71.6	138.06	4.38	61.1	0.362/4.38/12.09)
50.3 Eidfjordvatn	1169.3	1513.11	47.98	41.0	
050.Z Eidfjordvassdraget, restfelt	3.5	3.75	0.12	34.5	0.010 (0.12/12.09)
50.15 Sy-Sima (kraftverk)					
51.6 Lang-Sima (kraftverk)					
050.4Z Simavassdraget	145.6	278.07	8.82	60.5	0.729 (8.82/12.09)
050.421Z Åsåna	6.9	13.06	0.41	60.1	0.034 (0.41/12.09)
050.422Z Oneåa	6.2	14.62	0.46	74.5	0.038 (0.46/12.09)
Restfelt	89.9	132.86	4.21	46.9	0.348 (4.21/12.09)
50.1 Hølen	232		12.09	52.1	

Denne beregningen antas å gi naturlig vannføring i elvene. Vannføringen i Kinso ved utløpet i fjorden er summen av observert vannføring ved målestasjonen 50.1 Hølen og beregnet vannføring fra elvas restfelt. Vannføringen i Eidfjordvassdraget ved utløpet i fjorden er summen av observert vannføring ved målestasjonen 50.3 Eidfjordvatn og beregnet vannføring fra elvas restfelt. Dette vassdraget har i lang tid vært regulert. Obs! Det er noe forskjell mellom avrenningskartets årstilsigsverdi for 50.1 Hølen, 12.37 m³/s, og observert gjennomsnitt i referanseperioden, 12.09 m³/s.

I tillegg til Eidfjordvassdraget er Simavassdraget, Åsåna og Oneåa sterkt påvirket av regulering etter 1980. Driftsvannføringen i Sy-Sima kraftverk, som registreres ved målestasjonen 50.15 Sy-Sima, kommer fra ca. 84 km² av Simavassdragets felt, fra ca. 4 km² av Åsånas felt og fra ca. 5 km² av Oneåas felt i tillegg til overføring fra Eidfjordvassdraget. Tabell 11 viser beregningen av restvannføringen i Simavassdraget, Åsåna og Oneåa. Eventuelle flomtap og forbislippinger ved vanninntakene er ikke medregnet og kommer i tillegg til fjorden.

Tabell 11. Beregning av daglig restvannføring

Elv/felt/vannføringsstasjon	Areal km ²	Årstilsig mill. m ³	Årstilsig m ³ /s	Årstilsig l/s•km ²	Skaleringsfaktor
050.4Z Simavassdraget	145.63	278.07	8.82	60.5	
Regulert felt	84.05	185.79	5.89	70.1	
Restfelt	61.58	92.28	2.93	47.5	0.242 (2.93/12.09)
050.421Z Åsåna	6.89	13.06	0.41	60.1	
Regulert felt	3.80	8.11	0.26	67.7	
Restfelt	3.09	4.95	0.16	50.8	0.013 (0.16/12.09)
050.422Z Oneåa	6.22	14.62	0.46	74.5	
Regulert felt	4.90	12.42	0.39	80.4	
Restfelt	1.32	2.20	0.07	52.8	0.006 (0.07/12.09)
50.1 Hølen	232		12.09	52.1	

3.7 Beregning for vassdragsområde 051

Landarealet i vassdragsområde 051 er 383 km² og det omfatter det relativt store Osavassdraget og to mindre vassdrag, se figur 9. I følge NVEs avrenningskart for Norge er gjennomsnittlig avrenning i vassdragsområdet 63.5 l/s•km² i normalperioden 1961-1990. I vassdragsområdet finnes ingen vannføringsstasjoner.

Det antas at vannføringsstasjonen 62.5 Bulken, som ligger i Vossovassdraget like vest for område 051 og har en observert gjennomsnittlig årsavrenning i perioden 1961-1990 på 64.3 l/s•km², er representativ for de daglige vannføringsforholdene i det meste av området.

Skaleringen av observert vannføring ved 62.5 Bulken for å finne daglig vannføring i elvene og kystområdet er vist i tabell 12.



Figur 9. Vassdragsområde 051

Tabell 12. Beregning av daglig vannføring i vassdragsområde 051

Elv/felt/vannføringsstasjon	Areal km ²	Årstilsig mill. m ³	Årstilsig m ³ /s	Årstilsig l/s•km ²	Skaleringsfaktor
051 Totalfelt	383.0	767.36	24.33	63.5	
051.11Z Døgro	17.8	39.06	1.24	69.7	0.018 (1.24/70.39)
051.2Z Osavassdraget	174.1	450.45	14.28	82.1	0.203 (14.28/70.39)
051.3Z Tyso	89.3	146.93	4.66	52.2	0.066 (4.66/70.39)
Restfelt	101.8	130.92	4.15	40.8	0.059 (4.15/70.39)
62.5 Bulken	1094		70.39	64.3	

Denne beregningen antas å gi naturlig vannføring i elvene.

Driftsvannføringen i Lang-Sima kraftverk, som registreres ved målestasjonen 51.6 Lang-Sima, kommer fra ca. 127 km² av Osavassdragets felt. Tabell 13 viser beregningen av restvannføringen i Osavassdraget. Eventuelle flomtap og forbislippinger ved vanninntakene er ikke medregnet og kommer i tillegg til fjorden. I Tyso ligger Ulvik kraftverk, som er relativt lite. Det finnes ikke data for driftsvannføringen ved kraftverket i NVEs hydrologiske database, og det er derfor ikke mulig å ta hensyn til reguleringen i det vassdraget.

Tabell 13. Beregning av daglig restvannføring

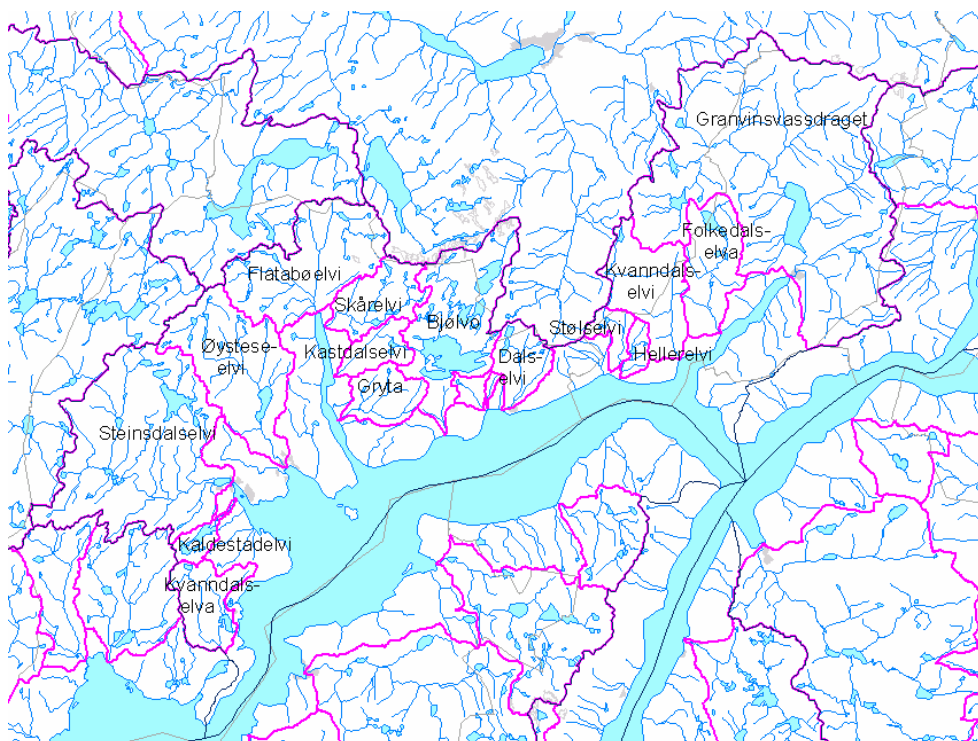
Elv/felt/vannføringsstasjon	Areal km ²	Årstilsig mill. m ³	Årstilsig m ³ /s	Årstilsig l/s•km ²	Skaleringsfaktor
051.2Z Osavassdraget	174.06	450.45	14.28	82.1	
Regulert felt	127.09	350.02	11.10	87.3	
Restfelt	46.97	100.43	3.18	67.8	0.045 (3.18/70.39)
62.5 Bulken	1094		70.39	64.3	

3.8 Beregning for vassdragsområde 052

Landarealet i vassdragsområde 052 er 676 km² og det omfatter en rekke relativt små felt, med Granvinsvassdraget som det største, se figur 10. I følge NVEs avrenningskart for Norge er gjennomsnittlig avrenning i vassdragsområdet 81.9 l/s•km² i normalperioden 1961-1990. I vassdragsområdet finnes ingen vannføringsstasjoner.

For Granvinsvassdraget antas det at vannføringsstasjonen 62.5 Bulken, som ligger like nord for området, er representativ for de daglige vannføringsforholdene. For øvrige felt i vassdragsområdet antas det at vannføringsstasjonen 55.4 Røykenes, som ligger noe sørvest for området og har en observert gjennomsnittlig årsavrenning i perioden 1961-1990 på 99.8 l/s•km², er representativ.

Skaleringen av observert vannføring ved hhv. 62.5 Bulken og 55.4 Røykenes for å finne daglig vannføring i elvene og kystområdet er vist i tabell 14.



Figur 10. Vassdragsområde 052

Tabell 14. Beregning av daglig vannføring i vassdragsområde 052

Elv/felt/vannføringsstasjon	Areal km ²	Årstilsig mill. m ³	Årstilsig m ³ /s	Årstilsig l/s•km ²	Skaleringsfaktor
052 Totalfelt	675.7	1745.97	55.36	81.9	
052.1Z Granvinsvassdraget	177.4	281.51	8.93	50.3	0.127 (8.93/70.39)
052.21Z Folkedalselva	23.6	43.01	1.36	57.7	0.274 (1.36/4.98)
052.2Z Kvanndalselvi	26.8	61.59	1.95	73.0	0.392 (1.95/4.98)
052.31Z Hellerelvi	4.1	9.05	0.29	70.0	0.058 (0.29/4.98)
052.312Z Stølselvi	6.0	16.59	0.53	88.3	0.106 (0.53/4.98)
052.3Z Dalselvi	12.5	42.19	1.34	106.9	0.269 (1.34/4.98)
052.4Z Bjølvo	45.2	171.89	5.45	120.5	1.094 (5.45/4.98)
052.512Z Gryta	12.9	45.78	1.45	112.5	0.292 (1.45/4.98)
052.51Z Kastdalselvi	9.4	35.00	1.11	117.8	0.223 (1.11/4.98)
052.52Z Skårelvi	17.8	69.61	2.21	124.2	0.443 (2.21/4.98)
052.5Z Flatabøelvi	45.4	167.05	5.30	116.7	1.064 (5.30/4.98)
052.6Z Øysteseelvi	44.6	159.54	5.06	113.5	1.016 (5.06/4.98)
052.7Z Steinsdalselvi	90.7	293.14	9.30	102.5	1.867 (9.30/4.98)
052.72Z Kaldestadelvi	4.9	14.15	0.45	91.0	0.090 (0.45/4.98)
052.8Z Kvanndalselva	17.1	38.30	1.21	71.0	0.244 (1.21/4.98)
Restfelt	137.4	297.57	9.44	68.7	1.895 (9.44/4.98)
62.5 <i>Bulken</i>	1094		70.39	64.3	
55.4 <i>Røykenes</i>	49.9		4.98	99.8	

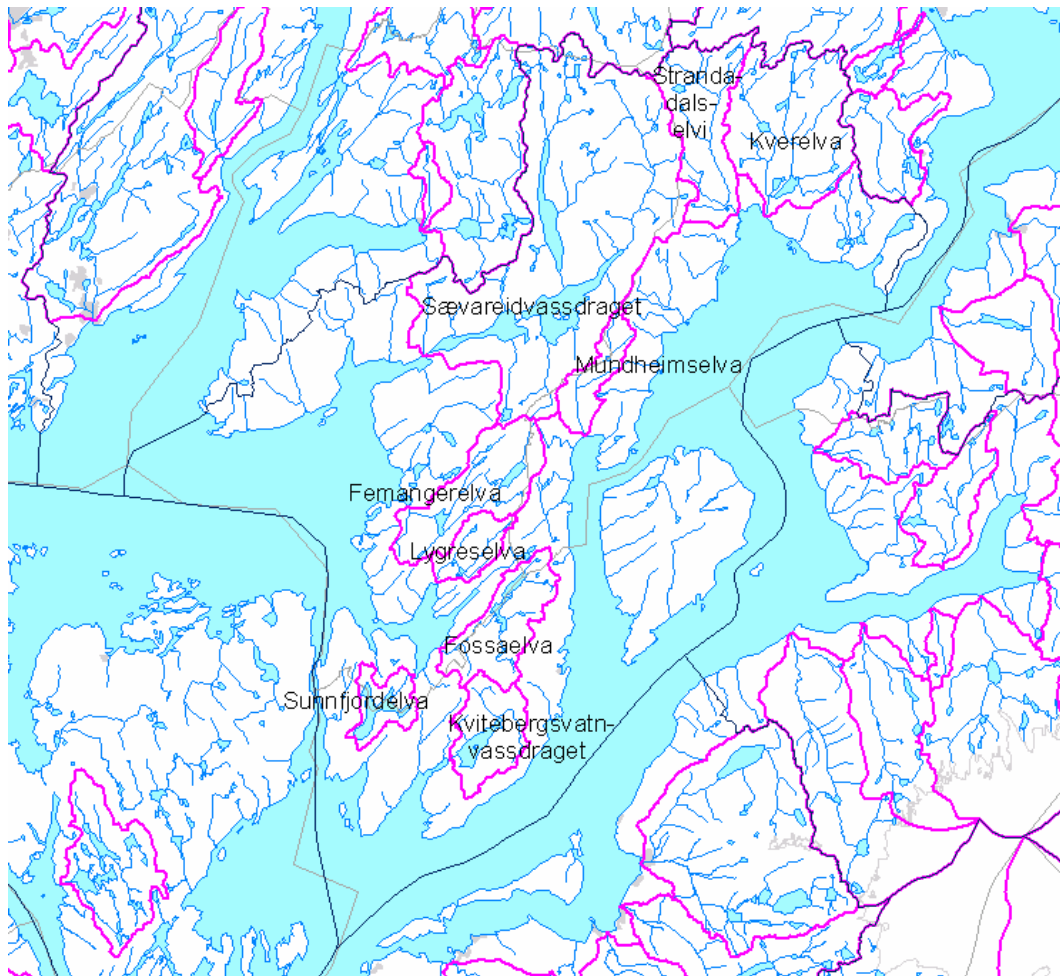
Denne beregningen antas å gi naturlig vannføring i elvene. Det er imidlertid fire kraftverk i vassdragsområdet, hvorav Bjølvo kraftverk er det største. NVE har ikke data for driftsvannføring fra noen av kraftverkene i den hydrologiske databasen. Det er derfor ikke mulig å ta hensyn til reguleringenes innvirkning på avrenningen i dette området.

3.9 Beregning for vassdragsområde 053

Landarealet, inkludert øyer, i vassdragsområde 053 er 528 km² og det omfatter mange små elver, og det relativt store Sævareidvassdraget, som imidlertid ligger utenfor den egentlige Hardangerfjorden. Se figur 11. I følge NVEs avrenningskart for Norge er gjennomsnittlig avrenning i vassdragsområdet 82.9 l/s•km² i normalperioden 1961-1990. I vassdragsområdet finnes ingen vannføringsstasjoner.

Det antas at vannføringsstasjonen 55.4 Røykenes, som ligger like vest for området og har en observert gjennomsnittlig årsavrenning i perioden 1961-1990 på 99.8 l/s•km², er representativ for de daglige vannføringsforholdene i området.

Skaleringen av observert vannføring ved 55.4 Røykenes for å finne daglig vannføring i elvene og kystområdet er vist i tabell 15.



Figur 11. Vassdragsområde 053

Tabell 15. Beregning av daglig vannføring i vassdragsområde 053

Elv/felt/vannføringsstasjon	Areal km ²	Årstilsig mill. m ³	Årstilsig m ³ /s	Årstilsig l/s•km ²	Skaleringsfaktor
053 Totalfelt	527.8	1379.59	43.75	82.9	
053.1Z Kverselva	38.7	101.99	3.23	83.5	0.649 (3.23/4.98)
053.2Z Strandadalselvi	24.8	74.69	2.37	95.4	0.476 (2.37/4.98)
053.4Z Mundheimselva	9.0	25.09	0.80	88.0	0.160 (0.80/4.98)
053.5Z Kvitebergsvatnvassdr.	14.7	24.67	0.78	53.3	0.157 (0.78/4.98)
053.61Z Sunnfjordelva	7.8	14.01	0.44	57.2	0.089 (0.44/4.98)
053.62Z Fossaelva	18.2	33.76	1.07	58.9	0.215 (1.07/4.98)
053.63Z Lygreselva	7.6	18.53	0.59	77.4	0.118 (0.59/4.98)
053.7Z Femangerelva	23.4	65.52	2.08	89.0	0.417 (2.08/4.98)
053.Z Sævareidvassdraget	124.0	419.32	13.30	107.2	2.670 (13.30/4.98)
Restfelt	259.6	602.01	19.09	73.5	3.833 (19.09/4.98)
55.4 Røykenes	49.9		4.98	99.8	

Denne beregningen antas å gi naturlig vannføring i elvene. Vassdragsområdet er minimalt påvirket av vassdragsreguleringer.

4 Sammendrag

I tabell 16 er formlene som gir den daglige vannføringen i elvene til Hardangerfjorden, vassdragsområdene 045-053 samlet.

Tabell 16. Formler for beregning av daglig vannføring

Elv/felt/vannføringsstasjon	Feltareal km ²	Ligning for beregning av daglig vannføring	
045.2Z Uskedalselva	45.8	$1.445 * Q_{42.2} \text{ Djupevad}$	
045.31Z Storelva	32.5	$0.914 * Q_{42.2} \text{ Djupevad}$	
045.32Z Guddalselva	36.0	$1.137 * Q_{42.2} \text{ Djupevad}$	
045.4Z Hattebergvassdraget	71.0	$2.174 * Q_{42.2} \text{ Djupevad}$	Liten regulering i vassdraget, som det ikke er tatt hensyn til
045 Restfelt	70.5	$1.713 * Q_{42.2} \text{ Djupevad}$	
046.1Z Æneselva	50.1	$0.134 * Q_{48.1} \text{ Sandvenvatn}$	
046.2Z Furebergselva	29.5	$0.084 * Q_{48.1} \text{ Sandvenvatn}$	
046.3Z Bondhuselva	60.8	$Q_{46.4} \text{ Bondhus} + 0.001 * Q_{42.2} \text{ Djupevad}$	
Mauranger kraftverk		$Q_{46.15} \text{ Mauranger}$	
046.32Z Austrepollelva	44.6	$0.120 * Q_{48.1} \text{ Sandvenvatn (før 1974)}$ $0.254 * Q_{42.2} \text{ Djupevad (etter 1974)}$	
046.4Z Øyreselva	85.7	$0.250 * Q_{48.1} \text{ Sandvenvatn (før 1974)}$ $0.571 * Q_{42.2} \text{ Djupevad (etter 1974)}$	
046.42Z Dalelva	16.4	$0.040 * Q_{48.1} \text{ Sandvenvatn}$	
046.5Z Årvikeelva	17.3	$0.047 * Q_{48.1} \text{ Sandvenvatn}$	
046 Restfelt	84.8	$2.091 * Q_{42.2} \text{ Djupevad}$	
047.1Z Torsneselva	20.6	$0.055 * Q_{48.1} \text{ Sandvenvatn}$	
047.2Z Jondalselvi	109.6	$Q_{47.1} \text{ Eidevatn} + 0.074 * Q_{48.1} \text{ Sandvenvatn (før 2000)}$ $0.179 * Q_{48.1} \text{ Sandvenvatn (etter 2000)}$	
047.3Z Storelvi	54.2	$0.132 * Q_{48.1} \text{ Sandvenvatn (før 1974)}$ $0.096 * Q_{48.1} \text{ Sandvenvatn (etter 1974)}$	

047.4Z Alsåkerelvi	21.6	0.049 * Q _{48.1} Sandvenvatn	
047 Restfelt	110.1	2.458 * Q _{42.2} Djupevad	
048.2Z Bleielvi	9.3	0.022 * Q _{48.1} Sandvenvatn	
048.3Z Byteselvi	13.9	0.033 * Q _{48.1} Sandvenvatn	
048.41Z Eitrheimselvi	10.4	0.026 * Q _{48.1} Sandvenvatn	
048.4Z Tokheimselvi	9.4	0.025 * Q _{48.1} Sandvenvatn	
048.Z Opo	482.8	1.032 * Q _{48.1} Sandvenvatn	
048 Restfelt	114.5	0.206 * Q _{48.1} Sandvenvatn	
Oksla kraftverk		Q _{49.1} Oksla	Data finnes siden 1988
049.Z Tysso	389.5	0.040 * Q _{50.1} Hølen	Gjelder siden 1980 da Oksla kraftverk kom i drift
049.2Z Espeelvi	9.5	0.063 * Q _{50.1} Hølen (før 2004) 0.040 * Q _{50.1} Hølen (etter 2004)	
049.3Z Vendo	33.7	0.222 * Q _{50.1} Hølen (før 2004) 0.042 * Q _{50.1} Hølen (etter 2004)	
049.4Z Opo	65.4	0.357 * Q _{50.1} Hølen	
049 Restfelt	69.4	0.301 * Q _{50.1} Hølen	
050.Z Kinso	280.2	1.217 * Q _{50.1} Hølen	
050.2Z Bjotveitelvi	18.8	0.101 * Q _{50.1} Hølen	
050.3Z Erdalvassdraget	71.6	0.362 * Q _{50.1} Hølen	
050.Z Eidfjordvassdraget	1172.8	Q _{50.3} Eidfjordvatn + 0.010 * Q _{50.1} Hølen	
Sy-Sima kraftverk		Q _{50.15} Sy-Sima	
Lang-Sima kraftverk		Q _{51.6} Lang-Sima	
050.4Z Simavassdraget	145.6	0.242 * Q _{50.1} Hølen	Gjelder siden 1980 da kraftverkene kom i drift
050.421Z Åsåna	6.9	0.013 * Q _{50.1} Hølen	Gjelder siden 1980 da kraftverkene kom i drift
050.422Z Oneåa	6.2	0.006 * Q _{50.1} Hølen	Gjelder siden 1980 da kraftverkene kom i drift
050 Restfelt	89.9	0.348 * Q _{50.1} Hølen	
051.11Z Døgro	17.8	0.018 * Q _{62.5} Bulken	

051.2Z Osavassdraget	174.1	0.045 * Q _{62.5} Bulken	Gjelder siden 1980 da kraftverkene kom i drift
051.3Z Tyssø	89.3	0.066 * Q _{62.5} Bulken	Det er ikke tatt hensyn til reguleringen i Tyssø (Ulvik kraftverk)
051 Restfelt	101.8	0.059 * Q _{62.5} Bulken	
052.1Z Granvinsvassdraget	177.4	0.127 * Q _{62.5} Bulken	
052.21Z Folkedalselva	23.6	0.274 * Q _{55.4} Røykenes	Liten regulering i vassdraget, som det ikke er tatt hensyn til
052.2Z Kvanndalselvi	26.8	0.392 * Q _{55.4} Røykenes	
052.31Z Hellelvi	4.1	0.058 * Q _{55.4} Røykenes	
052.312Z Stølselvi	6.0	0.106 * Q _{55.4} Røykenes	
052.3Z Dalselvi	12.5	0.269 * Q _{55.4} Røykenes	Vann overføres mot Bjølvo kraftverk, som det ikke er tatt hensyn til
052.4Z Bjølvo	45.2	1.094 * Q _{55.4} Røykenes	Regulering i vassdraget som det ikke er tatt hensyn til
052.512Z Gryta	12.9	0.292 * Q _{55.4} Røykenes	Liten regulering i vassdraget, som det ikke er tatt hensyn til
052.51Z Kastdalselvi	9.4	0.223 * Q _{55.4} Røykenes	Vann overføres mot Bjølvo kraftverk, som det ikke er tatt hensyn til
052.52Z Skårelvi	17.8	0.443 * Q _{55.4} Røykenes	Vann overføres mot Bjølvo kraftverk, som det ikke er tatt hensyn til
052.5Z Flatabøelvi	45.4	1.064 * Q _{55.4} Røykenes	Vann overføres mot Bjølvo kraftverk og til Bergsdalsvassdraget, som det ikke er tatt hensyn til
052.6Z Øysteseelvi	44.6	1.016 * Q _{55.4} Røykenes	
052.7Z Steinsdalselvi	90.7	1.867 * Q _{55.4} Røykenes	
052.72Z Kaldestadelvi	4.9	0.090 * Q _{55.4} Røykenes	Liten regulering i vassdraget, som det ikke er tatt hensyn til
052.8Z Kvanndalselva	17.1	0.244 * Q _{55.4} Røykenes	Liten overføring til Kaldestadelvi, som det ikke er tatt hensyn til.

052 Restfelt	137.4	1.895 * Q _{55.4} Røykenes	
053.1Z Kverselva	38.7	0.649 * Q _{55.4} Røykenes	Liten regulering i vassdraget, som det ikke er tatt hensyn til
053.2Z Strandadalselvi	24.8	0.476 * Q _{55.4} Røykenes	
053.4Z Mundheimselva	9.0	0.160 * Q _{55.4} Røykenes	
053.5Z Kvitebergsvatn-vassdraget	14.7	0.157 * Q _{55.4} Røykenes	
053.61Z Sunnfjordelva	7.8	0.089 * Q _{55.4} Røykenes	
053.62Z Fossaelva	18.2	0.215 * Q _{55.4} Røykenes	
053.63Z Lygreselva	7.6	0.118 * Q _{55.4} Røykenes	
053.7Z Femangerelva	23.4	0.417 * Q _{55.4} Røykenes	
053.Z Sævareidvassdraget	124.0	2.670 * Q _{55.4} Røykenes	
053 Restfelt	259.6	3.833 * Q _{55.4} Røykenes	

5 Usikkerhet

Det er en generell usikkerhet knyttet til vannføringsdata avhengig av målestasjonens kvalitet og hvordan stasjonen er blitt driftet. Noen ganger kan det også være observasjonsbrudd som medfører komplettering av data, og ved noen stasjoner kan isproblemer medføre behov for korreksjon av vinterdata. Data fra kraftverk beregnes ofte ut fra kraftproduksjon, som også medfører en usikkerhet.

Ved denne beregningen tilkommer usikkerheten som er knyttet til det å overføre observerte daglige data til umålte elver og områder. Usikkerhet i avrenningskartet for Norge påvirker langtidsmidlet i de umålte elvene og områdene, usikkerhet om vannføringsforholdene varierer likt i de umålte elvene og områdene som ved de vannføringsstasjoner som antas å være representative, påvirker de daglige vannføringene som beregnes.

I de regulerte elvene er det ikke alltid tatt hensyn til reguleringens effekter på vannføringen, og det der finnes data for driftsvannføring, kan det være flomtap og forbitapping som det ikke har vært mulig å ta hensyn til.

Den måten som er beskrevet i denne rapporten, for å beregne det daglige avløpet til Hardangerfjorden, vurderes å være den beste som er mulig å få til ut fra de hydrologiske data som foreligger ved NVEs hydrologiske database.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2008

- Nr. 1 Mari Hegg Gundersen (red.): Livsløpsanalyse av kraft- og varmeproduksjon basert på bioenergi (74 s.)
- Nr. 2 Ragnar Moholt: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Resultater fra grunnundersøkelser Fossnes på Hvittingfoss, Kongsberg kommune
- Nr. 3 Ragnar Moholt: Program for økt sikkerhet mot leirskred. Vurdering av skredfare og sikringstiltak Fossnes på Hvittingfoss, Kongsberg kommune
- Nr. 4 Jim Bogen, Truls Erik Bønsnes: Konsekvenser for erosjon og sedimentasjon av heving av vannstand i Glomma ved Rånåsfoss
- Nr. 5 Kolbjørn Engeland (red.): Lavvannskart for Norge (58 s.)
- Nr. 6 Bioenergiressurser i Norge (42 s.)
- Nr. 7 Ingeborg Kleivane, Roger Sværd: Hydrologiske målinger og beregninger i Børselva (172.AC), Ballangen kommune, Nordland
- Nr. 8 Truls Erik Bønsnes (red.): Storglomfjordutbyggingen - Hydrologiske undersøkelser i 2007 (80 s.)
- Nr. 9 Lars-Evan Pettersson: Beregning av totalavløp til Hardangerfjorden (27 s.)