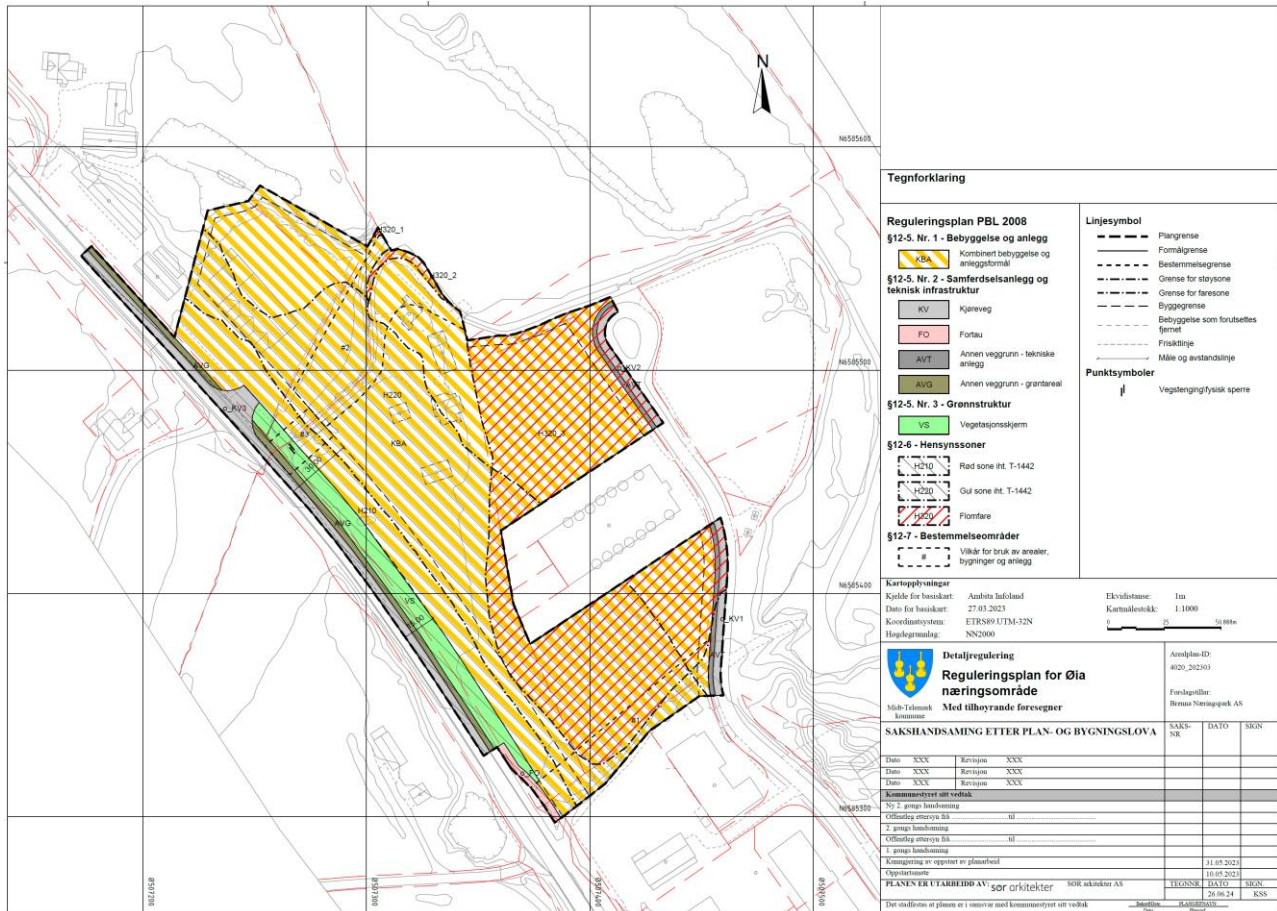


Flomutredning Åstjønnbekken

Hydrologirapport



Figur 1: Reguleringsplan for Øia næringsområde

Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av
00	23.01.2026	Utarbeidelse av dokumentet	Jan Willem van Dokkum (Kapitel 2)	Sajana Marahatta (Kapitel 2)
			Hedyeh Salamat (Kapitel 3)	Jan Willem van Dokkum (Kapitel 3)
			23.01.2026	23.01.2026

Sweco Norge AS

Prosjekt

Prosjektnummer

Kunde

Opprettet av

Dato opprettet

Rev

Dokumentreferanse

Organisasjonsnr. 967032271

Åstjønnbekken

10250779

Brenna Næringspark AS

Jan Willem van Dokkum

23.01.2026

0

\\Nokrsfs003\oppdrag\32713\10250779\000\06 Dokumenter\03 Rapporter og Notater\Flomutredning
Åstjønnbekken.docx

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Flomberegning.....	5
2.1	Dimensjonerende vannføring	5
2.2	Nedbørsfeltegenskaper og beregningsmetodikk	5
2.3	RFFA-NIFS.....	6
2.4	Flomfrekvensanalyse (FFA)	6
2.5	Den rasjonelle metoden	7
2.6	Sammenligning av erfaringstall	8
2.7	Klimapåslag.....	8
2.8	Usikkerhetspåslag	9
2.9	Konklusjon flomberegning.....	10
3	Vannlinjeberegning.....	11
3.1	Hydraulisk modell.....	11
3.1.1	Terrengmodell.....	11
3.1.2	Grensebetingelser, celledørrelser og beregningsmetode.....	11
3.1.3	Kulverter i området	12
3.1.4	Ruhet	14
3.1.5	Resultater.....	14
3.2	Konklusjon vannlinjeberegning	17
4	Referanser.....	17
	Vedlegg 1: RFFA-NIFS.....	18
	Vedlegg 2: Hydra II	19
	Vedlegg 3: Konsentrasjonstid og IVF kurve	22

Sweco Norge AS

Prosjekt

Prosjektnummer

Kunde

Opprettet av

Dato opprettet

Rev

Dokumentreferanse

Organisasjonsnr. 967032271

Åstjønnbekken

10250779

Brenna Næringspark AS

Jan Willem van Dokkum

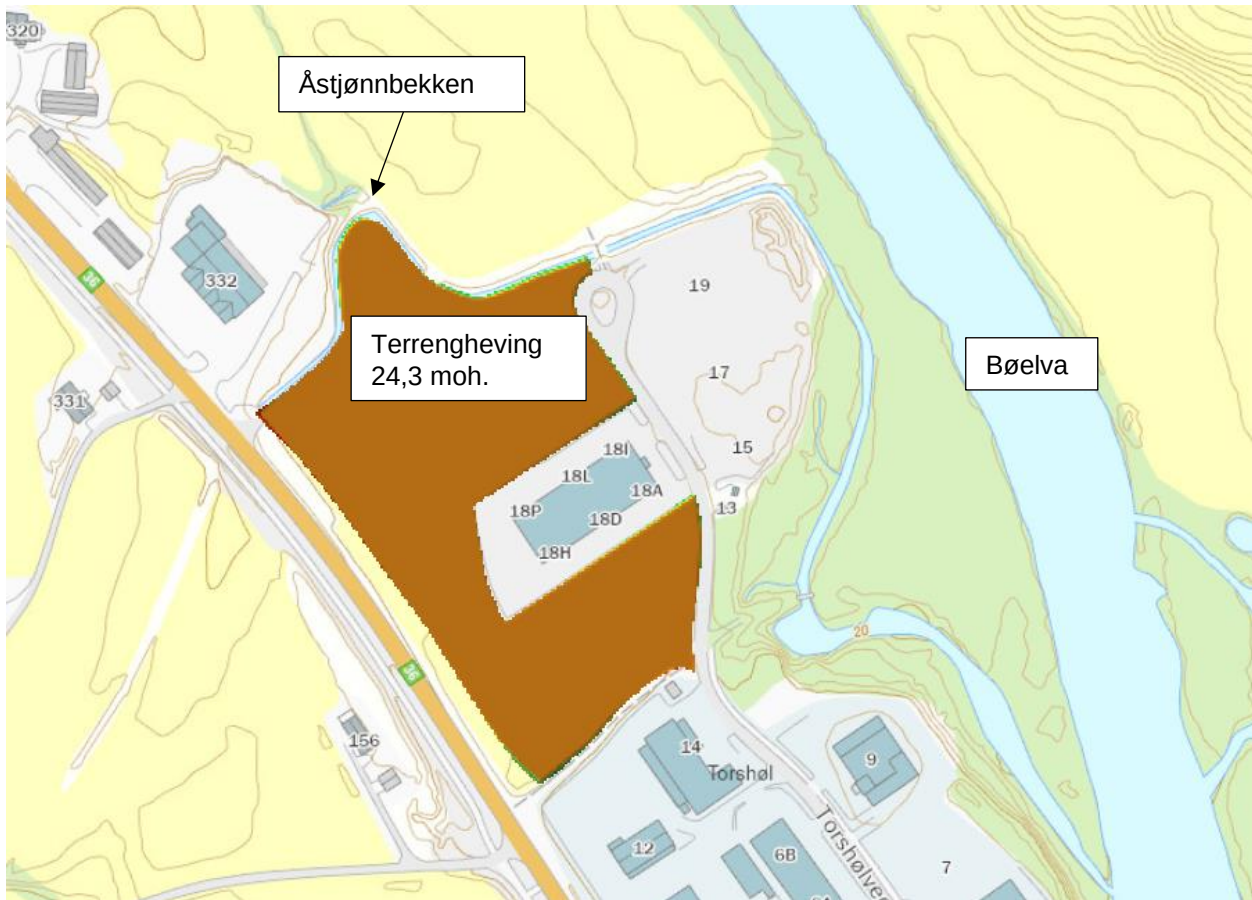
23.01.2026

0

\\Nokrsfs003\oppdrag\32713\10250779\000\06 Dokumenter\03 Rapporter og Notater\Flomutredning
Åstjønnbekken.docx

1 Innledning

Planutkastet for Brenna/Øia næringsområde har mottatt innsigelse fra NVE på grunn av manglende flomutredning. NVE stiller krav om at det utarbeides en utredning som beskriver hvordan planlagt oppfylling av næringsarealet vil påvirke omkringliggende områder ved flom i Bøelva. Videre kreves det en flomutredning av Åstjønnbekken som renner gjennom planområdet, samt en vurdering av samvirket mellom flom i Bøelva og Åstjønnbekken. Planlagt terrengheving, Åstjønnbekken og Bøelva er vist i figur 2.



Figur 2: Oversiktsbilde med planlagt terrengheving, Åstjønnbekken og Bøelva.

Rambøll har gjennomført flomutredningen for Bøelva. Beregninger av flomvannlinjer for 200-årsflom med klimapåslag viser ingen eller neglisjerbare endringer i vannstand før og etter tiltaket (Kilde: e-post fra Sør arkitekter, 25.11.2025)

Sweco er engasjert av Brenna Næringspark AS for å utrede flomfare knyttet til Åstjønnbekken.

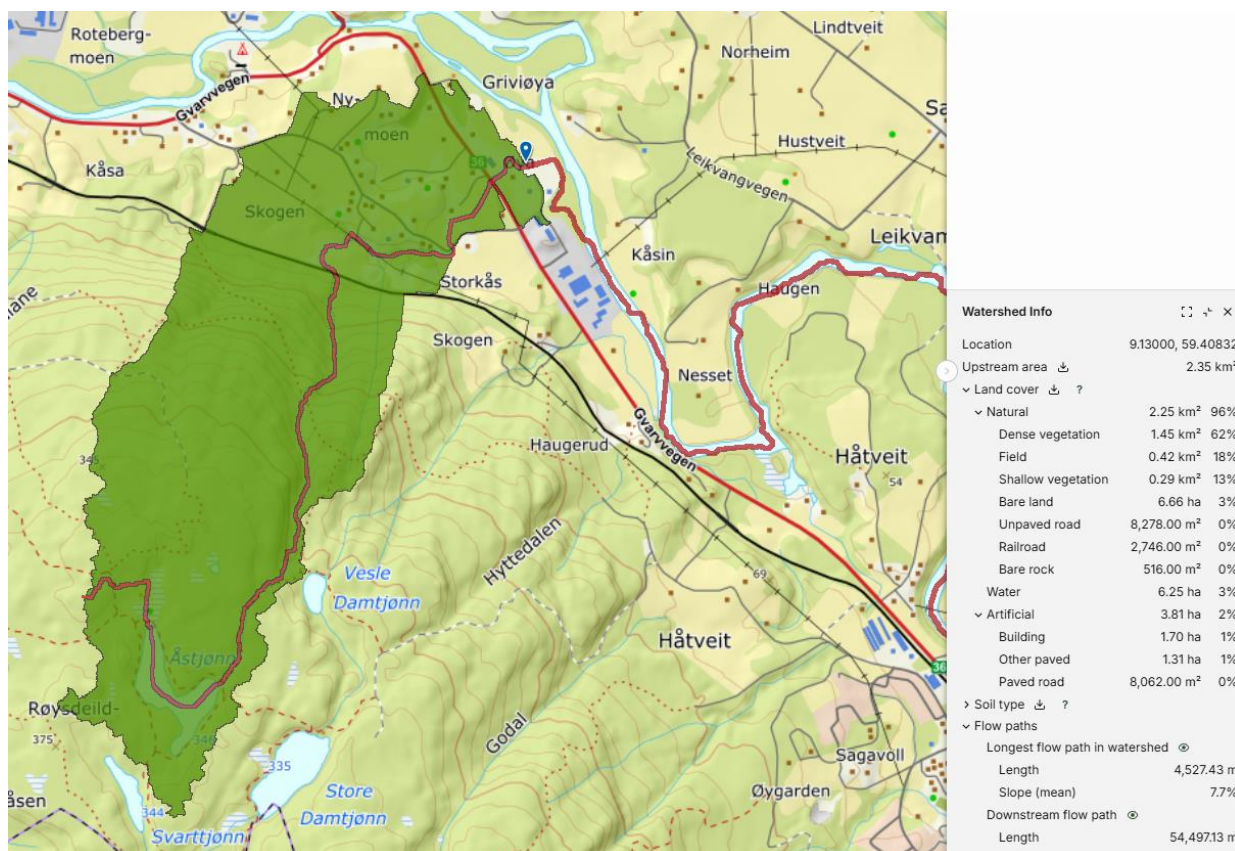
2 Flomberegning

2.1 Dimensjonerende vannføring

Brenna /Øia næringsområde er klassifisert i sikkerhetsklasse F2 i henhold til TEK17 §7-2 *Sikkerhet mot flom og stormflo* (Direktoratet for byggkvalitet, 2023). Sikkerhetsklasser F2 omfatter byggverk med personsopphold, og byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot en 200-årsflom.

2.2 Nedbørsfeltegenskaper og beregningsmetodikk

Åstjønnbekken renner inn i næringsområdet. Nedbørsfelt er vist i figur 3, og nedbørsfeltparameter er presentert i tabell 1. Nedbørsfeltet består i hovedsak av naturlig terreng.



Figur 3: Nedbørsfelt innløp av bekken og næringsområdet. Kilde: Scalgo

Tabell 1: Feltparametere nedbørsfelt næringsområdet. Kilde: Scalgo

Nedbørsfelt	Areal	ASE	Helning	Høyde maks	Høyde min	Skog/vegetasjon	Dyrket mark og gress	Urban/ fjell	Normalavrenning (Q _n)
	(km²)	(%)	(%)	(Moh.)	(Moh.)	(%)	(%)	(%)	(l/s/km²)
Åstjønnbekken	2,35	0,4	7,7	370	23	75	21	2	18*

*Normalavrenning fra målestasjon 16.154 Brusetbekken.

For beregning av kulminasjonsflom gis anbefalinger basert på tilgjengelig lengde av lokale data og størrelsen på nedbørsfeltet. Det finnes ingen målestasjoner i nedbørsfeltet. Flomberegningsmetodene

som er brukt er RFFA-NIFS, den rasjonelle metode og en flomfrekvensanalyse (FFA) basert på målestasjoner i nærliggende områder.

2.3 RFFA-NIFS

Formelverket RFFA-NIFS er utarbeidet for å estimere kulminasjonsflomverdier i små uregulerte nedbørfelt (areal < ca. 60 km²) og inkluderer ligninger for å beregne middelflommen og vekstkurven.

RFFA-NIFS-formelverket benytter tre parametere: nedbørsfeltareal, normalavrenning, og effektiv sjøprosent. Blant disse er det normalavrenningen som har størst usikkerhet (NVE, 2025). En vurdering av normalavrenning er utført for målestasjoner med utvalgte feltegenskaper i området rundt nedbørsfeltet til Åstjønnbekken. Disse målestasjonene er valgt på grunn av sammenlignbare feltparametere med nedbørsfeltet til Åstjønnbekken.

Tabell 2: Vurdering av normalavrenningen (Q_n) for målestasjoner i området rundt Åstjønnbekken.

Feltnavn	Q _n avrenningskart (NEVINA, periode 1961 - 1990) (l/s/km²)	Q _n observasjoner (Hydra II, serie statistikk – døgndata - mean) (l/s/km²)
16.154 Brusetbekken	9,3	18,4 (periode 1988 – 2024)
16.193 Hørte	15,6	35,1 (periode 1986 – 2024)
16.194 Kilen	15,7	20,2 (periode 1991 – 2024)
Åstjønnbekken	9,3	-



For alle nedbørsfeltene er det betydelig avvik mellom normalavrenningen fra avrenningskartet og observasjoner, der avrenningskartet muligens gir for verdier. For nedbørsfeltet til Åstjønnbekken er det derfor valgt å benytte en normalavrenning på 18 l/s/km², basert på observerte data fra Brusetbekken. Brusetbekken har nedbørsfeltegenskaper som i størst grad samsvarer med nedbørsfeltet til Åstjønnbekken (se tabell 3).

Resultatene fra RFFA-NIFS-beregningen er vist i vedlegg 1. Resultatet ved en 200-årsflom, uten klimapåslag og sikkerhetspåslag, er beregnet til 1280 l/s/km².

2.4 Flomfrekvensanalyse (FFA)

Tabell 3 gir en oversikt over hydrologiske målestasjoner med utvalgte feltegenskaper i området rundt nedbørsfeltet til Åstjønnbekken.

Tabell 3: Hydrologiske målestasjoner med utvalgte feltegenskaper i området rundt nedbørsfeltet til Åstjønnbekken.

Feltnavn	Areal (km²)	A _{se} (%)	Helning (%)	Høyde min – maks (moh.)	Dyrket mark (%)	Skog (%)	Snaufjell (%)	Normalavrenning (l/s/km²) Kilde: Hydra II, se tabell 2.
Åstjønnbekken	2,35	0,4	10,6	20-370	17	70	0	18 (Basert på Brusetbekken)
16.154 Brusetbekken	7,7	0,4	9,3	69-308	4,8	90,4	0	18,4
16.193 Hørte	156,63	0,3	13,9	89-1200	0,8	78,7	12,9	35,1
16.194 Kilen	118,1	0,9	15,7	117-1073	0,5	81,2	8,3	20,2

Det er utført flomfrekvensanalyser på tidsseriene ved bruk av programmet Hydra II fra NVE (se vedlegg 2). Beregningsmetode og vekstkurve følge NVE (2025)-anbefalingene. Beregningsmetode, vekstkurve og resultater fra flomfrekvensanalysene for en 200-årsflom (timesverdier) er vist tabell 4.

Tabell 4: Beregningsmetode, vekstkurve og spesifikke kulminasjonsverdier (timesverdier) – 200-årsflom for målestasjoner med utvalgte feltegenskaper.

Feltnavn	År med timesdata	Beregningsmetode	Vekstkurve	Kulminasjonsverdier 200-årsflom (l/s/km ²)
16.154 Brusetbekken	36	Full Lokal	Gumbel	1162
16.193 Hørte	38	Full lokal	Gumbel	1880
16.194 Kilen	33	Full lokal	Gumbel	822

Ekstremverdianalysene viser betydelige forskjeller i spesifikk flomstørrelse mellom de undersøkte nedbørsfeltene. Den spesifikke 200-årsflommen varierer fra 822 l/s/km² for Kilen til 1880 l/s/km² for Hørte.

Brusetbekken har nedbørsfeltegenskaper som i størst grad ligner nedbørsfeltet til Åstjønnbekken. Nedbørsfeltet har større areal, noe slakere helning og høyere andel skog, hvilket samlet gir lavere forventet avrenning. På bakgrunn av dette vurderes avrenningen fra Åstjønnbekken å være noe høyere enn for Brusetbekken.

Nedbørsfeltet til Hørte har vesentlig større areal, noe som gir lavere forventet avrenning. Samtidig er helningen brattere, andelen snaufjell høyere og normalavrenningen betydelig større, forhold som bidrar til høyere flomavrenning. Samlet sett vurderes avrenningen fra Åstjønnbekken å være lavere enn for Hørte.

Kilen har et betydelig større nedbørsfelt, samt høyere andel myr og skog, forhold som tilsier lavere forventet avrenning. Samtidig er felthelningen og andelen snaufjell høyere, noe som bidrar til økt avrenning. På denne bakgrunn vurderes avrenningen fra Åstjønnbekken å være høyere enn for Kilen.

Basert på den samlede sammenligningen vurderes en spesifikk 200-årsavrenning for nedbørsfeltet til Åstjønnbekken på om lag 1200 l/s/km² som et rimelig estimat.

2.5 Den rasjonelle metoden

Den rasjonelle metoden er basert på direkte sammenheng mellom nedbør og avrenning og gir et svært enkelt overslag av kulminasjonsvannføringen (NVE, 2025). Den rasjonelle metode er best tilpasset små nedbørsfelt med rask respons. Ved den rasjonelle metoden er avrenningen (Q) gitt ved:

$$Q = C \times i \times A$$

Hvor:

- C = avrenningsfaktor (-)
- i = dimensjonerende nedbørintensitet fra IVF-kurver (l/s/ha)
- A = feltareal (ha)

Konsentrasjonstiden

Konsentrasjonstiden (t_k) er tiden det tar for vannet å renne fra nedslagsfeltets ytterste punkt til utløpet og varierer avhengig av feltegenskapene. Konsentrasjonstiden brukes sammen med IVF-kurver for å finne dimensjonerende nedbørintensitet.

Det er utført en sammenligning med flere metoder for å beregne konsentrasjonstiden (se vedlegg 3), og endelig valgt verdi er satt til 150 minutter. IVF-verdier for nedbørintensitet er også vist i vedlegg 3.

Avrenningsfaktor

Avrenningsfaktorer (C) er et uttrykk for den totale nedbørsmengden i et nedbørsfelt som renner bort som overflatevann, og er avhengig av arealbruk. Arealbruk og helning er hentet fra Scalgo.

Avrenningsfaktor for nedbørsfeltet er beregnet i figur 4, midlere avrenningsfaktor er 0,28.

Overflatetype	Avrenningsfaktor, C	Andel av nedbørfelt, %	Q100-200 Vektet, C
Betong, asfalt, bart fjell og lignende	0.9	1	0.01
Bebyggelse (lite bebyggelse)	0.4	1	0.01
Åpne naturområder og dyrket mark	0.3	36	0.14
Skogsområder	0.15	62	0.12
C-verdi		100	0.28

Figur 4: Beregning av C-verdi.

Beregnet flomverdi

Flomverdien beregnet ved den rasjonelle metode er vist i tabell 5 og er 1542 l/s/km².

Tabell 5: Inngangsparametere og resultater fra den rasjonelle metode, kulminasjonsverdi.

Areal (km ²)	t _k (min)	I ₂₀₀ (l/s/ha)	C-verdi (-)	q ₂₀₀ (l/s/km ²)
2,35	150	55,4	0,28	1542

Sammenligning av metodene og valg av flomstørrelse

Tabell 6 gir en oversikt over benyttede metoder og tilhørende beregnet vannføring for 200-årsflom.

Tabell 6: Sammenligning av metodene.

Metode	q ₂₀₀ (l/s/km ²)
RFFA-NIFS	1280
FFA	1200
Den rasjonelle metode	1542

De beregnede flomverdiene fra RFFA-NIFS og FFA er omtrent like, mens den rasjonelle metoden gir en høyere flomverdi. Datakvaliteten for IVF-verdiene er klassifisert som 'svært usikker', og det velges derfor å legge mer vekt på RFFA-NIFS og FFA.

Det velges å benytte en endelig flomverdi på 2,9 m³/s (~1225 l/s/km²).

2.6 Sammenligning av erfaringstall

På Østlandet (Hedmark, Oppland, Akershus, Oslo, Buskerud og deler av Telemark), vassdragsnummer 1–16, varierer flomverdiene stort sett fra 500 til 1500 l/s/km², men noen flomverdier er helt opp i 2000–2500 l/s/km² og helt ned i 400 l/s/km². Det er relativt jevn geografisk spredning på flomverdiene, men de laveste verdiene finner en øst i området og/eller i større felt med høy selvreguleringssevne. (NVE, 2025)

Basert på overstående vurderes en valgt flomverdi på 1225 l/s/km² som rimelig.

2.7 Klimapåslag

Den dimensjonerende vannføringen inkluderer en sikkerhetsfaktor for framtidige klimaendringer. Nedbørsfeltet til næringsområdet er mindre enn 10 km². For slike små nedbørsfelt anbefaler NVE (2025) at det benyttes en sikkerhetsfaktor F_k på 1,4 i vannføring, uavhengig av nedbørsfeltets andre egenskaper.

2.8 Usikkerhetspåslag

Det vil alltid være usikkerhet knyttet til både flomberegninger og hydrauliske beregninger. Til praktisk bruk, for eksempel i forbindelse med arealplansaker og byggesaker, tar hensyn til dette ved å legge på en ekstra høyde på de beregnede vannstandene. (NVE, 2022)

Kvaliteten på flomberegningen og den hydrauliske modellen vurderes ved hjelp av en klassifisering av beregningene i henhold til en rekke kriterier. Den valgte klassen for henholdsvis flomberegning og hydraulisk beregning gir grunnlaget for valget av det prosentvise påslaget på vannføringen. (NVE, 2022)

Klassifiseringskriterier av hydraulisk modell er vist i figur 5. Modellen er ikke kalibrert, og modellen er plassert i klasse E.

Klasse	Klassifiseringskriterier
A	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mindre enn 10 cm.
B	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom eller større, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak mellom 10 og 30 cm.
C	Modellen er kalibrert for en vannføring som er mindre enn en 20-årsflom, og avviket mellom de beregnede og observerte vannstandene er i hovedsak inntil 30 cm.
D	Modellen er tilpasset mot en målt vannlinje, og følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er tilnærmet 30 cm eller lavere.
E	Følsomhetsanalysen viser at endringer i vannstanden er større enn 30 cm. Eventuelt er modellen ikke tilpasset mot en målt vannlinje.

Figur 5: Klassifisering av hydraulisk modell (NVE, 2022).

Klassifiseringskriterier av flomberegning er vist i figur 6. Det er målestasjoner nært vassdraget, men med store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området. Flomberegninger er derfor plassert i klasse 3: *Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.*

Klasse	Klassifiseringskriterier
1	Godt hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i vassdraget.
2	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, med observasjoner i eller nært vassdraget.
3	Brukbart hydrologisk datagrunnlag, men store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.
4	Begrenset hydrologisk datagrunnlag.
5	Begrenset hydrologisk datagrunnlag og store gradienter i spesifikke flomstørrelser i området.

Figur 6: Klassifisering av flomberegningen (NVE, 2022).

Sikkerhetspåslag legges på alle flomvannstander som ligger til grunn for reguleringsplaner og byggesaker. Dette gjelder også flomvannstander der det er tatt hensyn til forventede klimaendringer. Det vil si at det anbefalte sikkerhetspåslaget også skal legges på vannstander som inkluderer klimapåslag. (NVE, 2022)

Prosentvist påslag er bestemt ved bruk av figur 7 og er basert på en kombinasjon av klassifiseringene av hydraulisk modell og flomberegninger. Prosentvist påslag med flomberegning i klasse 3 og hydraulisk modell i klasse E er 50 %.

Klassifisering av hydraulisk modell, tabell 10-1	Klasse E	40 %	45 %	50 %	60 %
	Klasse D	20 %	30 %	40 %	50 %
	Klasse C	15 %	20 %	30 %	40 %
	Klasse B	10 %	15 %	20 %	30 %
	Klasse A	5 %	10 %	15 %	25 %
		Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4 og 5

Klassifisering av flomberegning, tabell 10-2

Figur 7: Prosentvis påslag på vannføringen (NVE, 2022).

2.9 Konklusjon flomberegning

Dimensjonerende flom (Q_{dim_200}) til hele nedbørsfeltet for Åstjønnebekken er beregnet til 6,0 m³/s, som vist i tabell 7.

Tabell 7: Beregning av dimensjonerende flom.

Q_{200} (m ³ /s)	F_k (-)	F_u (-)	Q_{dim_200} (m ³ /s)
2,9	1,4	1,5	6,0

3 Vannlinjeberegning

Det er gjennomført vannlinjeberegninger for å kartlegge flomutsatte arealer innenfor planområdet og vurdere konsekvenser av eksisterende og planlagt terreng ved en dimensjonerende flomsituasjon.

3.1 Hydraulisk modell

Vannlinjeberegningene er utført med en 2D- hydraulisk modell i HEC-RAS versjon 6.6. Modellen er etablert for å simulere flomforløp, vannstander og oversvømmelsesutbredelse i bekkeløpet og tilgrensende arealer. Inngangsdataene i HEC-RAS er terrengmodell, øvre og nedre grensebetingelser, eksisterende kulverter og ruhet (Mannings n).

3.1.1 Terrengmodell

Terrengmodellen er basert på laserskannede høydedata fra Øst-Telemark 10 pkt Sør (2023), tilgjengelig via hoydedata.no. Dataene er levert i koordinatsystem EUREF89 UTM sone 32 og høydesystem NN2000, med en oppløsning på 0,25 m. Planlagt uthevet terreng innenfor næringsområdet (24,3 moh.) er inkludert i modellen for å vurdere effekten av terrengtiltak på flomutbredelsen. Lokalt (fra fylkesveien og fram til den første svingen) ligger bekken ca. 0,2 meter lavere enn høydedataene viser. Det har skjedd en endring etter at høydemålingene ble gjennomført. Bekken er justert i modellen i henhold til verdier målt i felt under befarng.

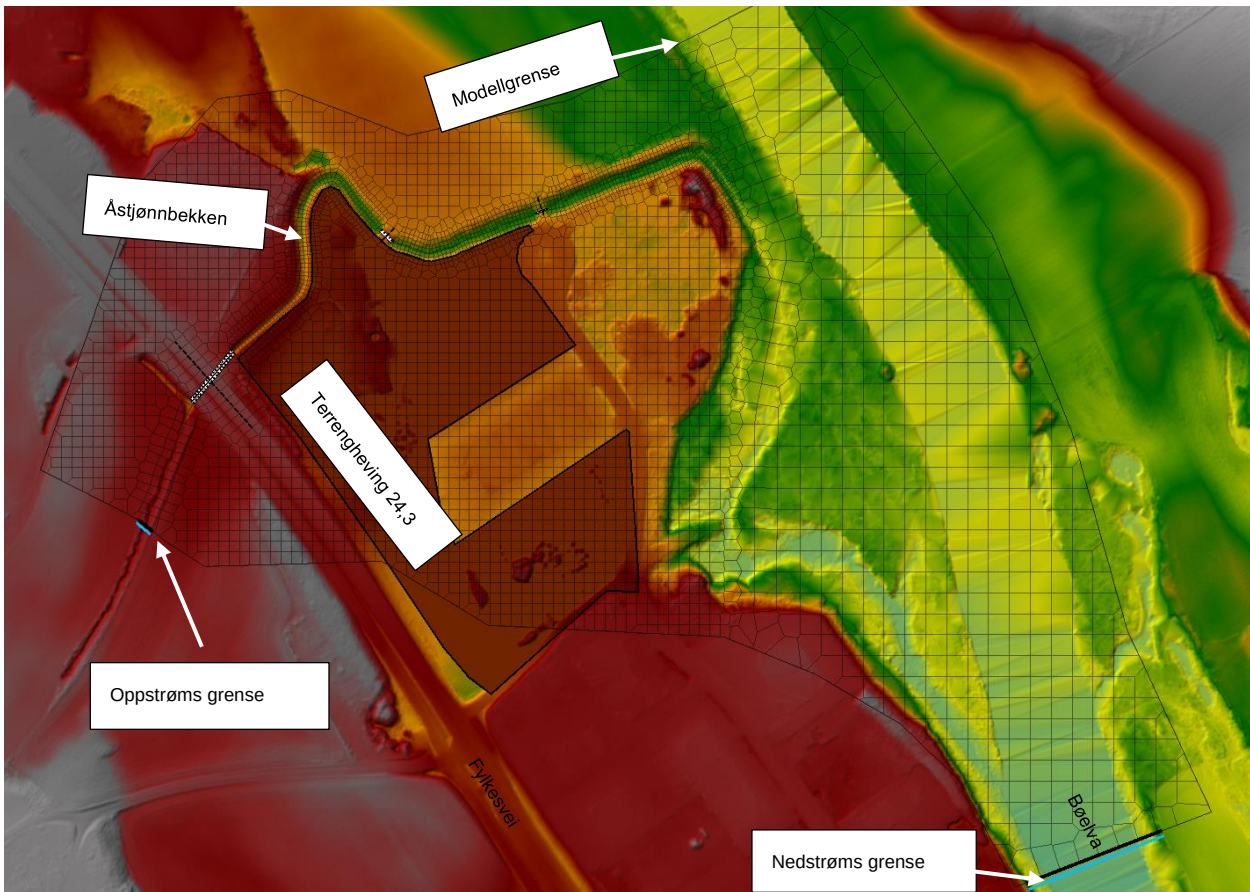
3.1.2 Grensebetingelser, celledørrelser og beregningsmetode

Plassering av modellens beregningsområde, celledørrelser og hydrauliske grensebetingelser er vist i figur 8. Som oppstrøms grensebetingelse er dimensjonerende flomvannføring (6 m³) benyttet. Nedstrøms grensebetingelse er satt til beregnet 200-års flomvannstand i Bøelva på kote 23,8 moh, i tråd med NVE rapport (2018).

I tillegg er det utført simuleringer for både eksisterende og planlagt terreng med nedstrøms grensebetingelse satt til normalvannstand i Bøelva. Dette er gjort for å analysere endringer i flomutbredelse fra Åstjønnebekken som følge av terrenghevingen, uavhengig av flomvannstand i Bøelva.

Områdene ved bekkeløpet krever et fint rutenett i modellen for å fange lokale hydrauliske forhold. Generell celledørrelse i modellen er satt til 5 meter, mens celledørrelsen i og langs bekkeløpet er redusert til 2 meter.

Beregningene er utført med løsningsmetoden SWE-ELM (Shallow Water Equations – Eulerian-Lagrangian Method). Tidsskritt er automatisk justert basert på Courant-tallet, med verdier i intervallet 0,45–1,0.



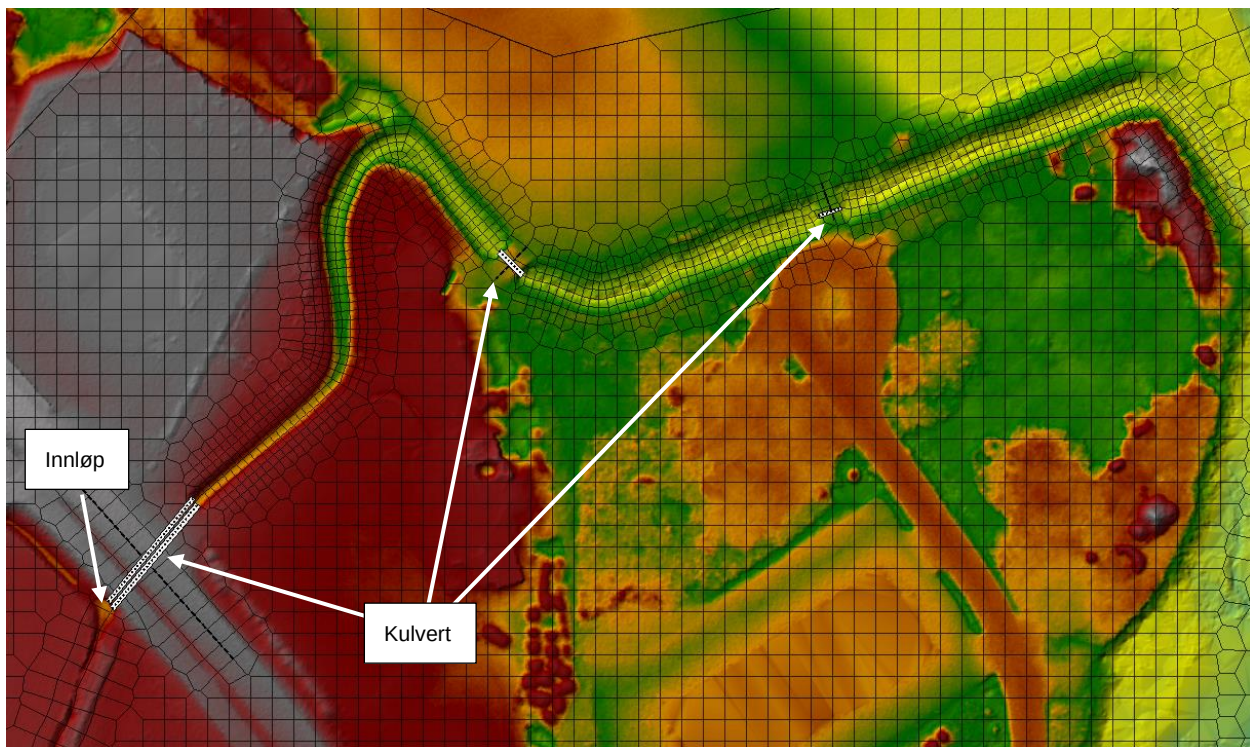
Figur 8: Oppbygning av modell i HEC-RAS. Terrengmodell, cellestørrelse (grid) og grensebetingelser.

3.1.3 Kulverter i området

Bekken har utløp til Bøelva ved Torshøllevegen 5. Mellom fylkesveien og utløpet finnes det tre kulverter som inngår i modelleringen:

- **Kulvert 1** ligger under fylkesveien og består av to parallelle betongrør med innvendig diameter på henholdsvis 1,2 meter og 1,4 meter.
- **Kulvert 2** er et betongrør lokalisert ved Gvarvvegen 334 og har en innvendig diameter på 1,55 meter.
- **Kulvert 3** består av et plastrør med innvendig diameter på 0,8 meter og ligger ca. 75 meter nedstrøms for kulvert 2.

Plassering av kulvertene er vist i Figur 9. Figur 10 viser kulvert 2 og 3 basert på befaring utført av Sweco 08.01.2026.



Figur 9: Omtrentlig trase kulverter i området.



Figur 10: Kulvert 2 og 3 Kilde: Bilde fra befaring av Sweco 08.01.2026.

Kulvertdimensjoner og parametere er vist i tabell 8.

Tabell 8: Kulvertdimensjoner og parametere i beregningen.

Parameter	Kulvert 1	Kulvert 2	Kulvert 3	Enhet
Type kulvert	Sirkulær betong (2 parallelt rør)	Sirkulær betongrør	Sirkulær plastrør	mm
Innvendig diameter	1400, 1200	1550	800	mm
Del tilstopping	0	500	500	mm
Ruhet betong (Manningsverdi)	0,012	0,012	0,012	-

Ca. kulvertlengde	33	10	8	meter
Ca. innløpshøyde (innvendig)	24	22	22	Moh.
Ca. utløpshøyde (innvendig)	23	22	22	Moh.
Innløpstap	0,5	0,5	0,5	-

3.1.4 Ruhet

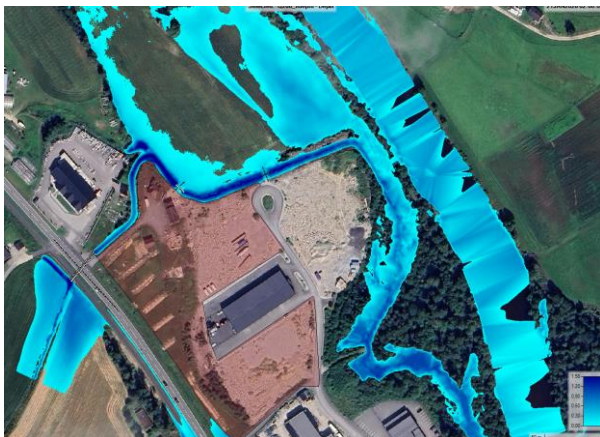
Manningskoeffisient (n-verdi) er benyttet for å fastsette ruheten i modellen. Det finnes ingen innmålinger av vannføring og vannstand, og modellen er derfor ikke kalibrert. Benyttet Manningskoeffisient er basert på Chow (1959). Verdiene vist i tabell 9 brukes i modellen.

Tabell 9: Mannings n for kanaler (Chow, 1959).

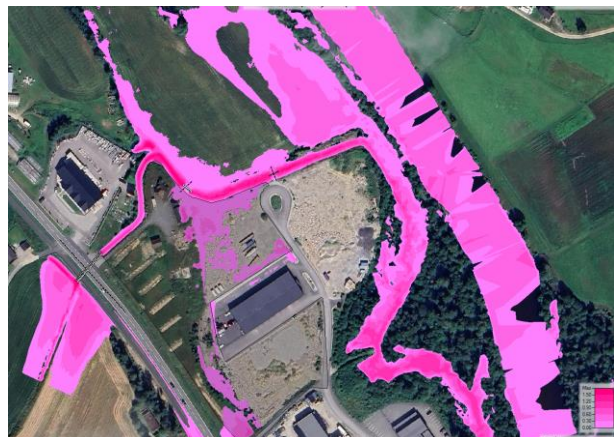
Type kanal og beskrivelse	Mannings n
Skog og bekkeløp i skogen	0,10
Bekkeløp med grus og stein og vegetasjon	0,035

3.1.5 Resultater

Oversvømmelsesutbredelse og tilhørende vanddybder for en 200-årsflom med 40 % klimapåslag og 50 % usikkerhetspåslag er vist figur 11, og figur 12.



Planlagt terreng (situasjon med heving)



Dagens terreng (situasjon uten heving)

Figur 11: Oversvømt område og vanddybde ved 200-årsflom med 40% klimapåslag og 50% usikkerhetspåslag i Åstjønnebekken i planområdet, med nedstrøms grensebetingelse satt til ``normalvannstand i Bøelva`` for dagens terreng og planlagt uthevet terreng.



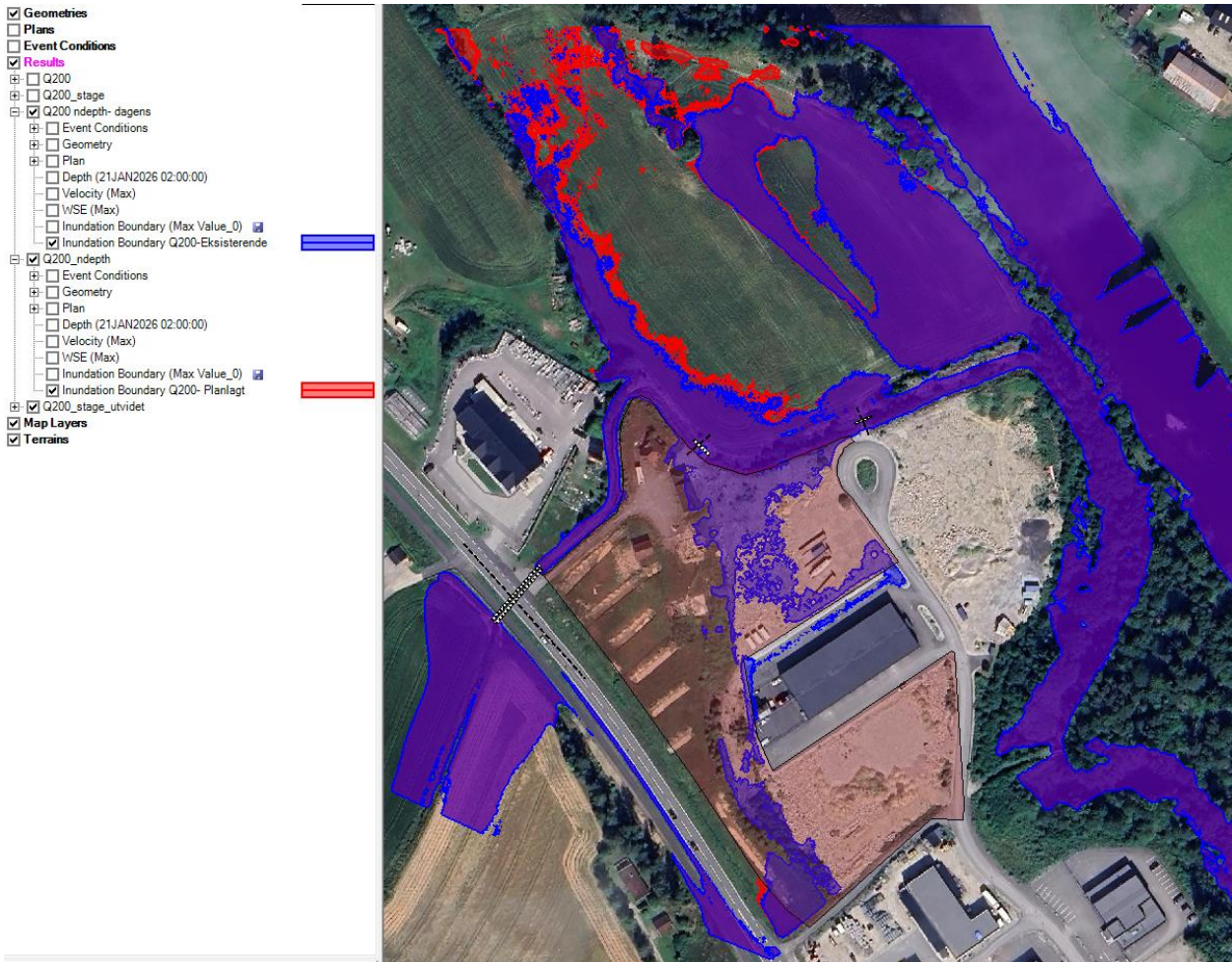
Figur 12: Oversvømt område og vanddybde i meter ved 200-årsflom med 40 % klimapåslag og 50 % usikkerhetspåslag i Åstjønnbekken i planområdet for planlagt uthevet terreng, med nedstrøms grensebetingelse satt til 200-årsflomvannstand i Bøelva (23,8 moh).

Simuleringene viser at bekkeløpet ved dimensjonerende flom vil renne utenfor sin ordinære bredde for dagens terreng og før terrenghevingen er gjennomført. Kapasitetsbegrensninger i kulvert 2 og 3 medfører at vann stuves opp og bre seg utover omkringliggende terreng. Etter at terrenget på sørsiden av bekken (planområdet) heves til planlagt nivå, vil flomvann ikke bre seg inn over næringsområdet.

3.1.5.1 Oversvømmelsesutbredelse

Oversvømmelsesutbredelse (*Inundation Boundary*) er beregnet i HEC-RAS basert på modellert vannoverflate og terrengmodell for dimensjonerende flom. Resultatene er beregnet for både eksisterende og planlagt terreng og er vist i Figur 13. Figuren viser at oversvømmelsesutbredelsen for dagens terreng (blått) berører deler av området, mens planlagt terrengheving (rødt) medfører at arealer avsatt til næringsformål ikke blir utsatt for oversvømmelse (se også Figur 11). Sammenhengende terrengheving på sørsiden av bekken bidrar til at oversvømmelsesutbredelsen i hovedsak begrenses til områder nord for Åstjønnbekken.

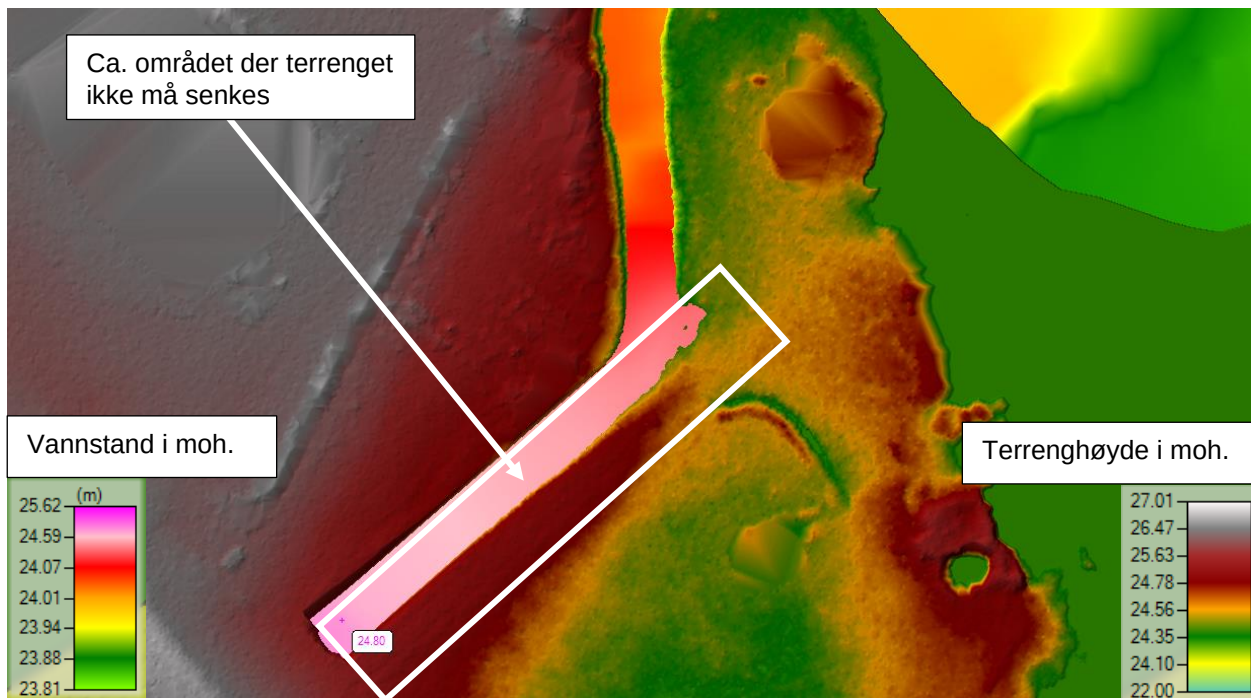
I begge situasjonene kan det forekomme oversvømmelse nord for bekken, og oversvømt areal kan øke noe som følge av terrenghevingen sør for bekken. De oversvømte områdene berører imidlertid ikke eksisterende bebyggelse, da arealene i hovedsak består av dyrket mark.



Figur 13: Oversvømmelsesutbredelsen ved 200-årsflom med 40 % klimapåslag og 50 % usikkerhetspåslag i Åstjønnbekken i planområdet, med nedstrøms grensebetingelse satt til ``normalvannstand i Bøelva`` for eksisterende terreng og planlagt terreng i et bilde.

3.1.5.2 Området ved siden av bekken som ikke må senkes

Eksisterende terreng ved siden av bekken, nedstrøms kulverten under fylkesveien og ned til den første svingen i bekken, er i dag høyere enn planlagt heving på 24,3 moh. og fungerer som en flomvoll. Vannstanden i bekkeløpet direkte nedstrøms kulverten er maksimalt 24,8 moh, noe som er høyere enn 24,3 moh. Figur 14 viser ca. området der terrenget ikke må senkes.



Figur 14: Området der terrenget ikke må senkes.

3.2 Konklusjon vannlinjeberegning

Resultatene fra vannlinjeberegningene viser at ved en dimensjonerende flom, definert som 200-årsflom med 40 % klimapåslag og 50 % usikkerhetspåslag, har kulvert 2 og 3 ikke tilstrekkelig kapasitet til å føre flomvannføringen. Kulvert 1 under fylkesvei har derimot tilstrekkelig kapasitet under de samme forutsetningene. Som følge av kapasitetsbegrensningene i kulvert 2 og 3 vil bekken gå over sine ordinære bredder, og flomvannet vil bre seg utover tilstøtende terreng i tråd med naturlige terrengformer og lokale fallforhold.

Planlagt terrengheving i næringsområdet, der dagens minimumskote på ca. kote 23,3 moh heves til kote 24,3 moh, vurderes som et tilstrekkelig flomforebyggende tiltak. Med denne terrenghevingen vil flomvann ikke bre seg inn over næringsområdet sør for bekken ved dimensjonerende flom.

Det er viktig å ikke senke dagens terreng direkte nedstrøms kulverten under fylkesveien til første sving i bekkeløpet, siden flomvannstanden kan være høyere enn 24,3 moh.

Flomvann vil fortsatt kunne forekomme nord for bekken, men dette vil ikke berøre eksisterende bebyggelse, da arealene i hovedsak består av dyrket mark. Effekt av hevingen på flomutsatt areal hos naboarealer er begrenset.

4 Referanser

Direktoratet for byggkvalitet, 2023. TEK17 § 7-2. Sikkerhet mot flom og stormflo, <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-2>

NVE, 2025. Veileder for flomberegninger. Nr. 1/2025.

NVE, 2022. Sikkerhet mot flom, Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak. Nr. 3/2022.

NVE, 2017. Flomsonekartlegging Bøelva utarbeidet av Rambøll 2017

Vedlegg 1: RFFA-NIFS

Areal [km ²]	qn [l/s*km ²]	MIDTILSIG	EFF_SjØ [%]
2.35	18	0.04	0.4

Verdi fra Brusetbekken

k	QM reg	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500	Q1000
-0.20	1.05	1.33	1.58	1.85	2.25	2.61	3.01	3.63	4.18
	0.53	0.66	0.79	0.92	1.13	1.30	1.50	1.81	2.09
	2.11	2.65	3.16	3.70	4.51	5.21	6.02	7.26	8.35

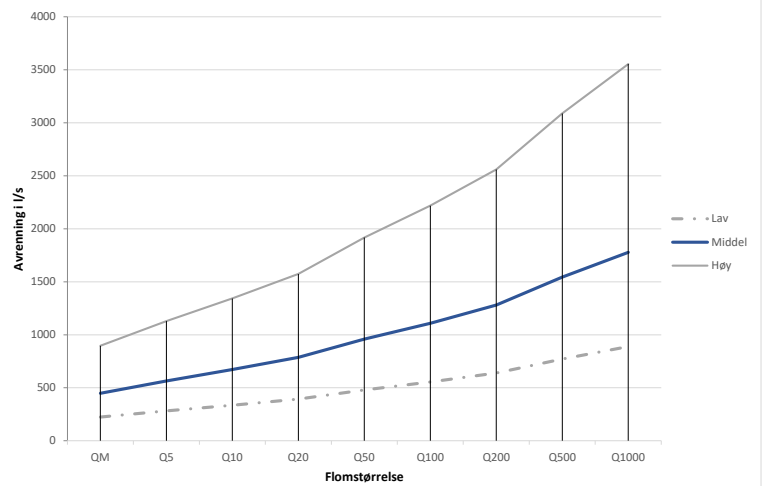
Flomvannføring i m³/s

	Lav	Middel	Høy
QM	0.53	1.05	2.11
Q5	0.66	1.33	2.65
Q10	0.79	1.58	3.16
Q20	0.92	1.85	3.70
Q50	1.13	2.25	4.51
Q100	1.30	2.61	5.21
Q200	1.50	3.01	6.02
Q500	1.81	3.63	7.26
Q1000	2.09	4.18	8.35

T-årsflom	
T	200 år
Q(T)=	3.0 m ³ /s

Estimat	Middelflom		Q ₂₀ / Q _M	Q ₂₀₀ / Q _M	Q ₁₀₀₀ / Q _M	Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Q ₁₀₀₀ [m ³ /s]
	Q _M [m ³ /s]	q _M [l/s*km ²]						
Lav (95%)	0.5	224	1.76	2.86	3.97	0.9	1.5	2.1
Middel	1.1	448	1.76	2.86	3.97	1.8	3.0	4.2
Høy (95%)	2.1	896	1.76	2.86	3.97	3.7	6.0	8.4

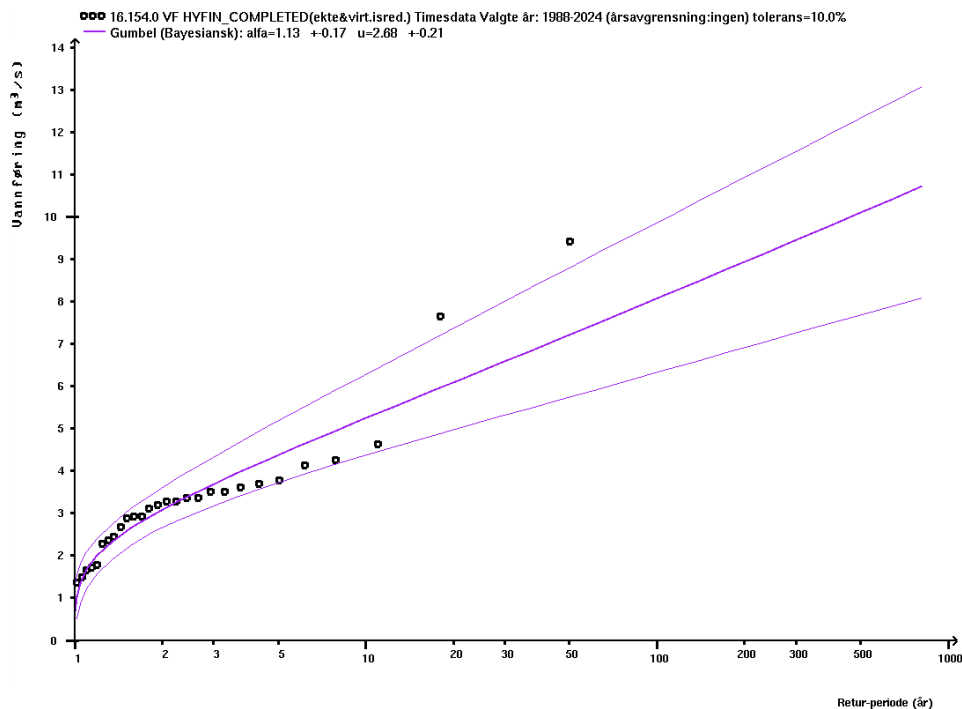
Spesifikk avrenning



Spesifikk avrenning				
	Lav	Median	Høy	Qt/Qm
QM	224	448	896	
Q5	282	565	1129	1.26
Q10	336	672	1343	1.50
Q20	393	787	1573	1.76
Q50	479	959	1917	2.14
Q100	554	1109	2218	2.48
Q200	640	1280	2560	2.86
Q500	772	1544	3088	3.45
Q1000	889	1777	3554	3.97

Vedlegg 2: Hydra II

Brusetbekken



16.154,0 VF HYFIN_COMPLETED(ekte&virt.isred.) Timesdata Valgte år: 1988-2024 (årsavgrensning:ingen) tolerans=10.0%

Gjennomsnittelig maksimalverdi (middelfløy) : 3.36482

Median maksimalverdi (indeksfløy for døgndata) : 3.23018

Gumbel (Bayesiansk): $f(x)=(1/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)$ $\alpha=1.13 \quad +0.18 \quad u=2.69 \quad +0.22$

Maksimums-kvantiler:

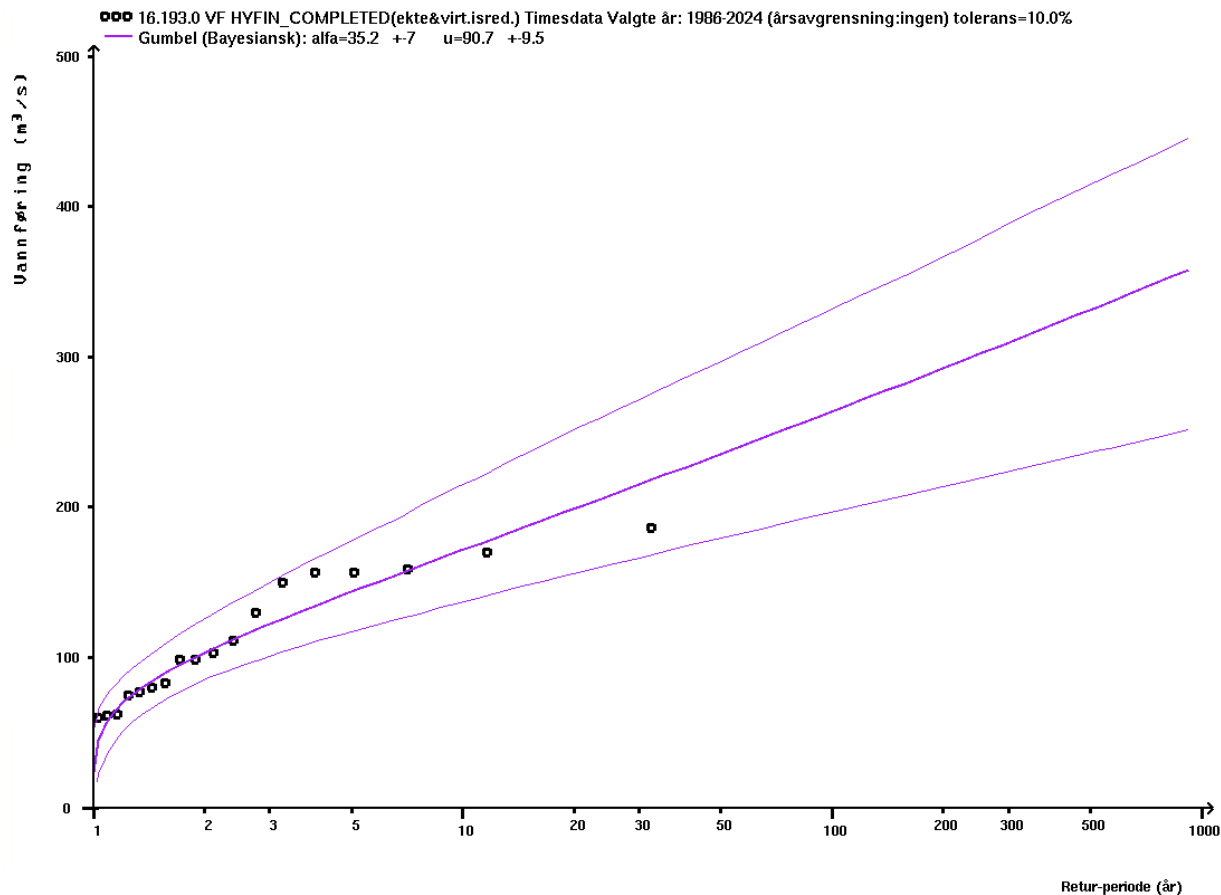
Gjentaks- intervall (år)	Måle- verdier	Relative måle- verdier	Nedre estimat	Øvre estimat
2	3.09	0.919	2.66	3.62
5	4.38	1.303	3.74	5.31
10	5.25	1.560	4.39	6.46
20	6.11	1.816	5.05	7.58
50	7.23	2.150	5.82	8.95
100	8.09	2.405	6.43	9.99
200	8.97	2.666	7.04	11.02
500	10.14	3.013	7.83	12.48
1000	11.04	3.280	8.43	13.59

Relativ måle verdi = fløyverdi / middelfløy.

Nedre/øvre estimat angir grensene for å posteriori 95% troverdighetsintervall

Usikkerheten i parameterestimer er her angitt med '+/-' standardavvik (stdev). Under normal-fordelings-
antagelser for å posteriori-fordelingen til hver parameter, betyr det at et 95% troverdighetsintervall kan lages med
estimat $\pm$ 1.96*stdev som grenser.

Hørte



16.193,0 VF HYFIN_COMPLETED(ekte&virt.isred.) Timesdata Valgte år: 1986-2024 (årsavgrensning:ingen) tolerans=10.0%

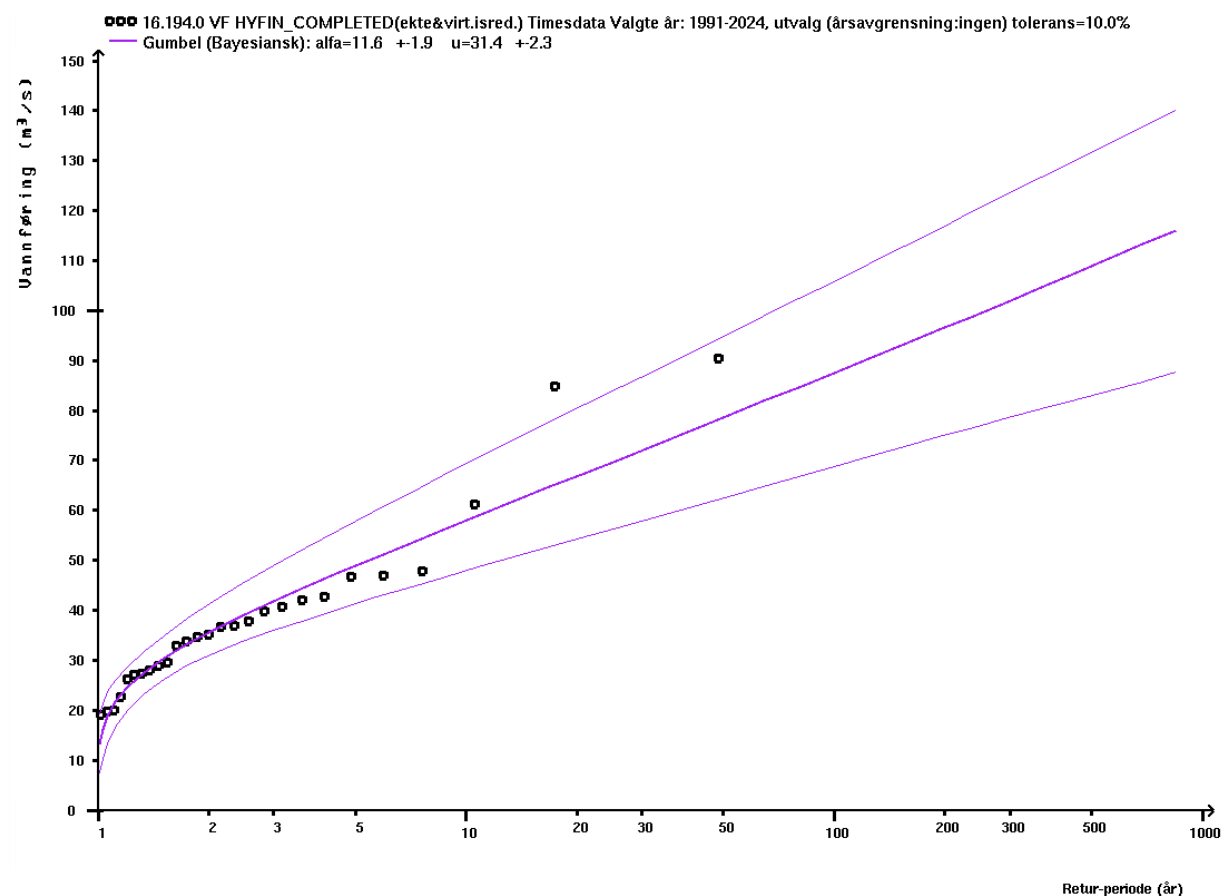
Gjennomsnittelig maksimalverdi (middelflow) : 111,967
Median maksimalverdi (indeksflow for døgndata) : 100,65

Gumbel (Bayesiansk): $f(x)=(1/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)$ $\alpha=35,3 \pm 7,1$ $u=91,7 \pm 8,9$
Maksimums-kvantiler:

Gjentaks- intervall (år)	Måle- verdier	Relative måle- verdier	Nedre estimat	Øvre estimat
2	104,17	0,930	87,84	126,06
5	144,79	1,293	120,17	180,14
10	172,66	1,542	139,87	217,30
20	200,13	1,787	157,51	252,58
50	236,80	2,115	180,57	300,40
100	265,29	2,369	197,66	336,32
200	294,44	2,630	215,54	374,09
500	334,26	2,985	239,05	424,14
1000	365,51	3,264	256,03	460,16

Relativ måleverdi = flowverdi / middelflow.
Nedre/øvre estimat angir grensene for å posteriori 95% troverdighetsintervall
Usikkerheten i parameterestimater er her angitt med '+/-' standardavvik (stdev). Under normal-fordelings-
antagelser for å posteriori-fordelingen til hver parameter, betyr det at et 95% troverdighetsintervall kan lages med
estimat $\pm 1.96 \cdot \text{stdev}$ som grenser.

Kilen



16.194.0 VF HYFIN_COMPLETED(ekte&virt.isred.) Timesdata Valgte år: 1991-2024, utvalg (årsavgrensning:ingen) tolerans=10.0%

Gjennomsnittelig maksimalverdi (middelflow) : 38.4663
Median maksimalverdi (indeksflow for døgndata) : 35.1729

Gumbel (Bayesiansk): $f(x)=(1/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)\exp(-(x-u)/\alpha)$ $\alpha=11.7 \pm 1.9$ $u=31.6 \pm 2.4$
Maksimums-kvantiler:

Gjentaks- intervall (år)	Måle- verdier	Relative måle- verdier	Nedre estimat	Øvre estimat
2	35.75	0.929	30.79	41.41
5	49.22	1.280	42.22	58.54
10	58.31	1.516	49.18	70.57
20	67.19	1.747	55.67	82.13
50	78.92	2.052	64.13	96.73
100	87.94	2.286	70.36	107.60
200	97.08	2.524	76.67	118.75
500	109.33	2.842	84.93	133.69
1000	118.72	3.086	91.06	144.67

Relativ måleverdi = flowverdi / middelflow.
Nedre/øvre estimat angir grensene for å posteriori 95% troverdighetsintervall
Usikkerheten i parameterestimer er her angitt med '+/-' standardavvik (stdev). Under normal-fordelings-
antagelser for å posteriori-fordelingen til hver parameter, betyr det at et 95% troverdighetsintervall kan lages med
estimat ± 1.96 *stdev som grenser.

Vedlegg 3: Konsentrasjonstid og IVF kurve

Vedlegg 3: Konsentrasjonstid og IVF kurve

$t_k = 0,6 \times L_f \times \Delta H^{-0,5} + 3000 \times A_{se}$	Naturlige felt mindre enn 2 km ² og A _{se} mindre enn 1%. A _{se} angis som andel (f. eks. 0.01).	Berg et al. (1991)	t _k er konsentrasjonstid (min)	158
			L er feltlengde (m)	4527
			ΔH er høydeforskjellen i feltet (m)	345
			A _{se} er effektiv sjøprosent (-)	0.004
$t_k = 0,02 \times \frac{L_f^{1,15}}{v \times 60} \times \Delta H^{-0,39}$	For felt med effektiv sjøprosent mindre enn 1%.	Midttømme et al. (2011)	t _k er konsentrasjonstid (min)	151
			L _f er feltlengde (m)	4527
			v er vannhastighet (m/s), 1- 2 m/s.	0.5
$t_k = K_T \times L_f \times \Delta H^{-0,5}$	K _T	Norem et. Al. (2015)	t _k er konsentrasjonstid (min)	146
	Tett skog 0,60.		K _T er koeffisient for terreng (min/m ^{0,5})	0.6
	Høy vegetasjon og busker 0,40.		L _f er feltlengde (m)	4527
	Plen og kort gress 0,25.		ΔH er høydeforskjellen i feltet (m)	345
	Bart fjell 0,12.			
	Asfalt og betong 0,08.			

Valgt verdi: 150 minutter

Stasjon:	Gvarv
Måleperiode for stasjonen:	1967-1987
Sesonger:	20
Høyde:	26

IVF-verdier for nedbørsintensitet Rasjonale formel															
Returverdi for nedbør (l/s*Ha)															
RETURPERIODE(ÅR)	VARIGHET (MINUTTER)														
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	1440
2	228.3	198.7	185.3	162.3	116.4	91.1	75	55.9	42.8	36	27.1	22.4	17.5	11.8	4.4
5	312.7	276.9	267.7	234.7	168.5	131.1	110.1	82.6	62.4	51	36.8	29.7	21.7	14.5	5.7
10	376.3	336.1	326.7	288.7	206.4	161.7	136.9	103.1	76.5	61.9	43.8	35	24.8	16.5	6.6
20	443.5	401.7	389.9	345	244.6	193.7	165.1	124.5	91.4	73.1	51	40.3	27.9	18.5	7.5
25	468.5	423.8	411.8	363.4	257.3	204.5	174.4	131.9	96.3	76.7	53.3	42	28.9	19.1	7.8
50	547.7	496.9	483.6	422	296.7	239.6	206.8	156.3	112.3	88.8	60.7	47.8	32.5	21.2	8.8
100	630.4	578.8	558.6	482.2	338.9	278.4	243.4	183	130.2	102.1	68.9	54.2	36.3	23.5	9.7
200	723.7	666.7	646	548.4	382.9	320.1	281.6	212.4	149.6	116	77.5	60.7	40.6	25.9	10.8