



NVE



RAPPORT

NR. 14 / 2025

Historiske endringer i avrenning i Norge

Bakgrunnsrapport til rapporten Klima i Norge

SKREVET AV Irene Brox Nilsen

NVE Rapport nr. 14/2025

Historiske endringer i avrenning i Norge : bakgrunnsrapport til rapporten Klima i Norge

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Forfatter: Irene Brox Nilsen
Omslagsbilde: Vang i Valdres, 11. juli, 2021. Foto: Irene Brox Nilsen/NVE

ISBN: 978-82-410-2520-4
ISSN: 2704-0305
Saksnummer: 202001196

Sammendrag: Her sammenlignes ulike datasett brukt til kapitlet om historisk avrenning i Klima i Norge og begrunner valget av distHBV framfor datasettene Avrenningskartet og Totalavrenning som referansedatasett for endringer i avrenning for historisk periode.

Emneord: Avrenning, totalavrenning, historiske klimaendringer, vannføring, klimaendringer

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
E-post: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

Innholdet kan brukes videre mot kreditering.

Desember 2025

Innhold

Innhold	3
1 Innledning	6
1.1 Regioner	9
2 Datasett og metode	12
2.1 Avrenningskart	12
2.2 distHBV	12
2.2.1 distHBV-COR-BA-2025	13
2.3 Totalavrenning	13
2.3.1 Utvide datasettet Totalavrenning med distHBV	14
3 Langtidsendringer i årsavrenning	16
3.1 Endringer i årsavrenning for faste 30-årsperioder	16
3.2 Årsavrenning for enkeltår (datasett: Totalavrenning)	19
3.3 Årsavrenning for enkeltår (datasett: distHBV)	21
4 Vannbalanseestimer	25
4.1 Nedbør, 1991–2020	25
4.2 Fordampning, 1991–2020	25
4.3 Avrenning, 1991–2020	26
4.4 Vannbalanse i Avrenningskart og distHBV	26
5 Sesongavrenning	29
6 Alternative figurer for årsavrenning	32
7 Diskusjon og konklusjoner	35
8 Referanser	37
Vedlegg 1. Tidsserier for årsavrenning	39
Vedlegg 2. Totalavrenning, regionvis	40
Vedlegg 3. Vannbalansetabeller	43

Forord

Denne rapporten viser historiske endringer i *avrenning*, altså den delen av nedbøren som bidrar til vann i elver, bekker og innsjøer. Det finnes flere landsdekkende datasett for avrenning for perioden 1991–2020. I arbeidet med rapporten *Klima i Norge – kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2025*, har vi vurdert tre ulike datasett for å beskrive historiske endringer i avrenning. I denne rapporten blir alle tre datasettene presentert og sammenlignet:

Et beste estimat for avrenning for perioden 1991–2020 (Avrenningskartet) var allerede tilgjengelig. For å framskaffe et datasett på døgnbasis som samtidig var konsistent med framskrivninger fram mot slutten av århundret, var det behov for å produsere et historisk, griddet datasett (distHBV-est.obs.). Et tredje, observasjonsbasert datasett som strekker seg tilbake til tidlig 1900-tall var også med i vurderingene (Totalavrenning), men ble ikke brukt i Klima i Norge-rapporten.

Simulert avrenning for perioden 1991–2020 er beregnet med den distribuerte (griddede) modellen distHBV av Ingjerd Haddeland og Shaochun Huang. Inngangsdatasettet er tilrettelagt av Wai Kwok Wong. Stein Beldring har vært sentral i å utvikle modellen. Sigrid Jørgensen Bakke har bidratt til analyser av avrenning i rapporten Klima i Norge.

Denne rapporten beskriver historisk utvikling, uten bruk av klimaframskrivninger. Framtidig utvikling er beskrevet i rapporten Klima i Norge.

Oslo, desember 2025

Hege Hisdal
seksjonsleder
Hydrologisk avdeling

Ivar Berthling
seksjonssjef
Seksjon for hydrologisk modellering

Dokumentet sendes uten underskrift. Det er godkjent i henhold til interne rutiner.

Sammendrag

I Klima i Norge-rapporten er gjennomsnittlig årsavrenning for det norske fastlandet i referanseperioden 1991–2020 oppgitt som «omtrent 1150 mm/år». Avrenningen i Norge økte med «omtrent 5 % fra perioden 1961–1990 til 1991–2020». Gjennomsnittlig årlig fordampning er oppgitt som «omtrent 220 mm/år». Disse tallene bygger på tre ulike landsdekkende datasett for å beskrive historisk utvikling i avrenning, som gir litt ulike tall:

Avrenningskartet (Beldring mfl. 2022)

Avrenningskartet er gir det beste estimatet for avrenning for perioden 1991–2020, men det er ikke tilgjengelig for perioden før 1961, og heller ikke på finere tidsoppløsning enn måned.

- Gjennomsnittlig årsavrenning beregnes til 1231 mm/år.
- Avrenningen i Norge økte med 4,4 % fra perioden 1961–1990 til 1991–2020.
- Gjennomsnittlig årlig fordampning beregnes til 245 mm/år.

distHBV

Datasettet brukt i Klima i Norge dekker perioden fra 1961, men er til gjengjeld tilgjengelig for hver årstid og tidsoppløsning døgn. I Klima i Norge-rapporten er distHBV vist som historisk referansedatasett fordi dette er mest konsistent med resten av datasettet distHBV-est.obs. (altså variablene fordampning, snøens vannekvivalent og markvannsinhold) og framskrivningene av avrenning i distHBV-COR-BA-2025.

- Gjennomsnittlig årsavrenning beregnes til 1149 (1074–1250) mm/år for perioden 1991–2020 (tallene i parentes er 25- og 75-persentilene).
- Avrenningen i Norge økte med 6 % fra perioden 1961–1990 til 1991–2020.
- Gjennomsnittlig årlig fordampning beregnes til 217 (206–227) mm/år.

Totalavrenning (oppdatert fra Pettersson, 2012)

Datasettet totalavrenning avviker fra datasettet distHBV ved at det er observasjonsbasert og strekker seg tilbake til 1917 (i tre avrenningsområder går dataene tilbake til 1900). Det er presentert for ulike regioner, men er kun tilgjengelig på årsbasis. Vi har i denne rapporten forlenget datasettet Totalavrenning for perioden 2011–2020 med modellen distHBV.

- Gjennomsnittlig årsavrenning beregnes til 1127 mm/år for perioden 1991–2020.
- Avrenningen i Norge økte med 5,1 % fra perioden 1961–1990 til 1991–2020.
- Datasettet inneholder ikke fordampning.

Nedbøren står for mesteparten av variabiliteten i årsavrenning, men for sesongavrenning er temperaturen viktigere.

1 Innledning

Målet med denne rapporten

Referanseperioden i rapporten Klima i Norge (Dyrddal mfl. 2025), 1991–2020, er beskrevet med ulike overlappende datasett for avrenning, som avviker noe. En utfordring i arbeidet med avrenningskapitlet i rapporten Klima i Norge (Huang mfl., 2025) har derfor vært å velge ut egnede datasett til bruk i rapporten. Denne rapporten presenterer og sammenligner ulike datasett for avrenning for perioden 1991–2020, og begrunner hvorfor avrenning fra den hydrologiske modellen distHBV ble brukt i rapporten framfor Avrenningskartet og Totalavrenning. En konsekvens av at det finnes ulike datasett for avrenning i historisk periode, er at endringer i avrenning bakover i tid blir estimert på litt ulike måter.

Ulike griddede datasett for ulike variable

Ved oppstart av prosjektet Klima i Norge fantes det flere griddede datasett tilgjengelig for den historiske perioden 1991–2020. Dette gjaldt både for temperatur og nedbør, snø og avrenning.

Tabell 1.1 Oversikt over eksisterende datasett på et 1x1 km grid (kolonne B), og hva som ble brukt i rapporten Klima i Norge: enten eksisterende datasett (kolonne C) eller egenproduserte datasett (kolonne D).

*KlimGrid (Tveito, 2021) er homogeniserte klimanormaler.

** seNorge publiserer snøindekser basert på seNorge-snømodellen i Saloranta (2016)

*** Det ble produsert et omfattende hydrologisk datasett i forbindelse med rapporten, som både overlapper med, og utfyller, de eksisterende datasettene for avrenning. distHBV–est.obs. er beskrevet i kapittel 2.2.

	Eksisterende griddet datasett for 1991–2020	Eksisterende datasett analysert i Klima i Norge-rapporten	Produsert til Klima i Norge-rapporten
Temperatur	seNorge2018, KlimGrid*	seNorge2018, KlimGrid*	
Nedbør	seNorge2018, KlimGrid*	seNorge2018, KlimGrid*	
Avrenning	Avrenningskart (Beldring mfl. 2022)		distHBV–est.obs.***
Snø (snøens vannekivalent)	seNorge2018** (Saloranta, 2016)		distHBV–est.obs.***

For avrenning fantes også Totalavrenning, altså et observasjonsbasert datasett som dekker avrenningsregionene, men som ikke er fordelt på et 1x1 km grid. Til sammen ga det tre ulike datasett for avrenning for perioden 1991–2020:

- Avrenningskartet, beskrevet i kapittel 2.1.
- distHBV, beskrevet i kapittel 2.2, og
- Totalavrenning, beskrevet i kapittel 2.3.

distHBV–est.obs.

For å framskaffe et datasett på døgnbasis, tilgjengelig for år og sesong, og som samtidig var konsistent med framskrivninger fram mot slutten av århundret, var det behov for å produsere et datasett med hydrologisk modellering. Datasettet *distHBV–est.obs.* er brukt i Klima i Norge og dekker perioden fra 1961 til 2020, og består av fire utgangsvARIABLE: avrenning, fordampning, snøens vannekvivalent og markvannsinhold. Avrenningen er derfor internt konsistent med de andre utangsvARIABLENE, og inngangsvARIABLENE til modellen. Les mer om *distHBV* i kapittel 2.2. Temaet i denne rapporten er avrenningen. De andre variabelene er beskrevet i Klima i Norge (Dyrødal mfl., 2025).

Snø

Som vist i Tabell 1.1 finnes det også ulike versjoner av griddet snø for i referanseperioden 1991–2020. SeNorge.no viser trettiårsmidler for snø beregnet med seNorges snøkartmodell (Saloranta, 2016) for variabelene skisesong («25 cm snødybde»), 5 cm snødybde, snødybde (sve omregnet til snødybde), største årlige snømengde («snømengde»). Datasettene overlapper (for variabelene skisesong og største årlige snømengde) med snøindeksene fra *distHBV–est.obs.*, men snøkartmodellen har mer detaljert beskrivelse av snø.

Hvordan påvirkes avrenningen av griddede produkter av temperatur og nedbør?

Oppdaterte landsdekkende analyser av endringer i temperatur (Tajet mfl. 2024) viser at årsmiddeltemperaturen i Norge økte med +1 °C, og vintertemperaturen med omtrent +2 °C fra perioden 1961–1990 til perioden 1991–2020. Tajet mfl. (2024) oppgir +1,7 °C oppvarming i vintertemperatur. Figur 3.1.5 i Tajet mfl. (2024) viser endring for hver landsdel i Norge mellom de to periodene, i bl.a. vintertemperatur (desember, januar og februar). Samtidig økte gjennomsnittlig årsnedbør med +7 %, mens vinter- og vårnedbør økte med henholdsvis +17 og +14 % (Lutz mfl. 2024). Merk at Klima i Norge-rapporten presenterer endringer i temperatur og nedbør med utgangspunkt i homogeniserte måneds-tidsserier (KlimGrid), mens *distHBV* bruker seNorge 2018 som inngangsdata. Avvik mellom de to datasettene forekommer, slik som at årsnedbøren for hele Norge er estimert til 1327 mm i KlimGrid, og 1348 mm i seNorge2018. For å komplisere ting ytterligere, har man i arbeidet med Avrenningskartet korrigert opp nedbøren for å kompensere for manglende oppfangning av nedbør i høyden. I Avrenningskartet er årsnedbøren for Norge estimert til 1478 mm. Flere betraktninger om vannbalanse finnes i kapittel 4.

Hva er avrenning?

Avrenning er den delen av nedbøren som ikke fordamper og ikke blir lagret. Det er et mål for mengden vann som transporteres på overflaten, og omfatter all transport av vann i modellens gridrute, ikke bare den vannmengden som kan knyttes til en elvestreng (vannføring, målt i kubikkmeter per sekund). Enheten til avrenning (mm per tidsenhet) er derfor sammenlignbar med enheten for nedbør og fordampning.

Vannføring er den mengden vann som måles i et punkt i elva, og måles i kubikkmeter per sekund (m^3/s). Omregningen fra vannføring til avrenning, q , (målt i mm per dag per kvadratkilometer) gjøres ved å dele vannføringen, Q , på nedbørfeltets areal, A , og gange med konverteringsfaktoren 86,4 (først omregning fra sekund til døgn ved å anta 86400 sekunder per døgn og deretter omregning fra m^3 per kvadratkilometer til mm ved å anta 1000 mm per meter):

Steg 1)

Gange med $60 \cdot 60 \cdot 24$ s per døgn for å regne om fra sekunder til døgn.

$$q = Q [\text{m}^3/\text{s}] / A [\text{km}^2]$$

$$q = Q [\text{m}^3/\text{s}] / A [\text{km}^2] \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \text{ s per døgn}$$

$$q = Q [\text{m}^3/\text{døgn}] \cdot 86400 \text{ sekunder per døgn} / A [\text{km}^2]$$

Steg 2)

Gange med $1000 \cdot 1000$ kvadratmeter per kvadratkilometer og deretter 1000 mm per meter.

$$q = Q [\text{m}^3/\text{døgn}] / A [1000 \cdot 1000 \text{ m}^2] \cdot 86400 [\text{sekunder per døgn}]$$

$$q = Q [1000 \text{ mm}/\text{m}^3] / A [1000 \cdot 1000 \text{ m}^2] \cdot 86400 [\text{sekunder per døgn}]$$

$$q = Q / A \cdot 86,4 [\text{mm}/\text{døgn}]$$

Husk deretter å gange opp til enten år eller sesong.

Fordi vannføringen øker nedstrøms, er det vanskelig å sammenligne fra ett vassdrag til et annet. Vannføringen kan regnes om til spesifikk avrenning slik at vannmengden blir sammenlignbar fra ett sted til et annet. Omregningen fra vannføring til spesifikk avrenning gjøres på samme måte som over, ved å dele vannføringen på nedbørfeltets areal, og oppgis her som liter per sekund per kvadratkilometer, $\text{l/s}/\text{km}^2$ eller $\text{l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$.

Med utgangspunkt i spesifikk avrenning á $1 \text{ l/s}/\text{km}^2$ over 1 km^2 , har vi:

$$1 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{km}^2) \cdot 1 \text{ km}^2 \cdot 0.001 \text{ m}^3/(\text{l} \cdot 1000^2 \text{ m}^2) \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \text{ s på ett døgn}$$

Med utgangspunkt i 1000 mm vann per år, altså $1 \text{ m}/\text{år}$, blir omregningen følgende for én kvadratkilometer:

$$1 \text{ m}/\text{år} \cdot 1000 \cdot 1000 \text{ m} \cdot \text{år} / (60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 \text{ s}) = 0,032 \text{ m}^3/\text{s per kvadratkilometer, altså } 32 \text{ l/s}/\text{km}^2. \text{ Dette er et gjennomsnitt over året.}$$

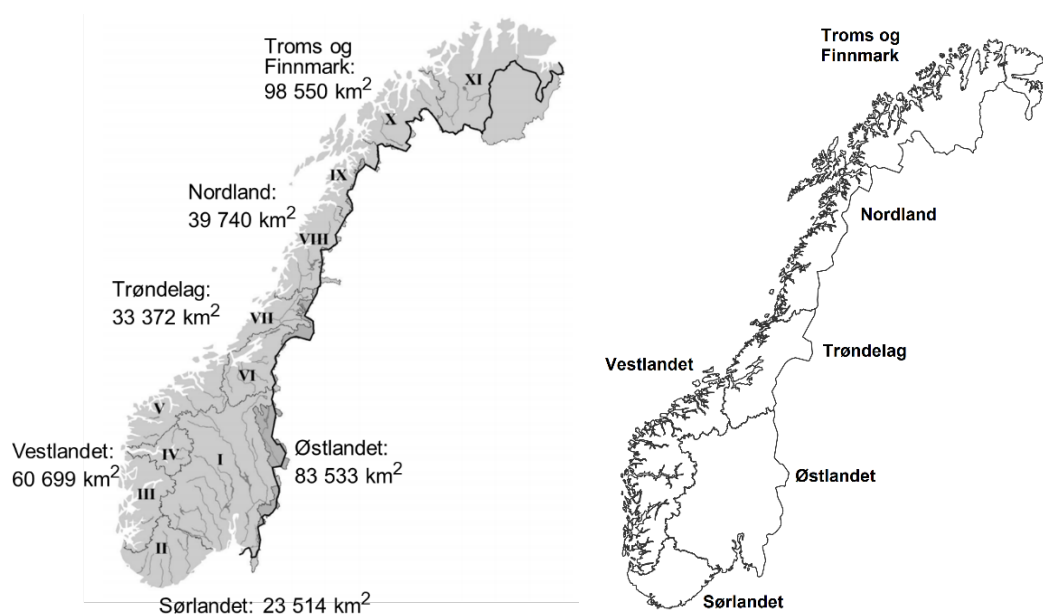
1.1 Regioner

Avrenningsregioner (AV-regioner)

På grunn av geografiske forskjeller i avrenning, er det hensiktsmessig å dele Norge inn i avrenningsregioner ved beregning av regionale tall (vist i figur 1.1). Disse regionene ble definert for totalavrenning og er også brukt for å beregne regionale tall for Avrenningskartet (Beldring mfl. 2022) og for distHBV (Huang mfl., 2025).

Arealene for de ulike regionene avviker noe (tabell 2.1). Mørkegrå områder på figur 2.3 (venstre) viser nedbørfelt der vannet renner ut av Norge. Disse områdene er ikke tatt med i arealet ved beregning av totalavrenning, men de er tatt med ved beregning av Avrenningskart og griddede verdier beregnet med distHBV. Lysegrå områder utenfor Norges grenser viser nedbørfelt der vannet renner inn i Norge fra våre naboland. Totalt areal brukt ved beregning av totalavrenning er 339 408 km² og inkluderer deler av naboland som drenerer til Norge, men ikke deler av Norge som drenerer til våre naboland. De mørkegrå områdene som drenerer til utlandet utgjør 15 198 km² i følge Pettersson (2012). De lysegrå områdene som drenerer til Norge fra utlandet, utgjør cirka 14 854 km² (se tabell 2.1, der grensejusteringene mellom Vestlandet og naboregionene ikke er tatt med i tallet).

Totalt areal for avrenningsregionene (høyre panel i tabell 1.1) er 324 410 km² fordi de følger landegrensene og ikke ekskluderer deler av Norge som drenerer til våre naboland (mørkegrå områder). Modellen distHBV, inneholder derimot deler av naboland som drenerer til Norge (lysegrå områder), men disse er ofte klippet bort ved presentasjon av figurer.



Figur 1.1 Til venstre: Avrenningsregioner for totalavrenning, fra Pettersson (2012). Grensene mellom regionene følger grensene mellom ulike vassdrag. Mørke områder viser at vannet renner ut av Norge. Til høyre: Forenklede avrenningsregioner, basert på inndelingen i Pettersson (2012). Ved nummerering av de forenklede avrenningsregionene, brukes ofte 1=Sørlandet, 2=Vestlandet, 3=Østlandet, 4=Trøndelag, 5=Nordland, 6=Troms og Finnmark.

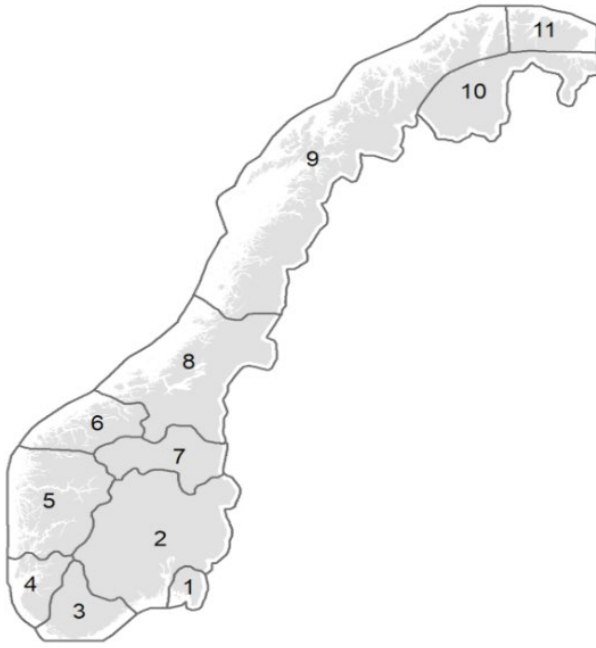
Tabell 1.1. Areal for hver region opptegnet i figur 1.1.

Areal [km ²] i avrennings- region	Sør- landet	Vest- landet	Øst- landet	Trøndelag	Nord- land	Troms Finn- mark	Norge
Areal brukt i Avrenningskart og distHBV	23 514	60 555	91 183	36 477	39 535	73 146	324 410
Areal brukt i Totalavrenning	23 514	60 699	83 533	33 372	39 740	98 550	339 408
Netto-avvik	0	-144	7 650 (ut av Norge)	3 105 (ut av Norge)	-205	-25 404 (inn i Norge)	cirka -14 854

Nedbørregioner (RR-regioner)

Nedbørregioner brukt i Klima i Norge er beskrevet i Hanssen-Bauer mfl. (2022). Der grupperes Norge i elleve regioner, som avviker fra de seks avrenningsregionene. Grensene følger heller ikke grensene mellom vassdrag over alt. Når disse er sammenlignet med avrenningsregionene i kapittel 4.4, er regionene sammenlignet etter tabell 1.2.

Det kan diskuteres om Avrenningsregion AV1 kun skal inkludere nedbørregion RR 3 og ikke RR 4, da deler av Rogaland er med i avrenningsregion AV 1. Tilsvarende valg gjelder i de andre regionene.



Figur 2.4. Nedbørregioner brukt i Klima i Norge (Dyrddal mfl. 2025). Disse samsvarer ikke 1:1 med avrenningsregionene. Figuren er gjengitt fra Hanssen-Bauer mfl. (2022).

Tabell 1.2. Subjektivt valg av avrenningsregion for de ulike nedbørregionene («RR-region») brukt ved sammenligning av nedbør og avrenning. Tabellen er tatt med som et forslag til sammenligning hvis man skulle trenge å gjøre om nedbørregionene til avrenningsregioner og vice versa. Merk at dette er en tilnærming som ikke er helt presis fordi regionene ikke er arealvektet, og de har heller ikke helt like grenser.

Avrennings-region (navn):	Sør-landet	Vestlandet	Øst-landet	Trønde-lag	Nord-land	Troms og Finnmark	Norge
Avrennings-region (nr):	1	2	3	4	5	6	
Tilsvarende RR-region (navn):	Agder	Rogaland, Vestland, Nord-vestlandet	Østlandet, Østfold, Dovre/Rondane	Trønde-lag	Nord-land	Finn-marks-vidda, Varanger	Norge
RR-region (nr)	9	11, 7, 6	8, 6, 7	5	7	11, 6	7

2 Datasett og metode

I denne rapporten brukes tre ulike romlig fordelte (griddede) datasett for å beskrive historisk utvikling i hydrologi: “Avrenningskartet”, “distHBV” og “Totalavrenning”. De neste delkapitlene beskriver de tre datasettene. Tidsserier for årsavrenning for Totalavrenning (1917–2020) og distHBV (1961–2020) er vist i vedlegg 1.

2.1 Avrenningskart

Avrenningskartet er et datasett med avrenning for alle (1 x 1 km²) gridruter i Norge for normalperioden 1991–2020. Avrenningskartet er beregnet på grunnlag av 700 målestasjoner og den hydrologiske modellen WASMOD på månedsbasis. Nedbøren er korrigert for oppfangingsvikt. Nedbørkorreksjonen gir Avrenningskartet mer pålitelig vannbalanse enn datasett som bygger på griddet nedbør som inngangsdata.

Avrenningskartet gir det beste estimatet for griddet avrenning i Norge for perioden 1991–2020 (Beldring mfl., 2022). Det er brukt som sammenligningsgrunnlag i rapporten KiN-2025. I denne rapporten er avrenningskartet brukt som beste estimat for vannbalanse over lange perioder, og for å sammenligne med de andre datasettene.

Avrenningskartet ble i Klima i Norge-rapporten brukt som sammenligningsgrunnlag for avrenning for perioden 1991–2020, men det ble ikke brukt til å beregne endringer. Dette er to grunner:

- for å sikre konsistens i rapporten ble tall fra distHBV brukt gjennomgående i KiN-2025, både for fortid og framtid; årsverdier og sesongverdier.
- en rekke indekser i Klima i Norge-rapporten ble beregnet på døgnoppløsning (for eksempel hydrologisk tørkevarighet). Avrenningskartet er ikke tilgjengelig på døgnbasis.

2.2 distHBV

Det ble produsert et omfattende hydrologisk datasett i arbeidet med Klima i Norge-rapporten (Huang mfl., 2025). Analyser av avrenning er basert på distHBV, altså en griddet versjon av HBV-modellen med en romlig oppløsning på 1x1 km, på døgnbasis. I tillegg til avrenning, skriver modellen ut fordampning, snøens vannekvivalent og markvann. Modellen er beskrevet i Klima i Norge, kapittel 10.3, og gjentas derfor ikke her.

Datasettet dekker perioden 1961–2020. Inngangsdata til distHBV for denne historiske perioden er ulike griddede produkter, også kalt *estimerte observasjoner* («*est.obs.*»):

- temperatur og nedbør fra seNorge2018 v20.05 (beskrevet i Klima i Norge, kapittel 10),
 - stråling, trykk og fuktighet fra HySN2018v20.05-ERA5 (Huang mfl., 2022) og
 - vind fra KliNoGrid, som er en statistisk nedskalering av NORA10 (Reistad mfl., 2011).
- Denne versjonen av distHBV-datasettet kalles «distHBV-est.obs.» for å skille det fra

klimamodellsimuleringer (kapittel 2.2.1), men forkortes til «distHBV» i resten av denne rapporten.

Simulert avrenning fra distHBV er brukt til å gi informasjon om historiske endringer i måneds- og sesongavrenning, i tillegg til å beregne indekser som krever døgnoppløsning. Datasettet er konsistent med klimaframskrivninger beregnet med distHBV, altså både fordampning, markvann og snøens vannekvivalent, samt avrenning for framtidsperioder fram til 2100. I denne rapporten er det også brukt til å sammenligne gjennomsnittlig årsavrenning for 1961–1990 og 1991–2020 med de to andre datasettene (kapittel 2.1 og 2.3).

Datasettet distHBV–est.obs., inkludert simulert avrenning for historisk periode, kan lastes ned fra klimaservicesenter.no (<https://doi.org/10.21343/gbq0-4t97>)

2.2.1 distHBV-COR-BA-2025

I Klima i Norge-rapporten ble distHBV brukt til å simulere framtidig utvikling av avrenning for et sett med klimamodeller (ensemble), nærmere bestemt 10 klimamodeller nedskalert og biasjustert med to ulike metoder (Beskrevet i kapittel 4 og 10 i Dyrddal mfl. 2025). Totalt ga det 20 simuleringer per utslippsscenario, og datasettet kalles «COR-BA-2025». Endringer mellom framtidsperiodene og referanseperioden 1991–2020 beregnes ved å trekke hver modell sin referanseperiode fra framskrivningene. Når COR-BA-2025 blir brukt som inngangsdatasett til distHBV (“distHBV-COR-BA-2025”), blir det altså produsert et ensemble bestående av 20 modellsimuleringer for avrenning i den historiske perioden 1991–2020. For andre formål enn å beregne framtidige endringer, er derimot simuleringer med estimerte observasjoner som inngangsdata (distHBV–est.obs.) mer egnet, fordi dette datasettet antas å representere den faktiske tidsutviklingen bedre enn klimamodellene. Med unntak av kapittel 6, omtales ikke klimamodellsimuleringene (distHBV-COR-BA-2025) i denne rapporten.

2.3 Totalavrenning

Det observasjonsbaserte datasettet Totalavrenning (Pettersson, 2012) viser tidsutvikling i årlig avrenning fra 1917 til 2010 for de ulike avrenningsregionene i Norge. Det er beregnet fra et observasjonsbasert datasett aggregert opp til større regioner. Årsavrenning ved drøyt 180 målestasjoner er oppskalert til å representere årsavrenning i de ulike regionene. Datasettet Totalavrenning ble oppdatert fram til 2015 med utgangspunkt i observasjoner i forbindelse med 2015-versjonen av rapporten Klima i Norge 2100 (Hanssen-Bauer mfl., 2015), men i stedet for å videreføre denne metoden, valgte vi her å utvide datasettet med modellsimuleringer fra distHBV. I 2015-versjonen av rapporten Klima i Norge 2100 ble det også brukt ulike datasett for å presentere endringer i år (Totalavrenning) og sesong (distHBV). I Klima i Norge (Huang mfl., 2025) er samme datasett brukt for år og sesong (distHBV).

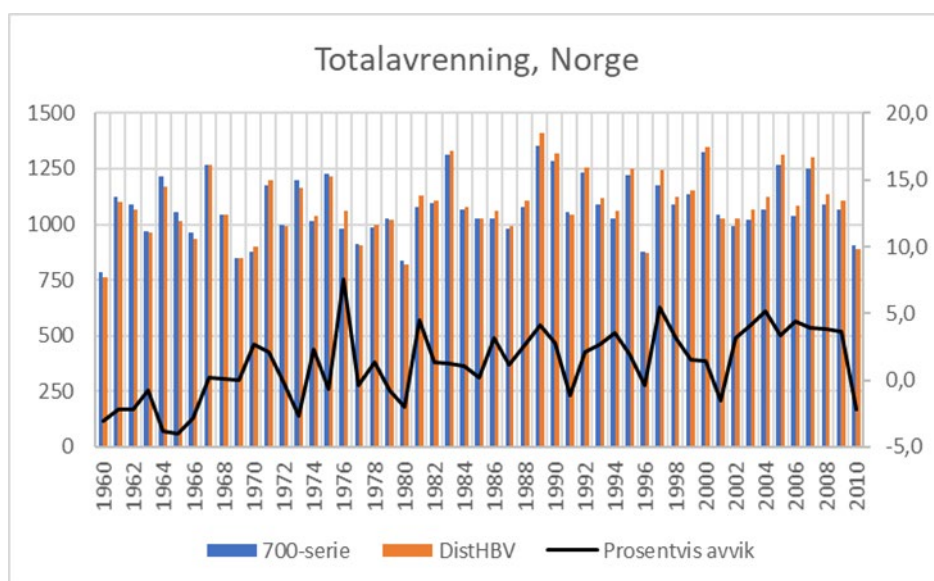
Totalavrenning er benyttet i denne rapporten til å beskrive langtidsendringer i kapittel 3.2, fordi det dekker en lengre periode enn data fra Avrenningskartet og distHBV.

2.3.1 Utvide datasettet Totalavrenning med distHBV

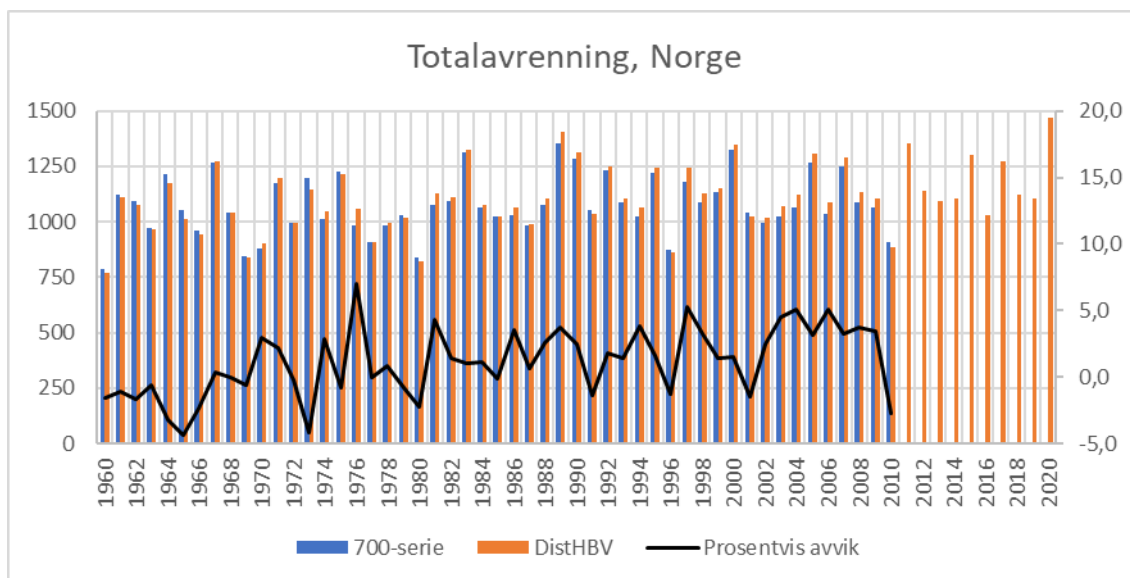
I denne rapporten har vi forlenget datasettet Totalavrenning fra 2011 til 2020 med utgangspunkt i modellsimuleringer fra distHBV, slik at langtidsvariasjoner er presentert for ulike regioner (kapittel 3.2). Datasettet Totalavrenning ble utvidet ved bruk av simulert avrenning fra distHBV. Dette er en enkel og pragmatisk måte å forlenge datasettet på, med den ulempen at observasjonsbaserte data blandes med modelldata.

Følgende metodikk ble benyttet:

- 1) Totalavrenning ble sammenlignet med distHBV for fellesperioden 1960–2010 (figur 1). Tilsvarende figurer for hver region er vist i vedlegg 2.
- 2) Avvikene for hver region og Norge som helhet ble estimert. For hele landet lå distHBV omtrent 1 % høyere enn Totalavrenningen. Avvikene er større for regionene (11 % for Vestlandet og 8 % for Sørlandet, se tabell 1.1.)
- 3) Avvikene ble justert i hver region. Tallene for 2011–2020 ble derfor justert opp eller ned avhengig av det regionvise avviket (trenger tabell med areal for hver region).
- 4) En ny serie for hele landet ble satt sammen ved å vekte de regionvis justerte seriene med arealet til regionen.



Figur 2.1. Avvik mellom Totalavrenning («700-serie») og distHBV for perioden 1960 til 2010.



Figur 2.2. Totalavrenning for Norge («700-serie») utvidet med estimert avrenning fra distHBV for perioden 2011 til 2020. Tilsvarende figurer for hver region er vist i vedlegg 2.

3 Langtidsendringer i årsavrenning

Dette kapitlet viser tidsutviklingen i årsavrenning i løpet av forrige århundre i tre ulike datasett. Rapporten Klima i Norge benytter i hovedsak 30-årsperioden 1991–2020 som historisk referanseperiode (i distHBV). I denne bakgrunnsrapporten sammenligner vi gjennomsnittlig årsavrenning i 1991–2020 med flere 30-årsperioder og regioner i alle datasettene. Utviklingen fra år til år tilbake til starten av datasettet er vist i kapittel 3.2.

3.1 Endringer i årsavrenning for faste 30-årsperioder

Som følge av variasjonen i årsavrenning over tid vil et estimat for gjennomsnittlig avrenning i en 30-årsperiode variere avhengig av hvilken periode og datasett som tas i bruk. De tre datasettene viser tilnærmet lik økning i avrenning i de siste to 30-årsperiodene, men dekker også ulike perioder. Avrenningskartet dekker periodene 1961–1990 og 1990–2020 (tabell 3.1), distHBV dekker alle 30-årsperioder fra 1961 til 2020 og Totalavrenning går helt tilbake til tidlig 1900-tall (Tabell 3.3).

Datasettet Avrenningskart viser en økning på 4,4 % mellom de to siste 30-årsperiodene, for Norge som helhet (Beldring mfl. 2022, s. 46 og siste kolonne i Tabell 3.1). I alle regionene har gjennomsnittlig årsavrenning økt fra 1961–1990 til 1991–2020 (vist med negativt fortegn i tabellen). Størst endring finner vi på Sørlandet, Vestlandet og Østlandet, med opptil 7 % lavere gjennomsnittlig avrenning i de eldste 30-årsperiodene sammenlignet med 1991–2020. Endringen er minst i Trøndelag.

«

Tabell 3.1 Gjennomsnittlig avvik i avrenning (%) mellom normalperioden 1991–2020 og andre 30-årsperioder, beregnet fra Avrenningskartet (Beldring mfl., 2022). Avvikene vises for hver avrenningsregion i Norge, samt Norge som helhet (se figur 1.1). Absoluttverdier for normalperioden 1991–2020 i grønt. Negative tall betyr at avrenningen i de tidligere 30-årsperiodene har vært lavere enn i perioden 1991–2020. Positive tall betyr en reduksjon fram til 1991–2020. Merk at i tabell 6.1 i Beldring mfl., 2022 er tre regioner forbyttet; rad 1 (5,4 %) viser Vestlandet (ikke "Sørlandet"); rad 2 viser Sørlandet (ikke "Østlandet") og rad 3 viser Østlandet (pers. komm. S. Beldring).

Avrenningskart	Sør- landet	Vest- landet	Øst- landet	Trønde- lag	Nord- land	Troms og Finnmark	Norge
1961–1990	-7,2	-5,4	-5,8	-0,2	-3,3	-3,7	-4,4
1991–2020 (absoluttverdier, mm/år)	1431	2166	637	1252	1788	816	1231

Datasettet distHBV viser en økning i gjennomsnittlig avrenning for Norge på 6 % (tabell 3.1.2), altså noe høyere enn Avrenningskartet. Endringen er signifikant på 0,05-nivå. Det samme mønsteret tegner seg for de ulike regionene: De minste forskjellene finner vi igjen i Trøndelag. Troms og Finnmark viser imidlertid de største endringene i dette datasettet, med 9 % økning i avrenning i fra 1961–1990 til 1991–2020. Periodene 1971–2000 og 1981–2010 er også beregnet for distHBV, og endringene er gradvis mindre jo kortere tidsperioden er.

Tabell 3.2 Som tabell 3.1, men beregnet fra datasettet distHBV. Endringer som er statistisk signifikante på 0,05-nivå står med fet skrift (uparet t-test).

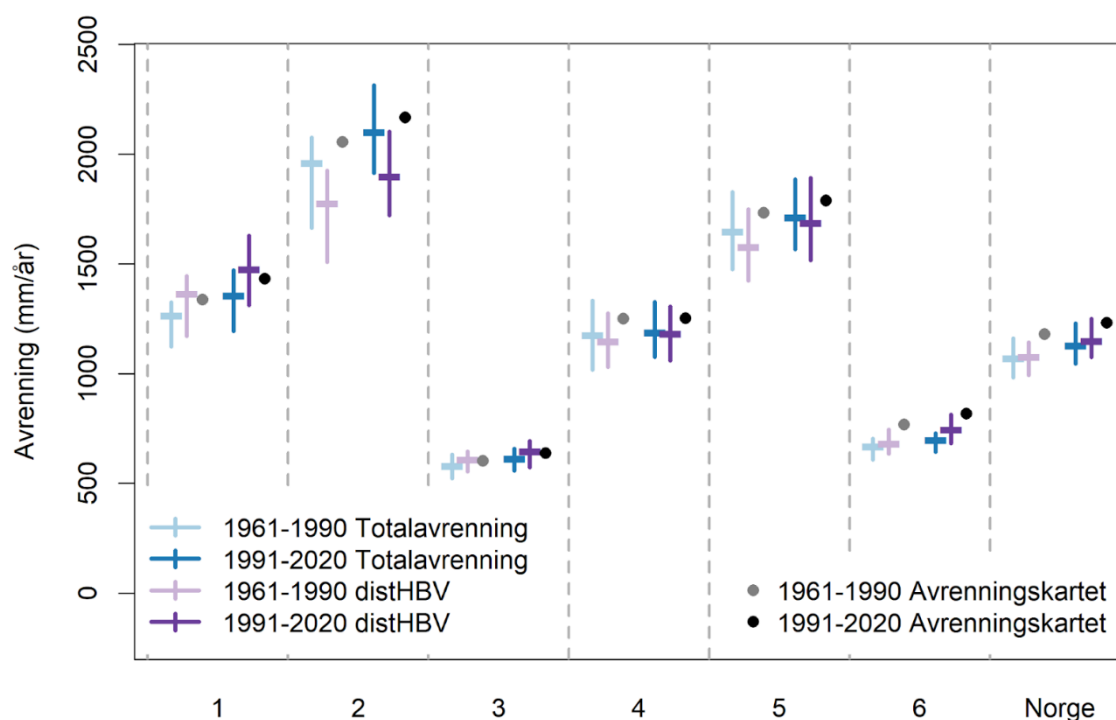
distHBV	Sør-landet	Vest-landet	Øst-landet	Trøndelag	Nord-land	Troms og Finnmark	Norge
1961–1990	-8	-6	-6	-3	-7	-9	-6
1971–2000	-5	-2	-6	1	-2	-5	-3
1981–2010	-3	-1	-2	0	-1	-1	-1
1991–2020 (absoluttverdier, mm/år)	1475	1898	646	1181	1687	745	1149

Datasettet Totalavrenning viser en økning i årsavrenning på 5 % fra 1961–1990 til 1991–2020. Endringen er signifikant på 0,05-nivå. Dette datasettet gir anledning til å gå lengre tilbake i tid (tabell 3.3). Tre av regionene går tilbake til 1901–1930, som interessant nok viser noe mindre endring enn for periodene 1931–1960 og 1961–1990. Gjennomsnittlig årsavrenning har økt fram til 1991–2020 i nær sagt alle perioder og regioner (unntatt 1971–2000 i Trøndelag.) Med unntak av Trøndelag, er alle endringene fra 1961–1990 til 1991–2020 signifikante på 0,05-nivå. Estimaten for Totalavrenning stemmer rimelig godt med Avrenningskartet.

Tabell 3.3 Som tabell 3.1, men beregnet fra Totalavrenning (oppdatert fra Pettersson 2012). Endringer som er statistisk signifikante på 0,05-nivå står med fet skrift.

Totalavrenning	Sør-landet	Vest-landet	Øst-landet	Trønde-lag	Nord-land	Troms og Finnmark	Norge
1901–1930	-3	-10	-3	NA	NA	NA	NA
1931–1960	-7	-11	-3	-1	-6	-6	-7
1961–1990	-7	-7	-6	-1	-4	-4	-5
1971–2000	-7	-2	-7	2	0	-3	-3
1981–2010	-4	-1	-2	0	-1	-1	-2
1991–2020 (absoluttverdier, mm/år)	1355	2100	613	1187	1711	696	1127

Estimert gjennomsnittlig årsavrenning er altså både sensitivt til valg av periode, og også til hvilket datasett man tar i bruk. Figur 3.1 sammenligner årsavrenning i periodene 1961–1990 og 1991–2020 for de ulike datasettene benyttet i dette kapitlet: Avrenningskartet, distHBV og Totalavrenning. Forskjeller mellom datasettene skyldes forskjeller i datagrunnlaget og beregningsmetoder. De største forskjellene mellom datasettene finner vi i regionene med høyest avrenning, altså Vestlandet og Nordland. Med noen få unntak, har Avrenningskartet høyere verdier enn de to andre datasettene. Det kan henge sammen med at Avrenningskartet korrigerer har korrigert opp nedbøren (for å korrigere for oppfangingsvikt, les mer i faktaboks 3.3.1 i Dyrrdal mfl. 2025). Oppfangingsvikt av nedbør har størst betydning i høyereliggende strøk, altså i områder med mye vind og nedbør.



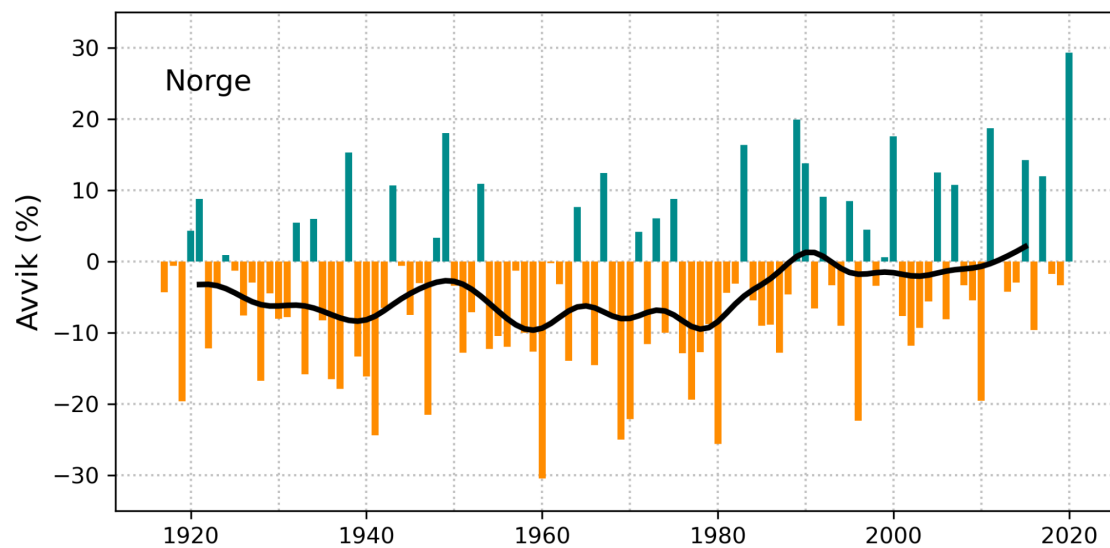
Figur 3.1. Gjennomsnittlig årsavrenning for 1961–1990 og 1991–2020, estimert basert på tre ulike datasett; Totalavrenning (oppdatert fra Pettersson, 2012), distHBV, og Avrenningskartet (Beldring mfl., 2022). Numrene langs x-aksen representerer de ulike avrenningsregionene (vist i figur 1.1): 1=Sørlandet, 2=Vestlandet, 3=Østlandet, 4=Trøndelag, 5=Nordland, 6=Troms og Finnmark. Horisontal strek viser gjennomsnittet. Nederste og høyeste punkt på vertikal strek viser 25- og 75-persentilen av tidsserien. Verdier for Avrenningskartet vises som punkter ettersom persentiler av tidsserien ikke er tilgjengelig for dette datasettet. Absoluttverdier av verdiene for hele Norge er vist i Figur V3.3 i vedlegg 3.

3.2 Årsavrenning for enkeltår (datasett: Totalavrenning)

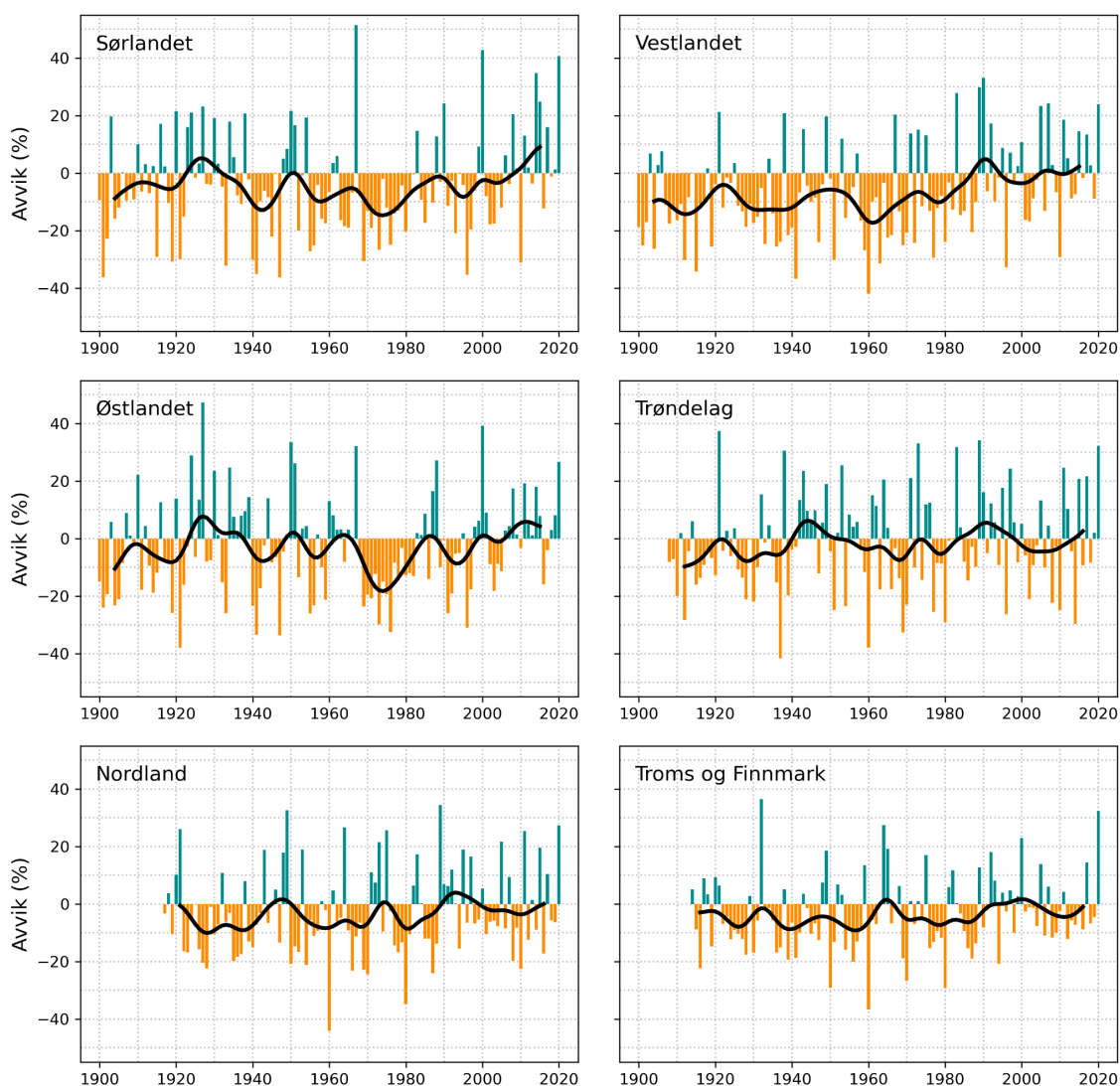
Datasettet Totalavrenning gir mulighet til å vise tidsutviklingen tilbake til 1917 (for hele landet) og 1901 for tre av regionene. Totalavrenning i Norge, vist som prosentvis avvik fra normalperioden 1991–2020 i figur 3.2, startet noe lavere enn normalen og sluttet noe høyere. Det er store variasjoner i avrenningen fra år til år. På landsbasis har den variert fra 784 mm i 1960 (30 % mindre enn i normalperioden) og 839 i 1980; til 1458 mm i 2020 (29 % mer enn i normalperioden). Det har vært noe høyere avrenning i Norge siden 1990-tallet enn tidligere i forrige århundre, men perioden før 1930 var våtere enn ved midten av forrige århundre.

Tidsutviklingen i årsavrenning varierer mellom de ulike avrenningsregionene (figur 3.3). Vestlandet viser det mest markerte skiftet mot høyere avrenning de siste tiårene sammenlignet med tidligere på 1900-tallet. Sørlandet og Østlandet hadde en periode med relativt høy avrenning på 1920 og 1930-tallet, en lengre periode med lav avrenning på 1970-tallet, og en generell økning i avrenning igjen fra 1980-tallet. Trøndelag, Nordland og Troms

og Finnmark har mer variabel årsavrenning, og ingen tydelig økning de siste tiårene. Den laveste avrenningen i disse tre regionene, samt Vestlandet, er å finne i 1960, som hadde svært lav avrenning (cirka 40 % mindre enn i normalperioden).



Figur 3.2. Totalavrenning i Norge i perioden 1917–2020, vist som avvik (%) fra middelverdien for normalperioden 1991–2020 (1127 mm/år). Svart kurve viser langtidsendringene beregnet ved hjelp av et gaussisk filter som tilsvarer 10-års glidende gjennomsnitt. Derfor vises ikke de første fem og de siste fem årene i den svarte kurven. Tidsserien (vedlegg 1) benytter observasjonsbaserte data fra Pettersson (2012) for årene fram til og med 2010, og er oppdatert ved hjelp av modellen distHBV for perioden 2011–2020.

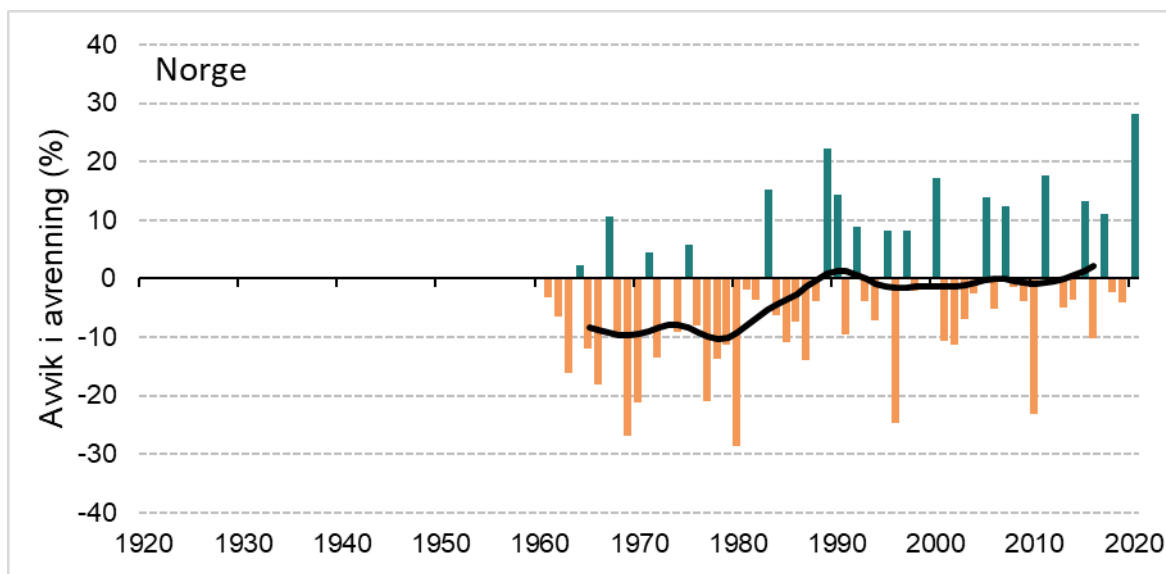


Figur 3.3. Samme som i figur 3.2 (Totalavrenning), men for avrenningsregionene (vist i figur 1.1). Merk at starten på tidsserien varierer noe fra region til region.

3.3 Årsavrenning for enkeltår (datasett: distHBV)

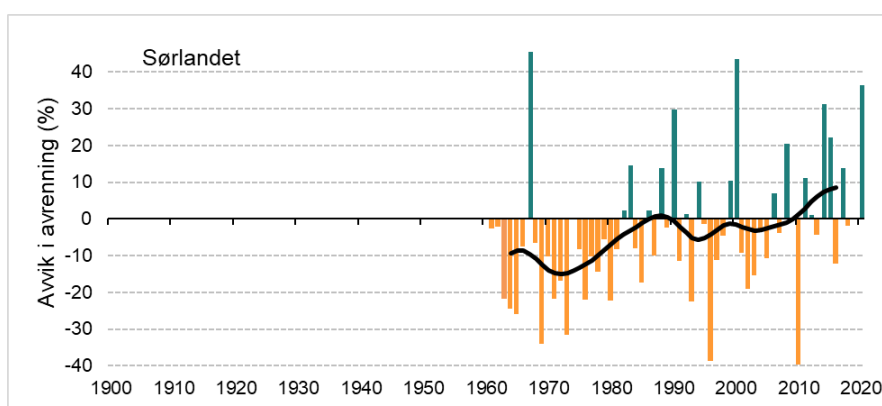
Tidsutviklingen av årsavrenning beregnet med distHBV er vist i rapporten Klima i Norge, men gjengis her med samme tidsakse som figur 3.2 og 3.3 for å gjøre det lettere å sammenligne figurene med kapittel 3.2. På landsbasis har årsavrenningen variert fra 820 mm i 1980 (29 % mindre enn i normalperioden) til 1472 mm i 2020 (28 % mer enn i normalperioden).

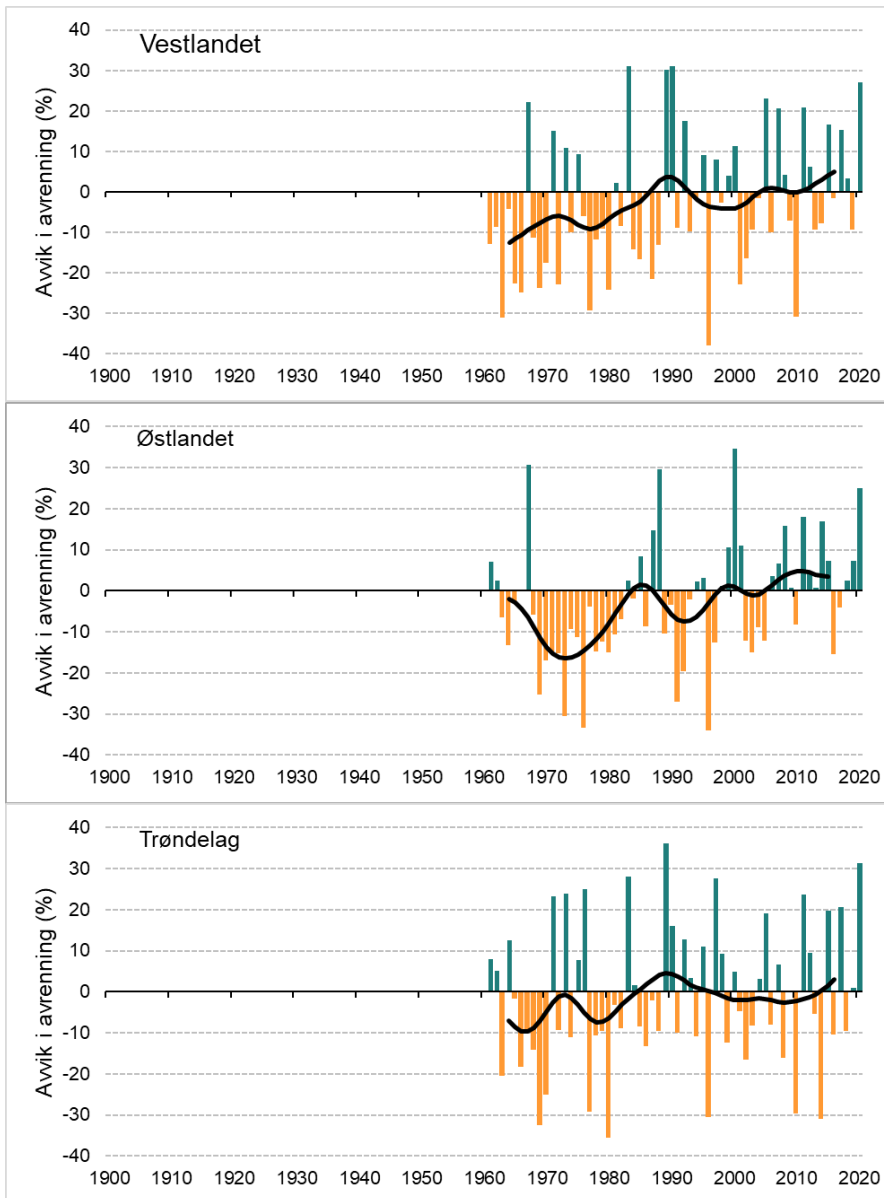
Tendensen til høyere avrenning i Norge siden 1990-tallet sammenlignet med forrige 30-årsperiode bekreftes av dette griddede datasettet. Jevnt over viser figur 3.4 samme utvikling som figur 3.2, men dekker kun perioden fra 1961 og framover, fordi daglige simuleringer av avrenning med distHBV er tilgjengelig kun for denne perioden. Kapittel 6 viser også framskrivninger fram til 2100, beregnet med distHBV-COR-BA-2025.

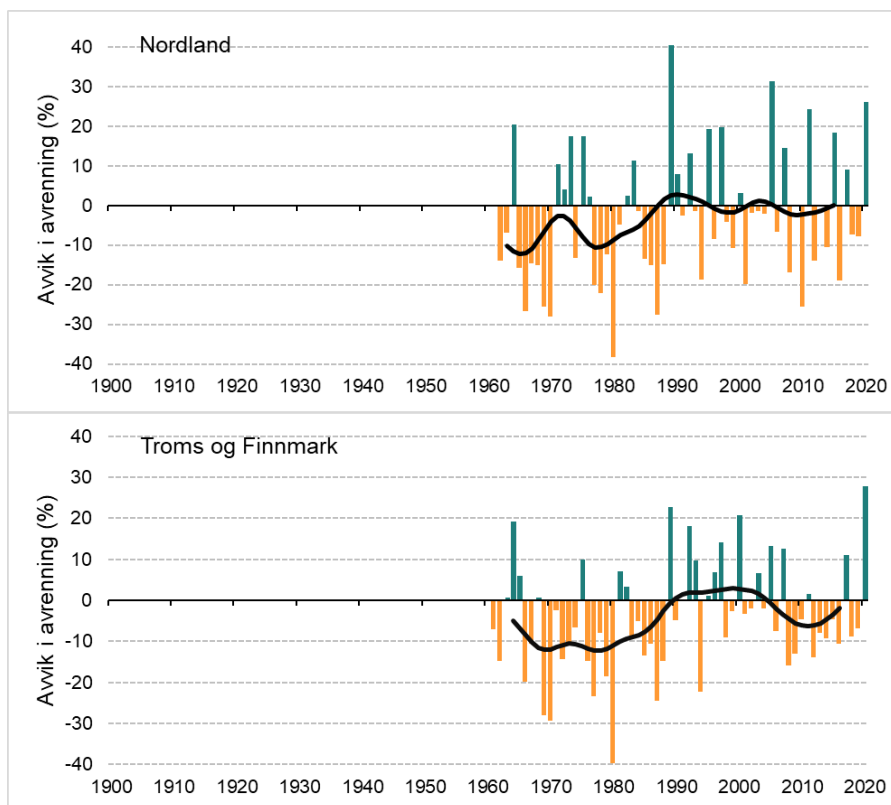


Figur 3.4. Årsavrenning i Norge i perioden 1961–2020, vist som avvik (%) fra middelverdien for normalperioden 1991–2020 (1149 mm/år). Svart kurve viser langtidsendringene beregnet ved hjelp av et gaussisk filter som tilsvarer 10-års glidende gjennomsnitt. Derfor vises ikke de første fem og de siste fem årene i den svarte kurven. Data er beregnet med distHBV (vedlegg 1). Denne figuren tilsvarer figur 4.1.3 i *Klima i Norge-rapporten*, men aksene er vist fra 1900 for å lette sammenligning med Totalavrenning.

Vi ser samme mønster i tidsutviklingen beregnet fra distHBV (figur 3.4) og Totalavrenning (figur 3.1), for fellesperioden fra 1961 til 2020. Det gjelder også det positive avviket i avrenning etter cirka 1990.







Figur 3.5. Samme som i figur 3.4 (distHBV) men for avrenningsregionene (vist i figur 1.1). Gjennomsnittlig årsavrenning for perioden 1991–2020 for de ulike regionene er vist i tabell 3.2. Tidsserien dekker samme periode i alle regioner: 1961–2020, men er plottet fra 1900 for å gjøre det lettere å sammenligne med figur 3.3. Denne figuren inneholder samme data som figur A.5.1 i *Klima i Norge-rapporten*, men aksene er vist fra 1900 for å lette sammenligning med *Totalavrenning*.

I de fleste regionene starter årsavrenningen lavere enn normalen og slutter høyere enn normalen (sammenlign figur 3.3 med figur 3.5). Det er kun tre år hvor alle regionene var våtere enn normalt: 2000, 2011 og 2020. I ti av årene var alle regionene tørrere enn normalt, og alle disse årene opptrådte mellom 1969 og 1980. Etter 1980 har kun tre år vært tørrere enn normalt i alle regionene: 2002, 2010 og 2016. Store deler av landet var preget av tørke om sommeren 2018. Da var alle regionene unntatt Vestlandet og Østlandet tørrere enn normalt. Disse regionene var også preget av tørkesommeren 2018, men fikk såpass mye nedbør utover høsten at det trakk opp årsavrenningen. I tørkeåret 1996 var alle regionene unntatt Nordland tørrere enn normalt.

4 Vannbalanseestimater

Vannbalansen beskriver hvordan mengden vann som transporteres på jordoverflaten responderer på endringer i nedbør, fordampning og lagring av f.eks. snø, is og grunnvann. På årsbasis er vannlagringen liten, og årlig middelavrenning er tilnærmet lik årsnedbør minus fordampning. Lagringen kan variere mye fra én måned til den neste, som er tema i kapittel 5.

Forskjeller i metodikk og inngangsdata gjør det utfordrende å estimere både nedbør og fordampning, og dermed også vannbalansen. Her sammenligner vi vannbalansekomponentene i distHBV og Avrenningskartet for perioden 1991–2020. Datasettet Totalavrenning har ikke noe estimat for nedbør eller fordampning knyttet til seg fordi det er et observasjonsbasert avrenningsprodukt.

4.1 Nedbør, 1991–2020

I Klima i Norge-rapporten er gjennomsnittlig årsnedbør oppgitt til «omtrent 1330 mm/år» for perioden 1991–2020. Dette tallet er beregnet fra Meteorologisk institutt sitt homogeniserte normalkart for griddet nedbør i Norge (Tveito 2021; kapittel 3.3 i Klima i Norge). Dette normalkartet kalles KlimGrid og gir 1327 mm/år. Det viser seg derimot å være utfordrende å estimere nedbør for hele Norge ut fra et begrenset antall målestasjoner, særlig i høyereliggende områder med oppfangingsvikt av snø i vindutsatte områder fører til underestimering av årsnedbøren. Faktaboks 3.3.1 i Klima i Norge-rapporten forklarer oppfangingsvikt for nedbør. Det homogeniserte KlimGrid datasettet er ikke justert for oppfangingsvikt i målerne, men det er gjort justeringer for høyde over havet. I SeNorge-datasettet som er brukt i distHBV, er det justert for oppfangingsvikt, men ikke for høyde over havet. Absoluttverdiene i disse datasettene vil derfor avvike noe fra hverandre.

Årsnedbøren estimeres til 1348 mm/år i seNorge2018 v20.05, som er inngangsdata til distHBV, altså litt høyere enn KlimGrid.

Årsnedbøren estimeres til 1478 mm/år i inngangsdataene til Avrenningskartet. Dette estimatet er justert opp for å stemme med avrenningen, og tar dermed høyde for oppfangingsvikt i nedbørestimatet.

Tallene er vist i tabell 4.1, rad «1991–2020» og i vedlegg 3.

4.2 Fordampning, 1991–2020

I Klima i Norge-rapporten er gjennomsnittlig årlig fordampning oppgitt til «omtrent 220 mm/år» for perioden 1991–2020. Dette tallet er beregnet fra distHBV, som gir 217 mm/år.

Årlig fordampning estimeres til 245 mm/år i Avrenningskartet.

Tallene er vist i tabell 4.1, rad «1991–2020» og i vedlegg 3. Datasettet Totalavrenning har ikke noe estimat for fordampning knyttet til seg.

4.3 Avrenning, 1991–2020

I Klima i Norge-rapporten er gjennomsnittlig årlig avrenning oppgitt til «omtrent 1150 mm/år» for perioden 1991–2020. Dette tallet er beregnet fra distHBV, som gir 1149 mm/år. Det er verdt å merke seg at avrenning i distHBV ligger omtrent 80 mm lavere enn i Avrenningskartet. Dette skyldes i hovedsak at nedbøren i Avrenningskartet er justert opp for å ta hensyn til oppfangingssvikt. Figur 3.1 (høyre kolonne) viser estimatene for avrenning med spredning (år til år-variasjonen). For perioden 1991–2020 ligger Avrenningskartet innenfor 75-persentilen til distHBV, og er dermed innenfor usikkerhetsspennet til distHBV-simuleringene.

Årsavrenning estimeres til 1231 mm/år i Avrenningskartet. Tilsvarende tall for Totalavrenning er 1127 mm/år.

Tallene er vist i tabell 4.1, rad «1991–2020» og i vedlegg 3.

Hvis man estimerer årlig middelavrenning som årsnedbør minus fordampning i Avrenningskartet, får man:

$Q = P - ET = 1478 - 245 \approx 1232$. Dette stemmer godt med estimert avrenning (1231).

Tilsvarende, hvis man summerer avrenningen og fordampningen i Avrenningskartet, får man $P = Q + ET = 1231 + 245 \approx 1476$. Dette stemmer godt med estimert nedbør (1478).

Hvis man estimerer årlig middelavrenning som årsnedbør minus fordampning i distHBV, får man:

$Q = P - ET = 1348 - 217 \approx 1131$. Dette ligger litt lavere enn estimert avrenning (1149).

Avrenningen er omtrent 20 mm høyere enn nedbør minus fordampning skulle tilsi. Det antas at dette skyldes et netto positivt bidrag fra bresmelting.

4.4 Vannbalanse i Avrenningskart og distHBV

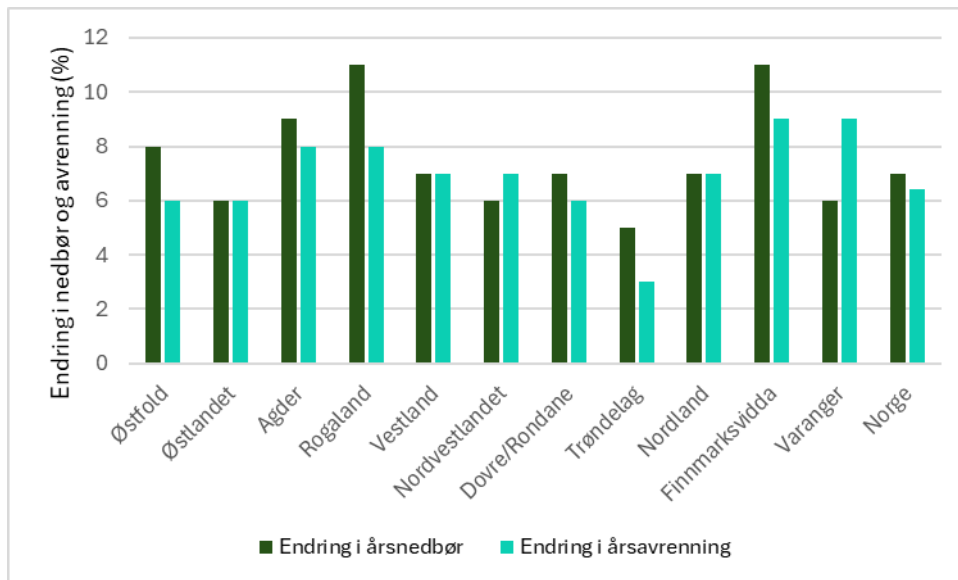
Tabell 4.1 viser estimert nedbør, avrenning og fordampning for ulike datasett og to tidsperioder: 1961–1990 til 1991–2020. Avrenningskartet gir høyere nedbør, avrenning og fordampning enn distHBV.

Tabell 4.1 Vannbalanseestimer basert på Avrenningskart (Beldring mfl. 2022) og distHBV
Tall i parentes viser 25- og 75-persentilen av tidsserien (se figur 3.1). En lengre versjon av tabellen er vist i figur V3.3 i vedlegg 3.

	Nedbør (mm/år)	Avrenning (mm/år)	Fordampning (mm/år)
1961–1990 Avrenningskart distHBV	1416 1265	1179 1076 (993–1143)	231 198 (191–203)
1991–2020 Avrenningskart distHBV KlimGrid	1478 1348 1327	1231 1149 (1074–1250)	245 217 (206–227)
Endring i prosent Avrenningskart distHBV	0,04 0,06	0,04 0,06	0,06 0,09

Endringer i årsavrenning stemmer godt med endringer i årsnedbør (Lutz mfl. 2024, tabell 3.1.2). For å sammenligne med nedbørendringer, er tallene for avrenningsregioner kombinert med tall for nedbørregioner (figur 4.1). Figur 4.1 inneholder 11 regioner, som svarer til de 11 nedbørregionene brukt i KiN (se kapittel 1.1 Regioner). Årsnedbøren har økt mellom 5 og 11 % fra 1961–1990 til 1991–2020, avhengig av region. Årsavrenningen har økt mellom 5 og 9 % fra 1961–1990 til 1991–2020, avhengig av region, og følger i stor grad det regionale mønsteret til endringer i årsnedbør (liten økning i Trøndelag, stor økning på Finnmarksvidda), se tabell 4.2.

Her er altså søylene Agder plottet med avrenningsregion 1; Rogaland, Vestland og Nordvestlandet er plottet med samme verdi (avrenningsregion 2); Østfold, Østlandet og Dovre/Rondane plottet med samme verdi (avrenningsregion 3); og tilsvarende med Finnmarksvidda og Varanger (avrenningsregion 6, Troms og Finnmark). Merk at dette er en tilnærming som ikke er helt presis for regionene ikke er arealvektet, og de har heller ikke helt like grenser, men kan likevel brukes for å sammenligne de grove trekkene.



Figur 4.1. Endringer fra 1961–1990 til 1991–2020 i årsnedbør (mørke søyler) og årsavrenning (lyse søyler). Tilsvarende figur for vinteren er vist i figur 5.1.

Tabell 4.2. Endring i årsnedbør (%) fra 1961–1990 til 1991–2020 aggregert til avrenningsregioner og tilsvarende endring i årsavrenning for samme periode og regioner. Sammenlign med tabell 1.2. Tabellen er tatt med som et forslag til sammenligning hvis man skulle trenge å gjøre om nedbørregionene til avrenningsregioner og vice versa. Merk at dette er en tilnærming som ikke er helt presis fordi regionene ikke er arealvektet, og de har heller ikke helt like grenser.

Avrennings-region (navn):	Sør-landet	Vestlandet	Øst-landet	Trønde-lag	Nord-land	Troms og Finnmark	Norge
Avrennings-region (nr):	1	2	3	4	5	6	
Tilsvarende RR-region (navn):	Agder	Rogaland, Vestland, Nord-vestlandet	Østlandet , Østfold, Dovre/ Rondane	Trønde-lag	Nord-land	Finn-marks-vidda, Varanger	Norge
RR-region (nr)	9	11, 7, 6	8, 6, 7	5	7	11, 6	7
Årsnedbør per AV-region (%)	9	8	7	5	7	8,5	7
Årsavrenning per AV-region (%)	8	6	6	3	7	9	7

5 Sesongavrenning

Forrige kapittel beskrev endringer for hele året sett under ett. Gjennomsnittsverdier for hele året kan skjule store endringer i avrenning fra en årstid til en annen. Dette kapittelet beskriver endringer i de fire årstidene. Endringer i sesongavrenning kan være betydelig større enn endringer i årsavrenning på grunn av omfordeling av mellomlagret vann fra én årstid til en annen.

Avrenningen varierer en del fra sesong til sesong og region til region. Tabell 5.1 viser hvordan avrenningen varierte i perioden 1991–2020 og tabell 5.2 viser tilsvarende tall for 1961–1990. Vestlandet og Nordland er regionene med mest avrenning. Troms/Finnmark og Østlandet er regionene med minst avrenning. Vinteren er årstiden med minst avrenning, fordi mye av nedbøren faller som snø, og blir liggende som snø på bakken i stedet for å renne av. Vinteravrenningen var høyere i perioden 1991–2020 enn i forrige 30-årsperiode, 1961–1990, og særlig den prosentvise endringen har vært stor om vinteren (tabell 5.3).

Tabell 5.1. Absoluttverdier av avrenning for år og sesong i perioden 1991–2020. Tallene er beregnet med modellen distHBV. Avrenningsregionene har følgende nummerering: 1=Sørlandet, 2=Vestlandet, 3=Østlandet, 4=Trøndelag, 5=Nordland, 6=Troms og Finnmark.

Avr.-region	1	2	3	4	5	6	Norge
Årlig	1475	1898	646	1181	1687	745	1149
Vinter (DJF)	128	128	28	77	79	19	63
Vår (MAM)	128	146	68	128	128	64	100
Sommer (JJA)	93	197	71	99	225	119	129
Høst (SON)	143	163	49	89	130	47	91

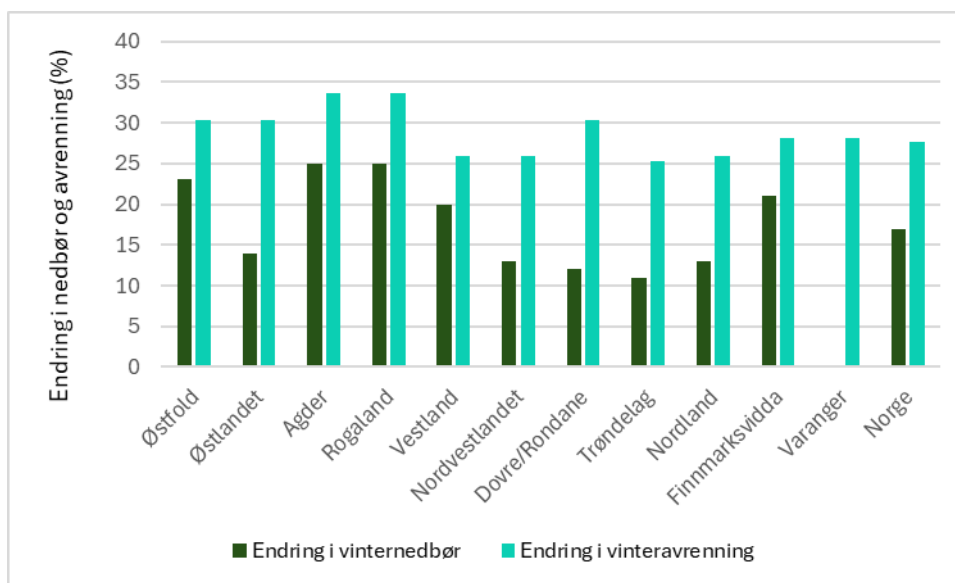
Tabell 5.2. Absoluttverdier av avrenning for år og sesong i perioden 1961–1990. Tallene er beregnet med modellen distHBV.

Avr.-region	1	2	3	4	5	6	Norge
Årlig	1364	1776	608	1147	1577	681	1076
Vinter (DJF)	85	95	19	57	59	13	46
Vår (MAM)	127	126	66	129	109	54	91
Sommer (JJA)	102	200	71	98	225	115	129
Høst (SON)	140	171	46	99	133	45	93

Tabell 5.3 Prosentvis endringer i avrenning for år og sesong mellom de to periodene 1961–1990 og 1991–2020, relativt til 1991–2020. Tallene er beregnet med modellen distHBV.

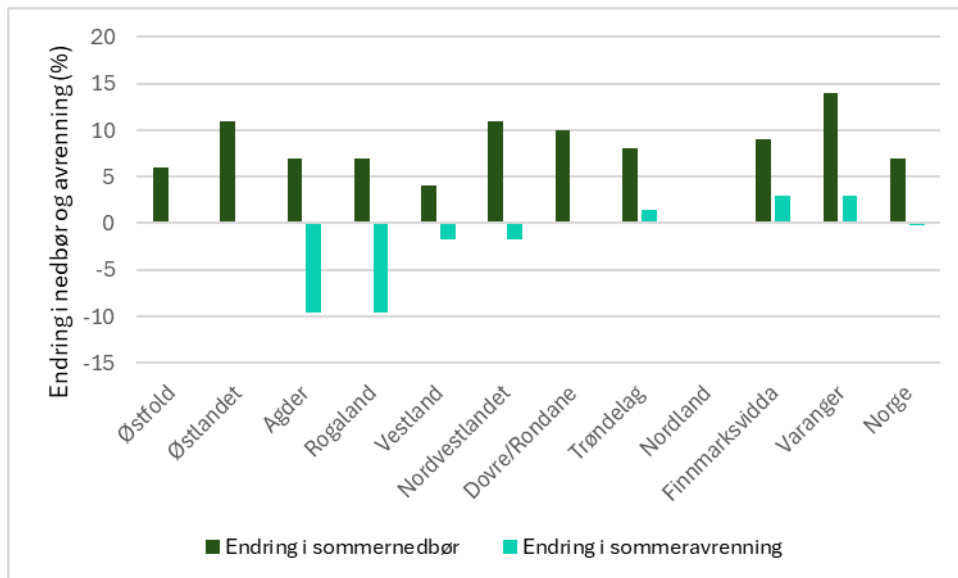
Avr.-region	1	2	3	4	5	6	Norge
Årlig	8	7	6	3	7	9	6
Vinter (DJF)	34	26	30	25	26	28	28
Vår (MAM)	0	13	3	0	15	17	9
Sommer (JJA)	-10	-2	0	1	0	3	0
Høst (SON)	2	-5	5	-10	-2	5	-2

Endringene mellom 1991–2020 og 1961–1990 er vist for både vinteravrenning og vinternedbør i figur 5.1. Igjen er tallene for avrenningsregioner kombinert med tall for nedbørregioner. Endringen i vinteravrenning er større enn endringen i nedbør. Økningen i avrenning om vinteren er ikke bare drevet av økning i nedbør, men også av temperatur, som bidrar til mer snøsmelting i tillegg til at mer nedbør faller som regn i stedet for snø.



Figur 5.1. Endringer fra 1961–1990 til 1991–2020 i vinternedbør (mørke søyler) og årsavrenning (lyse søyler). Tilsvarende figurer for hele året er vist i figur 4.1.

Også for sommeren er økningen i avrenning drevet av temperatur og andre faktorer som påvirker fordampning. Til tross for at nedbøren har økt i alle regioner om sommeren, beregnes liten endring, eller til og med en reduksjon i avrenning på Sørlandet.



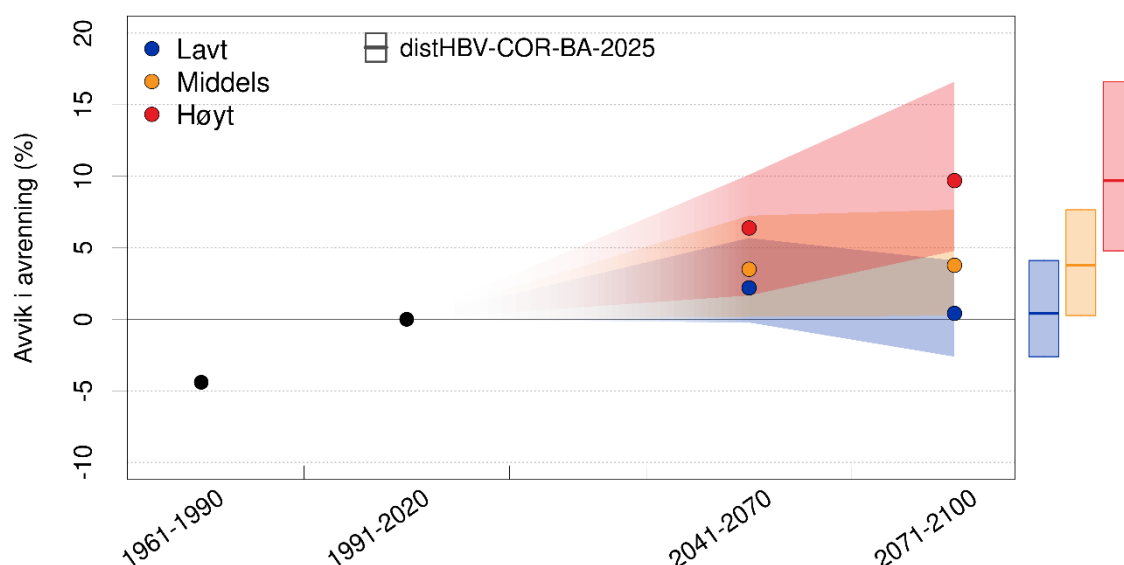
Figur 5.2. Endringer fra 1961–1990 til 1991–2020 i vinter nedbør (mørke søyler) og årsavrenning (lyse søyler).

6 Alternative figurer for årsavrenning

Klima i Norge-rapporten presenterer historiske endringer i avrenning sammen med framskrivninger (figur 4.1.5 i Huang mfl., 2025). Der ble distHBV vist som historisk referansedatasett fordi dette er konsistent med resten av datasettet distHBV-est.obs. og framskrivningene distHBV-COR-BA-2025. De svarte sirklene kommer fra det historiske datasettet distHBV-est.obs. Figur 6.1 og 6.2 viser alternative varianter av denne figuren, med henholdsvis Avrenningskartet, Totalavrenning og alle tre datasettene som historiske referansedatasett.

Avrenningskartet

Figur 6.1 viser en variant av figuren, men de svarte sirklene er plottet fra Avrenningskartet i stedet for Totalavrenning. De to svarte sirklene i figuren gjelder Avrenningskartet, og har følgende verdier: -4,4 % for 1961–1990 og 0 % for 1991–2020.

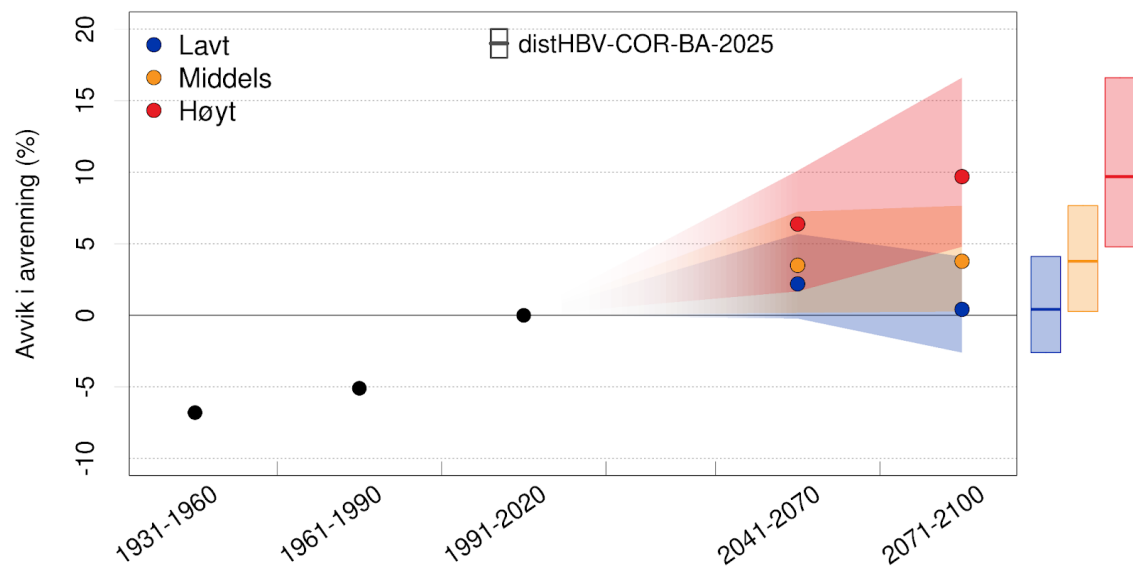


Figur 6.1 Figuren er justert fra Huang mfl. 2025, der de tre svarte sirklene representerer Avrenningskartet. Trettiårsmidler for årsavrenning i Norge gitt som avvik (i %) fra referanseperioden 1991–2020. Gjennomsnittlig avvik fra 1991–2020 for 30-årsperiodene 1961–1990 og 1991–2020 er vist som svarte sirkler i midtpunktet av tilhørende periode. Blå, oransje og røde sirkler viser gjennomsnittsverdien for distHBV-COR-BA-2025 (20 framskrivninger) for henholdsvis lavt (RCP2.6), middels (RCP4.5) og høyt (SSP3-7.0) utslippsscenario for de to framtidsperiodene (2041–2070 og 2071–2100). De farlagte områdene viser spredningen (10–90-persentil) mellom framskrivningene. Boksplottene til høyre viser gjennomsnittlig endring og spredning (10–90-persentil) mot slutten av århundret (2071–2100) for hvert utslippsscenario. Framskrivningene er vist som avvik mellom to

framtidsperspektiver og referanseperioden 1991–2020. Avvikene i figur 4.1.5 i Huang mfl. (2025) er beregnet ved å trekke framskrivninger fra referanseperioden for hver modell (distHBV-COR-BA-2025, se kapittel 2.2.1).

Totalavrenning

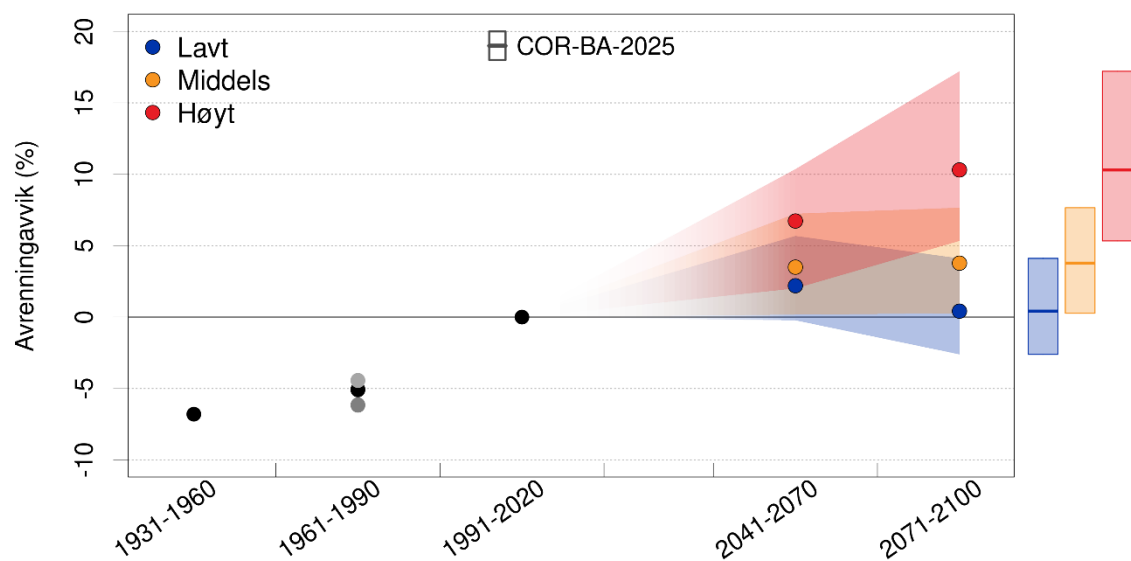
Totalavrenning dekker den historiske perioden tilbake til 1931–1960 og gir derfor anledning til å plote tre 30-årsperioder i historisk periode (figur 6.2). De tre svarte sirklene i figuren og har følgende verdier: -7 % for 1931–1960, -5 % for 1961–1990 og 0 % for 1991–2020.



Figur 6.2 Figuren er justert fra Huang mfl. 2025, der de tre svarte sirklene representerer Totalavrenning. Trettiårsmidler for årsavrenning i Norge gitt som avvik (i %) fra referanseperioden 1991–2020. Gjennomsnittlig avvik fra 1991–2020 for 30-årsperiodene 1931–1960, 1961–1990 og 1991–2020 er vist som svarte sirkler i midtpunktet av tilhørende periode.

distHBV, Totalavrenning og Avrenningskartet

Figur 6.3 viser alle tre datasettene plottet i samme figur.



Figur 6.3 Figuren er justert fra Huang mfl. 2025, der de tre svarte sirklene representerer Totalavrenning, den lyseste grå (øverste) representerer Avrenningskartet og den mellomgrå (nederste) representerer distHBV.

7 Diskusjon og konklusjoner

Det er fire ulike datasett for avrenning i den historiske perioden

Ved oppstart av prosjektet Klima i Norge fantes det mange datasett tilgjengelig for den historiske perioden 1991–2020 (tabell 1.1). Klima i Norge-rapporten presenterer resultater fra distHBV, og i noen tilfeller er resultatene sammenlignet med Avrenningskartet. Valget falt på distHBV som historisk referansedatasett i Klima i Norge-rapporten fordi dette er mest konsistent med resten av datasettet distHBV–est.obs. (altså variablene fordampning, snøens vannekvivalent og markvannsinhold) og framskrivningene av avrenning i distHBV–COR-BA-2025.

Endringene i avrenning stemmer rimelig godt i de ulike datasettene

Gjennomsnittlig årsavrenning for det norske fastlandet i referanseperioden 1991–2020 beregnes til 1231 mm/år i Avrenningskartet, 1149 mm/år i distHBV og 1127 mm/år i Totalavrenning (tabell 3.1–3.3, og tabell V3.3 i vedlegg 3). I Klima i Norge-rapporten er det oppgitt som «omtrent 1150 mm/år». Alle estimatene ligger innenfor 25- og 75-persentilen for distHBV i historisk periode, altså 1074–1250 mm/år (figur 3.1 og tabell V3.3 i vedlegg 3).

Gjennomsnittlig årlig fordampning estimeres til å være 245 mm/år i Avrenningskartet og 217 (206–227) mm/år i distHBV (25- og 75-persentilen i parentes). I Klima i Norge-rapporten er det oppgitt som «omtrent 220 mm/år». Avrenningskartet ligger over 75-persentilen for distHBV i historisk periode. Datasettet Totalavrenning gir ikke noe estimat for fordampning.

Avrenningen i Norge økte med 4,4 % for Avrenningskartet, 6 % for distHBV og 5,1 % for Totalavrenning fra perioden 1961–1990 til 1991–2020. I Klima i Norge-rapporten er det oppgitt som «omtrent 5 % fra perioden 1961–1990 til 1991–2020». Endringene i DistHBV (både for avrenning og fordampning) ligger høyere enn de to observasjonsbaserte produktene. Avrenningskartet er korrigert mot observasjoner og gir derfor både påvirkning fra klimaendringer, arealbruk og menneskelig aktivitet. Modellresultatene i distHBV gir kun påvirkningen fra klimaendringer og ikke f.eks. arealbruk (som i modellen antas å være konstant over tid) eller menneskelig aktivitet. Dette er i tråd med Yang and Huang (2023), som fant at det er sterkere trender i simulerte data enn i observasjonsbaserte data. Uten tall for endringer i historisk arealbruk eller menneskelig aktivitet, må det vises forsiktighet med tolkning. Endringene er større fra perioden 1961–1990 til 1991–2020 enn 1901–1930 til 1961–1990 fordi begynnelsen av forrige århundre var vått (kapittel 3.2).

Nedbøren står for mesteparten av variabiliteten i årsavrenning

Årsavrenning er godt korrelert med årsnedbør (tabell 4.2). På grunn av avvik mellom avrenningsregioner og nedbørregioner ble nedbøren aggregert til avrenningsregionene før sammenligning (cirka 5 til 9 % økning), og det geografiske mønsteret i årsavrenning og årsnedbør stemmer godt. Det gjelder ikke for sesongverdier, der snøsmelting (i vinterhalvåret) og fordampning (i sommerhalvåret) har større betydning. For sesongavrenning er endringer i temperatur viktigere enn endringer i nedbør.

Hvilket estimat som er «best» avhenger av formålet

Forskjeller i metodikk og inngangsdata gjør at det blir avvik mellom estimatene for avrenning i distHBV–est.obs. og Avrenningskartet. Det er viktig å være oppmerksom på når resultatene skal tolkes.

Avrenningskartet gir det beste estimatet av avrenning og skulle vært et naturlig førstevalg for å estimere vannbalanse for den historiske perioden, når månedsoppløsning er tilstrekkelig. Likevel er distHBV brukt for å presentere vannbalanseestimer i Klima i Norge-rapporten, selv om avrenningen i distHBV ikke har blitt korrigert like omhyggelig som i Avrenningskartet. Fordelene med distHBV er at det dekker perioden fram til 2100 og er brukt til å simulere klimaframskrivninger, at det er tilgjengelig med døgnoppløsning og at det er internt konsistent (dvs at alle fire hydrologiske variable er beregnet med samme modell). Dermed ble det besluttet at Klima i Norge-rapporten skulle vise både avrenning i referanseperioden og vannbalanseestimer fra distHBV–est.obs. i kapittel 4.1 i Klima i Norge (Huang mfl. 2025). Ulempen er at det er noe avvik fra både den offisielle nedbørnormalen og Avrenningskartet.

Hva som anses for å være «det beste datasettet» avhenger av formålet. I arbeidet med å estimere framtidige hydrologiske endringer til Klima i Norge-rapporten har vannbalanse og konsistens med resten av datasettene i rapporten vært tungtveiende argumenter for å velge distHBV. Avrenning fra distHBV (omtrent 1150 mm/år) er konsistent med fordampning fra distHBV (omtrent 220 mm/år) og nedbørinput fra seNorge 2018 (omtrent 1350 mm/år). For å lukke vannbalansen kommer i tillegg et netto bidrag fra bresmelting. Det gir oss mulighet til å vurdere kvaliteten på simuleringene og de ulike bidragene fra ulike deler av vannbalansen og for å beregne et *beste estimat av forventede endringer*.

I Klima i Norge-rapporten oppgis endringene både som prosentvis endring og millimeter-endring fram mot midten og slutten av århundret, men ikke absoluttverdier. Er det behov for å estimere absoluttverdier som kan forventes mot slutten av dette århundret, kan endringene legges oppå verdier for referanseperioden. Estimatet av forventede endringer i hydrologiske variable som ble presentert i Klima i Norge-rapporten kan enten sammenlignes med referanseperioden i distHBV (på 1150 mm/år for hele Norge) eller med Avrenningskartet (på 1370 mm/år) eller med lokale observasjoner. Resultatet avhenger av hvilket referansedatasett en velger å bruke. Videre vil vi gjøre oppmerksom på at når andre datasett blandes inn (for eksempel Avrenningskartet eller nedbør fra KlimGrid (på omtrent 1330 mm/år), er ikke lenger vannbalansen lukket. Det trenger ikke å være et problem for lokal bruk av beregningene. For eksempel kan Avrenningskartet presenteres sammen med forventede endringer i avrenning fra distHBV. På Klimaservicesenterets klimaframskrivningsside ([klimaservicesenter.no/ climateprojections](https://klimaservicesenter.no/climateprojections)) vises derimot distHBV konsekvent som referanseperiode (for avrenning, fordampning, snø, og markvannsinhold) og for å opprettholde intern konsistens.

8 Referanser

- Beldring, S., Engeland, K., Holmqvist, E., Pedersen, A. I., Ruan, G., Veie, C. A. og Cabrol, J. (2022). Avrenningskart 1991–2020 (NVE rapport 36-2022), Norges vassdrags og energidirektorat. https://publikasjoner.nve.no/rapport/2022/rapport2022_36.pdf
- Dyrrdal, A.V., Bakke, S.J., Hanssen-Bauer, I., Mayer, S., Nilsen, I.B., Nilsen, J.E.Ø., Paasche, Ø., Saloranta, T., Årthun, M. [redaktører] (2025) Klima i Norge – kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2025, NCCS-rapport 1/2025, <https://doi.org/10.60839/4rgq-nn84>, 344 pp.
- Huang, S., Eisner, S., Haddeland, I. og Mengistu, Z.T. (2022). Evaluation of two new-generation global soil databases for macro-scale hydrological modelling in Norway. *Journal of Hydrology*, 610, 127895. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127895>
- Huang, S., Nilsen, I.B., Bakke, S.J., Haddeland, I. og Wong K.W. (2025). *Avrenning og fordampning*, Kapittel 4.1 i Dyrrdal, A.V. mfl. (2025) Klima i Norge – kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2025, NCCS-rapport 1/2025, <https://doi.org/10.60839/4rgq-nn84>
- Datasettet distHBV est.obs. kan lastes ned fra klimaservicesenter.no (<https://doi.org/10.21343/gbq0-4t97>)
- Hanssen-Bauer, I., E.J.Førland, I.Haddeland, H.Hisdal, S.Mayer, A.Nesje, J.E.Ø.Nilsen, S.Sandven, A.B.Sandø, A.Sorteberg og B.Ådlandsvik, (2015). Klima i Norge 2100 – Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. Norsk Klimaservicesenter, NCCS Report 2/2015 203pp. ISSN: 2387-3027
- Hanssen-Bauer, I., Tveito, O.E., Tajet, H.T.T., Skaland, R.G. Temperatur- og nedbør-regioner i Norge. Sammenligning av forskjellige regioninndelinger. MET report 11-2022. <https://www.met.no/publikasjoner/met-report/met-report-2022>
- Lutz, J., I. Hanssen-Bauer, O.E. Tveito, A. Dobler (2024) Precipitation variability in Norway 1961-2020. [MET-report 01-2024](#).
- Pettersson, L. E. (2012). *Totalavløpet fra Norges vassdrag 1900-2010* (NVE rapport 39-2012), Norges vassdrags- og energidirektorat. https://publikasjoner.nve.no/rapport/2012/rapport2012_39.pdf
- Reistad, M., Breivik, Ø., Haakenstad, H., Aarnes, O. J., Furevik, B. R. og Bidlot, J.-R. (2011). A high-resolution hindcast of wind and waves for the North Sea, the Norwegian Sea, and the Barents Sea. *J. Geophys. Res.*, 116(C5), C05019. <https://doi.org/10.1029/2010JC006402>
- Saloranta, T. M. (2016). Operational snow mapping with simplified data assimilation using the seNorge snow model. *J. Hydrol.*, 538, 314–325. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.03.061>
- Tajet, H.T.T., Hanssen-Bauer, I., Nilsen, I.B., Tveito, O.E. og Gangstø, R. (2024) Temperaturindekser 1961–1990 og 1991–2020. [MET Report 02-2024](#)

Tveito, O. E. (2021). *Norwegian standard climate normals 1991–2020 - the methodological approach* (MET report 05-2021). Meteorologisk institutt.
[https://www.met.no/publikasjoner/met-report/met-report-2021/_/attachment/inline/31bb0160-d8cf-4a2b-9646-4df6f5904059:3ac4fec6cf3fb7919aefe42db2b63ad8e8b9e6a6/METreport%2005 2021 New Norwegian standard climate normals 1991 2020-signert.pdf](https://www.met.no/publikasjoner/met-report/met-report-2021/_/attachment/inline/31bb0160-d8cf-4a2b-9646-4df6f5904059:3ac4fec6cf3fb7919aefe42db2b63ad8e8b9e6a6/METreport%2005%2021%20New%20Norwegian%20standard%20climate%20normals%201991%202020-signert.pdf)

Yang, X., Huang, S. (2023). Attribution assessment of hydrological trends and extremes to climate change for Northern high latitude catchments in Norway. *Climatic Change* 176, 139.
<https://doi.org/10.1007/s10584-023-03615-z>

Vedlegg 1. Tidsserier for årsavrenning

Tabell V1. Årsavrenning (m³/s) for hele Norge i de to datasettene Totalavrenning (1917–2000) og distHBV (1961–2000). Totalavrenning fra 2011 til 2020 er distHBV+13,7 mm (opp ca. 1%).

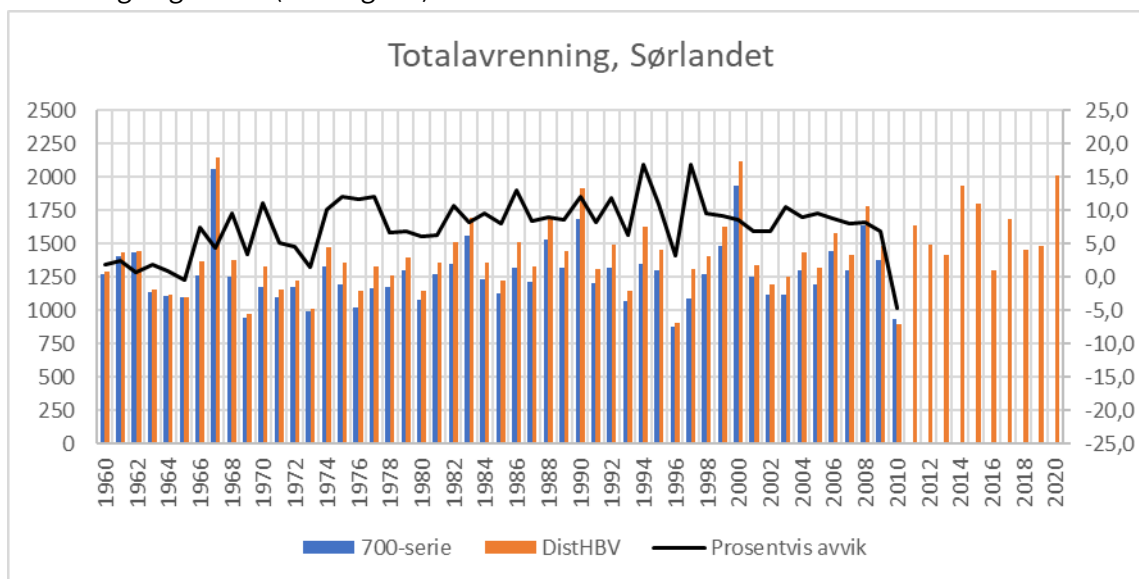
	Totalavrenning
1917	1078
1918	1120
1919	906
1920	1176
1921	1226
1922	989
1923	1089
1924	1137
1925	1112
1926	1042
1927	1094
1928	939
1929	1077
1930	1037
1931	1039
1932	1189
1933	948
1934	1195
1935	1034
1936	941
1937	926
1938	1300
1939	977
1940	945
1941	852
1942	1054
1943	1247
1944	1120
1945	1042
1946	1093
1947	884
1948	1164
1949	1331
1950	1088
1951	983
1952	1046
1953	1250

	Totalavrenning	
1954	988	
1955	1010	
1956	992	
1957	1113	
1958	1014	
1959	985	
1960	784	distHBV
1961	1124	1112
1962	1092	1074
1963	970	964
1964	1213	1175
1965	1056	1012
1966	963	941
1967	1267	1272
1968	1043	1043
1969	846	840
1970	878	905
1971	1174	1200
1972	996	994
1973	1195	1148
1974	1014	1044
1975	1226	1216
1976	982	1056
1977	908	908
1978	984	992
1979	1028	1020
1980	839	820
1981	1078	1127
1982	1092	1108
1983	1312	1325
1984	1066	1078
1985	1026	1025
1986	1027	1065
1987	982	988
1988	1075	1104
1989	1352	1404
1990	1282	1315

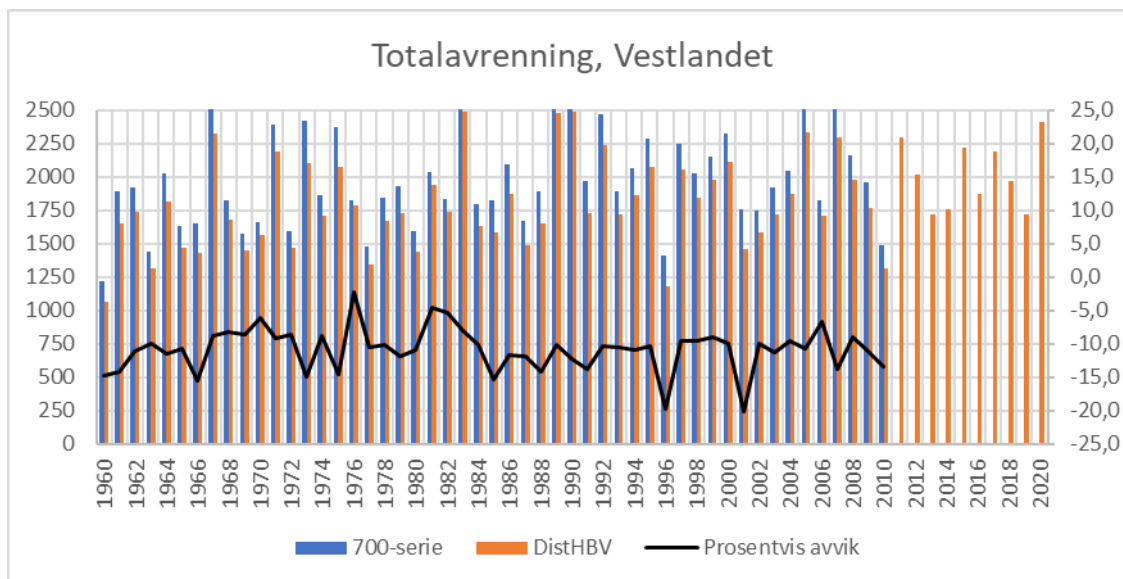
	Totalavrenning	distHBV
1991	1053	1038
1992	1230	1252
1993	1089	1105
1994	1025	1067
1995	1223	1242
1996	875	865
1997	1177	1243
1998	1089	1126
1999	1134	1150
2000	1326	1346
2001	1041	1026
2002	994	1020
2003	1022	1070
2004	1064	1121
2005	1268	1309
2006	1035	1091
2007	1248	1291
2008	1090	1133
2009	1066	1104
2010	907	883
2011	1338	1352
2012	1127	1140
2013	1079	1093
2014	1094	1108
2015	1287	1301
2016	1019	1033
2017	1262	1275
2018	1108	1122
2019	1090	1103
2020	1458	1472

Vedlegg 2. Totalavrenning, regionvis

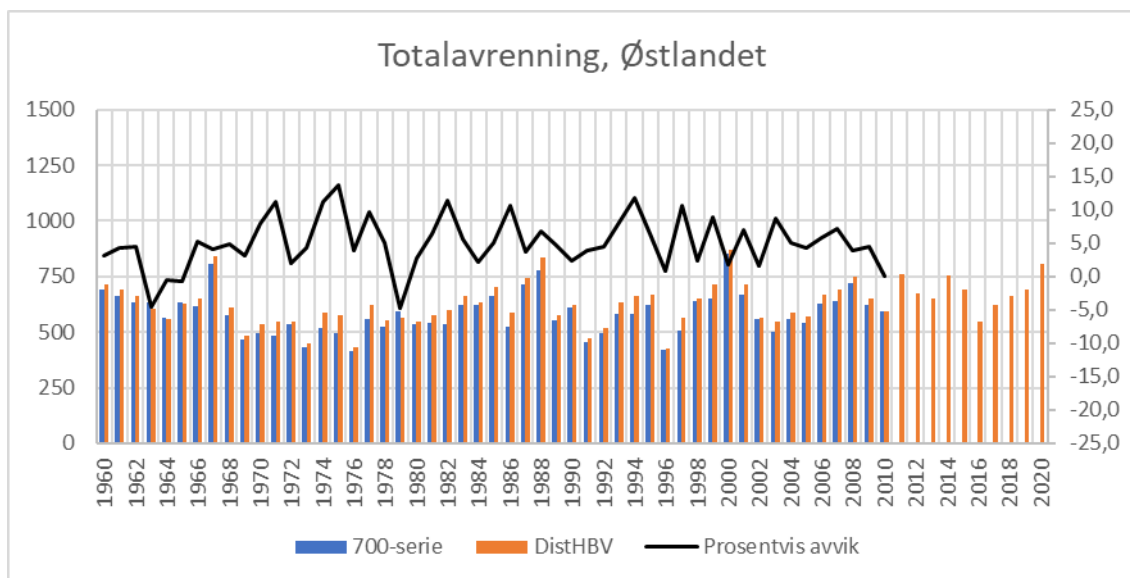
Figurene i dette vedlegget viser avrenning fra datasettet Totalavrenning for hver av de seks avrenningsregionene (vist i figur 1).



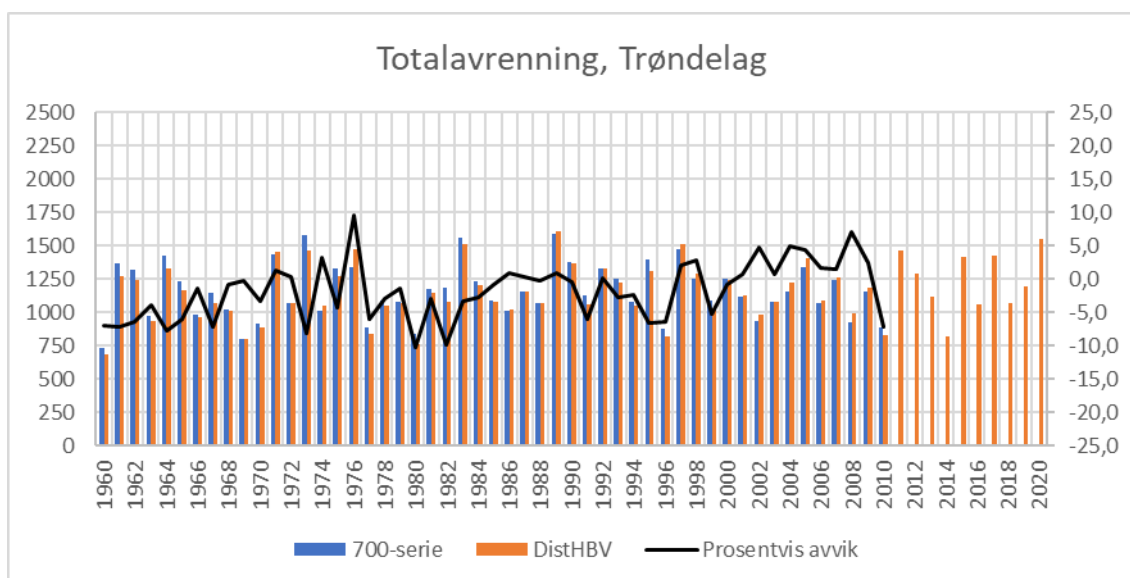
Figur V2.2 Totalavrenning for Sørlandet («700-serie») utvidet med estimert avrenning fra distHBV for perioden 2011 til 2020.



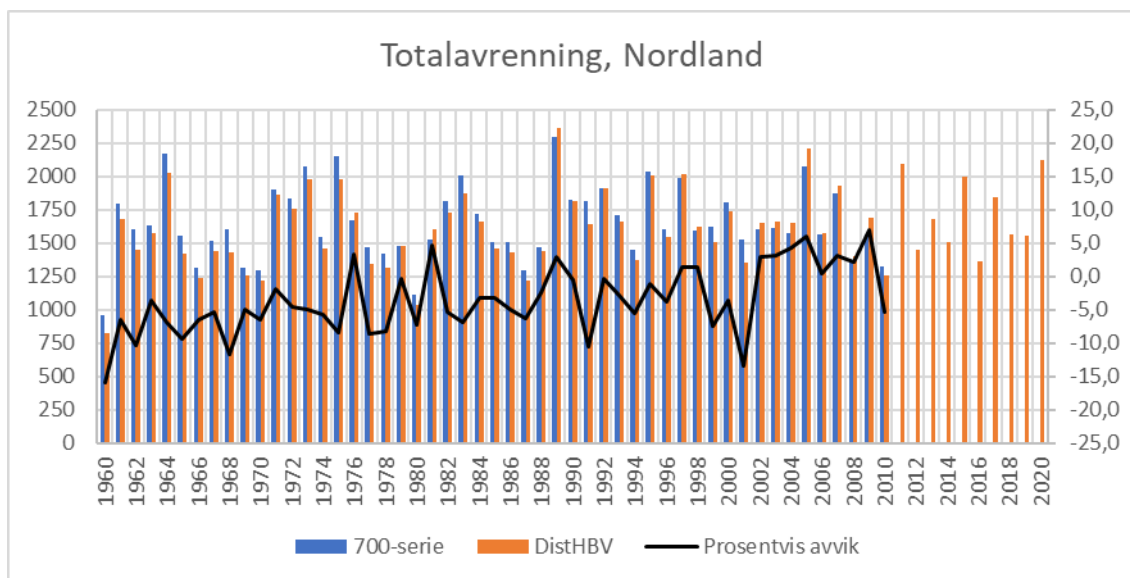
Figur V2.2 Totalavrenning for Vestlandet («700-serie») utvidet med estimert avrenning fra distHBV for perioden 2011 til 2020.



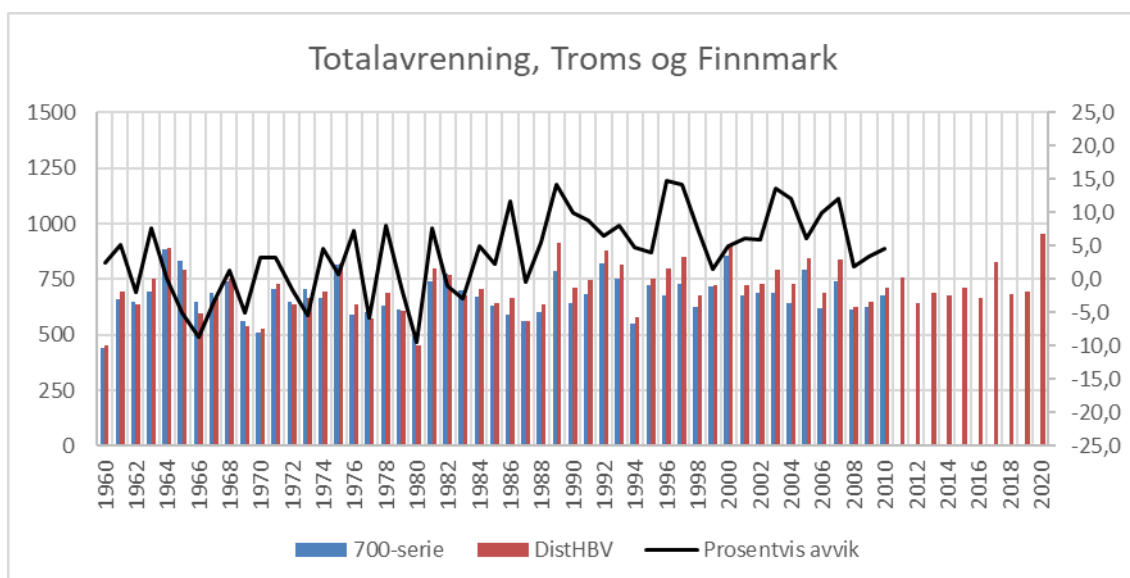
Figur V2.3 Totalavrenning for Østlandet («700-serie») utvidet med estimert avrenning fra distHBV for perioden 2011 til 2020.



Figur V2.4 Totalavrenning for Trøndelag («700-serie») utvidet med estimert avrenning fra distHBV for perioden 2011 til 2020.



Figur V2.5 Totalavrenning for Nordland («700-serie») utvidet med estimert avrenning fra distHBV for perioden 2011 til 2020.



Figur V2.6 Totalavrenning for Troms og Finnmark («700-serie») utvidet med estimert avrenning fra distHBV for perioden 2011 til 2020.

Vedlegg 3. Vannbalansetabeller

Tabell V3.1 Vannbalanseestimer basert på avrenningskart (Beldring mfl. 2022).

Avrenningskart	Nedbør (mm/år)	Avrenning (mm/år)	Fordampning (mm/år)
1961–1990	1416	1179	231
1991–2020	1478	1231	245
Endring i prosent	0,044	0,044	0,061

Tabell V3.2 Vannbalanseestimer basert på distHBV–est.obs. Merk at avrenningen er noe høyere enn nedbør minus fordampning skulle tilsi, på grunn av et netto positivt bidrag fra bresmelting. Tall i parentes viser 25- og 75-persentilen av tidsserien, altså tørre og våte år (sammenlign med figur 3.1).

distHBV	Nedbør (mm/år)	Avrenning (mm/år)	Fordampning (mm/år)
1961–1990	1265	1076 (993–1143)	198 (191–203)
1991–2020	1348 KlimGrid: 1324	1149 (1074–1250)	217 (206–227)
Endring i prosent	0,066	0,068	0,096

Tabell V3.3 Vannbalanseestimer basert på avrenningskart (Beldring mfl. 2022) og distHBV-est.obs. og Totalavrenning. Tall i parentes viser 25- og 75-persentilen av tidsserien (se figur 3.1). Sammenlign med tabell 4.1, der Totalavrenning ikke er med.

	Nedbør (mm/år)	Avrenning (mm/år)	Fordampning (mm/år)
1961–1990			
Avrenningskart	1416	1179	231
distHBV	1265	1076 (993–1143)	198 (191–203)
Totalavrenning	-	1070 (983–1161)	-
1991–2020			
Avrenningskart	1478 P-ET=1477	1231	245 Q+ET=1477
distHBV	1348 P-ET=1131	1149 (1074–1250)	217 (206–227) =1366
Totalavrenning	-	1127 (1044–1228)	-
KlimGrid	1327	-	-
Endring i prosent			
Avrenningskart	0,04	0,04	0,06
distHBV	0,06	0,06	0,09
Totalavrenning		0,05	



NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo
Telefon: (+47) 22 95 95 95