Flomberegning for Longyearelva

Spitsbergen, Svalbard (400)

Seija Stenius

7
2016

OPPDRAGSRAPPORT A

Oppdragsrapport A nr 7-2016
Flomberegning for Longyearelva

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfattere: Seija Stenius

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: Kun digitalt
Forsidefoto: Satellitbilde, Norsk Polaristitutt (toposval.)
ISBN

Sammendrag: Det er utført flomberegning for Longyearelva og delfelt til Longyearelva på Spitsbergen, Svalbard. Middelflom og flommer med gjentaksintervall 50, 100 og 200 år er beregnet.

Emneord: Flomberegning, Longyearelva, Vannledningsdalen, Larselva, Elvesletta, Longerbyen, Spitsbergen, Svalbard

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

September 2016

Innhold

Forord **2**

Sammendrag **3**

1 Beskrivelse av nedbørfeltet **4**

1.1 Nedbør 5
1.2 Temperatur 7
1.3 Vannbalanse 7

2 Metode **7**

2.1 Målestasjoner 8
2.1.1 Bayelva 9
2.1.2 De Geerdalen 9
2.1.3 Endalselva 10
2.1.4 Steintippdalen 10
2.2 Flomformler for små felt 10

3 Resultat **11**

3.1 Formelverk for små felt 11
3.2 Flomfrekvensanalyser 12
3.3 Valg av endelige flomverdier 13
3.3.1 Døgnmiddelverdier 13
3.3.2 Kulminasjonsverdier 14
3.4 Klimaendringer 16

4 Sammenligning med tidligere beregninger **17**

5 Usikkerhet **19**

6 Referanser **21**

Vedlegg 1 – Nedbør **22**

Vedlegg 2 – Temperatur **23**

Forord

I sammenheng med en helhetsvurdering av arealutnyttelsen i Longyearbyen, ønsker NVEs regionkontor i Narvik å få utført flomberegninger for Longyearelva på Spitsbergen i Svalbard. NVE, Hydrologisk avdeling, har utført flomberegninger for Longyearelva og sidevassdrag til Longyearelva.

Middelflom og flommer med gjentaksintervall 50, 100 og 200 år er beregnet. I tillegg er flomverdiene justert i forhold til forventede klimaendringer.

Hovedvekten av arbeidet er blitt utført i perioden februar og mars 2016.

Seija Stenius har vært ansvarlig for oppdraget fra NVEs side, i tillegg har Per Alve Glad kvalitetskontrollert arbeidet.

Oslo, september 2016

Sverre Husebye
seksjonssjef

Seija Stenius
overingeniør

Sammendrag

Det er utført flomberegning for Longyearelva og delfelt til Longyearelva på Spitsbergen, Svalbard. Middelflom og flommer med gjentaksintervall 50, 100 og 200 år er beregnet.

Flomberegningen er kontrollert av Per Alve Glad, NVE.

Det finnes ingen vannføringsstasjoner i Longyeraelva, men det finnes to aktive uregulerte vannføringsstasjoner på Spitsbergen, 400.1 Bayelva og 400.5 De Geerdalen. I tillegg finnes det noen kortere vannføringsserier fra nedlagt stasjoner som er benyttet, 400.7 Endalselva og 400.6 Steintippdalen. Flomberegningene er derfor basert på data fra tilgjengelige målestasjoner og beregninger utført med formelverk for flomberegninger i små nedbørfelt (Glad mfl., 2015).

Resultatet ble (kulminasjonsverdier):

Sted	**Areal**	**Q_M**		**Q_{50}**	**Q_{100}**	**Q_{200}**
	km^2	l/s·km^2	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Longyearelva	22,0	450	9,9	21,3	24,6	28,4
Vannledningsdalen	2,3	256	0,6	1,3	1,6	1,8
Larselva	6,3	540	3,4	7,4	8,5	9,8
Longyearelva/ Longerbreen	10,0	510	5,1	10,9	12,7	14,6

Med bakgrunn i det tilgjengelige datagrunnlaget for denne beregningen kan usikkerheten i resultatene regnes som svært stor «Begrenset hydrologisk datagrunnlag og store gradienter i spesifikke størrelser i området». Usikkerheten er klassifisert iht. usikkerhetsklasser gitt i Stenius mfl. (2015).

1 Beskrivelse av nedbørfeltet

Longyearelva renner gjennom Longyearbyen og har ved utløpet et nedbørfelt på ca. 23 km^2. Det ligger tre isbreer i nedbørfeltet, Longyearbreen og Larsbreen som er de største og Platåbreen som er betydelig mindre. Platåbreen har avløp både ned til Longyearelva og til Bjørndalselva i Bjørndalen. Feltgrensen er uskikker akkurat ved Platåbreen, men er ellers veldefinert. Bredekningen totalt i feltet er 30 % (ca. 7 km^2). Dalbunnen består av en elveslette som er sterkt preget av elvas gravinger.

Smelteflommer i juni-juli dominerer i området, men det forekommer også store flommer som følge av en kombinasjon av nedbør og bresmelting i august-oktober. På vinteren er vassdragene i stort sett frosne og fulle av snø og is. Det kan imidlertid i sammenheng med intense mildværsepisoder og for årstiden uvanlig mye nedbør i form av regnbyger gi betydelige mengder vatn i vassdragene også i denne perioden. Dette skjedde blant annet i desember i 2015 da det ved Svalbard lufthavn ble registrert 26,5 mm på 24 timer den 30. desember og 77 mm på fire døgn (30/12-15 – 2/1-16) hvilket tilsvarer omtrent 40 % av normal årsnedbør (tallene er hentet fra e-klima).

Feltkarakteristika og feltgrenser er beregnet av Astrid Voksø, seksjon for Geoinformasjon ved hydrologisk avdeling NVE. Feltkarakteristika for nedbørfeltet er vist i tabell 1 og feltgrensene er vist i figur 1.

Tabell 1. Feltkarakteristika for nedbørfeltene.

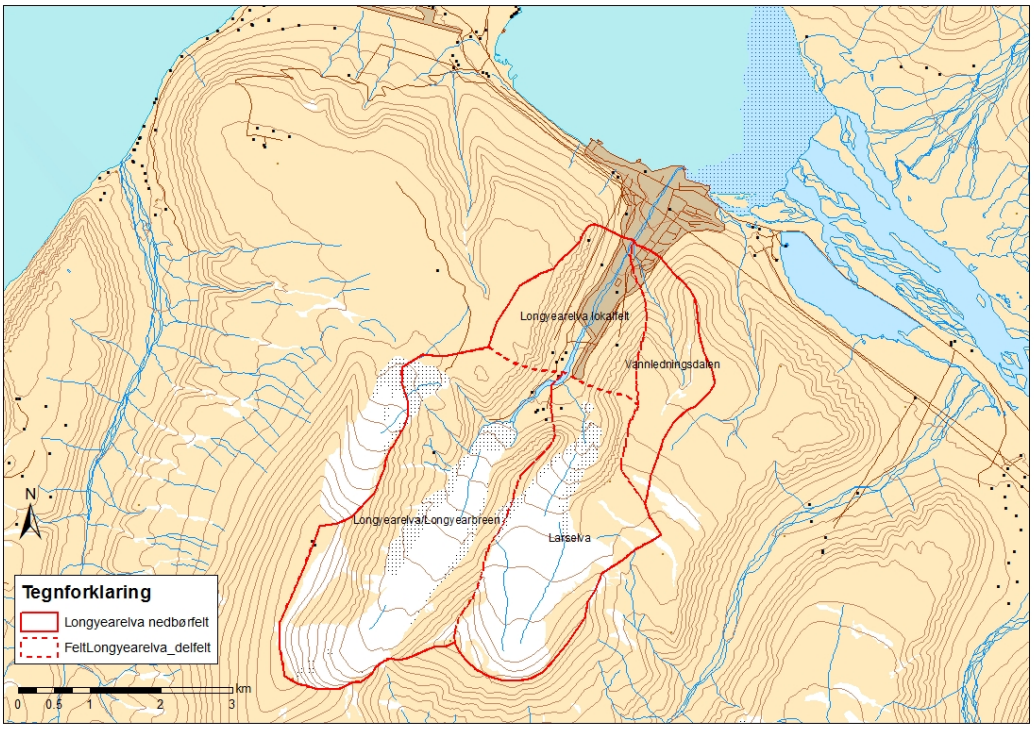
Sted	**Felt-areal,** A, km^2	**Q_N_ est/obs*** l/s·km^2	**Q_N_ est/obs*** mm	**P_N_ est/obs***** mm	**Bre-prosent,** %	**Høydeintervall** (min-med-maks) moh.
Longyearelva	22,0	17[1]	532	210	30	40-495-1000
Vannledningsdalen	2,3	8[2]	266	210	0	40-400-584
Larselva	6,3	17[1]	532	210	50	150-479-850
Longyearelva/Longer-breen	10,0	17[1]	532	210	34	150-574-1000

* Middelvannføring ut fra observert middelvannføring ved målestasjoner i området

** Middelvannføring omregnet til mm ut fra observert middelvannføring ved målestasjoner i området

*** Ut fra målestasjon (Longyearbyen)

1. Middelvannføring fra observerte data ved målestasjon 400.5 De Geerdalen
2. Middelvannføring fra observerte data ved målestasjon 400.6 Steintippdalen



Figur 1. Nedbørfelt til Longyearelva (rødt), delfelt (rødt stiplet).

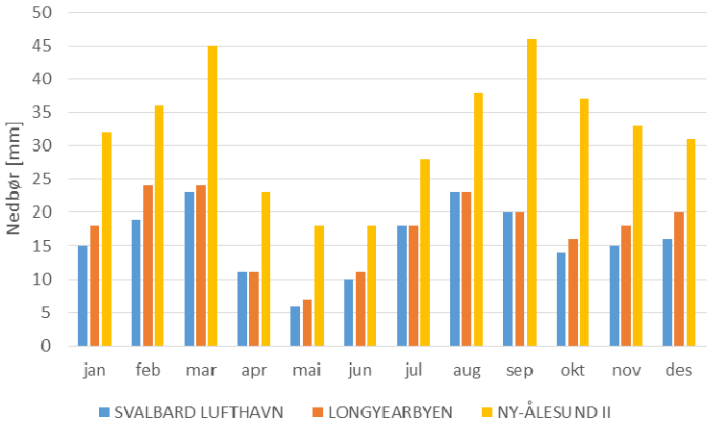
1.1 Nedbør

Nedbøren er generelt lav på Svalbard. Målinger av årlige middelverdier på Spitsbergen varierer fra 190-525 mm for perioden 1961-1990 (Førland mfl., 1997). Den laveste verdien, 190 mm, er oppmålt ved Svalbard lufthavn og den høyeste verdien, 525 mm, er oppmålt i Barentsburg. I luftlinje er det kun ca. 36 km mellom Svalbard Lufthavn og Barentsburg – dette viser hvor store lokale variasjoner det kan være på Svalbard. Ny-Ålesund har en oppmålt årlig middelverdi i perioden 1961-1990 på 385 mm ((Førland mfl., 1997) og for Longerbyen er tilsvarende verdi 210 mm (hentet fra e-klima). Målestasjonen i Longerbyen har vært i drift i perioden 1911-1977 og verdiene derfra er dermed ikke direkte sammenlignbare med verdier fra de andre stasjonene. Longerbyen har noe høyere nedbørverdier sammenlignet med Svalbard lufthavn, se figur 2. Avviket fordeler seg ikke jevnt over året. Det er størst i vintermånedene, og i perioder vår/sommer/høst er det lite eller intet avvik. Månedsmidler og årsverdier er også listet opp i vedlegg 1 sammen med data fra flere målestasjoner på Spitsbergen.

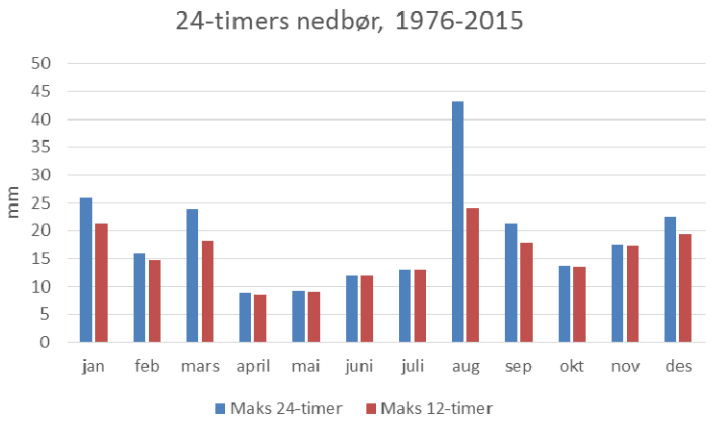
Det er ikke observert nedbør med tidsoppløsning mindre enn 12 timer i Longyearbyen eller området der omkring og det er dermed ifølge Metrologisk institutt (ref. MI v/Jostein Mamen per e-post) i utgangspunktet umulig å konstruere Intensitet-Varighet-Frekvens kurver (IVF-kurver) for området. Det er imidlertid observert timesverdier ved stasjonene 99910 Ny-Ålesund, 99820 Barentsburg, 99790 Isfjord radio og 99754 Hornsund i ulike tidsperioder, men disse er for korte og/eller for dårlig kvalitet på for at Metrologisk institutt skal kunne konstruere gode nok IVF-kurver (ref. MI v/Jostein Mamen per e-post).

Det er likevel sett på maksimale observerte månedsverdier fra Svalbard lufthavn (figur 3) og det er beregnet returverdier opp til 200-års gjentaksintervall for nedbør med 24- og 12-

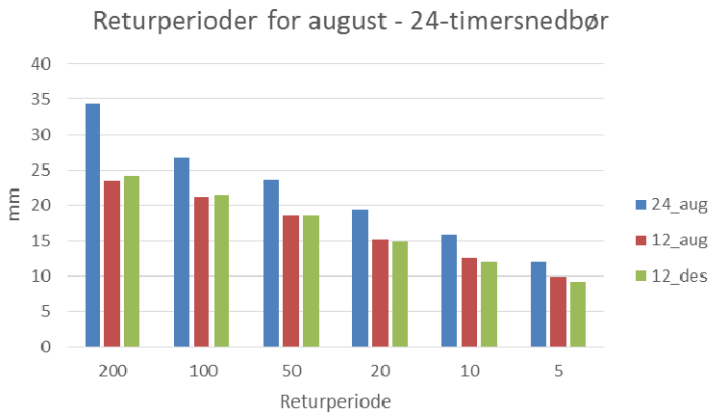
timers oppløsning. De høyeste månedsverdien, med returperiode 5-200 år, er presentert i figur 4. Verdiene er beregnet av Metrologisk Institutt v/Jostein Mamen.



Figur 2. Observert nedbør, månedsmidler, fra tre av Metrologisk Institutt (MI) sine målestasjoner på Spitsbergen. Data er hentet fra e-klima for perioden 1961-1990, men ifølge e-klima har ingen av målestasjonene en komplett tidsserie i observasjonsperioden.



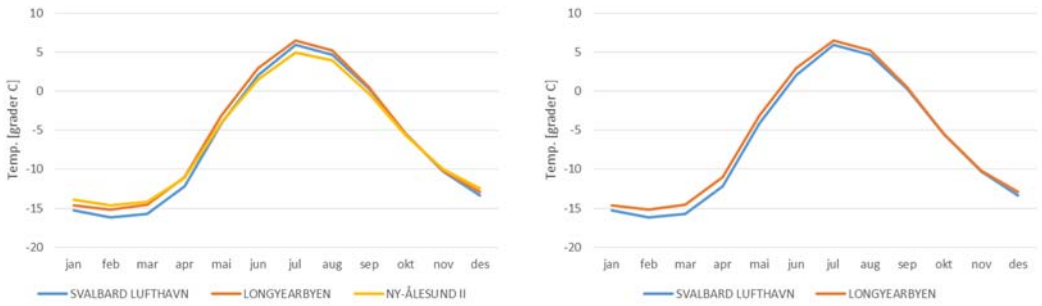
Figur 3. Observert 24- og 12-timers nedbør, maksimale månedsverdier, fra målestasjon 99840 Svalbard lufthavn.



Figur 4. 24- og 12-timers nedbør med ulike gjentaksintervall, beregnet fra målestasjon 99840 Svalbard lufthavn (verdiene er fått fra Metrologisk Institutt).

1.2 Temperatur

Årsmiddeltemperaturen på Spitsbergen er ut fra observasjoner ca. -6 ˚C (se også vedlegg 2). Den kaldeste perioden er historisk sett januar til mars, med februar som den kaldeste måneden, der månedsmiddeltemperaturene for Svalbard lufthavn er helt nede i -16 ˚C (figur 5). Juli er den varmeste måneden med månedsmiddeltemperaturer på 5 - 6 ˚C. Ut fra figur 5 (venstre graf) fremkommer det at Ny-Ålesund har noe varmere vintertemperaturer og noe kaldere sommertemperaturer sammenlignet med området rundt Longerbyen. Figur 5 (til høyre) viser at temperaturene i Longerbyen er noe høyere sammenlignet med temperaturene på Svalbard lufthavn. Forskjellene er større om vinteren enn om sommeren og på høsten er forskjellen svært liten eller tilnærmet null (oktober).



Figur 5. Observert temperatur, månedsmidler, fra tre av MIs målestasjoner på Spitsbergen (venstre). Til høyre vises det kun data fra Svalbard lufthavn og Longyearbyen. Data er hentet fra e-klima for perioden 1961-1990, men ifølge e-klima har ingen av målestasjonene en komplett tidsserie i observasjonsperioden.

1.3 Vannbalanse

I Killingtveit mfl. (2003) ble det utført en vannbalanseberegning for de felt som ble vurdert å ha best tilgjengelige data på Svalbard: Bayelva, De Geerdalen og Isdammen/Endalen. I tillegg ble det utført en sammenstilling fra tidligere vannbalansestudier for Svalbard. Det viste seg at arealnedbøren fra vannbalanseberegningene var mer enn det dobbelte av observert nedbør ved nærmeste målestasjon (Killingtveit mfl., 2003). Imidlertid passer arealnedbøren fra vannbalanseberegningene godt sammenlignet med den estimerte middelvannføringen fra målestasjonene. Et stort bidrag til den høye avrenningen sammenlignet med observert nedbør kommer fra breene, som på Svalbard de siste 40 årene har hatt en negativ massebalanse (Killingtveit mfl., 2003).

2 Metode

Flomberegningene baserer seg på flomfrekvensanalyser på data fra fire målestasjoner på Spitsbergen (400.1 Bayelva, 400.5 De Geerdalen, 400.6 Steintippdalen og 400.7 Endalselva) og resultat fra formelverk for små felt (Glad mfl., 2015).

2.1 Målestasjoner

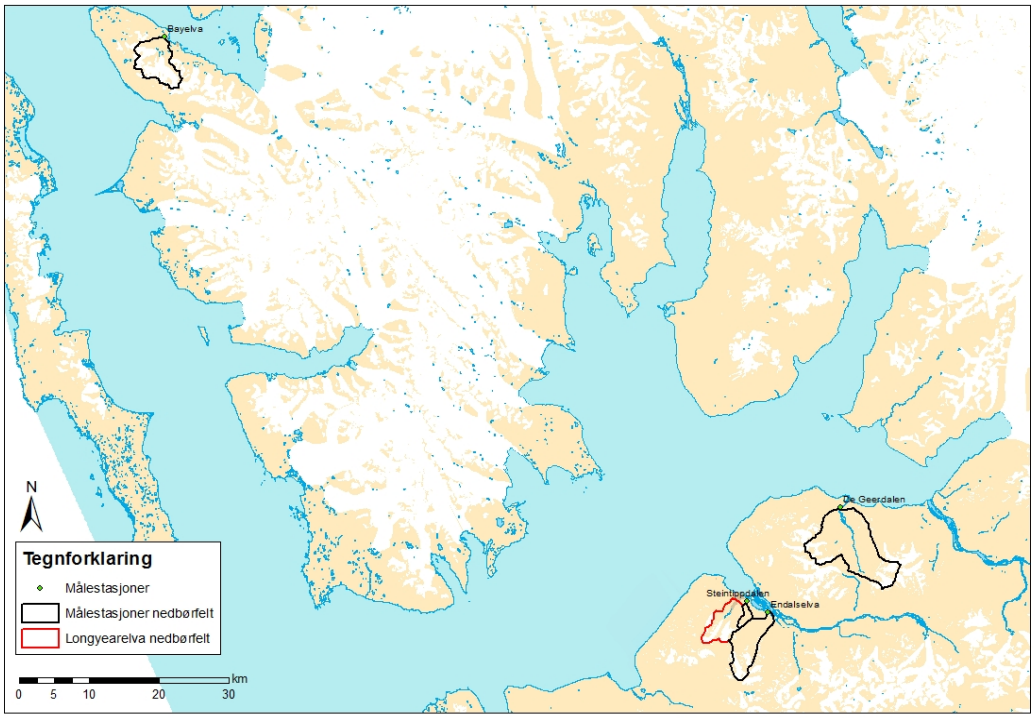
Det er generelt mange utfordringer knyttet til vannføringsmålinger på Svalbard. Store deler av året er vassdragene dekket av snø og is og det er kun unntaksvis vann i vassdragene. Dette skjer i forbindelse med intense mildværepisoder om vinteren med forholdsvis store mengder nedbør i form av regn. Også under smelteperiodens start er snø og is i vassdraget en stor utfordring. Dette medfører kunstig høye vannstander som, hvis vannstandene brukes ukritisk (ikke korrigeres), medfører til dels betydelig overestimerte flomverdier.

Vassdragene på Svalbard karakteriseres også av stor masseføring, spesielt i flomsituasjoner. I ifølge Repp (1988) transporteres opp til 80-90 % av årets bunntransporterte massevolumer i en eller noen få store flomepisoder. Stor massetransport/masseavlagring kan også bidra til oppstuing av vannstanden i vassdraget.

Det er en utfordring å finne stabile profiler i vassdragene på Svalbard og derfor er flere av målestasjonene, bla. 400.1 Bayelva, utstyrt med en støpt betongprofil. Grunnet permafrost og at permafrosten tiner om sommeren (øverste 1-2 m) flytter hele betongprofilet seg fra år til år. Noen år mye, noen år mindre og med store variasjoner fra venstre til høyre bredd.

Vannføringskurvene er generelt dårlig oppmålte, dette er til dels grunnet de ustabile forholdene med masseavlagringer og permafrost som flytter støpte profiler, og til dels grunnet vanskelig tilgjengelighet.

Det er valgt å se nærmere på data fra fire målestasjoner på Spitsbergen: 400.1 Bayelva, 400.5 De Geerdalen, 400.6 Steintippdalen og 400.7 Endalselva, de to sistnevnte er nedlagte. En oversikt over feltegenskaper til de aktuelle sammenligningsstasjonene på Spitsbergen er gitt i tabell 2. Beliggenhet og feltgrenser er vist i figur 6.



Figur 6. Nedbørfelt til sammenligningsstasjoner i området (sort) og nedbørfeltet til Longyearelva (rødt).

Tabell 2. Feltkarakteristika for aktuelle sammenligningsstasjoner.

Stasjon	Måle-periode	Felt-areal (km^2)	Q_{obs*} ($l/s \cdot km^2$)	Q_{obs} (mm)	P_{N_obs}** mm	Bre-prosent, %	Høyde-intervall moh.
400.1 Bayelva	1989-dd	31,1	34	1064	385	50	25-250-750
400.5 De Geerdalen	1990-dd	77,7	17	535	210	13	25-409-950
400.7 Endalselva	1994-2000	30,4	16	505	210	19	25-490-1000
400.6 Steintippdalen	1993-1999	3,7	9	272	210	3	50-408-600

* Q_{obs} årsmiddelavrenningen beregnet for periode med tilgjengelige observasjoner.

** Fra nærmeste nedbørstasjon.

2.1.1 Bayelva

Målestasjon 400.1 Bayelva ligger ca. 115 km nordvest for Longyearelva. Bayelva har større feltareal og høyere breprosent sammenlignet med Longyearelva. Den nærmeste nedbørstasjonen (Ny-Ålesund) har en oppmålt årlig middelverdi (perioden 1961-1990) på 385 mm. For Longyearelva viser de nærmeste nedbørstasjonene en årlig middelverdi på 210 mm i Longerbyen og 190 mm ved Svalbard Lufthavn (se også kap. 1.1).

Den observerte middelvannføringen ved Bayelva er betydelig høyere sammenlignet med målestasjonene som har en nærmere geografisk beliggenhet til Longyearelva. Både observert nedbør og avrenning indikerer at Bayelva ligger i et område med meget større mengder nedbør og mye høyere middelavrenning sammenlignet med Longyearelva.

Vannføringskurven er vurdert[1] som dårlig på alle vannstander. Dette skyldes til stor del det ustabile profilet grunnet permafrost, men også utfordringer knyttet til for få vannføringsmålinger og at stasjonen ligger svært avsides til. Per dags dato underestimeres vannføringen på alle vannstander og det er planlagt en ny kurvegenerering i nær fremtid.

Målestasjonen har vært i drift siden 1989.

2.1.2 De Geerdalen

Målestasjon 400.2 De Geerdalen ligger ca. 20 km nordøst for Longyearelva. De Geerdalen har mye større feltareal og lavere breprosent sammenlignet med Longyearelva.

De nærmeste nedbørstasjonene (Longerbyen og Svalbard Lufthavn) har en oppmålt årlig middelverdi (perioden 1961-1990) på 210 og 190 mm (se også kap. 1.1). Siden det ikke finnes noen nedbørstasjon i feltet til De Geerdalen antas det at nedbørforholdene for feltet til De Geerdalen er relativt likt det som er oppmålt ved nedbørstasjonene i Longerbyen og Svalbard Lufthavn.

Målestasjonen har vært i drift siden 1990.

Vannføringskurven er vurdert[1] som ganske god på lavvann og middelvann, men dårlig på flom grunnet manglende flommålinger.

[1] Kvaliteten på kurven er vurdert av ansvarlig felthydrolog, hydrologisk avdeling NVE/HH.

2.1.3 Endalselva

Målestasjon 400.7 Endalselva lå i nabovassdraget ca. 4-5 km sydøst for Longyearelva. Endalselva har noe større feltareal og lavere breprosent sammenlignet med Longyearelva. Endalselva har en observert middelvannføring i samme størrelsesorden som De Geerdalen (se tabell 2) og det vurderes her som at feltet til Longyerarelva sannsynlig har en middelavrenning i samme størrelsesorden.

De nærmeste nedbørstasjonene (Longerbyen og Svalbard Lufthavn) har en oppmålt årlig middelverdi (perioden 1961-1990) på hhv 210 og 190 mm (se også kap. 1.1).

Målestasjonen var i drift i perioden 1994-2000.

Vannføringskurven er basert på kun fire målinger og er derfor vanskelig å vurdere, men kurven er likevel vurdert[2] som middels på lav- og middelvannføringer, men mer usikker på flom.

2.1.4 Steintippdalen

Målestasjon 400.6 Steintippdalen lå i et lite brefritt vassdrag i Gruvdalen, drøye 1 km sydøst for Longyearelva. Steintippdalen har mye mindre feltareal, ingen breprosent og sannsynlig lavere middelavrenning sammenlignet med Longyearelva, men Steintippdalen vurderes som relativt sammenlignbar med nedbørfeltet til Vannledningsdalen. Steintippdalen har lavere observert middelvannføring sammenlignet med både Endalselva og De Geerdalen (se tabell 2). Målestasjonen var i drift i perioden 1993-1999.

De nærmeste nedbørstasjonene (Longerbyen og Svalbard Lufthavn) har en oppmålt årlig middelverdi (perioden 1961-1990) på hhv 210 og 190 mm (se også kap. 1.1).

Vannføringskurven er ganske godt oppmålt på lavvann og dermed vurdert[2] som ok på lavvannføringer, men mere usikker over knekkpunkt på vannstand ca. 0,45 m (ca. 0,7 m^3/s).

2.2 Flomformler for små felt

Formelverket for flomberegninger i små felt er utarbeidet for å estimere middelflom og flommer med ulike gjentaksintervall direkte som kulminasjonsverdier for nedbørfelt under ca. 50 km^2 på Fastlands-Norge (Glad mfl., 2015).

Formelverket er basert på ett sett med ligninger for hele Norge. En ligning for estimering av middelflommen, Q_M, og en ligning for å beskrive vekstkurven, Q_T/Q_M, (forholdet mellom middelflom og en flom med et vilkårlig gjentaksintervall T).

Middelflommen (Q_M) fås av følgende formel:

$$Q_M = 18.97 Q_N^{0.864} e^{-0.251\sqrt{A_{SE}}} \qquad (1)$$

hvor Q_N er nedbørfeltets middelvannføring (m^3/s) i perioden 1961-90 hentet fra avrenningskartet, A_{SE} er den effektive sjøprosenten (%) og *e* er grunntallet e ≈ 2,718. Middelflommen (Q_M) øker med økende middelvannføring, men minker med økende effektiv sjøprosent (se formel 1).

[2] Kvaliteten på kurven er vurdert av ansvarlig felthydrolog, hydrologisk avdeling NVE/HH.

Vekstkurven (Q_T/Q_M) fås av følgende formel:

$$\frac{Q_T}{Q_M} = 1 + 0.308 \cdot q_N^{-0.137} \left[\Gamma(1+k)\Gamma(1-k) - (T-1)^{-k} \right] / k \qquad (2)$$

hvor q_N er middelvannføring (l/s·km^2) i perioden 1961-90 hentet fra avrenningskartet, Γ er gammafunksjonen, T er gjentaksintervall og konstanten *k* gis av:

$$k = -1 + 2/[1 + e^{0.391 + 1.54 \cdot A_{SE}/100}]$$

Ligningen (2) viser at økt normalavrenning gir slakere kurve og økt effektiv sjøprosent gir brattere kurve.

Av de to parameterne i formel (1) er det middeltilsiget som er mest usikkert. Denne verdien blir hentet ut fra avrenningskartet og usikkerheten varierer kraftig mellom forskjellige geografiske plasseringer.

Det er flere kilder til usikkerhet i bruken av dette formelverket for å estimere vannføringen for en gitt returperiode, og den klart største usikkerhetskilden kommer fra middelflom-regresjonen. Usikkerheten (95 % konfidensintervall) fås ved å gange estimatet av middelflommen med ca. 0,56-1,77. Usikkerheten øker gradvis for de høyere returperiodene. For gjentaksintervall over 100 år ligger den på ca. 0,5-2,0 ganger aktuelt flomestimat, Q_T.

3 Resultat

I «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt» (Stenius mfl., 2015) er det anbefalt å bruke flere ulike metoder for å sammenligne ulike resultat før et endelig valg av flomverdier tas. Følgelig er det utført flomfrekvensanalyser for målestasjonene i tabell 2 og det er estimert middelflom og flommer med ulike gjentaksintervall fra formelverk for små nedbørfelt (Glad mfl., 2015).

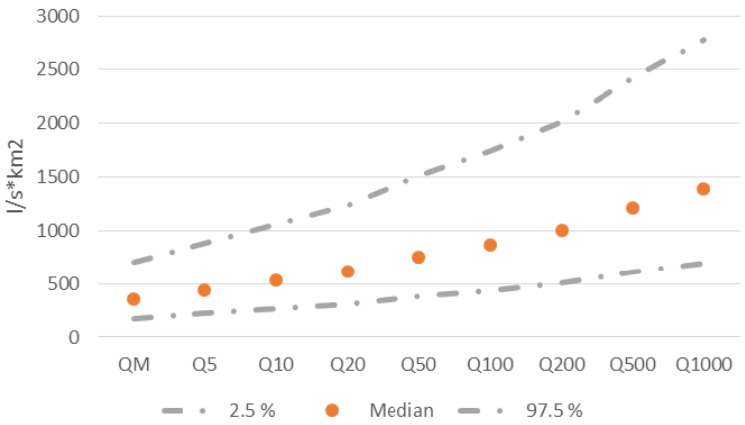
3.1 Formelverk for små felt

Formelverk for små felt (Glad mfl., 2015) er utviklet for Fastlands-Norge men er likevel brukt her for sammenligning med resultatene fra frekvensanalysene. Resultatene, kulminasjonsverdier, fra formelverket er presentert i tabell 3.

Tabell 3. Middelflom og vekstkurve for Longyearelva og delfelt til Longyearelva, estimert med formelverk for små felt (Glad mfl., 2015), kulminasjonsverdier.

Stasjon	Areal km^2	Q_M l/s•km^2	Q_M m^3/s	Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M
Longyearelva	22,0	350	7,7	2,2	2,5	2,9
Vannledningsdalen	2,3	279	0,6	2,3	2,6	3,0
Larselva	6,3	414	2,6	2,2	2,5	2,9
Longyearelva/Longer-	10,0	390	3,9	2,2	2,5	2,9

Figur 7 viser resultatene, med usikkerhetsintervall (95 % konfidensintervall) for Longyearelva totalfelt.



Figur 7. Middelflom og flommer med høyere returperiode for Longyearelva, estimert med formelverket for små felt (Glad mfl., 2015) og tilhørende 95 % konfidensintervall.

3.2 Flomfrekvensanalyser

Resultatene fra flomfrekvensanalysene er presentert i tabell 4 og 5. Tabell 4 viser resultater fra analyser utført på hele tilgjengelige dataserier, døgnmidler. Tabell 5 presenterer resultat fra periode med findata fra Bayelva og De Geerdalen. Analysene er gjort på både døgnmiddelverdier og kulminasjonsverdier. I tillegg er forholdet mellom middelflomestimatene, $Q_{mom}/Q_{døgn}$, beregnet. Det ble i utgangspunktet sett på flere ulike fordelingsfunksjoner, men Gumbel (l-moment) ble vurdert til å være det generelt beste valget og dermed brukt videre i analysene.

Tabell 4. Flomfrekvensanalyse på årsflommer, døgnmiddel, for hele observasjonsperiodene. Fordelingen som er brukt er Gumbel (l-moment).

Stasjon	Periode	Ant. år	Areal km²	Q_M		Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M
				l/s•km²	m³/s			
400.1 Bayelva	1990-2015	26	31,1	421	13,1	2,0	2,2	2,4
400.5 De Geerdalen	1991-2015	24	77,7	220	17,1	1,8	2,0	2,2
400.5 De Geerdalen	1994-2000	7	77,7	219	17,0			
400.7 Endalselva	1994-2000	7	30,4	278	13,0			
400.6 Steintippdalen	1993-1999	7	3,7	188	0,7			
Gjennomsnitt*				277		1,9	2,1	2,3

* Data fra De Geerdalen i perioden 1994-2000 er ikke med i gjennomsnittsberegningen.

Ut fra resultatene i tabell 4 ligger den spesifikke middelflommen, døgnmiddel, for området i størrelsesorden 190 - 420 l/s·km². Den laveste verdien vurderes her å være for lav for feltet til Longyerarelva, grunnet særlig avviket i breprosent, og den høyeste verdien vurderes å være for høy for feltet til Longyearelva grunnet det store avviket i observert middelavrenning og nedbør i områdene rundt Ny Ålesund og områdene rundt Longyearbyen.

Kulminerende spesifikk middelflom varierer fra ca. 260 - 590 l/s·km² på Spitsbergen (hvis døgnmiddelflommene fra tabell 4 multipliseres med $Q_{mom}/Q_{døgn}$ verdien 1,4 fra tabell 5).

Tabell 5. Flomfrekvensanalyser på årsflommer, døgnmiddel- og kulminasjonsverdier for observasjonsperiode som har findata. Fordelingen som er brukt er Gumbel (l-moment).

Stasjon	Periode	Ant. år	Areal km²	Q_M		Q_{50}/Q_M	Q_{100}/Q_M	Q_{200}/Q_M	$Q_{mom}/Q_{døgn}$*
				l/s•km²	m³/s				
400.1 Bayelva, døgn	2000-2015	16	31,1	387	12,0	2,1	2,3	2,5	
400.1 Bayelva, kulminasjon				546	17,0	2,2	2,4	2,6	1,41
400.5 De Geerdalen, døgn	1992-2015	19	77,7	227	17,6	1,9	2,0	2,2	
400.5 De Geerdalen, kulminasjon				313	24,3	1,9	2,1	2,3	1,38
Gjennomsnitt, døgn				306		2,0	2,2	2,4	
Gjennomsnitt, kulm.				430		2,0	2,3	2,5	

* Beregnet ut fra middelflommen Q_M.

3.3 Valg av endelige flomverdier

3.3.1 Døgnmiddelverdier

Med tanke på det store avviket i mengden observert nedbør ved målestasjonen Ny-Ålesund og målestasjonene Longerbyen og Svalbard lufthavn (kap. 1.1) vurderes det som at middelflommen som fås ved 400.1 Bayelva er for høy sammenlignet med Longyearelva.

Ut fra feltparametere og beliggenhet vurderes 400.7 Endalselva være mest sammenlignbar med totalfeltet til Longyearelva. Endalselva har en relativt kort tidsserie og måleperioden fra Endalselva er derfor sammenlignet med samme tidsperiode fra De Geerdalen og hele tidsperioden fra De Geerdalen. Det er ikke funnet noe stort avvik på middelflommen for De Geerdalen i de ulike periodene (se tabell 4). Det vurderes her som at middelflommen fra Endalselva sannsynlig er noe lavere enn middelflommen for Longyerarelva, grunnet den lavere breprosenten og at breene bidrar til avrenningen gjennom negativ massebalanse (se avsnitt 1.3).

Middelflommen, døgnmiddel, vurderes dermed å være i størrelsesorden 300 l/s·km² for Longyearelva.

Middelflommen utledet fra 400.6 Steintippdalen vurderes her å være representativ for delfeltet Vannledningsdalen. Ved sammenligning med hele perioden fra De Geerdalen og perioden med data for Vannledningsdalen gir perioden med data fra Vannledningsdalen en noe høyere middelflom sammenlignet med middelflommen for hele perioden. Middelflommen, døgn, settes dermed for Vannledningsdalen til 170 l/s·km².

Delfeltene Larselva og Longyearelva/Longerbreen har en høyere breprosent sammenlignet med totalfeltet og forventes dermed å ha en høyere spesifikk middelflom. Middelflommen for Larselva og Longyearelva/Longerbreen settes dermed skjønnsmessig (og ut fra at totalen for hele feltet stemmer) til 360 respektive 340 l/s·km².

I «Veileder for flomberegninger for små uregulerte felt» (Stenius mfl., 2015) sies følgende om valg av vekskurve: «*Vekstkurven fra formelverket er robust og lite sensitiv for lokale variasjoner og anbefales derfor som regel som første valg. Dersom det finnes lange tidsserier med god kvalitet (50-100 år eller mer) som vurderes som representative, sammenlign da gjerne vekstkurve fra formelverket med vekstkurve fra data og vurder hva som virker mest sannsynlig.*»

Ut fra en samlet vurdering av datakvalitet, lengde på tidsserier og usikkerhet ved valg av fordelingsfunksjon er det valgt å bruke vekskurven fra formelverket (se tabell 3) videre i analysen.

Tabell 6 gir resulterende døgnmiddelvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall for Longyearelva.

Tabell 6. Flommer, døgnmidler, med ulike gjentaksintervall for Longyearelva og delfeltene.

Sted	**Areal**	**Q_M**		**Q_{50}**	**Q_{100}**	**Q_{200}**	**Q_{50}**	**Q_{100}**	**Q_{200}**
	km^2	l/s·km^2	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	l/s·km^2	l/s·km^2	l/s·km^2
Longyearelva	22,0	300	6,6	14,2	16,4	18,9	646	747	861
Vannlednings-dalen	2,3	170	0,4	0,9	1,0	1,2	384	446	517
Larselva	6,3	360	2,3	4,9	5,7	6,5	775	896	1033
Longyearelva/ Longerbreen	10,0	340	3,4	7,3	8,4	9,7	732	846	976

3.3.2 Kulminasjonsverdier

I små vassdrag vil kulminasjonsvannføringen være adskillig større enn døgnmiddelvannføringen. Dette er spesielt karakteristisk i vassdrag hvor vannføringen kan stige raskt og flommene har et spisst forløp. Små nedbørfelt med lav effektiv sjøprosent vil typisk ha et raskere og spissere flomforløp sammenlignet med større nedbørfelt med høyere effektiv sjøprosent.

Forholdet mellom kulminasjonsvannføring (momentanvannføring) og døgnmiddelvannføring ($Q_{mom}/Q_{døgn}$) anslås fortrinnsvis ved å analysere de største observerte flommene i vassdraget. Siden det ikke finnes vannføringsdata i vassdraget må forholdstallet $Q_{mom}/Q_{døgn}$ dermed beregnes med utgangspunkt i nærliggende og lignende målestasjoner i området.

Målestasjon 400.5 De Geerdalen har data med finere tidsoppløsning enn døgn. Døgnmiddel og kulminasjonsvannføring for de tre største årlige vannføringene fra De Geerdalen er listet opp i tabell 7, sammen med forholdstallet mellom disse to verdiene.

Tabell 7. Kulminasjons- og døgnmiddelvannføringer ved 400.5 De Geerdalen samt forholdstallet mellom disse to. De seks største årlige flommene i analyseperioden (1992-2015).

Dato	Kulminasjon m^3/s	Døgnmiddel m^3/s	$Q_{mom}/Q_{døgn}$
22.06.1993	43,57	22,00	1,98
20.07.2000	39,12	29,97	1,31
03.07.2004	35,25	27,02	1,30
31.08.1997	30,99	20,32	1,53
18.07.1999	30,42	22,30	1,36
29.06.2003	29,83	23,63	1,26
		Snitt	1,5

Målestasjon 400.1 Bayelva har data med finere tidsoppløsning enn døgn. Døgnmiddel og kulminasjonsvannføring for de seks største årlige vannføringene fra Bayelva er listet opp i tabell 8, sammen med forholdstallet mellom disse to verdiene.

Tabell 8. Kulminasjons- og døgnmiddelvannføringer ved 400.1 Bayelva samt forholdstallet mellom disse to. De seks største årlige flommene i analyseperioden (2000-2015).

Dato	Kulminasjon m^3/s	Døgnmiddel m^3/s	$Q_{mom}/Q_{døgn}$
25.08.2002	34,46	23,46	1,47
14.09.2000	27,19	15,73	1,73
29.07.2004	23,27	12,78	1,82
19.09.2008	21,97	13,64	1,61
11.08.2003	21,59	16,33	1,32
13.09.2014	18,19	9,98	1,82
		Snitt	1,6

Forholdet mellom observert døgnmiddelflom og kulminerende døgnmiddelflom er beregnet for De Geerdalen og Bayelva og dette er presentert i tabell 5. Dette er funnet å være noe lavere enn (ca. 1,4) sammenlignet med forholdstallet funnet ved å analysere de høyeste flommene fra de sammen stasjonene (tabell 7 og 8). Ut fra erfaring fra frekvensanalyser på døgn- og kulminasjonsverdier er forholdstallet $Q_{mom}/Q_{døgn}$ ofte noe økende med økende gjentaksintervall.

Ut fra en samlet vurdering settes $Q_{mom}/Q_{døgn}$ til 1,5.

Tabell 9 gir resulterende kulminasjonsvannføringer ved forskjellige gjentaksintervall for Longyearelva og delfeltene til Longyearelva.

Tabell 9. Kulminasjonsflommer med ulike gjentaksintervall for Longyearelva og delfeltene.

Sted	Areal	Q_M		Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
	km²	l/s·km²	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	l/s·km²	l/s·km²	l/s·km²
Longyearelva	22,0	450	9,9	21,3	24,6	28,4	968	1120	1292
Vannlednings-dalen	2,3	256	0,6	1,3	1,6	1,8	576	670	776
Larselva	6,3	540	3,4	7,4	8,5	9,8	1162	1344	1550
Longyearelva/ Longerbreen	10,0	510	5,1	10,9	12,7	14,6	1098	1269	1464

3.4 Klimaendringer

Det er laget en kort oversikt over klimaendringer og konsekvenser på Svalbard (Vikhamar-Schuler mfl., 2016) utgitt av Norsk klimaservicesenter (NKSS) som er et samarbeid mellom Meteorologisk institutt, Norges vassdrags- og energidirektorat og Uni Research.

Ifølge Vikhamar-Schuler mfl. (2016) har temperaturen på Svalbard steget vesentlig mer enn på fastlandet siden 1900. De siste 50 årene har temperaturen steget mest om vinteren. Trenden er ventet å fortsette. Årsnedbøren har økt med ca. 20-30 % i Longyearbyen-området fra 1900 til i dag og nedbøren forventes fortsette å øke (Vikhamar-Schuler mfl., 2016)

Vikhamar-Schuler mfl. (2016) mener videre at avrenningen vil øke i de årstidene hvor nedbøren i fremtiden vil komme som regn i stedet for snø. En må regne med at også på Svalbard kan det komme en overgang fra snøsmelteflommer til regnflommer og bidraget fra bresmelting forventes å bli større. Breene blir mindre. I løpet av de siste 30 år har det totale brearealet på Svalbard minket ca. 7 %.

Ifølge Vikhamar-Schuler mfl. (2016) er det ikke grunnlag for å gi et klimapåslag.

I (Stenius mfl., 2015) anbefales det for Fastlands-Norge et klimapåslag for alle flomberegninger med gjentaksintervall 200 år på minimum 20 % og at det gjøres individuelle vurderinger for om det bør legges til 40 %. Den individuelle vurderingen anbefales gjort med utgangspunkt i NVE-report 5-2011 ”Hydrological projections for floods in Norway under a future climate” (Lawrence og Hisdal, 2011) og kommende oppdateringen av rapporten «Klimaendring og fremtidige flommer i Norge» (Lawrence, 2016) samt rapporten «Klima i Norge 2100» (Hanssen Bauer mfl., 2015).

Ingen av rapportene omhandler Svalbard. Det regnes derfor her både med et påslag på 20 respektive 40 %. Kulminasjonsvannføringer med 20 respektive 40 % påslag blir dermed som i tabell 10 og 11.

Tabell 10. Beregnet middelflom (Q_M) og resulterende flomverdier ved ulike gjentaksintervall for Longyearelva og delfeltene til Longyearelva, kulminasjonsvannføringer, justert med + 20 % som følge av forventede klimaendringer.

Sted	Areal	Q_M		Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
	km²	l/s·km²	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	l/s·km²	l/s·km²	l/s·km²
Longyearelva	22,0	540	11,9	25,6	29,5	34,1	1162	1344	1550
Vannlednings-dalen	2,3	307	0,7	1,6	1,9	2,2	691	804	931
Larselva	6,3	648	4,1	8,8	10,2	11,8	1395	1612	1860
Longyearelva/ Longerbreen	10,0	612	6,1	13,1	15,2	17,5	1317	1523	1757

Tabell 11. Beregnet middelflom (Q_M) og resulterende flomverdier ved ulike gjentaksintervall for Longyearelva og delfeltene til Longyearelva, kulminasjonsvannføringer, justert med + 40 % som følge av forventede klimaendringer.

Sted	Areal	Q_M		Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}
	km²	l/s·km²	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	l/s·km²	l/s·km²	l/s·km²
Longyearelva	22,0	630	13,9	29,8	34,5	39,8	1356	1568	1809
Vannlednings-dalen	2,3	358	0,8	1,9	2,2	2,5	807	938	1086
Larselva	6,3	756	4,8	10,3	11,9	13,7	1627	1881	2170
Longyearelva/ Longerbreen	10,0	714	7,1	15,3	17,7	20,4	1537	1777	2050

Det må også nevnes at økt temperatur i permafrosten fører til et dypere aktivt lag, mer ustabil grunn under bygninger og i skråninger, økt potensiale for erosjon og stor massetransport i elvene (Vikhamar-Schuler mfl., 2016).

4 Sammenligning med tidligere beregninger

I NVE rapporten 1996-7 «Longerbyen – Elvesletta, preliminær flomberegning» (Sværd, 1996) ble det estimert flomverdier ved hjelp av en nedbør-avløps modell (PQRUT flommodulen). Resultatene fra flomberegningen i 1996 er veldig mye høyere sammenlignet med resultatene i denne rapporten, se tabell 12 og 13.

For Longyearelva, døgnverdier, er resultatene fra 1996 omtrent 40 - 50 % høyere sammenlignet med resultatene i denne rapporten. For kulminasjonsverdier er forskjellen enda større, avviket varierer fra 60 - 100 %. At avviket øker ved sammenligning med kulminasjonsverdiene avhenger av at Sværd (1996) brukte en $Q_{mom}/Q_{møgn}$ faktor på 2 til sammenligning med 1,5 som brukes i denne rapporten.

Avviket mellom tallene for Vannledningsdalen er anda større. Største grunnen til det økende avviket er at det i rapporten fra 1996 er valgt de samme spesifikke flomverdiene for Vannledningsdalen som for totalfeltet til Longyearelva, til forskjell fra resultatene i

denne rapporten, der de spesifikke flomverdiene for Vannledningsdalen er vurdert å være mye lavere sammenlignet med totalfeltet til Longyearelva.

Tabell 12. Døgnmiddelverdier hentet fra Sværd (1996) og feltarealer som ble brukt i 1996 til sammenligning med verdier fra denne rapporten.

Sted	*Rapport 1996*					Rapport 2016				
	Areal	*Q_2*		*Q_{100}*		Areal	Q_M		Q_{100}	
	km²	*l/s·km²*	*m³/s*	*l/s·km²*	*m³/s*	km²	l/s·km²	m³/s	l/s·km²	m³/s
Longyearelva	*23*	*440*	*10*	*1040*	*24*	22,0	300	6,6	747	16,4
Vannlednings-dalen	*4,4*	*440*	*2*	*1040*	*4,8*	2,3	170	0,4	446	1,0

Tabell 13. Kulminerende flomverdier hentet fra Sværd (1996) og feltarealer som ble brukt i 1996 til sammenligning med verdier fra denne rapporten.

Sted	*Rapport 1996*					Rapport 2016				
	Areal	*Q_2*		*Q_{100}*		Areal	Q_M		Q_{100}	
	km²	*l/s·km²*	*m³/s*	*l/s·km²*	*m³/s*	km²	l/s·km²	m³/s	l/s·km²	m³/s
Longyearelva	*23*	*870*	*20*	*1740*	*40*	22,0	450	9,9	1120	24,6
Vannlednings-dalen	*4,4*	*870*	*4*	*1740*	*10*	2,3	256	0,6	670	1,6

Det er flere forklaringer til det store avviket. Til å begynne med var dataseriene fra vannføringsstasjonene mye kortere enn det vi har i dag og disse ble derfor ikke vektlagt. Sværd (1996) mente at «*Seriene på Svalbard er av så kort varighet at det ikke er mulig å trekke konklusjoner på bakgrunn av disse*» og «*Ut fra analyser av avløpsseriene i Bayelva og De Geerdalen er det ikke mulig å trekke konklusjoner gyldige for Longyearelva*». Det ble derfor valgt å bruke en nedbør-avløpsmodell. Ut fra erfaringer på fastlandet er det ikke uvanlig at nedbør-avløpsmodeller gir betydelig større flommer for det samme vassdraget sammenlignet med bruk av frekvensanalyser fra sammenligningsstasjoner.

Det fantes i 1996 heller ikke nedbørdata på Svalbard med tidsoppløsning time. Nedbørforløpene ble derfor konstruert ut fra observert maksimale 24-timers verdier og estimerte 24-timers M_{100} verdier og fordelt etter «*samme metodikk som brukes på fastlandet*» (Sværd, 1996). 24-timers M_{100} verdien som ble brukt i rapporten (Sværd, 1996) er på hele 46 mm. Dette er en mye høyere verdi sammenlignet med figur 4 (avsnitt 1.1), men er i samme størrelsesorden som høyeste observerte månedsverdien ved Svalbard lufthavn i august, som er på 43 mm (figur 3).

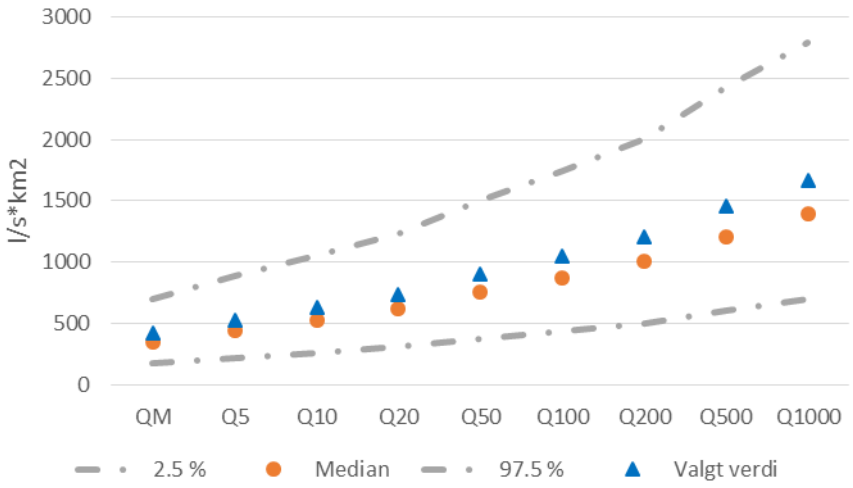
Ved bruk av PQRUT flommodellen i 1996 ble det lagt til grunn mange «verst tenkbare» scenarier. Denne kombinasjonen av mange «verst tenkbare» er sannsynlig en stor bidragende årsak til det store avviket mellom flomverdier fra Sværd (1996) og resultatene presentert i denne rapporten.

5 Usikkerhet

Det er en hel del usikkerhet knyttet til frekvensanalyser av flomvannføringer. De observasjoner som foreligger er av vannstander. Disse omregnes ut fra en vannføringskurve til vannføringsverdier. Vannføringskurven er basert på observasjoner av vannstander og tilhørende målinger av vannføring i elven men disse direkte målingene er ofte ikke utført på store flommer. De største flomvannføringene er altså beregnet ut fra et ekstrapolert forhold mellom vannstander og vannføringer, dvs. også "observerte" flomvannføringer inneholder en stor grad av usikkerhet. Andre kilder til usikkerhet er bruk av døgnmiddelverdier og mangel av lange findataserier.

I følge Glad mfl. (2015) fås usikkerheten ved bruk av formelverket for små felt for lave (< 100 år) respektive høye gjentaksintervall (> 100 år) ved å multiplisere eller dividere med ca. 1,8 respektive ca. 2,0 med et 95 % konfidensintervall. For Longyearelva blir da flomestimatene med tilhørende 95 % konfidensintervall som i figur 8. Med andre ord forventes den spesifikke middelflommen, med et 95 % konfidensintervall, å ligge et sted mellom 175 og 700 l/s·km^2 og 200-års flommen forventes å ligge et sted mellom 500 og 2000 l/s·km^2. De valgte verdiene er godt innenfor usikkerhetsintervallet til formelverket, se figur 8.

Siden middelflommen for Longyearelva ikke er hentet fra formelverket, men fra observerte data ved målestasjon 400.7 Endalselva, er ikke usikkerheten som fås fra formelverket direkte gyldig for flomverdiene for Longyearelva, men en kan forvente at den faktiske usikkerheten (hvis en tar hensyn til alle kilder til usikkerhet, f.eks. vannføringskurve, fordelingsfunksjon/vekskurve mm) ikke er så veldig mye mindre.



Figur 8. Flomverdier for Longyearelva med tilhørende usikkerhets bånd (95 % konfidensintervall) estimert med formelverk for små felt (Glad mfl., 2015).

Å kvantifisere usikkerhet i hydrologiske data er meget vanskelig. Det er mange faktorer som spiller inn, særlig for å anslå usikkerhet i ekstreme vannføringsdata. I «Veileder for flomberegninger i små felt» (Stenius mfl. 2015) er det beskrevet en tilnærming for å klassifisere flomberegningen og det tilgjengelige hydrologiske datagrunnlaget. Ut fra metoden beskrevet i Stenius mfl. (2015) vurderes flomberegningen for Longyearelva til

svært stor *«Begrenset hydrologisk datagrunnlag med stor gradienter i spesifikke størrelser i området»*.

6 Referanser

Førland, E.J., Hanssen-Bauer, I. and Nordli, P.Ø. 1997. Climate statistics & longterm series of temperature and precipitation at Svalbard and Jan Mayen. Report no. 21/97 KLIMA. Det norske meteorologiske institutt.

Glad. P. A., Reitan. T. og Stenius. S. 2015: Nasjonalt formelverk for flomberegninger i små nedbørfelt. NVE Rapport nr. 8-15. www.nve.no.

Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø, A.B., Sorteberg, A. og Ådlandsvik, B. Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS report no. 2/2015.

Hoseth K. A. og Daae T. C., 1996. Longyearbyen - Elvesletta, vassdragstekniske vurderinger. NVE rapport nr. 8-1996. NVE Region nord.

Killingtveit, Å., Pettersson, L.–E. and Sand, K. 2003. Water balance investigations in Svalbard. Polar research 22 (2), 161-174.

Lawrence og Hisdal 2011: Hydrological projections for floods in Norway under a future climate. NVE Report No. 5-2011. www.nve.no.

Lawrence, D. (2016). Klimaendring og fremtidige flommer i Norge, NVE Rapport (til trykk).

Repp K., (1988). The hydrology of Bayelva, Spitsbergen. Nordic Hydrology vol 19 1988. Paper presented at the 7th Northern Res. Basins Symposium/Workshop at Illusat, Greenland may/June 1988.

Stenius, S., Glad, P.A., Wang, T. K., Væringstad T. (2015): Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE Veileder 7-2015.

Vikhamar-Schuler, D., Førland, E. J., Hisdal, H., 2016. Kort oversikt over klimaendringer og konsekvenser på Svalbard. NCCS report no. 2/2016.

Vedlegg 1 – Nedbør

Månedsnormaler Meteorologisk institutt

Stasjoner

Stnr	Navn	I drift fra	I drift til	Hoh	Breddegrad	Lengdegrad	Kommune	Fylke	Region/Land
99750	HORNSUND			10	77,0000	15,5700	Spitsbergen	Svalbard	NORGE
99760	SVEAGRUVA	mai 1978		9	77,8833	16,7167	Spitsbergen	Svalbard	NORGE
99790	ISFJORD RADIO	sep 1934		7	78,0625	13,6192	Spitsbergen	Svalbard	NORGE
99820	BARENTSBURG	aug 2014		40	78,0547	14,2250	Spitsbergen	Svalbard	NORGE
99840	SVALBARD LUFTHAVN	okt 1964		28	78,2453	15,5015	Spitsbergen	Svalbard	NORGE
99860	LONGYEARBYEN	aug 1911	jul 1977	37	78,2225	15,6250	Spitsbergen	Svalbard	NORGE
99900	NY-ÅLESUND I	nov 1950	jul 1974	42	78,9250	11,9300	Spitsbergen	Svalbard	NORGE
99910	NY-ÅLESUND	jul 1974		8	78,9230	11,9333	Spitsbergen	Svalbard	NORGE

Elementer

Kode	Navn	Enhet
RR	Nedbør	mm

Månedsnormaler 1961 - 1990 for RR, Nedbør

Stnr	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	år
* 99750	28	30	32	20	18	36	40	46	48	45	32	30	405
99760	29	35	31	24	15	9	11	19	19	20	22	26	260
99790	41	36	40	34	25	30	37	54	54	45	41	43	480
99820	49	46	50	39	26	23	28	39	54	62	59	50	525
99840	15	19	23	11	6	10	18	23	20	14	15	16	190
99860	18	24	24	11	7	11	18	23	20	16	18	20	210
99900	30	37	38	21	15	15	24	36	42	35	32	30	355
99910	32	36	45	23	18	18	28	38	46	37	33	31	385

* Normalen er interpolert, stasjonen har ikke målte data.

Data er gyldig per 26.02.2016 (CC BY 3.0), Meteorologisk institutt (MET)
eKlima@met.no

Vedlegg 2 – Temperatur

Månedsnormaler Meteorologisk institutt

Stasjoner

Stnr	Navn	I drift fra	I drift til	Hoh	Breddegrad	Lengdegrad	Kommune	Fylke	Region/Land
99750	HORNSUND			10	77,0000	15,5700	Spitsbergen	Svalbard	NORGE
99760	SVEAGRUVA	mai 1978		9	77,8833	16,7167	Spitsbergen	Svalbard	NORGE
99790	ISFJORD RADIO	sep 1934		7	78,0625	13,6192	Spitsbergen	Svalbard	NORGE
99820	BARENTSBURG	aug 2014		40	78,0547	14,2250	Spitsbergen	Svalbard	NORGE
99840	SVALBARD LUFTHAVN	okt 1964		28	78,2453	15,5015	Spitsbergen	Svalbard	NORGE
99860	LONGYEARBYEN	aug 1911	jul 1977	37	78,2225	15,6250	Spitsbergen	Svalbard	NORGE
99900	NY-ÅLESUND I	nov 1950	jul 1974	42	78,9250	11,9300	Spitsbergen	Svalbard	NORGE
99910	NY-ÅLESUND	jul 1974		8	78,9230	11,9333	Spitsbergen	Svalbard	NORGE

Elementer

Kode	Navn	Enhet
TAM	Middeltemperatur	°C

Månedsnormaler 1961 - 1990 for TAM, Middeltemperatur

Stnr	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	år
* 99750	-12,5	-12,7	-12,7	-10,1	-3,7	1,4	4,0	3,7	0,7	-3,7	-8,3	-11,2	-5,4
99760	-16,1	-17,0	-16,2	-12,7	-4,7	1,9	5,8	4,9	0,6	-5,7	-11,5	-14,6	-7,1
99790	-12,1	-12,4	-12,0	-9,5	-3,2	1,6	4,8	4,2	0,6	-4,0	-8,0	-10,6	-5,1
99820	-14,1	-14,7	-14,5	-11,4	-4,1	1,6	5,5	4,5	0,5	-4,9	-9,5	-12,3	-6,1
99840	-15,3	-16,2	-15,7	-12,2	-4,1	2,0	5,9	4,7	0,3	-5,5	-10,3	-13,4	-6,7
99860	-14,6	-15,2	-14,5	-11,0	-3,1	2,9	6,5	5,2	0,5	-5,5	-10,2	-12,9	-6,0
99900	-13,9	-14,6	-14,2	-11,1	-4,0	1,5	4,9	3,9	-0,3	-5,7	-10,0	-12,5	-6,3
99910	-13,9	-14,6	-14,2	-11,1	-4,0	1,5	4,9	3,9	-0,3	-5,7	-10,0	-12,5	-6,3

* Normalen er interpolert, stasjonen har ikke målte data.

Data er gyldig per 26.02.2016 (CC BY 3.0), Meteorologisk institutt (MET)
eKlima@met.no

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no