

Flomfarekartlegging Espedalsåna



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: SANDNES EIENDOMSSKAP KF

Tittel på rapport: Flomfarekartlegging Espedalsåna

Oppdragsnavn: Detaljregulering Espedalsvegen 865 omsorgsboliger

Oppdragsnummer: 629262-23

Utarbeidet av: Ane Børresen Leinæs

Oppdragsleder: Angela Kommedal

Tilgjengelighet: Åpen

01	22. mai. 2025	Flomkartlegging Espedalsåna	ABL	MMO
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Sammendrag

Det skal etableres omsorgsbolig i Espedalsvegen 865 i Forsand, og eiendommen må detaljreguleres. Espedalsvegen 865 ligger langs med Espedalsåna, som er et vassdrag som renner fra Espedalsvatnet, ned til Frafjorden. Omsorgsboliger er definert under sikkerhetsklasse F3 etter TEK17, og må dermed sikres for 1000-årsflom med klimapåslag. I den forbindelse er det gjennomført en flomfarekartlegging av Espedalsåna ved Espedalsvegen 865. Planområdet omfatter gårds- og bruksnummer 245/2 og deler av 245/1 og 245/3. Flomsonen som er beregnet i denne flomfarekartleggingen er simulert i HEC-RAS versjon Beta 6.7. Espedalsåna er modellert som en 2D-modell for å identifisere flomsikker kote for byggverk i planområde. Dimensjonerende flomhendelse (1000-årsflom med 20% klimapåslag) gir oversvømmelse av sørøstre del av planområdet. Det anbefales dermed å legge inn en hensynssone i plankartet, med tilhørende bestemmelser som ivaretar flomfaren. Flomsikre koter for utbygging langs med Espedalsåna i sør er beregnet med bruk av sikkerhetspåslag på 50%. Det gir en makshøyde på flomsikker kote på 63 moh.

Vannhastighet og skjærespenning gir potensiale for massetransport i elveleie ved dimensjonerende flomhendelse. Det er utviklet en hensynssone for erosjon basert på anbefalt sikkerhetssone for erosjon fra elvekanten til Espedalsåna på 20 meter. Det anbefales å inkludere denne hensynssonen for erosjon i plankartet, med tilhørende bestemmelser som ivaretar erosjonsfaren.

Forord

Asplan Viak har vært engasjert av Sandnes Eiendom for å utføre flomsonekartlegging av Espedalsåna i Forsand, Rogaland. Denne rapporten beskriver kartleggingens grunnlag, fremgangsmåte og resultater.

Flomsonekartleggingen er utført av hydrolog Ane Børresen Leinæs som møter krav til kompetanse for prosjektmedarbeidere. Kvalitetssikring av arbeidet er utført av Marianne Odberg som møter krav til kompetanse som fagansvarlig. Kompetansekrav er formulert i NVEs veileder 3/2022.

Oslo – NV4, 16.05.2025

Angela Kommedal

Oppdragsleder

Marianne Odberg

Kvalitetssikrer

Innholdsfortegnelse

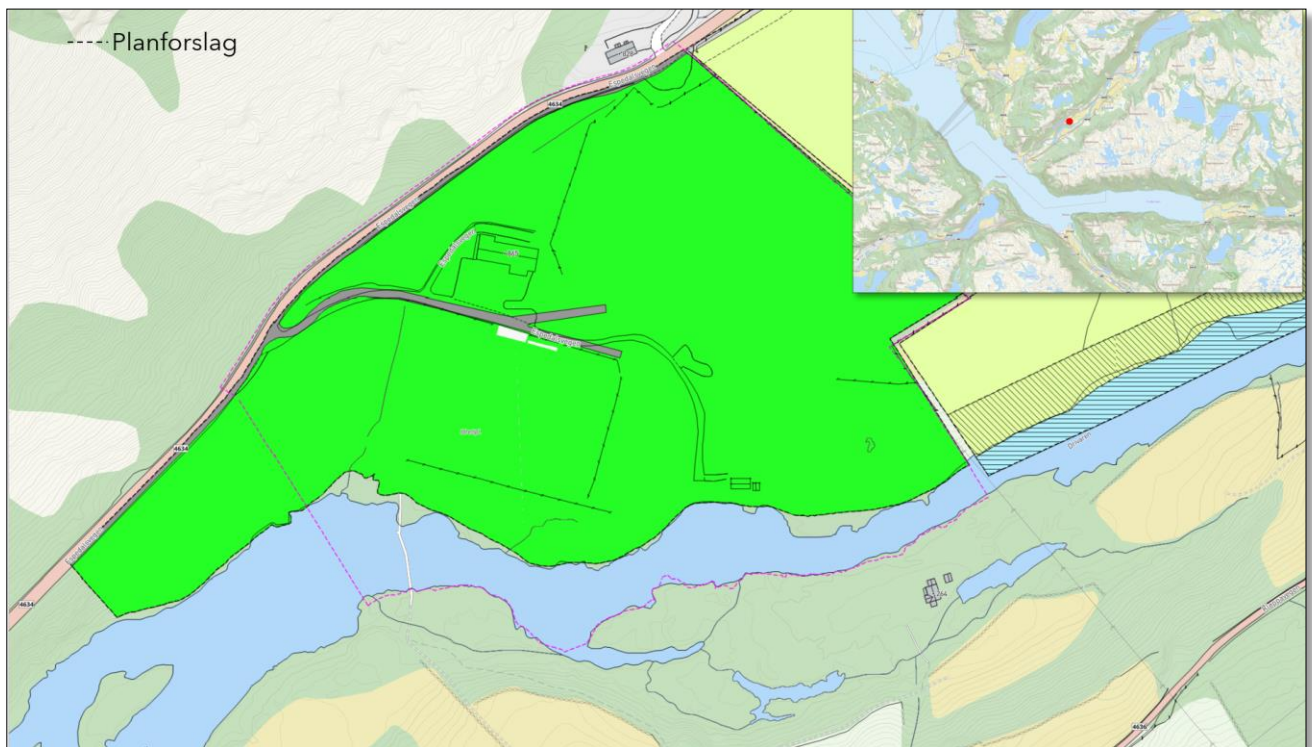
Dokumentinformasjon	1	
Sammendrag	2	
Forord	3	
Innholdsfortegnelse	4	
1. Innledning	6	
1.1. Bakgrunn	6	
1.2. Tidligere flomvurderinger	7	
2. Forutsetninger	8	
2.1. Generelle forutsetninger	8	
2.2. Sikkerhetsklasse og dimensjonerende returperiode for flom	8	
2.3. Beregningsforutsetninger	9	
2.3.1. Flomberegninger		9
2.3.2. Hydrauliske beregninger		9
2.4. Utarbeidelse og bruk av flomsonekart	9	
3. Flomberegninger	11	
3.1. Beskrivelse av nedbørfelt	11	
3.1.1. Avgrensning av nedbørfelt		11
3.1.2. Feltegenskaper		12
3.1.3. Reguleringer		13
3.2. Tilgjengelige observerte data	13	
3.2.1. Tilgjengelige vannføringsdata		13
3.2.2. Tilgjengelige nedbørsdata		16
3.3. Beregning av 1000-årsflom	17	
3.3.1. Flomfrekvensanalyser		18
3.3.2. Flomfrekvensanalyse på kulminasjonsverdier		18
3.3.3. Flomfrekvensanalyse på døgnverdier		19
3.4. Klimapåslag	22	
3.5. Oppsummering og endelig estimat	22	

4.	Hydrauliske beregninger	24	
4.1.	Programvare og modelltype	24	
4.2.	Modelloppsett	24	
4.2.1.	Analyseområde		24
4.2.2.	Beregningsnett (2D)		26
4.2.3.	Terrengmodell		26
4.2.4.	Friksjonsforhold/ruhet		27
4.2.5.	Grensebetingelser		28
4.2.6.	Øvrige modellparametere		28
4.3.	Resultater fra hydraulisk beregning	28	
4.4.	Følsomhetsanalyser	31	
5.	Klassifisering, sikkerhetspåslag og flomsonekart	33	
5.1.	Klassifisering og sikkerhetspåslag	33	
5.2.	Flomsonekart og flomsikkert nivå	34	
6.	Erosjon	36	
6.1.	Sikkerhet mot erosjon	36	
6.2.	Erosjonspotensiale	37	
6.3.	Sikkerhet mot erosjon	39	
7.	Konklusjon og anbefalinger	41	

1. Innledning

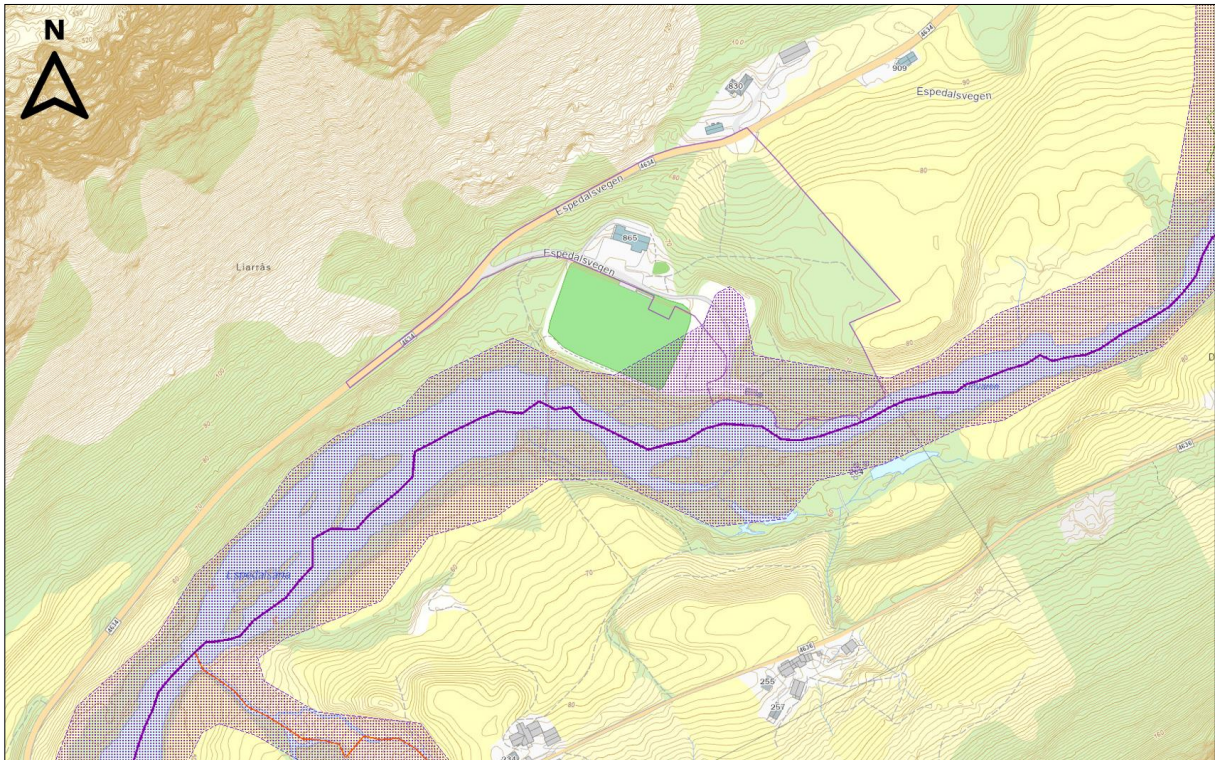
1.1. Bakgrunn

Eiendom Espedalsvegen 865 (gårds- og bruksnummer 245/1) ved Espedalsåna i Forsand, Rogaland er planlagt detaljregulert til omsorgsbolig for eldre. Omrisset av planforslag til detaljregulering er vist på Figur 1-1.



Figur 1-1: Oversiktskart som viser lokasjonen til planområdet (markert i lilla).

Eiendommen som reguleres ligger ved Espedalsåna, og deler av eiendommen ligger i aktsomhetssonen for flom etter NVEs temakart (NVE, 2025) (se Figur 1-2).



Figur 1-2: Kartutsnitt som viser NVEs aktsomhetsområde for flom med plangrense vist i lilla.

1.2. Tidligere flomvurderinger

I 2022 ble flomfaren for området vurdert i en rapport kalt «Innledende vurdering flomfare» utarbeidet av Asplan Viak (Asplan Viak 2022). Denne utredningen resulterte i et aktsomhetskart for 1000-årsflom i Espedalsåna. Denne aktsomhetssonen ble basert på et konservativt estimat av 1000-årsflom. Beregnet aktsomhetssone ble benyttet som innledende vurdering av flomfare, for å vurdere om flomrisiko ville hindre utbyggelse i planarbeidet.

Flomsonekartleggingen beskrevet i dette notatet kartlegger flomsikker sone for utbyggelser i planområdet for sikkerhetsklasse F3 i Byggteknisk forskrift § 7-2, og følger krav til slike utredninger etter NVEs veileder 1/2022.

2. Forutsetninger

2.1. Generelle forutsetninger

Espedalsvegen 865 ligger langs med Espedalsåna. Flomkartleggingen utføres for å avklare reell flomfare for planområdet ved Espedalsvegen 865. Flomkartlegging vil avklare utbredelsen på flomsonen og flomsikker kote for utbygging gitt dimensjonerende flomscenario, her 1000-årsflom inkludert klimapåslag (sikkerhetsklasse F3, TEK 17 §7-2). Det er også gjort en forenklet vurdering av farer knyttet til erosjon. Vurderingen er utført i henhold til prosedyrene beskrevet i NVEs veileder Sikkerhet mot flom (3/2022).

Beregninger og analyser er utført for dagens tilstand i vassdraget – eventuelle fremtidige endringer som kan påvirke flomsituasjonen er ikke hensyntatt.

Kartleggingen tar ikke hensyn til eventuell vannstrømning gjennom masser under bakken – analysen ser på grunnen som helt tett. Videre er det forutsatt at terreng og bekkegeometri forholder seg konstant – altså er ikke eventuelle endringer som følge av erosjon- eller sedimentasjonsprosesser hensyntatt.

2.2. Sikkerhetsklasse og dimensjonerende returperiode for flom

Preaksepterte ytelser for TEK17 beskriver «Sikkerhetsklasse F3 omfatter byggverk for sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan gi stor forurensning på omgivelsene.» (Direktoratet for byggkvalitet, 2017). Etablering av omsorgsbolig for eldre defineres under sikkerhetsklasse F3 for flom i henhold til TEK17 §7-2 *Sikkerhet mot flom og stormflo* (se Tabell 2-1). Dette betyr at bygninger skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom med en dimensjonerende returperiode på 1000 år. Videre er det forventet et endret klima i Norge i fremtiden, noe som vil påvirke flomforholdene. Følgelig er kartleggingen utført for en 1000-årsflom med 20% klimapåslag for å hensynta fremtidens klima.

Tabell 2-1: Sikkerhetsklasser for flom og stormflo, gitt av TEK17 §7-2.

Sikkerhets-klasse	Type bygninger	Største årlige nominelle sannsynlighet
F1	Byggverk med lite personopphold. Små økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.	1/20
F2	Byggverk beregnet for personopphold. Moderate økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser.	1/200
F3	Byggverk for sårbare grupper av befolkningen og byggverk som skal fungere i lokal beredskapssituasjon. Stor samfunnsmessig konsekvens.	1/1000

2.3. Beregningsforutsetninger

2.3.1. Flomberegninger

Flomberegninger er utført for Espedalsåna ved planområdet Espedalsvegen 865, og er utført i henhold til anbefalinger gitt i NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022). Espedalsåna, som kartlegges ved planområdet, er et regulert vassdrag ettersom deler av nedbørsfeltet er demmet opp og videreført til Flørli. Nedbørsfelt og feltegenskaper er generert i NEVINA. Beregningsmetoder og endelig estimat er basert på tilgjengelige observerte data, samt egnethet i forhold til feltegenskaper. Klimapåslag er valgt basert på anbefalinger fra NVE og Norsk klimaservicesenter.

2.3.2. Hydrauliske beregninger

Hydrauliske beregninger er utført med en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS, versjon 6.7 Beta. Beregnede flomvannføringer er gitt som inngangsdata i modellen, til å beregne flomutbredelse, vanndybder og vannhastighet.

Hovedgrunnlaget for analysene er en terrengmodell basert på siste tilgjengelige laserdata, lastet ned fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata.

Grensebetingelse oppstrøms er 1000-årsflom for nedbørsfeltet inklusivt planområdet. Nedstrøms grensebetingelse er normalstrømning med elvehelningen som friksjonshelning ved utstrømning av modellen. Modellen er ikke kalibrert opp mot observasjoner, og ruhetsforhold er vurdert fra bilder, flyfoto og kartgrunnlag. For å tallfeste usikkerhet knyttet til ruhet, samt beregnet flomvannføring, er det utført følsomhetsanalyser der disse er økt.

2.4. Utarbeidelse og bruk av flomsonekart

I henhold til NVEs veileder Sikkerhet mot flom (3/2022), er det gjort en klassifisering av flomberegningene og den hydrauliske modellen basert på kvaliteten av grunnlaget som er benyttet samt følsomhetsanalyser. Klassifiseringen er så benyttet til å bestemme et sikkerhetspåslag på vannføringen, som den hydrauliske modellen kjøres for.

Det endelige flomsonekartet er utarbeidet fra resultatene fra hydrauliske beregning som inkluderer sikkerhetspåslag. Dette avvirker noe fra metodikken beskrevet i NVE veileder 3/2022, hvor det beskrives å legge til en ekstra høyde/sikkerhetsmargin basert på

resultatene med sikkerhetspåslag. Å benytte flomsonekart som inkluderer sikkerhetspåslag er imidlertid fordelaktig, da en kan avlese flomsikker sone og flomsikkert nivå direkte.

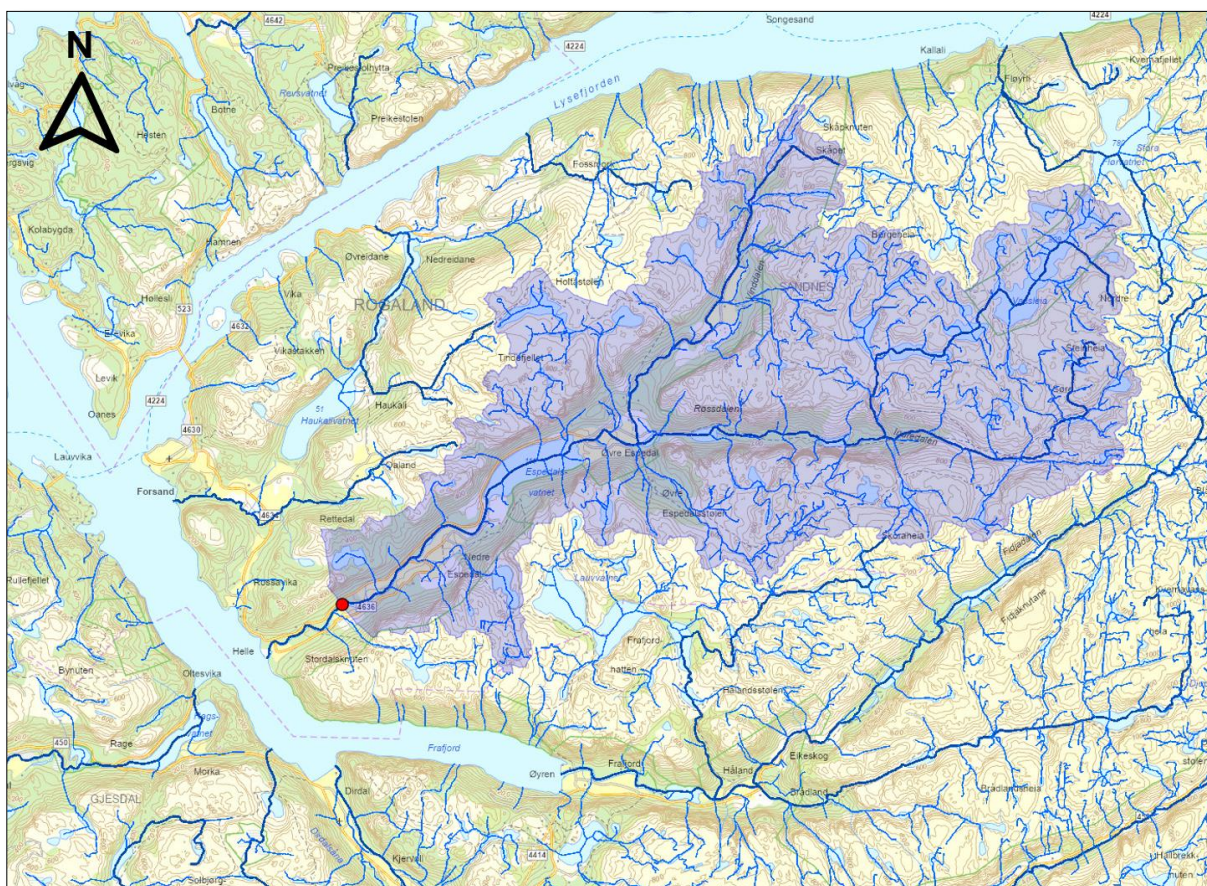
Flomsonekartet er generert ved bruk av GIS, i koordinatsystemet ETRS89 UTM sone 32N og høydesystemet NN2000, og er utarbeidet i henhold til NVE sin standard.

3. Flomberegninger

3.1. Beskrivelse av nedbørfelt

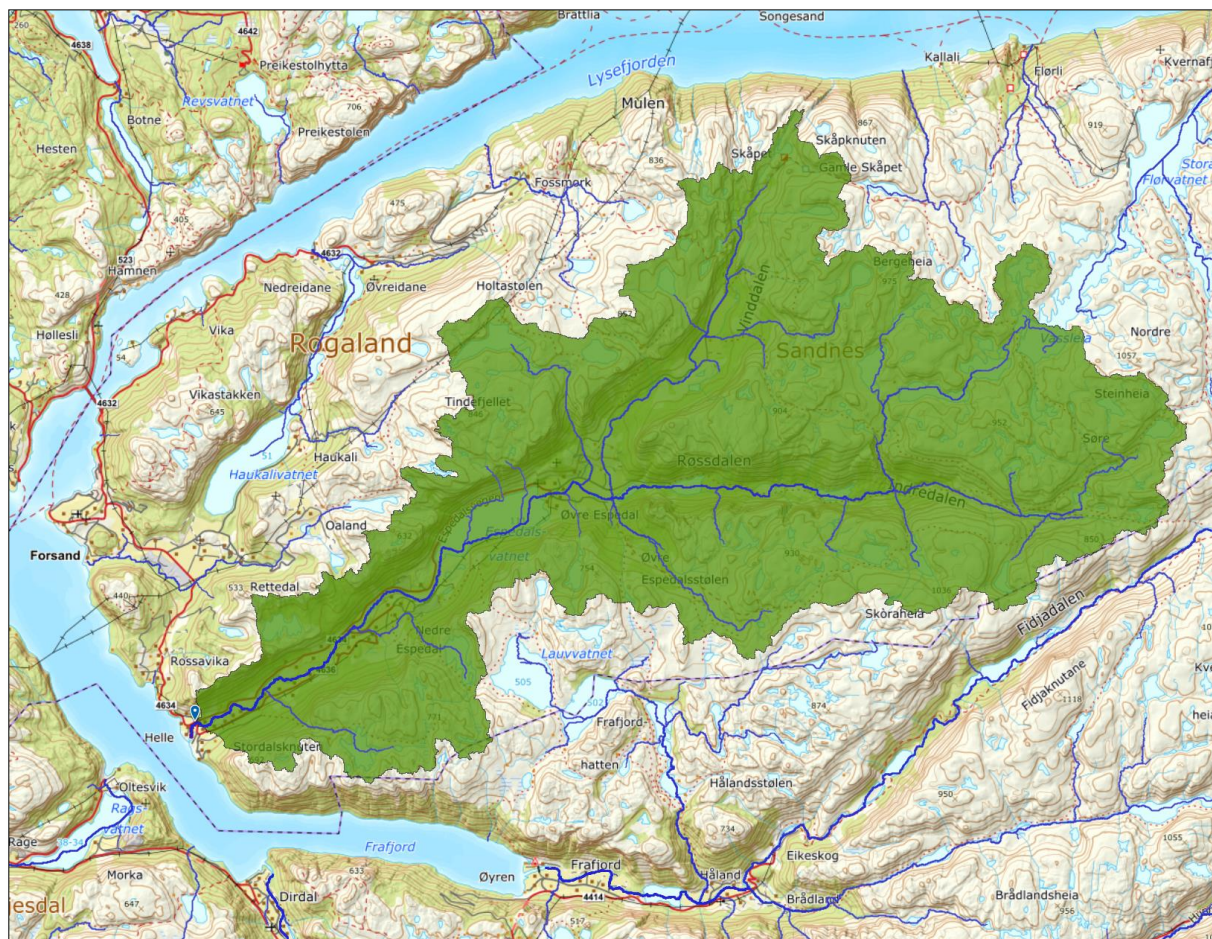
3.1.1. Avgrensning av nedbørfelt

Espedalsåna er et vassdrag med nedbørsfelt på 130 km². I nedbørsfeltet ligger de to dalførene Røssdalen og Vinddalen. I disse dalførene går det flere mindre bekker som møtes opp før innstrømning til Espedalsvatnet. Espedalsvatnet ligger på 109 moh, og Espedalsåna strømmer fra utløpet til innsjøen, videre ned til Frafjorden. Nordøst i nedbørsfeltet ligger Fossåna. Øverst i Fossåna ligger Vassleia som opprinnelig var Espedalselvas største innsjø. Vannet er imidlertid demmet opp og overført østover. NEVINA-verktøyet til NVE genererer et nedbørsfelt for Espedalsåna som inkluderer innsjøen Vassleia. Figur 3-1 viser oversikt over det opprinnelige nedbørsfeltet til Espedalsåna før regulering.



Figur 3-1: Nedbørsfelt til Espedalsåna ved Espedalsvegen 865, generert i NEVINA.

Vassleia innsjø som er demmet opp og overført østover til kraftproduksjon er fjernet fra det endelige nedbørsfeltet analysert videre i denne flomkartleggingen (se Figur 3-2).



Figur 3-2: Oversikt over nedbørsfeltet til Espedalsåna etter fjerning av oppdemmet innsjø Vassleia

3.1.2. Feltegenskaper

Nedbørsfeltet til Espedalsåna har et areal på 124 km² som gir avrenning til elva ved planområdet. Feltarealet klassifiseres som stort (>100 km²) og består av 61% snaufjell, med et relieff forhold på 13 m/km. Snaufjell bidrar til hyppig avrenning i nedbørsfelt, som kan resultere i høy kulminasjonsfaktor. Relieff forholdet på 13m/km tilsvarer en svak helning på feltet. Plasseringen og størrelsen på Espedalsvatnet gir en effektiv sjøprosent i feltet på 1,7%. Denne innsjøen vil ha en dempende effekt på flomforløp i feltet. Tabell 3-1 viser en oppsummering av feltegenskapene til Espedalsåna frem til planområdet.

Tabell 3-1: Feltparametere for nedbørsfeltet til Espedalsåna frem til planområdet

Felt	Areal [km ²]	Eff. sjø [%]	Felt- lengde [km]	Høyde [moh]		Relieff forhold [m/km]	Skog [%]	Snau- fjell [%]	q _N * [l/s·km ²]
				H _{min}	H _{maks}				
Espedalsåna	124,00	1,70	20,4	52	1035	13,0	16,3	61,0	74,4

* Spesifikk middelavrenning i referanseperioden 1961-90 gitt av NVEs avrenningskart.

3.1.3. Reguleringer

Espedalsåna får innstrømning fra Espedalsvatnet. Utstrømning fra denne innsjøen er ikke regulert. Nedbørsfeltet til Espedalsåna er kun regulert i nord-østre del, hvor deler av nedbørsfeltet er demmet opp og ledet over mot Flørli.

3.2. Tilgjengelige observerte data

Flere metoder benytter observerte data for beregning av flomvannføring. Det er derfor her gitt en beskrivelse av tilgjengelige observerte vannførings- og nedbørsdata.

3.2.1. Tilgjengelige vannføringsdata

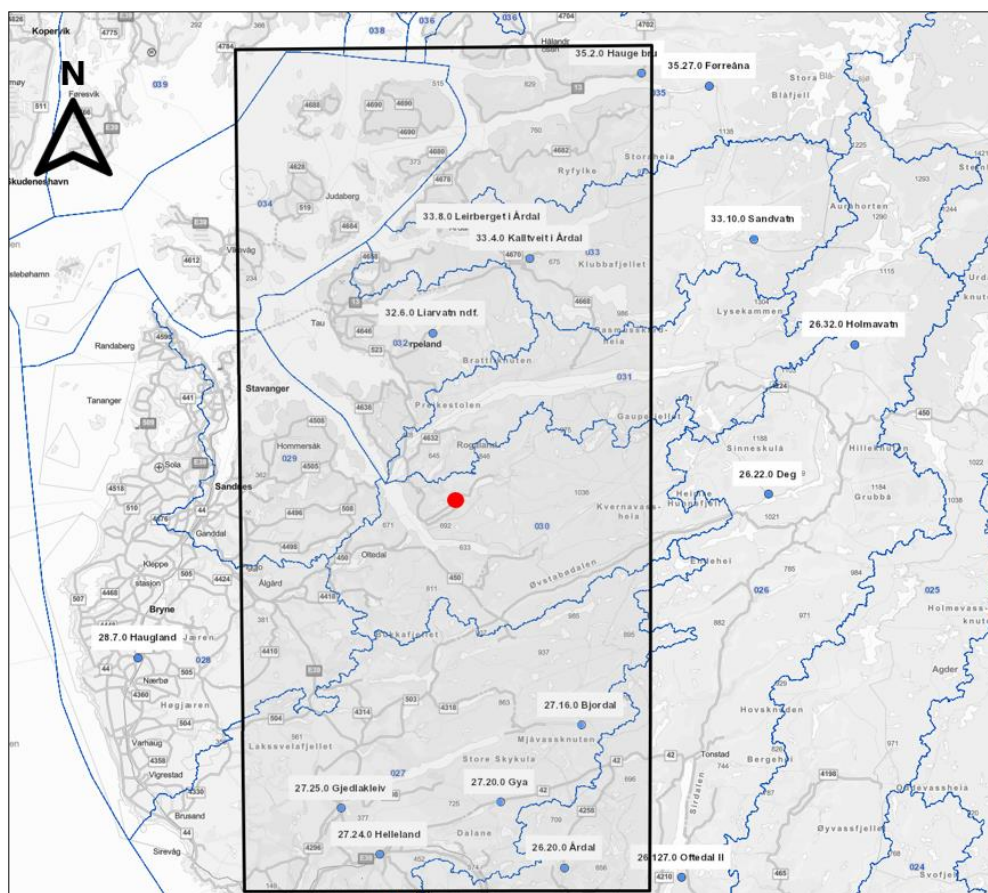
Enkelte flomberegningsmetoder benytter normalavrenning (q_N) som en inngangsparameter. Det er derfor gjort en vurdering av avrenningen estimert i NEVINA fra NVEs avrenningskart (referanseperiode 1961-90) og avrenning estimert fra observasjoner i området (ved bruk av programmet E-tabell i NVEs database Hydra II). Denne sammenligningen viser at avrenningskartet stemmer godt overens med observasjoner, og det er derfor valgt å ikke justere verdien.

Det finnes ingen målestasjoner med vannføringsdata i vassdraget nr. 30 Espedalsåna. Måledata for å gjennomføre flomfrekvensanalyse er hentet fra sammelingsstasjoner på Vestlandet. Aktuelle målestasjoner er filtrert basert på datakvalitet og feltegenskaper for å sikre et godt grunnlag med sammenligningsstasjoner til flomfrekvensanalyse. Det er benyttet målestasjoner med målelokasjon på elv (med naturlig eller kunstig profil) og innsjøer. Ved denne analysen er det sett på forvaltningsstasjoner, konsesjonspliktige stasjoner og privat, ikke pålagt stasjoner.

Filteret benyttet for utvalgt av sammenligningsstasjoner i NVE sin vebbløsning Seriekart er:

- Bratthet: 10-50 m/km (ref: 32 m/km)
- Breposent: Maksverdi 0 (ref: 0%)
- Effektiv sjøprosent: 0-5% (ref: 1,5%)

- Dette filteret resulterte i 10 målestasjoner innenfor avgrensingen av søkeområdet vist på Figur 3-3. Av disse 10 ble det valgt ut 6 sammenligningsstasjoner. Målestasjonene som ble ekskludert fra utvalget ble fjernet grunnet høy reguleringsgrad på magasiner i feltene. Høy reguleringsgrad fra magasiner i nedbørsfelt vil påvirke normalavrenningen, og data fra slike målestasjoner vil ikke være sammenlignbar med felt med lav grad av magasinering. Informasjon om de utvalgte målestasjonene til FFA er vist på Tabell 3-2.



Tabell 3-2: Stasjonsdata og feltparametere for aktuelle målestasjoner (Kilde: NVE Atlas/Hydra II).

Stasjonsnummer	030.4A	26.20	27.16.	27.25.	27.20.	27.24.	32.6.
Stasjonsnavn	Espedals åna	Årdal	Bjor- dal	Gjedla kleiv	Gya	Helle- land	Liar- vatn ndf.
Area [km ²]	124.0	77.25	123.81	635.15	60.49	184.72	56.12

Effektiv sjø	[%]	1,7	2,27	0,31	1,48	0,54	1,13	3,76
Feltlengde	[km]	20,4	13,08	16,51	48,65	12,88	27,31	11,65
Relieff forhold	[m/km]	13,0	13,8	9,4	8,1	12,3	12,9	15,2
Bre	[%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dyrket mark	[%]	1,9	2,16	0,07	2,63	1,29	4,24	0,0
Myr	[%]	0,6	2,24	1,34	0,87	2,66	1,11	0,70
Leire	[%]	0	0	0	0	0	0	0
Skog	[%]	16,3	38,08	9,15	17,48	19,95	22,61	27,31
Sjø	[%]	8,9	8,98	9,05	12,30	7,62	8,30	14,08
Snaufjell	[%]	61,0	24,64	73,07	52,94	55,83	48,33	53,71
Urban	[%]	0,0	0,0	0,0	0,07	0,0	0,04	0,0
Uklassifisert	[%]	11,3	23,9	7,32	13,71	12,65	15,37	4,2
Høyde min	[moh]	52	113	212	49	203	86	295
Høyde 50	[moh]	814	478	719	527	597	487	602
Høyde maks	[moh]	1035	748	965	1011	900	904	849
Avrenning (q _n)	1961-90 [l/s·km ²]	74,4	77,94	91,15	81,68	92,52	80,36	90,80
	Observert [l/s·km ²]	81,3*	73,5	91,1	81,1	93,5	75,2	83,3
Døgn data	Observasjonsperiode	-	1970-2024	1984-2024	1897-2024	1933-2024	1897-2024	1914-2024
	Antall år med data	-	54	40	127	91	127	110
Kulm. data	Observasjonsperiode	-	1971-2024	1988-2024	1982-2024	1934-2024	1985-2024	1996-2024
	Antall år med data	-	53	36	42	90	39	28
Kurvekvalitet flom		-	Ikke angitt	Bra	Ikke angitt	Ikke angitt	Ikke angitt	Ikke angitt

* Observert normalavrenning i området.

Måledata fra disse 6 sammenligningsstasjonen ble videre vektet basert på hvor representative de er for Espedalsåna (se Tabell 3-3). Nedbørsfeltet til Årdal målestasjon har en tilsvarende normalavrenning, relieff forhold og effektiv sjøprosent som Espedalsåna. Denne målestasjonen har også mange år med måledata, som gjør den egnet som sammenligningsstasjon til flomfrekvensanalyse. Årdal har fått høyest vektning ved FFA på 40%. Bjordal målestasjon er vektet 25% ettersom denne målestasjonen har en tilsvarende hypsografisk kurve som Espedalsåna, og tilsvarende fordeling av arealtypene snaufjell, skog og sjø. Kurvekvaliteten ved flom for denne målestasjonen er ansett som bra, som gjør den egnet som sammenligningsgrunnlag. Liarvatn ndf. er målestasjonen som ligger nærmest Espedalsåna geografisk og er vektet 20%. Gjerdakleiv ble fjernet fra sammenligningsgrunnlaget grunnet målestasjonens store nedbørsfelt (over 500 km²).

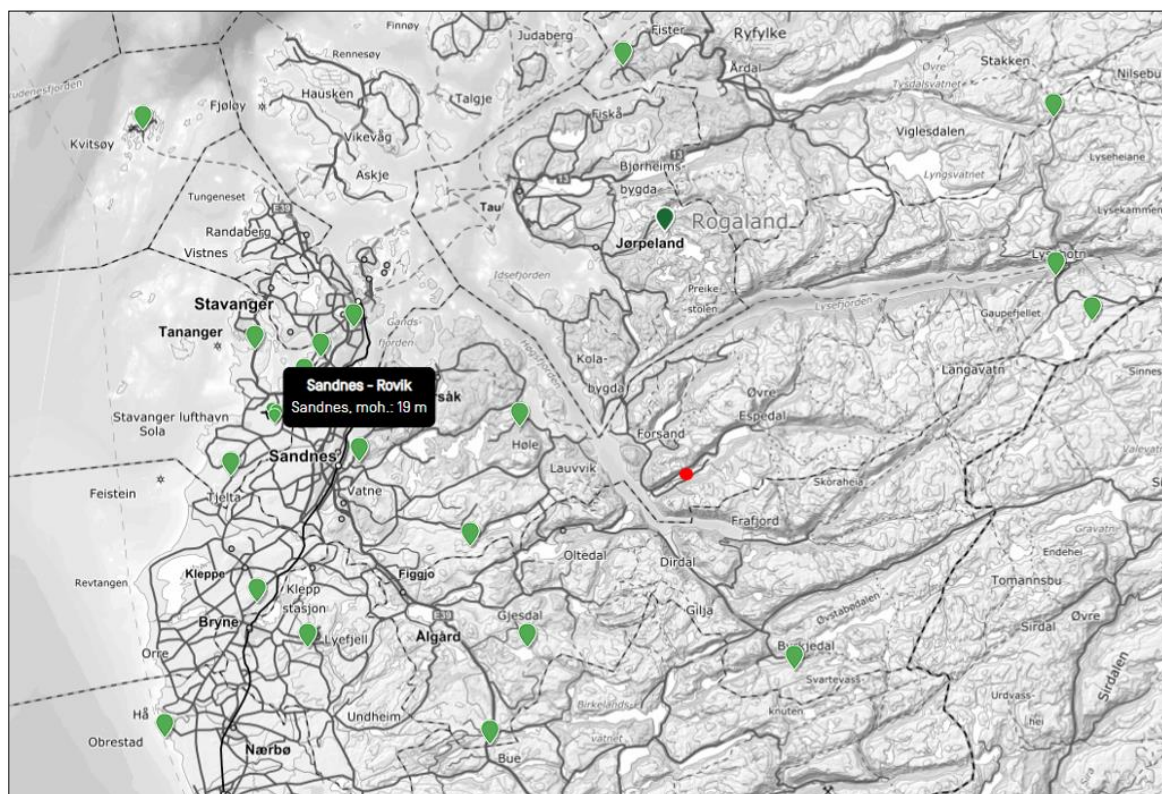
Vektingens følsomhet er også vurdert. Analysen viser at det er små utslag ved justering av vektningen. Stasjonenes representativitet vurderes som robuste.

Tabell 3-3: Oversikt over vekting av sammenligningsstasjoner for Espedalsåna til flomfrekvensanalyse

Stasjonsnummer	26.20.0	27.16.0	27.25.0	27.20.0	27.24.0	32.6.0	SUM
Stasjonsnavn	Årdal	Bjordal	Gjedlakleiv	Gya	Helleland	Liarvatn ndf.	vekting
Valgt vekting kulm. data [%]	40	25	0	5	10	20	100
Valgt vekting døgn data [%]	40	25	0	5	10	20	100

3.2.2. Tilgjengelige nedbørsdata

Basert på *Kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg* for Sandnes kommune (2015) skal målestasjon Sandnes - Rovik (SN44730), 19 moh benyttes (se Tabell 3-4). Denne målestasjonen ligger ca. 27 km vest for planområdet. Værforholdene på Vestlandet varierer mye mer i øst/vest retning enn i nord/sør grunnet topografien. Nedbørsdata fra denne stasjonen er dermed ansett som lite representativ for nedbørsfeltet som analyseres. Avvik i årsavrenning mellom nedbørstasjonen og nedbørsfeltet som analyseres indikerer at IVF-kurven vil underestimere regnintensiteten ved en nedbørs-avløpsmodell (se Tabell 3-4).



Figur 3-4: Utsnitt fra Seklima som viser meteorologiske målestasjoner med IVF-data. Den nærmeste målestasjonen med tilstrekkelig nedbørsdata til IVF er Sandnes - Rovik (planområdet vist med rød prikk)

Tabell 3-4: IVF-kurve i l/s·ha hentet fra Norsk Klimaservicesenter.

Sandnes - Rovik (SN44730), 19 moh.																	
Antall sesonger: 50 (1974-2024)																	
		Regnvarighet [min]															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
Gjentaksintervall [år]	2	243,4	209,2	179,9	149,5	110,2	87,5	72,6	55,1	41,7	35,8	28,4	24,1	19,0	13,5	9,0	5,6
	5	382,1	314,7	265,0	218,9	158,5	123,0	100,6	75,9	56,4	47,7	37,0	31,5	24,6	17,8	12,0	7,3
	10	484,8	391,5	323,6	263,9	189,6	145,9	119,0	89,9	66,1	55,6	42,6	36,3	28,1	20,3	13,7	8,4
	20	589,1	468,2	380,9	307,4	220,0	167,6	136,2	102,7	75,4	63,6	48,0	40,6	31,3	22,5	15,3	9,4
	25	624,5	492,6	398,2	321,3	229,6	174,7	141,8	106,8	78,2	66,1	49,7	42,0	32,2	23,2	15,8	9,7
	50	740,4	572,4	455,9	362,7	258,7	194,8	158,7	118,8	87,0	74,2	55,0	46,0	35,1	25,1	17,1	10,5
	100	867,4	661,9	514,9	405,8	286,4	214,1	174,9	131,2	96,0	82,1	60,0	49,8	37,9	27,0	18,5	11,4
	200	1005,5	759,4	575,5	444,2	314,5	232,8	190,7	143,6	104,8	90,4	64,8	53,4	40,5	28,7	19,7	12,2

3.3. Beregning av 1000-årsflom

For beregning av 1000-årsflom, er følgende metoder benyttet:

- Flomfrekvensanalyser
 - Flomfrekvensanalyse på kulminasjonsverdier
 - Lokal analyse (timesdata)
 - Flomfrekvensanalyse på døgnerverdier
 - Lokal analyse (døgndata)
 - Regional analyse (RFFA-2018)
 - Forenklet lokal i kombinasjon med RFFA-2018
 - Full lokal i kombinasjon med RFFA-2018

Det henvises til NVEs *Veileder for flomberegninger* (1/2022) og NVEs rapport *Lokal og regional flomfrekvensanalyse* (10/2020) for utdypende beskrivelse av metodene.

Det er benyttet flomfrekvensanalyse til estimering av flomstørrelse ved denne flomkartleggingen. Det finnes gode sammenligningsstasjoner med tilstrekkelig lange måleserier med data til å gjennomføre både analyser på findata (som inkluderer hendelser med kulminasjon) og døgndata. Ettersom nedbørsfeltet er på 124 km² og det skal estimeres flomstørrelse med et gjentaksintervall på 1000 år er det ikke benyttet metoder som bygger på RFFA-NIFS. Årsaken er at dette formelverket er utviklet basert på små (under 50-60 km²), uregulerte felt, hvor vekstkurven er egnet for flomhendelser lik eller mindre enn 200 år.

Størrelsen på nedbørsfeltet (over 100 km²) gjør at rasjonell formel ikke egner seg til beregning av flomstørrelse for feltet. Rasjonell formel kan benyttes for nedbørsfelt mindre

enn 2 km² (NVE, 01/2022). Det er heller ikke valgt å benytte PQRUT til estimering av flomstørrelse ettersom målestasjonen for nedbør er lokalisert langt fra nedbørsfeltet. Det er dermed ikke benyttet noen nedbør-avløps beregningsmetoder til beregningen av flomstørrelse ved denne kartleggingen.

3.3.1. Flomfrekvensanalyser

I en flomfrekvensanalyse (FFA) estimeres en indeksflom (middelflom – Q_M), og et vekstkurveforhold som gir forholdet mellom indeksflommen og en flom med et vilkårlig gjentakintervall T (Q_T/Q_M).

Den dimensjonerende flomvannføringen er en kulminasjonsverdi, det vil si vannføringstoppen under en flomhendelse. I flomfrekvensanalyser på kulminasjonsverdier beregnes dette direkte, mens i analyser på døgnverdier må estimatene konverteres til kulminasjonsverdier ved bruk av faktor ($Q_{mom}/Q_{døgn}$). Videre skilles det mellom flomfrekvensanalyser med hensyn til om de er basert på observerte data (lokale analyser) eller om det benyttes regionale formelverk / regresjonsligninger.

De lokale analysene utføres på vannføringsdata fra de utvalgte målestasjonene beskrevet i kapittel 3.2.1. Verdier for middelflom og vekstkurveforhold er hentet fra NVEs database Hydra II ved bruk av programmet Flomanalyse. Middelflommen deles på feltarealet til målestasjonene, slik at en får en spesifikk middelflom (q_M) som kan benyttes for det aktuelle feltet. For å finne vekstkurven, er det benyttet parameterfordelinger i henhold til anbefalinger i forhold til serielengde gitt i NVEs veileder. For stasjoner med mer enn 50 år med data benyttes tre-parameterfordeling (GEV med L-moment), og for stasjoner med 25-50 år med data benyttes to-parameterfordeling (Gumbel med L-moment).

3.3.2. Flomfrekvensanalyse på kulminasjonsverdier

3.3.2.1 Lokal analyse på timesdata

Resultater fra lokal flomfrekvensanalyse på timesdata fra de utvalgte målestasjonene er gitt i Tabell 3-5. Middelflomverdiene for de ulike målestasjonene er relativt like utenom Gya målestasjon som er vektet lavt (5%). Årdal målestasjonen har flest år med sammenhengende data, som gir et bedre sammenligningsgrunnlag for estimering av vekstkurve og middelflom.

Resulterende verdier for middelflom og 1000-årsflom i Espedalsåna ved bruk av vektet snitt fra de utvalgte målestasjonene, er gitt i Tabell 3-6.

Tabell 3-5: Resultater fra lokal flomfrekvensanalyse på timesdata fra utvalgte målestasjoner, og vektet snitt som benyttes i videre beregning.

Flomfrekvensanalyse målestasjoner, timesdata					
Målestasjon	Antall år med timesdata	Parameterfordeling	Middelflom, q_M [l/s·km ²]	Q1000/Q _M [-]	Vekting
26.20.0 Årdal	53	GEV	826	4,150	40 %
27.16.0 Bjordal	36	Gumbel	1349	2,615	25 %
32.6.0 Liarvatn ndf.	28	Gumbel	987	3,133	20 %
27.24.0 Helleland	39	Gumbel	912	2,444	10 %
27.20.0 Gya	39	Gumbel	2123	2,820	5 %
Vektet snitt:			1063	3,326	100 %

Tabell 3-6: Beregnet middelflom, vekstkurve og 1000-årsflom (kulminasjon) med lokal analyse på timesdata.

Felt	Middelflom (kulm.) [m ³ /s]	Q1000/Q _M [-]	1000-årsflom (kulm.) [m ³ /s]
Espedalsåna	131,76	3,326	438,29

3.3.3. Flomfrekvensanalyse på døgnverdier

3.3.3.1 Lokal analyse på døgndata

Resultater fra lokal flomfrekvensanalyse på døgndata fra de utvalgte målestasjonene er gitt i Tabell 3-7. Årdal målestasjonen har flest år med sammenhengende data, som gir et bedre sammenligningsgrunnlag for estimering av vekstkurve og middelflom. Det endelige vektete forholdstallet gir tilsvarende vekstkurven som for denne stasjonen.

Resulterende verdier for middelflom og 1000-årsflom i Espedalsåna ved bruk av vektet snitt fra de utvalgte målestasjonene, er gitt i Tabell 3-8.

Tabell 3-7: Resultater fra lokal flomfrekvensanalyse på døgndata fra utvalgte målestasjoner, og vektet snitt som benyttes i videre beregning.

Flomfrekvensanalyse målestasjoner, døgndata					
Målestasjon	Antall år med døgndata	Parameterfordeling	Middelflom, q_M [l/s·km ²]	Q1000/Q _M [-]	Vekting
26.20.0 Årdal	54	GEV	629	2,711	40 %
27.16.0 Bjordal	40	Gumbel	813	2,573	25 %
32.6.0 Liarvatn ndf.	110	GEV	726	2,902	20 %
27.24.0 Helleland	127	GEV	616	2,650	10 %
27.20.0 Gya	91	GEV	987	3,030	5 %
Vektet snitt:			711	2,725	100 %

Tabell 3-8: Beregnet middelflom, vekstkurve og 1000-årsflom (døgnverdi) med lokal analyse på døgndata.

Felt	Middelflom (døgn) [m ³ /s]	Q1000/Q_M [-]	1000-årsflom (døgn) [m ³ /s]
Espedalsåna	88,17	2,725	240,26

3.3.3.2 Regional analyse – døgnverdier (RFFA-2018)

NVE har utarbeidet et regionalt formelverk for flomberegninger i større (> 60 km²) uregulerte felt, som beregner døgnverdier for flom. Dette er ofte kalt RFFA-2018. Formelverket består av to regresjonsligninger for beregning av flom, som benytter flere hydrologiske inngangsparametere som normalavrenning, effektiv sjøprosent, temperaturer, nedbør mm. Den første ligningen er for estimat av medianflom (døgnverdi), som generelt har usikkerhet knyttet til seg. Den andre ligningen er for vekstkurven (Q_T/Q_M), som ansees som svært robust (NVE, 2022).

Estimert middelflom, vekstkurveforhold og 1000-årsflom er gitt i Tabell 3-9.

Tabell 3-9: Beregnet middelflom, vekstkurve og 1000-årsflom (døgnverdi) med RFFA-2018.

Felt	Medianflom (døgn) [m ³ /s]	Q1000/Q_M [-]	1000-årsflom (døgn) [m ³ /s]
Espedalsåna	76,6	2,714	207,91

3.3.3.3 Forenklet lokal i kombinasjon med RFFA-2018

Den største usikkerheten knyttet til regionale formelverk ligger i indeksflommen, men vekstkurveforholdet er ansett som svært robust. En metodikk for å hensynta dette, er å benytte en vektet medianflom fra regionalt formelverk og lokale data med hensyn til antall år med data, i kombinasjon med vekstkurveforhold fra regionalt formelverk (RFFA-2018). Den vektete middelflommen er her beregnet ved bruk av formler gitt i NVEs rapport Lokal og regional flomfrekvensanalyse (10/2020). Det er valgt å bruke et representativt antall år med døgndata på $n = 71$.

Resultatet ved bruk av en slik metodikk er gitt i Tabell 3-10.

Tabell 3-10: Beregnet 1000-årsflom (døgnverdi) ved bruk av forenklet lokal i kombinasjon med RFFA-2018.

Felt	Middelflom (døgn)			Q1000/Q_M fra RFFA-2018 [-]	1000-årsflom (døgn) [m ³ /s]
	Lokal FFA [m ³ /s]	RFFA-2018 [m ³ /s]	Vektet [m ³ /s]		
Espedalsåna	88,17	76,60	87,95	2,714	238,73

3.3.3.4 Full lokal i kombinasjon med RFFA-2018

NVE har utarbeidet en metodikk hvor lokale flomdata sammen med førkunnskapen fra det regionale formelverket RFFA-2018, brukes for estimering av både indeksflom (Q_M) og vekstkurve (Q_T/Q_M). Med en slik metodikk kan lokale data benyttes i stor grad, men eventuell usikkerhet i dataene reduseres ved å benytte erfaringsgrunnlaget til den regionale modellen (RFFA-2018), og der feltegenskaper til nedbørfeltet inngår.

De kaller denne metodikken for «Full lokal + RFFA», og utføres på lokale døgndata i Flomanalyse-programmet i NVEs Hydra II-system. Resultatene fra analysen på døgndata fra de utvalgte målestasjonene er gitt i Tabell 3-11.

Resulterende verdier for middelflom og 1000-årsflom i Espedalsåna ved bruk av vektet snitt fra de utvalgte målestasjonene, er gitt i Tabell 3-12: Beregnet middelflom, vekstkurve og 1000-årsflom (døgnverdi) med full lokal+RFFA-2018..

Tabell 3-11: Resultater fra analysen full lokal + RFFA-2018 (døgndata) fra utvalgte målestasjoner, og vektet snitt som benyttes i videre beregning.

Full lokal + RFFA-2018, døgndata					
Målestasjon	Antall år med døgndata	Parameterfordeling	Middelflom, q_M [l/s·km ²]	Q_{1000}/Q_M [-]	Vekting
26.20.0 Årdal	54	GEV + Bayesiansk	629	2,710	40 %
27.16.0 Bjordal	40	GEV + Bayesiansk	813	2,841	25 %
32.6.0 Liarvatn ndf.	110	GEV + Bayesiansk	726	3,173	20 %
27.24.0 Helleland	127	GEV + Bayesiansk	616	2,768	10 %
27.20.0 Gya	91	GEV + Bayesiansk	987	3,172	5 %
Vektet snitt:			711	2,865	100 %

Tabell 3-12: Beregnet middelflom, vekstkurve og 1000-årsflom (døgnverdi) med full lokal+RFFA-2018.

Felt	Medianflom (døgn) [m ³ /s]	Q_{1000}/Q_M [-]	1000-årsflom (døgn) [m ³ /s]
Espedalsåna	88,17	2,865	252,58

3.3.3.5 Kulminasjonsfaktor

For å estimere kulminasjonsverdier fra døgnmiddelverdier, benyttes forholdstallet $Q_{mom}/Q_{døgn}$ – også kalt kulminasjonsfaktor. Denne faktoren kan estimeres fra regresjonsligninger fra formelverket RFFA-2018, eller estimeres fra observasjoner. Det er her gjort begge deler. Kulminasjonsfaktor fra observasjoner er estimert fra de 5 største observerte flommene, samt beregnet middelflom ved målestasjon 32.6.0 Liarvatn ndf. Denne

målestasjonen er nærmest Espedalsåna geografisk. Beregnede forholdstall og endelig valgt kulminasjonsfaktor er gitt i Tabell 3-13.

Flere av flomhendelsene har en kulminasjonsfaktor på ca. 1,34. Forholdet mellom middelflom fra flomfrekvensanalyse på findata (kulminasjon) og døgndata er 1,359. Dette forholdstallet stemmer godt med et par av de andre observerte flomhendelsene for sammenligningsstasjonen. I NVEs veileder er det anbefalt å benytte en kulminasjonsfaktor som er basert på observasjoner i vassdraget, dersom en har lokale kulminasjonsdata som er lengre 25 år. I denne FFAen er det ingen sammenligningsstasjoner i samme vassdrag som Espedalsåna. Det er dermed valgt å benytte kulminasjonsfaktor fra formelverket.

Tabell 3-13: Estimerte kulminasjonsfaktorer basert på observasjoner og RFFA-2018, samt endelig valgt verdi.

Flomhendelse (målestasjon 32.6.0 Liarvatn ndf.)	Kulminasjon [m ³ /s]	Døgnmiddel [m ³ /s]	$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ [-]
Største observerte flom (2005.11.14)	128,88	53,80	2,396
2. største observerte flom (2005.11.15)	126,92	65,97	1,924
3. største observerte flom (2015.12.06)	100,16	74,77	1,340
4. største observerte flom (15.11.2004)	85,19	63,55	1,341
5. største observerte flom (15.11.2004)	78,59	53,64	1,465
Middelflom ($Q_M \text{ kulm}/Q_M \text{ døgn}$)	55,40	40,76	1,359
Gjennomsnitt:			1,693
Beregnet med RFFA-2018:			1,159
Valgt kulminasjonsfaktor:			1,159

3.4. Klimapåslag

Norsk klimaservice sin klimaprofil for Rogaland anbefaler 20% klimapåslag på flomvannføring for kystnære elver hvor årets største flom i dag er en regnflom (Norsk klimaservicesenter, 2025). Espedalsåna har en breprosent på 0%, og passer godt inn i denne beskrivelse. Klimapåslag på kulminert flomstørrelse er satt til 20%.

3.5. Oppsummering og endelig estimat

Tabell 3-14 viser en oppsummering over beregnet 1000-årsflom (døgnmiddel og kulminasjonsverdier) ved bruk av ulike metoder ved flomfrekvensanalyse.

Tabell 3-14: Beregnede flomverdier fra alle metoder, og endelig estimat.

Metode		1000-årsflom				
		Døgnmiddel		$Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}}$ [-]	Kulminasjon	
		[l/s·km ²]	[m ³ /s]		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
Flomfrekvens-analyse kulm. verdier	Lokal analyse (FFA)	-	-	-	3535	438,3
Flomfrekvens-analyse døgnverdier	Lokal analyse (FFA)	1938	240,3	1,159	2247	278,6
	Regional analyse (RFFA-2018)	1677	207,9		1944	241,1
	Forenklet lokal + RFFA-2018	1925	238,7		2232	276,8
	Full lokal + RFFA-2018	2037	252,6		2362	292,9
Endelig estimat:		2037	252,6	1,159	2362	292,9
Inkludert klimapåslag (20%)		2444	303		2834	351,4

Lokal analyse på findata gir et estimat på 1000-årsflom på 379,8 m³/s. Dette estimatet er en del høyere enn flomfrekvensanalyse på døgndata på 278,6 m³/s. Årsaken er at vekstkurven basert på findata gir et høyere forholdstall mellom middelflom og kulminert flomstørrelse ved et gjentagsintervall på 1000 år. RFFA-2018 er ansett som relativt robust til å anslå vekstkurve, men det er mer usikkerhet knyttet til bruk av formelverket til estimering av middelflom. Full lokal+RFFA-2018 benytter middelflommen fra lokal FFA med vekstkurven fra formelverket. Det gir en døgnmiddelflom på 2037 l/s·km² ved 1000-årsflom. Ved å benytte kulminasjonsverdier fra formelverket gir dette et endelig kulminert flomestimat på 293 m³/s. Ved bruk av anbefalt klimapåslag for Rogaland på 20% gir det en totalt kulminert flomstørrelse på 350 m³/s.

Middels store felt (50-500 km² feltareal) på Sør- og Vestlandet har basert på erfaringstall for flomverdier fra NVEs veileder (1/2022) døgnmiddelveidier for 1000-årsflom fra 700-2500 l/s·km². Døgnmiddelflommen beregnet ved denne analysen ligger i det høyere sjiktet av erfaringstallene.

4. Hydrauliske beregninger

4.1. Programvare og modelltype

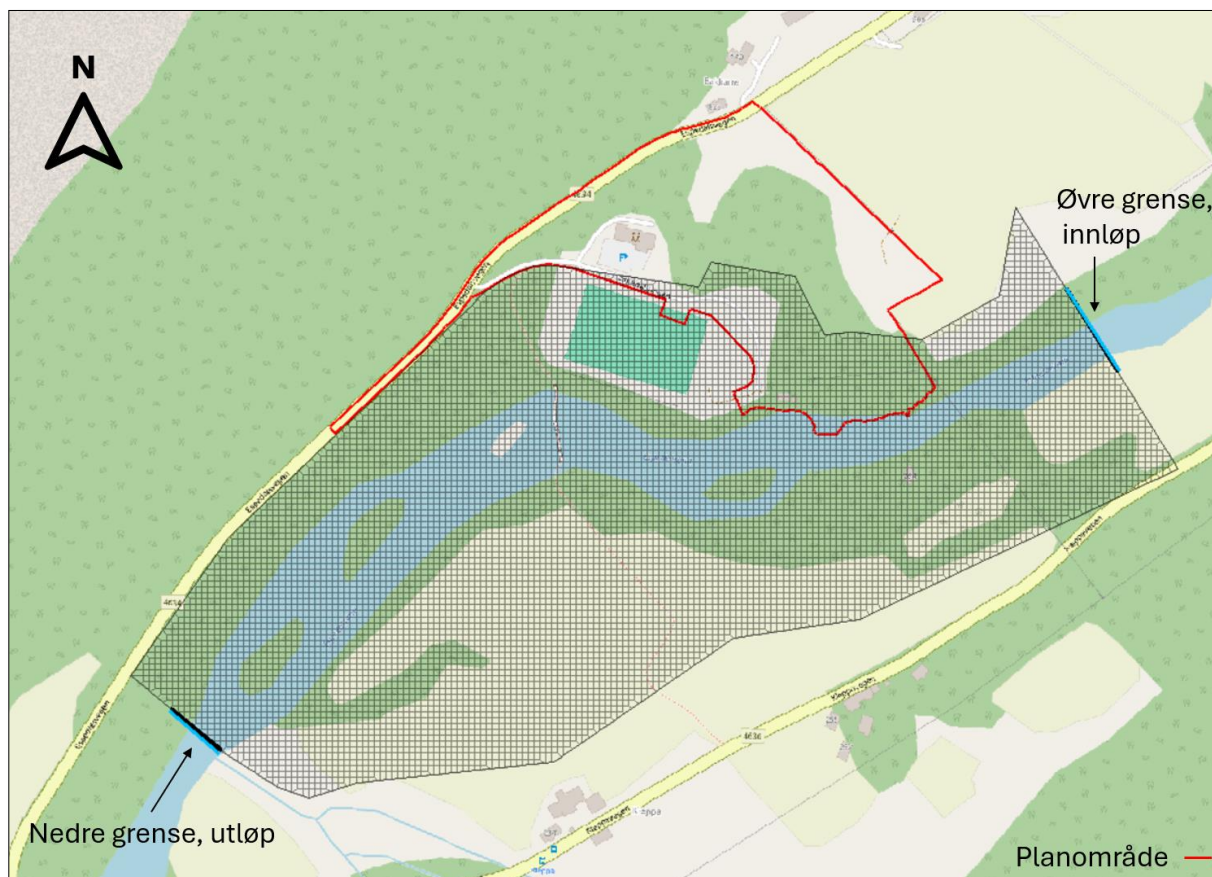
Hydrauliske beregninger er utført med programvaren HEC-RAS versjon 6.7 Beta, som er utviklet av United States Army Corps of Engineers. I HEC-RAS kan en utføre endimensjonale stasjonære hydrauliske beregninger, og en- og todimensjonal dynamisk (ikke-stasjonær) modellering. For detaljert informasjon om funksjonaliteter, modelloppbygging og beregningsteori, vises det til brukermanualen til HEC-RAS (HEC, 2022).

Det er valgt å benytte en todimensjonal dynamisk modell. Dette betyr at strømmingen er ikke-stasjonær (varierer over tid), og kan opptre i horisontalplanet. En slik modell vil bedre kunne simulere strømning utenfor elve- og bekkeløp som går i flere retninger, samt oppstuvende effekter som følge av mangel på kapasitet i kulverter og/eller flatt terreng, enn en tradisjonell endimensjonal stasjonær modell.

4.2. Modelloppsett

4.2.1. Analyseområde

Strekningen som er modellert ved denne flomkartleggingen av Espedalsåna strekker seg langs planområdet. Det er en relativt romslig avgrenset utstrekning for flomsletter ettersom helningen på elveleiet ved planområdet er relativt slak (under 2%) (se Figur 4-1).



Figur 4-1 Kartutsnitt som viser avgrensning av analyseområdet for hydrauliske beregninger.

Oppstrøms planområdet finnes det en bru over fylkesvei 492, denne har god lysåpning og er antatt å ha tilstrekkelig kapasitet (se Figur 4-2). Denne konstruksjonen vil dermed videreføre alt vannet uten oppstuvning ved dimensjonerende flomstørrelse. Nedstrøms planområdet ligger Mæle bru ved utløpet til Frafjorden. Denne bruene ligger lavt (ca. 10 moh), mens planområdet har en kote på ca. 60 moh. Grunnet høydeforskjellen på elva, antas det at denne brua ikke vil gi en oppstuvende effekt som påvirker vannstanden i planområdet ved dimensjonerende flom. Det finnes også en smal gangbru over Espedalsåna ved planområdet. Denne gangbruene vil ikke skape noen nevneverdig oppstuvende effekt i planområdet, og vil mest sannsynlig rives med elva ved 1000-årsflom. Det er dermed ikke inkludert noen kulverter eller bruer i modellen ved denne flomkartleggingen.



Figur 4-2: Oversikt over bruer i Espedalsåna opp- og nedstrøms planområdet

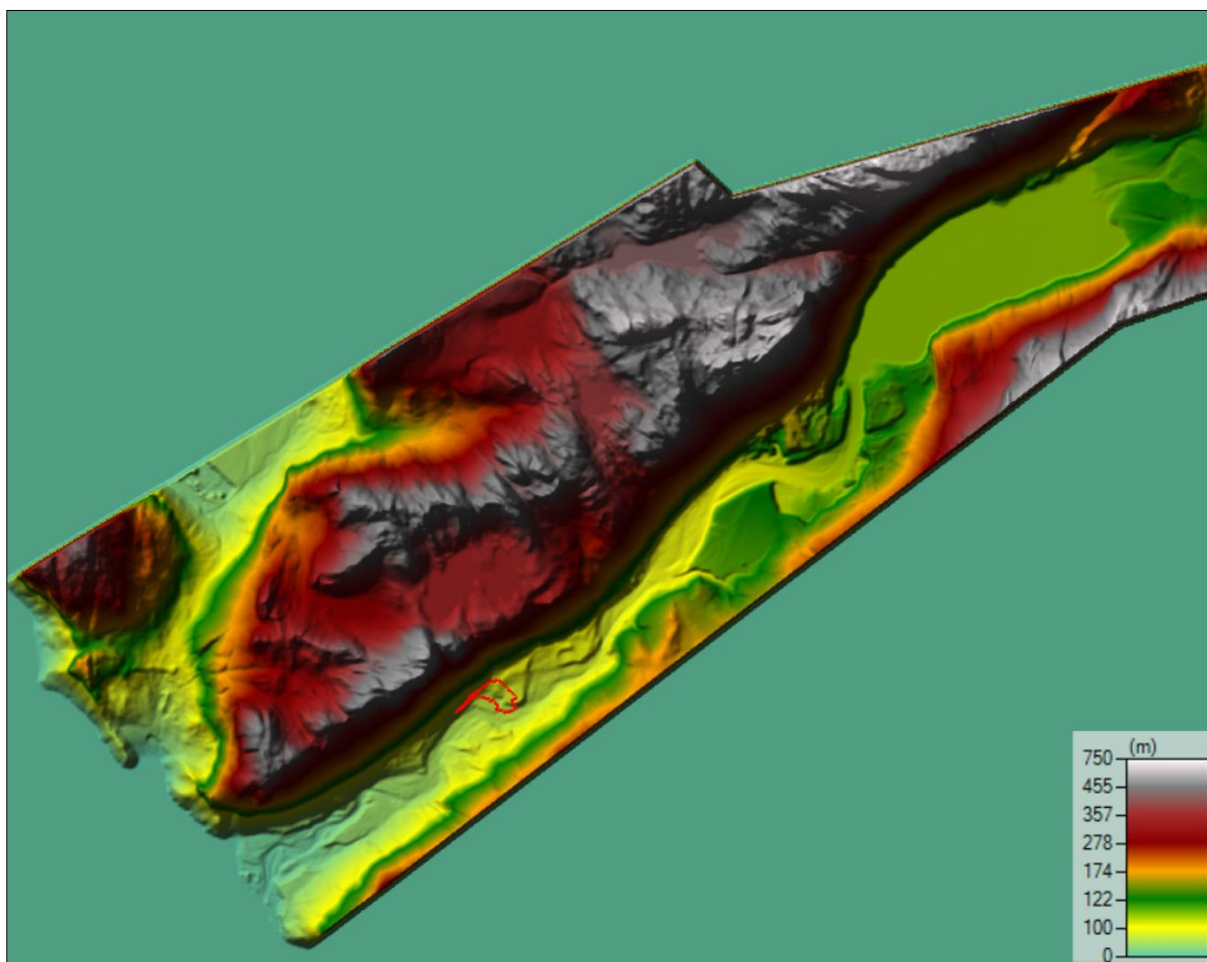
4.2.2. Beregningsnett (2D)

Den hydrauliske modellen baserer seg på et rutenett, hvor det for hver enkelt rute gjøres beregninger. Rutenettstørrelsen er satt til 5 meter x 5 meter i hele analyseområdet (se Figur 4-1).

4.2.3. Terrengmodell

Det er satt opp en terrengmodell, som er hovedgrunnlaget for de hydrauliske beregningene – se Figur 4-3.

Terrengmodellen er basert på laserdata med 0,25 meters oppløsning (prosjekt NDH Strandlandet 5pkt 2018), hentet fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata.



Figur 4-3: Terrengmodell som er benyttet i hydrauliske beregninger.

4.2.4. Friksjonsforhold/ruhet

Vannets hastighet påvirkes av friksjonsforhold, det vil si ruheten til overflaten det strømmer over. Dette varierer etter type underlag og utforming av elveløpet. Ruheten i modellen er gitt som Mannings tall (n), hvor et høyt n -tall betyr høyere ruhet.

Friksjonsforhold er vurdert ut fra bildegjenkjenning på kart og flyfoto, og er hentet ut fra Scalgo Live. Benyttede ruhetsverdier i modellen er gitt i Tabell 4-1, og er basert på standardverdier i Vassdragshåndboka (Fergus m.fl., 2010).

Tabell 4-1 Benyttede ruhetsverdier i hydraulisk modell.

Type overflate	Ruhetsverdi	
	n	$M (=1/n)$
Grusbunn	0,025	40
Elvebunn	0,035	29
Annen asfalt	0,015	67
Grusvei	0,02	50

Bygning	1	1
Lav vegetasjon	0,05	20
Skog	0,12	8
Åker	0,04	25
Asfalt	0,015	67
Bart fjell	0,035	29
Uklassifisert	0,03	33

4.2.5. Grensebetingelser

Modellutstrekingen består av elveleiet til Espedalsåna ved planområdet. Innstrømning til modellen oppstrøms planområdet er modellert med dimensjonerende flomhendelse. Dimensjonerende flomhendelse er beregnet med feltareal frem mot utløpspunkt nedstrøms planområdet. Modellen strekker seg ikke ned til utløpet til Espedalsåna i Frafjorden. Årsaken er den store høydeforskjellen på 60 moh, som gjør at stormflo i fjorden ikke vil påvirke vannstand i planområdet.

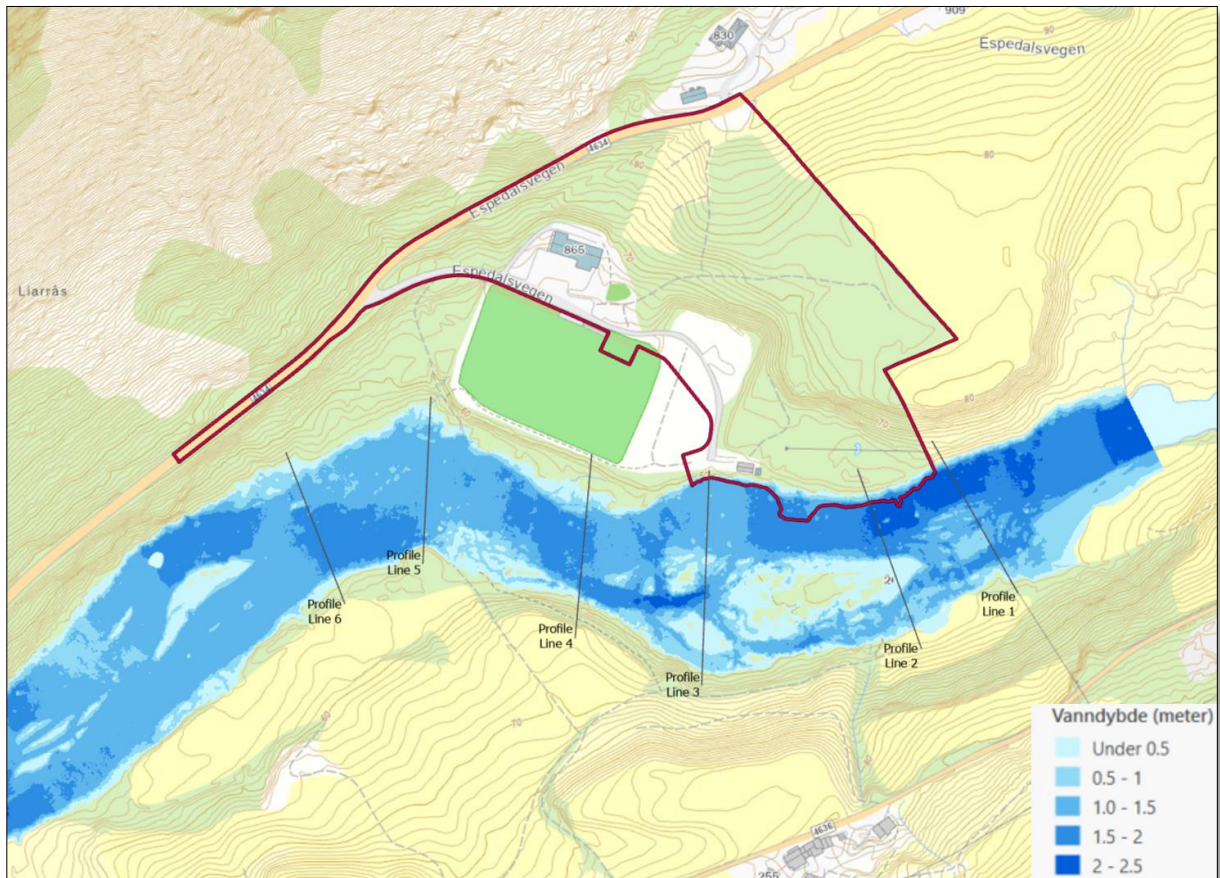
- Innløp; antagelse om normalstrømning med beregnet flomvannføring som øvre grensebetingelse
- Utløp; modellutrekningen går ikke ned til Frafjorden, og nedstrøms grensebetingelse er satt til normal dybde med friksjonstap basert på helning til elveløpet.

4.2.6. Øvrige modellparametere

Det er benyttet ligningssettet Diffusion Wave til grunnlag for beregningene, og 1 sekunds beregningstidssteg. Espedalsåna har et stort nedbørsfelt, hvor kulminert vannføring er ansett å være nesten likt døgnmiddel. Flomforløpet er dermed forenklet ved å kjøre konstant vannføring over en viss periode.

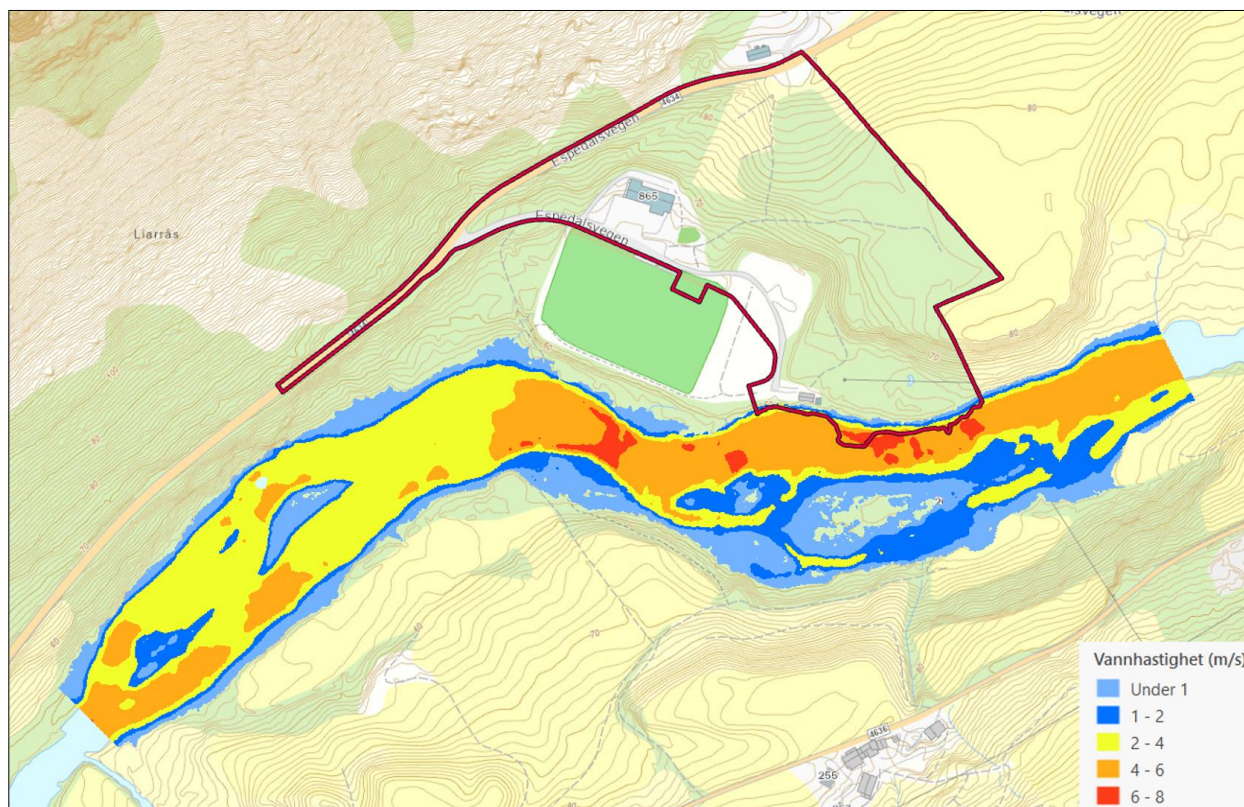
4.3. Resultater fra hydraulisk beregning

Vanndybde i planområdet ved 1000-årsflom med klimapåslag på 20% er vist på Figur 4-4. Vannivået vil nå noe utover breddene til elva og nå et nivå på 62 moh ved sørøstre del av planområdet. Planområdet har en terrenghøyde på 59 meter ved sideleiet til elva (oversvømt del av planområdet på Figur 4-4). Vannivået i de ulike tverrprofilene på Figur 4-4 er oppsummert i Tabell 4-2, og vist på Vedlegg 2 Elveprofiler i mørkeblått.



Figur 4-4: Vanndybde ved planområde ved 1000-årsflom med klimapåslag i Espedalsåna.

Vannhastigheten som oppstår ved dette scenarioet, er vist på Figur 4-5.



Figur 4-5: Vannhastighet ved planområde ved 1000-årsflom med klimapåslag i Espedalsåna

Vannhastigheten er opp mot 7 m/s ved delen av planområdet som oversvømmes ved 1000-årsflom med klimapåslag. Dette området vil være utsatt for erosjon ved større flomhendelser. Tabell 4-2 oppsummerer maksimal hastighet i de ulike tverrsnittene.

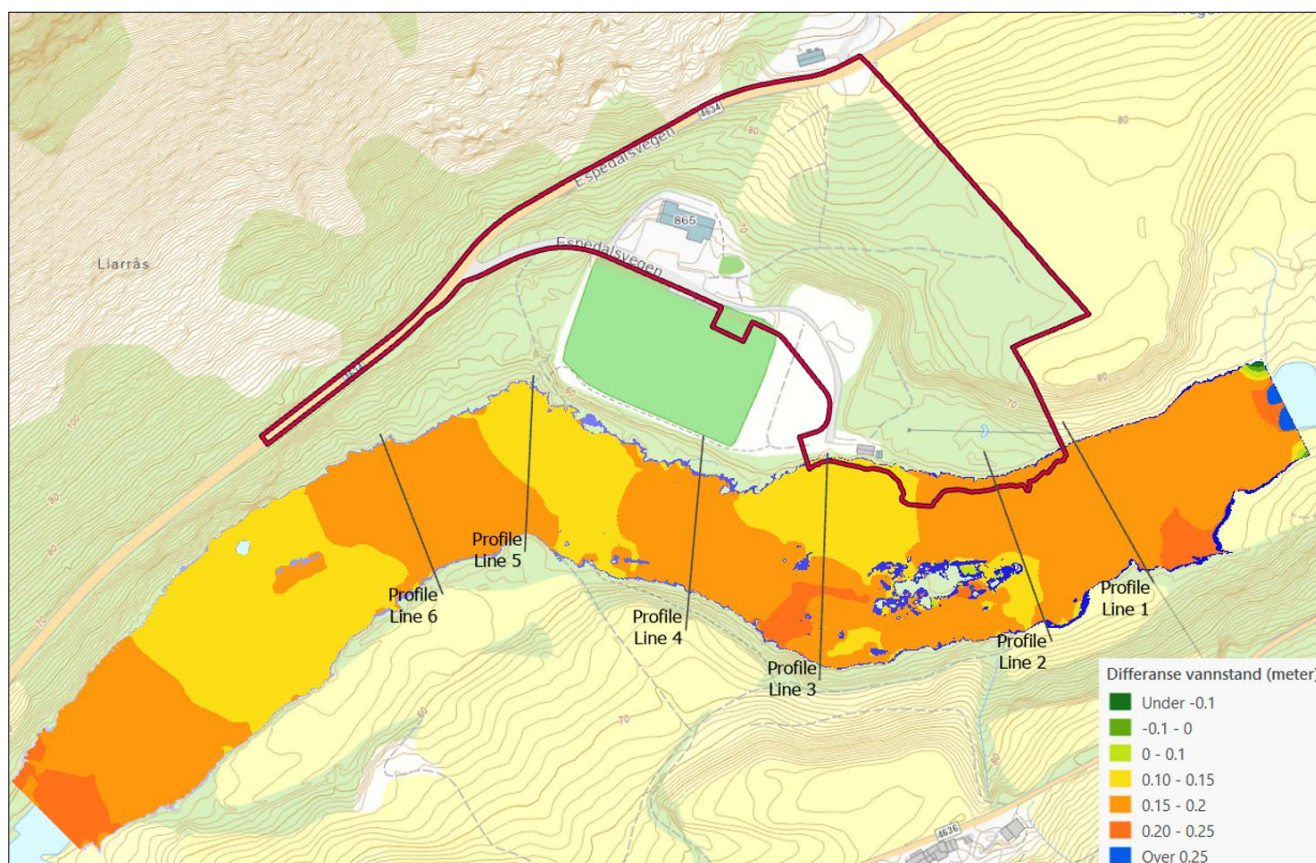
Tabell 4-2 Resultater fra hydraulisk beregning av for utvalgte tverrsnitt. Plassering av profiler/tverrsnitt vises i Figur 4-4..

Profil nr.	1000-årsflom inkl. 20% klimapåslag		
	Vannstand (maks) [moh.]	Vanndybde (maks) [m]	Hastighet (maks) [m/s]
1	62,49	2,10	5,2
2	62,03	2,12	6,1
3	59,73	2,05	5,5
4	57,76	1,62	5,0
5	55,52	1,39	6,4
6	54,56	1,63	4,0
Minimal:	54,56	1,39	4,0
Gjennomsnitt:	58,70	1,82	5,4
Maksimal:	62,49	2,12	6,4

4.4. Følsomhetsanalyser

For å kunne kalibrere en modell, må det finnes samtidige målinger av vannstand og vannføring i det aktuelle vassdraget. Dette finnes ikke for Espedalsåna. Uten kalibrering, vil det være usikkerhet knyttet til benyttede ruhetsverdier i den hydrauliske modellen. Det er også usikkerhet knyttet til flomberegningene, og benyttet vannføring. Det er derfor foretatt følsomhetsanalyser, der den hydrauliske modellen er kjørt med en økning i ruhet på +20% og vannføring +20%.

Resultatene fra analysen er vist i Figur 4-6, og gitt for utvalgte tverrprofiler i Tabell 4-3. Økningen av ruhet eller vannføring gir en gjennomsnittlig og maksimal vannstandsøkning i elveløpet på henholdsvis +14 og +19 cm. Ved prosjektområdet ligger økningen på maksimalt +19 cm. Økningen av vannføring med 20% gir lik endring i vannstand som en 20% økning av ruheten i modellen. Altså er modellen like følsom for endringer av vannføring som ruhet. Økningen i flomvannstand gir en minimal endring i utbredelsen av flommen (se mørkeblått område på Figur 4-6).



Figur 4-6: Resultater fra følsomhetsanalyser, der ruhet og vannføring er økt med +20%.

Tabell 4-3 Resultater fra følsomhetsanalyser på ruhet og vannføring for utvalgte tverrsnitt.

Profil nr.	Følsomhet +20% ruhet		Følsomhet +20% vannføring	
	Vannstand [moh.]	Endring [±m]	Vannstand [moh.]	Endring [±m]
1	62,68	+0,19	62,68	+0,19
2	62,17	+0,14	62,17	+0,14
3	59,85	+0,12	59,85	+0,12
4	58,06	+0,10	58,06	+0,10
5	55,66	+0,14	55,66	+0,14
6	54,72	+0,16	54,72	+0,16
Gjennomsnitt:	58,70	+0,14	58,70	+0,14
Maksimal:	62,68	+0,19	62,68	+0,19

5. Klassifisering, sikkerhetspåslag og flomsonekart

5.1. Klassifisering og sikkerhetspåslag

For å kunne ta hensyn til usikkerhet i beregningene i størst mulig grad, anbefaler NVE (veileder 3/2022) at det legges til et sikkerhetspåslag på vannføringen, slik at flomsikker sone og nivå kan bestemmes. Sikkerhetspåslaget skal velges ut ifra en klassifisering av flomberegningene og den hydrauliske modellen, basert på kriterier gitt i NVE veileder 3/2022 – se Tabell 5-1 til Tabell 5-3.

Det er vurdert at flomberegningene havner i klasse 3. Følsomhetsanalysen viste endring i vannstand på mindre enn 30 cm, men modellen er ikke tilpasset målt vannlinje. Det er derfor vurdert at den hydrauliske modellen havner i klasse E.

Klasse 3 for flomberegninger, og klasse E for hydraulisk modell, tilsier at det skal benyttes et sikkerhetspåslag på 50%.

Tabell 5-1 Klassifisering av flomberegninger (NVE veileder 3/2022).

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.

Tabell 5-2 Klassifisering av hydraulisk modell (NVE veileder 3/2022).

Klasse	Klassifiseringskriterier
A	Modellen er kalibrert for en vannføring tilsvarende en 20-årsflom, 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 – 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 30cm.
D	Modellen er tilpasset mot en målt vannlinje, og følsomhetsanalysen viser at endringene 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.

Tabell 5-3 Sikkerhetspåslag på vannføring basert på klassifisering av beregninger (NVE veileder 3/2022).

K l a s s e	Klasse E	Sikkerhetspåslag			
		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 - 5
Klassifisering av flomberegninger				

5.2. Flomsonekart og flomsikkert nivå

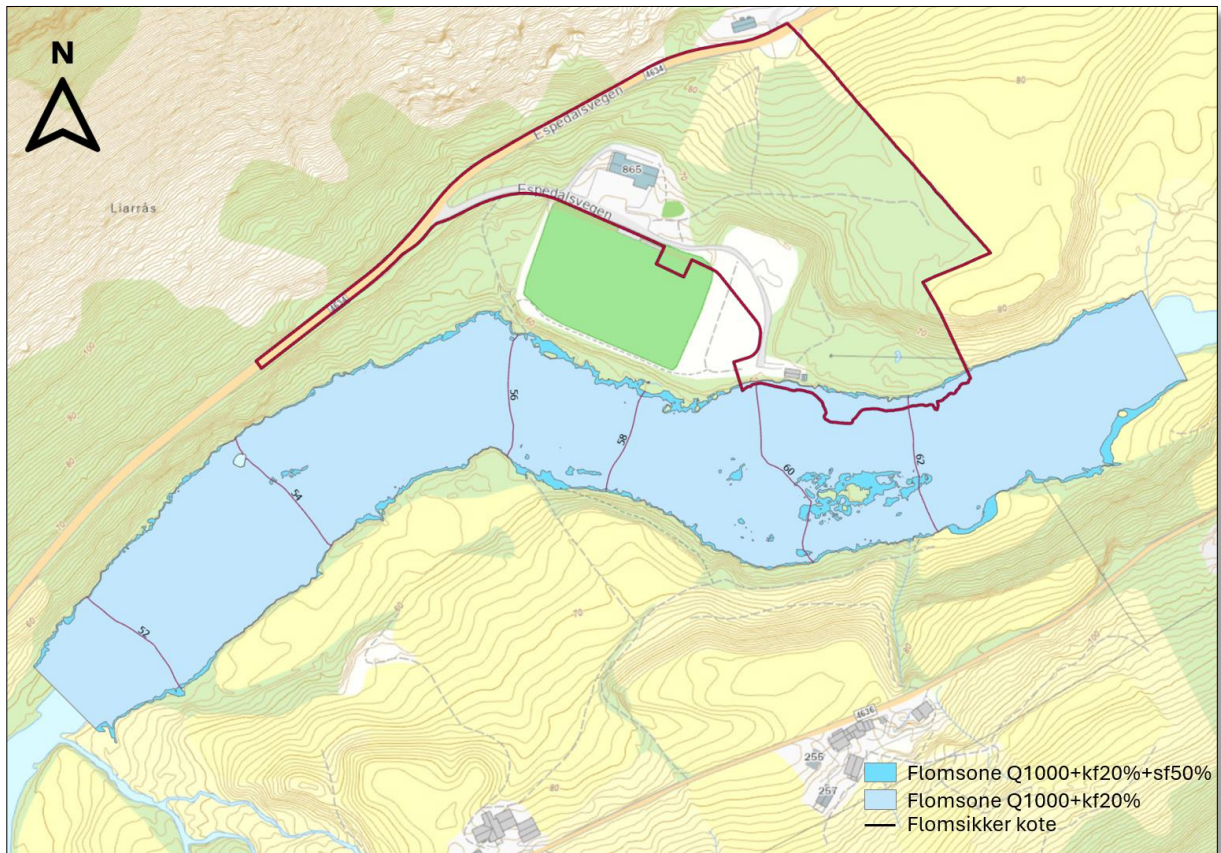
Endelig flomfarekart er utarbeidet for en såkalt «flomsikker situasjon», som inkluderer sikkerhetspåslag i henhold til vurdering og klassifisering gjort i foregående delkapittel.

Den hydrauliske modellen (se kapittel 4) er kjørt for en flomsikker vannføring, tilsvarende dimensjonerende flomvannføring (1000-årsflom inkl. 20% klimapåslag), pluss et sikkerhetspåslag på 50%. De forskjellige vannføringene er oppsummert i Tabell 5-4. Elveprofiler ved dimensjonerende flomhendelse og flomsikker flomhendelse er vist på Vedlegg 2.

Tabell 5-4 Oppsummering av verdier for 1000-årsflom, inkludert klima og sikkerhetspåslag.

Flomsituasjoner	Vannføring [m³/s]
Dagens situasjon: 1000-årsflom	292
Dimensjonerende situasjon: 1000-årsflom inkl. 20% klima	350
Flomsikker situasjon: 1000-årsflom inkl. 20% klima og 50% sikkerhetspåslag	525

Basert på disse resultatene, er det generert kart i GIS som viser flomsikker sone og flomsikre nivåer i form av koter. Dette er gitt i Vedlegg 3. Et utsnitt av flomsonekartet er presentert i Figur 5-1, sammen med flomsone uten sikkerhetspåslag til sammenligning.



Figur 5-1 Flomsoner ved 1000-årsflom inkl. 20% klimapåslag, med og uten sikkerhetspåslag (50%). Flomkotene fra beregningen er med 50% sikkerhetspåslag. Større flomsonekart er gitt i Vedlegg 3.

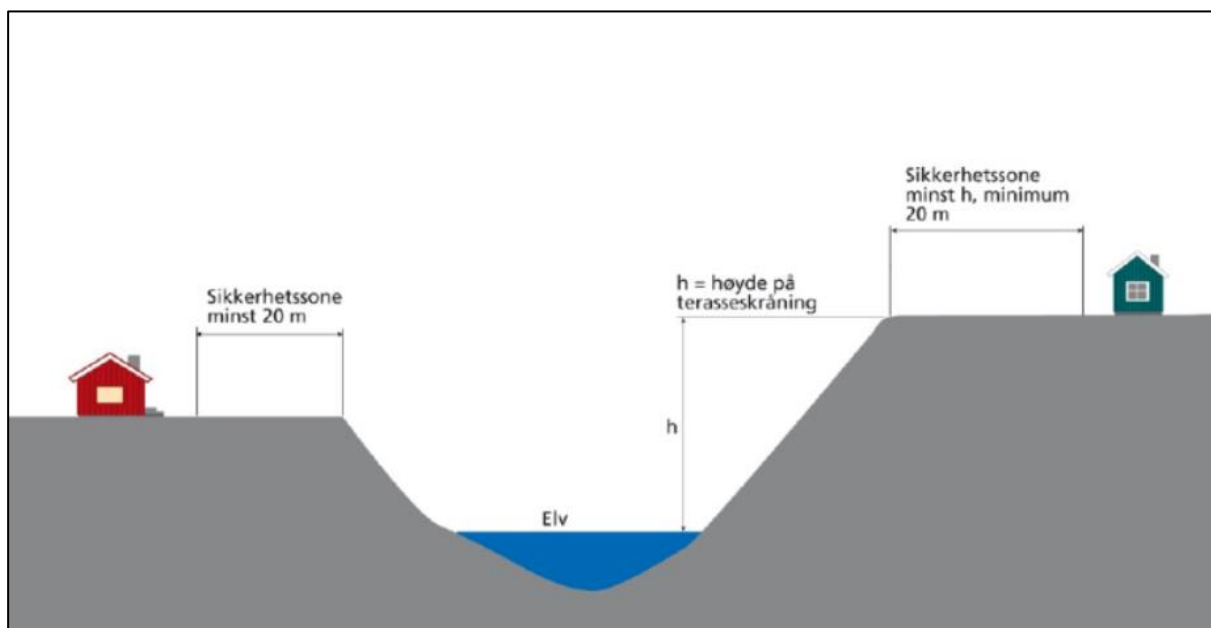
På generell basis, anbefales det at bebyggelse legges utenfor den flomsikre sonen, og i høyder over de flomsikre nivåene. Det er kun den sørøstre delen av planområdet som oversvømmes ved 1000-årsflom med klima- og sikkerhetspåslag. Her er flomsikker kote på maksimalt 63 moh. Flomutsatt areal heftes i plankartet med hensynssone flom. Bestemmelser fastsettes for å ivareta tilstrekkelig sikkerhet flom- og erosjonsfaren dersom tiltak planlegges i hensynssonen.

6. Erosjon

6.1. Sikkerhet mot erosjon

Byggverk skal i henhold til TEK 17 §7-2 fjerde ledd, plasseres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Erosjon kan ikke fastsettes med et bestemt gjentaksintervall, da det er en pågående prosess som utvikles over tid. Der elvekanten består av løsmasser som er utsatt for erosjon, skal byggverk plasseres med tilstrekkelig avstand fra elvekanten, på fast fjell, eller så må elvekanten sikres mot erosjon. Plassering i sikker avstand foretrekkes fremfor erosjonssikring der det er mulig.

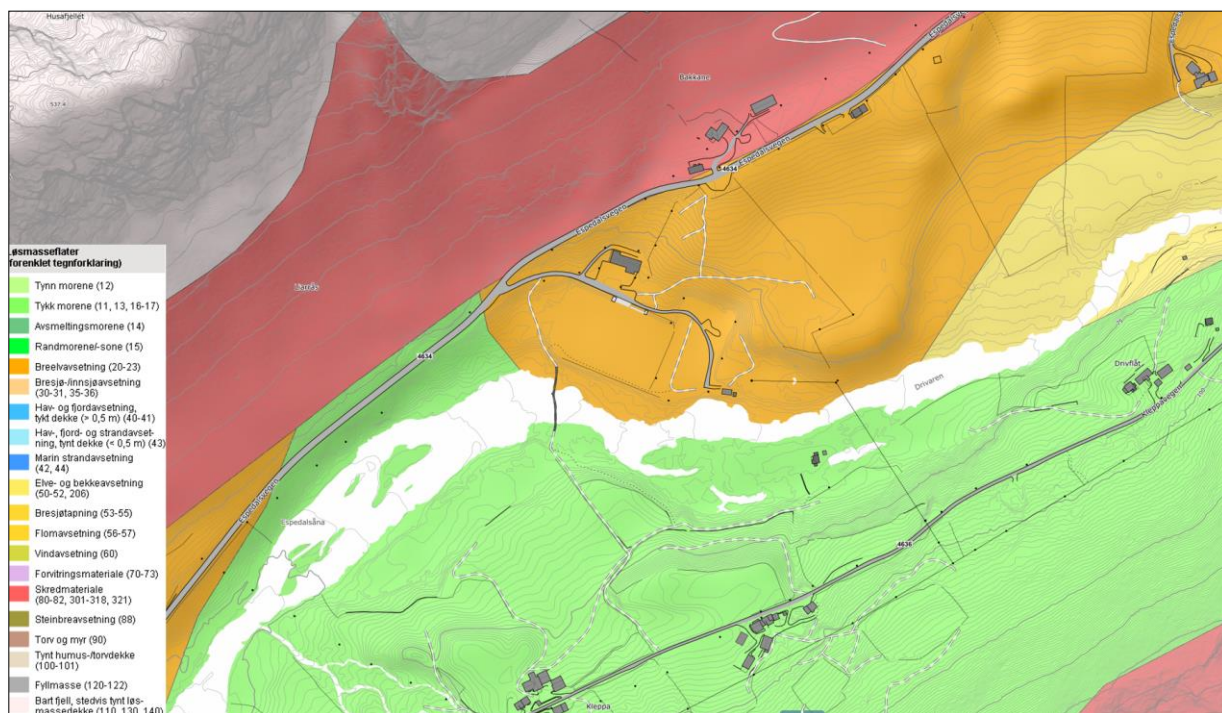
Sikkerhetssoner og relative plasseringen er illustrert i Figur 6-1. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant må være minst like stor som høyden på kanten (målt fra toppen av skrent til normalvannstand i elv eller bekk), og ikke under 20 meter selv om høyden er mindre enn dette. Dersom erosjon kan føre til nye flomløp, må disse også vurderes og hensyntas.



Figur 6-1: Anbefalinger for sikkerhetssoner i forhold til erosjon i vassdrag. Hentet fra TEK 17 §7-2.

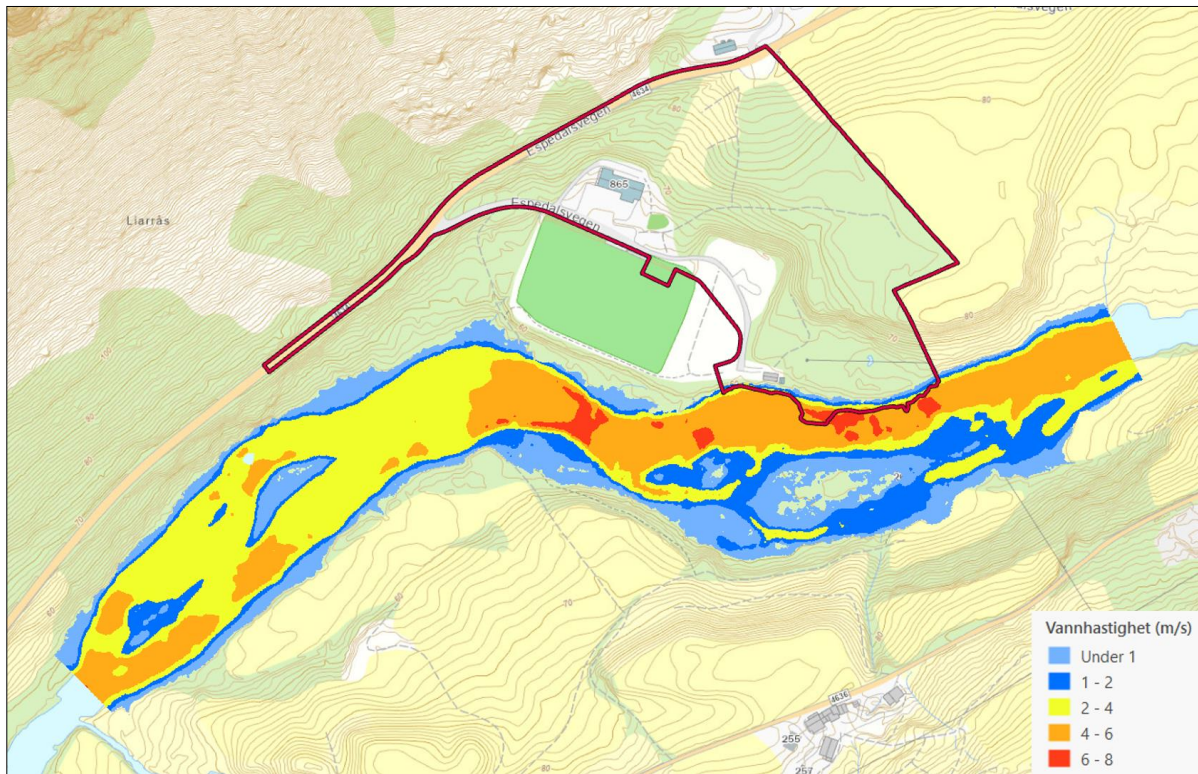
6.2. Erosjonspotensiale

Løsmassekart fra NGU er vist i Figur 6-2. Som løsmassekartet viser, består hovedsakelig bunnen i planområdet av breelvavsetninger med høy mektighet.



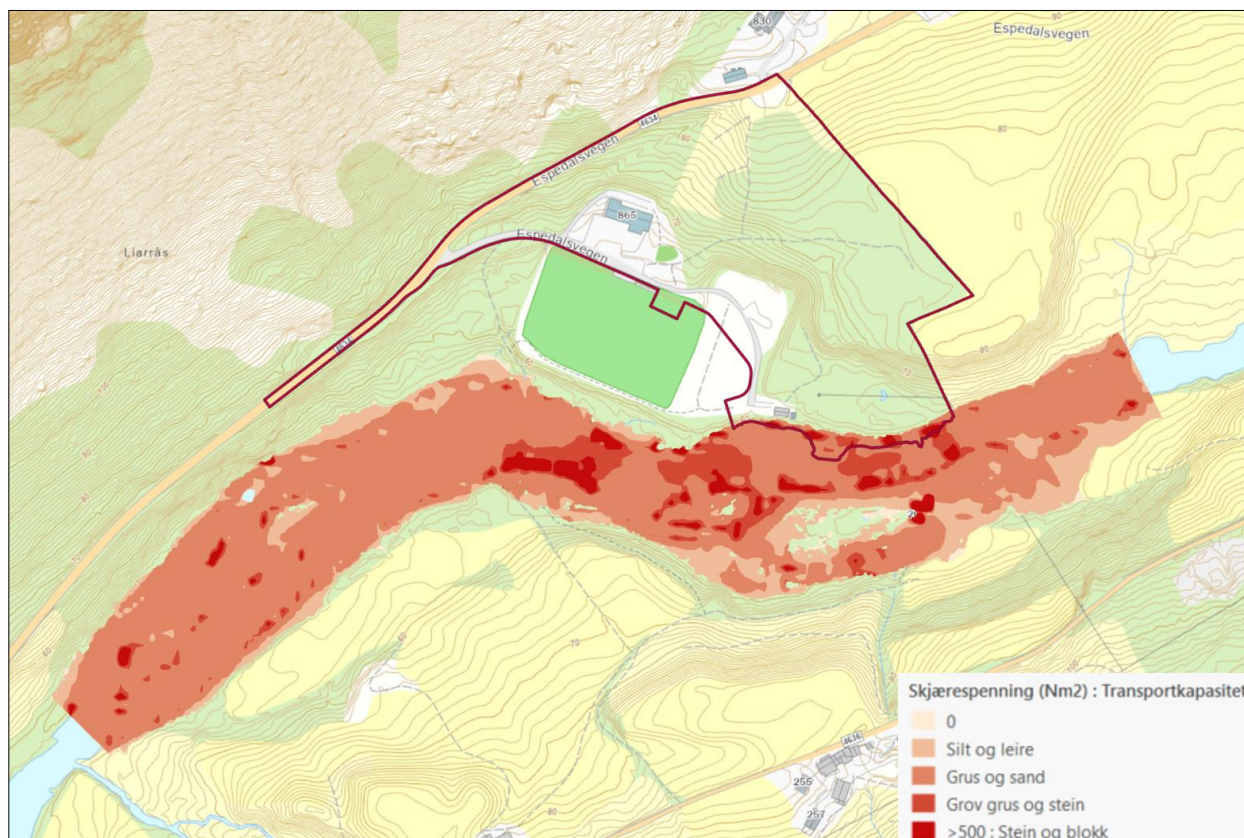
Figur 6-2: Løsmassekart fra NGU, grunn består av breelvavsetning (oransje), tynn morene (lysegrønn) og skredmateriale (rød)

Beregnet vannhastighet ved dimensjonerende 1000-årsflom (inkl. 20% klimapåslag) er vist i Figur 6-3. Elva får høye hastigheter ved dimensjonerende flomhendelse, opp mot 9 m/s, mens kantonen har lave verdier under 1 m/s. Potensiale for erosjon er hovedsakelig i elveleiet (røde områder på Figur 6-3).



Figur 6-3: Oversikt over maksimal hastighet i elveleiet ved planområdet ved 1000-årsflom med 20% klimapåslag

Skjærespenningen (Nm^2) som oppstår ved dimensjonerende flomhendelse, er vist i Figur 6-4. Som figuren viser, er det potensiale for transport av større steiner ved området der elva oversvømmer planområdet.

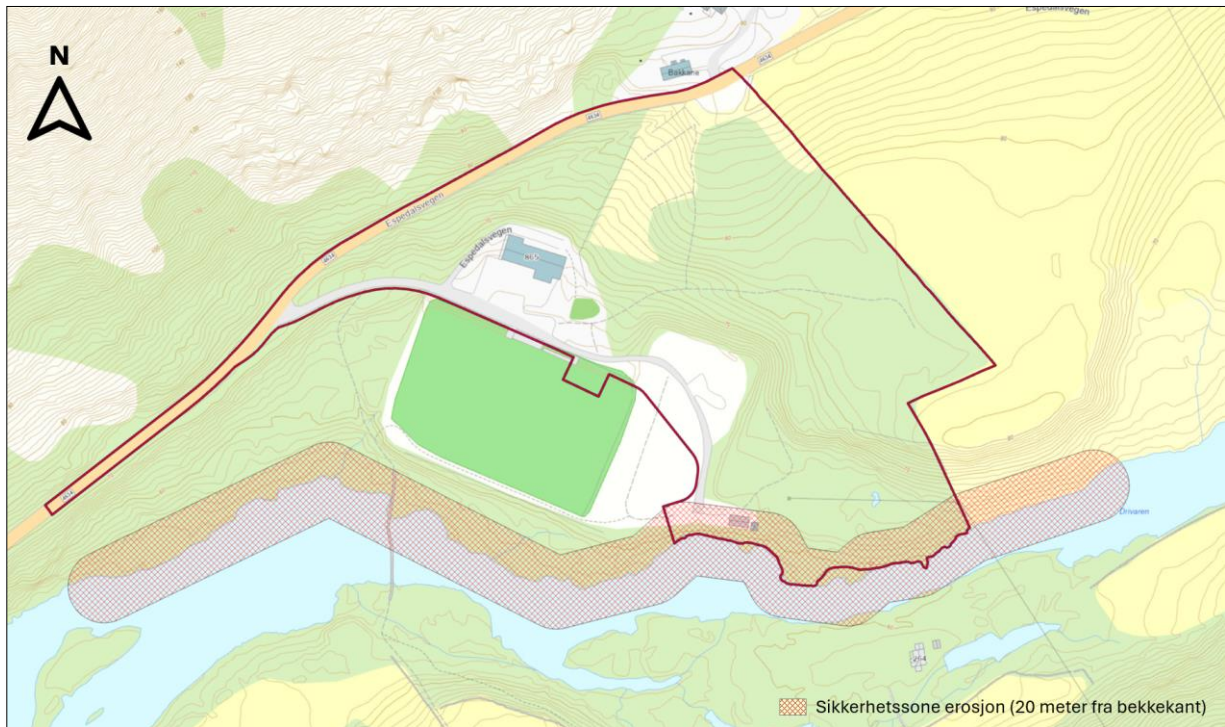


Figur 6-4: Oversikt over skjærespenninger (maksimalverdier) ved planområdet ved 1000-årsflom med 20% klimapåslag

Området med høy skjærespenning (opp mot 500 Nm²) sammenfaller med området med høye hastigheter som gir erosjonspotensiale. Denne delen av elveleiet vil ha potensiale for massetransport. Elva kan erodere grunnet høye hastigheter, og steiner kan flyttes med elva grunnet høy skjærespenning.

6.3. Sikkerhet mot erosjon

På generell basis, anbefales det å følge anbefalinger for sikkerhet mot erosjon gitt i TEK17 §7-2 (se kapittel 6.1). Høydeforskjellen mellom elveleiet opp til toppen av terrasseskråning er på ca. 5 meter. Høydeforskjellen til bekkeleiet gir en mindre sikkerhetssone (5 meter) enn anbefalinger i TEK17. På basis av dette, er det generert en sikkerhetssone på 20 meter fra elvekanten som grenser mot planområdet - se Figur 6-5. Ved utbygging innenfor denne sonen, bør det utføres mer detaljerte vurderinger av fare for skred/utglidning, eventuelt utføres sikringstiltak.



Figur 6-5: Sikkerhetssone mot erosjon, i henhold til anbefalinger i TEK17 §7-2 fjerde ledd.

7. Konklusjon og anbefalinger

Flomkartleggingen gjennomført for Espedalsåna viser at dimensjonerende flomsituasjon (1000-årsflom med 20% klimapåslag) gir en flomsone som oversvømmer planområdet i sørøstre del. Flomutsatt areal heftes i plankartet med hensynssone flom. Bestemmelser fastsettes for å ivareta tilstrekkelig sikkerhet for flom- og erosjonsfare. Flomsikker situasjon (1000-årsflom med 20% klimapåslag og 50% sikkerhetspåslag) gir en flomsone med flomsikre kotehøyder fra 63-54 moh langs den sydlige grensen til planområdet. Det er også utarbeidet er sikkerhetssone for erosjon på 20 meter fra elvekanten, denne vil også ligge til grunn for hensynssone erosjon.

Om det skal gjennomføres utbygging innenfor hensynssone flom og hensynssone erosjon må flom- og erosjonsfare hensyntas i form av avbøtende tiltak. Disse må prosjekteres og bygges før arealet kan utvikles.

Kilder

- **Asplan Viak** (2022) Innledende vurdering flomfare
- **Engeland, K., Glad, P., Hamududu, B.H., Li, H., Reitan, T. og Stenius, S.M.** (2020) *Lokal og regional flomfrekvensanalyse*. NVE rapport 10/2020.
- **Direktoratet for byggkvalitet** (2017). *Byggteknisk forskrift*. TEK17.
- **Fergus, T., Hoseth K.A., Sæterbø, E.** (2010). *Vassdragshåndboka*. Tapir akademisk forlag.
- **HEC** (2022). *HEC-RAS River Analysis System. User's Manual*. Version 6.3.
- **NVE** (2022). *Veileder for flomberegninger*. NVE veileder 1/2022.
- **NVE** (2022). *Sikkerhet mot flom – Utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak*. NVE veileder 3/2022.
- **Ryalen, P. C., Orvedal, K. (red)** (2015). *Flom og stormflo*. NVE rapport 83/2015.
- **Sandnes kommune** (2015) Kommunaltekniske normer for vann- og avløpsanlegg.

Databaser og verktøy:

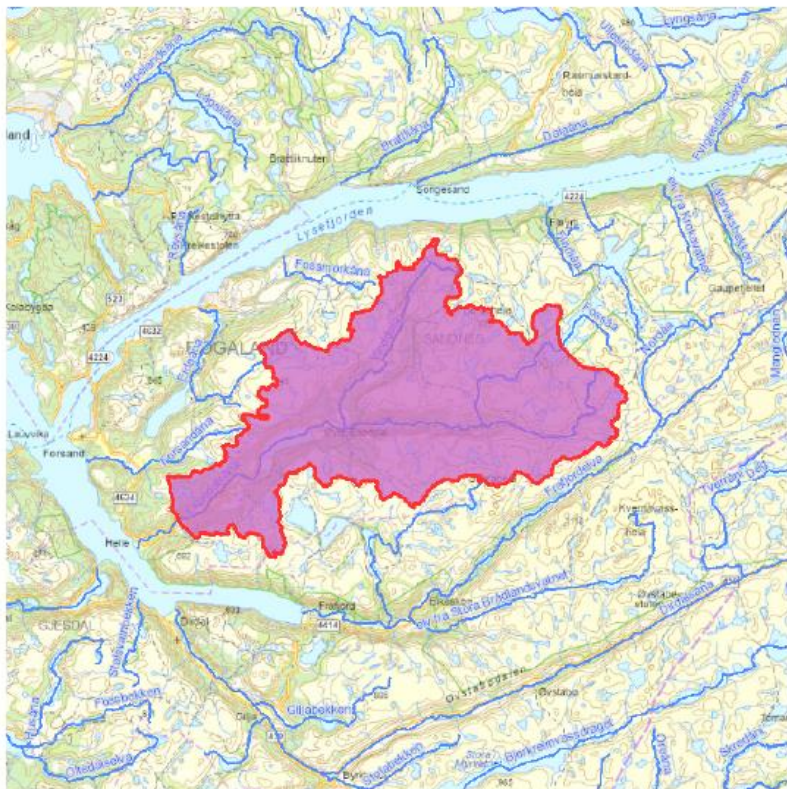
- **Høydedata** (april, 2025). Hentet fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>
- **Løsmassekart** (mai, 2025). NGU. Hentet fra https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- **NVE karttjenester** (april, 2025). NVE. Hentet fra [NVE Aktsomhetskart for flom](#)
- **Seklima - Nedbørintensitet** (mai, 2025). Norsk Klimaservicesenter. Hentet fra [Nedbørintensitet \(IVF-verdier\) - Norsk klimaservicesenter](#)
- **Norsk klimaservicesenter - Klimaprofiler** (mai, 2025). Norsk Klimaservicesenter. Hentet fra [Klimaprofil Rogaland - Norsk klimaservicesenter](#)

Vedlegg

Vedlegg 1 NEVINA-rapport

Vedlegg 2 Elveprofiler

Vedlegg 3 Flomsonekart



Kartbakgrunn: Statens Kartverk
 Kartdatum: EUREF89 WGS84
 Projeksjon: UTM 33N
 Beregn.punkt: 7714 W 6559569 N

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

Nedbørfeltparametere

Vassdragsnr.: 030.4A
 Kommune.: Sandnes
 Fylke.: Rogaland
 Vassdrag.: Espedalsåna

Feltparametere

Areal (A)	124	km ²
Effektiv sjø (A_{SE})	1.7	%
Elvleengde (E_L)	25.4	km
Elvegradient (E_G)	37	m/km
Elvegradient 1085 ($E_{G,1085}$)	32.1	m/km
Helning	18.6	°
Dreneringstetthet (D_T)	2.2	km ⁻¹
Feltlengde (F_L)	20.4	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Dyrket mark (A_{JORD})	1.9	%
Myr (A_{MYR})	0.6	%
Leire (A_{LEIRE})	0	%
Skog (A_{SKOG})	16.3	%
Sjø (A_{SJO})	8.9	%
Snaufjell (A_{SF})	61	%
Urban (A_U)	0	%
Uklassifisert areal (A_{REST})	11.3	%

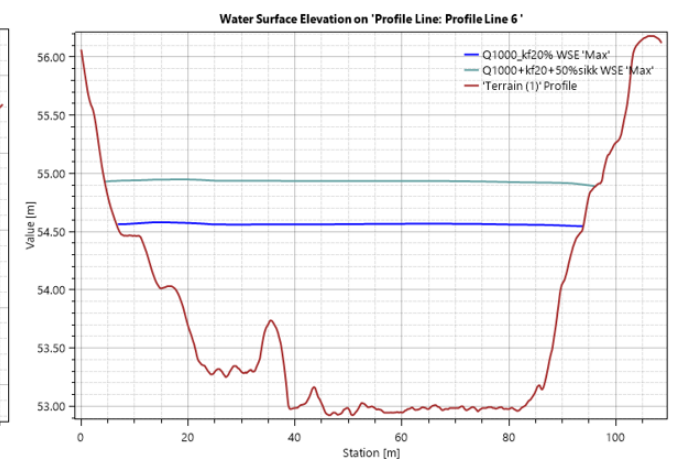
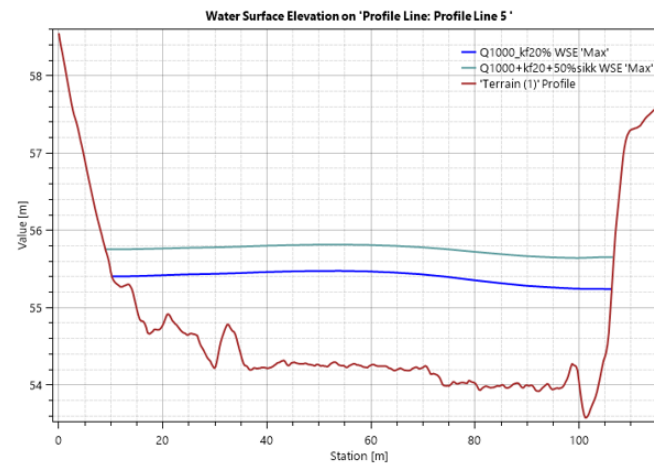
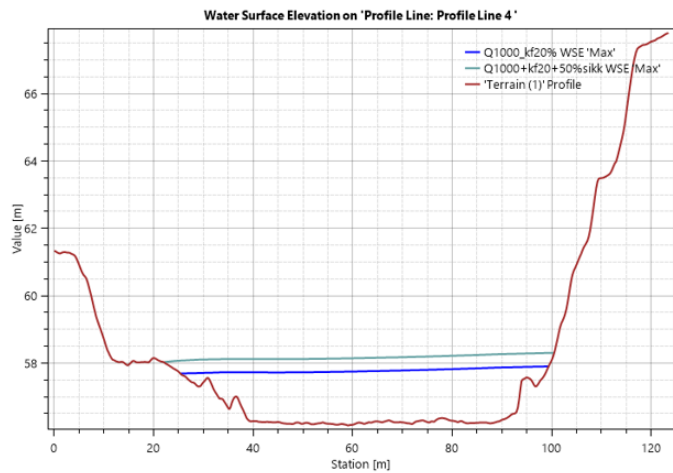
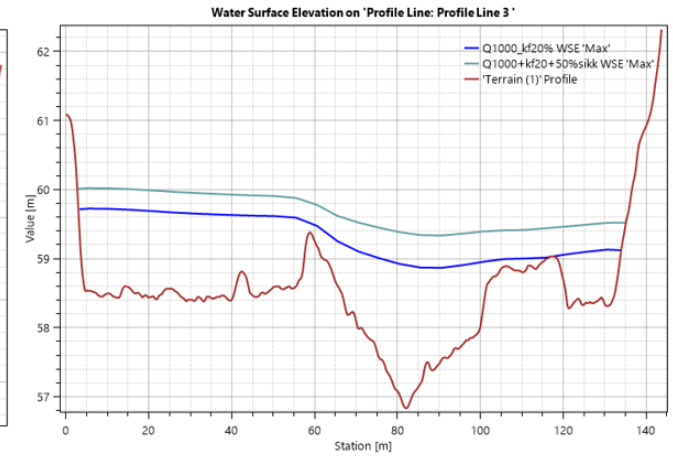
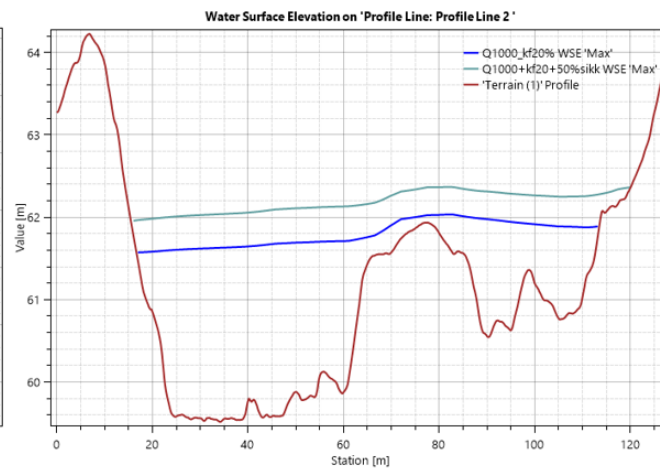
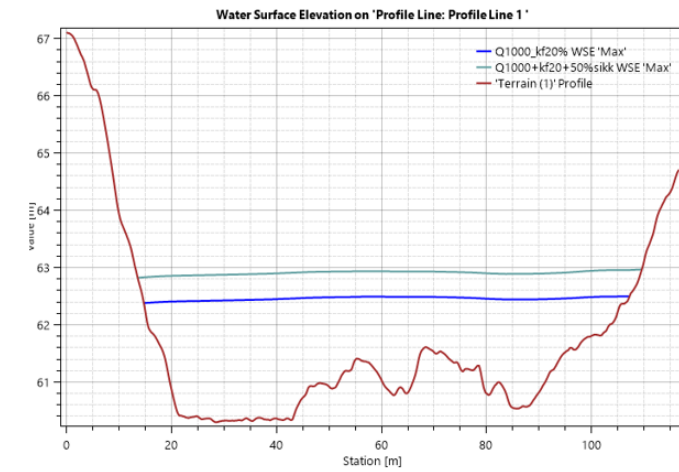
Hypsografisk kurve

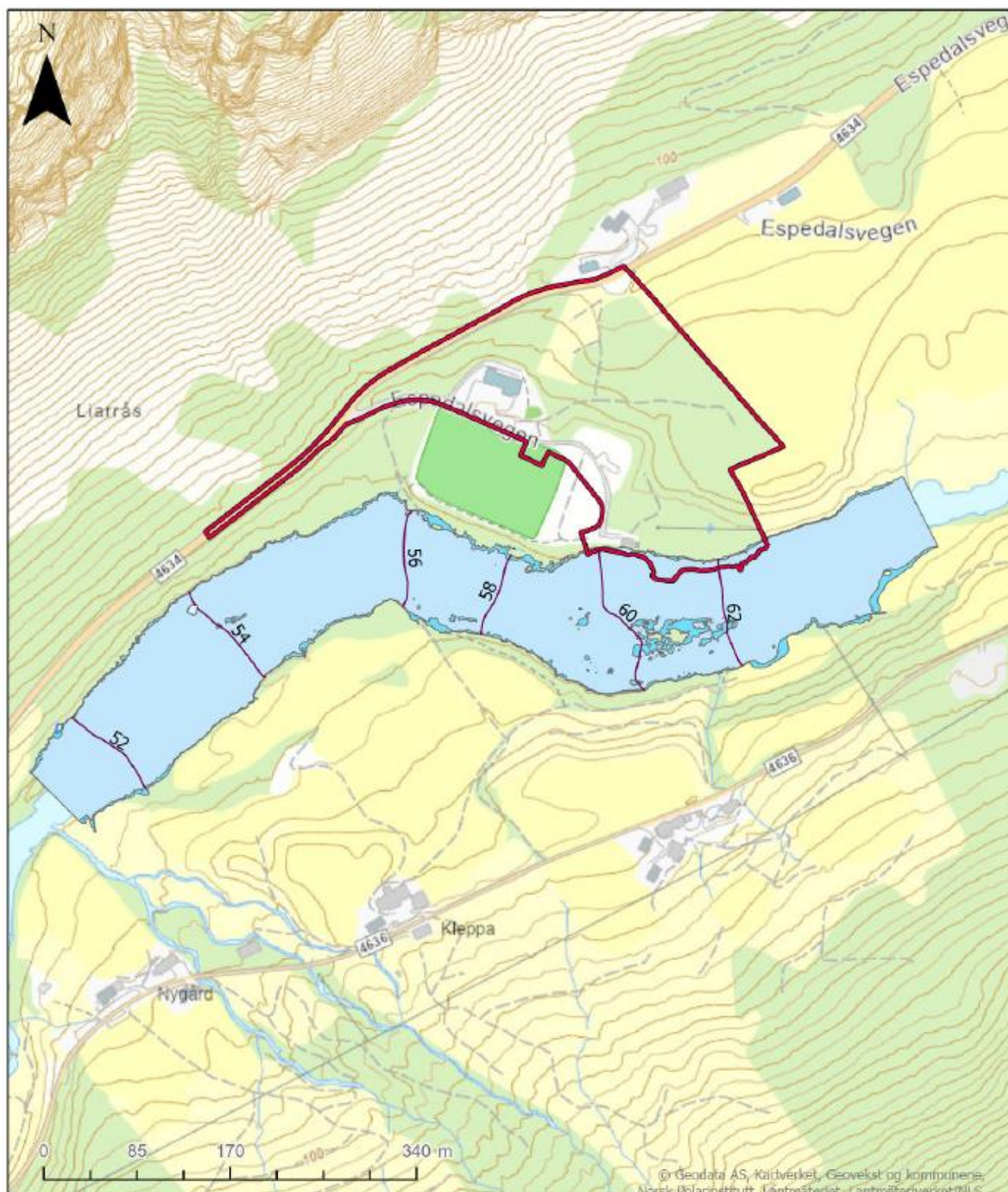
Høyde _{MIN}	52	m
Høyde ₁₀	273	m
Høyde ₂₀	506	m
Høyde ₃₀	683	m
Høyde ₄₀	800	m
Høyde ₅₀	814	m
Høyde ₆₀	821	m
Høyde ₇₀	845	m
Høyde ₈₀	875	m
Høyde ₉₀	922	m
Høyde _{MAX}	1035	m

Klima- /hydrologiske parametere (1991-2020)

Årlig middellavrenning (Q_N)	81.3	l/s*km ²
Årlig middellavrenning	2567	mm
Usikkerhet middellavrenning	6.5	%
Nedbør juni - august	488	mm
Nedbør desember - februar	986	mm
Årstemperatur	2.8	°C
Sommertemperatur	10.6	°C
Vintertemperatur	-2.9	°C

Vedlegg 2 - Elveprofiler





Flomsonekart Espedalsåna

Kartleggingen er utført for 1000-årsflom
inkludert 20% klimapåslag

NB: Verdier i kart angir modellert vannstand i moh (NN2000).

Tegnforklaring

- Flomkote
- Flomsone Q1000 kf20%
- Flomsone Q1000 kf20% sf 50%

Oppdragsgiver: SANDNES EIENDOMSSELSKAP KF

Oppdragsnr.: 629262-23

Utarbeidet av: ABL

Status: Åpent for offentligheten

Dato: 15.05.2025