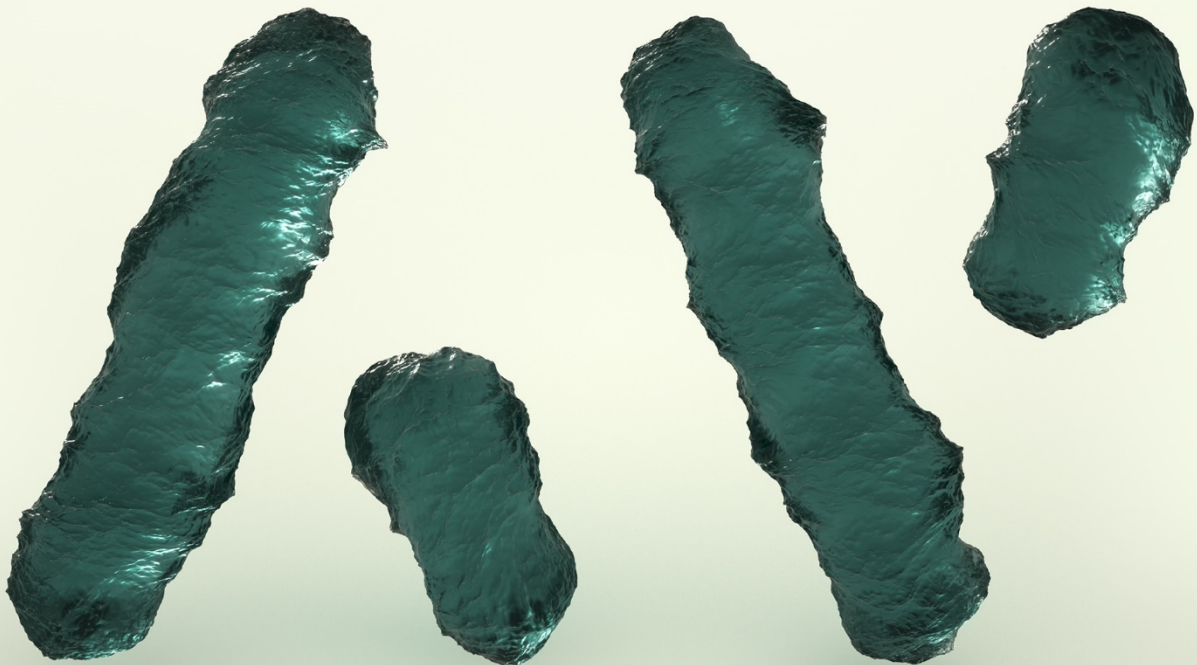


Flomsonekartlegging Storåna



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: Sandnes Kommune
Tittel på rapport: Flomsonekartlegging Storåna
Oppdragsnavn: Modellering Storåna
Oppdragsnummer: 635359-02
Utarbeidet av: Hege Merete Kalnes
Oppdragsleder: Møyfrid Sæverud Helberg
Tilgjengelighet: Åpen

01	18. feb. 2022	Nytt dokument	HMK	IDB/MCF
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Sammendrag

Det er gjennomført flomsonekartlegging av Storåna i Sandnes kommune (Rogaland). Analyseområdet strekker seg fra Stokkalandsvatnet i sør, til utløp i Gandsfjorden i nord. Kartleggingen er utført for 200-årsflom i fremtidens klima (inkludert klimapåslag), og gjelder for dagens tilstand i vassdraget.

Storåna er et urbant vassdrag, som har flere elvekrysninger og -overføringer. Det er også flere steder kanalisert. Ved utløpet til sjø, har vassdraget et feltareal på 25.6 km². Feltet består av betydelig andel skog og dyrket mark, men er svært urbant i den nedre delen. Det er videre nokså flatt, med større innsjøer lengre oppstrøms i feltet.

Det er ikke utført nye flomberegninger i forbindelse med dette arbeid. Det er gjort en gjennomgang av tidligere beregninger for vassdraget, og endelig estimat er valgt basert på en vurdering av metodikk/grunnlag, erfaringstall og feltegenskaper. Det er videre valgt å benytte et klimapåslag på 40%, som gir en dimensjonerende flomvannføring på $Q_{200+40\%} = 49.1 \text{ m}^3/\text{s}$ i Storåna ved utløpet til sjøen. Konstruksjon av flomforløp er basert på hydrologiske beregninger med en nedbør-avløpsmodell, og det er gjort en fordeling av tilsig langs elvestrekningen.

Hydrauliske beregninger er utført med en todimensjonal hydraulisk modell i programmet HEC-RAS. Modellen er satt opp på bakgrunn av en terrengmodell generert fra laserdata, med beregnede flomforløp/tilsig som inngangsdata. Resultatene viser at bebyggelsen i det urbane vassdraget er delvis utsatt for flom. Flommen vil bre seg utover i terrenget, og enkelte steder opptrer flomvann på avveie. Spesielt fører manglende kapasitet i kulverter ved Skeiane og sentrum til at større områder blir oversvømt. Det bemerkes imidlertid at det er stormflo som er den dimensjonerende flomkilden i store deler av sentrumsområdet, ikke elveflom.

Beregningene som kartleggingen baserer seg på, er beheftet med usikkerhet. Med bakgrunn i dette er det anbefalt å legge til en sikkerhetsmargin for vannstigning på 30 cm i planlegging.

Forord

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

Hege Merete Kalnes har utført flomsonekartleggingen, samt skrevet rapporten. Forutsetninger for beregninger og analyser har vært diskutert med fagansvarlig for hydrologi Ingri Dymbe Birkeland, og fagansvarlig for hydraulikk/modellering Marcos Carvajalino-Fernandez. Rapporten er kontrollert av Ingri Dymbe Birkeland.

Møyfrid Sæverud Helberg har vært oppdragsleder i Asplan Viak, mens Tron Ree har vært kontaktperson i Sandnes kommune.

Stavanger, 18.02.2022

Møyfrid Sæverud Helberg

Oppdragsleder

Ingri Dymbe Birkeland og
Marcos Carvajalino-Fernandez

Kvalitetssikrer

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	5
1.1. Bakgrunn	5
1.2. Tidligere kartlegginger	6
2. Forutsetninger	8
2.1. Generelle forutsetninger	8
2.2. Dimensjonerende gjentakintervall for flom	8
2.3. Beregningsforutsetninger	9
2.4. Utarbeidelse og bruk av flomsonekart	10
2.5. Flomfare ved utløp til sjø	11
3. Flomberegninger	13
3.1. Beskrivelse av nedbørfelt	13
3.2. Tidligere beregninger av 200-årsflom	14
3.3. Klimapåslag	15
3.4. Flomforløp	16
3.5. Fordeling av tilsig	18
4. Hydrauliske beregninger	20
4.1. Programvare og modelltype	20
4.2. Modelloppsett	20
4.3. Resultater fra hydraulisk beregning	27
4.4. Følsomhetsanalyse	31
5. Usikkerheter og flomsonekart	32
5.1. Sikkerhetsmargin	32
5.2. Flomsikkert nivå	32
5.3. Flomsonekart	34
6. Konklusjon	35
Kilder	36
Vedlegg	38

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

Kommuneplanen til Sandnes kommune er under revisjon. Samtidig pågår flere planprosesser i Sandnes, spesielt i områdene ved elven Storåna (se Figur 1-1).

Storåna er allerede sterkt berørt av eksisterende infrastruktur og bebyggelse, og det er flere elvekryssninger og -overføringer. Elveløpet er også flere steder kanalisert. Vassdraget har altså endret seg mye fra det naturlige utgangspunktet slik det fremstår i dag, spesielt ved sentrumsområdet ved utløpet til sjøen. Her er blant annet elven lagt under bakken i en lengre kulvert.

For å avklare reell flomfare i området, har Sandnes kommune engasjert Asplan Viak til å oppdatere flomsonekartet av Storåna. Analyseområdet strekker seg fra Stokkalandsvatnet i sør, til utløp i Gandsfjorden i nord. Hensikten med kartleggingen, er at den skal benyttes som et kunnskapsgrunnlag i videre planlegging, slik at sikkerhet mot flom blir ivaretatt.



Figur 1-1 Oversiktskart som viser geografisk plassering til Storåna.

1.2. Tidligere kartlegginger

Det har blitt gjort flere kartlegginger og flomvurderinger av Storåna, hvorav de mest sentrale/relevante er;

- **200 års flomberegning for Høylandsåna og Storånavassdraget i Sandnes kommune** (SINTEF, 2011)
 - SINTEF utførte i 2011 flom- og vannlinjeberegninger for Storånavassdraget, på oppdrag av Sandnes kommune. Flomberegninger ble utført med nedbør-avrenningsmodellen SIMBA i kombinasjon med ekstrapolering for høyere gjentaksintervall. Vannlinjeberegninger ble utført i programmet HEC-RAS, hvor det ble benyttet en endimensjonal stasjonær modell.
 - Det ble poengtert i tilhørende rapport at flomberegningene har høy usikkerhet knyttet til seg, og at terrenggrunnet i den hydrauliske modellen bør oppdateres for å få nøyaktige vannstander og flomsoneer.

- **Flomanalyse Storåna og Høylandsåna** (ÅF, 2017)
 - ÅF Engineering utførte i 2017 nye flom- og vannlinjeberegninger for Storånavassdraget, i forbindelse med Ecofacts arbeid med en helhetlig tiltaksplan for vassdraget på oppdrag av Sandnes kommune. Flomberegninger ble utført med regional flomfrekvensanalyse, noe som ga større flomverdier enn SINTEFs beregninger. For vannlinjeberegning/hydraulisk analyse, ble det tatt utgangspunkt i den hydrauliske modellen laget av SINTEF i 2011 (1D modell i HEC-RAS), men med forbedringer i form av høyere detaljgrad og oppdaterte innmålinger.
 - I den gjeldende kommuneplanen (vedtatt i 2019) er flomanalyse/flomsonekart fra ÅF lagt til grunn.

- **Mulighetsstudie for parkdrag med åpning av Storåna** (Cowi, 2020)
 - I 2020 utarbeidet Cowi en mulighetsstudie for parkdrag med åpning av Storåna i Sandnes sentrum, på oppdrag av Sandnes kommune. I forbindelse med dette arbeidet ble det utført nye flomberegninger av 200-årsflom, samt hydraulisk analyse av foreslått situasjon med åpning. Flomberegninger ble utført med lokal flomfrekvensanalyse på en sammenligningsstasjon, som ga større flomverdi enn ÅFs beregninger. For hydrauliske analyser, ble det utarbeidet en todimensjonal hydraulisk modell i HEC-RAS for den nedre, sentrumsnære delen av Storåna.

- **Kryssing Storåna - Flomvurdering** (Asplan Viak, 2021)
 - I 2021 gjorde Asplan Viak en flomvurdering av en ny elvekryssning/bro ifm. etablering av bussvei i Sandnes sentrum, på oppdrag av Rogaland fylkeskommune. Det ble gjort en vurdering av tidligere flomberegninger, samt oppdaterte beregninger med NIFS-formelverk, og det ble anbefalt å minimum bruke Cowis flomverdi i videre analyser. For hydrauliske analyser ble det benyttet Cowis modell (2D modell i HEC-RAS), med mindre justeringer for terreng og ny bro.

Med bakgrunn i at det har blitt gjort oppdaterte flomberegninger i etterkant av ÅFs flomanalyser (som gir høyere flomverdier), ønsker kommunen at det skal gjøres en oppdatert modellering/flomsonekartlegging av elven.

2. Forutsetninger

2.1. Generelle forutsetninger

Kartleggingen utføres for å finne vannstandsstigning/oversvømmelse som følge av flom i Storåna. Analyseområdet dekker den nedre delen av Storånavassdraget, og strekker seg fra Stokkalandsvatnet i sør, til utløp i sjøen i nord.

Beregninger og analyser er utført for dagens situasjon - eventuelle planlagte terrengendringer og/eller endringer i elvekryssninger og overføringer er ikke inkludert i det oppdaterte flomsonekartet. Det bemerkes at en eventuell flomsone for fremtidig/planlagt situasjon ikke vil være gjeldende før tiltaket er fysisk utført.

Kartleggingen hensyntar ikke eventuell vannstrømning gjennom masser under bakken - analysen ser på grunnen som helt tett. Vannstrømning gjennom lukket overvannsystem, med unntak av større kulverter for vanngjennomløp, er heller ikke hensyntatt. Det vil si at det forutsettes at taknedløp, sluk og overvannsledninger er tette og/eller overbelastet, slik at alt vann strømmer over bakken. Videre er det forutsatt at elven ikke graver seg nye veier under flom - altså er ikke eventuelle endringer i elvegeometrien som følge av erosjon under flomsituasjonen hensyntatt.

2.2. Dimensjonerende gjentaksintervall for flom

Flomsonekartet utarbeides for 200-årsflom i fremtidens klima (inkludert klimapåslag). Dette er med bakgrunn i at de fleste tiltak har 200 år som dimensjonerende gjentaksintervall for flom. Flomsonekartet kan følgelig benyttes som grunnlag i planlegging og dimensjonering av blant annet;

- Byggverk innen sikkerhetsklasse F2 for flom, i henhold til TEK 17 §7-2 *Sikkerhet mot flom og stormflo* - se Tabell 2-1.
- Tverrdrenering (stikkrenner/kulverter) på offentlige veger innen sikkerhetsklasse V2/V3, i henhold til Vegnormal N200 *Vegbygging* - se Tabell 2-2.
 - OBS! Bruer (spennvidde > 2.5 meter) skal alltid dimensjoneres for 200-årsflom, i hht. Vegnormal N400 *Bruprosjektering*.
- Dreneringsanlegg (stikkrenner/kulverter/grøfter/etc.) tilknyttet jernbane, i henhold til Bane NORs Teknisk regelverk.

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

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

Tabell 2-2 Sikkerhetsklasser for veg påvirket av flom, gitt av Vegnormal N200 Vegbygging.

Sikkerhets-klasse	ÅDT	Returperiode for flomhendelse			
		Med omkjøring		Uten omkjøring	
		Tverrdrenering	Langsgående drenering	Tverrdrenering	Langsgående drenering
V1	0 - 500	50 år	50 år	100 år	50 år
V2	500 - 4000	100 år	50 år	200 år	100 år
V3	> 4000	200 år	100 år	200 år	100 år

2.3. Beregningsforutsetinger

2.3.1. Flomberegninger

Det er ikke utført nye flomberegninger i forbindelse med dette arbeidet - kartleggingen er basert på foreliggende estimat av 200-årsflom. Det vil imidlertid bli gjort en vurdering av de tidligere beregningene, til grunnlag for valg av endelig estimat. Det vil også bli gjort en vurdering av klimapåslag, basert på anbefalinger fra NVE og Norsk Klimaservicesenter.

I de tidligere flomberegningene er det primært beregnet kulminasjonsverdier - det vil si den største vannføringen som opptrer i løpet av en flomhendelse. I mindre vassdrag som Storåna, vil ikke flomtappen nødvendigvis vare lenge. Videre er det flere broer og kulverter, som kan ha begrenset kapasitet til å ta unna flommen og hvor en kan få oppstuvning. Det er derfor valgt å modellere et flomforløp (hvor vannføringen varierer over tid), da dette vil best reflektere flomsituasjonen i et slikt vassdrag. For å finne en passende form på flomforløpet, er det utført hydrologiske beregninger ved bruk av nedbør-avløpsmodellen PQROUT.

Elvestrekningen som skal modelleres er ca. 4 km lang. Flomvannføringen er følgelig fordelt langs elvestrekningen, hvor fordelingen av tilsig er basert på grunnlag fra ÅFs flomanalyser.

2.3.2. Hydrauliske beregninger

Hydrauliske beregninger er utført med en todimensjonal dynamisk modell i programmet HEC-RAS. Det er valgt å ikke videreføre den endimensjonale modellen utarbeidet av SINTEF/ÅF (2011/2017), da det er sannsynlig at det vil opptre todimensjonale effekter (strømning som går i flere retninger) i vassdraget som 1D-modellen ikke klarer å fange opp. Den hydrauliske modellen til Cowi (2020) dekker kun den nedre, sentrumsnære delen av Storåna, og er i tillegg utarbeidet for en fremtidig/planlagt situasjon. Det er derfor valgt å ikke videreføre denne heller.

Modellen som er opparbeidet ifm. denne flomsonekartleggingen er stort sett basert på nytt og oppdatert grunnlag. Hovedgrunnlaget er en terrengmodell basert på siste tilgjengelige laserdata (fra 2015/2016), lastet ned fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata. Laserdata kan ha unøyaktige data for terreng under tett vegetasjon, samt der det er store vanndybder. Terrengmodellen er derfor supplert med innmålte tværsnitt fra ÅF-modellen der det er behov, samt manuelle redigeringer/interpolering. Til oppbygging av geometrien til den hydrauliske modellen, er det benyttet FKB-data. Ruhetsforhold/-verdier er ikke kalibrert, men vurdert ut ifra bilder, flyfoto og kartgrunnlag.

Kulverter og broer er lagt inn i modellen, og forutsettes å være helt åpne (hensyntar ikke tilstopping). Dimensjonene på disse konstruksjonene er hentet fra SINTEF/ÅF sin modell og/eller basert på antagelser ift. til omliggende terreng.

Beregnete flomforløp er benyttet som øvre og indre grensebetingelser i modellen, sammen med antagelse om normalstrømning. Utløpet i modellen er plassert et godt stykke ut i Gandsfjorden, hvor 1-års stormflo inkl. havnivåstigning er benyttet som nedre grensebetingelse i hht. anbefalinger fra NVE.

Uten kalibrering, vil det være usikkerhet knyttet til beregnede ruhetsverdier i modellen. For å tallfeste denne usikkerheten, er det foretatt en følsomhetsanalyse der ruheten i modellen er økt.

2.4. Utarbeidelse og bruk av flomsonekart

Resultater fra de hydrauliske beregningene er benyttet til å utarbeide flomsonekart, som viser utbredelsen av 200-årsflom inkl. klimapåslag samt beregnede flomnivåer i moh. (gitt som flomkoter). Flomsonekartet er generert ved bruk av GIS, og er utarbeidet i henhold til NVE sin standard.

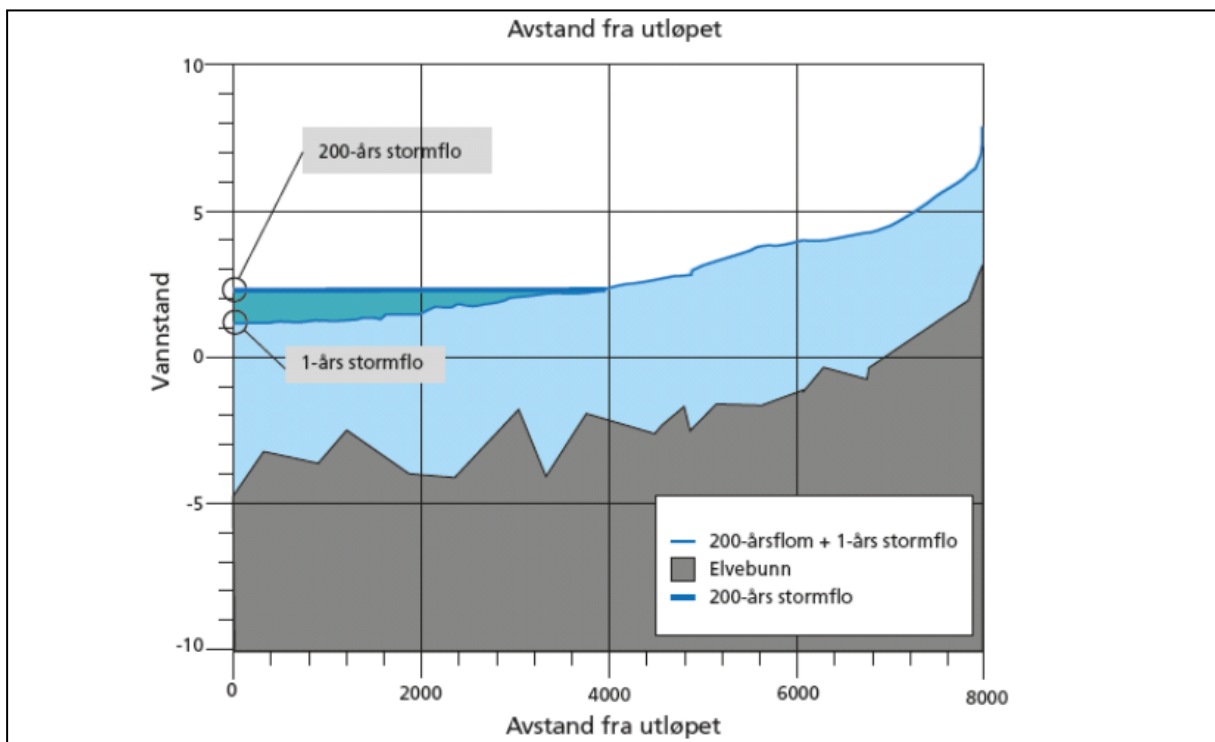
Det bemerkes at flomsonekartet vil kun viser modellert situasjon. Det er foretatt en vurdering av usikkerheten knyttet til beregningene (bla. basert på følsomhetsanalyse), til grunnlag for etablering av en anbefalt sikkerhetsmargin for vannstandsstigning. Denne sikkerhetsmarginen må legges til beregnet vannnivå (og vist flomutbredelse i flomsonekartene) i planlegging.

Flomsonekartet er utarbeidet i koordinatsystemet EUREF89 UTM 32 og høydesystemet NN2000.

2.5. Flomfare ved utløp til sjø

For elver som har utløp i sjø, skal det benyttes den såkalte «lokkmetoden» som illustrert i Figur 2-1. Dette innebærer at det dimensjonerende flomkilden av elveflom og stormflo ved et punkt i elven, er den som gir størst vannstand (forutsatt de har samme gjentaksintervall).

Kartlegging av utsatte områder for flomfare fra havet er ikke direkte omfattet i dette arbeidet – for dette henvises det til sluttrapporten for klimatilpasningsprosjektet for Sandnes sentrum (Asplan Viak, 2019). Det er imidlertid gjort en sammenligning av elveflomnivå i Storåna og havnivå ved stormflo for å etablere hvor i elven stormflo vil «overta» som dimensjonerende flomkilde.



Figur 2-1 Illustrasjon av lokkmetoden, der en elv har utløp i sjø (Kilde: NVE rapport 83/2015).

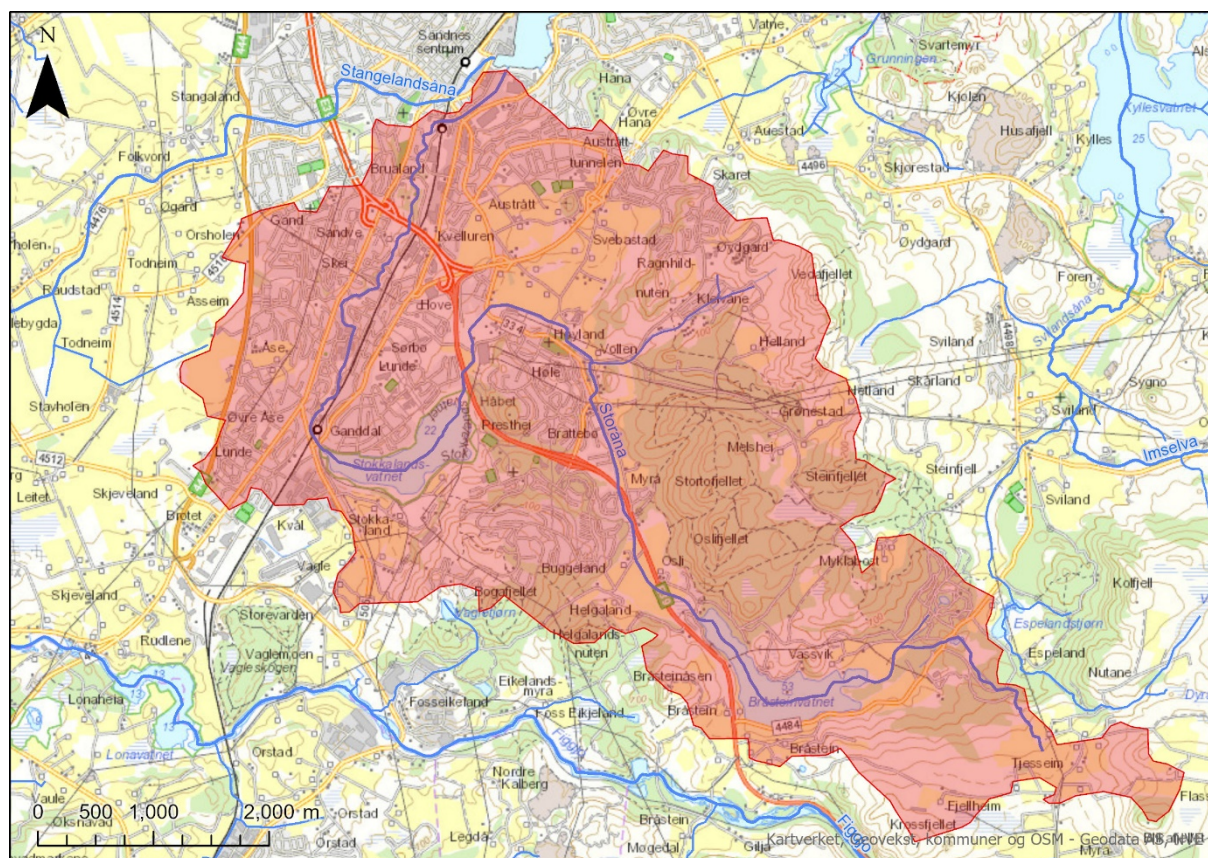
Denne flomsonekartleggingen er utført for en finne dimensjonerende *vannstandsstigning* i Storåna, og det er derfor sett på kombinasjonen elveflom og høyyann. Det bemerkes at vannhastighetene i elven ved utløpet til sjøen vil være større når havnivået er lavt. For eventuelle erosjonsvurderinger burde det følgelig gjøres nye hydrauliske beregninger, hvor det sees på kombinasjonen elveflom og lavvann.

3. Flomberegninger

3.1. Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltet til Storåna ved utløp til sjø, er vist i Figur 3-1. Feltet og tilhørende parametere (se Tabell 3-1) er generert i NVEs karttjeneste NEVINA. Kontrollanalyser i overflatemodellen SCALGO Live viser at NEVINA gir korrekt avgrensning av feltet.

Vassdraget faller under kategorien små (< 50 km²) felt, og er uregulert.



Figur 3-1 Nedbørfelt til Storåna ved utløp til sjø, generert i NEVINA.

Tabell 3-1 Feltparametere for Storåna generert i NEVINA.

Felt	Areal [km ²]	Eff. sjø [%]	H _{maks} [moh]	Relieff forhold [m/km]	Skog [%]	Dyrket mark [%]	Snau- fjell [%]	Urban [%]	q _N * [l/s·km ²]
Storåna	25.6	1.68	309	8.9	25.1	15.3	10.9	23.0	35.1

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

3.2. Tidligere beregninger av 200-årsflom

Beregnete flomvannføringer for Storåna er oppsummert i Tabell 3-2. En kan se at estimatene spriker en del, noe som indikerer høy usikkerhet.

Tabell 3-2 Beregnede flomvannføringer for Storåna ved utløp i sjø.

Kilde	Metode	200-årsflom (kulminasjon)	
		[l/s·km ²]	[m ³ /s]
SINTEF (2011)	SIMBA	297	7.6
ÅF (2017)	RFFA-1997	719	18.4
Cowi (2020)	FFA (28.7 Haugland)	1106	28.3
Asplan Viak (2021)	RFFA-NIFS	1339	34.3
	Q _M FFA og Q _T /Q _M NIFS	1371	35.1

Erfaringstall for spesifikk kulminasjonsverdi (time) ved 200-årsflom ($q_{200 \text{ kulm}}$) for små felt på Sør- og Vestlandet, varierer stort sett mellom 700-5000 l/s·km² (NVE, 2015). De høyeste verdiene finner en hovedsakelig i bratte felt med lav effektiv sjøprosent. Feltegenskapene til Storåna (se Tabell 3-1) indikerer at den burde ha en flomverdi som ligger i det nedre sjiktet. Liten helning (lavt relieff forhold), en noe stor effektiv sjøprosent og en betydelig andel skog og dyrket mark er alle egenskaper som bidrar til flomdempning i feltet og gir lavere spesifikke flommer. Det er imidlertid nokså urbant (spesielt i den nedre delen av feltet), og tette flater vil føre til raskere avrenning og høyere spesifikke flommer.

Under er det gjort en vurdering av beregnede flomvannføringer for Storåna, med bakgrunn i erfaringstall og feltegenskaper, samt beregningsmetode:

- **SINTEF (2011):** SIMBA - $q_{200 \text{ kulm}} = 297 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$
 - Flomberegninger er utført med nedbør-avløpsmodellen SIMBA i kombinasjon med ekstrapolering. Flomverdien er mye mindre enn erfaringstall, og er mest sannsynlig betydelig underestimert.
- **ÅF (2017):** RFFA - 1997 - $q_{200 \text{ kulm}} = 719 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$
 - Flomberegninger er utført med regionalt formelverk fra 1997. Formelverket begynner å bli utdatert, og er i tillegg utarbeidet for større felt (som har mer flomdempning). Dette er reflektert i at flomverdien ligger helt i grenseland mht. erfaringstall. Altså er den mest sannsynlig underestimert.
- **Cowi (2020):** FFA 28.7 Haugland - $q_{200 \text{ kulm}} = 1106 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$
 - Flomberegninger er utført ved bruk av lokal flomfrekvensanalyse på målestasjon 28.7 Haugland. Flomverdien ligger innenfor erfaringstallene, i nedre sjiktet. Målestasjon 28.7 Haugland ligger nærme feltet til Storåna og vil således ha det

samme nedbørsregimet. Stasjonen har over 100 år med data, noe som er veldig bra mht. bruk i frekvensanalyser. Feltet til stasjonen er imidlertid betydelig større en feltet til Storåna (138 km² mot 25,6 km²), og er mye mindre urbant, og vil dermed trolig ha en tregere respons enn Storåna. Det er derfor sannsynlig at vannføringen er noe underestimert.

- **Asplan Viak (2021):** NIFS - $q_{200\text{ kulm}} = 1339\text{ l/s}\cdot\text{km}^2$
 - Flomberegninger er utført ved bruk av regionalt formelverk utarbeidet for små felt fra 2015 - også kalt NIFS-formel. Flomverdien ligger innenfor erfaringstallene, i nedre sjiktet. Verdien er noe større enn den fra FFA, som er hovedsakelig grunnet at vekstkurveforholdet (Q_{200}/Q_M) beregnet med NIFS er større (2.74 mot 2.22). Vekstkurveforholdet beregnet med NIFS er ansett å være svært robust for små felt, og følgelig ansees mer representativ for Storåna enn den fra FFA som er basert på en målestasjon med større felt. Middelflom (Q_M) beregnet med NIFS har imidlertid generelt stor usikkerhet knyttet til seg.
- **Asplan Viak (2021):** Q_M fra FFA, Q_{200}/Q_M fra NIFS - $q_{200\text{ kulm}} = 1371\text{ l/s}\cdot\text{km}^2$
 - Flomberegninger er utført ved bruk av en kombinasjon av NIFS og FFA. Pga. usikkerheten knyttet til middelflom (Q_M) fra NIFS, er det vanlig å benytte en kombinasjon med Q_M fra FFA og Q_{200}/Q_M fra NIFS. Flomverdien er den største av alle estimatene, men ligger fortsatt i det nedre sjiktet mht. erfaringstall. Middelflom (Q_M) fra NIFS og FFA er relativt like (12.5 m³/s mot 12.8 m³/s), noe som resulterer en kun noe større 200-årsflom sammenlignet med ren NIFS-beregning.

Basert på overnevnte vurderinger, er det valgt å ta utgangspunkt i verdien gitt av kombinasjonen middelflom fra lokal flomfrekvensanalyse, og vekstkurveforhold fra NIFS. Dette er den høyeste flomverdien, og altså det mest konservative estimatet, men også ansett som realistisk med hensyn til erfaringstall.

Det er altså valgt å legge til grunn en 200-årsflom på 35.1 m³/s for Storåna ved utløp til sjø.

3.3. Klimapåslag

Økt regnintensitet som følge av klimaendringer vil føre til større flommer i små vassdrag over hele landet. Disse endringene er hensyntatt i tidligere kartlegginger og vurderinger av Storåna, hvor det er benyttet et klimapåslag på 40% i alle utenom den til SINTEF (er benyttet 30%). Under er det gjort en vurdering av passende klimapåslag, basert på de nyeste anbefalingene.

I NVEs rapport *Klimaendring og framtidige flommer i Norge* (2016) er det anbefalt å benytte et klimapåslag på minst 20% for alle nedslagsfelt med areal mindre enn 100 km². Generelt vil økt regnintensitet som følge av klimaendringer få større effekt i vassdrag som reagerer raskt på nedbør. Norsk Klimaservicesenter gir også anbefalinger til klimapåslag. I *Klimaprofil Rogaland* (2021) står det at en kan forventete minst 20% økning i flomvannføring i alle nedbørfelt i fylket. For nedbør, anbefales det å benytte et påslag på 40% for varigheter på 1 til 3 timer.

Storåna har egenskaper som indikerer at det vil reagere relativt raskt på nedbør (lite areal og nokså stor andel tette flater), men de har også en betydelig andel innsjøareal og skog som gir demping og tregere flomrespons. Det er følgelig forventet at de største vannføringene vil opptre for regnskyll med varighet på rundt 2-3 timer.

Med bakgrunn i de overnevnte anbefalingene, og feltegenskapene til elven, er det følgelig valgt å videreføre klimapåslaget på **40%**. Dette gir en økning i 200-årsflommen til **49.1 m³/s**.

3.4. Flomforløp

Forløpet til en flom avhenger av flere faktorer, og flomregimet i et nedbørfelt har mye å si for hvordan flommen utvikler seg. I små kystnære felt på Sørlandet, slik som Storåna, opptrer de største flommene som følge av regnhendelser (ikke snøsmelting). Slike regnflommer vil ha et spissere flomforløp, hvor forskjellen mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring kan bli stor (Stenius m.fl., 2014).

For å finne en passende form på flomforløpet som skal modelleres i Storåna, er det utført hydrologiske beregninger ved bruk av nedbør-avløpsmodellen PQROUT. I disse beregningene, er det benyttet NVEs nett-versjon av modellen.

Parameterne til den hydrologiske flommodellen beregnet fra ligninger gitt i NVEs *Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt* (2015). Disse bruker inngangsparameterne relieff forhold (beregnet fra høydeforskjell og feltlengde), og effektiv sjøprosent. Feltet har en nokså stor andel bart fjell og tette flater - modellparameteren K_1 er derfor økt med 0.05 i henhold til anbefalinger i NVEs veileder (2015). Benyttede modellparametere er gitt i Tabell 3-3, og det er forutsatt full metning som initialtilstand. Konsentrasjonstiden til feltet er beregnet med den pragmatiske metoden.

Tabell 3-3 Modellparametere i nedbør-avløpsmodellen PQRout.

Felt	Øvre tømmekostant K1 [1/time]	Nedre tømmekostant K2 [1/time]	Skille øvre og nedre T [mm]	Konsentrasjons- tid T _c [timer]
Storåna	0.079	0.039	21.05	2

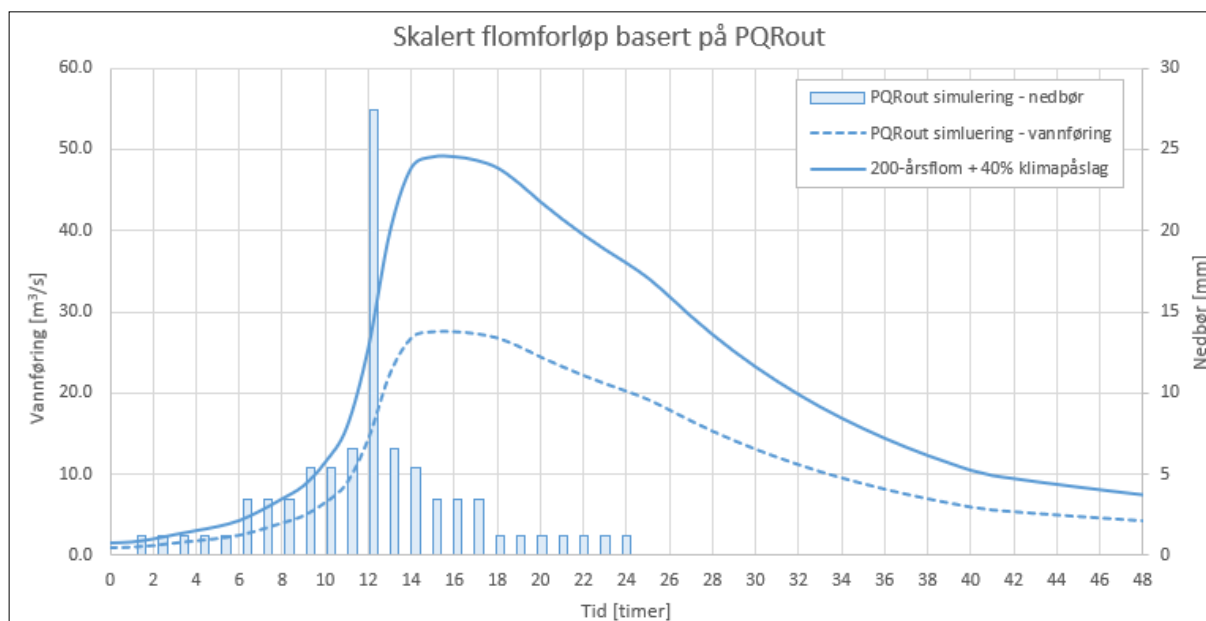
Med bakgrunn i at det er forventet at de største flommene vil være regnflommer, er det ikke hensyntatt snøsmelting i beregningene. Nedbørforløp konstrueres med utgangspunkt i IVF-data for nedbørmålestasjon Sandnes - Rovik (se Tabell 3-4), hentet fra Norsk Klimaservicesenters tjeneste Seklima. Forløpet er konstruert på basis av nedbørintensitet med gjentaksintervall på 200 år, og det er benyttet en varighet på 24 timer, en symmetrisk fordeling samt tidsskritt på en time.

Tabell 3-4 IVF-data i mm, hentet fra Norsk Klimaservicesenter.

Sandnes - Rovik																	
Antall sesonger: 34 (1974-2017)																	
Regnvarighet [min]																	
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
Gjentaksintervall [år]	2	1.9	2.7	3.5	4.7	6.6	7.9	8.7	10.2	11.9	13.3	15.2	17.6	21.5	30.7	40.2	51.8
	5	2.5	3.3	4.2	6.0	8.6	9.9	10.8	12.6	14.5	16.5	18.7	21.3	25.9	36.5	48.8	61.3
	10	2.9	3.7	4.8	6.9	9.9	11.3	12.1	14.1	16.2	18.7	21.1	23.8	28.7	40.6	54.4	67.4
	20	3.3	4.1	5.2	7.7	11.2	12.6	13.5	15.7	17.8	20.7	23.3	26.1	31.5	44.3	60.0	73.4
	25	3.5	4.2	5.4	8.0	11.6	13.0	13.9	16.1	18.4	21.4	24.0	26.9	32.4	45.6	61.8	75.2
	50	3.9	4.5	5.9	8.8	12.8	14.2	15.2	17.6	20.0	23.4	26.1	29.2	35.1	49.2	67.0	81.2
	100	4.3	4.9	6.3	9.6	14.0	15.5	16.4	19.1	21.5	25.4	28.3	31.5	37.8	52.9	72.1	86.4
	200	4.7	5.3	6.8	10.4	15.2	16.7	17.7	20.5	23.1	27.4	30.5	33.7	40.5	56.6	77.3	92.4

Konstruert nedbørforløp og beregnet flomforløp for 200-årsflom med PQRout, er vist i Figur 3-2. En kan se at flomtoppen varer i rundt 5 timer. Videre er kulminasjonsfaktoren, altså forholdet mellom kulminasjonsvannføring og døgnmiddelvannføring, beregnet til $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} = 1.45$ for de «våteste» 24 timene. Cowi (2020) har estimert kulminasjonsfaktoren for målestasjon 28.7 Haugland til $Q_{\text{mom}}/Q_{\text{døgn}} = 1.38$, basert på forholdstall for de fem største registrerte flommene. Altså stemmer kulminasjonsforholdet fra PQRout godt overens med observerte flommer i nærliggende vassdrag, og det er forventet at kulminasjonsfaktoren er noe større for Storåna som har et mindre felt (og følgelig mindre flomdempning) enn 28.7 Haugland.

For å skape flomforløp for dimensjonerende 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag, er forholdet mellom vannføring i et tidssteg og kulminasjonsvannføring fra PQRout benyttet.



Figur 3-2 Konstruert nedbørforløp og beregnet flomforløp med PQRout, samt skalert flomforløp for 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag som benyttes i hydrauliske beregninger.

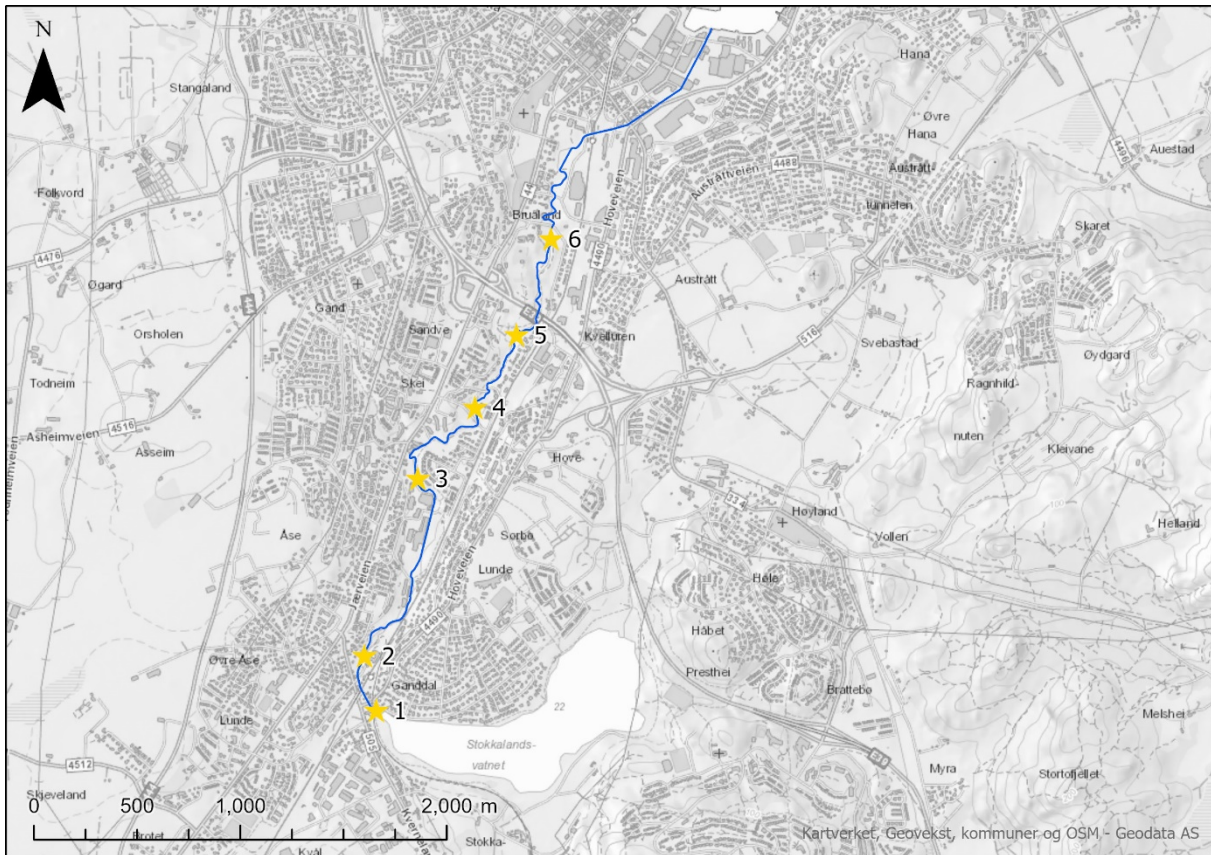
3.5. Fordeling av tilsig

Fordeling av tilsig langs elvestrekningen, er basert på lokasjoner for vannføringsendringer og forholdstall benyttet i ÅFs flomanalyser (2017) – se Figur 3-3 og Tabell 3-5.

Det er lagt inn totalt 6 tilsig. Fordelingen av vannføring/tilsig i ÅFs flomanalyser er basert på SINTEFs tidligere flomberegninger (2011), hvor det ifølge oppdragsgiver ble gjort vurderinger basert på både lokalt feltareal og overføringer gjennom overvannsledninger.

Det er benyttet den samme «formen» på flomforløp som beskrevet i kapittel 3.4 for alle tilsigene, slik at det akkumulerte forløpet (etter tilsig 6) blir som vist i Figur 3-2. Det er altså ikke tatt hensyn til at de forskjellige delfeltene vil reagere ulikt på nedbørforløpet. Det er imidlertid ikke forventet at dette vil ha en nevneverdig innvirkning flomsituasjonen.

Siden det er nokså store avstander mellom tilsigene (300 til 1000 meter), er det lagt inn en forsinkelse i tilsigene som er lengre nedstrøms. Dette er for å sørge for at akkumulert dimensjonerende kulminasjonsvannføring blir modellert i alle delene av elven. Forsinkelsen er beregnet basert på en antagelse at vannhastigheten i elva gjennomsnittlig 1.5 m/s.



Figur 3-3 Kartutsnitt som viser plassering av tilsig i hydraulisk modell.

Tabell 3-5 Lokale og akkumulerte tilsig (kulminasjonsverdier) langs elvestekningen.

	Tilsig [m ³ /s]	Akkumulert	
		[m ³ /s]	% av total
Tilsig 1	42.1	42.1	86
Tilsig 2	1.3	43.4	88
Tilsig 3	1.9	45.3	92
Tilsig 4	0.6	45.9	93
Tilsig 5	1.1	47.0	96
Tilsig 6	2.1	49.1	100

4. Hydrauliske beregninger

4.1. Programvare og modelltype

Hydrauliske beregninger er utført med programvaren HEC-RAS versjon 6.1, som er utviklet av United States Army Corps of Engineers (USACE). 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, 2021).

Det er valgt å benytte en todimensjonal dynamisk modell for Storåna. Dette betyr at strømmingen er ikke-stasjonær (varierer over tid), og kan opptre i horisontalplanet. En slik modell vil bedre kunne simulere strømming utenfor elveløpet 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

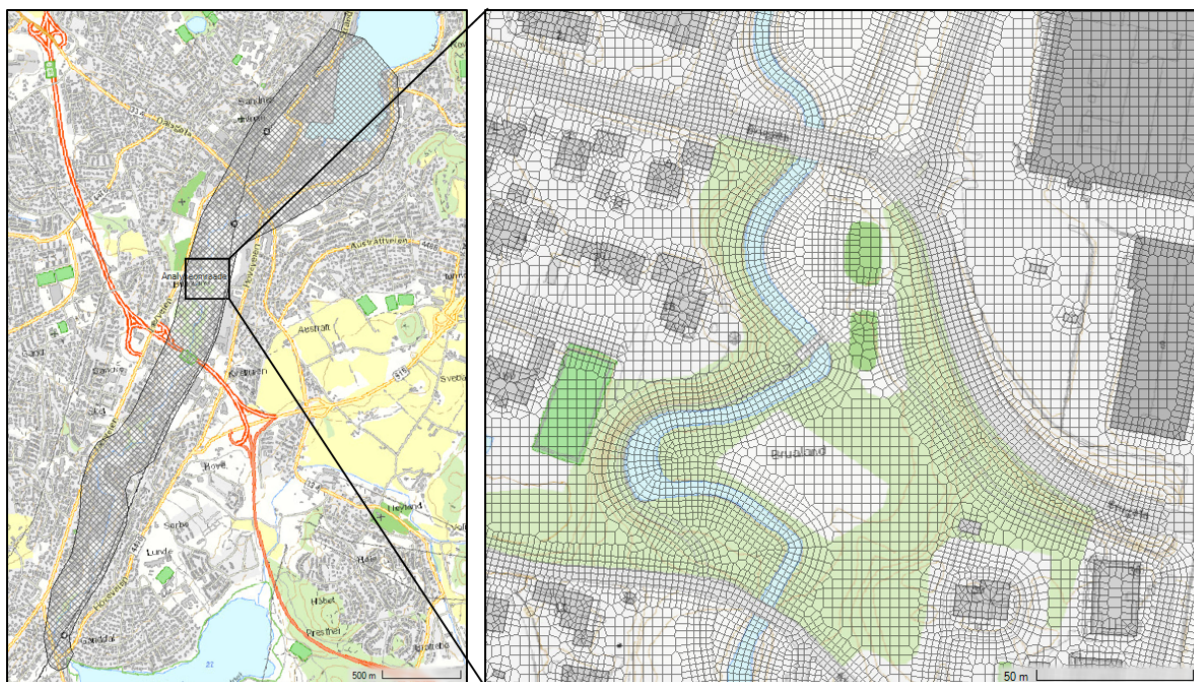
Analyseområdet strekker seg fra utløpet av Stokkalandsvatnet i sør, til sjøen i nord - se Figur 4-1. Analyseområdet er nokså romslig avgrenset, slik at all strømming som kan ha en betydning for flomsituasjonen blir inkludert. Overflatemodellen SCALGO Live er benyttet til å vurdere hvor eventuelle alternative flomløp kan inntre, og utstrekningen av områder hvor vannet kan samle seg opp (forsenkinger), slik at dette inkluderes i analyseområdet.



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

4.2.2. Beregningsnett

Den hydrauliske modellen baserer seg på et rutenett, hvor det for hver enkelt rute gjøres beregninger. Rutenettstørrelsen er satt til 3 meter i sideterreng, 2 meter i og rundt elveløp, og 2 meter langs veier og bygninger. Elveløp, veier og byggomriss (fra FKB-data) er lagt inn som knekklinjer (såkalte «breaklines»), slik at beregningsrutene blir orientert i riktig retning og strømmingen blir med nøyaktig modellert.



Figur 4-2 Beregningsnett i hydraulisk modell.

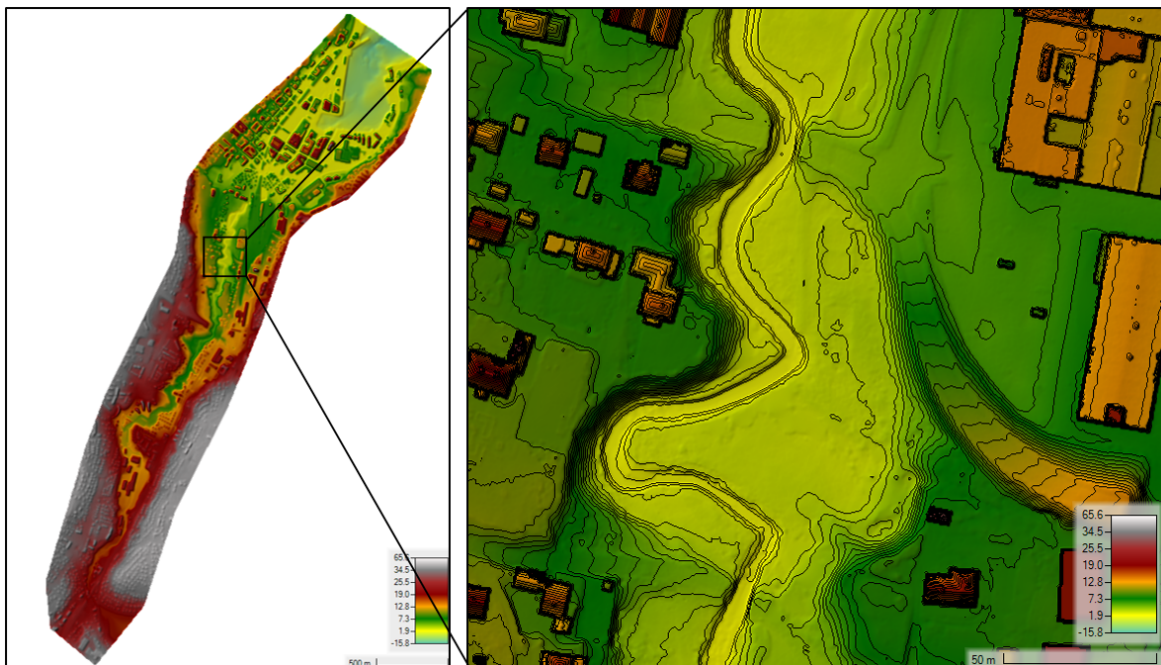
4.2.3. Terrengmodell

Det er satt opp en terrengmodell, som er hovedgrunnlaget for de hydrauliske beregningene - se Figur 4-3. Terrengmodellen har en oppløsning på 0.25x0.25 meter. Bygninger er lagt inn i modellen, da disse kan påvirke strømningsforhold på flomslettene.

Terrengmodellen er basert på laserdata, hentet fra Kartverkets forvaltningsløsning Høydedata (www.hoydedata.no). Det er benyttet de mest oppdaterte tilgjengelige laserskanningene av området; fra Brueland og nordover er det benyttet laserdata fra 2016 (prosjekt NDH Rogaland 5pkt 2016), mens i sør er det benyttet data fra 2015 (prosjekt E39 Livold-Ålgård 2015). Laserdata kan ha unøyaktige høyder for terreng under tett vegetasjon, og elvebunn ved store vanddybder. Terrengmodellen er derfor supplert med laserdata fra 2014 og 2012 (prosjekt Jæren 5pkt 2014 og Sandnes 2012), der disse gir mer nøyaktige data for elvebunn.

Det er også foretatt mindre manuelle redigeringer. Der det er tydelig at vegetasjon har hindret at elvebunnen har blitt scannet, er elvebunnen estimert basert på interpolering mellom tverrsnitt. Høyder for elvebunn er også sammenlignet/redigert med innmålte tverrsnitt fra ÅF-modellen (2017). Den automatiske fjerningen av brodekker og underganger i laserdataene fra Høydedata er ofte unøyaktig, og det er derfor gjort redigeringer for å gi korrekte åpninger av disse. Laserdataene begynner også å bli noe gamle (fra 2016/2015), og det er derfor foretatt mindre redigeringer for å få med terrengendringer som har skjedd i ettertid (primært lagt inn nybygg).

For havbunnen, er det benyttet en batymetrisk høydemodell generert i ArcGIS Pro fra isolinjer basert på Kartverkets kystkart.



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

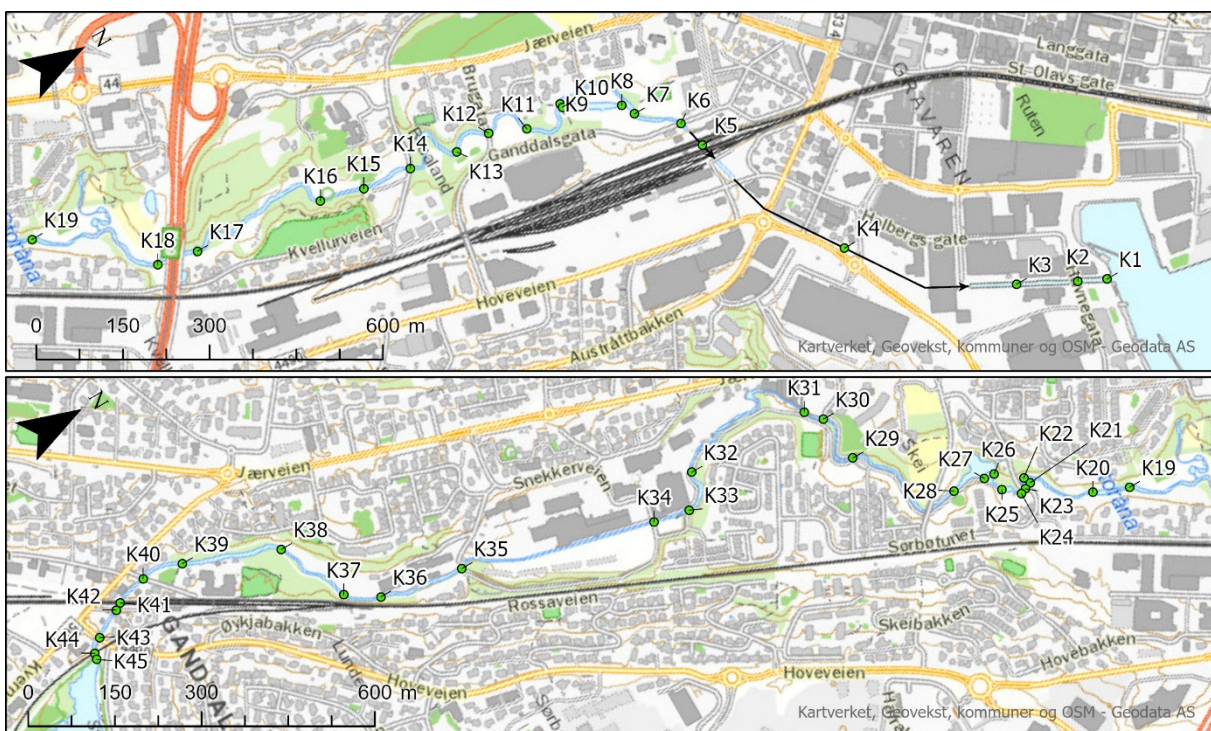
4.2.4. Konstruksjoner i vassdraget

Figur 4-4 (samt oversiktskart i Vedlegg 1) viser en oversikt over elvekryssinger (bruer og kulverter) i Storåna. Tabell 4-1 gir informasjon krysningenes utforming og dimensjoner. Høyder for elvekryssningene er estimert fra terrengmodellen.

Det er identifisert totalt 45 elvekryssinger mellom strekningen Stokklandsvatnet og utløpet til sjøen. Av disse, er 27 inkludert i ÅFs flommodell fra 2017, hvorav relevante data/innmålinger for krysningene er videreført i dette arbeidet. De resterende 18 elvekryssningene er små gang-/sykkelbruer, med unntak av en jernbanebru (K41). I ÅF sin

modell, er bruene lagt inn som plate-/bjelkebruer uten pilarer, med en tykkelse på brudekke på 0.3 eller 0.4 m. Da bruene i ÅF-modellen er såpass like i utformingen, kan det antas at de manglende krysningene vil ha en lignende utforming. Videre gir den utarbeidede terrengmodellen et godt grunnlag for vurdering av dimensjonen på elvekrysningene. Det er derfor valgt å gjøre antagelser/estimeringer for utformingen til de manglende krysningene - disse er altså ikke innmålt under befaring. Det er imidlertid ikke forventet at eventuelle avvikende utforminger vil ha en stor betydning for resultatene, da bruene er såpass små. Jernbanebruen (K41) er større, men ligger såpass høyt over elven at dets brudekke ikke vil påvirke strømmingen.

Ruheten til bruene og kulvertene er vurdert med hensyn til materiale, tilstand og form. Manningstall (n) er valgt basert på standardverdier i *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl. ,2010). For betong, er det valgt å benytte et Manningstall på $n = 0.013$, mens for mur/stein og korrugert stål er det benyttet $n = 0.022$. For plate-/bjelkebruer, og andre bruer med naturlig elvebunn, er det benyttet ruhetsverdi i bunn som for øvrig elveløp. Inn- og utløpstep ved bruene og kulvertene er vurdert med hensyn til innløpsarrangement og innsnevring i forhold til elveløp. Koeffisienter for singulærtapene (k) er valgt basert på standardverdier i *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl. ,2010). Det er benyttet lave verdier ($k_{inn} = 0.15$, $k_{ut} = 0.3$) for platebroer som ikke snevrer inn elveløpet, og høye verdier ($k_{inn} = 0.5$, $k_{ut} = 1.0$) for kulverter av mindre dimensjoner. For øvrige utforminger, er det benyttet midlere verdier.



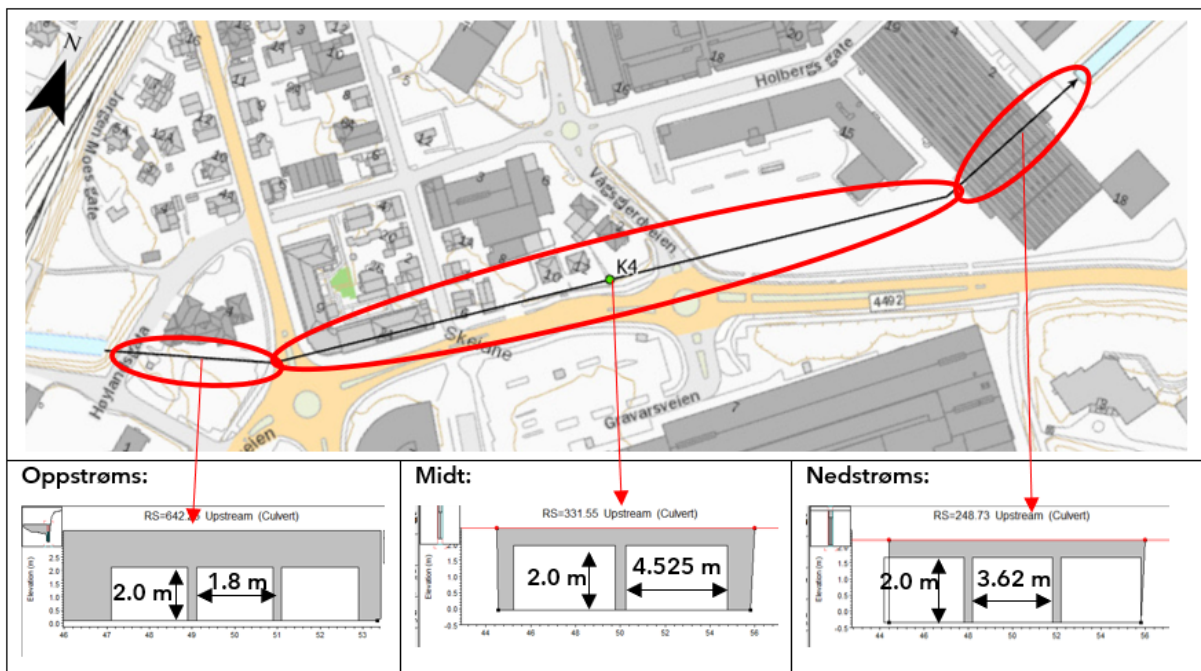
Figur 4-4 Kartutsnitt som viser elvekrysninger (bruer og kulverter) i Storåna.

Tabell 4-1 Beskrivelse av og dimensjoner for broer og kulverter i Storåna. t = brutykkelse, og for lysåpninger er D =diameter, B = bredde og H = høyde. Nivåhøyeder er gitt i NN2000.

Nr./ Navn	Beskrivelse	Elvebunn [moh]		Høyde topp veg [moh]	Dimensjoner	Lengde [m]
		oppstrøms	nedstrøms			
K1	Plate-/bjelkebru	-1.18	-1.19	1.50	$t = 0.4\text{ m}$	5.5
K2	Plate-/bjelkebru	-1.02	-1.08	1.85	$t = 0.3\text{ m}$	16.0
K3	Plate-/bjelkebru	-0.72	-0.73	1.70	$t = 0.3\text{ m}$	5.0
K4	Rektangulær betongkulvert med 2 løp*	0.10	-0.50	5.20	2 like løp med $B \times H = 4.525 \times 2\text{ m}^*$	470.0
K5	Rektangulær betongkulvert med 3 løp	0.15	0.10	6.40	3 like løp med $B \times H = 1.8 \times 2\text{ m}$	70.0
K6	To korrugerte stålrør	0.20	0.15	3.85	2 like løp med $D = 3\text{ m}$	15.0
K7	Plate-/bjelkebru	0.20	0.20	1.90	$t = 0.4\text{ m}$	3.5
K8	Plate-/bjelkebru	0.21	0.20	2.10	$t = 0.3\text{ m}$	3.7
K9	Plate-/bjelkebru	0.66	0.44	2.00	$t = 0.3\text{ m}$	3.8
K10	Plate-/bjelkebru	0.61	0.60	2.10	$t = 0.3\text{ m}$	2.2
K11	Plate-/bjelkebru	0.70	0.70	2.30	$t = 0.3\text{ m}$	4.0
K12	Plate-/bjelkebru	1.05	0.97	3.95	$t = 0.4\text{ m}$	10.0
K13	Plate-/bjelkebru	1.20	1.20	2.70	$t = 0.3\text{ m}$	4.0
K14	Plate-/bjelkebru	1.66	1.60	4.10	$t = 0.4\text{ m}$	5.0
K15	Plate-/bjelkebru	2.02	2.02	3.90	$t = 0.3\text{ m}$	2.0
K16	Plate-/bjelkebru	2.30	2.30	4.06	$t = 0.3\text{ m}$	2.0
K17	Plate-/bjelkebru	4.56	4.56	7.40	$t = 0.3\text{ m}$	3.0
K18	Plate-/bjelkebru	4.71	4.71	7.10	$t = 0.3\text{ m}$	4.0
K19	Plate-/bjelkebru	5.65	5.65	6.95	$t = 0.3\text{ m}$	3.7
K20	Plate-/bjelkebru	6.11	6.11	7.40	$t = 0.3\text{ m}$	4.0
K21	Plate-/bjelkebru	6.63	6.63	7.30	$t = 0.15\text{ m}$	1.0
K22	Plate-/bjelkebru	6.56	6.55	7.35	$t = 0.15\text{ m}$	1.0
K23	Plate-/bjelkebru	6.72	6.72	8.70	$t = 0.3\text{ m}$	5.3
K24	Plate-/bjelkebru	6.72	6.71	7.70	$t = 0.3\text{ m}$	1.8
K25	Plate-/bjelkebru	6.96	6.82	8.20	$t = 0.2\text{ m}$	1.7
K26	Plate-/bjelkebru	7.80	7.80	8.60	$t = 0.3\text{ m}$	3.6
K27	Plate-/bjelkebru	7.80	7.80	8.65	$t = 0.4\text{ m}$	3.6
K28	Plate-/bjelkebru	7.86	7.86	8.80	$t = 0.3\text{ m}$	3.6
K29	Plate-/bjelkebru	8.28	8.25	9.65	$t = 0.3\text{ m}$	3.6
K30	Plate-/bjelkebru	8.85	8.83	10.30	$t = 0.3\text{ m}$	4.5
K31	Plate-/bjelkebru	8.96	8.95	10.50	$t = 0.3\text{ m}$	3.4
K32	Plate-/bjelkebru	11.30	11.30	12.50	$t = 0.3\text{ m}$	3.6
K33	Plate-/bjelkebru	11.47	11.45	12.60	$t = 0.3\text{ m}$	3.6
K34	Plate-/bjelkebru	11.50	11.50	12.80	$t = 0.3\text{ m}$	4.0
K35	Plate-/bjelkebru	14.18	14.13	15.25	$t = 0.3\text{ m}$	4.0
K36	Plate-/bjelkebru	14.82	14.79	16.40	$t = 0.3\text{ m}$	3.6
K37	Plate-/bjelkebru	15.26	15.19	17.00	$t = 0.3\text{ m}$	3.6
K38	Plate-/bjelkebru	15.96	15.78	17.35	$t = 0.3\text{ m}$	3.6
K39	Plate-/bjelkebru	16.82	16.79	18.40	$t = 0.3\text{ m}$	3.0
K40	Plate-/bjelkebru	17.17	17.03	19.10	$t = 0.4\text{ m}$	6.5
K41	Traubru i stein/betong	17.65	17.57	23.50	$t = 0.4\text{ m}$	8.0
K42	Plate-/bjelkebru	17.70	17.68	20.75	$t = 0.4\text{ m}$	5.0
K43	Plate-/bjelkebru	18.28	18.21	21.15	$t = 0.4\text{ m}$	11.0
K44	Plate-/bjelkebru	18.35	18.35	21.60	$t = 0.4\text{ m}$	3.0
K45	Plate-/bjelkebru	18.35	18.35	20.20	$t = 0.4\text{ m}$	3.6

* Dimensjoner gjelder for den midtre (og lengste) delen av kulverten.

Hovedløp til Storåna er lagt under bakken i en lengre betongkulvert i Sandnes sentrum (K4). Dette gjennomløpet er i realiteten oppdelt i tre, hvorav oppstrøms og nedstrøms del har tre løp, og den lengste midtre delen har to - se Figur 4-5. Det er ikke mulig å legge inn tverrsnitts-endringer for overføringer i en todimensjonal modell i HEC-RAS, og K4 er derfor lagt inn med dimensjoner for det midtre løpet i hele lengden. Lysåpningen i oppstrøms ende av konstruksjonen er imidlertid en del mindre enn i de øvrige delene, og vil derfor kunne fungere som en flaskehals i en flomsituasjon. Videre vil endringene i lysåpning og retning gi singulærtap i gjennomløpet. For å ta hensyn til dette, er det benyttet en økt ruhet for K4. Ruheten er valgt basert på sammenligning av resultater fra testmodelleringer med en «teoretisk» modell, der K4 er lagt inn som 3 koblede kulverter via «sjakter» i terrenget. Testmodelleringen viser at en økning i ruhet til $n = 0.019$ gir et tilsvarende tap i kapasitet som følge av friksjonstap, som et innsnevret innløp og singulærtap.



Figur 4-5 Utsnitt fra kart og ÅF-modellen (2017) som viser kulvert før kanal ut til sjø (K4).

Det er enkelte små terskler i elveløpet, men det er ikke forventet at disse vil ha en nevneverdig innvirkning på flomsituasjonen. De er derfor ikke lagt inn som egne konstruksjoner i modellen. Effekten av tersklene vil imidlertid bli delvis hensyntatt, da disse er inkludert i terrengmodellen.

4.2.5. Friksjonsforhold

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.

Analyseområdet er delt inn i «ruhetsområder», i henhold til type overflate basert på NIBIOs arealressurskart (AR5) og flyfoto. Benyttede ruhetsverdier i modellen er gitt i Tabell 4-2, og er basert på standardverdier i *Vassdragshåndboka* (Fergus m.fl., 2010).

Tabell 4-2 Benyttede ruhetsverdier i hydraulisk modell.

Type overflate	Ruhetsverdi	
	n	M (=1/n)
Elveløp (ren, noe svinget, noen store steiner og kulper)	0.035	29
Kanal (før utløp til sjø)	0.030	33
Åpen fastmark	0.050	20
Dyrket mark	0.055	18
Skog- og buskelandskap	0.100	10
Bebyggd	0.030	33
Tette flater (veg/asfalt)	0.020	50

4.2.6. Grensebetingelser

Innløpene i modellen er de lokale tilsigene langs elvestrekningen - se Figur 3-3. Her benyttes beregnede flomforløp, sammen med antagelse om normalstrømning, som øvre og indre grensebetingelser. For de indre grensebetingelsene/tilsigene, er vannstand beregnet fra antagelsen om normalstrømning kontrollert opp mot beregnet vannstand i oppstrøms celler/ruter, hvorav den største vannstanden benyttes (en såkalt «Tail Water Check»).

Utløpet i modellen er plassert i sjø (Gandsfjorden). Etter anbefalinger gitt i NVEs rapport *Flom og stormflo* (2015) og DSBs veileder *Havnivåstigning og stormflo* (2016), er havnivå ved 1-års stormflo med havnivåstigning brukt som nedre grensebetingelse for utløpet. Nivåene for Sandnes sentrum er hentet fra Kartverkets tjeneste Se havnivå (www.sehavniva.no). Havnivå ved 1-års stormflo/høyvann er 71 cm, og havnivåstigning lik øvre del av utslippsscenario RPC 8.5 i årene 2081-2100 er 78 cm (se Vedlegg 2). Det er videre avrundet til nærmeste 10 cm, i henhold til anbefaling i DSBs veileder, slik at endelig benyttet havnivå er 1.5 moh.

4.2.7. Kjøring av modell

Modellen kjøres med grensebetingelsene beskrevet i kapittel 4.2.6, med 0,5 sekunds beregningsintervall. Videre er det kun det første døgnet/24 timene av flomforløpet (se Figur 3-2) som er modellert. Testmodellering viser at dette er tilstrekkelig for å kunne modellere både kulminasjonen og resesjonen av flomhendelsen i hele vassdraget.

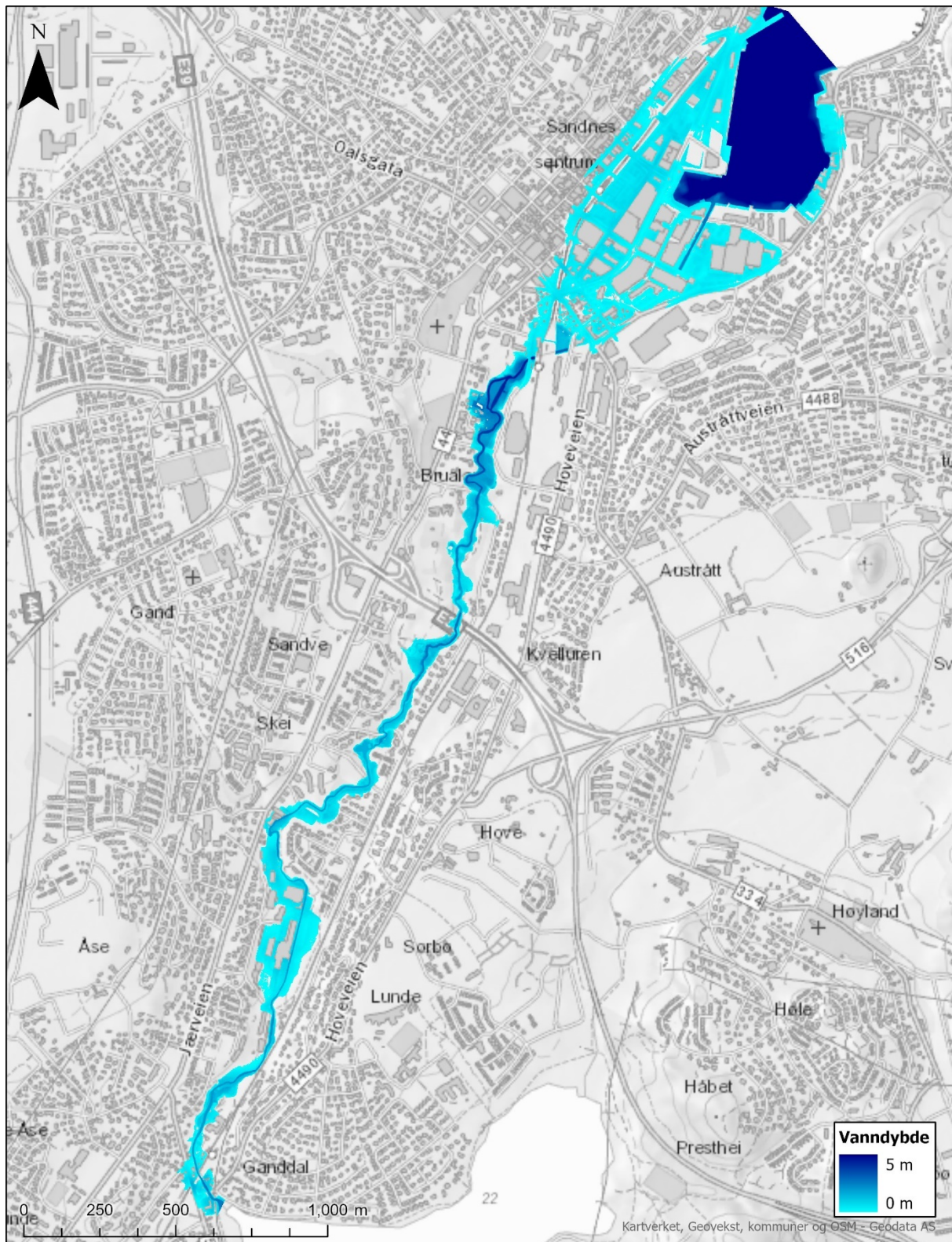
4.3. Resultater fra hydraulisk beregning

Modellert utbredelse og vanndybde ved 200-årsflom i fremtidens klima i Storåna er vist i Figur 4-6. Beregningsresultater for bruer og kulverter er gitt i Tabell 4-3

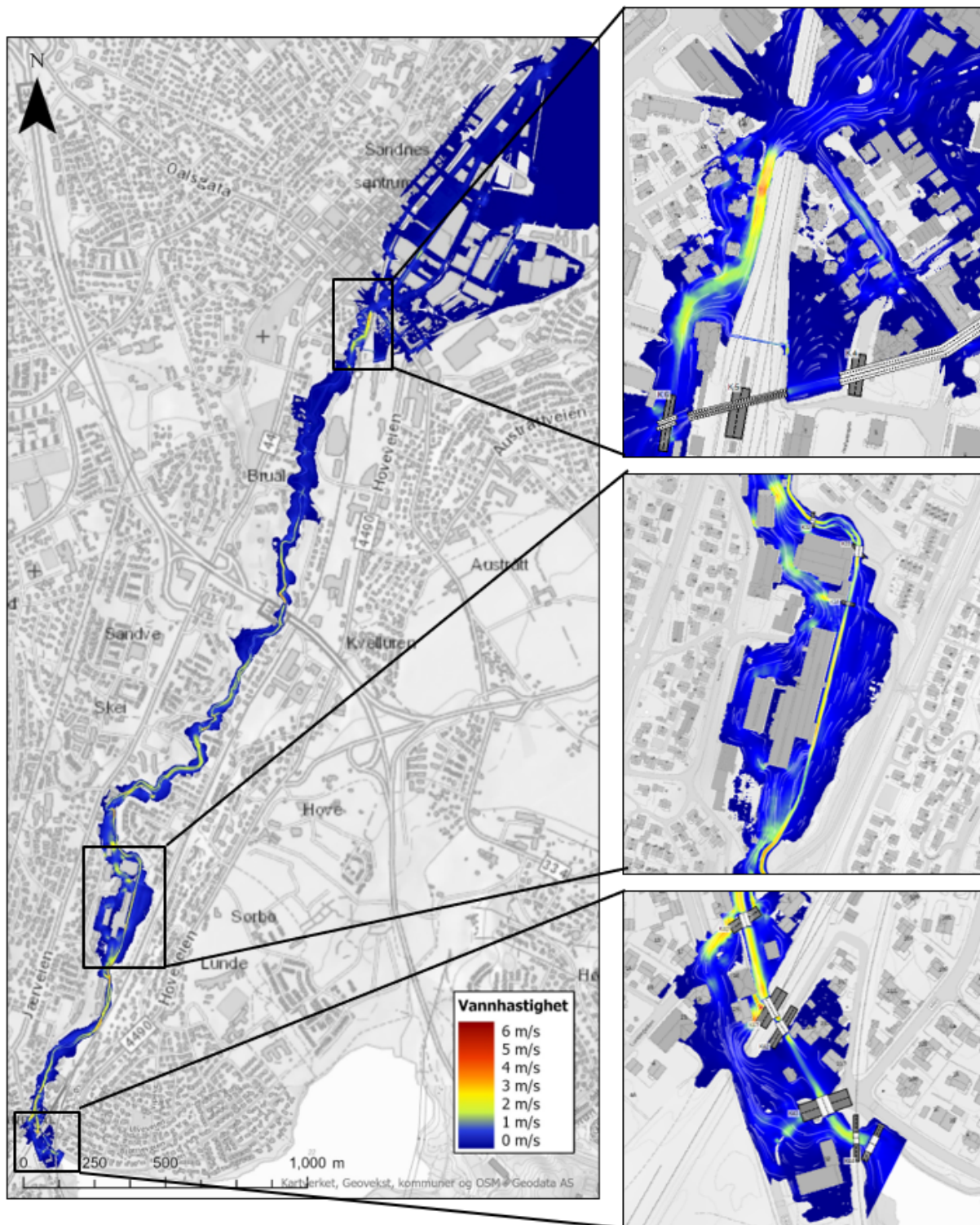
Resultatene viser at elven går over sine bredder i stort sett hele løpet, og at flommen brer seg utover i terrenget. Vannstanden er så høy, at innløpet til nesten alle bruene og kulvertene blir dykket, og flere av vegene blir overtoppet.

Flommen holder seg stort sett innenfor elvesletten, men tar alternative løp enkelte steder - se Figur 4-7. Ved Ganddal i sør (rett etter utløpet til Stokkalandsvatnet) ligger terrenget på den vestlige siden av elven for lavt, og flomvannet følger Vernelandsveien under jernbanen før det strømmer tilbake. Ca. 800 meter nedstrøms sette, ved Snekkerveien, er terrenget spesielt flatt, og flomvann strømmer på vestsiden av bygninger som ligger tett opp mot elven. Det mest kritiske for flomsituasjonen i Storåna, er imidlertid manglende kapasitet i kulverter ved Skeiane og sentrum. Verken stålrørene under Ganddalsgata, betongkulverten under Skeiane stasjon eller det lengre gjennomløpet under sentrum (K6, K5 og K4 jf. Figur 4-4) har stor nok kapasitet til å ta unna flomvannmengdene. Dette fører til at flomvann kommer på avveie, og brer seg utover i sentrumsområdet. En stor del av flomvannet strømmer nordover i samme retning som jernbanen. Vanndybden i sentrumsområdet er imidlertid stort sett under 50 cm, og vannhastighetene lave.

Vannhastigheten i området er varierende. I elveløpet ligger hastigheten stort sett på rundt 1-2 m/s, men er lavere og høyere i henholdsvis enkelte slakere og brattere partier. Vannhastigheten på flomslettene er stort sett 0,5 m/s eller lavere. Enkelte steder, spesielt over asfalterte vegger og/eller i innsnevringene i alternative flomløp, kan hastigheten bli større.



Figur 4-6 Beregnet utbredelse og vanddybder ved 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag i HEC-RAS.



Figur 4-7 Simulert strømningshastighet ved 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag i HEC-RAS.

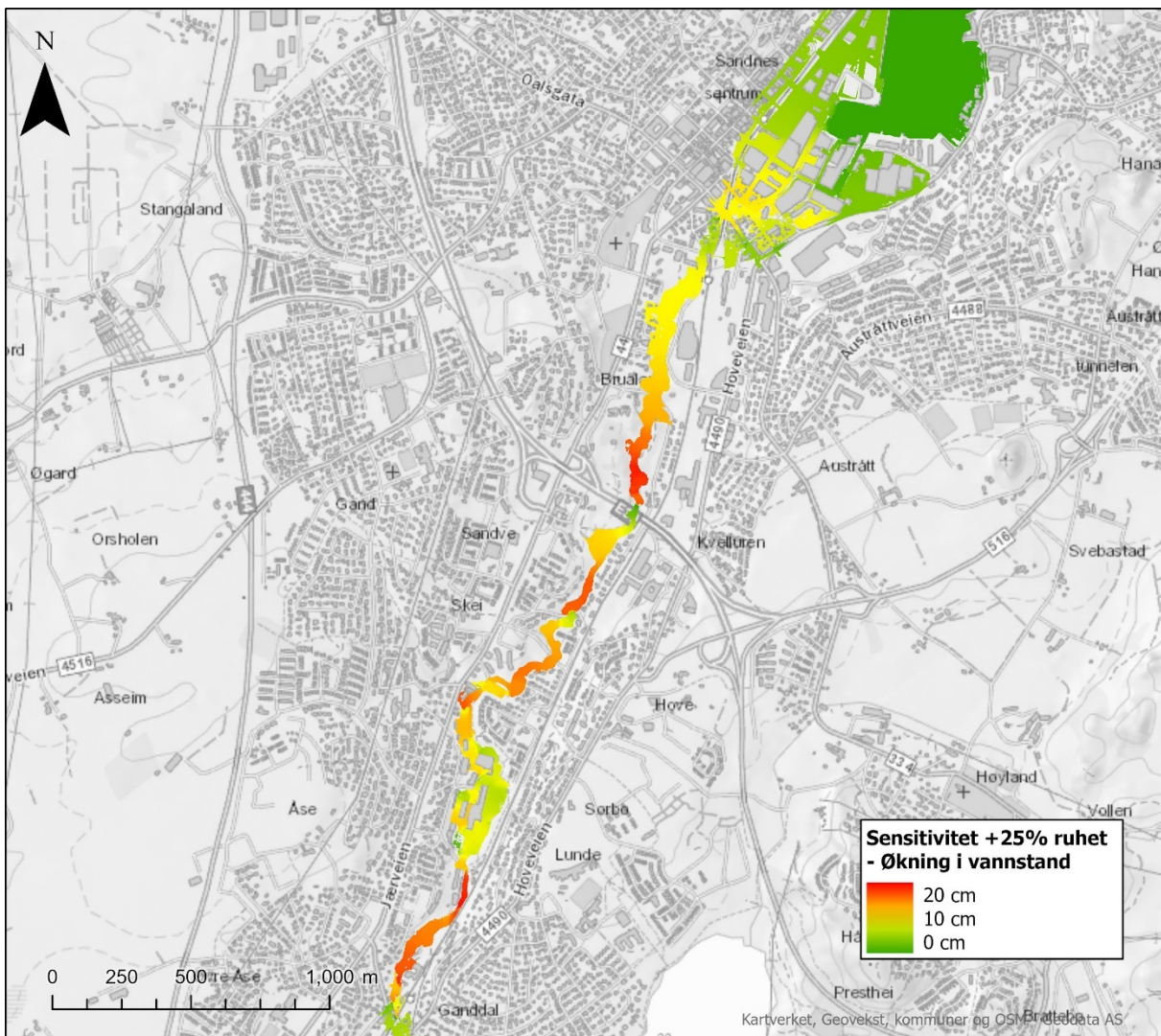
Tabell 4-3 Resultater fra hydraulisk modellering av 200-årsflom inkl. 40% klimapåslag i HEC-RAS for elvekryssninger (bruere og kulverter) i Storåna. For passering av elvekryssningene vises det til Figur 4-4/Vedlegg 1..

Nr./ Navn	Vannstand [moh]		Vanddybde [m]		Innløp dykket?	Bru/veg overtoppet?
	Innløp	Utløp	Innløp	Utløp		
K1	1.54	1.50	2.72	2.69	JA	JA
K2	1.64	1.56	2.66	2.64	JA	NEI
K3	1.81	1.71	2.53	2.44	JA	JA
K4	3.11	1.86	3.01	2.36	JA	NEI
K5	4.50	3.13	4.35	3.03	JA	NEI
K6	4.57	4.50	4.37	4.35	JA	JA
K7	4.58	4.58	4.38	4.38	JA	JA
K8	4.59	4.59	4.38	4.39	JA	JA
K9	4.59	4.59	3.93	4.15	JA	JA
K10	4.59	4.59	3.98	3.99	JA	JA
K11	4.60	4.60	3.90	3.90	JA	JA
K12	4.63	4.61	3.58	3.64	JA	JA
K13	4.65	4.65	3.45	3.45	JA	JA
K14	4.72	4.69	3.06	3.09	JA	JA
K15	4.79	4.77	2.77	2.75	JA	JA
K16	4.96	4.93	2.66	2.63	JA	JA
K17	7.32	6.33	2.76	1.77	JA	NEI
K18	7.51	7.45	2.80	2.74	JA	JA
K19	7.92	7.89	2.27	2.24	JA	JA
K20	8.13	8.10	2.02	1.99	JA	JA
K21	8.52	8.51	1.89	1.88	JA	JA
K22	8.52	8.52	1.96	1.97	JA	JA
K23	8.93	8.58	2.21	1.86	JA	JA
K24	8.98	8.96	2.26	2.25	JA	JA
K25	9.10	9.04	2.14	2.22	JA	JA
K26	9.35	9.33	1.55	1.53	JA	JA
K27	9.36	9.33	1.56	1.53	JA	JA
K28	9.55	9.51	1.69	1.65	JA	JA
K29	10.22	10.19	1.94	1.94	JA	JA
K30	10.76	10.69	1.91	1.86	JA	JA
K31	11.09	10.96	2.13	2.01	JA	JA
K32	12.92	12.79	1.62	1.49	JA	JA
K33	13.20	13.15	1.73	1.70	JA	JA
K34	13.44	13.41	1.94	1.91	JA	JA
K35	15.87	15.71	1.69	1.58	JA	JA
K36	16.91	16.69	2.09	1.90	JA	JA
K37	17.69	17.60	2.43	2.41	JA	JA
K38	17.92	17.89	1.96	2.11	JA	JA
K39	18.61	18.43	1.79	1.64	JA	JA
K40	19.28	19.04	2.11	2.01	JA	JA
K41	20.13	19.52	2.48	1.95	NEI	NEI
K42	20.41	20.22	2.71	2.54	JA	NEI
K43	20.59	20.46	2.31	2.25	NEI	NEI
K44	20.98	20.64	2.63	2.29	NEI	NEI
K45	21.01	20.99	2.66	2.64	JA	JA

4.4. Følsomhetsanalyse

Ruhetsforhold/-verdier er ikke kalibrert, men vurdert ut ifra bilder, flyfoto og kartgrunnlag. Uten kalibrering, vil det være usikkerhet knyttet til beregnede ruhetsverdier i modellen. For å tallfeste denne usikkerheten, er det bli foretatt en følsomhetsanalyse der ruheten i modellen er økt med 25%.

Resultatene fra analysen er vist i Figur 4-8. Økningen i ruhet gir en gjennomsnittlig og maksimal vannstandsøkning i elveløpet på henholdsvis 12 og 20 cm. Økningen i flomvannstand gir varierende utslag i utbredelsen av flommen; der terrenget er flatt økes utbredelsen med rundt 5 meter, mens andre steder hvor sidene er brattere er det minimal endring.



Figur 4-8 Resultater fra følsomhetsanalyse, som viser modellert endring i vannstand som følge av at ruheten i modellen er økt med 25%.

5. Usikkerheter og flomsonekart

5.1. Sikkerhetsmargin

I flomsonekartlegginger vil det være usikkerhet knyttet til flomverdier, modellparametere og terrengdata.

Det foreligger ikke vannføringsmålinger over en lengre periode i vassdraget – altså er grunnlaget for flomberegningen noe sparsomt. Det er imidlertid benyttet et nokså konservativt estimat, som i tillegg stemmer godt overens med erfaringstall for landsdelen samt forventninger i forhold til feltets egenskaper (se kapittel 3.2).

Usikkerheten knyttet til benyttede modellparametere kan potensielt være høy, med bakgrunn i at den hydrauliske modellen ikke er kalibrert. Følsomhetsanalysen med økt ruhet (se kapittel 4.4) viste imidlertid at modellen er generelt lite følsom (økning i vannstand < 20 cm). Videre er vassdraget nokså slakt, og usikkerheten knyttet til modellparametere vil være mindre for slake vassdrag.

Terrengmodellen som er benyttet i de hydrauliske beregningene er primært basert på laserdata (se kapittel 4.2.3). Laserdata kan ha unøyaktige høyder for terreng under tett vegetasjon, og elvebunn ved store vanddybder. Usikkerheten knyttet til dette er forsøkt redusert, ved å benytte flere sett med laserdata for å fange opp de som er mest nøyaktig for elvebunn, samt redigeringer basert på innmålte tverrsnitt fra tidligere flomsonekartlegging (ÅF, 2017) og interpolering. Høyder i «åpne» områder er forventet å ha høy nøyaktighet, da laserdataene har en fin oppløsning (5 pkt/m²). Laserdataene begynner å bli noe utdatert (fra 2015/2016), men det er forsøkt å få med terrengendringer som har skjedd i ettertid (hovedsakelig lagt inn nybygg).

I NVEs retningslinje *Flaum- og skredfare i arealplanar* (2014) er det anbefalt å bruke en sikkerhetsmargin for vannstigning på rundt 30 til 50 cm i flomsonekart, for å dekke usikre momenter i beregningene. På bakgrunn av dette, og overnevnte usikkerheter, anbefales det at det benyttes en **sikkerhetsmargin på 30 cm**.

5.2. Flomsikkert nivå

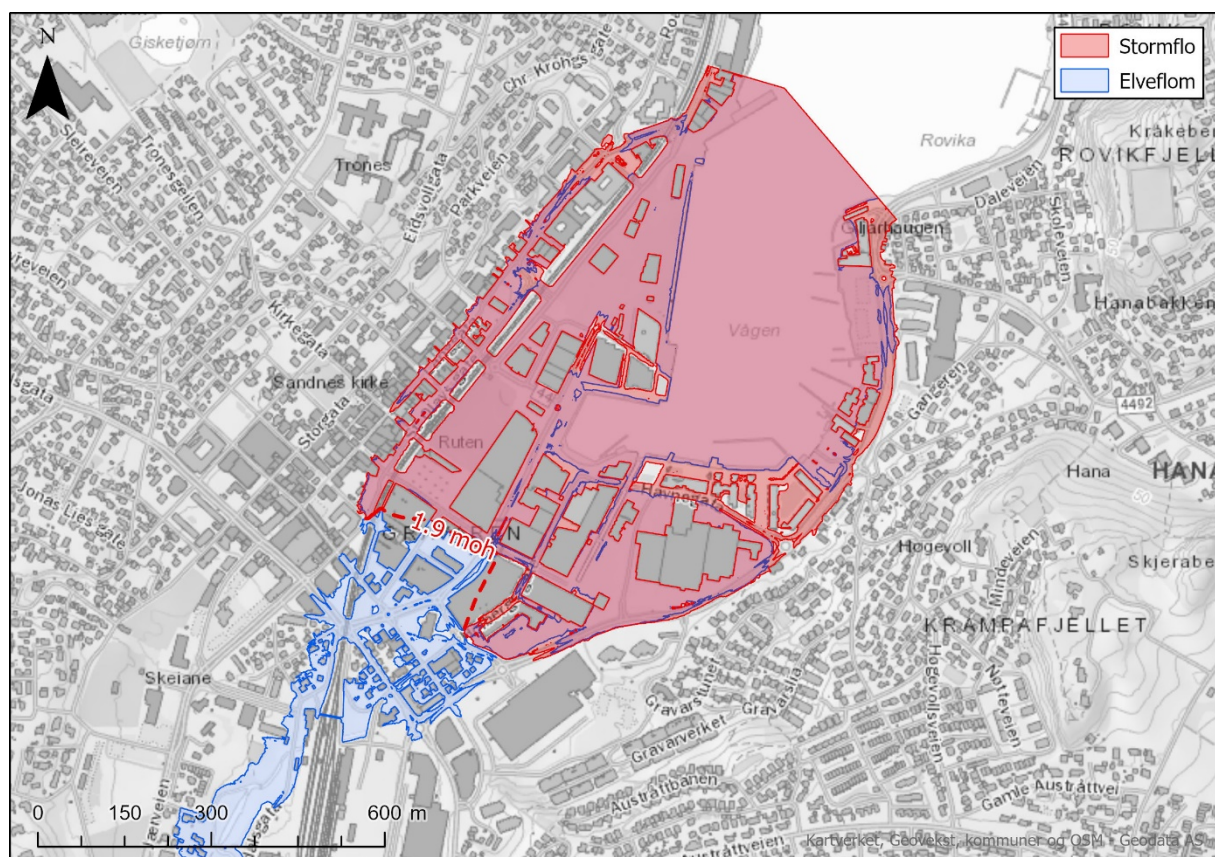
Flomsikkert nivå er gitt av den høyeste vannstanden ved en 200-års flomhendelse (fra hav eller vassdrag) i fremtidens klima. For å kartlegge hvor flomfare fra sjøen blir dimensjonerende (jf. lokkemetoden beskrevet i kapittel 2.5), er det sett på stormflo i analyseområdet. Havnivå ved 200-års stormflo og havnivåstigning for Sandnes, er hentet fra

Kartverkets tjeneste Se havnivå (se Vedlegg 2). I henhold til DSBs veileder *Havnivåstigning og stormflo* (2016), benyttes havnivåstigning lik øvre del av utslippsscenario RPC 8.5 i årene 2081-2100. Dette utgjør «klimapåslaget» for stormflobaren. I DSBs veileder er det anbefalt å runde av til nærmeste 10 cm. I forbindelse med klimatilpasningsprosjektet for Sandnes sentrum (Asplan Viak, 2019), ble det imidlertid besluttet i samråd med kommunen å runde opp til nærmeste 10 cm. Dette gir et dimensjonerende nivå som oppsummert i Tabell 5-1.

Tabell 5-1 Havnivå ved 200-års stormflo, havnivåstigning og dimensjonerende stormflonivå i Sandnes sentrum.

200-års stormflo	106 cm
Havnivåstigning	78 cm
Dimensjonerende 200-års stormflonivå	1.9 moh

En sammenligning mellom stormflo og elveflom i analyseområdet er vist i Figur 5-1. For området markert i rødt, skal en legge til grunn stormflo i etablering av flomsikkert nivå. For øvrige farer knyttet til flom fra havet, vises det til sluttrapporten for klimatilpasningsprosjektet for Sandnes sentrum (Asplan Viak, 2019).



Figur 5-1 Sammenligning mellom elveflom i Storåna og stormflo fra havet, begge med 200-års gjentaksintervall i fremtids klima.

Flomsikkert nivå i Storåna for øvrig, er gitt av modellert vannstand ved 200-årsflom inkl. klimapåslag, pluss anbefalt sikkerhetsmargin på 30 cm.

5.3. Flomsonekart

Det er utarbeidet et flomsonekart i ArcGIS Pro, basert på resultatene av de hydrauliske beregningene beskrevet i kapittel 4. Disse er gitt i Vedlegg 3. Digitale flomsoner er utarbeidet i henhold til NVEs standard.

Flomsonekartet viser oversvømt areal ved flom i Storåna, samt koter for beregnet vannstand i moh. Flomkotene har en ekvidistanse på 0.25 meter.

Det bemerkes at vannstander i flomsonekartet er modellerte verdier, og inkluderer ikke sikkerhetsmargin. I planlegging, burde det legges til en anbefalt sikkerhetsmargin på 30 cm.

6. Konklusjon

Flomsonekartleggingen av Storåna, viser at bebyggelse i det urbane vassdraget er delvis utsatt for flom. Kartleggingen er utført for 200-årsflom i fremtidens klima (inkl. 40% klimapåslag).

Resultatene fra kartleggingen, viser at elven vil gå over sine bredder under flom, og at det vil opptre større vanndybder i vassdraget. Majoriteten av elvekrysningene i vassdraget er for små til å ta unna flomvannmengdene, og flere av de kryssende vegene blir overtoppet. Flommen holder seg stort sett innenfor elvesletten, men det tar alternative løp enkelte steder. Spesielt opptre flomvann på avveie som følge av manglende kapasitet i kulverter ved Skeiane og sentrum, noe som fører til at store deler av Sandnes sentrum blir oversvømt. Det bemerkes imidlertid at det er stormflo som er den dimensjonerende flomkilden i store deler av sentrumsområdet, og ikke elveflom.

Beregningene som kartleggingen baserer seg på, er beheftet med usikkerhet. Med bakgrunn i dette er det anbefalt å legge til en sikkerhetsmargin for vannstigning på 30 cm i planlegging.

Kilder

- **Asplan Viak** (2019). Sandnes sentrum - Klimatilpasningsprosjektet - Sluttrapport. Versjon 03. Oppdragsnr. 619955-01.
- **Asplan Viak** (2021). Kryssing Storåna - Flomvurdering. Oppdragsnr. 611294-02.
- **Bane NOR** (2021). Teknisk Regelverk. Digital normal.
- **Cowi** (2020). Mulighetsstudie for parkdrag med åpning av Storåna.
- **Ecofact** (2017). Helhetlig tiltaksplan for Storånavassdraget, Sandnes kommune. Ecofact rapport 592.
- **Direktoratet for byggkvalitet** (2017). Byggteknisk forskrift. TEK17.
- **DSB** (2016). Havnivåstigning og stormflo. DSB-veileder.
- **Fergus, T., Hoseth K.A., Sæterbø, E.** (2010). Vassdragshåndboka. Tapir akademisk forlag.
- **HEC** (2021). HEC-RAS River Analysis System. User's Manual. Version 6.0.
- **Lawrence, D.** (2016). Klimaendring og framtidige flommer i Norge. NVE rapport 81/2016.
- **Norsk Klimaservicesenter** (2021). Klimaprofil Rogaland.
- **NVE** (2011). Retningslinjer for flomberegninger - til §5-7 i forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg. NVE retningslinje 04/2011.
- **NVE** (2014). Flaum- og skredfare i arealplanar. Revidert 22. mai 2014. NVE retningslinje 2/2011.
- **NVE** (2015). Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE veileder 7/2015.
- **Ryalen, P. C., Orvedal, K. (red)** (2015). Flom og stormflo. NVE rapport 83/2015.
- **SINTEF** (2011). 200 års flomberegning for Høylandsåna og Storånavassdraget i Sandnes kommune. SINTEF-rapport SBF2011 F0016.
- **Statens vegvesen** (2021). Vegnormal N200 Vegbygging. Digital vegnormal.

- **Statens vegvesen** (2022). Vegnormal N400 Bruprosjektering. Digital vegnormal.
- **Stenius, S., Glad, P.A, Wilson, D.** (2014). Karakterisering av flomregimer. Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Revisjon av rapport 13-2014. NVE rapport 35/2014.
- **ÅF** (2017). Flomanalyse Storåna og Høylandsåna. Rapportnr. 16592-1.

Databaser og verktøy:

- **Høydedata** (desember, 2021). Hentet fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>
- **PQRout** (januar, 2022). NVE. Hentet fra <http://pqrout.nve.no/#/T/1>
- **Se havnivå** (januar, 2022). Kartverket. Hentet fra <https://www.kartverket.no/til-sjos/se-havniva>
- **Seklima - Nedbørintensitet** (januar, 2022). Norsk Klimaservicesenter. Hentet fra <https://klimaservicesenter.no/ivf?locale=nb>

Vedlegg

Vedlegg 1 Oversiktskart

Vedlegg 2 Nivåer for stormflo og havnivåstigning, hentet fra Se havnivå.

Vedlegg 3 Flomsonekart



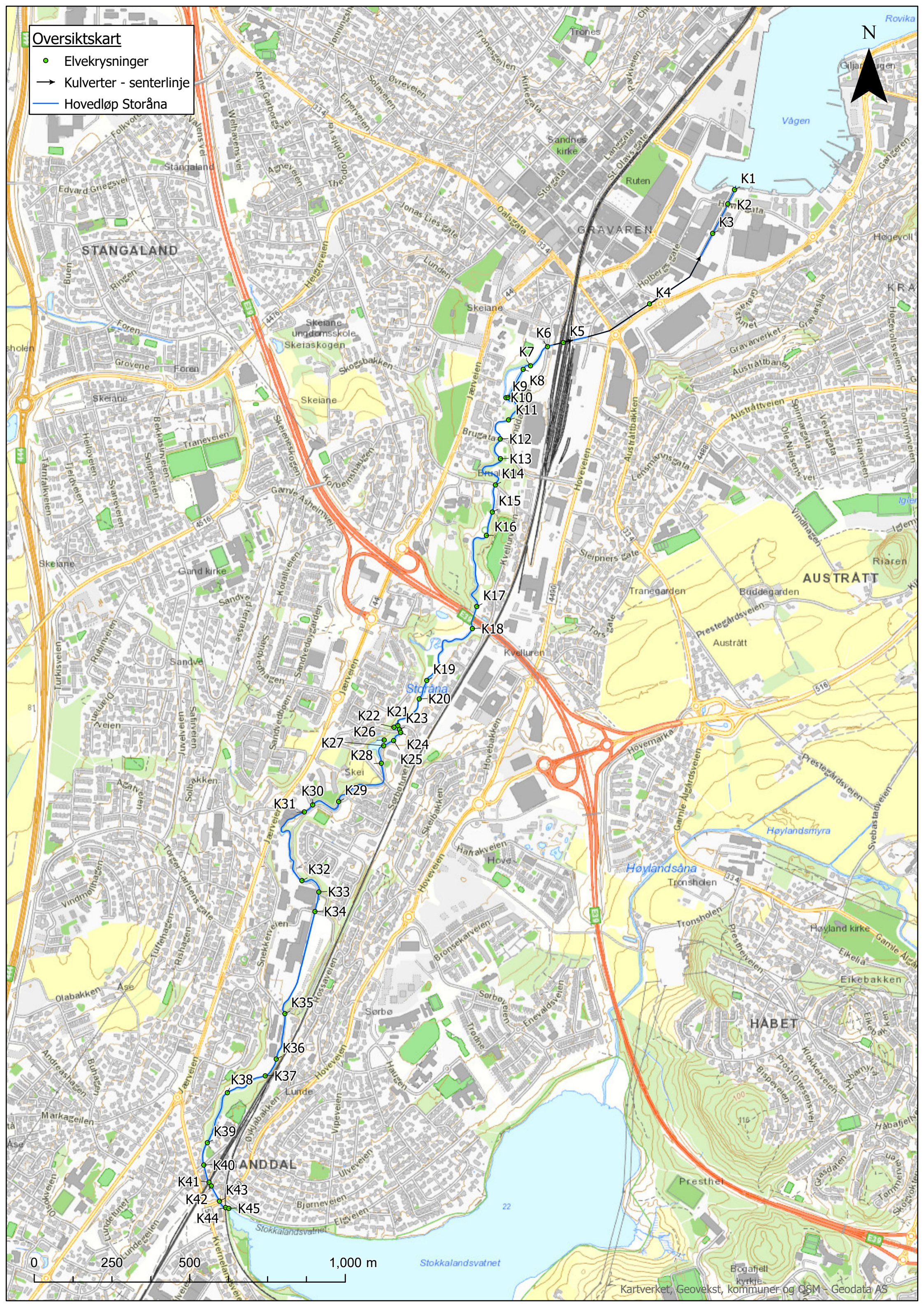
asplan viak

Vedlegg 1

Oversiktskart

Oversiktskart

- Elvekryssinger
- Kulverter - senterlinje
- Hovedløp Storåna



Vedlegg 2

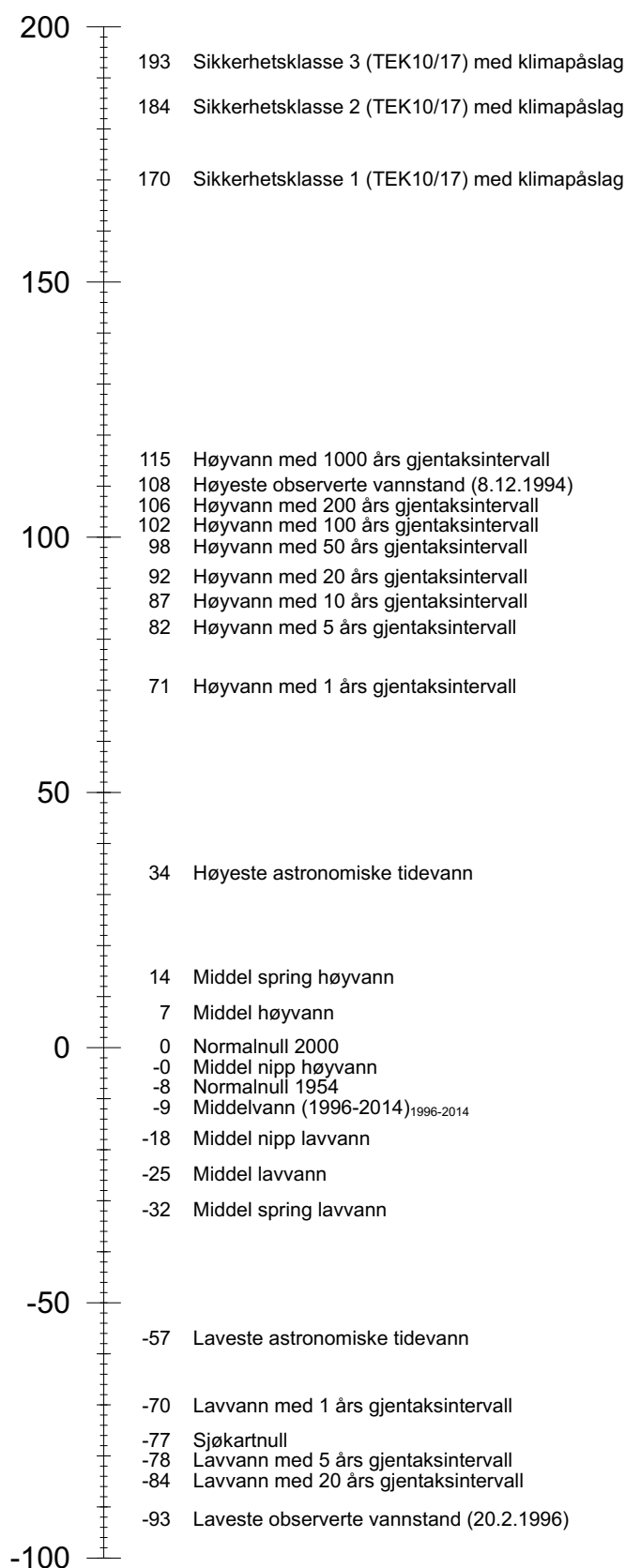
Nivåer for stormflo og havnivåstigning,
hentet fra Se havnivå

N58°51,1' E5°44,4'

Nivåskisse

SANDNES

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Stavanger, justert med faktor 1,00.



Høyder er i cm over Normalnull 2000 som er nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000. Datagrunnlag sist endret: 7. februar 2017. Lastet ned: 11. januar 2022.

Tall som presenteres her er basert på rapporten «Sea Level Change for Norway - Past and Present Observations and Projections to 2100», bestilt av Miljødirektoratet. Rapporten inneholder de offisielle tallene.

Hvordan havnivåendringen blir, avhenger av hvor stort utslipp av klimagasser vi kommer til å ha fremover. Ulike utslippsscenarioer for klimagasser er beskrevet i den femte hovedrapporten til FNs klimapanel (IPCC), og tre av disse er vurdert her.

RCP2.6 innebærer drastiske utslippskutt allerede fra 2020

RCP4.5 innebærer små endringer av utslipp fram til 2050 og deretter utslippskutt

RCP8.5 innebærer at utslippene av klimagasser fortsetter å øke i dagens tempo

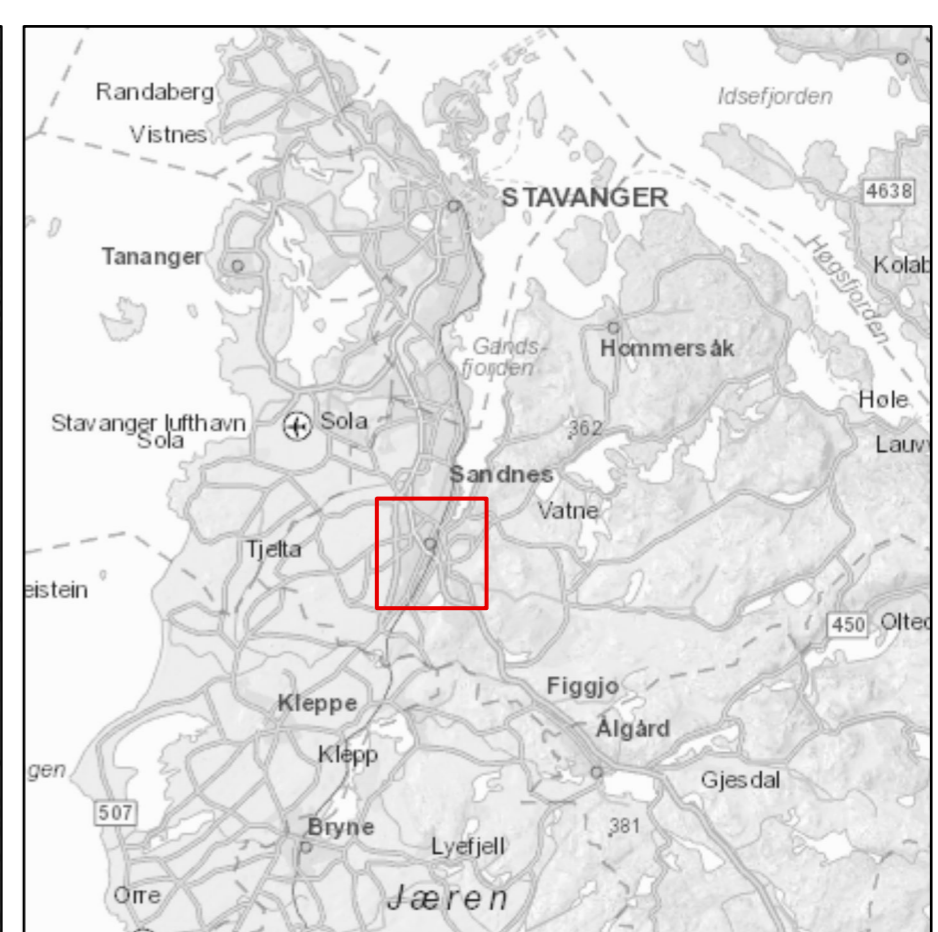
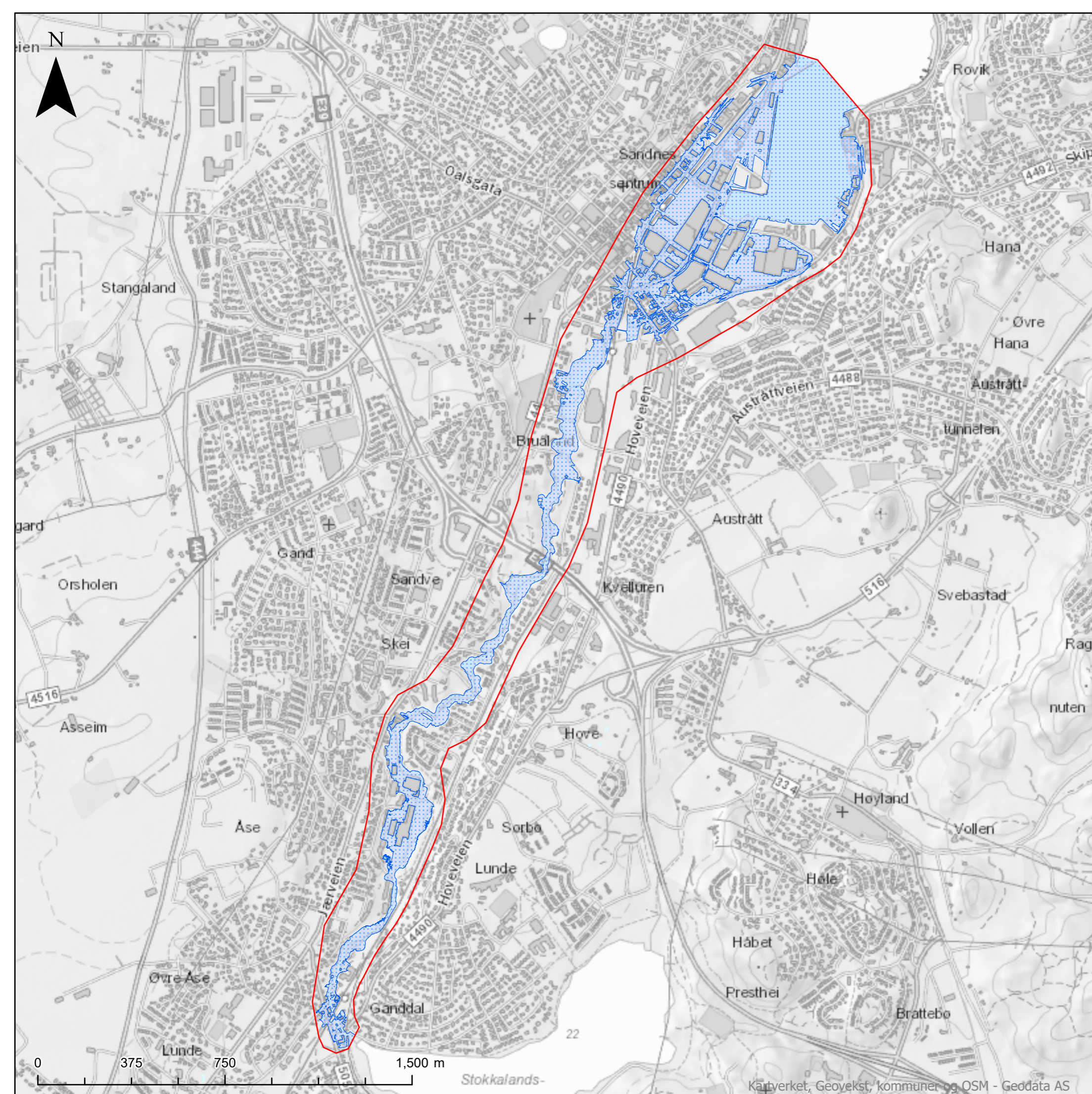
Tallene gjelder for gamle Sandnes kommune. Utgangspunktet for modellene er Sandnes.

	2041-2060	2081-2100	2100
Lavt utslipp (RCP2.6)	18 cm (5 – 31 cm)	27 cm (5 – 49 cm)	29 cm (4 – 54 cm)
Redusert utslipp (RCP4.5)	18 cm (6 – 30 cm)	35 cm (11 – 57 cm)	38 cm (12 – 63 cm)
Høyt utslipp (RCP8.5)	22 cm (8 – 35 cm)	52 cm (25 – 78 cm)	59 cm (28 – 89 cm)

Tabellen presenterer framskrivinger for framtidig havnivå for årene fram til 2100 sammenlignet med perioden 1996-2005. Tabellen viser framskrivningenes middelveier samt nedre og øvre grense for det sannsynlige intervallet for havnivåendringene.

Vedlegg 3

Flomsonekart



Flomsonekart Storåna

Oversiktskart

Kartleggingen er utført for 200 årsflom med 40% klimapåslag

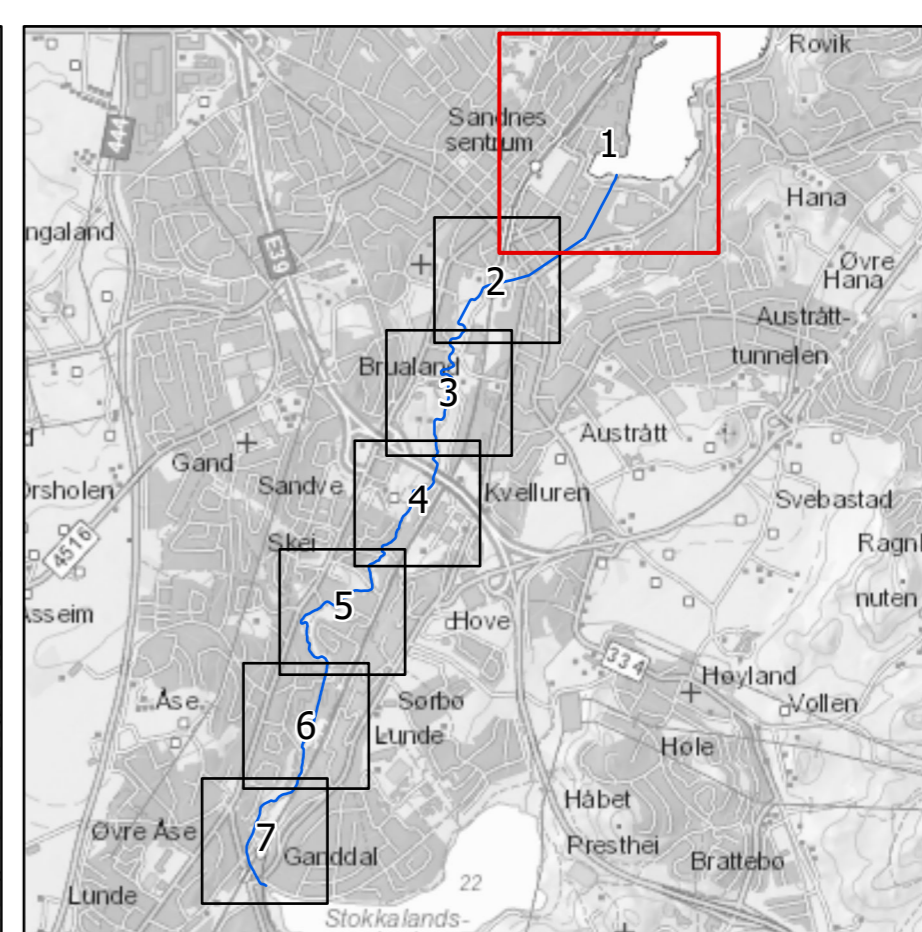
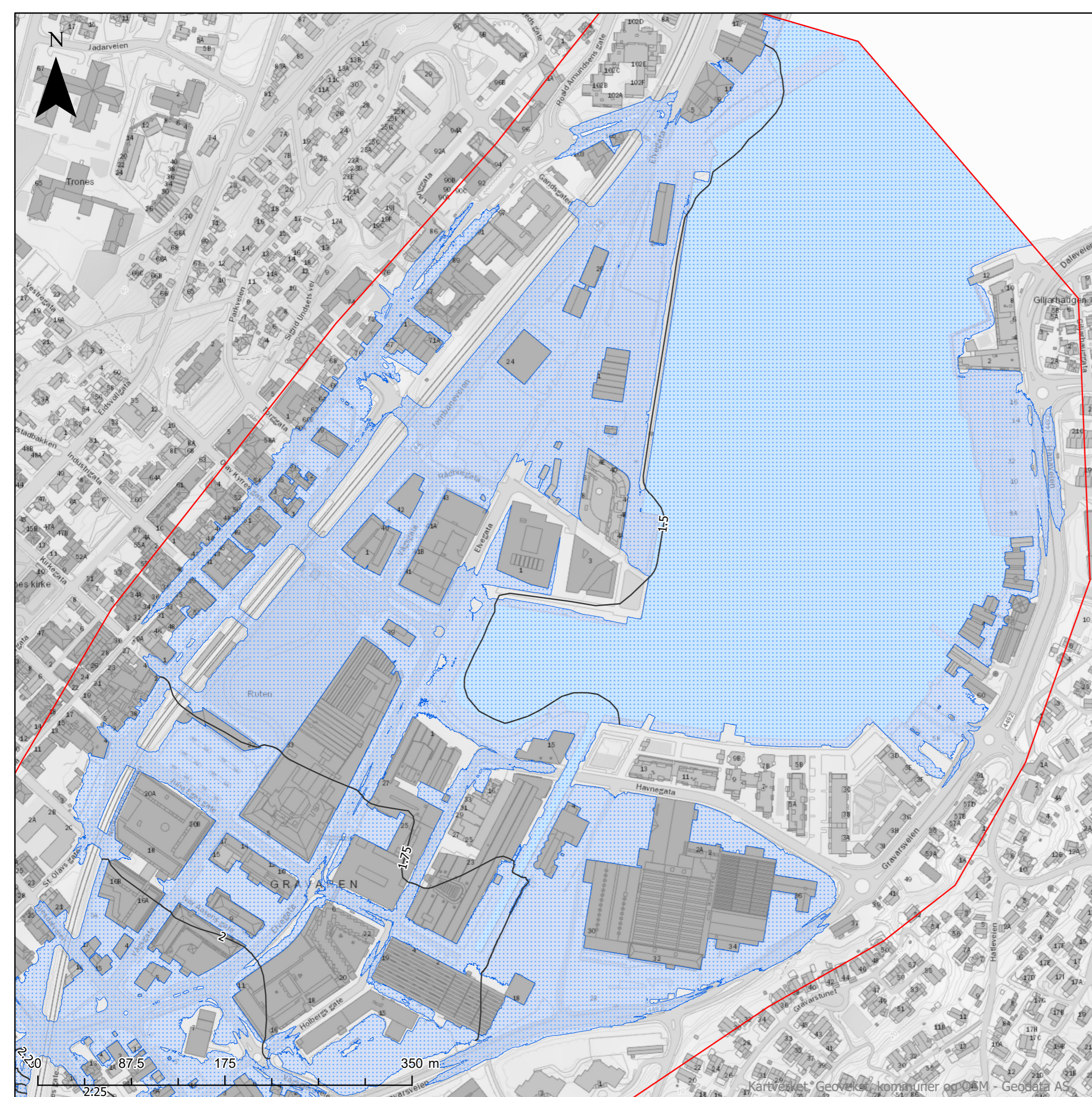
Tegnforklaring

- Analyseområde
- Oversvømt areal
- Vann, elv og sjø

Format: A3 Kartblad 1 av 1
 Målestokk: 1:15,000 (Gjeldende kartblad er tegnet med rød ramme i oversiktsruten)

Oppdragsgiver: Sandnes kommune
 Oppdragsnr.: 635359-02
 Utarbeidet av: HMK
 Dato: 11.02.2022

asplan viak



Flomsonekart Storåna

Detaljkart 1

Kartleggingen er utført for 200 årsflom med 40% klimapåslag

Tegnforklaring

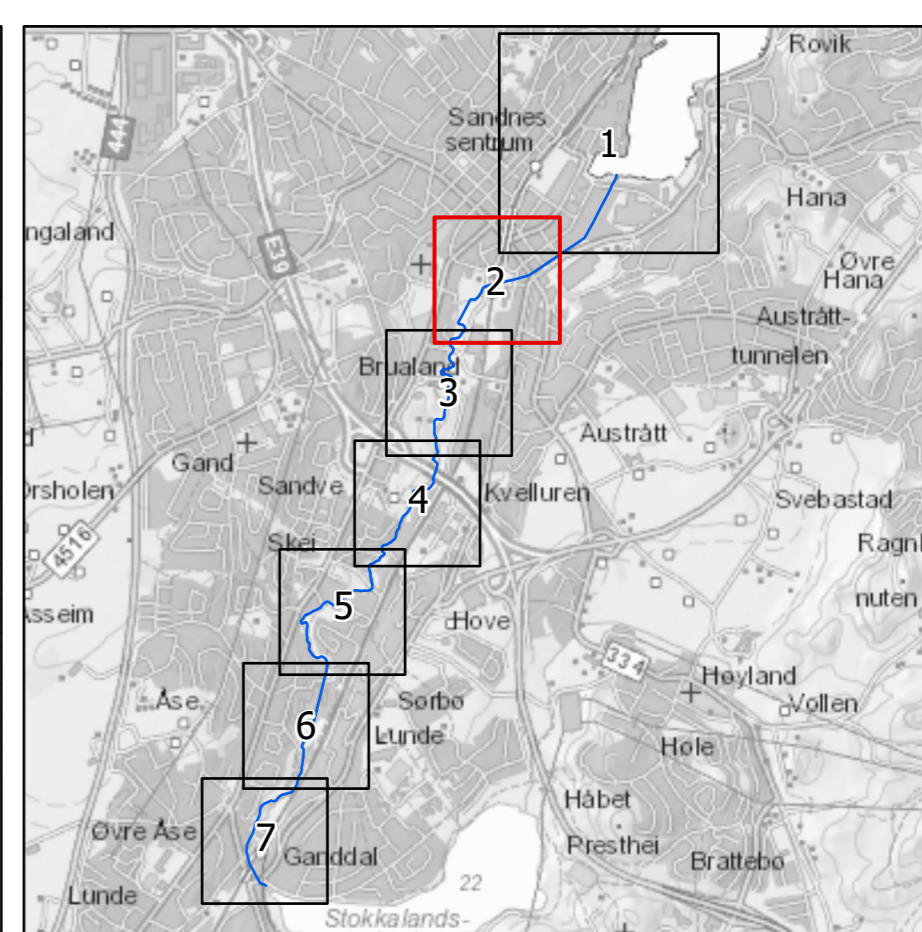
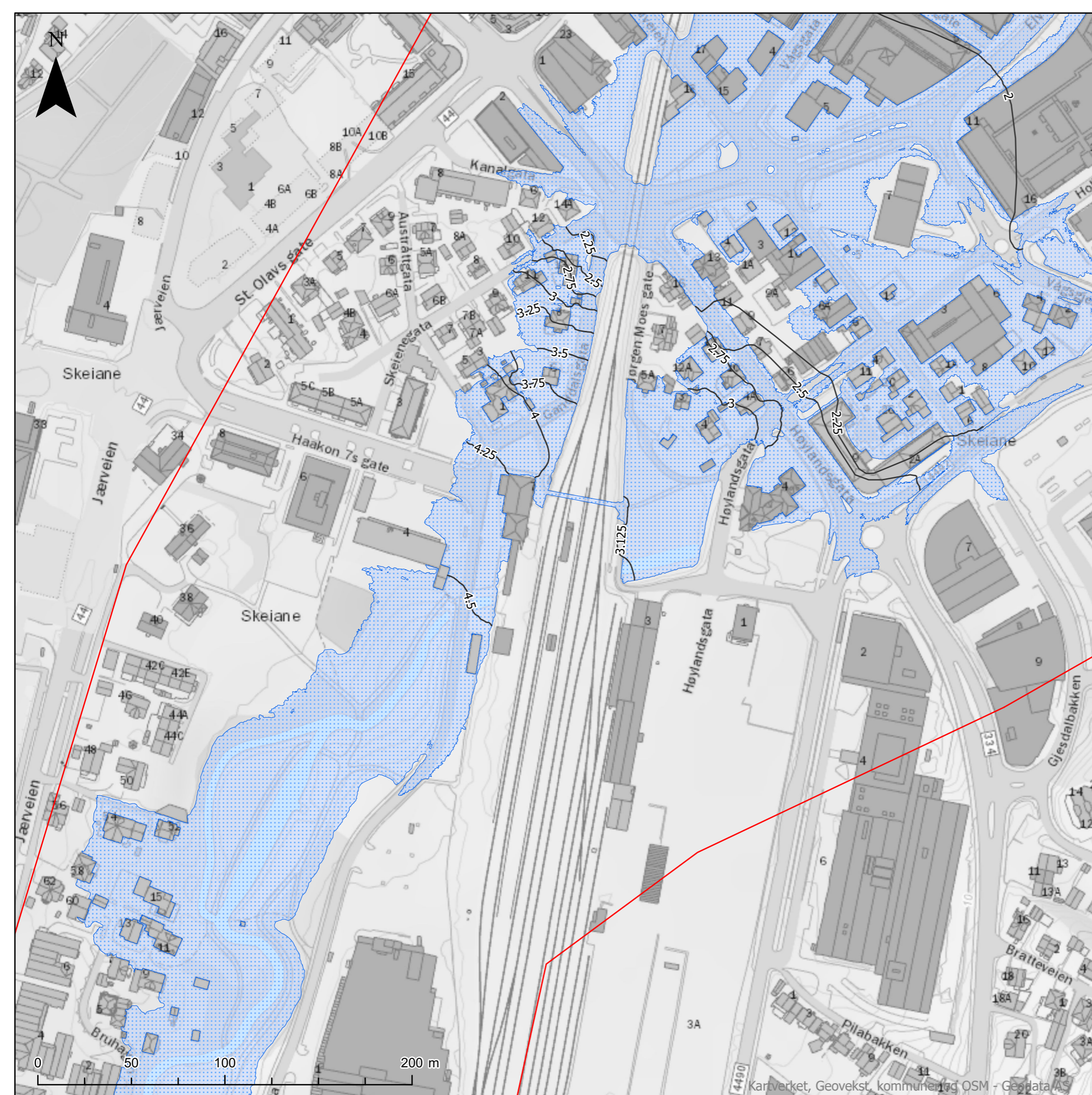
- Analyseområde
- Flomhøyde - kontur
- Oversvømt areal
- Vann, elv og sjø

NB: Verdier i kart angir modellert vannstand i moh. (NN2000). I planlegging burde en legge til en sikkerhetsmargin på 30 cm.

Format: A3
Målestokk: 1:3,500
Kartblad 1 av 7
(Gjeldende kartblad er tegnet med rød ramme i oversiktsruten)

Oppdragsgiver: Sandnes kommune
Oppdragsnr.: 635359-02
Utarbeidet av: HMK
Dato: 11.02.2022





Flomsonekart Storåna

Detaljkart 2

Kartleggingen er utført for 200 årsflom med 40% klimapåslag

Tegnforklaring

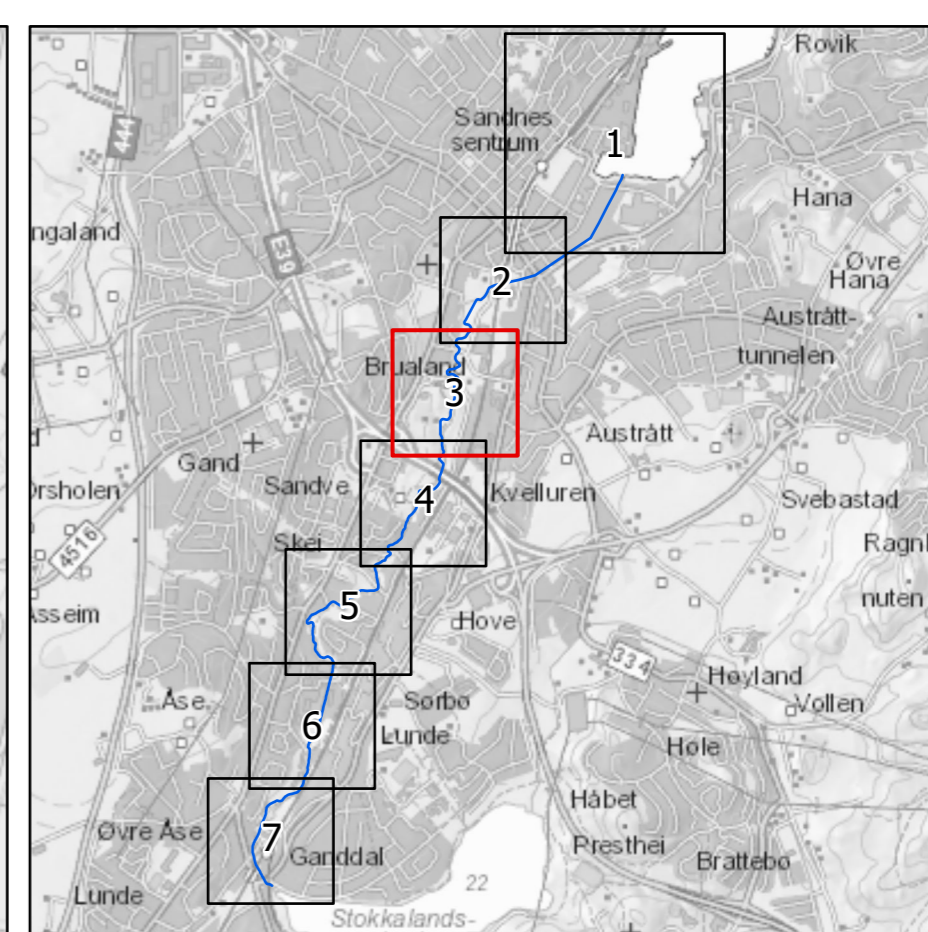
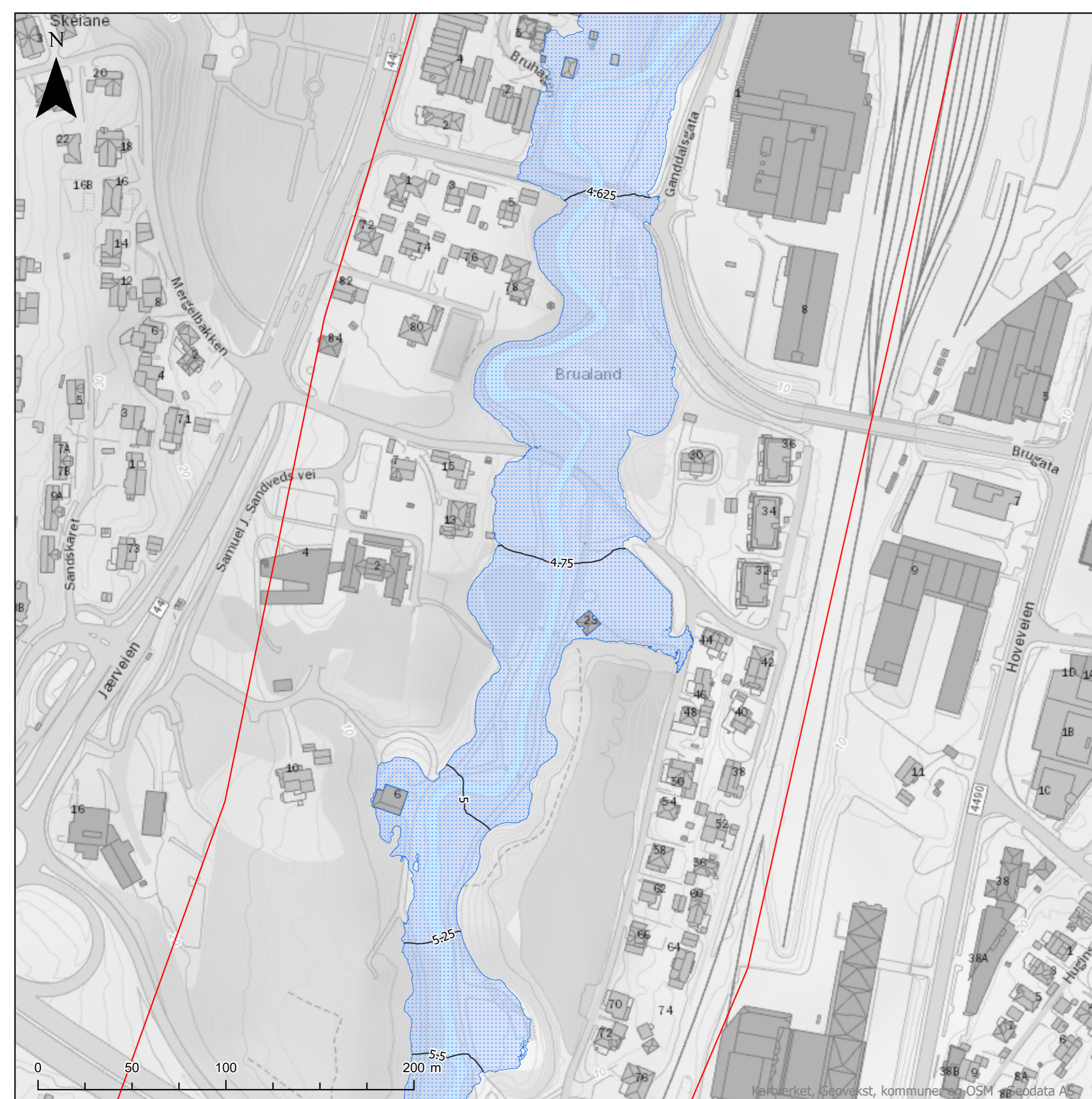
- Analyseområde
- Flomhøyde - kontur
- Oversvømt areal
- Vann, elv og sjø

NB: Verdier i kart angir modellert vannstand i moh. (NN2000). I planlegging burde en legge til en sikkerhetsmargin på 30 cm.

Format: A3 Kartblad 2 av 7
 Målestokk: 1:2,000 (Gjeldende kartblad er tegnet med rød ramme i oversiktsruten)

Oppdragsgiver: Sandnes kommune
 Oppdragsnr.: 635359-02
 Utarbeidet av: HMK
 Dato: 11.02.2022





Flomsonekart Storåna

Detaljkart 3

Kartleggingen er utført for 200 årsflom med 40% klimapåslag

Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - kontur
- Oversvømt areal
- Vann, elv og sjø

NB: Verdier i kart angir modellert vannstand i moh. (NN2000). I planlegging burde en legge til en sikkerhetsmargin på 30 cm.

Format: A3

Kartblad 3 av 7

Målestokk: 1:2,000

(Gjeldende kartblad er tegnet med rød ramme i oversiktsruten)

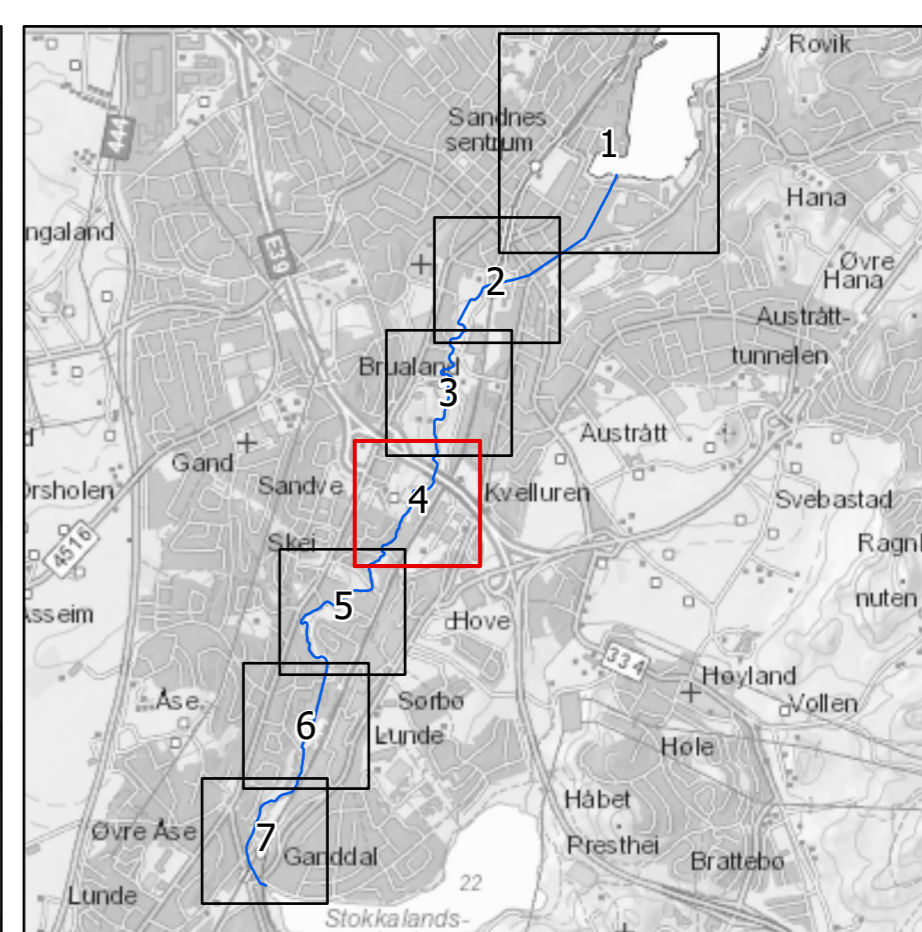
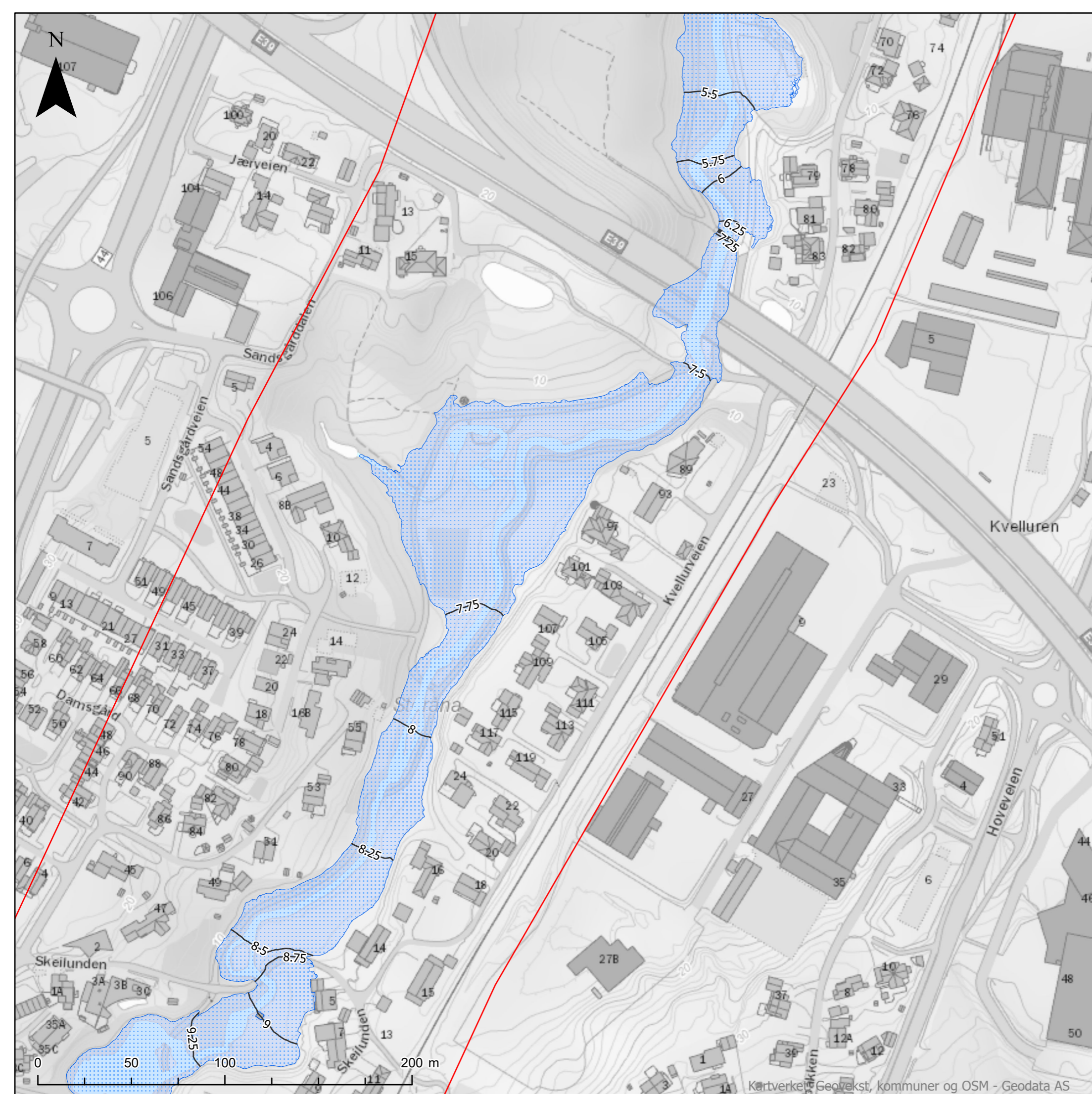
Oppdragsgiver: Sandnes kommune

Oppdragsnr.: 635359-02

Utarbeidet av: HMK

Dato: 11.02.2022





Flomsonekart Storåna

Detaljkart 4

Kartleggingen er utført for 200 årsflom med 40% klimapåslag

Tegnforklaring

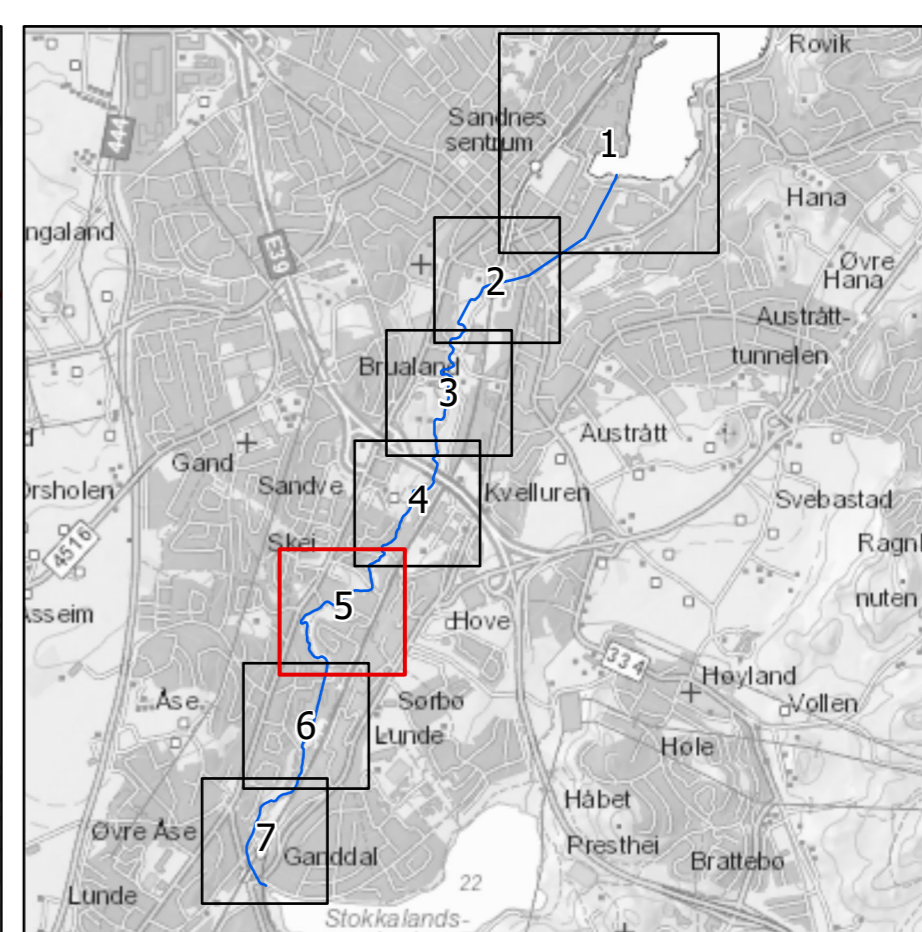
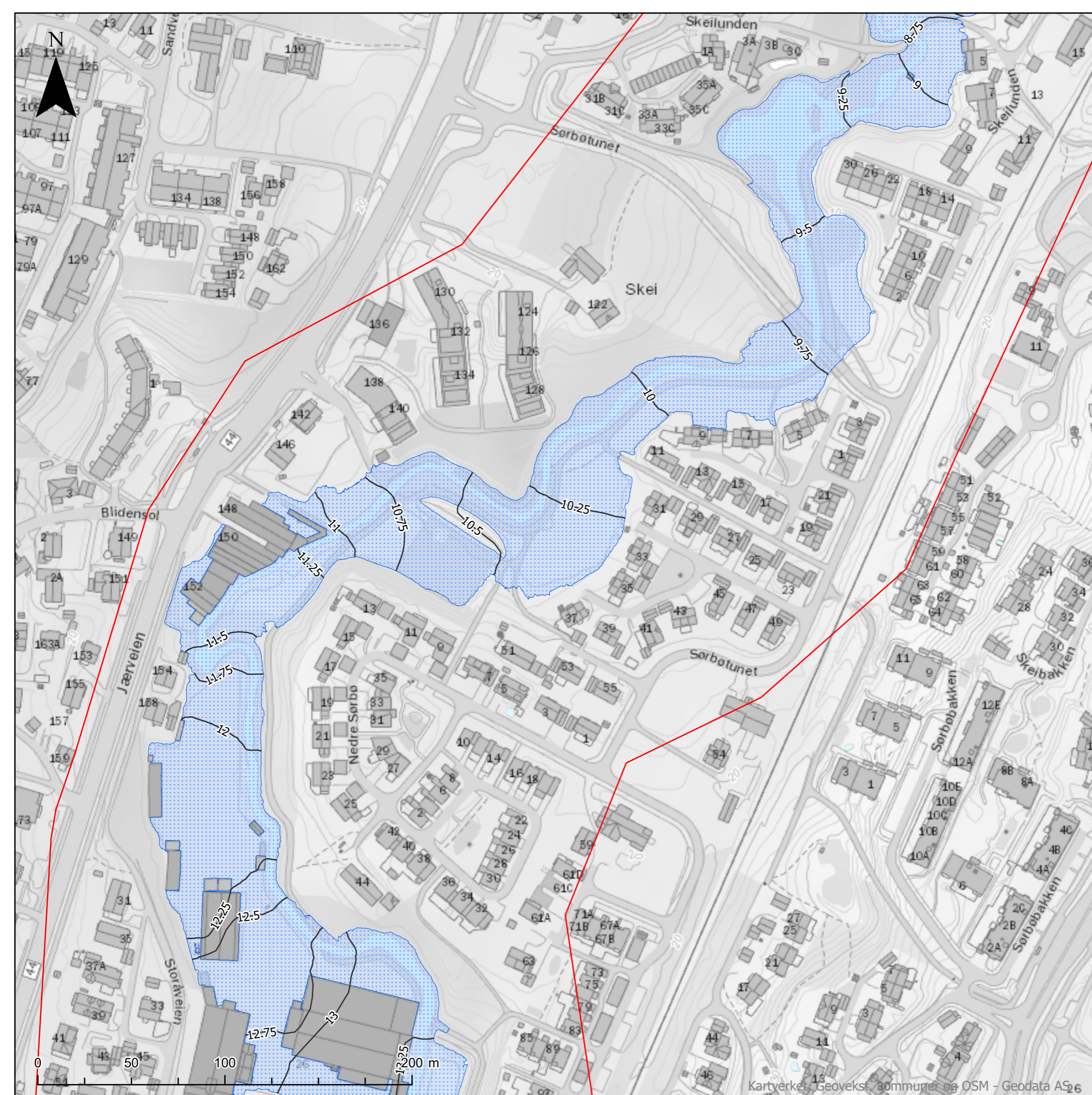
- Analyseområde
- Flomhøyde - kontur
- Oversvømt areal
- Vann, elv og sjø

NB: Verdier i kart angir modellert vannstand i moh. (NN2000). I planlegging burde en legge til en sikkerhetsmargin på 30 cm.

Format: A3 Kartblad 4 av 7
 Målestokk: 1:2,000 (Gjeldende kartblad er tegnet med rød ramme i oversiktsruten)

Oppdragsgiver: Sandnes kommune
 Oppdragsnr.: 635359-02
 Utarbeidet av: HMK
 Dato: 11.02.2022





Flomsonekart Storåna

Detaljkart 5

Kartleggingen er utført for 200 årsflom med 40% klimapåslag

Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - kontur
- Oversvømt areal
- Vann, elv og sjø

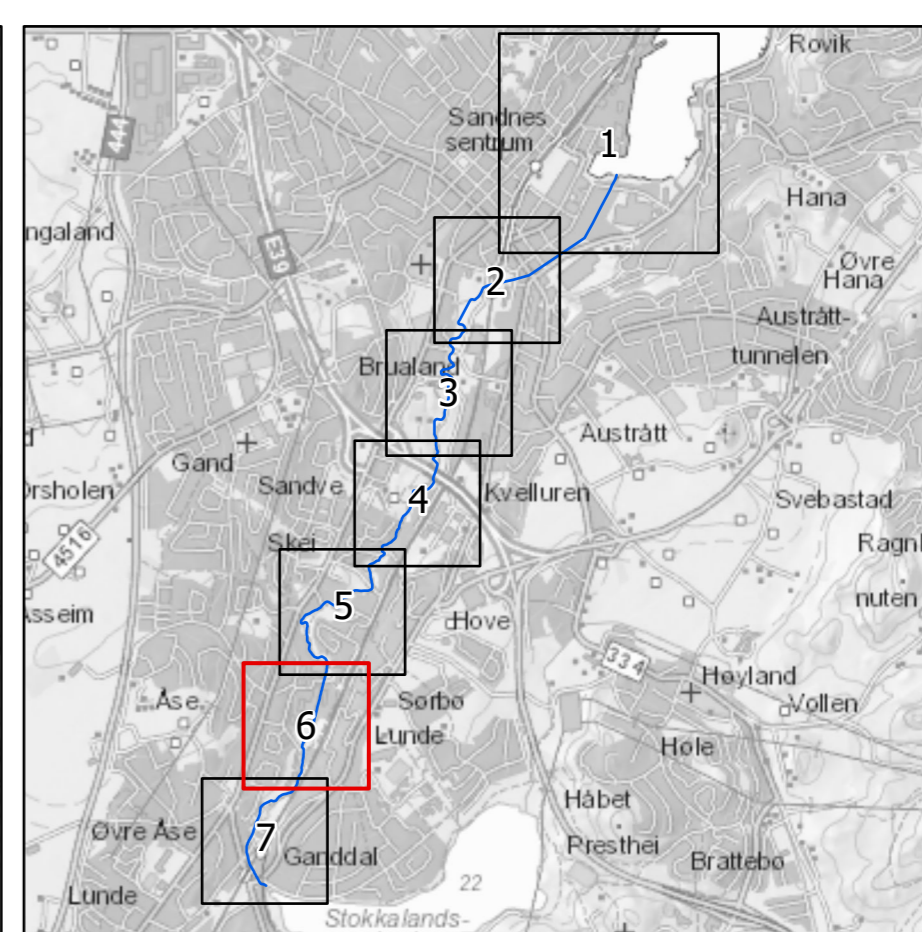
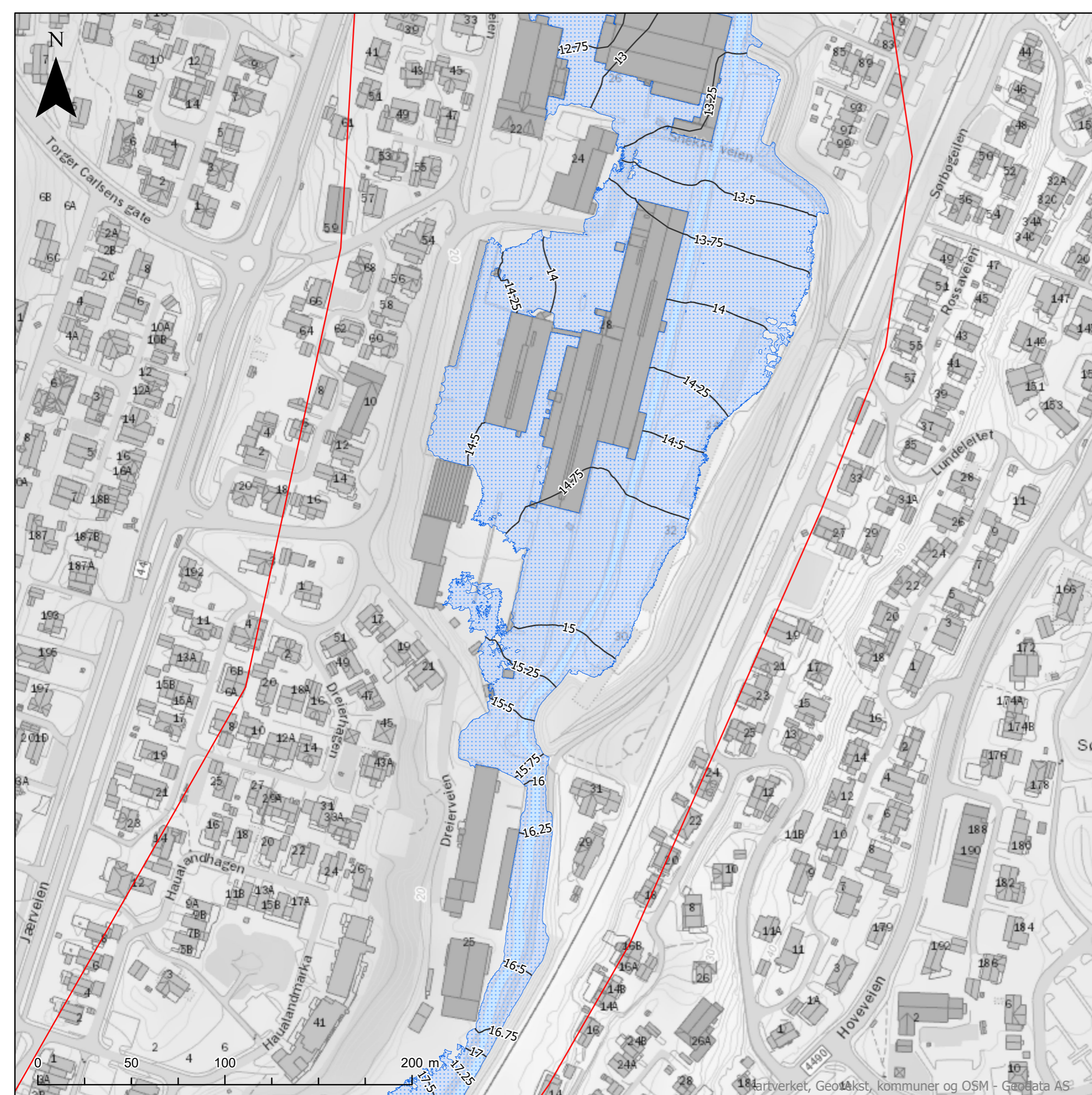
NB: Verdier i kart angir modellert vannstand i moh. (NN2000). I planlegging burde en legge til en sikkerhetsmargin på 30 cm.

Format: A3
Målestokk: 1:2,000

Kartblad 5 av 7
(Gjeldende kartblad er tegnet med rød ramme i oversiktsruten)

Oppdragsgiver: Sandnes kommune
Oppdragsnr.: 635359-02
Utarbeidet av: HMK
Dato: 11.02.2022





Flomsonekart Storåna

Detaljkart 6

Kartleggingen er utført for 200 årsflom med 40% klimapåslag

Tegnforklaring

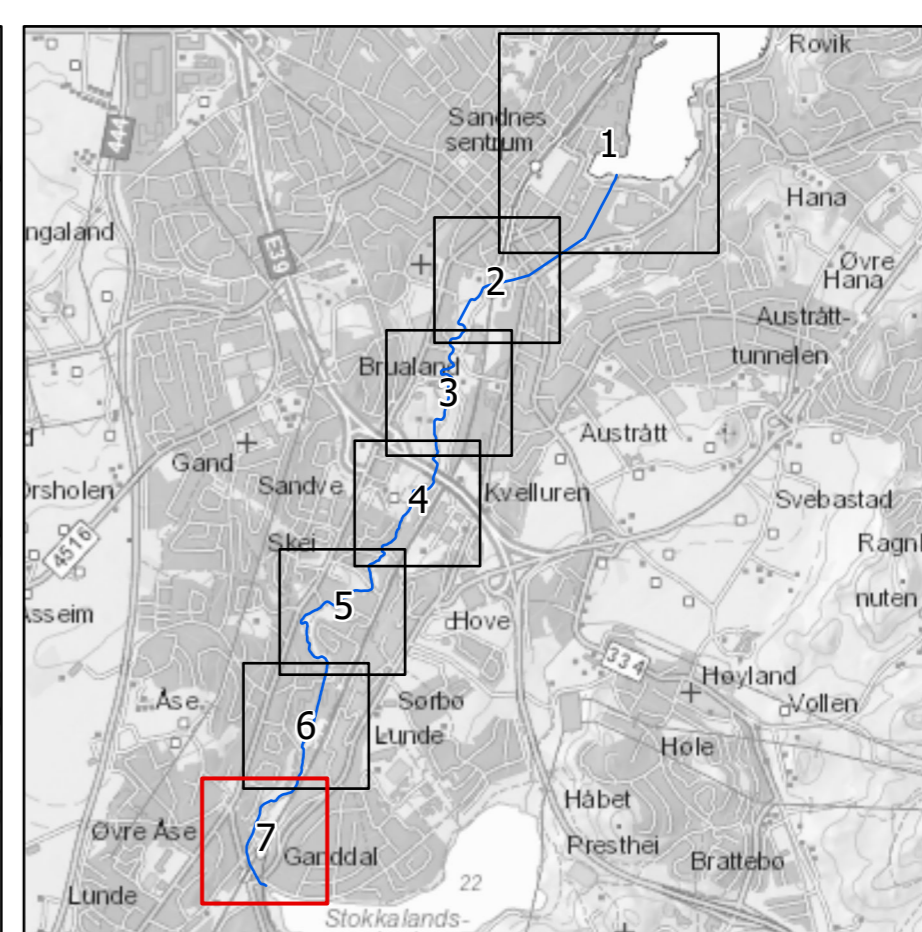
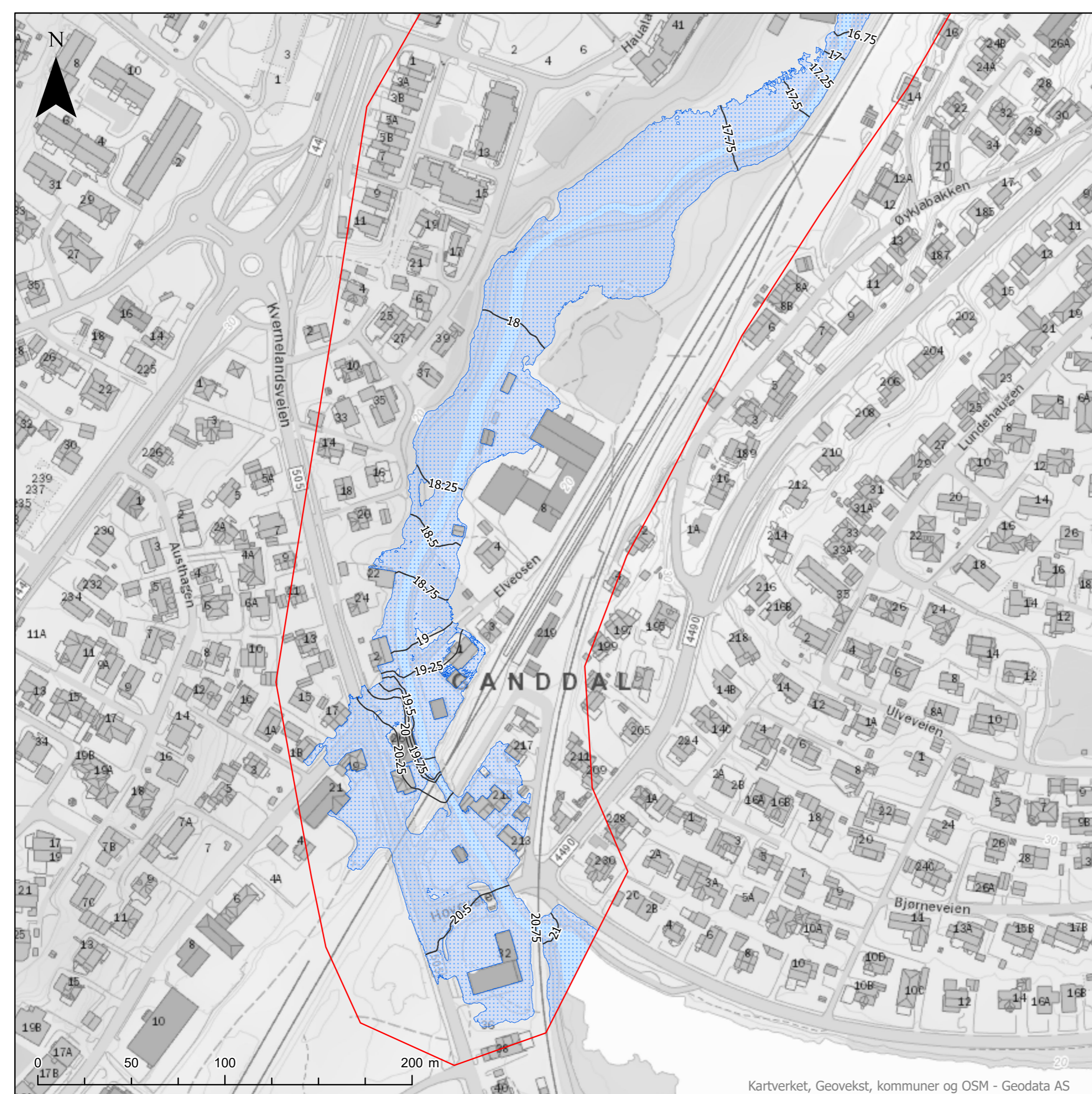
- Analyseområde
- Flomhøyde - kontur
- Oversvømt areal
- Vann, elv og sjø

NB: Verdier i kart angir modellert vannstand i moh. (NN2000). I planlegging burde en legge til en sikkerhetsmargin på 30 cm.

Format: A3 Kartblad 6 av 7
 Målestokk: 1:2,000 (Gjeldende kartblad er tegnet med rød ramme i oversiktsruten)

Oppdragsgiver: Sandnes kommune
 Oppdragsnr.: 635359-02
 Utarbeidet av: HMK
 Dato: 11.02.2022





Flomsonekart Storåna

Detaljkart 7

Kartleggingen er utført for 200 årsflom med 40% klimapåslag

Tegnforklaring

- Analyseområde
- Flomhøyde - kontur
- Oversvømt areal
- Vann, elv og sjø

NB: Verdier i kart angir modellert vannstand i moh. (NN2000). I planlegging burde en legge til en sikkerhetsmargin på 30 cm.

Format: A3 Kartblad 7 av 7
 Målestokk: 1:2,000 (Gjeldende kartblad er tegnet med rød ramme i oversiktsruten)

Oppdragsgiver: Sandnes kommune
 Oppdragsnr.: 635359-02
 Utarbeidet av: HMK
 Dato: 11.02.2022

