Grasmo Industriområde - Flomsonekartlegging

Sammendrag

Denne rapporten beskriver en flomsonekartlegging for Grasmo Industriområde i Eidskog kommune. Hensikten er å dokumentere flomsonen ved området i forbindelse med reguleringsplan. Rapporten presenterer beregning av 200-årsflom for feltet til Bråtaåa. I tillegg benyttes tidligere flomberegninger utført av Norconsult i 2024/2025, som omfatter feltene til Søndre Åklangen, Sandnesbekken og en vurdering av vannoverføring fra Glomma til Vrangselva. Beregningen av maksimal vannlinje ved 200-årsflom for Grasmo Industriområde er utført etter NVE veileder 3/2022.

Flomsonen ved Grasmo Industriområde er beregnet basert på en 200-årsflom i alle tre lokalfeltene, samt overføring av flomvann fra Glomma til Vrangselva. Denne flomsituasjon danner grunnlaget for fastsettelse av sikker byggehøyde, som er beregnet til 140,44 moh. (NN2000) ved Søndre Åklangen og 136,85 moh. ved Motjennet, inkludert et vertikalt sikkerhetspåslag på 0,3 m og klimapåslag for begge verdier. Beregnet flomvannstand medfører oversvømmelse av deler av planområdet.

D03	2025-08-12	For godkjennelse hos oppdragsgiver	Marie Hestetræet	-	-
D02	2025-04-07	For godkjennelse hos oppdragsgiver	Marie Hestetræet	Anne Vea	Kristine Bergseng
D01	2025-04-03	For godkjennelse hos oppdragsgiver	Marie Hestetræet	Anne Vea	Kristine Bergseng
Versjon	**Dato**	**Beskrivelse**	**Utarbeidet**	**Fagkontrollert**	**Godkjent**

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

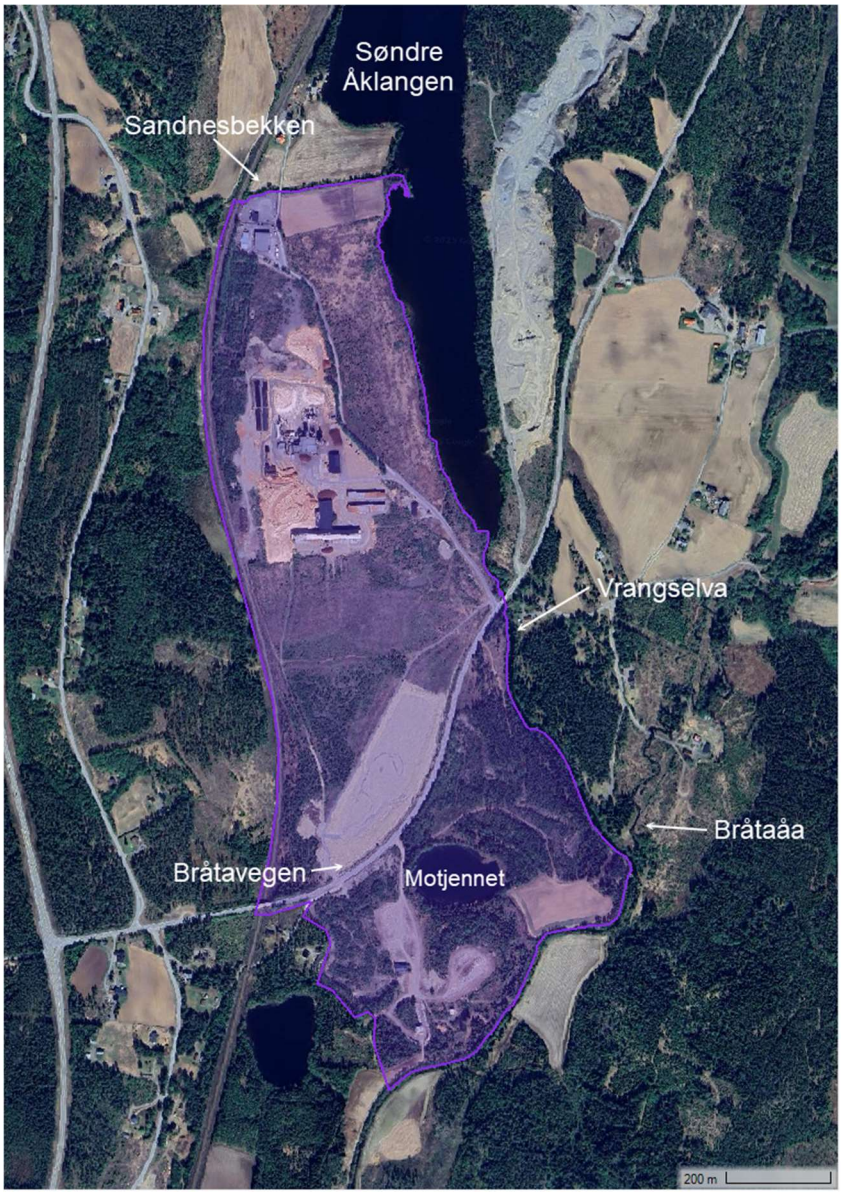
Innhold

1 Innledning og områdebeskrivelse 3
1.1 Tilgjengelig informasjon og datagrunnlag 4
2 Flomberegning 5
2.1 Nedbørfelt og flomregime 5
2.2 Normalavrenning 6
2.3 Flomfrekvensanalyse (FFA) på sammenligningsfelt 7
2.4 RFFA-NIFS 7
2.5 Nedbør-avløpsmodell, PQRUT 8
2.6 Oppsummering av resultatene for flomberegningene og valgt flomverdi 8
2.7 Klassifisering av flomberegninger 9
3 Vannlinjeberegninger 10
3.1 Bruer og kulverter 12
3.2 Følsomhet, sikkerhetspåslag og simulerte situasjoner 13
4 Resulterende flomsone 15
4.1 Diskusjon 18
5 Konklusjon 19
6 Referanser 20
7 Vedlegg 20

1 Innledning og områdebeskrivelse

Denne rapporten inneholder en flomsonekartlegging for Grasmo Eiendom AS, som del av arbeidet med reguleringsplanen for Grasmo Industriområde i Eidskog kommune, Innlandet fylke. Det skal utføres beregninger for en 200-årsflom (årlig sannsynlighet 1/200, sikkerhetsklasse F2 i TEK 17), som brukes til å utarbeide et oversiktskart som viser utbredelsen av flommen. Planområdet er vist i Figur 1.

Utredningen av fare for flom gjøres i henhold til NVE veileder 3/2022 Sikkerhet mot flom [1]. Alle høyder som er lagt til grunn i denne flomsonekartleggingen refererer til høydegrunnlaget NN2000. Flomvurderingen gjøres som en skrivebordstudie, da det ikke er gjort noen befaring i felt av hydrolog.



Figur 1 Grasmo Industriområde er markert som lilla. Øst for planområdet ligger innsjøen Søndre Åklangen, som har utløp til Vrangselva. Lengre nedstrøms renner Bråtaåa ut i Vrangselva. Nord for planområdet renner Sandnesbekken fra vest til utløp i Søndre Åklangen. Sør i planområdet ligger Motjennet.

Grasmo Industriområde ligger i Eidskog kommune, Innlandet fylke, ved utløpet av Søndre Åklangen i Vrangselva (Vassdragsnr. 313.B1E). Planområdet ligger mellom jernbanen og Søndre Åklangen, og deles i to av Sandnesvegen. Planområdet strekker seg ned forbi Bråtavegen og samløpet mellom Vrangselva og Bråtaåa. Løsmassene på planområdet er breelvavsetninger. Nord for planområdet renner Sandnesbekken ut i Søndre Åklangen.

1.1 Tilgjengelig informasjon og datagrunnlag

Norconsult har tidligere beregnet flomstørrelser for lokalfeltene Sandnesbekken og Søndre Åklangen, samt for vannoverføringen fra Glomma til Vrangselva ved flom [2]. I denne rapporten presenteres derfor kun beregningene for Bråtaåa, ettersom det kun er dette feltet som omfattes av de nye beregningene.

Under flommen i 1995 målte ansatte i Eidskog kommune maksimal vannstand ved Grasmo bru fra 1.6 til 13.6. Kulminerende flomvannstand ble målt til 138,45 moh. (NN2000) den 4.6 [3].

2 Flomberegning

Flomstørrelser for Søndre Åklangen og Sandnesbekken har tidligere blitt beregnet av Norconsult, og er presentert i Tabell 1 [2].

Tabell 1 Flomstørrelser fra Norconsults tidligere beregning. Verdiene er kulminasjonsverdier.

Gjentaksintervall	Søndre Åklangen [l/(s*km^2)]	Sandnesbekken [l/(s*km^2)]
Q_M	122	219
Q_{200}	427	657

Flomvurderingen for Bråtaåa gjøres basert på beregningene for Søndre Åklangen. Disse utføres etter veileder for flomberegninger (1/2022). Metodene som benyttes for å finne flomstørrelsen er flomfrekvensanalyse (FFA) på sammenlignbare felt, formelverk for små nedbørsfelt (RFFA-NIFS) og nedbør-avløpsmodellen PQRUT.

Dimensjonerende flom som settes til grensebetingelse i den hydrauliske modellen er:

$$Q_{dim,T} = Q_{T,kulm} \cdot F_k$$

Hvor T er gjentaksintervall, $Q_{T,kulm}$ er kulminasjonsvannføring med T års gjentaksintervall og F_k er klimafaktor.

Norsk Klimaservicesenter anbefaler et klimapåslag på flomvannføring på 0 % og minst 20 % for henholdsvis store og små nedbørfelt i denne regionen. Det er ventet at både intensitet og nedbørmengder vil øke [4]. Det aktuelle feltet regnes som mellomstort. Det benyttes et klimapåslag på 20 %. Benyttet klimafaktor for beregningene på feltet til Bråtaåa og de to andre feltene er F_k = 1,2.

2.1 Nedbørfelt og flomregime

Nedbørsfeltet til Bråtaåa har et areal på 45,2 km^2, og består av 85,6% skog, 4,5% sjø, 3,9% dyrket mark og 5,2% myr. Resterende er uklassifisert og urbant areal (vei og bygninger). Nøkkeldata for feltet er gitt i Tabell 2, og data fra Nevina er presentert i Vedlegg 2. Tabell 2 presenterer også nøkkeldata for Søndre Åklangen og Sandnesbekken.

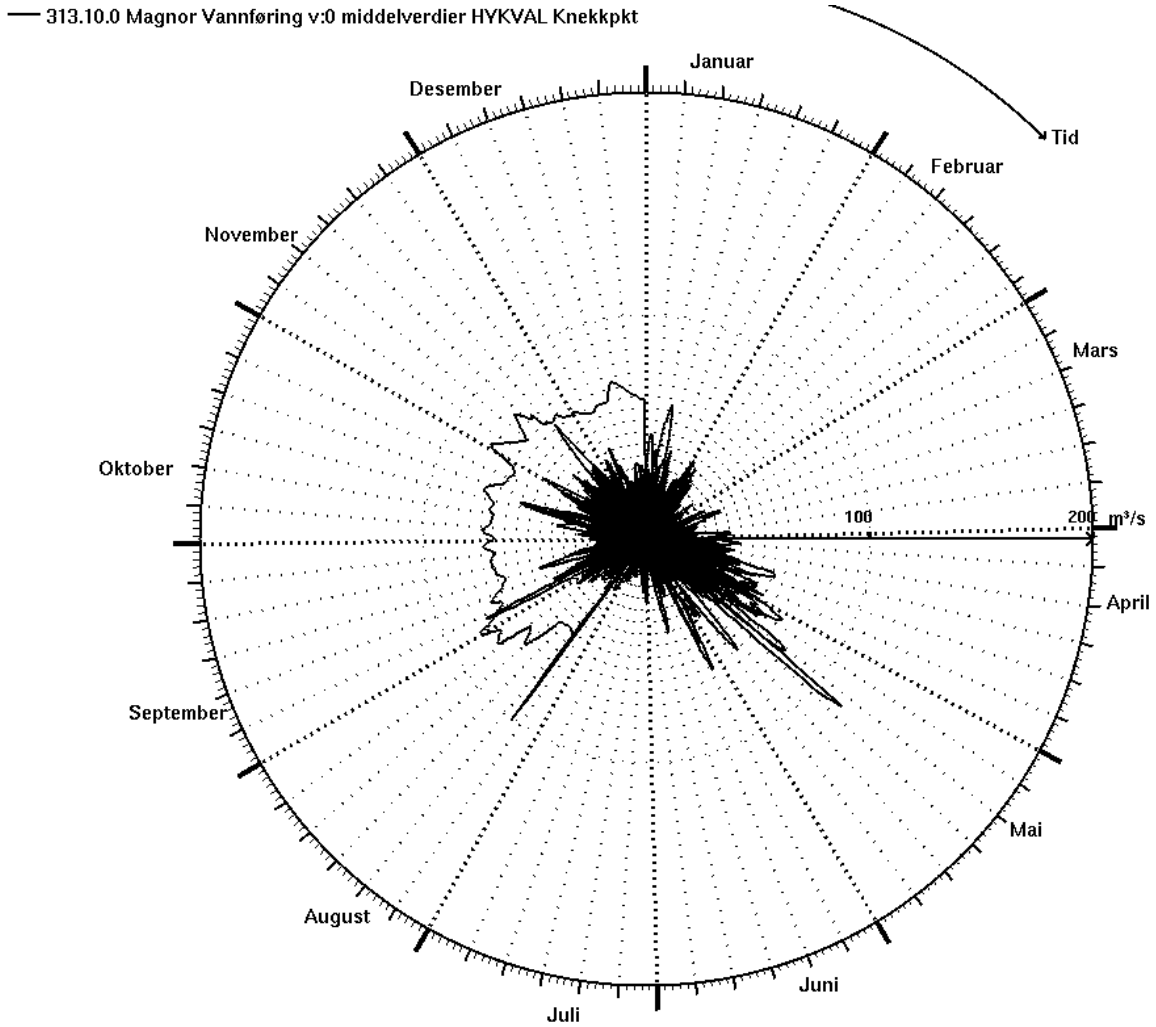
Tabell 2 Nøkkeldata for nedbørfeltene til Bråtaåa, Søndre Åklangne og Sandnesbekken.

	Areal [km^2]	Eff.sjøandel [%]	Høyde [moh.] (min-med-max)	Normaltilsig [l/(s*km^2)]
Bråtaåa	45,2	2,1	133 – 257 – 367	13,9
Søndre Åklangen	77,4	2,67	136 – 233 – 457	14,0
Sandnesbekken	10,5	2,0	137 – 245 – 427	14,2

I beregningene av vannlinjen er det lagt til grunn at nedbørsfeltene har 200-årsflom samtidig. Dette gjelder Sandnesbekken, Søndre Åklangen, Bråtaåa, samt overført vannmengde fra Glomma til Søndre Åklangen. Siden feltene er relativt er små, er det ikke urimelig å anta at ved 200-årsflom i ett av vassdragene, er det også stor flom i nabovassdraget.

Det er ingen vannføringsmålestasjoner ved Søndre Åklangen eller Bråtaåa, men lengre nedstrøms i Vrangselva ligger vannføringsmålestasjonen 313.10 Magnor, som viser at flommer kan forekomme både på høsten, tidlig vinter og på våren (Figur 2). Det er tydelig en del flommer på våren, som er drevet av snøsmelting. Det er også noen større flomhendelser på høsten, som er drevet av nedbør. Flommene på tidlig vinter kan

være drevet av regn i kombinasjon med snøsmelting. Feltene til Søndre Åklangen og Bråtaåa er mindre, men har samme flomregime.



Figur 2 Års-polarplott for vannføringsmålestasjon 313.10 Magnor.

2.2 Normalavrenning

Nevina gir midlere årstilsig for feltet til Bråtaåa lik 13,9 l/(s*km^2). For å kunne verifisere dette, er verdier for sammenlignbare felt hentet ut. Det er ikke mange mindre nedbørfelt som har vannføringsmålestasjoner, men stasjon 6.10.0 Gryta regnes som sammenlignbart for Sandnesbekken.

Vannføringsmålestasjonene øst for Oslo og sør i Hedmark ligger stort sett i store nedbørfelt, og det er få som har et nedbørfeltareal på mellom 50 og 150 km^2. Vannføringsmålestasjon 2.331 Kauserud og 1.200 Lierelv er innen denne størrelsen med en måleserie over 10 år, men feltene har lav effektiv sjøprosent. Det velges å ikke bruke Lierelv, siden NVE har oppgitt at serien ikke er egnet for flomanalyser [5]. Feltet Kauserud er ikke direkte sammenlignbart, men tas med som referanse. I tillegg ligger stasjonen 313.10 Magnor lengre nedstrøms i Vrangselva for Søndre Åklangen. Alle feltene har størst andel skog i feltet, og ligger på tilnærmet likt

høydenivå. I tillegg tas 2.616 Kuggerud med. Feltet har et relativt lite areal og høydefordeling, og ligger i Glommavassdraget. De valgte stasjonene er presentert i Tabell 3.

Tabell 3 Feltegenskaper for sammenligningsfeltene. Informasjon er hentet fra NVEs Seriekart og NVEs database Hydra II.

Målestasjon	Areal [km^2]	Høyde [moh.] (min-med-max)	A_{SE} [%]	Q_N 1991-2020 [l/(s*km^2)]	Q_N obs. [l/(s*km^2)]	Obs./ Avr.kart
6.10.0 Gryta	7	165-300-435	0,4	22,5	22,0	0,98
2.331 Kauserud	92	130-177-350	0	12,1	11,6	0,96
2.616 Kuggerud	48	169-375-502	1,14	16,21	15,7	0,97
313.10 Magnor	360	127-240-458	0,34	15,1	15,2	1,01
Middel						**0,98**

En sammenligning av observerte verdier med NVEs avrenningskart, i Tabell 3, viser et forhold på 98% for de aktuelle stasjonene. Dette indikerer at verdiene fra avrenningskartet i gjennomsnitt stemmer godt overens med de observerte verdiene. På bakgrunn av dette legges et spesifikt årsmiddeltilsig (Q_N) på 13,9 l/(s*km^2) for nedbørsfeltet til Bråtaåa til grunn for videre beregninger.

2.3 Flomfrekvensanalyse (FFA) på sammenligningsfelt

Flomfrekvensanalysen utføres på dataene for målestasjonene i Tabell 3. Både Gryta og Kauserud har flere datapunkter i døgnet fra begynnelsen av vannføringsmålingene, mens for stasjonen Magnor er det ikke findata for hele måleperioden. Dette feltet er stort, og har en lang kulminasjonstid, så dermed ikke av betydning for flomberegningene i dette formålet. På alle er 3-parameterfordelingen (L-moment) benyttet siden det er 50 år med data. Frekvensplott for vannføringsmålestasjonene er gitt i Vedlegg 3.

Normalavrenningen i fokusfeltet er i samme størrelsesorden som Kauserud, Kuggerud og Magnor.

Resultatene for flomfrekvensanalysene på vannføringsmålestasjonene er gitt i Tabell 4. Gryta sammenlignes med Sandnesbekken, mens resten av stasjonene er sammenlignbare med feltene til Søndre Åklangen og Bråtaåa.

FFA er utført på døgnmiddelverdier. Kulminasjonsvannføring finnes ved å bruke kulminasjonsfaktor beregnet iht. NVE veileder 7/2015 [6], for høstflom. Kulminasjonsverdiene er presentert i Tabell 4.

Tabell 4 Resultater av flomfrekvensanalyse på sammenligningsfeltene. Verdiene er kulminasjonsverdier.

Målestasjon	Areal [km^2]	Q_M [l/(s*km^2)]	Q_{200} [l/(s*km^2)]	Q_{200}/Q_M [-]
6.10.0 Gryta	7	436	1020	2,34
2.331 Kauserud	92	251	1151	4,58
2.616 Kuggerud	48	174	372	2,13
313.3 Magnor	358	137	391	2,85

2.4 RFFA-NIFS

For feltet til Bråtaåa er formelverket RFFA-NIFS benyttet, siden det har et areal på mindre enn 60 km^2. Dette formelverket gir kulminasjonsverdier. Resultatene er gitt i Tabell 5.

Tabell 5 Beregnede flomverdier med formelverk RFFA-NIFS for feltet til Bråtaåa. Verdiene er kulminasjonsverdier.

Nedbørsfelt	Middelflom, Q_M [l/(s*km²)]	200-årsflom, Q_{200} [l/(s*km²)]	200-årsflom, Q_{200} [m³/s]	Q_{200}/Q_M
Bråtaåa	177	536,3	24,3	3,03

Beregnede RFFA-NIFS verdier fra Nevina er vist i Vedlegg 2.

2.5 Nedbør-avløpsmodell, PQRUT

Norconsult har tidligere brukt PQRUT-modellen for nedbørfeltet til Søndre Åklangen. Resultatene herfra er lagt til grunn for vurderingene for Bråtaåa, og verdier fra beregningene i PQRUT for Søndre Åklangen er presentert i Tabell 6. For Bråtaåa forventes noe høyere spesifikke vannføringsverdier, grunnet mindre nedbørsfelt og lavere effektiv sjøprosent.

Tabell 6 Kulminasjonsvannføring PQRUT for Søndre Åklangen.

Gjentaksintervall	Kulminasjonsvannføring [m³/s]	Kulminasjonsvannføring [l/s*km²]
Q_{200}	16,9	219

2.6 Oppsummering av resultatene for flomberegningene og valgt flomverdi

Det er utført hydrologiske beregninger for Bråtaåa med formelverk og flomfrekvensanalyse. I tillegg er flomverdier for Bråtaåa vurdert ift. PQRUT-verdier for Søndre Åklangen. Årsavrenningen til feltet Kauserud er høyere enn for Bråtaåa, og i vurderingene av valgt flom er flomfrekvensfaktoren lagt størst vekt på. Det samme gjelder sammenligning av Bråtaåa med Magnor.

Beregnet middelflom i feltet til Bråtaåa med formelverk (RFFA-NIFS) virker rimelig på 177 l/(s*km²). Denne verdien er litt høyere enn for Magnor (137 l/(s*km²)), som virker rimelig siden feltet til Bråtaåa er mye mindre, men samtidig har høyere effektiv sjøprosent. Samtidig ligger middelverdien nær middelverdien til Kuggerud, noe som virker rimelig. Feltene er relativt like i både størrelse, høyde og effektiv sjøprosent.

Det er gjort en vurdering av flomfrekvensfaktoren i de ulike metodene, og valgt en for fokusfeltet. Ved valg av flomfrekvensfaktoren er det lagt vekt på den beregnet med formelverket, men data fra flomfrekvensanalysene på sammenligningsfelt og PQRUT er også vurdert. For Bråtaåa velges en flomfrekvensfaktor som er litt høyere enn den for Kuggerud, på grunn av høyere faktorer for Kauserud og Magnor.

Norconsults tidligere flomvurdering for Søndre Åklangen har satt Q_{200} lik 427 l/(s*km²) (kulminasjonsverdi). Flomverdiene for Bråtaåa er forventet å ligge noe høyere enn dette, da det er et mindre felt med relativt lik sjøprosent.

Relevante resultater og valgt flomfrekvensfaktor er gitt i Tabell 7.

*Tabell 7 Oppsummering av flomberegningene for Bråtaåa. Middelflommen for feltet er satt til 177 l/(s*km²).*

	Q_{200}/Q_M	Q_{200} [l/s*km²]
RFFA-NIFS	3,03	536,3
FFA: Magnor – Kuggerud – Kauserud	2,85 – 2,13 - 4,58	391 – 372 – 1151
PQRUT: Søndre Åklangen	1,8	219
Valgt	**2,8**	**495**

Resulterende kulminerende flomverdi for Bråtaåa med 1,2 i klimapåslag er $Q_{200,\ klima}$ lik 26,8 m^3/s.

Flomverdier for de ulike feltene ved 200-årsflom inkludert klimapåslag blir da; Søndre Åklangen = 39,7 m^3/s, Sandnesbekken = 8,3 m^3/s, Bråtaåa = 26,8 m^3/s. Overført vannmengde ved 200-årsflom ved Søndre Åklangen fra Glomma er satt til 74 m^3/s [2]. Dette er kulminasjonsverdier.

2.7 Klassifisering av flomberegninger

Det er usikkerheter knyttet til flomberegninger og kvaliteten til dataene de baserer seg på. For flomberegningene i denne rapporten er det benyttet tre metoder for flomberegninger. Det er ingen vannføringsmålestasjon i nedbørfeltet, men lengre nedstrøms er det et vannmerke (Magnor). I tillegg er feltet sammenlignet med to andre sammenligningsfelt. IVF-kurven som er brukt som input for beregningene i PQRUT for Søndre Åklangen har også større nedbørsverdier enn det antas å være i nedbørfeltet til Søndre Åklangen. Disse verdiene er også større enn det som antas å være i feltet til Bråtaåa.

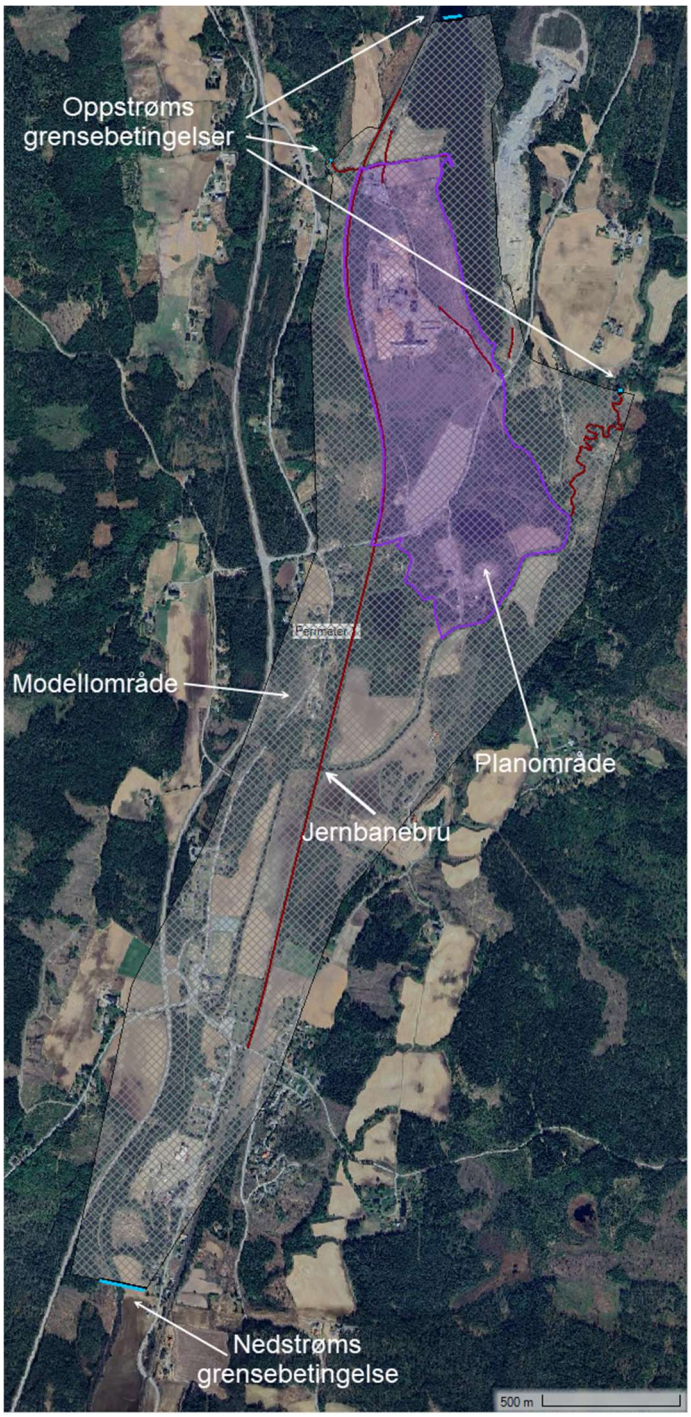
Vurderingene som er gjort for flomberegningene regnes å ligge mot den konservative siden, hvor det ved usikkerhet ved valg av flomfrekvensfaktor er valgt litt høyere. Med tanke på disse vurderingene ligger usikkerhetene til det hydrologiske datagrunnlaget i klasse 3 «Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området» etter tabell 9 i NVE veileder 1/2022 [7].

3 Vannlinjeberegninger

I Norconsults tidligere arbeid med Grasmo Solkraftverk ble det satt opp en 2-dimensjonal hydraulisk modell i HEC-RAS 6.4.1. Denne modellen er utvidet for å gjøre vannlinjeberegning og illustrere 200-årsflomsonen ved planområdet. Modellen er kjørt med en konstant kulminasjonsvannføring med klimapåslag for de tre lokalfeltene og overføring fra Glomma, til vannlinjen har stabilisert seg. Dette er en konservativ tilnærming, spesielt for det mindre nedbørfeltet Sandnesbekken.

Terrengskanningene er lastet ned fra www.hoydedata.no fra prosjekt NDH Eidskog 5pkt 2016. På grunn av tett vegetasjon langs kanten er det få skannede punkter i Sandnesbekken og i Vrangselva ved Grasmo bru. Terrengmodellen er derfor dårligere i disse sonene. Det er derfor med RASMapper gjort enkle utgravinger med en bredde på 3 m i Sandnesbekken, etter lavpunkter fra terrengskanningene. Ved Grasmo bru er terrenget senket med maksimalt 30 cm, for å senke bunnen til 136,5 moh. Dette synes rimelig siden man fra flyfoto kan se det er ganske grunt ved brua, og at ved laserskanning blir vannlinjen og ikke bunnen skannet. Høyden bunnen blir senket til synes derfor rimelig med tanke på brutegning og hvordan skanningen utføres.

Geometrien i modellen er bygd opp av 10 m x 10 m celler, og modellområdet er utvidet til ca. 2,6 km nedstrøms planområdet. Det er lagt inn breaklines langs Sandnesbekken, Bråtaåa, Grasmo bru og Sandnesvegen. Modellen har tre oppstrøms grensebetingelser; en oppstrøms jernbanebrua i Sandnesbekken, en i den sørlige delen av Søndre Åklangen og en i Bråtaåa. Nedstrøms grensebetingelse (normal depth) ligger ca. 2,5 km nedstrøms planområdet i Vrangselva på 128,3 moh., og påvirker ikke vannlinjen i planområdet. Modellens utstrekning er vist i Figur 3.



Figur 3 Modellområde og planområde.

Ruheten i modellen er angitt ved hjelp av et Manningstall. I den tidligere modellen var Manningstallet basert på et «Land Cover»-kart, hentet fra Scalgo, brukt som grunnlag for et Mannings-lag i modellen. For en mer detaljert beskrivelse refereres det til Norconsults tidligere rapport [2]. Dette laget er også brukt i den utvidede

modellen. For områder som ikke dekkes av dette kartlaget, er Manningstallet satt til 0,05 s/m$^{1/3}$. Denne forenklingen er basert på at disse områdene hovedsakelig er dyrket mark og skog.

Modellen er kjørt med ligningssettet «SWE-ELM», og tidssteget er styrt slik at Courant-tallet skal ligge mellom 0,4 og 1.

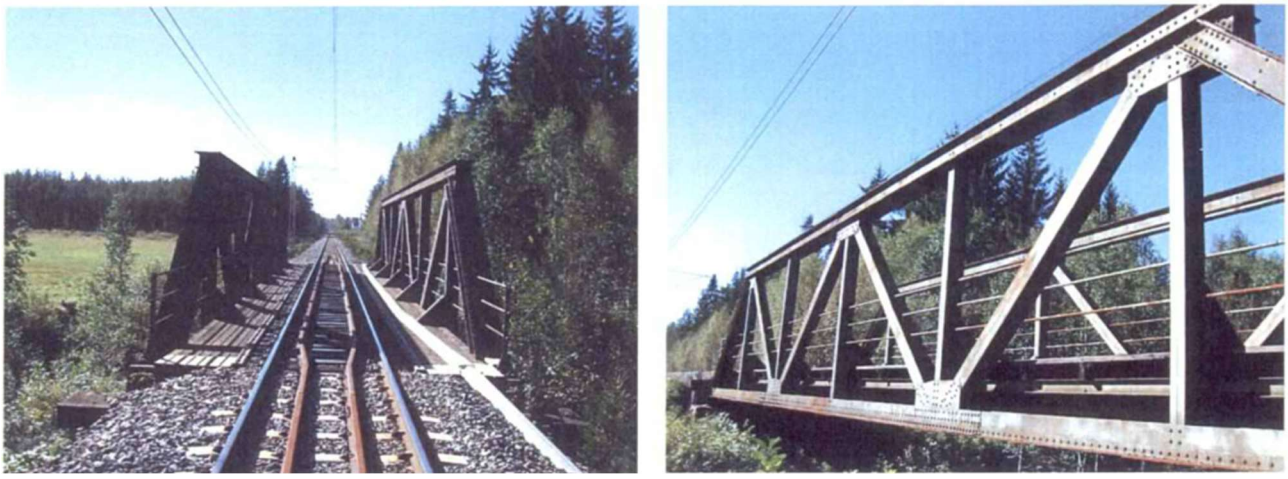
3.1 Bruer og kulverter

Ned mot planområdet går Sandnesbekken i kulvert/bru under Sandnesvegen og jernbanen. Det er ikke mottatt informasjon eller gjort innmålinger av disse. Det regnes ikke som avgjørende for flomfarevurderingen. Tilstopping av jernbanekulverten vurderes likevel. Fra flyfoto kan en måle at bredden på innløpet på kulverten under jernbanen er ca. 4,4 m, mens utfra høyden på fyllingen anslås høyden å være ca. 3 m. I simuleringen er kulverten lagt inn bare som en senkning i terrenget med en bredde på 3 m, som resten av bekken.

I elva ved utløpet av Nedre Åklangen ligger Grasmo bru (Figur 4). Brua er bygget i 1966, og har et spenn på 17,55 m. Konstruksjonen består av 2 stk. HE-1000 B (I-profil med høyde 1 m), under en bruplate på 20 cm (Brutegning, Vedlegg 1). I tillegg regnes asfalten å bygge litt oppå bruplaten. Underkant bru antas ut ifra dette å være ca. 1,3 m under scannet høyde på veibanen. Brua heller mot vest, og veibanen har på denne siden en høyde på 139,2 moh. Underkant bru antas med dette å ligge på 139,2 moh. – 1,3 m = 137,9 moh. Brutegningen gir at høyden fra underkant bru til fundamentet er 1,7 m. Det antas at elvebunnen ikke ligger helt nede ved fundamentene. I modellen er bunnen under brua lagt på kote. 136,5. Grasmo bru er lagt inn i modellen som en bokskulvert ved hjelp av 2D/SA-connection med lysåpningen under brua 17,55 m x 1,4 m.

Figur 4 Grasmo bru sett fra nedstrøms side (Hentet fra Statens vegvesens database, BRUTUS).

Nedstrøms planområdet krysser en jernbanebru Vrangselva. Denne er lagt inn i modellen som en SA-2D-connection. Brua er antatt å være er i ett spenn, da avstanden mellom landkarene er relativt kort. Landkarene er representert i terrengmodellen, og broens tykkelse er satt til 1 meter. Broen er vist i Figur 5. Brotegninger er vist i Vedlegg 1.



Figur 5 Jernbanebru nedstrøms planområde.

3.2 Følsomhet, sikkerhetspåslag og simulerte situasjoner

Usikkerheten knyttet til de hydrologiske beregningene og den hydrauliske modellen tas hensyn til ved at det settes et sikkerhetspåslag basert på kapittel 10 i NVE veileder 3/2022 [1]. Dette legges til vannføringen som et prosentvis påslag, S_f, i den hydrauliske modellen for å bestemme et vertikalt sikkerhetspåslag. De hydrologiske beregningene klassifiseres mellom klasse 1 og 5, og den hydrauliske modellen klassifiseres mellom A og E. Den hydrauliske modellen klassifiseres etter kvalitet på terrengmodell, kalibreringsdata og følsomhet, og det er derfor utført en enkel følsomhetsanalyse på Manningsverdier ved å øke de med 30 %. Basert på klassene velges et prosentvis påslag på vannføringen i matrisen gitt i veilederen. For mer informasjon henvises leseren til veilederen.

Manningstall økt med 30% gir en økning i vannlinje på Søndre Åklangen på 8 cm. Manningsverdien har ikke stor betydning når det er lave hastigheter.

Den hydrauliske modellen er ikke kalibrert mot målte vannstander og faller derfor utenfor klassene A–C. Modellen er imidlertid testet med følsomhetsanalyse, og resultatene viser at endring i vannlinje er mindre enn 0,3 meter. Dette indikerer lav følsomhet og stabilitet i resultatene.

Det benyttes en konservativ tilnærming, der det antas at 200-årsflom inntreffer samtidig i alle nedbørfelt. I tillegg er det inkludert en overføring fra Glomma til Vrangselva på 74 m³/s, basert på et konservativt overslag fra historiske data. Kombinert med et klimapåslag på 20 %, gir dette en beregnet vannlinje ved Grasmo bru på ca. 140 moh. Til sammenligning ble vannstanden under flommen i 1995, som inkluderte en betydelig overføring fra Glomma, målt til 138,45 moh. Den oppdaterte modellen gir altså et resultat som er ca. 1,5 meter høyere enn denne observerte flommen, noe som underbygger at modellen gir konservative resultater. På bakgrunn av dette vurderes modellen å være i klasse D, i henhold til NVE veileder 3/2022.

Med flomberegninger i klasse 3 og en hydraulisk modell i klasse D skal det legges til et påslag på 40 % for å finne det vertikale sikkerhetspåslaget.

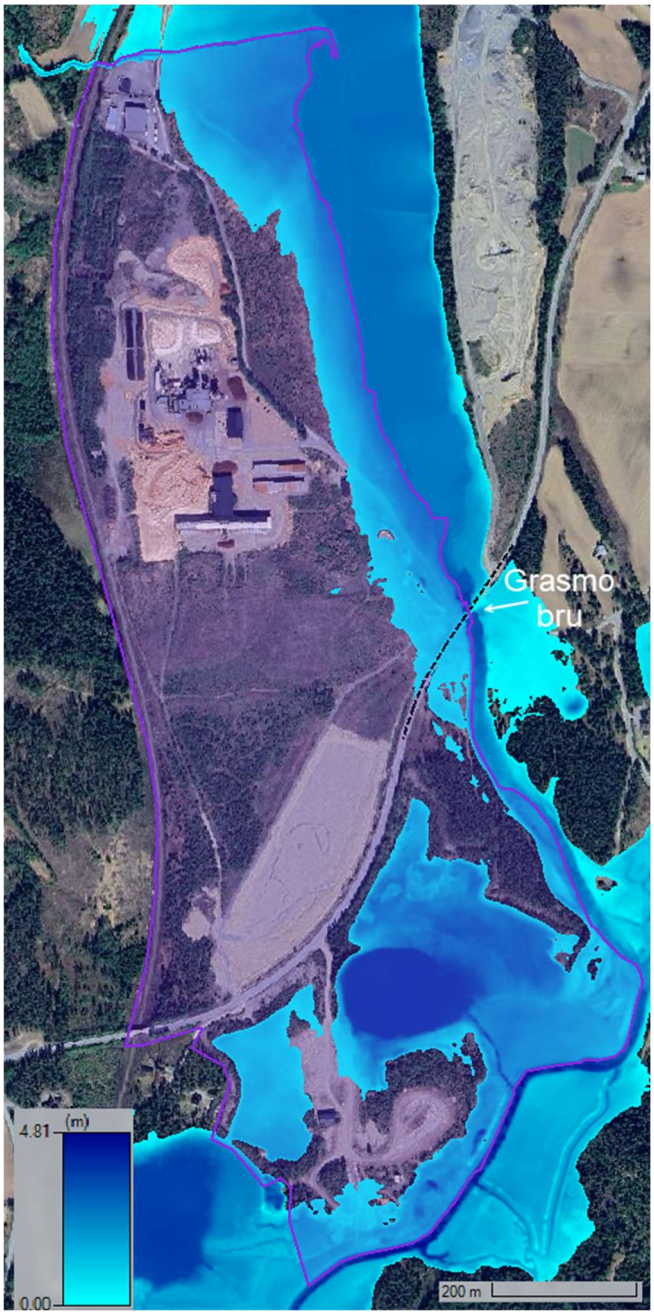
Underkant av Grasmo bru ligger på kote. 137,9 moh. Lysåpningen under brua har ikke kapasitet til å håndtere dimensjonerende flom, og vannlinjen på Søndre Åklangen stues opp inntil Grasmo bru ved flom. Det er kapasiteten under Grasmo bru som hovedsakelig er styrende for vannlinjen på Søndre Åklangen ved flom i lokalfeltene, og dermed også utbredelsen av flomsonen på deler av planområdet.

Med et 40 % sikkerhetspåslag på vannføringen stiger vannlinjen på Søndre Åklangen maksimalt med 0,28 m og 0,32 m ved Motjennet. På bakgrunn av dette settes det vertikale sikkerhetspåslaget for hele området til 0,3 m.

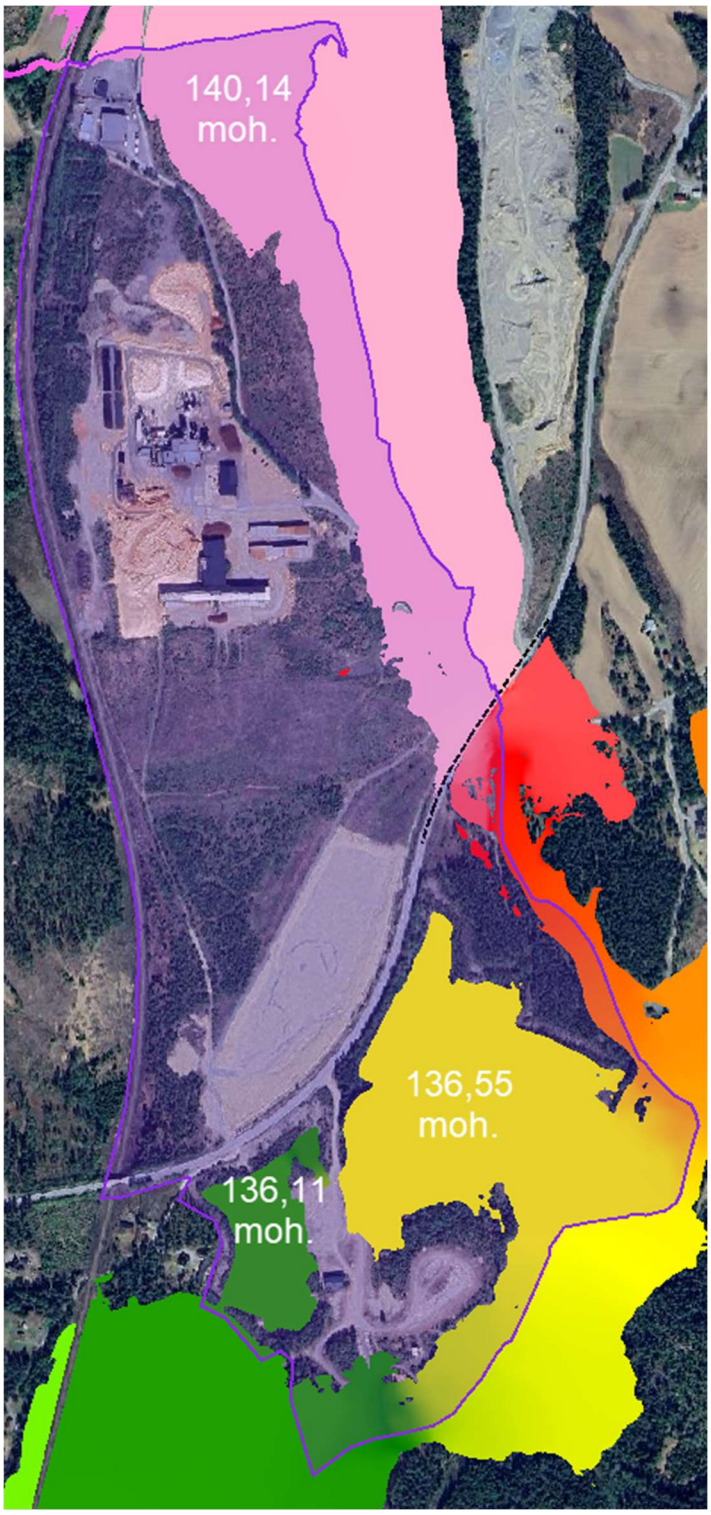
4 Resulterende flomsone

Resulterende vannstand for 200-årsflom for de tre lokalfeltene og overføring fra Glomma for 200-årsflom er lik 140,14 moh. ved Søndre Åklangen og 136,55 moh. ved Motjennet. Dette er inkludert klimapåslag. For sikker byggehøyde må det legges til et vertikalt sikkerhetspåslag på 0,3 m på beregnede vannstander.

Utbredelsen av 200-årsflom inkludert klimapåslag er vist i Figur 6 og Figur 7.

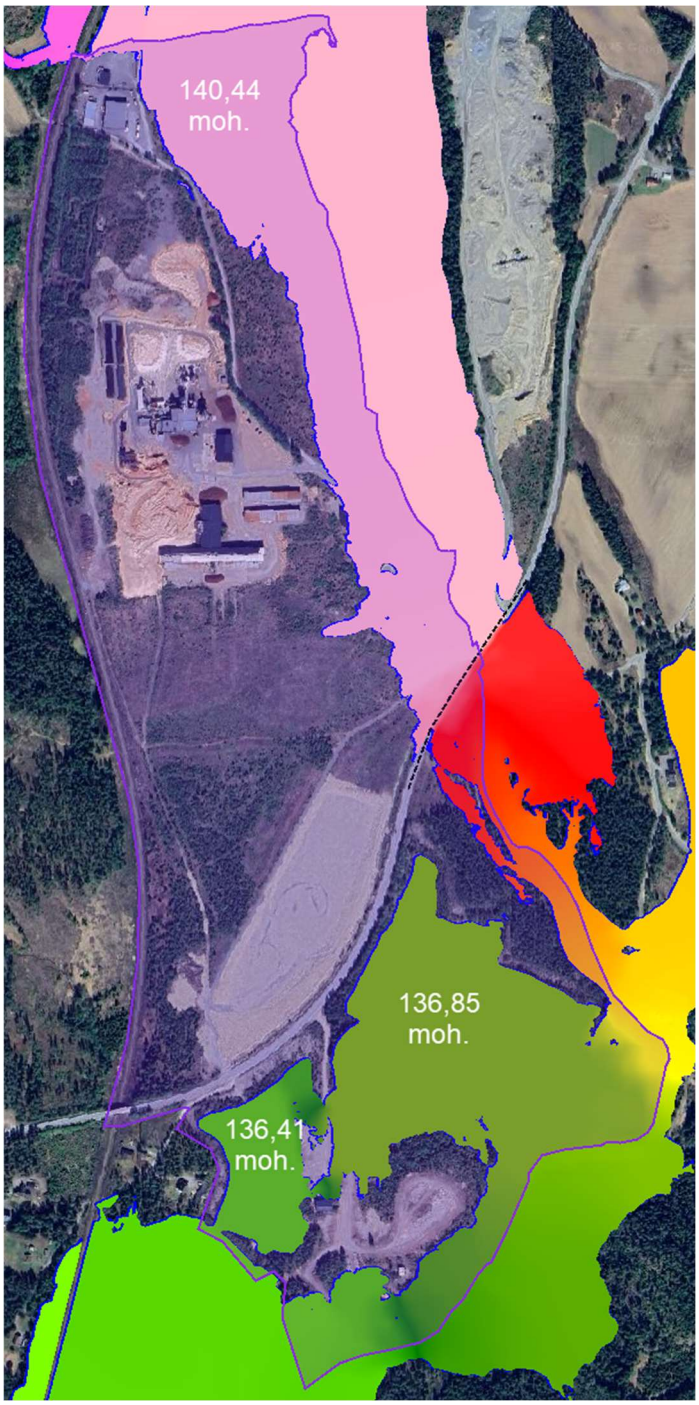


Figur 6 Utbredelse og vanndybde på planområdet (markert med lilla) ved 200-årsflom i lokalfeltene med klimapåslag (20%) og overføring fra Glomma under en stor flom. Merk at dybden på Søndre Åklangen og Motjennet ikke er dybden over bunnen, men dybden over skannet vannoverflate. Vannet går over ved Grasmo bru.



Figur 7 Utbredelse på planområdet (markert med lilla) ved 200-årsflom i lokalfeltene med klimapåslag (20%) og overføring fra Glomma under en stor flom. Vannlinjen ligger på 140,14 moh. ved Søndre Åklangen og 136,55 moh. ved Motjennet, men ved bruk skal det legges til et sikkerhetspåslag på 0,3 m.

Figur 8 viser flomutbredelse på planområdet for dimensjonerende flom inkludert både klima- og sikkerhetspåslag.



Figur 8 Utbredelse på planområdet (markert med lilla) inkludert klima- og sikkerhetspåslag. Høydene viser vannlinjen som er sikker byggehøyde.

4.1 Diskusjon

Flomberegningene bygger på konservative forutsetninger, spesielt når det gjelder vannoverføring fra Glomma til Vrangselva.

Modellen er ikke kalibrert mot observerte data, men ved flommen i 1995 målte ansatte i Eidskog kulminerende flomvannstand til 138,45 moh. (NN2000) ved Grasmo bru den 4.6 [3]. Dette er ca. 0,8 m lavere enn beregnet vannlinje ved 200-årsflom i lokalfeltet til Søndre Åklangen inkludert klimapåslag og sikkerhetspåslag med en total vannføring på 55,6 m^3/s, gjort i Norconsults tidligere rapport [2]. Ved 1995-flommen var maksimal overføring fra Glomma anslått til å være ca. 55 m^3/s. Denne ble nok dempet nedover Vrangselva, men samlet flomvannføring ved Grasmo Solkraftverk var nok i samme størrelsesorden. Med bakgrunn i dette er det rimelig å anslå at modellen beregner vannlinjen konservativt ved Grasmo Solkraftverk og Grasmo Industriområde. Dette kommer av at modellen ikke er kalibrert, og at det ikke finnes batymetrisk modell av Søndre Åklangen.

Jernbanebrua som krysser Vrangselva nedstrøms industriområdet er vurdert med tanke på eventuell oppstuvingseffekt. Simuleringene viser at forskjellen i vannstand ved Motjennet er kun 1 cm mellom simuleringer kjørt med og uten denne brua. Dette indikerer at brua har minimal innvirkning på vannlinjen og oppstuving oppstrøms under en flomsituasjon.

Den simulerte situasjonen med et konservativt overslag på 200-årsflommen gir en vannlinje ved Søndre Åklangen på 140,44 moh. og 136,85 moh. ved Motjennet, begge inkludert et sikkerhetspåslag på 0,3 m. Disse høydene kan brukes som byggsikkerhøyde ved sikkerhetsklasse F2 i TEK 17 §7-2.

For Grasmo Solkraftverk ble sikkerhetspåslaget tidligere satt til 0,2 m. I denne analysen er påslaget økt til 0,3 m, hovedsakelig av to grunner. For det første er det i denne vurderingen lagt til grunn en samtidig 200-årsflom i samtlige delområder, noe som gir en mer konservativ totalvannføring. For det andre er flommen fra Bråtaåa nå inkludert i beregningene. Dette bidrar til at vannet som kommer fra Søndre Åklangen møter en økt vannstand i Vrangselva ved utløpet, noe som kan føre til redusert avløpskapasitet og oppstuving oppstrøms. Til sammen gir dette en høyere vannlinje, som forsvarer et noe høyere sikkerhetspåslag i denne sammenhengen.

5 Konklusjon

Deler av Grasmo Industriområde blir berørt ved en 200-årsflom med 20% klimapåslag. Lavere gjentaksintervall er ikke vurdert i denne rapporten. Beregnet vannstand er 140,14 moh. i Søndre Åklangen og 136,55 moh. i Motjennet ved Q_{200} inkl. klimapåslag.

Situasjonen for 200-årsflom i lokalfeltene og overføring fra Glomma ved en stor flom er vurdert. Det er vurdert et sikkerhetspåslag på beregningene, som følge av klassifiseringen av de hydrologiske beregningene og den hydrauliske modellen. Vurderingen tilsier et vertikalt sikkerhetspåslag på 0,3 m som skal ligge til grunn for reguleringsplaner og byggesaker.

Vannlinjen for flomsonen på planområdet, inkludert klimapåslag og sikkerhetspåslag, er beregnet til 140,44 moh. ved Søndre Åklangen og 136,85 moh. ved Motjennet. Nivået er sikker byggehøyde ved sikkerhetsklasse F2 i TEK17.

6 Referanser

[1] NVE, «Sikkerhet mot flom. Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak. Nr. 3/2022,» 2022b. [Internett]. Available: https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022_03.pdf.

[2] Norconsult, «Grasmo Solkraftverk - Flomfarekartlegging,» 2025.

[3] Torfinn Smines v/Eidskog kommune, «Kotenivå vannstand under flommen i 1995 i Eidskog kommune. Med forsøkt tilpasning til dagens kart.,» 06.01.2017.

[4] Norsk klimasrvicesenter, «Klimaprofil Hedmark,» 04 2022. [Internett]. Available: https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/hedmark. [Funnet 11 04 2024].

[5] NVE, «Vannføring, Vannstand,» 2014.

[6] NVE, «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt,» 2015.

[7] NVE, «Veileder for flomberegninger, Nr. 1/2022,» 2022. [Internett]. Available: https://publikasjoner.nve.no/veileder/2022/veileder2022_01.pdf.

[8] NVE, «Krav til konsesjonssøknader for solkraftverk,» 28 09 2022. [Internett]. Available: https://veiledere.nve.no/solkraft/soknad-om-anleggskonsesjon/virkninger-for-miljo-og-samfunn/#pageSection-15.

[9] NVE, «Seriekart,» 2024. [Internett]. Available: https://seriekart.nve.no/.

[10] NVE, «NEVINA,» 2024. [Internett]. Available: https://nevina.nve.no/.

[11] NVE, «PQRUT, Nedbør-avløpsmodellering med magasin og ruting,» 2024. [Internett]. Available: https://pqrout.nve.no/#/T/1.

[12] NVE, «Glommas bifurkasjon ved Kongsvinger (Rapport 1/2001),» 2001.

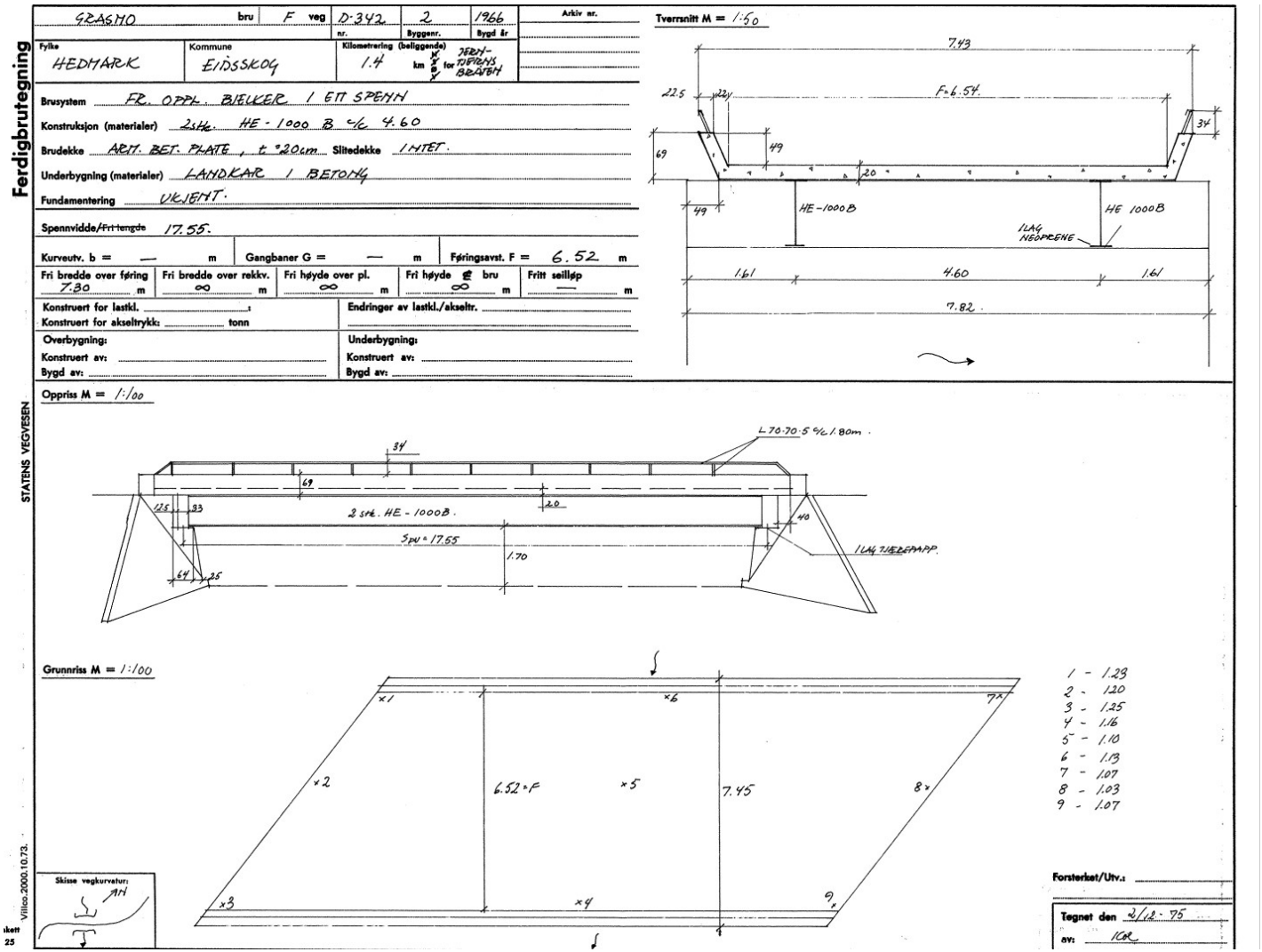
[13] NVE, « Frekvensanalyse av 1995.flommen i Glomma, Gudbrandsdalslågen og Trysilelven (NVE-Publikasjon nr. 23/1995),» Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 1995.

7 Vedlegg

- Vedlegg 1 – Brutegninger
- Vedlegg 2 – NEVINA
- Vedlegg 3 – Frekvensplott

Vedlegg 1 – Brutegninger

Grasmo bru:



Norconsult

Jernbanebru:

N. S. B.
BRUKONTORET
Skjema 7 a

BRUPROTOKOLLSKISSE

1) For underg. og overg. bru oppføres: Gate (navn), riks-, hoved-, bygde- og gårdsvei eller lignende.
2) Fra Oslo.

Byggverk Bru over Vangselva,
1) ~~ved~~ Kjærstad bru
Banestrekning Lillestrøm - Riksgrensen

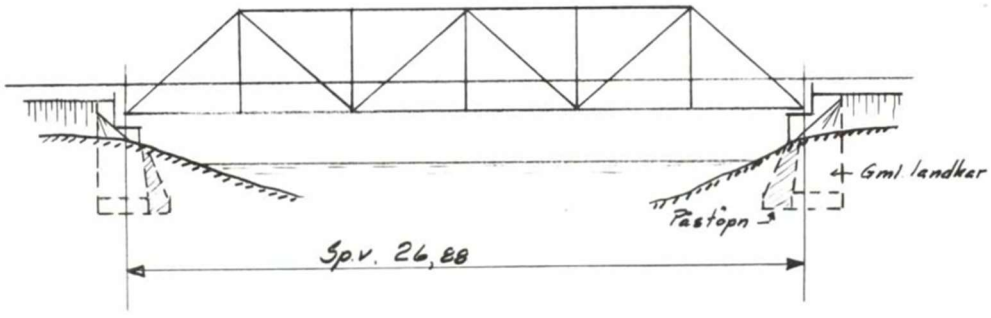
Km 120,903 fra Oslo
Km ..... fra .....
Pel ..... fra .....

Høyre eller venstre spor.2)	Materiale	Ferdigbygd år	Antall Spor	Antall Spenn	Teor. sp.v. i m. Hvelv fri sp.v.	For bruer og underganger: Kurve-radius h.-v. i m. 2)	Stign. + Fall. ÷ i % 2)	Skjevhets-vinkel i° 3)	Fri høyde i undergang	Beregn. Belast-ningstog	For overgangsbruer: Skjevhets-vinkel i° 3)	Fri høyde over skinnet.	Fri bredde mellom: Rekkv.	Fri bredde mellom: Kjøreb. kanter	Beregning Belastning: Hjultr. i tonn	Kg. pr. m²	Veidirektørens: Bel. kl.	Veidirektørens: av år
	S	1936	1	1	26,8	∞	0	90°	–	B								

Skisse av oppriss, grunnriss og tverrsnitt, med angivelse av faste og bevegelige lagere, samt fastmerkers beliggenhet.

Oppsatt den ..... av .....
Etter Brukontorets tegning: Ka 316
„ Distriktets „ .....
„ Anleggets „ .....

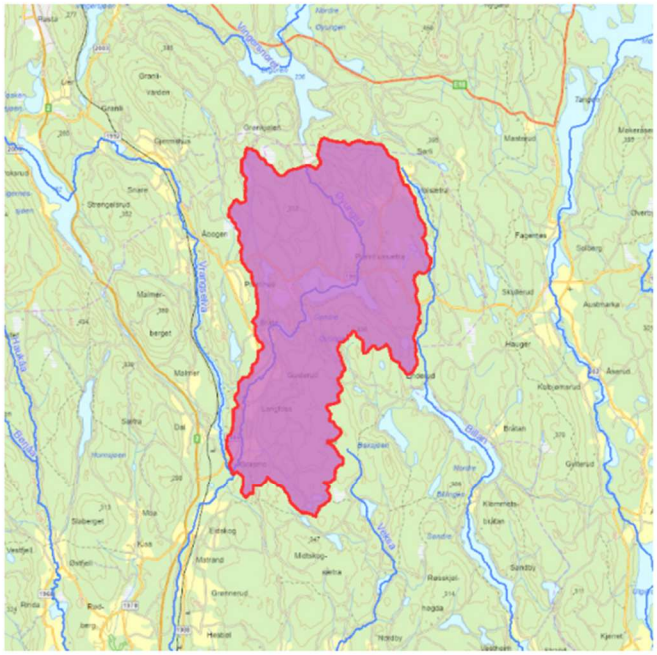
Ajourført den .....
Brutype ..... 3)



For kopiering oppgi — km. . . . fra Oslo på banestr. —

Vedlegg 2 – NEVINA

Bråtaåa



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kartbakgrunn:	Statens Kartverk
Kartdatum:	EUREF89 WGS84
Projeksjon:	UTM 33N
Beregn.punkt:	341007 E 6660125 N

Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.:	**313.B1DA**
Kommune.:	**Eidskog**
Fylke.:	**Innlandet**
Vassdrag.:	**Øyungså**

Feltparametere

Areal (A)	45.2	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	2.1	%
Elvleengde (E_L)	15.3	km
Elvegradient (E_G)	7	m/km
Elvegradent $_{1085}$ ($E_{G,1085}$)	5.5	m/km
Helning	5.8	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.2	km^{-1}
Feltlengde (F_L)	11.1	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	3.9	%
Myr (A_{MYR})	5.2	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	85.6	%
Sjø (A_{SJO})	4.5	%
Snaufjell (A_{SF})	0	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	0.8	%

Hypsografisk kurve

Høyde $_{MIN}$	133	m
Høyde $_{10}$	205	m
Høyde $_{20}$	214	m
Høyde $_{30}$	239	m
Høyde $_{40}$	250	m
Høyde $_{50}$	257	m
Høyde $_{60}$	279	m
Høyde $_{70}$	294	m
Høyde $_{80}$	307	m
Høyde $_{90}$	327	m
Høyde $_{MAX}$	367	m

Klima- /hydrologiske parametere (1991-2020)

Årlig middelavrenning (Q_N)	13.9	l/s*km²
Arlig middelavrenning	437	mm
Usikkerhet middelavrenning	12.9	%
Nedbør juni - august	258	mm
Nedbør desember - februar	192	mm
Årstemperatur	3.0	°C
Sommertemperatur	13.8	°C
Vintertemperatur	-4.7	°C

Norconsult

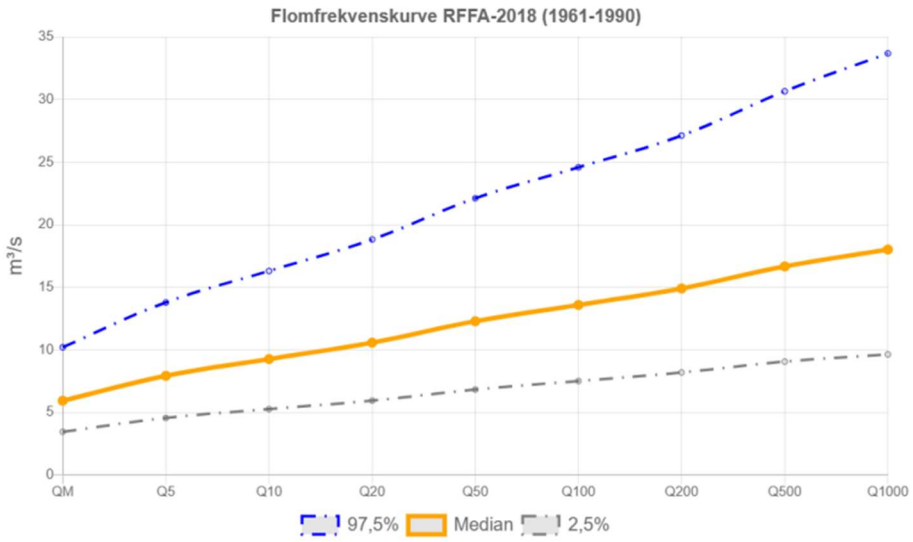
Regional flomberegning 1961 - 1990

Vassdragsnr.:	**313.B1DA**
Kommune.:	**Eidskog**
Fylke.:	**Innlandet**
Vassdrag.:	**Øyungså**
Nedbørfeltareal:	**45.2 km²**

Flomestimater er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km2, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se www.klimaservicesenter.no).

Formelverket er basert på data fra avrenningskart 1961-1990. Vi anbefaler derfor ikke å bruke data fra avrenningskart 1991-2020 ved beregning av flomverdier. Nytt formelverk basert på 1991-2020-dataene er under utarbeiding.



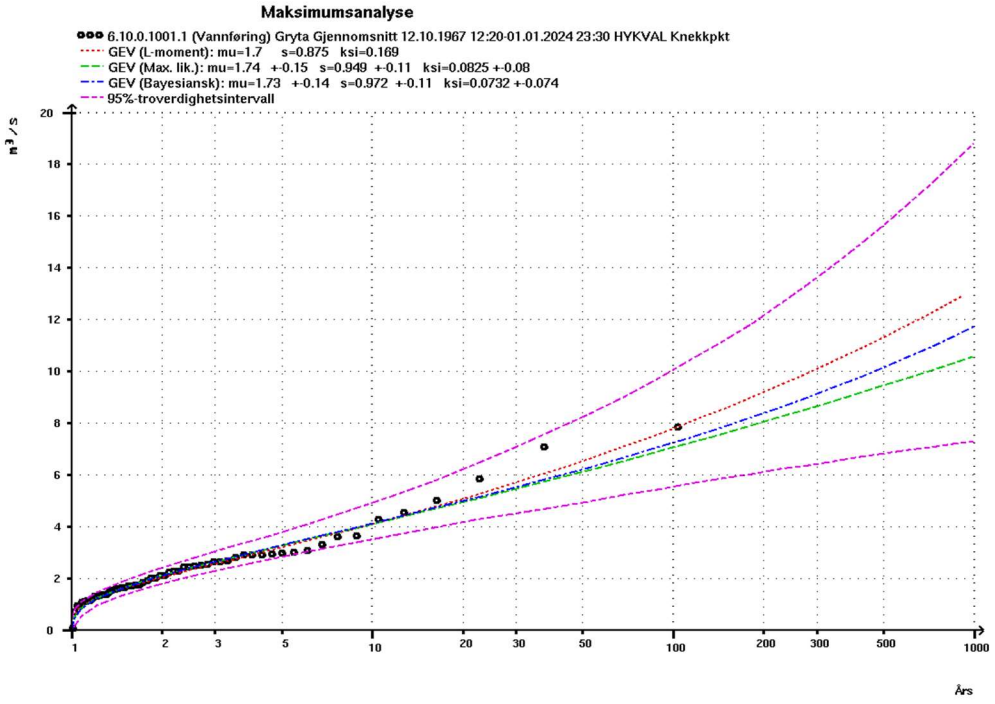
RFFA-2018		
Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	131	l/s*km²
Klimapåslag	0	%
Kulminasjonsfaktor	1.08	-
NIFS-2015		
Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	177	l/s*km²
Klimapåslag	40	%
Annet		
Tilløpsflom	Nei	-

RFFA-2018 (døgnmiddel)	Q_M	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{50}	Q_{100}	Q_{200}	Q_{500}	Q_{1000}	$Q_{200\text{-}klima}$
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.34	1.56	1.78	2.07	2.29	2.51	2.81	3.04	-
Flomverdier, m³/s	5.9	7.9	9.3	10.6	12.3	13.6	14.9	16.7	18.0	14.9
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	10.2	13.8	16.3	18.8	22.1	24.6	27.1	30.7	33.7	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	3.4	4.6	5.3	5.9	6.8	7.5	8.2	9.1	9.6	-
NIFS (kulminasjon)										
Flomfrekvensfaktor (Q_T / Q_M)	1	1.27	1.53	1.81	2.23	2.60	3.03	3.70	4.29	-
Flomverdier, m³/s	8.0	10.2	12.3	14.5	17.9	20.9	24.3	29.6	34.4	34.0
Flom usikkerhet (97,5%), m³/s	14.2	18.5	22.7	27.4	34.9	41.7	48.6	59.3	68.8	-
Flom usikkerhet (2,5%), m³/s	4.5	5.6	6.6	7.7	9.2	10.4	12.1	14.8	17.2	-

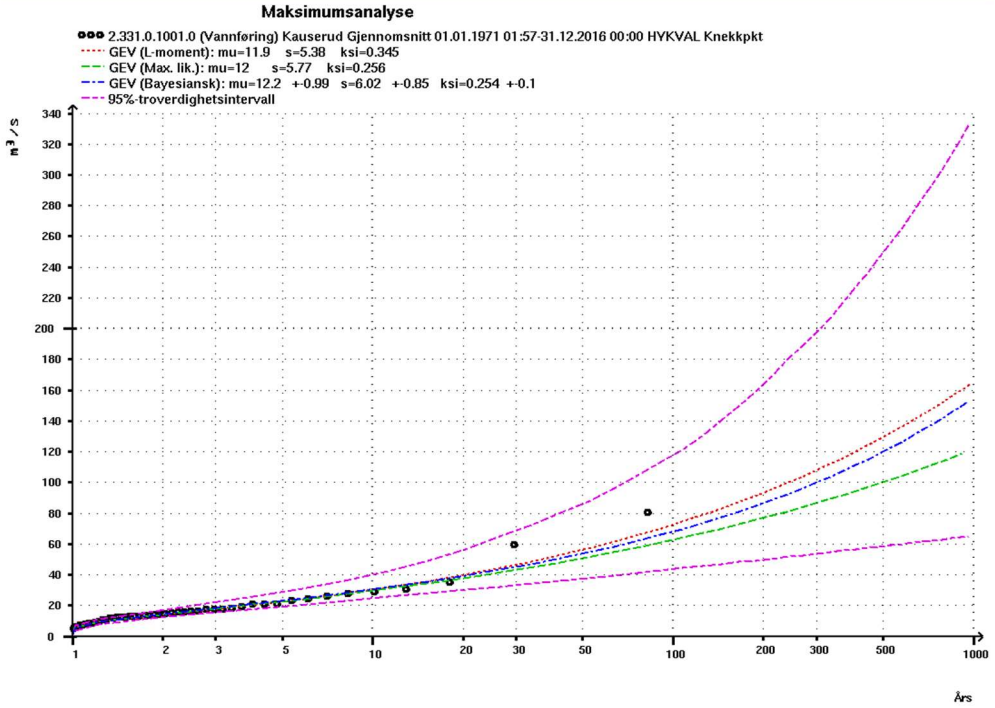
Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.

Vedlegg 3 – Frekvensplott

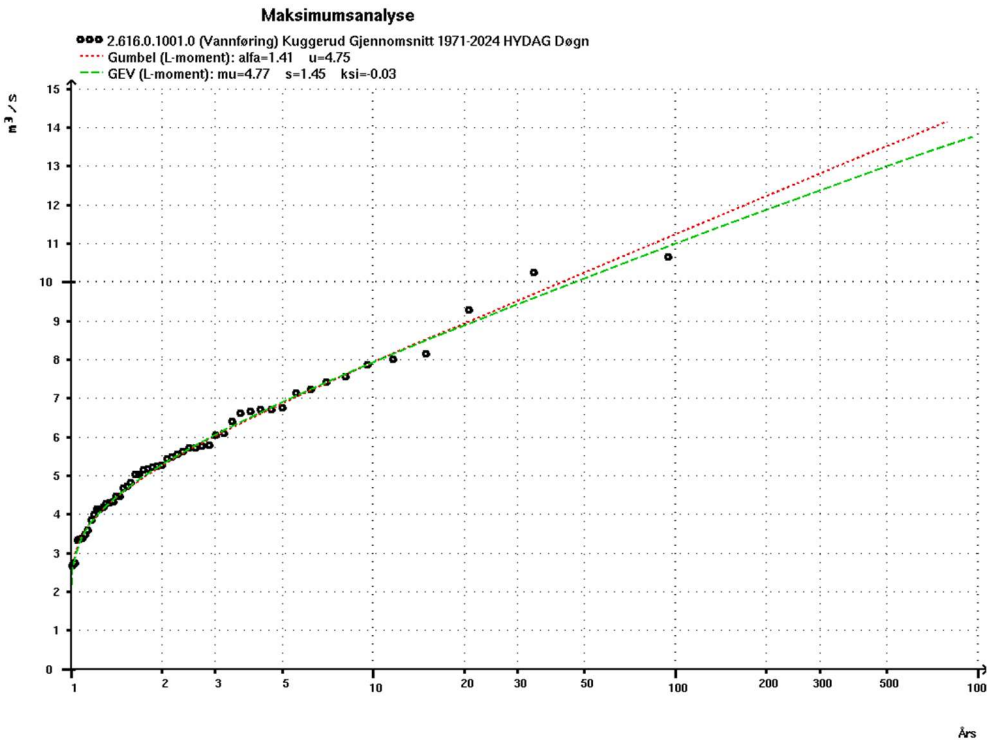
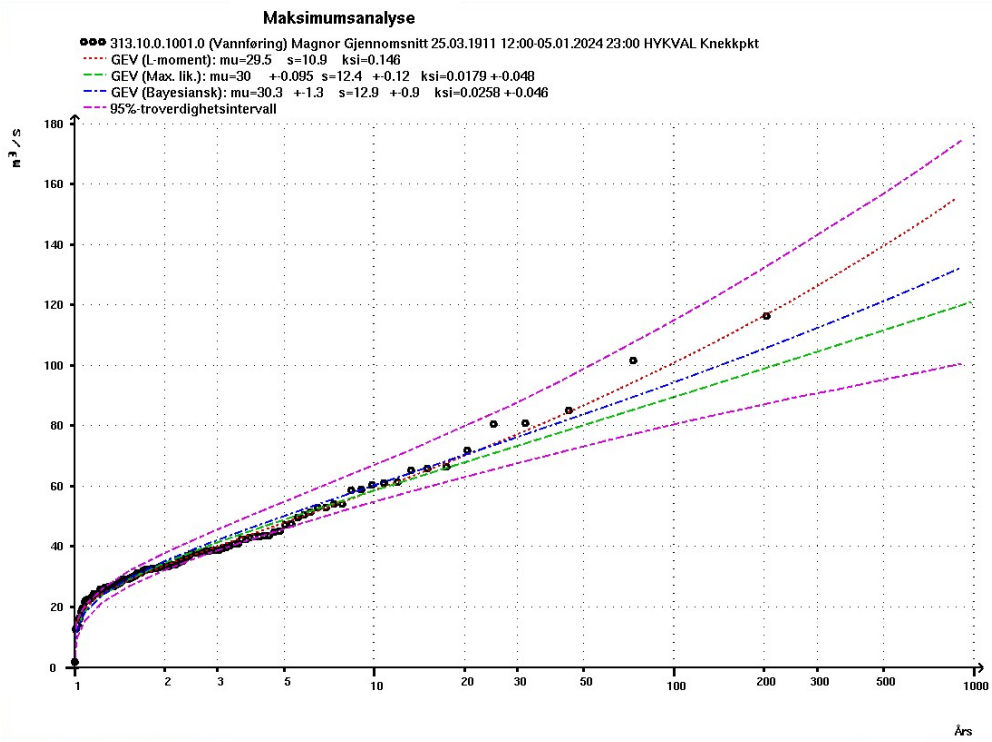
6.10.0 Gryta



2.331 Kauserud



2.616 Kuggerud



313.10 Magnor