

APRIL 2022
STAVANGER KOMMUNE

SKYBRUDDSPLAN



Regnvær i Stavanger sentrum (Kilde: Stavanger Aftenblad)

APRIL 2022
STAVANGER KOMMUNE

SKYBRUDDSPLAN

OPPDRAGSNR.

A227467

DOKUMENTNR.

VERSJON

3.0

UTGIVELSESDATO

08.04.2022

BESKRIVELSE

Skybruddsplan Stavanger
kommune

UTARBEIDET

Erik Mølmann
Vegard Ulland
Marianne Berge
Lars Frederiksen
Svein Ole Åstebøl

KONTROLLERT

Francesco Righetti
Stian Omdal

GODKJENT

Johan Siqueland
Knudsen

INNHold

1	Sammendrag	6
2	Innledning	7
2.1	Bakgrunn og formål	7
2.2	Metodisk tilnærming	7
3	Metode og grunnlag	9
3.1	Nedbørfeltinndeling	9
3.2	Flomanalyse	10
3.3	Risikoanalyse og akseptkriterier	15
4	Resultater	21
4.1	Nedbørfeltinndeling	21
4.2	Flomanalyse	24
4.3	Risikoanalyse	26
5	Skadereduserende tiltak og trygge flomveier	31
5.1	Type tiltak for å redusere risiko	31
5.2	Tiltaksvurdering av eksempelfelter	38
6	Kommunens videre oppfølging av skybruddsplanen	55
7	Referanser	56
8	Kartvedlegg	57
8.1	Nedbørsfelt med høy risiko	57
8.2	Områder med fare for personer (utomhusareal) ved 1000 års nedbørshendelse	97

1 Sammendrag

Denne rapporten utgjør, sammen med digitale resultatfiler, Stavanger kommunes skybruddsplan. Rapporten belyser omfanget av oversvømmelser og skader for bebyggelse og infrastruktur ved ekstremnedbør i Stavanger kommune. Resultatene av risiko- og sårbarhetsanalysen (ROS) gir et faglig grunnlag for gjennomføring av skadeforebyggende tiltak basert på en prioritering av geografiske områder i kommunen og type flomskader.

Nedbørsfelt og flomanalyser

Den grunnleggende enheten for analysene er nedbørsfelt. 88 felt, definert som områder som drenerer til samme utløp, er analysert. En nedbørshendelse sentrert rundt en intens time med 80 mm nedbør er analysert med modellverktøyene [HEC-RAS](#), [PCSWMM](#) og [MIKE FLOOD](#) (omtalt som 1000 års nedbør i rapporten). Alle felt med objekter i middels og høy risiko er videre analysert for 100 års nedbør med klimafaktor tilsvarende en timesnedbør på 48 mm. Resultatene er så bearbeidet i GIS for å oppsummere type og omfang av skader som grunnlag for ROS-analysen. Disse resultatene er også oppsummert og presentert i kart. Generelt viser analysen få sammenhengende flomveier, da vannet oftest stopper i lavpunkt som etter kort tid dreneres av ledningsnettet.

Akseptkriterier og risiko- og sårbarhetsanalyse

Hensikten med ROS-analysen er å avdekke høy risiko i de forskjellige nedbørsfeltene i Stavanger kommune. NVEs tabell med forslag til akseptkriterier for vanddybde (NVE, 2021), hastighet og produktet av disse er brukt som grunnlag for de prosjektspesifikke akseptkriteriene som er benyttet her. Akseptkriteriene er knyttet til objekter som bygninger, vei og kritiske samfunnsfunksjoner. Selv om det er en del usikkerhet rundt deler av grunnlagsdataene tilsier ROS analysen at det er flere nedbørsfelt som har objekter i høy risiko ved ekstremnedbør i Stavanger kommune. Av de 88 nedbørsfeltene som er modellert har 39 felt objekter som havner i høy risiko ved en ekstrem nedbørshendelse. Nedbørsfelter med objekter som havner i høy risiko prioriteres for videre oppfølging.

Skadeforebyggende tiltak

Stavanger kommune skal bruke denne rapporten som grunnlag for å planlegge risikoreducerende tiltak. Avhengig av skadetype og lokal situasjon, er det en rekke tiltak som kan planlegges for å sikre trygge flomveier og redusere risiko for flomskade. I kapittel 5 gjennomgås de tiltakene som antas å være mest relevant for Stavanger kommune. Her inngår å lede overvannet i veg/gate, blågrønne løsninger med magasinering av flomvann, flomvern rundt bygninger og viktig infrastruktur og oppgradering og gjenåpning av bekker. Sammenhengende flomveier og forslag til tiltak er vist for 5 eksempelområder; Mosvatnet, Hillevåg, Viking Stadion, Mariero og Mastrafjordtunnelen sør.

2 Innledning

2.1 Bakgrunn og formål

Klimautviklingen innebærer at mer nedbør og mer intense nedbørepisoder utfordrer systemet for vannhåndtering i byområder. For fremtiden er det viktig at overflatebasert bortledning av overvann og avløpssystemets funksjon fungerer godt sammen uten at store skader inntreffer ved ekstremnedbør. Nedbørsmengder som avløpssystemet ikke har kapasitet til å håndtere, må avledes kontrollert på overflaten uten at uakseptable skader inntreffer. Utfordringen oppstår ved kortvarige intense regnskyl (styrtregn/skybrudd) som kan skape betydelige vannstrømmer på overflaten der avrenningsveiene og beliggenheten av bebyggelse, gater og kritiske samfunnsfunksjoner (sykehus mm.) er bestemmende for om skader kan oppstå og omfang av skader.

For å møte disse utfordringene har Stavanger kommune besluttet å utarbeide en skybruddsplan.

Målsetningen med planen er å :

- > Identifisere flomveier og oversvømmelser ved ekstremnedbør i kommunen
- > Avdekke risikoen for skader under ekstremnedbør (ROS/risiko- og sårbarhetsanalyse)
- > Beskrive aktuelle tiltak for å avbøte flomskader

Stavanger kommune har bestemt at flomanalysen baseres på et styrtregn med intensitet tilsvarende 80 mm nedbør i løpet av 1 time. Nedbørsmengden er omtalt som et 1000 års regn i rapporten. De høyeste observerte nedbørhendelsene i Norge ligger på dette nivået (uværet Frida (2012), Vigrestad (2014), Tjøme (2021)). NVE har underveis i arbeidet kommet med en anbefaling om at kommuner bør gjennomføre en overordnet ROS-analyse for nedbørhendelser på 60 – 80 mm per time.

2.2 Metodisk tilnærming

Oppgavene i prosjektet har vært følgende:

- > Inndeling av kommunen i nedbørsfelt
- > Modellanalyse av avrenningsforløpet i ledningsnett og på terreng under en ekstremnedbørhendelse
- > Anbefale akseptkriterier for flomskader på bygninger, veisystemer og samfunnskritiske funksjoner
- > Risiko- og sårbarhetsanalyse, avdekke risikonivå for flomskader i nedbørfeltene. Prioritering av felter for gjennomføring av tiltak.

- > Utarbeide forslag til tiltak som kan forhindre uakseptable flomskader

Rapporten er bygd opp i 4 hovedkapitler bestående av:

- > Faglig metode benyttet for flom- og ROS-analysen
- > Resultatkapittel for flom- og ROS-analysen
- > Et kapittel om skadereduserende tiltak. I dette kapitlet gis det både en generell beskrivelse av tiltak samt en mer detaljert gjennomgang av tiltak i 5 utvalgte nedbørfelt.
- > Et avsluttende kapittel som omhandler kommunens videre oppfølging av skybruddsplanen

Rapporten har et vedlegg med kart som viser alle nedbørfelt med høy risiko.

I tillegg til rapporten har kommunen mottatt resultatfilene fra flomanalysene for hele kommunen.

3 Metode og grunnlag

3.1 Nedbørfeltinndeling

Nedbørfeltene er delt opp etter utløp til sjø eller annen resipient. Feltene er gitt som alle områdene som drenerer til samme utløpet over land.



Figur 3-1: Eksempel på nedbørfeltinndeling. Feltet er gitt som området som drenerer til det gitte utløpet over land.

Felt som er mindre enn 20 hektar var i utgangspunktet ikke tatt med, da disse ikke produserer nok avrenning til å skape uakseptable situasjoner på bakken. Kommunen har pekt på noen spesifikke felt under denne størrelsen som de ønsket å ha med, som derfor er inkludert. På øyene og utenfor byen er det fokusert på tettsteder og steder med sårbar infrastruktur.

3.2 Flomanalyse

3.2.1 Hydrologi

Kommunen har etterspurt at flomveiene dimensjoneres for en nedbørshendelse med 80mm regn på en time. For sammenligning vises IVF-kurvene (juni 2021) i kommunen for timesnedbør med 200 års gjentaksintervall i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Timesverdier for nedbør med 200 års gjentaksintervall.

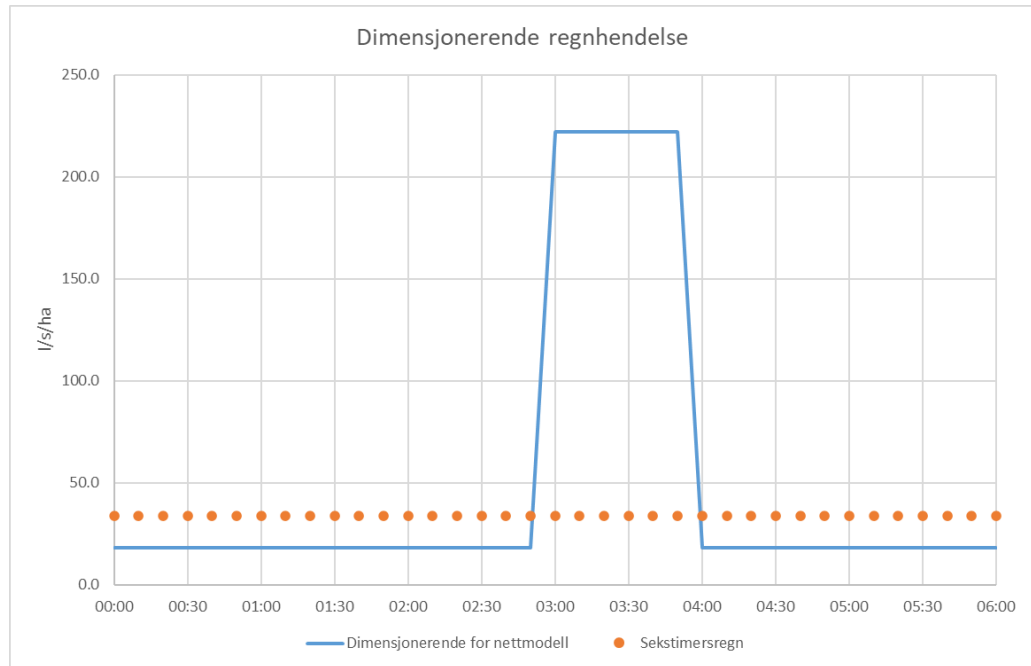
Stasjon	Timesnedbør 200 år
Våland	36,4 mm
Madla	34,9 mm
Hundvåg	31,7 mm
Tasta	Mangler
Regional IVF-kurve	31 mm

Dette gjør at 80 mm er en timesnedbør med en klimafaktor på over to for de lokale forholdene og 200 års gjentaksintervall. I Norge sett under ett er den høyeste observerte timesnedbøren 78,5 mm i Tjøme, sommeren 2021 (Meterologisk institutt, 2021). Andre store hendelser som ekstremværet Frida sommeren 2012 og skybruddet i Vigrestad sommeren 2014 har timesnedbør av samme størrelsesorden fra private målere. 80 mm på en time er derfor ansett som en god dimensjonerende verdi. Videre vil dette regnet bli omtalt som et 1000-årsregn for å kunne knytte det opp mot en sikkerhetsklasse i TEK17, F3.

I flomanalysen benyttes det et sekstimersregn med 200 års gjentaksintervall og klimafaktor 1,5, fratrukket 80mm, rundt den intense timen med 80mm/time. Dette er for å sørge for en logisk fylling av overvannsnettets før det dimensjonerende regnet inntreffer. Størrelsen på regnet rundt har ingen direkte sammenheng med 80 mm på en time, som er mye større en timesregnet med klimafaktor 1,5. Følgende regnestykke gir intensiteten rundt den intense timen:

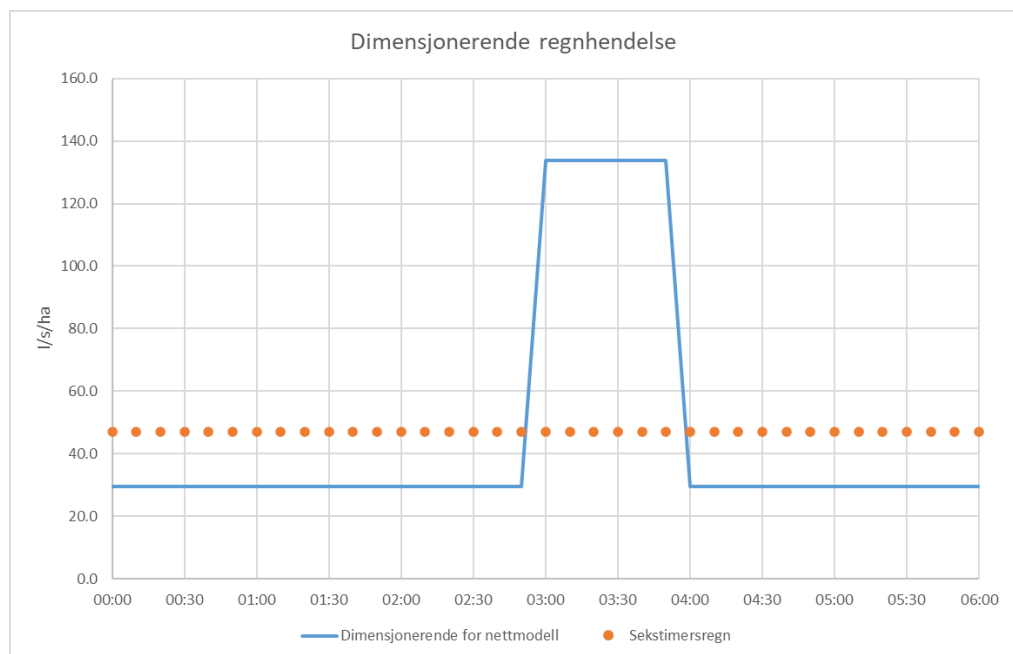
- > 6-timersregn fra IVF-kurven til Madla er 73,1 mm
- > Med klimafaktor 1,5 er dette 112,6mm.
- > Fratrukket 80 mm er det 32,6 mm for de resterende fem timene.

Det gir et regnforløp som ser slik ut:



Figur 3-2: Dimensjonerende regnhendelse, 1000 års gjentaksintervall (80 mm/time). Bygget med et 200-årsregn med klimafaktor 1,5 rundt den dimensjonerende timen.

For 100-årsregnet benyttes samme metode, men med tall fra Madla sin IVF-kurve med klimafaktor 1,5. Her er timesregnet 32,1 mm, som gir 48mm med klimafaktor.



Figur 3-3: Dimensjonerende regnhendelse, 100 års gjentaksintervall (48 mm/time).

Havnivået i modellene er satt til stormflo med 1 års gjentaksintervall, fremskrevet til år 2100. Denne er på kote 1,58 m NN2000 (Norconsult, 2021).

3.2.2 Hydraulikk

Det er valgt så langt som mulig å bruke koblede modeller der både vann på overflaten og i ledningsnett tas med. Dette er gjort for at resultatene skal være så realistiske som mulig, og for å unngå å skape falske problemområder. Om all nedbør settes rett på overflaten uten å la deler av det gå i ledningsnett, blir de resulterende farekartene veldig konservative. Dette beskrives mer i delkapittelet om HEC-RAS. For alle modellene er grøntområder gitt en ruhet på $n=0,05$, mens tette flater er gitt en ruhet på $n=0,02$.

3.2.3 MIKE Flood

De hydrauliske beregningene i de fleste feltene er utført med programvaren MikeFlood, utviklet av DHI. MikeFlood er et grensesnitt som kombinerer en todimensjonal modell (MIKE 21FM) med en endimensjonal modell (MIKE URBAN).

Den endimensjonale modellen MIKE URBAN inkluderer avløpssystemet og kulverter og beregner strømmingen gjennom disse. Beregningen er basert på tverrprofiler (strømningstverrsnittet), opplysninger om friksjon samt opplysninger om energitap i strukturer som rister og inntak.

Den todimensjonale modellen er Mike21FM (Flexible Mesh), som brukes til å beregne strømming på terreng. Mike21FM er oppbygget av et såkalt ustrukturert mesh, dvs. cellestørrelser av varierende form og størrelse.

Modellene kombineres ved at nedbørsfelt kobles på ledningsnett, og overskytende vann sendes ut på terreng. Alt vannet er derfor innom en kum før det kommer på terreng. Dette gjør at alle avrenningsveier som er oppstrøms ledningsnett ikke vises, inkludert små lokale lavpunkt som oversvømmes. Dette skjer innad i nedbørsfelt som er veldig små i byen (drenerer 100-5000 m²), så her er resultatene realistiske. Store felt på jorder og lignende vil ha betydelig avrenning på terreng som ikke vises i kartene, men som dukker opp når den første kummen nedstrøms oversvømmes.

3.2.4 PCSWMM

For simuleringen av overvannssystemet rundt SUS2023 og på Forus vest har vi brukt PCSWMM, levert av Computational Hydraulics International, CHI, i Canada. Denne modellen benytter seg av den matematiske motoren fra Storm Water Management Model, SWMM. SWMM er utviklet av United States Environmental Protection Agency, US EPA, og er den mest brukte hydraulisk/hydrologiske datamodellen på markedet. PCSWMM danner et grafisk brukergrensesnitt over SWMM motoren. Den innebygde GIS funksjonaliteten i PCSWMM gjør det mulig med import av kart- og ledningsdata.

Ved overflateanalysen er det simulert hvordan vannet vil strømme på overflaten når kapasiteten til overvannsnett er oversteget. Da vil vannet stige opp av kummer, eller ikke ha mulighet til å trenge inn. Vannet vil da bevege seg mot sitt naturlige lavbrekk. Etableringen av overflatemodellen skjer ved at det genereres punkter på overflaten, med en gitt innbyrdes avstand. Punktene kan sammenlignes med overvannskummer som plasseres med innvendig bunn av kum på terreng. Mellom alle disse kummene lager modellen kanaler. For å knytte overflatemodellen til rørnett etableres et overløp i alle kummer fra rørmodellen. Når det ikke er plass til vannet

i rørmodellen vil det da være overløp fra røرنettet til kummene på overflaten. Når det kommer vann i en kum vil dette renne i en kanal til en kum som står på en lavere terrengnivå. Dette skjer da så lenge det er fall på terrenget. Når det ikke er noe sted å renne vil vannet bygge seg opp i kanalen. Denne oppstuvningen i kanalene på overflaten kan vises visuelt. Det kan også hentes ut detaljerte vannhøyder i de enkelte kanaler der det har blitt vannansamlinger. Andel tette flater for alle utbyggingsområder er satt til 50 %.

3.2.5 HEC-RAS

For noen av områdene er HEC-RAS benyttet. Her legges en innløpsflom rett på terreng, uten kontakt med ledningsnett. Det benyttes en 2D Full moment-metode. Resultatene fra HEC-RAS-modellene blir svært konservative, da det ikke er gjort et fratrukk for det som tas i overvannsnettet.

For flomveienes innløpsflom benyttes rasjonell metode:

$$Q = C * A * I,$$

der C er avrenningsfaktor, A er areal og I er nedbørsintensitet i l/s/ha.

Avrenningsfaktorene som brukes hentes fra Statens vegvesen sin HB V240 Vannhåndtering (Statens vegvesen, 2020), og vises i Figur 3-4. For 200-årsnedbør legges det på 30% på faktorene.

Tabell 8.3.2.2: Avrenningsfaktor for forskjellige overflater (Washington State Department of Transportation, 2017).

Overflate	Helning		
	< 2 %	2 – 10 %	> 10 %
Veg			
Asfaltert/brolagt vegoverflate (impermeabel)	0,90	0,90	0,90
Gruslagt vegoverflate (impermeabel)	0,85	0,85	0,85
Skulder - kompakterte løsmasser	0,50	0,50	0,50
Skulder - gress	0,25	0,25	0,25
Sideterreng/median – kompakterte løsmasser	0,60	0,60	0,60
Sideterreng/median – gress	0,30	0,30	0,30
Arealbruk - generell			
Lite tettbygd boligområde (< 750 boliger/km ²)	0,35	0,40	0,45
Moderat tettbygd boligområde (750 – 1500 boliger/km ²)	0,50	0,55	0,60
Svært tettbygd boligområde (> 1500 boliger/km ²)	0,70	0,75	0,80
Næringsområder i tettbygd strøk	0,80	0,85	0,85
Lite tettbygd industriområde	0,50	0,70	0,80
Svært tettbygd industriområde	0,60	0,80	0,90
Skogsområder	0,10	0,15	0,20
Åpne naturområder og dyrket mark	0,25	0,30	0,35
Arealbruk - detaljert			
Takoverflater (tett)	0,90	0,90	0,90
Gressplen og parkområder	0,17	0,22	0,35
Dyrket mark (leirig og siltig grunn)	0,50	0,55	0,60
Dyrket mark (sandig og grusig grunn)	0,25	0,30	0,35

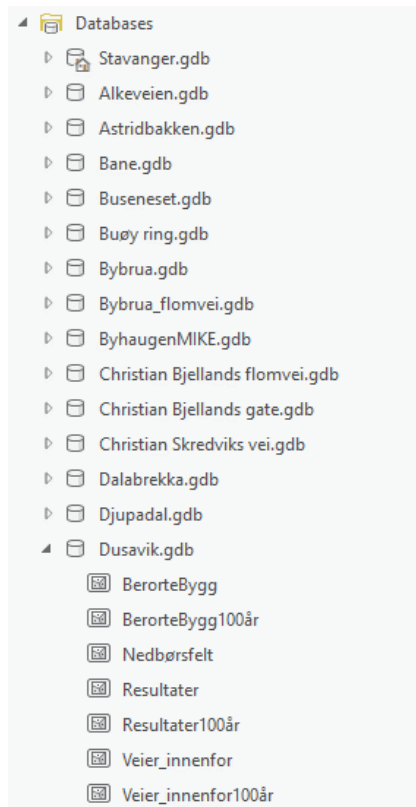
Figur 3-4: Avrenningsfaktorer for bruk i rasjonell formel.

3.2.6 Etterarbeid i GIS

Resultatfilene fra de tre programmene er noe ulike, men filbehandlingen for å klargjøre grunnlaget for risikoanalysen er lik nok til å beskrives under ett.

For hver celle i modellene lages det shapefiler med maksimal vannhastighet, vanndybde og produktet av disse for varigheten av modellkjøringen. Disse behandles i ArcGIS for å få kodet inn fareklasser for vei, liv og helse og bygg i cellene. Dette baserer seg på akseptkriterier diskutert i 3.3.2.

Disse deles så opp i de enkelte nedbørsfeltene for å produsere excelfiler som brukes i risikoanalysen. Bygg og veier defineres som risikoutsatt om en av cellene i kontakt med veien bryter akseptkriteriene, uavhengig av varighet på kontakten og antall celler/kvadrater vann som treffer objektet. De resulterende filene plasseres i geodatabaser som er en del av den digitale leveransen til kommunen.



Figur 3-5: Eksempel på geodatabaser fra den digitale leveransen.

3.2.7 Grunnlagsdata

Grunnlagsdataene for modelleringen og ROS-analysen er levert av kommunen. Dette inkluderer:

- > Terrengmodell for hele gamle Stavanger kommune.
- > Data for korreksjon av denne, spesifikt shapefiler for underganger under vei.

- > FKB-data for veier og bygninger.
- > MIKE URBAN-modeller for store deler av kommunen, vist i Figur 4-1.

For områdene som ikke er dekket av kommunens terrengmodell er data lastet ned fra høydedata.no.

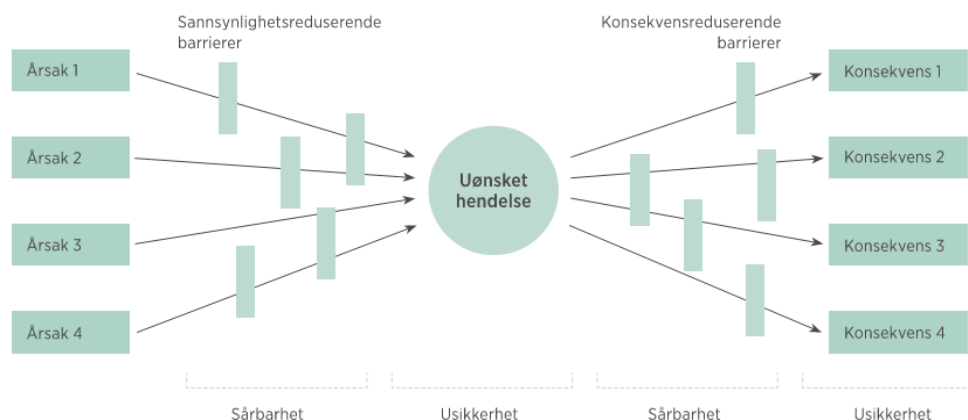
3.3 Risikoanalyse og akseptkriterier

3.3.1 Metode

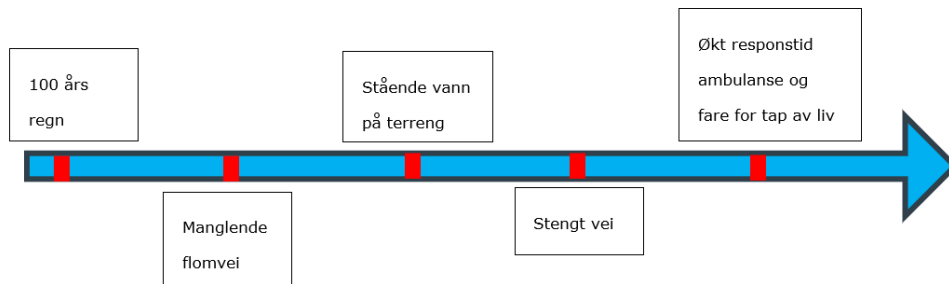
Analysen er basert på systematikken som er beskrevet i *"Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging. Metode for risiko- og sårbarhetsanalyse i planleggingen"*, (DSB, 2017). Gradering av konsekvens og risiko følger betegnelsene i samme publikasjon og i *"Veileder til helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse i kommunen"*, (DSB, 2014), *"Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar (høringsutkast)"*, (NVE, 2021) og *"Risikoanalyse av regnflom i by"*, (DSB, 2016). Relevant grunnlag fra disse dokumentene er benyttet og tilpasset dette prosjektet.

Hensikten med ROS-analysen er å avdekke høy risiko i de forskjellige nedbørsfeltene i kommunen. Basert på vurderinger av hvor sannsynlig de *uønskede* flomhendelsene inntreffer, konsekvensene av disse samt årsaksforhold, må tiltak vurderes for å redusere konsekvensen av hendelsene. Tiltakene kan således både være forebyggende og skadebegrensende.

ROS-analysen vil for dette prosjektet være et godt dokument for å rangere hendelsene slik at Stavanger kommune kan prioritere videre oppfølging mot de områder og objekter som har høyest risiko. Analysen vil sånn sett ikke definere høy risiko som uakseptabel risiko, men som høyt prioritert i det videre arbeidet for en flomsikker Stavanger kommune



Figur 3-6: Sløyfediagram (DSB, 2017).



Figur 3-7: Eksempel på hendelseskjede for et 100 års regn og oversvømmelse på vei.

3.3.2 Akseptkriterier

Akseptkriteriene for skade i nedbørsfeltene er basert på vanndybde (D) og vannhastighet på terreng (V), samt produktet av disse (D*V). Overvann på terreng er naturligvis ikke uønsket og mindre regnhendelser håndteres av områdenes overvannssystem og er således ikke uønskede hendelser. Definisjonen på en uønsket hendelse er når en regnbygge i nedbørsfeltene fører til at akseptkriteriene brytes. NVE skriver at tallverdiene i utkastet til veileder for overvann er basert på internasjonal vitenskapelig litteratur hvor nivåene for dybde, hastighet og produktet av disse under en overvannsflom vil ivareta tilstrekkelig trygghet mot fare og skade for personer, bygninger og framkommelighet på veier (NVE, 2021) (Figur 3-8).

Det er avklart med NVE at tallverdiene kun gjelder for ny bebyggelse, dvs. i arealplansaker for nye områder. Nye bygg skal håndtere en 0,5 m vannhøyde på vegg uten fare for hverken materielle skader eller personskader. Dette gjelder ikke eksisterende bygg. Tabellen benyttes videre i prosjektet, men dybde for bygninger reduseres til **0,2 meter**. Dette tallet er valgt med bakgrunn i erfaringer bla. fra Skybruddsplan for København. Videre blir da produktet dybde og hastighet for bygninger **0,16 m²/s**.

Personer er tatt ut av selve ROS analysen med bakgrunn i at det er stor usikkerhet rundt konsekvensgradering. Det mangler god dokumentasjon på slike hendelser (mer info i kapittel 5.2.4 Usikkerhet). Områder som har dybder på mer enn 0,5 m vises i egne kart, se kap. 8.2.

Busetnad	Maksimal verdi		
	Djupn [m]	Hastighet (V) [m/s]	D*V [m ² /s]
Personar (utomhusareal)	0.5	3.0	0.4
Bygningar	0.5	3.0	0.4
Framkomelegheit			
<i>Vegar som er kritiske ved evakuering</i>	0.1	3.0	0.3
<i>Andre vegar</i>	0.3	3.0	0.3

Figur 3-8: Tabell med anbefalte vanddybder og -hastighet. Dybde for bygninger er redusert til 0,2 m da tabellen kun gjelder for ny bebyggelse, samt erfaring fra Skybruddsplan for København. D*V for bygninger er redusert til 0,16 m²/s (NVE, 2021).

Det er også gjort vurderinger av EurOtop manual (van der Meer, et al., 2018) mot NVE sine anbefalte akseptkriterier. EurOtop (2. versjon fra 2018) er en veileder for overtopping av bølger mot flomvern og andre relaterte strukturer. Den analyserer og vurderer overtopping av flomsikring langs sjøen med bakgrunn i bølger. Det står videre at metodene også kan benyttes for vurdering ift. innsjøer og reservoarer. COWIs vurdering er at denne veilederen ikke er relevant for dette prosjektet.

3.3.3 Risikoanalysens fire hovedelementer

Sannsynlighet

Sannsynlighet: Hvor trolig vil en uønsket hendelse inntreffe innenfor et gitt tidsrom (Tabell 3-2).

Tabell 3-2: Kriterier for sannsynlighet for analyserte regnhendelser, 100 år og 1000 år.

Sannsynlighets-kategorier	Tidsintervall	Sannsynlighet (per år)
Middels	1 gang i løpet av 100 år (tilsvarende 48mm regn på en time)	1/100
Lav	1 gang i løpet av 1000 år (tilsvarende 80mm regn på en time)	1/1000

Konsekvens

Konsekvens: Hva er hendelsens virkning i og på områder med oversvømmelse som bryter akseptkriteriene (Tabell 3-3).

Tabell 3-3 Kriterier for konsekvensgrad.

Konsekvenser	Bygninger (B)	Framkommelighet (C)
Svært store (>= NVEs akseptkriterier)	Sykehus, sykehjem, brannstasjon, politistasjon, samfunnskritisk infrastruktur	Veier med begrenset omkjøringsmulighet, flom i tunnel
Store (>= NVEs akseptkriterier)	Skole, barnehage, > 100 bygninger	Europavei, Riksvei
Middels (>= NVEs akseptkriterier)	11 - 100 bygninger	Fylkesvei, Kommunalvei
Små (>=NVEs akseptkriterier)	1 - 10 bygninger	Privatvei

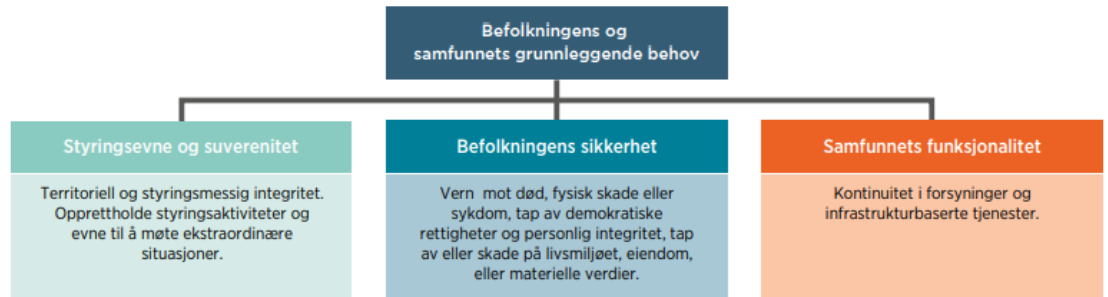
Risikomatrise

Risikomatrise				
	Konsekvenser			
Sannsynlighet	Små	Middels	Store	Svært store
Middels				
Lav				

	Lav risiko: Lavt eller ikke prioritert for videre oppfølging
	Middels risiko: Middels prioritert og vurderes for videre oppfølging.
	Høy risiko: Høyt prioritert. Nødvendig med oppfølging.

Sårbarhet

Sårbarhet: Hvilke viktige samfunnsfunksjoner påvirkes (Figur 3-9, Tabell 3-4).



Figur 3-9 Kategorier av samfunnsfunksjoner (DSB, 2016)

Tabell 3-4 Aktuelle kritiske samfunnsfunksjoner.

Samfunnsfunksjon	Sårbarhet
Strømforsyning	Det er ikke registrert i analysen flomvann mot trafostasjoner, nettstasjoner eller annet strømforsyningsanlegg.
Elektronisk kommunikasjon (EKOM)	Det er ikke registrert i analysen at flomvann medfører stopp i kommunikasjon.
Jernbanetrafikk	Det er registrert i analysen at det står vann på jernbaneområdet rett nordvest for Statens hus (Paradis vest), men det er ikke kjent at flomvann fra overvannsflom medfører strømbrudd eller stans i togtrafikken.
Veitrafikk	Det er registrert i analysen at flere veier vil få vanndybder som gir risiko for at veiene må stenges.
Vann og avløp	Det er registrert i analysen at mange pumpestasjoner (drikkevann og avløp) vil ha stående vann mot pumpebygget.
Redningstjenester	Det er registrert at flere veier med begrenset omkjøringsmulighet vil ha vanndybder som gir risiko for at veien må stenges og at blålysetater ikke kommer fram.

Usikkerhet

Usikkerhet: Hvor godt er kunnskapsgrunnlaget for analysen.

- > Det er vurdert at hendelse med personer (utomhusareal) har en høy usikkerhet. Bakgrunnen for denne vurderingen er manglende grunnlagsdata av skader på personer som følge av overvannsflommer. Manglende grunnlag vil gi en usikker konsekvensfordeling som igjen kan gi et uriktig bilde rundt risiko for personer ved store regnhendelser og tilhørende overvannsflom. Denne hendelsen ble derfor tatt ut av selve ROS analysen. Det er registrert flere områder i nedslagsfeltene med vann

over akseptkriteriet på $>0,5$ m dybde etter en 1000 års nedbørshendelse. Det er generert egne kart i kapittel 8.2 som viser hvor disse områdene er.

- > Det er vurdert at hendelse med stengt evakuerings-/ blålysvei har en høy usikkerhet. Kommunen mangler i dag en samlet oversikt over de kritiske/ sårbare veiene i kommunen hvor konsekvensen kan bli svært stor dersom veien er ufremkommelig pga stående dypt vann. Det vil være stor risiko dersom sykebil eller annen nødetat blir avsperrert i en nødsituasjon, og kommunen bør i samarbeid med blålysetatene registrere kritiske/ sårbare veier. Når er slik oversikt er på plass bør det kjøres en ny risikovurdering for overvann på vei. I denne ROS analysen har det med bakgrunn i det manglende grunnlaget blitt bestemt at flomvann over akseptkriterier for kommunens registrerte veier med begrenset omkjøringsmulighet (elleve veier) ved både 1000 års og 100 års regn får høy risiko, samt at Europavei og Riksvei som bryter akseptkriteriene for et 100 års regn får høy risiko.
- > Det er vurdert at feil og mangler i FKB data gir en middels usikkerhet. Det er i prosjektet oppdaget noen feil i kodene for FKB data. Det ble funnet en feil med koding av pumpestasjoner. Det ligger også inne en kode for ukjente bygg. Det må videre vurderes om FKB dataene bør gjennomgås for å få mindre usikkerhet rundt objekter som kan gi en høy risiko ifm overvannsflom.

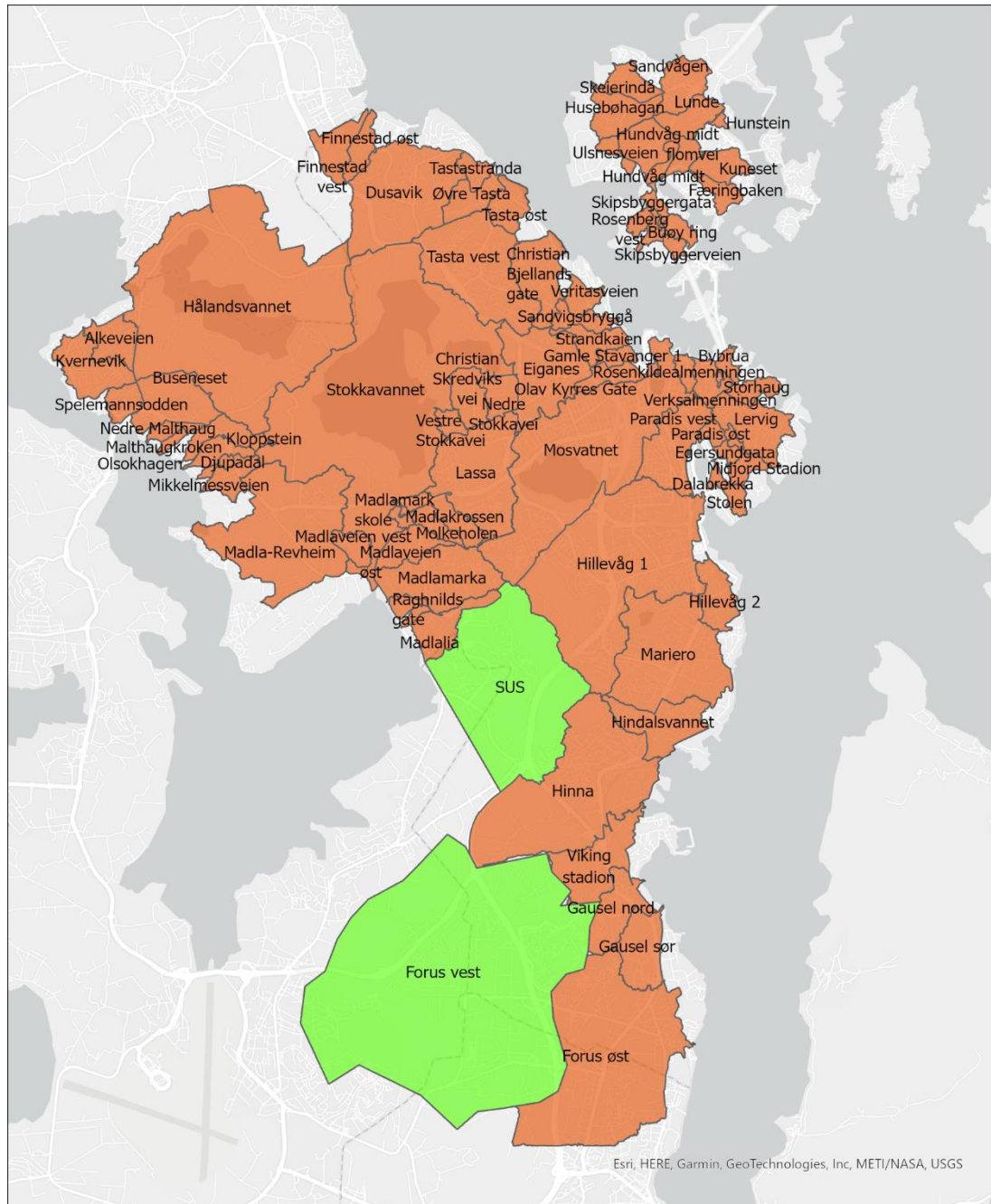
4 Resultater

4.1 Nedbørfeltinndeling

De resulterende nedbørsfeltene sees under i kart og tabeller. I tillegg til de 84 feltene her er det avgrenset noen områder rundt store dreneringslinjer, for å se på disse individuelt. Totalt er 88 områder analysert (Tabell 4-1, Figur 4-1, Figur 4-2).

Tabell 4-1: Navn på alle de 84 nedbørsfeltene.

Navn			
Madlaveien vest	Hinna	Øvre Tasta	Nedre Stokkavei
Madlamark skole	Mariero	Tastastranda	Christian Skredviks vei
Madlaveien øst	Hillevåg 1	Dusavik	Gamle Stavanger 1
Djupadal	Verksalmenningen	Finnestad øst	Rosenkildealmenningen
Malthaugkroken	Christian Bjellands gate	Finnestad vest	Bybrua
Nedre Malthaug	Astridbakken	Alkeveien	Dalabrekka
Spelemannsodden	Judabergveien	Kvernevik	Stolen
Færingbaken	Judaberg Brannstasjon	Buseneset	Paradis øst
Kuneset	Hålandsvannet	Kloppstein	Hillevåg 2
Lunde	Nygårdsbakken	Olsokhagen	Egersundgata
Sandvågen	Ragnilds gate	Mikkelmessveien	Paradis vest
Skeierindå	Hindalsvannet	Madla-Revheim	Midjord Stadion
Husebøhagan	Vikevåg	Eiganes	Lervig
Hundvåg midt	Østhusvik	Lassa	Storhaug
Ulsnesveien	Mastrafjordtunellen Nord	Madlakrossen	Mosvatnet
Skipsbyggergata	Hunstein	Molkeholen	Olav Kyrres Gate
Skipsbyggerveien	Mastrafjordtunellen Sør	Madlamarka	Strandkaien
Buøy ring	Stokkavannet	Forus øst	Sandvigsbryggå
Rosenberg vest	Madlalia	Gausel sør	Veritasveien
Rosenberg øst	SUS	Gausel nord	Tasta øst
Vestre Stokkavei	Forus vest	Viking stadion	Tasta vest



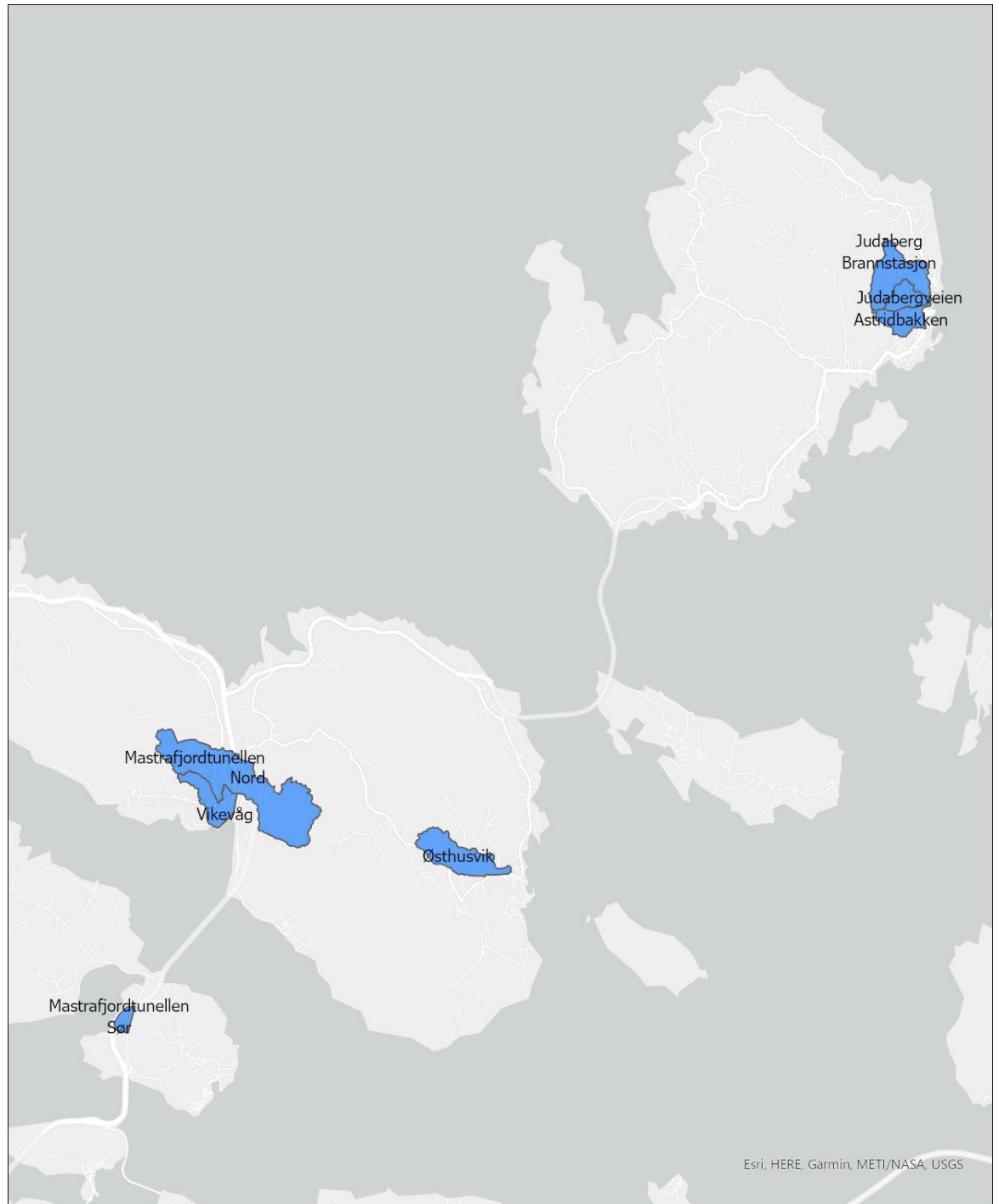
Nedbørsfelt
Analysetype

- HECRAS
- MIKE
- PCSWMM

3.5
Kilometer



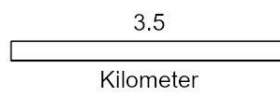
Figur 4-1: De analyserte nedbørsfeltene i byen med angivelse av analysemetode.



Nedbørsfelt

Analysetype

- HECRAS
- MIKE
- PCSWMM



Figur 4-2: De analyserte nedbørsfeltene på øyene med angivelse av analysemetode..

4.2 Flomanalyse

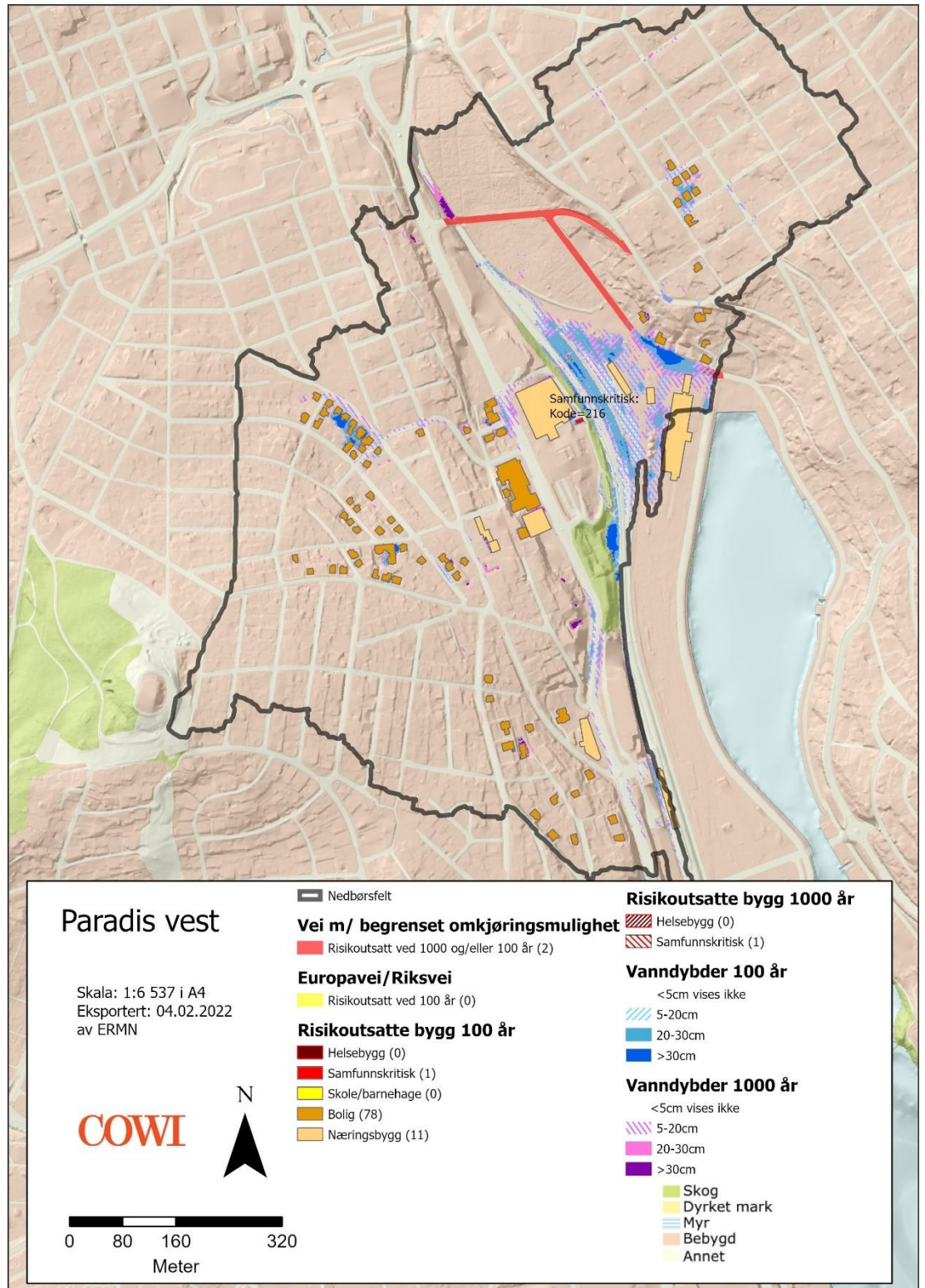
Resultatene fra flomanalysen er presentert i kart. Kartene for felt med høy risiko (kapittel 8.1) produseres med koder basert på FKB-data og tilbakemelding fra kommunen om kritiske punkter og veier. I disse kartene vises ikke vann på terreng som har en dybde på under 5 cm, da dette ikke er kritisk for noen av objektene vi ser på. Dette gjør at det ved et stort regn vil være en del vann på terreng som ikke vises på kartene.

I Figur 4-3 under vises et eksempel på resultatkart. Byggene som vises har vann inntil bygningskroppen som overskrider akseptkriteriene. De er fargelagt etter koden de har i FKB, og antallet telles opp i tegnforklaringen for henholdsvis hundre- og tusenårsregn. Vanddybdene vises med symbolene fra tegnforklaringen; skravur for lav vanddybde, lys farge for middels og mørk for store dybder. Det er brukt blåfarge for 100-årsregn og lilla for 1000-årsregnet for å ikke måtte lage to kart for alle feltene. 100-årsregnets resultater er lagt oppå de for 1000-årsregnet, da det antas at dybdene alltid er større for et 1000-årsregn. Veiene som vises har vann på seg med verdier som går ut over akseptkriteriene for det gitte gjentaksintervallet.

I tillegg produseres det kart for områder med kritisk vannstand for personer (utomhusareal) (kapittel 8.2).

En generell observasjon er at vannet samler seg i lavpunkt på vei mot sjøen, som så dreneres ut via ledningsnett. Der ledningsnett har lav kapasitet fylles lavpunktene opp og vannet renner videre. Denne naturlige dempingen av flommen viser seg i de aller fleste feltene ved at vi får lokale oversvømmelser og ikke sammenhengende linjer med vannstrømmer/flomveier på kartet helt frem til resipienten.

Modellanalysen viser at kritiske vanddybder som overskrider akseptkriteriene, har kort varighet på de fleste steder i størrelsesorden noen få minutter. De fleste stedene som er markert i kartene, er kun oversvømt i en kort periode. Unntakene er lavpunkter som ikke dreneres av ledningsnett (manglene sluk/funksjon).



Figur 4-3: Eksempelkart.

4.3 Risikoanalyse

Resultatene i ROS analysen er basert på grunnlag vist tidligere i rapporten, hvor COWI og Stavanger kommune i samarbeid har utarbeidet et godt grunnlag for dette prosjektet. Kommunen er delt opp i 88 nedslagsfelt. For alle disse feltene ble det modellert en 1000 års regnhendelse tilsvarende 80 mm regn på en time. Det ble så gjennomført en risikovurdering for alle feltene. Videre ble alle felt med høy (rød) og middels (gul) risiko for denne regnhendelsen (48 felt) modellert for en 100 års regnhendelse tilsvarende 48 mm regn på en time. Feltene med lav risiko (grønn) for en 1000 års regnhendelse ble ikke modellert for en 100 års hendelse med bakgrunn i at de ville havnet i lav til middels risiko ved en 100 års regnhendelse.

Det endelige antall nedslagsfelt som havnet i høy- eller middels risiko ble 43 felt, basert på både modellert 1000 års hendelse og 100 års hendelse. Resultatene ligger inne i tabeller, matrise og kart. Tabell 4-2, Tabell 4-3 og Tabell 4-4 viser nr. og navn for alle feltene, hvilken risiko feltene får etter modellert 1000 års nedbørshendelse og hvilke objekter som gir denne risikoen og samme informasjon for 100 års nedbørshendelse (unntatt felter med lav risiko for 1000 års regn). Felt som ikke overskrider akseptkriteriene fremgår av Tabell 4-5. Resultatene fra tabellene er lagt inn i risikomatriksen i Tabell 4-6. Det er i tillegg utarbeidet kart for områdene med høy risiko hvor de risikoutsatte objektene er lagt inn (se kapittel 8.1).

Tabell 4-2. Tabellen viser hvilke nedbørsfelt som havner i høy risiko og hvilke objekter som gir risikoen. Det er ikke modellert 100 års regn for nr. 8 og nr. 72 med bakgrunn i at risiko er fra stormflo. Derfor er 100 år vist uten farge eller objekt. Stedsnavnene er linket til tilhørende risikokart i vedlegg.

Nr.	Navn	Risiko ved 1000 år/ 80 mm/t	Risiko ved 100 år/ 48 mm/t
3	Buseneset	Skole/barnehage	Skole/barnehage
6	Chr. Bjellands gt.	Skole/barnehage	Skole/barnehage
8	Dalabrekka	Pumpestasjon (stormflo)	Ikke modellert da hendelsen skyldes stormflo
10	Dusavik	Skole/barnehage	Skole/barnehage
13	Eiganes	Skole/barnehage	Skole/barnehage
17	Forus vest	Europavei, Riksvei	Europavei
18	Forus	Veier med begrenset omkjøringsmulighet	Veier med begrenset omkjøringsmulighet
19	Færingbakken	Pumpestasjon	Pumpestasjon
21	Gausel nord	Vei med begrenset omkjøringsmulighet	Vei med begrenset omkjøringsmulighet
23	Hillevåg 1	Sykehus	Sykehus, skole/barnehage, Europavei
24	Hillevåg 2	Pumpestasjon	Pumpestasjon
26	Hinna	Bo- og servicesenter, pumpestasjon	Pumpestasjon

27	Hundvåg midt	Sykehjem	20 bygg, Fylkesvei, Kommunal vei
30	Judaberg brannstasjon	Skole/barnehage	Skole/barnehage
31	Judabergveien	Bo- og behandlingssenter	Bo- og behandlingssenter, skole
33	Kuneset	Pumpestasjon	Pumpestasjon
34	Kvernevik	Skole/barnehage	Skole/barnehage
35	Lassa	Sykehjem, bo- og behandlingssenter	Sykehjem, bo- og behandlingssenter
36	Lervig	Vei med begrenset omkjøringsmulighet	Vei med begrenset omkjøringsmulighet
38	Madlakrossen	Skole/barnehage, Riksvei	Skole/barnehage, Riksvei
39	Madlalia	Pumpestasjon	Pumpestasjon
41	Madlamarka	Skole/barnehage	Skole/barnehage
42	Madla-Revheim	Vei med begrenset omkjøringsmulighet	Vei med begrenset omkjøringsmulighet, skole/barnehage
44	Madlaveien øst	Skole/barnehage	Skole/barnehage
46	Mariero	Bo- og servicesenter	Skole/barnehage
47	Mastrafjordtunnelen sør	Vann inn i tunnel	Vann inn i tunnel
52	Mosvatnet	Skole/barnehage, Europavei	>100 bygg
58	Nygårdsbakken	Pumpestasjon	Pumpestasjon
61	Paradis vest	Pumpestasjon, vei med begrenset omkjøringsmulighet	Pumpestasjon, vei med begrenset omkjøringsmulighet
67	Sandvigsbryggå	Skole/barnehage	Skole/barnehage
69	Skeierindå	Skole/barnehage	Skole/barnehage
70	Skipsbyggergata¹	Riksvei	Riksvei
72	Spelemannsodden	Pumpestasjon (stormflo)	Ikke modellert da hendelsen skyldes stormflo
73	Stokkavannet	Pumpestasjoner	Pumpestasjoner, Riksvei
74	Stolen	Skole/barnehage	Skole/barnehage
78	Tasta vest	Sykehjem	Skole/barnehage
85	Vikevåg	Skole/barnehage	Skole/barnehage
86	Viking stadion	Vei med begrenset omkjøringsmulighet	Vei med begrenset omkjøringsmulighet
87	Østhusvik	Pumpestasjon	Skole/barnehage

¹ Tunnelinngangen er vurdert til å ikke være flomutsatt selv om den er markert i kartet.

Tabell 4-3 Tabellen viser hvilke nedbørsfelt som havner i **middels risiko** for 1000 års nedbør og **middels/lav** risiko for 100 års nedbør og hvilke objekter som gir risikoen.

Nr.	Navn	Risiko ved 1000 år/80 mm/t	Risiko ved 100 år/ 48 mm/t
12	Eiganes MS	Skole/barnehage, Europavei	7 bygg, ingen veier
22	Gausel sør	Skole/barnehage	21 bygg, ingen veier
43	Madlaveien vest	Skole/barnehage	Ett bygg, en privat vei
48	Midjord stadion	Skole/barnehage	Ingen bygg, en privat vei
51	Mosvatnet HV	Skole/barnehage, >100 bygg	20 bygg, kommunal- og fylkesvei
53	Mosvatnet_509	Europavei	29 bygg, kommunal- og fylkesvei
55	Mosvatnet_Rosenkrantz	Skole/barnehage	8 bygg, ingen veier
59	Olav Kyrres Gate	Europavei	17 bygg, kommunale veier
77	SUS	Skole/barnehage	Ingen bygg, ingen veier

Tabell 4-4 Tabellen viser hvilke nedbørsfelt som havner i **lav risiko** ved et 1000 års regn.

Nr.	Navn	Risiko ved 1 000 år/80 mm/t
1	Alkeveien	
2	Astridbakken	
4	Buøy ring	
5	Bybrua	
7	Chr. Skredviks vei	
9	Djupadal	
11	Egersundgata	
14	Finnestad vest	
15	Finnestad øst	
20	Gamle Stavanger 1	
25	Hindalsvannet	
28	Hunstein	
29	Husebøhagan	
32	Kloppstein	
37	Lunde	
40	Madlamark skole	
45	Malthaugkroken	
49	Mikkelmessveien	
50	Molkeholen	
54	Mosvatnet_Kannik	

56	Nedre Malthaug	
57	Nedre Stokkavei	
60	Olsokhagen	
62	Paradis øst	
63	Ragnhilds gate	
65	Rosenberg øst	
66	Rosenkildealmenningen	
68	Sandvågen	
71	Skipsbyggerveien	
75	Storhaug	
76	Strandkaien	
79	Tasta øst	
80	Tastastranda	
81	Ulsnesveien	
82	Veritasveien	
83	Verksalmenningen	
84	Vestre Stokkavei	
88	Øvre Tasta	

Tabell 4-5 Tabellen viser hvilke nedbørsfelt som ikke overskrider akseptkriteriene (inngår ikke i risikomatriksen).

Nr.	Navn	Ingen overskridelser
16	Forus 2	x
64	Rosenberg vest	x

I risikomatriksen er alle nedbørsfeltene som overskrider akseptkriteriene lagt inn. Feltene er lagt inn med høyeste relevante risiko uavhengig av 1000 års- eller 100 års regnhendelse. Med relevant risiko menes her at et sykehus (i kategori svært store konsekvenser, for eksempel nr. 27 i tabell 4-2) som havner i høy risiko ved en 1000 års hendelse, men som havner i lav risiko for en 100 års hendelse, vil endelig resultat i matrisen (tabell 4-6) være høy risiko da det er definert at sykehus ikke skal ta skade av en 1000 års hendelse (jfr. krav i TEK17). Tilsvarende er det for en skole (i kategori store konsekvenser, for eksempel nr. 43 i tabell 4-3) som havner i middels risiko for en 1000 års hendelse og lav risiko for en 100 års hendelse, vil endelig resultat i matrisen (tabell 4-6) være lav risiko da skole ikke har krav til å skulle håndtere enn 1000 års regnhendelse (jfr. krav i TEK17). Av de 88 feltene havnet 39 felt i høy risiko, 4 i middels risiko, 43 i lav risiko og 2 uten relevant risiko for overvannsflo. Av de 39 feltene som havnet i høy risiko er det de 17 feltene som havnet i svært store konsekvenser ved en 100 år nedbørshendelse som har kommet ut med høyest risiko i analysen. To av feltene som er markert med parentes får risiko fra stormflo (se tidligere i kapittelet).

Tabell 4-6. Risikomatrise med resultatene fra risikoanalysen. Høyeste risiko for hvert av nedbørfeltene ved 1000 års/100 års regnhendelse er lagt inn i matrisen. Feltene er angitt med feltnummer.

Risikomatrise				
	Konsekvenser			
Sannsynlighet	Små	Middels	Store	Svært store
Middels	12,43,48, 55,77	22,51,53,59	3,6,10,13,17, 30,34,38,41, 44,52,67,69, 70,74,85	18,19,21,23,24, 26,31,33,35,36, 39,42,47,58,61, 73,86
Lav	1,4,71	2,5,7,9,11,14,15,20, 25,28,29,32,37,40, 45,49,50,54,56,57, 60,62,63,65,66,68, 75,76,79,80,81,82, 83,84,88		(8),27,46,(72), 78,87

5 Skadereduserende tiltak og trygge flomveier

Hyppigere episoder med ekstremvær vil føre til større skader som følge av flom i vassdrag, havnivåstigning eller flom grunnet overvann. Urbanisering og tette overflater forsterker dette. Det er derfor et stort behov for tiltak for lokal overvannshåndtering og sikker bortledning av overvann på overflaten. Det er særlig viktig å unngå bygging i lavpunktene som er naturlige fordrøyningsmagasiner og veier for overvannet under flom. Det er når store mengder overvann ikke følger naturlige bekker eller planlagte flomveier, men i stedet tar veien gjennom bebyggelse, infrastruktur eller inn i garasjer og kjellere, at det kan gi konsekvenser i form av skade.

Den beste måten å forebygge flomskader på er å unngå utbygging i områder som er utsatt for flomfare. Ved ny utbygging og reguleringer må det undersøkes om disse har tilrenning til lavpunkt og flomutsatte områder som fremgår av flomkartene (vedlagt). Utbygging med større andel tette flater vil kunne forsterke flomskadene.

Stavanger kommune skal bruke denne rapporten som grunnlag for å planlegge risikoreduserende tiltak. Avhengig av problemstilling og konkret situasjon, er det en rekke tiltak som kan planlegges for å sikre trygge flomveier og redusere risiko. Tiltakene må planlegges inn i alle nivåer, fra arealdelen i kommuneplanen, via områdeplan, detaljregulering og til byggesak.

5.1 Type tiltak for å redusere risiko

For å sikre trygge flomveier vurderes det at følgende tiltak er mest aktuelle for Stavanger kommune:

1. Blågrønne løsninger i offentlige områder, avskjære flomvann og lede det til grøntstruktur, idrettsanlegg etc. for kontrollert magasinering eller utledning til sjø.
2. Tilrettelegge gater og veier som flomvei
3. Oppgradering/gjenåpning av bekker
4. Flomvern rundt bygning, bortledning av flomvann
5. Sikre kapasitet i ledningsnett



Blågrønne løsninger i offentlige områder, avskjære flomvann og lede det til grøntstruktur, idrettsanlegg etc. for kontrollert magasinering og flomvei

Grøntstrukturer, innsjøer og våtmarker er eksempler på naturtyper som har en naturlig flomdempende effekt og forutsetning for magasinering av flomvann ved ekstremnedbør og kan tjene som grønne flomveier (Figur 5-1- Figur 5-4). Effekten varierer med naturtypen, hvor den er lokalisert og med de topografiske forholdene. Naturbasert flomsikring, som vedlikehold eller gjenetablering av flomdempende naturtyper, planting av skog med mer, bidrar til å opprettholde den naturlige fordrøyningen. Flomdempende arealer kan kombineres med alternative formål når det ikke er flom – for eksempel parkanlegg, idrettsanlegg eller liknende. Tilbakeføring av kanaliserte elver, lukkede bekker eller stengte flomløp til naturtilstanden, er andre eksempler på tiltak som kan være positivt for flomdempingen, så vel som naturmangfoldet langs vassdragene (NVE, 2021).

I Stavanger er det flere naturlige innsjøer som i dag fungerer som store fordrøyningsmagasin i deres avrenningsfelt. Her kan nevnes Mosvatnet, Stokkavannet og Breiavannet.



Figur 5-1 Lille Stokkavannet i Stavanger en fin sommerdag (foto: COWI).

I NVE sin sikringshåndbok (NVE, 2021) står det følgende om å bruke innsjøer til flomdemping: Eksisterende naturlige innsjøer i nedbørsfeltet kan i større grad utnyttes til flomdemping ved å justere utløpet, og dermed gjøre et større overflateareal/volum tilgjengelig for demping. Mulige løsninger er å snevre inn utløpstverrsnittet, etablere overløpsterskler og selvregulerende tappearrangementer, eller å etablere en konstruksjon med luker for en aktiv regulering av vannstanden i innsjøen og vannføringen nedstrøms.

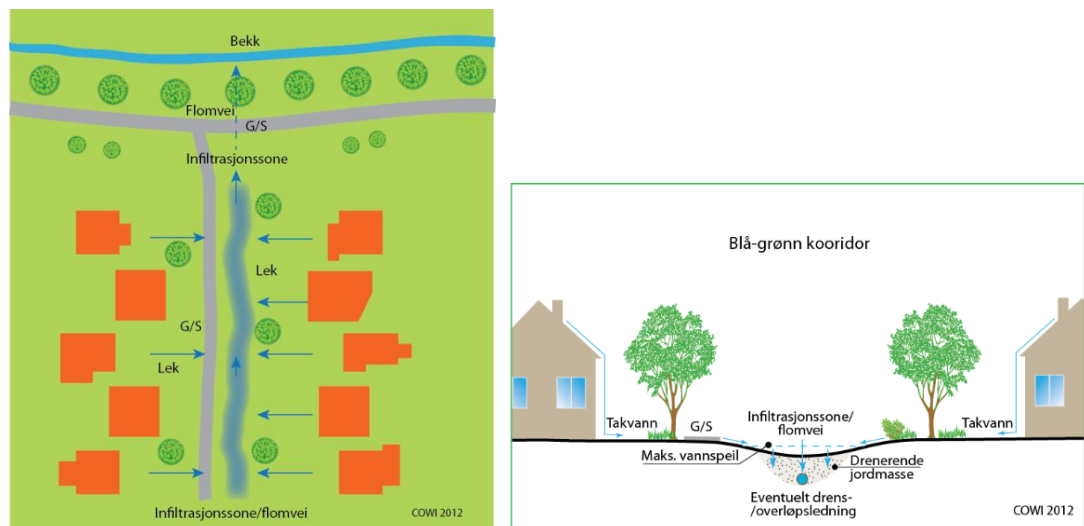
Løsningene skissert over fører som regel til at vannstanden øker i innsjøen, og dermed fare for oversvømmelse på eventuell bebyggelse i nærheten. For å veie opp for dette er det mulig å senke vannivået permanent ved å senke terskelen på utløpsområdet. Dette innebærer vanligvis omfattende miljø- og landskapsmessige inngrep, som må vurderes nøye.



Figur 5-2 Nedsenkede områder i grønt-/parkområder tilrettelagt for kontrollert oversvømmelse. Til venstre fra Berlin og til høyre fra Växjö etter en regnhendelse (foto; Drammen kommune og Göran Lundgren).



Figur 5-3 Eksempel på nedsenket grøntstruktur utformet for magasinering og infiltrasjon av overvann/flovvann fra et veianlegg, Fornebu (venstre foto). Gjennomgående grøntstruktur i bebyggelse utformet for overvannshåndtering og flom, Mariastaden i Helsingborg (høyre foto) (foto; COWI).



Figur 5-4 Prinsippskisse for lokal overvannshåndtering og flomvei i blågrønn korridor (flerbruksområde) i bebyggelse - plan/snitt (Ill. COWI).



Tilrettelegge gater og veier som flomvei

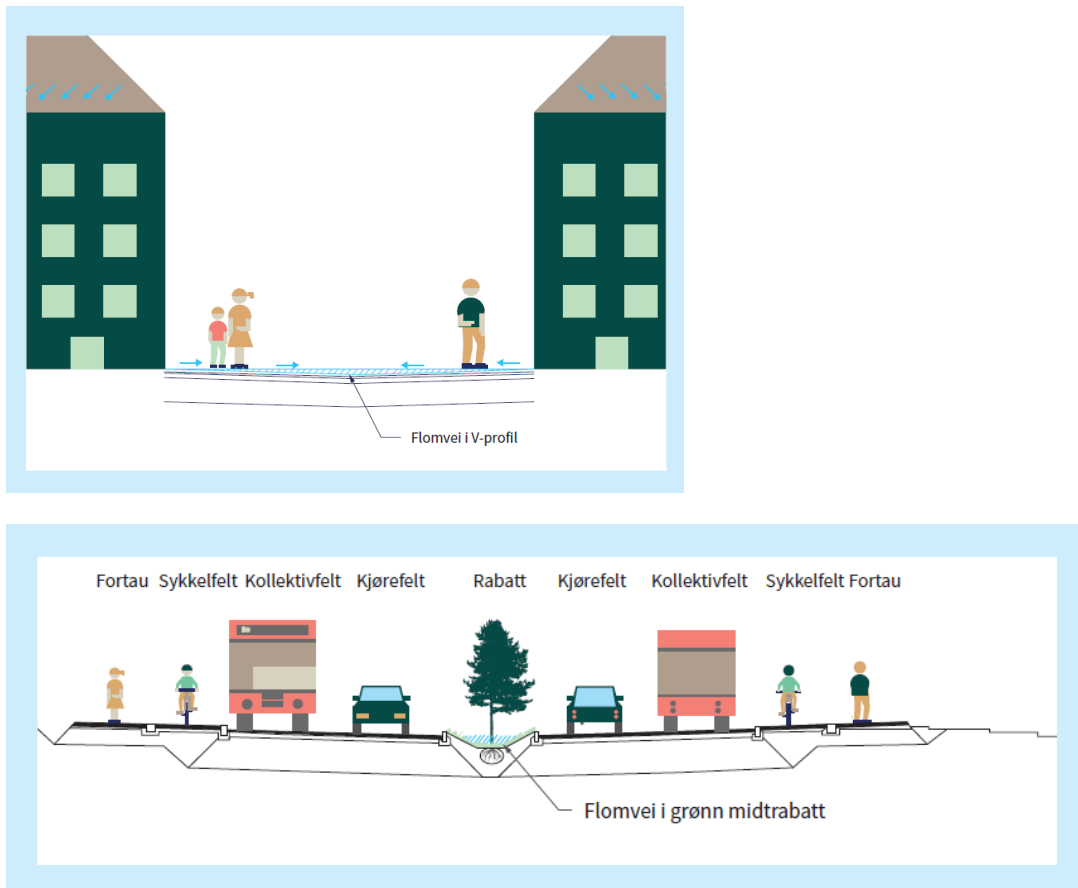
Trygge flomveier er det siste trinnet i 3-trinnsstrategien og god gateplanlegging skal ta hensyn til dette. Flomveier i gater skal utformes slik at vann ledes trygt frem til en resipient og ikke påfører omgivelsene uakseptable skader. Trygg flomvei i gate kan utformes ved hjelp av gatens tverrfall, kantsteiner, grøfter, grøntstruktur, fartshumper og lignende overflateobjekter (Figur 5-5 - Figur 5-7).

Gater med V-profil har mye høyere flomkapasitet enn gater med takfall og ensidig fall. Bruk av V-profil må vurderes i det enkelte prosjekt der drift, vannhastighet/dybde, trafiksikkerhet og erosjonsfare utredes. Bruk av V-profil i trafikkerte gater uten

midtdeler kan komme i konflikt med trafiksikkerhet. ÅDT, andel av tunge kjøretøy og trafiksikkerhet må vurderes nøye dersom denne løsningen skal benyttes (Stavanger kommune, 2021).



Figur 5-5 Gater er egnet for trygg bortledning av flomvann (venstre). Overvann og flom håndteres i nedsenket grøntrabatt mellom kjørebane og g/s-vei, Bjørnstjerne Bjørnsons gate Drammen (høyre) (Foto; Tharan Fergus/Ane Kirstine Laukli).



Figur 5-6 Prinsippkisser av gater utformet med V-profil (Ill. COWI).



Figur 5-7 Eksempel på ettermontering av flomvei i eksisterende boområde (Augustenborg Malmø). Foto 1 viser førsituasjonen, foto 2 etter bygging av flomveien og foto 3 viser flomveien i funksjon ved kraftig nedbør. (Foto: Malmø kommune).



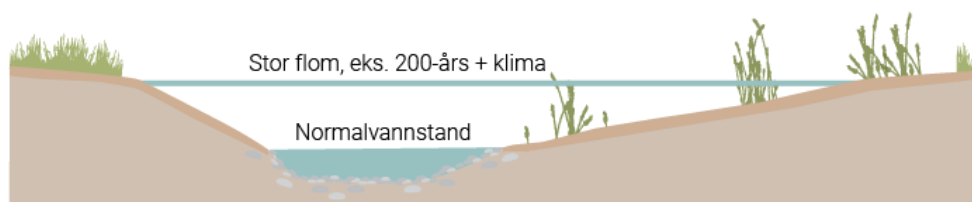
Oppgradering/gjenåpning av bekker

Tidligere ble bekker lagt i rør for å tilrettelegge for utbygging. I dag er det en politisk og nasjonal forventning om å åpne lukkede bekk- og elvestrekninger (Lovdata, 2018). Dette er en viktig del av klimatilpasningen og det gjør byene mer attraktive og det tar bedre vare på naturmangfold samtidig som åpne bekkeløp har høy flomkapasitet (Figur 5-8, Figur 5-9). Åpne vassdrag gir et bedre vannmiljø, og danner livsgrunnlag for vegetasjon, bunndyr og fisk. Bekker i byer er også populære nærturmål og attraktive møteplasser. Bekkeåpning er en blågrønn premiss ved byutvikling og vil bidra til Norge sitt arbeid med å nå FN sine bærekraftsmål, FN sitt naturrestaureringstiår 2021-2030 og arbeidet med vannforskriften og regionale vannforvaltningsplan.

Oslo kommune har utarbeidet en egen veileder for gjenåpning av bekker (Oslo kommune, 2015). Her defineres tiltaket som elver og bekker som tidligere er blitt lagt i rør og som gjenåpnes i, eller tilnærmet i, sitt opprinnelige elve-/bekkeløp. Anlegg der det kun benyttes overvann i kunstige bassenger, renner og infiltrasjonsanlegg defineres ikke som gjenåpning.



Figur 5-8 Hovinbekken gjenåpnet med ny kantsonevegetasjon og bro over i Bjerkedalen park. Kilde: Hovinbekken Oslo Elveforum.



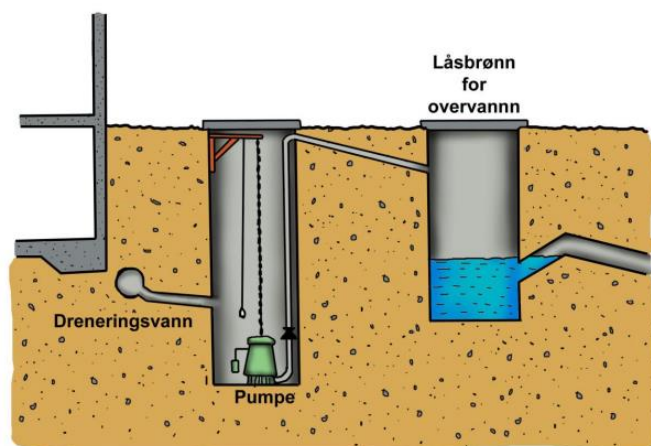
Figur 5-9 Illustrasjon åpen bekk (Ill.COWI).



Flomvern rundt bygning, bortledning av flomvann

For å beskytte tekniske bygg eller annen infrastruktur som ligger slik plassert at de får store konsekvenser ved flom, kan flomvern som tiltak være aktuelt. Dette kan utføres med terrengjusteringer, murer eller på andre måter som gjør at eventuell flom ikke medfører store skader.

For private boliger som har risiko for flom kan etablering av tilbakeslagsventil, lokale terrengjusteringer for avskjæring av overvann, pumpeløsninger og andre beredskapstiltak være aktuelle tiltak. Stavanger kommune har på sin nettside informasjon om oversvømmelser og hva den enkelt huseier kan gjøre hvis situasjonen oppstår. Når det gjelder forebygging vises det til brosjyren til Norsk Vann «Viktig å vite om kjelleroversvømmelser» fra 2012 (Figur 5-10, Figur 5-11).



Figur 5-10 Figur som viser pumping av drens vann, kilde Norsk Vann

Det er også mulig å planlegge for å etablere mobile flomsikringstiltak mot overvannsflo. Under vises eksempel på en slik løsning. God effekt av tiltaket forutsetter beredskap med kort responstid når store nedbørmengder er varslet.



Figur 5-11 Eksempel på mobilt beredskapstiltak for flomsikring av teknisk bygg eller annen infrastruktur (Aquafence).



Sikre kapasitet i ledningsnett

Ved store nedbørhendelser er som regel ledningsnettets kapasitet brukt opp og overskytende flomvann må håndteres trygt på overflaten. Overbelastning av ledningsnettets er uheldig da det medfører tilbakeslag i bygninger, forurenset overløpsvann til vassdrag og andre problemer som vann opp av kummer, «dansende kumlukk» osv. (NVE, 2021).

Ledningsnettets i Stavanger kommune er generelt robust og flomanalysen har vist at ledningsnettets tar unna store vannmengder. Stavanger kommune er avhengig av at denne kapasiteten opprettholdes hvis det ikke planlegges større flomsikringstiltak over bakken.

Som prinsipp anbefales det ikke å øke kapasiteten i ledningsnettets som et flomsikringstiltak, men det kan være utvalgte steder der dette likevel kan være eneste aktuelle tiltak. Primært skal flomsikring oppnås med gjennomføring av tiltak for trygg håndtering av flomvann på overflaten.

5.2 Tiltaksvurdering av eksempelfelter

I denne rapporten har vi valgt å vurdere tiltak for 5 nedbørfelt. Feltene er valgt ut fordi de representerer ulike flomsikringstiltak og kan gi en pekepinn på hvordan det påfølgende arbeidet med flomsikring kan følges opp i kommunens videre arbeid. Følgende delfelt er gjennomgått for aktuelle flomsikringstiltak:

- Mosvatnet
- Hillevåg 1
- Viking Stadion
- Mariero
- Mastrafjordtunnelen sør

I nedbørfeltene har vi foreslått og beskrevet tiltak for større husklynger eller utsatte veger og gater som deretter kan benyttes av kommunen som prinsipper for videre vurdering. Det er derfor ikke besluttede tiltak. Vi har ikke gjort detaljerte beregninger eller vurdert tiltak for alle enkeltsituasjoner innenfor delfeltene.

5.2.1 Mosvatnet



Figur 5-12 Flomkart nedbørsfelt Mosvatnet nord med tiltak markert. Se vedleggskart resultat flomanalyse [Mosvatnet](#)

En rekke eneboliger langs begge sider av Madlaveien ligger i lavbrekk i terrenget uten at det er fall og avrenning videre (innstengte områder), og som kartet i Figur 5-12 viser er de derfor flomutsatt. Da vegen ligger høyere enn boligene er det vanskelig å utnytte vegen som flomveiltak her. Fotballbanen er lagt på en gammel søppelfylling og ligger høyere enn bebyggelsen, så vannet kan ikke ledes hit. Det vil være vanskelig å lede flom sørover mot Mosvatnet. Det anbefales lokale tiltak på eiendommene (4) som etablering av tilbakeslagsventil, lokale terrengjusteringer for avskjæring av overvann, pumpeløsninger og andre beredskapstiltak for å unngå vann i kjellere. Overvannssystemet langs Madlaveien bør undersøkes for å sikre at det ikke ledes vann ned til boligområdet.

Langs Madlaveien forbi Kannik er det et parkdrag der Kannikbekken ligger åpen i bunnen av grøntdraget. Det ser ut til at den nedsenkede grøften har stor nok flomkapasitet og en unngår oversvømmelse av vegen slik dette er i dag. Hvis høyder eller bredder på parkdraget endres som følge av Bussveien eller andre tiltak må det gjøres en ny flomvurdering.



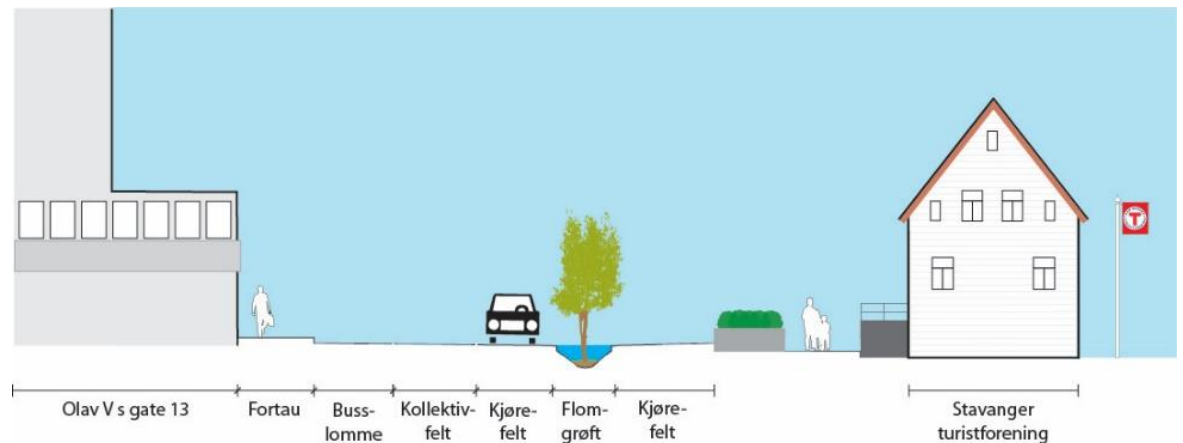
Figur 5-13 Grøntdrag med Kannikbekken langs Madlaveien (Foto; COWI).



Figur 5-14 Nærbilde av Kannikbekken i parkdraget (Foto; COWI).

Kannikbekken ledes ut i et lite vannspeil like ved Stavanger Turistforening og videre til parkeringsplassen over jernbanelokket. Vi anbefaler at det undersøkes muligheten for en sammenhengende flomvei (1) fra dette vannspeilet og ned til Breiavannet langs Olav V's gate eller som en del av gaten som vist i snittet under.

Flomkart viser et betydelig oversvømmet areal på parkeringslokket over jernbanen. Her er det i dag en åpning i muren der det er trapp ned til stasjonsområdet. I modellen når ikke vannet opp til trappenedgangen, men innenfor usikkerheten kan det være en risiko for at overvannet havner nede i jernbaneområdet. Da jernbanen ligger på pukk og gode drenerende masser er det usikkert om dette vil utgjøre en fare eller konsekvens. Det kan undersøkes muligheten for å bygge opp en liten forhøyning rundt trappenedgangen.



Figur 5-15 Snitt Olav Vs gate, Kannik. Illustrasjon av flomløp i kanal (III. COWI).



Figur 5-16 Flomkart delfelt Mosvatnet sør med tiltak markert. Se vedleggskart resultat flomanalyse [Mosvatnet](#)

For den sørvestlige delen av delfeltet er det en stor andel privat bebyggelse som ligger i en forsenkning i terrenget. For boligområdet på Øvre Tjensvoll ved Rigels gate, anbefales det å se på lokale terrengjusteringer for kontrollert oversvømmelse av eksisterende grøntområde og lekeplass (2a).



Figur 5-17 Eksisterende lekeplass ved Rigels gate som kan senkes og fungere som oversvømmelsesareal ved flom

Det er videre en rekke boliger som ligger lavere enn omkringliggende gater ved Anders Bærheims gate. For disse boligene anbefales det at det ses på lokale tiltak for hver bolig (4), med for eksempel etablering av tilbakeslagsventil, avskjæring av overvann på terreng eller pumpeløsninger. Det bør også undersøkes å lede overvannet videre i flomvei som vist på tiltakskartet.

Vi anbefaler at det legges til rette for en sammenhengende flomvei i grøntdraget mellom Tellusveien og langs Magnus Karlsons gate og helt ned til Mosvatnet ved Mosvangen Camping (2). Denne kan gå delvis i kommunal gate og delvis i offentlig grøntrabatt langs gaten (2b). Ved Brustadbua (2c) må det fjernes en liten terrenghøyde for å sikre at flom ledes via undergangen og ut i Mosvatnet.

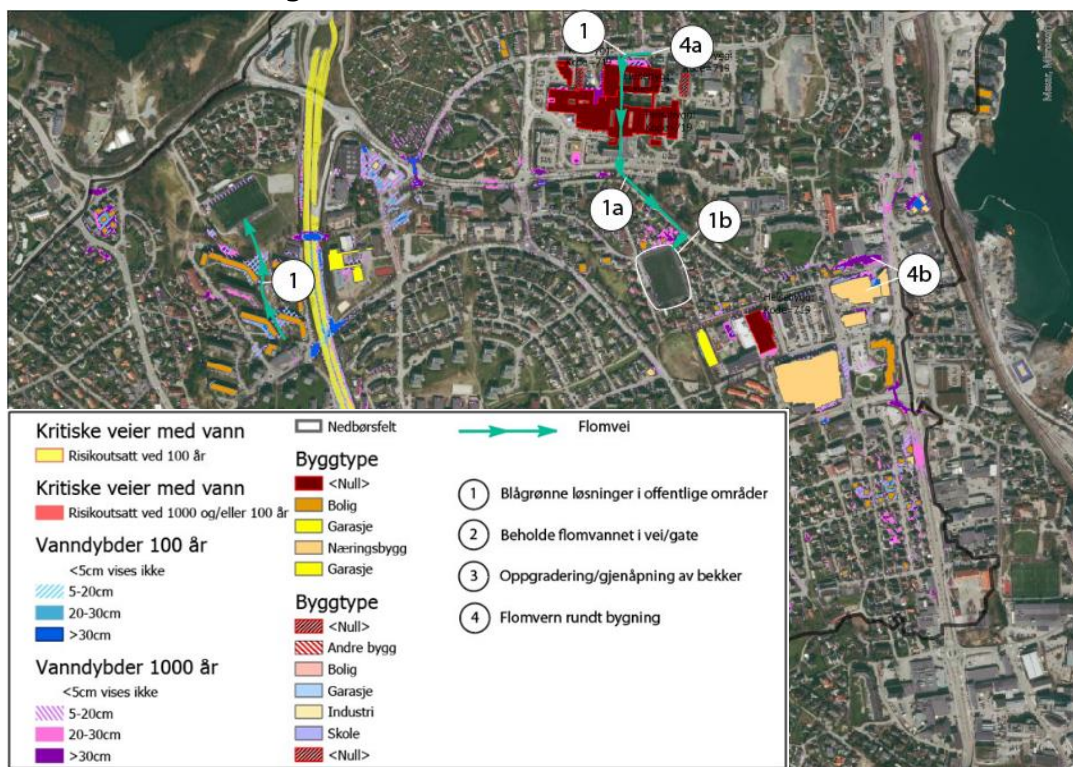


Figur 5-18 Mulighet for flomgrøft i grøntrabatt langs Magnus Karlsons gate.



Figur 5-19 Lokal terrengjustering av gangfelt over Tjensvollveien må gjennomføres for å sikre flomvei over veien og videre ned langs gangvei

5.2.2 Hillevåg 1



Figur 5-20 Oversikt flomkart nedbørfelt Hillevåg 1 med tiltak markert. Se vedleggskart flomanalyse [Hillevåg 1](#).

E39 er flomutsatt flere steder, men ikke i en utstrekning hvor veien sperres eller ikke er fremkommelig.

Stedsnavnet Bekkefareet angir at det i tidligere tider gikk en bekk gjennom området. Det er fremdeles et lavbrekk i området rundt Armauer Hansens vei og Hjalmar Johansens gate. I forbindelse med planlagt fremtidig bebyggelse i dette området bør det legges til

rette for en kontrollert oversvømmelse og magasinering da det ikke er naturlige flomveier eller fall ut av området.

Ved Saxemarka er det en stor andel av blokkbebyggelsen som ligger flomutsatt da grøntområdene ligger i samme nivå som boligene. Det anbefales å gjøre terrengendringer her slik at det etableres en flomvei (1) mellom byggene mot en kontrollert oversvømmelse av SIF sitt idrettsanlegg. Dette flomsikringstiltaket kan også videreføres til øvrige boligfelt som ligger flomutsatt.

Dagens sykehus på Våland ligger også i dette delfeltet. I fremtiden skal sykehuset flytte til Ullandhaug og tomten på Våland transformeres til boliger. Som midlertidig tiltak anbefales det å sjekke med SUS om de i dag har problemer med overvann langs fasadens nordlige del. Noen mindre justeringer ved avkjørsel langs Armauer Hansens vei kan da vurderes, for eksempel å etablere et opphøyet gangfelt (4a).



Figur 5-21 Ved innkjørsel til SUS langs Armauer Hansens vei ledes overvannet inn til byggenes nordlige fasade, den kan vurderes avskåret med opphøyd gangfelt.

På sikt, etter at sykehuset har flyttet, bør det vurderes å etablere en sammenhengende flomvei som en integrert del i planarbeidet og fremtidig nytt boligområde. Det er imidlertid viktig å ikke lede overvann inn i Hillevåggtunnelen, og terrengjusteringer rundt dagens rundkjøring og støyskjerm langs Ullandhaugveien og Andréekroken må vurderes nøye.

Det anbefales å etablere en flomvei langs Fridtjof Nansens vei (1a). For å unngå å lede overvannet hele veien ned mot Fv44 og Jernbanen, så bør det vurderes å legge til rette for kontrollert oversvømmelse av fotballbanen (1b). og ut til området ved Frida Hansens

hus og Sparkjøp. Lokalt ved næringsbebyggelsen ved Fv44 anbefales det permanente eller midlertidige flomvern for å sikre at det ikke kommer overvann inn i bygningene (4).



Figur 5-22 Fridtjof Nansens vei, mulighet med V-profil for å etablere flomvei i gaten.



Figur 5-23 Fridtjof Nansens vei forbi Hillevåg barnehage.



Figur 5-24 Lokale tiltak langs byggenes innganger bør vurderes da de ligger lavere enn gaten.

5.2.3 Viking Stadion



Figur 5-25 Flomkart Viking stadion med tiltak. Se vedleggskart resultat flomanalyse [Viking stadion](#).

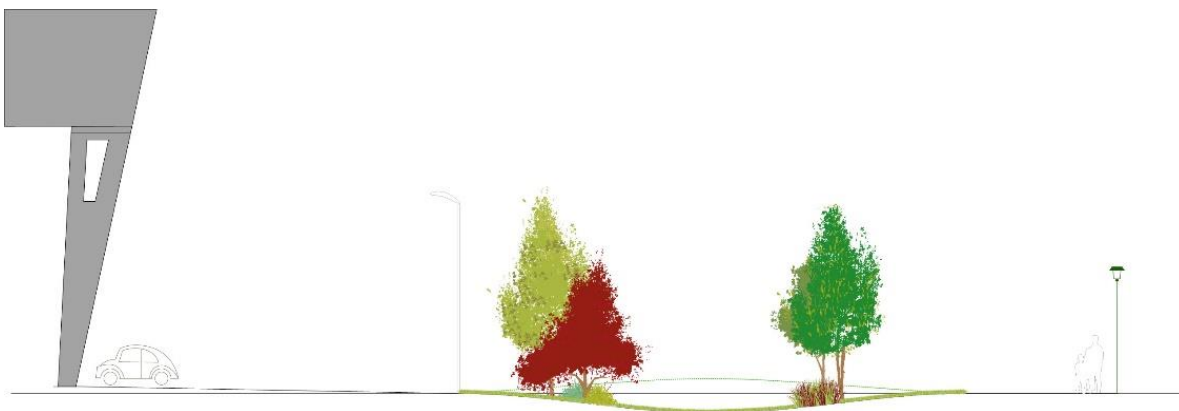
I dag er Jåttåvågveien den eneste tilkomsten for utrykningskjøretøy til Jåttåvågen. Når Bussveien står ferdig bygget om noen år, så vil det også være mulig å bruke den nye Hinnavågen bru for tilkomst for utrykningskjøretøy. Det er et lavpunkt under jernbanebrua ved Jåttåvågen Stasjon som er flomutsatt og stenger Jåttåvågveien for utrykningskjøretøy ved flom. Det kan se vanskelig ut å løfte dette i høyde og å få fall ut til sjø da en er låst i høyden til dagens jernbane. Bussveien som snart skal bygges ut i dette området vil i fremtiden gi en alternativ adkomst for utrykningskjøretøy ved flom.

Resten av Jåttåvågveien vil likevel fungere som en flomvei (2) og overvannet ledes til kanalen sentralt i området.

Viking stadion ser også ut til å være utsatt for flom langs fasadens sørøstlige del. Her anbefaler vi en gjennomgående flomvei (1) som etableres i grøntdraget. Det er relativt små terrengjusteringer som skal til for å få åpen grøft gjennom denne parken. Strekningen forbi (1a) må senkes og ved (1b) må det gjøres mindre justeringer i Gamle Jåttåvågen for å lede vannet ut i grøntområdet og videre til sjø.



Figur 5-26 Grøntdraget langs sørlige del av Viking stadion kan fungere som flomvei hvis terrenget senkes (foto; COWI).

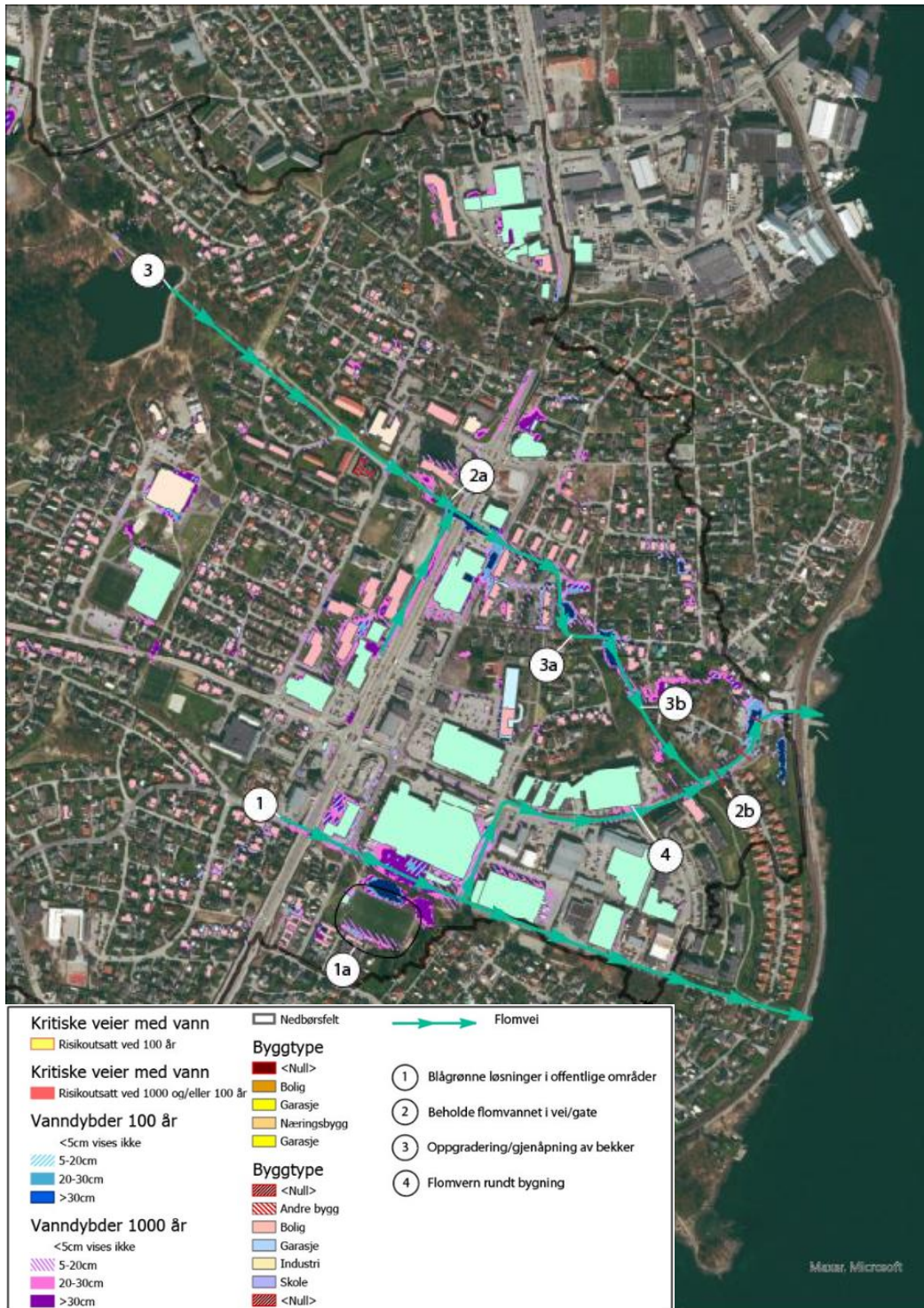


Figur 5-27 Snitt som viser muligheten til å etablere flomvei i grøntdrag (Ill. COWI).



Figur 5-28 Langs Gamle Jåttåvågen må terrenget justeres i veg og grøntområde for å lede flomvei ut til sjø.

5.2.4 Mariero



Figur 5-29 Flomkart Mariero med tiltak. Se vedleggskart resultat flomanalyse [Mariero](#).

Terrenget på delfeltet Mariero heller østover fra Vannassen og ned mot Gandsfjorden. Fv 44 skjærer gjennom og virker som en barriere for overvannet. Gangkullverter som går under fylkesvegen, vil også fylles med vann ved flom.

For å lede overvannet som i dag vil samles ved idrettsanlegget og Coop tomten, anbefaler vi at det langs Nesflåtveien legges til rette for en sammenhengende flomvei (1) i

grøntområdet som leder overvannet helt ut til sjøen. Det ser ut til å være mindre terrengjusteringer som skal til for å få til et naturlig fall hele veien østover gjennom offentlig grøntområde. Idrettsområdet (1a) kan vurderes som et oversvømmelsesareal ved behov. Det bør også gjøres særlige vurderinger av om flomvei kan og bør ledes over jernbanen nede ved sjøen.



Figur 5-30 Grøntdrag langs Nesflåtveien som kan senkes og fungere som flomvei til venstre i bildet

Det er videre mulig å åpne et gammelt bekkedrag som går fra Vannassen og videre gjennom Mariero (3). Det ligger spor av denne bekken i boligområdet ved Marieroalleen/ Marieroparken.

Ved gjenåpning av bekk fra Vannassen og videre langs grøntområde til Fv44, får en mulighet til å trekke inn vannet som en positiv kvalitet i parkdraget i tillegg til at det kan fungere som en sammenhengende flomvei. Forutsetningen for dette er at sidearealene tilrettelegges med fall mot bekken. Dybden på eksisterende rør og gjenåpning av bekken må sees nøyer på i forhold til kotehøyder og gjennomførbarhet. Helt øst treffer flomveien kulvert under Fv44 ved Høyblokka på Mariero. Her ligger det en liten voll som må fjernes (2a) for å lede overvannet videre gjennom kulverten i en akvedukt for å opprettholde sammenhengende lengdefall forbi lavbrekket i kulverten.



Figur 5-31 Mariero, kulvert under Fv44 ved høyblokka, ser ut til å kunne fungere som flomvei (foto COWI).

Det må videre vurderes noen tiltak i gatenettet for å beholde flomveien i offentlige gatenett, før det igjen er mulig å åpne tidligere lukket bekkeløp gjennom Marieroparken (3a). Ved (3b) må det gjøres mindre terrengjusteringer for å tilpasse flomveien og sørge for at vannet ikke følger naturlige lavpunkt østover.



Figur 5-32 I dette området må overvannet ledes forbi boligområdet og til offentlig grøntområde (foto COWI).



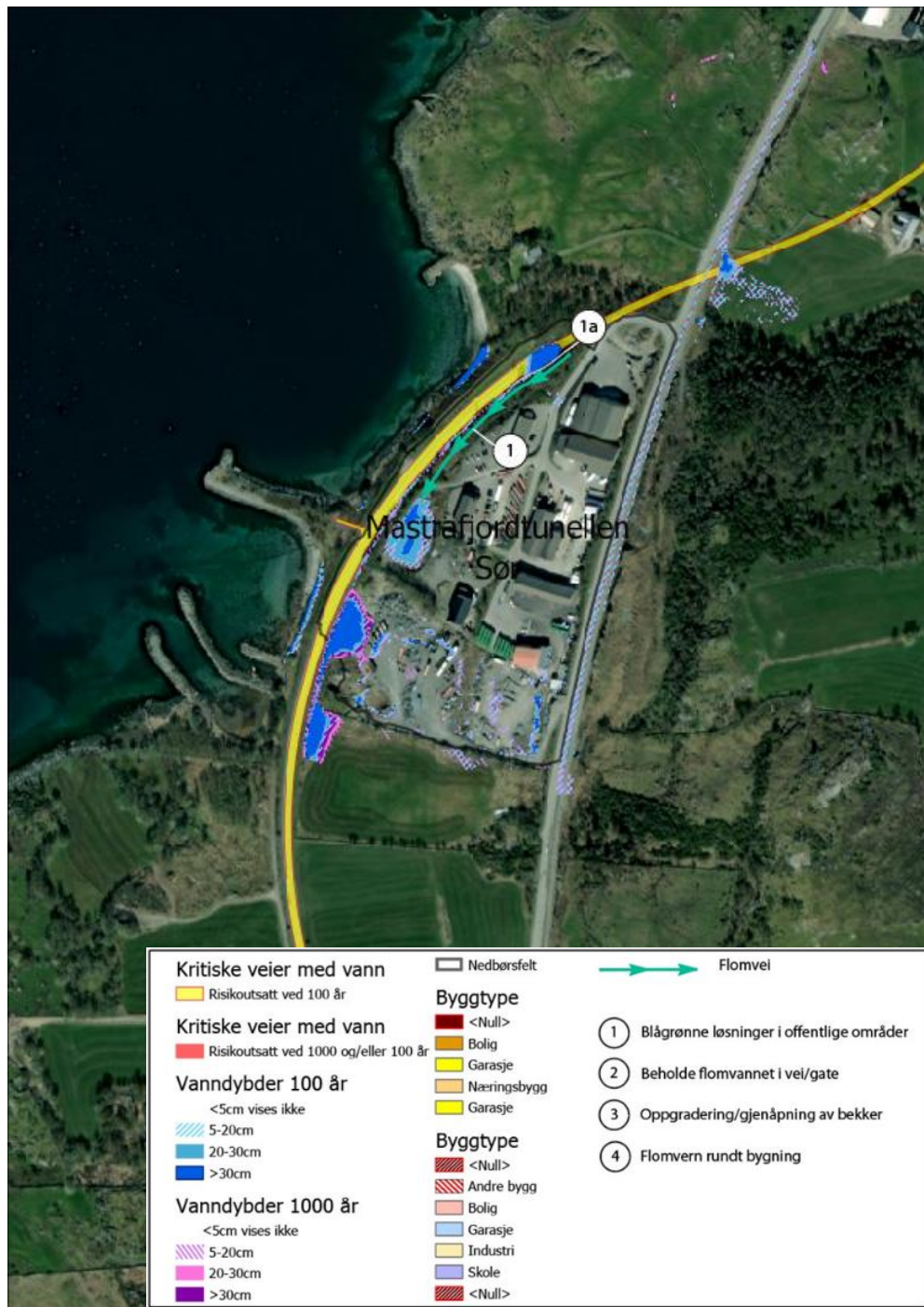
Figur 5-33 Turstien mellom Marieroalléen Borettslag og Storflåteveien vil få en flomvei gjennom området

Under jernbanen ligger det i dag en kulvert under Mariero stasjon som ser ut til å kunne fungere som flomvei videre til Gandsfjorden på andre siden. Det er i dag noen fartshumper langs Breiflåtveien som må fjernes (2b).



Figur 5-34 Kulvert under jernbanen som ser ut til å være godt tilpasset flomvei

5.2.1 Mastrafjordtunnelen sør



Figur 5-35 Flomkart for nedbørsfeltet Mastrafjordtunnelen sør med tiltak markert. Se vedleggskart resultat flomanalyse [Mastrafjordtunnelen sør](#).

Avrenning fra næringsområdet forårsaker oversvømmelse ved innløpet til Mastrafjordtunnelen. For dette delfeltet har ikke eksisterende ledningsnett vært inkludert i den hydrologiske modellen og flommens utbredelse er derfor noe usikker. For å utforme og dimensjonere flomsikringstiltak bør en derfor gjøre en ny vurdering der ledningsnettets kapasitet inkluderes. For å håndtere overflatevannet anbefaler vi at det legges inn en grøft som avskjærer overvannet og leder det sørover mot et åpent, ubebygget område som ligger lavere i terrenget (1). Rundt tunnelåpningen (1a) kan det også vurderes en terrengjustering eller bygge opp en mur for å avskjære overvannet før tunnelinnløpet.

6 Kommunens videre oppfølging av skybruddsplanen

Resultatene fra skybruddsplanen krever videre oppfølging. Det må gjøres en konkret oppfølging av resultatene fra ROS-analysen for å adressere sårbarheten som er identifisert. Samtidig må det skje en oppfølging som sikrer at det nye kunnskapsgrunnlaget tas i bruk og legges til grunn i kommunens arbeid med klimatilpasning, arealplanlegging og samfunnssikkerhet. Stavanger kommune legger derfor opp til følgende:

Utarbeide handlingsplan

ROS-analysen identifiserer objekter og områder med høy risiko ut i fra gitte grenseverdier for fare og skade fra overvann. Høy risiko tilsier at objekter og områder prioriteres for videre oppfølging. I den videre oppfølgingen må det for hvert objekt og område gjøres en individuell vurdering av om kommunen anser risikoen for akseptabel eller ikke. Dette arbeidet vil inngå i en handlingsplan der funnene fra ROS-analysen gjennomgås og tiltak foreslås for alle objekter og områder som vurderes å havne i uakseptabel risiko. Tiltakene i handlingsplanen skal prioriteres og kostnader skal beregnes som del av planen. Aktuelle tiltak for kommunen vil primært knytte seg til utforming av areal og veier, samt sikring av kommunale bygg.

Sikre oppfølging i arealplanleggingen

Et viktig resultat av skybruddsplanen er det nye kunnskapsgrunnlaget som viser hvilke områder som er utsatt for oversvømmelse ved en ekstrem nedbørhendelse. Denne informasjonen skal legges til grunn for flomvurderinger ved regulering og arealbruksendring, og supplere dagens krav om at flomveier skal kartlegges. Det skal vurderes hensiktsmessige bestemmelser i kommuneplanen som sikrer at kunnskapsgrunnlaget fra skybruddsplanen tas i bruk i arealplanleggingen.

Tilgjengeliggjøre data og funn fra planen

For at resultatene fra skybruddsplanen skal kunne benyttes og videreføres optimalt i kommunens arbeid er det viktig at aktuelle datasett gjøres tilgjengelige i relevante kartsystemer. Vurderinger av hvilke data og hvilke systemer som er mest hensiktsmessig blir en del av oppfølgingen.

Forankre oppfølgingen av skybruddsplanen i kommunens overvannsstrategi

Planen «Vann i Stavanger 2019-2029» fungerer som kommunens overvannsstrategi. Denne er i skrivende stund under revisjon med mål om vedtak i kommunestyret i 2023. Den videre oppfølgingen av skybruddsplanen skal forankres i denne strategiske planen.

7 Referanser

- DSB. (2014). *Veileder til helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse i kommunen.*
- DSB. (2016). *Risikoanalyse av regnflom i by.*
- DSB. (2016). *Samfunnets kritiske funksjoner.*
- DSB. (2017). *Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging. Metode for risiko- og sårbarhetsanalyse i planleggingen.*
- Lovdata. (2018, 09 2018). *Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning.* Hentet fra Lovdata:
<https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2018-09-28-1469>
- Meteorologisk institutt. (2021). *Hendelsesrapport Tjømhendelsen.* Oslo: MET.
- Norconsult. (2021). *Nye stormflohøyder i Stavanger.*
- NVE. (2021). *Modul F1.300: Modul tiltak mot flom og oversvømmelse.* Hentet fra nve.no:
<https://www.nve.no/moduler/modul-f1-300-mulige-tiltak-mot-flom-og-oversvømmelse/>
- NVE. (2021). *Overvann i arealplanlegging.* Hentet fra nve.no:
<https://www.nve.no/arealplanlegging/overvann-i-arealplanlegging/>
- NVE. (2021, 01 01). *Sikringshåndboka.* Hentet fra NVE Sikringshåndboka:
<https://sikringshandboka.nve.no/>
- Oslo kommune. (2015, september). *Prinsipper for gjenåpning av elver og bekker i Oslo.* Hentet fra Oslo kommune: <http://www.osloelveforum.org/wp-content/uploads/2017/10/Prinsipper-for-gjen%C3%A5pning-av-bekker-og-elver-i-Oslo-2015.pdf>
- Statens vegvesen. (2020). *Vannhåndtering - Flomberegninger og hydraulisk dimensjonering.* Oslo: Statens vegvesen.
- Stavanger kommune. (2021, November). *Høringsversjon ny veg- og gatenormal.* Hentet fra <https://www.stavanger.kommune.no/vei-og-trafikk/veinorm-for-stavanger/#18046>
- van der Meer, J. W., Allsop, N. W., Bruce, T., De Rouck, J., Kortenhaus, A., Pullen, T., . . . Zanuttigh, B. (2018). *EurOtop - Manual on wave overtopping of sea.*

8 Kartvedlegg

8.1 Nedbørsfelt med høy risiko

[Buseneset](#)

[Chr. Bjellands gate](#)

[Dalabrekka](#)

[Dusavik](#)

[Eiganes](#)

[Forus vest](#)

[Forus øst](#)

[Færingbakken](#)

[Gausel nord](#)

[Hillevåg 1](#)

[Hillevåg 2](#)

[Hinna](#)

[Hundvåg midt](#)

[Judaberg Brannstasjon](#)

[Judabergveien](#)

[Kuneset](#)

[Kvernevik](#)

[Lassa](#)

[Lervig](#)

[Madlakrossen](#)

[Madlalia](#)

[Madlamarka](#)

[Madla-Revheim](#)

[Madlaveien øst](#)

[Mariero](#)

[Mastrafjordtunnelen sør](#)

[Mosvatnet](#)

[Nygårdsbakken](#)

[Paradis vest](#)

[Sandvigsbryggå](#)

[Skeierindå](#)

[Skipsbyggergata](#)

[Spelemannsodden](#)

[Stokkavannet](#)

[Stolen](#)

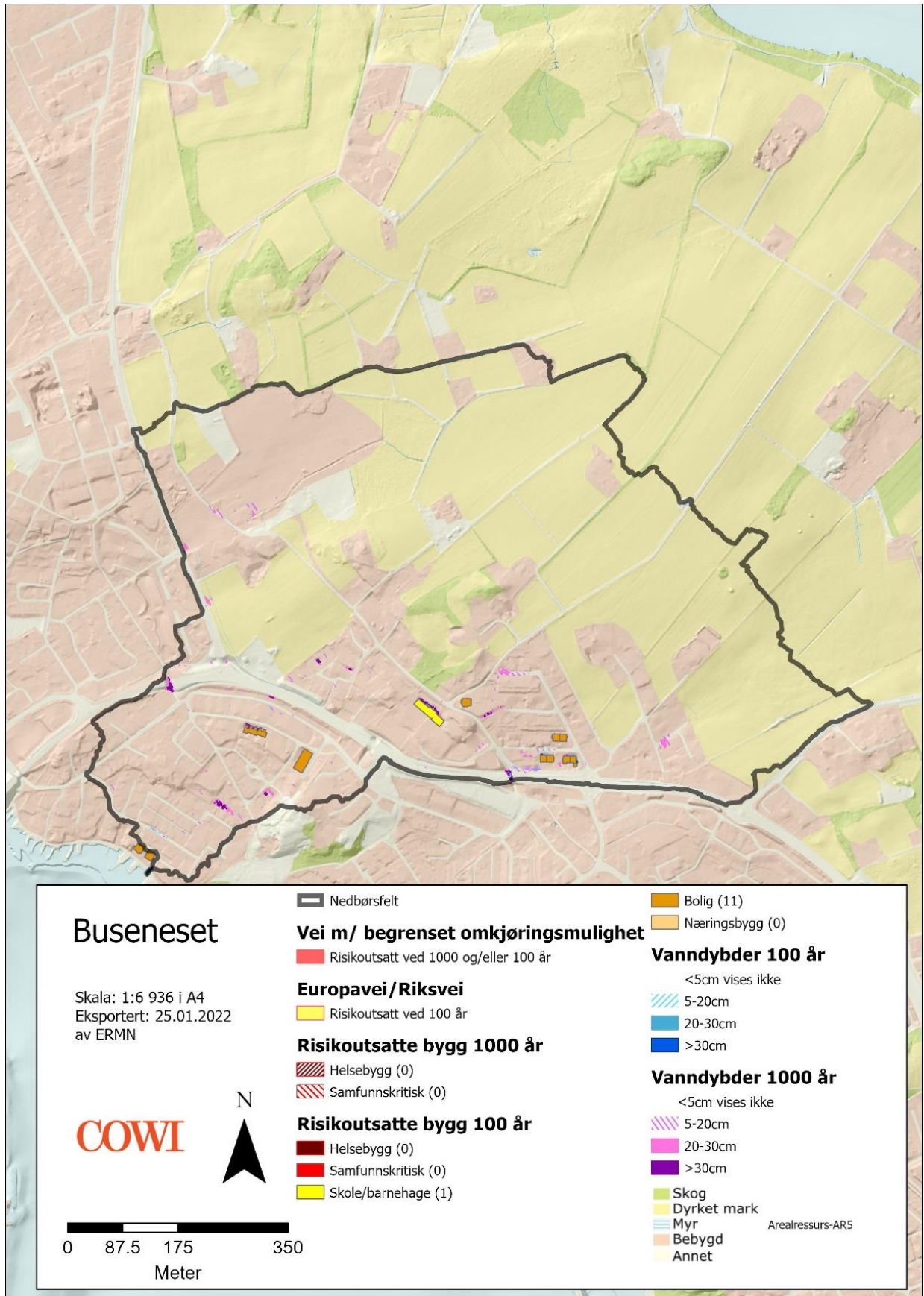
[Tasta vest](#)

[Vikevåg](#)

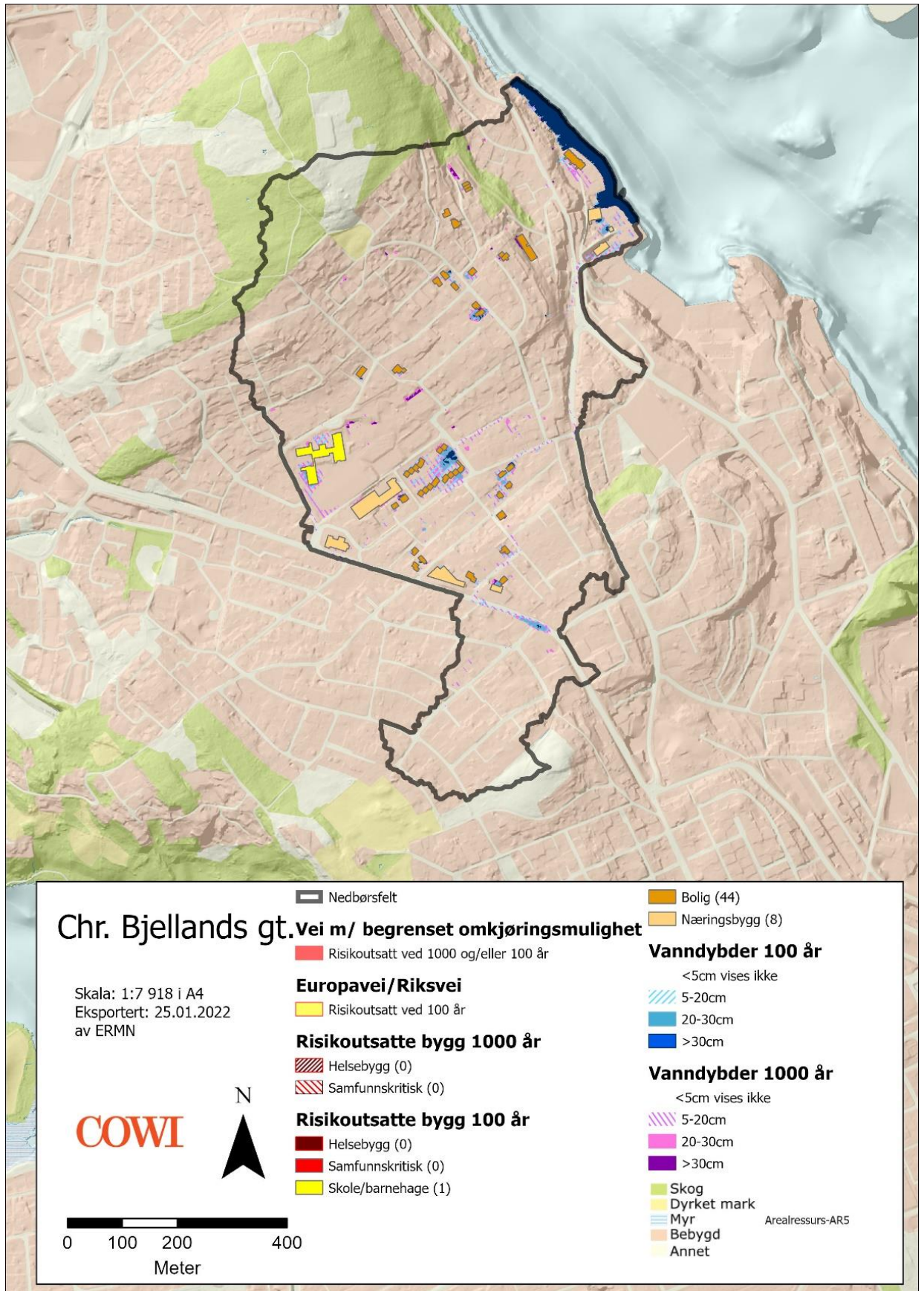
[Viking stadion](#)

[Østhusvik](#)

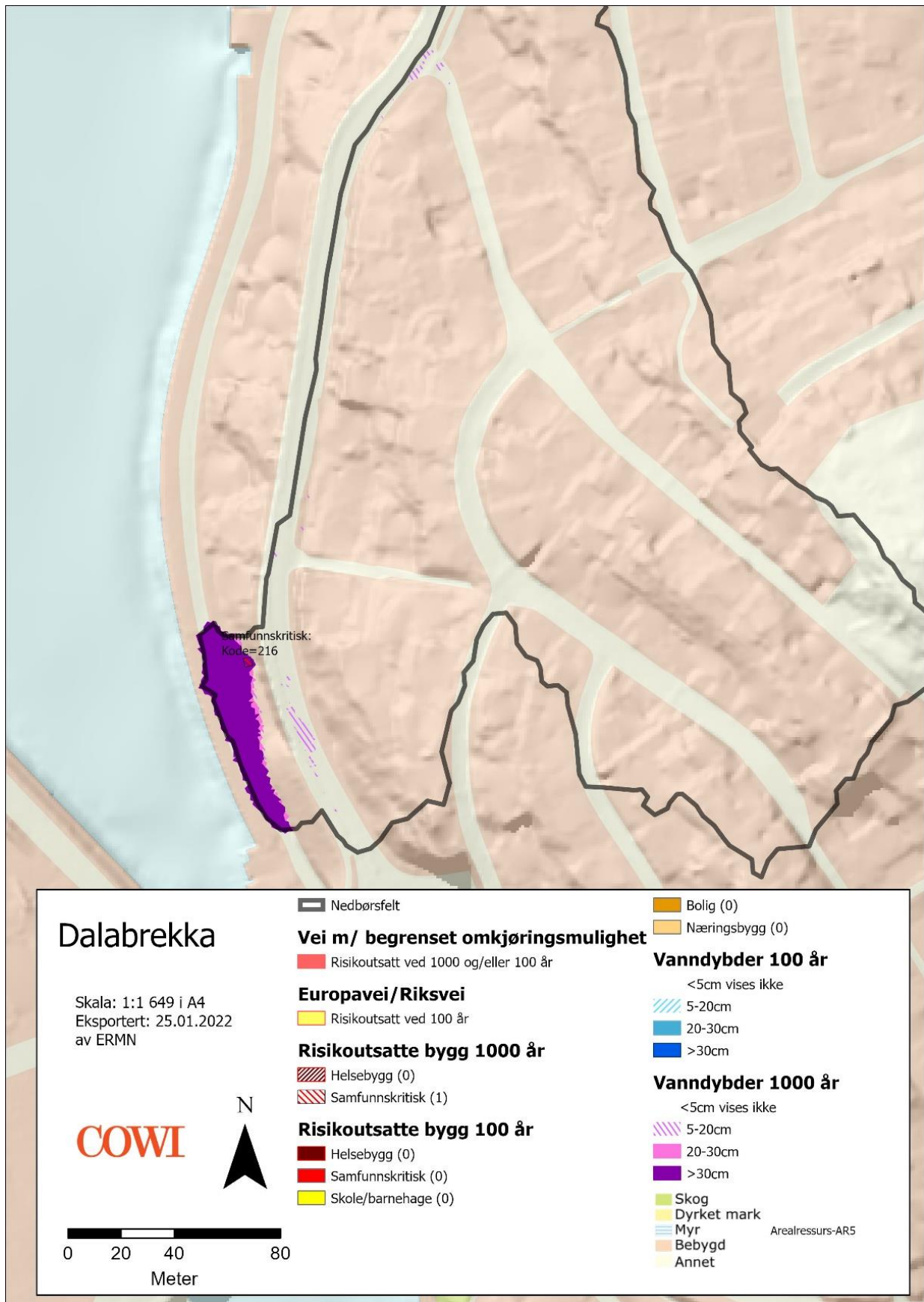




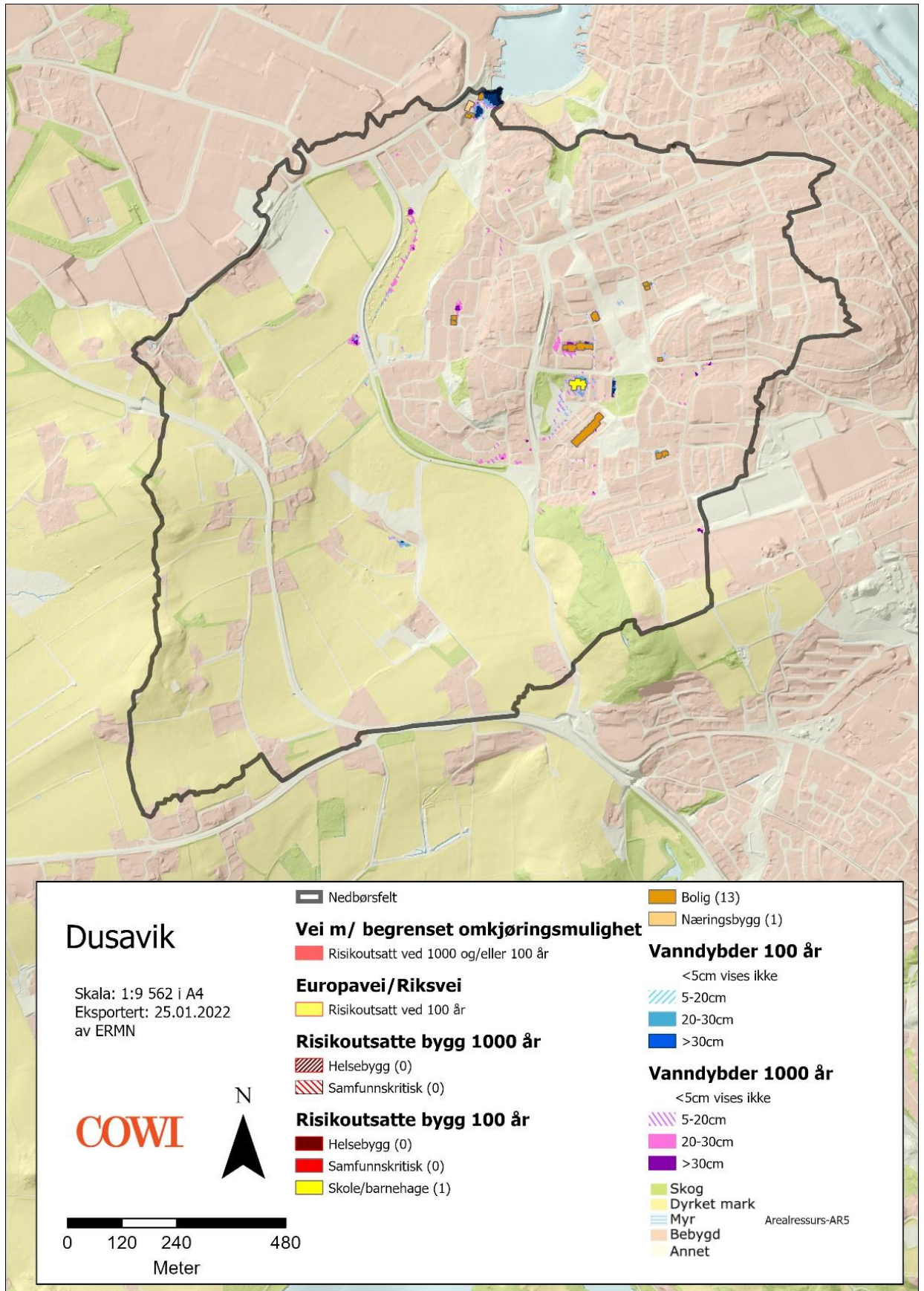
Figur 8-1: Resultater for Buseneset.



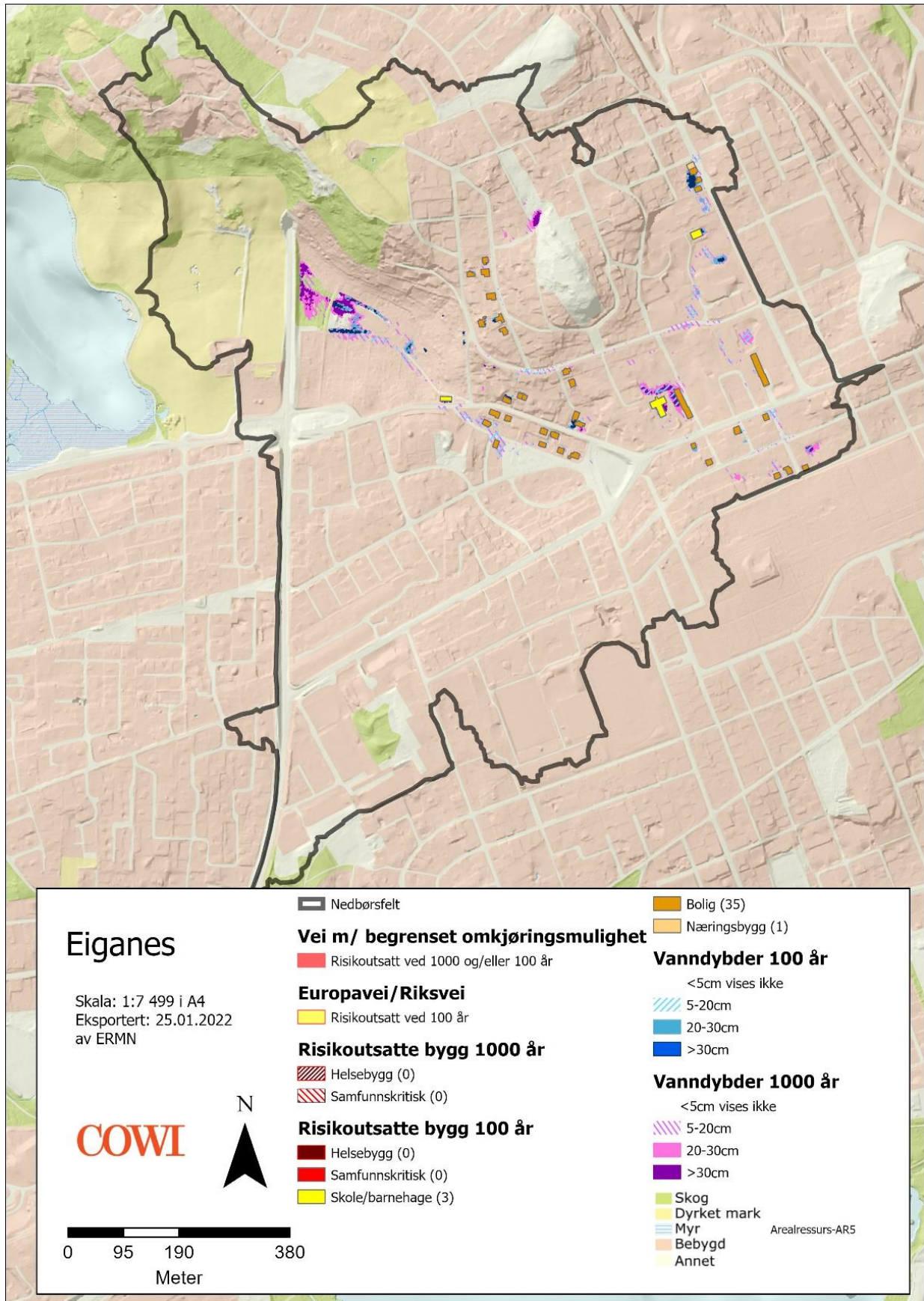
Figur 8-2: [Resultater](#) for [Chr. Bjellands gate](#).



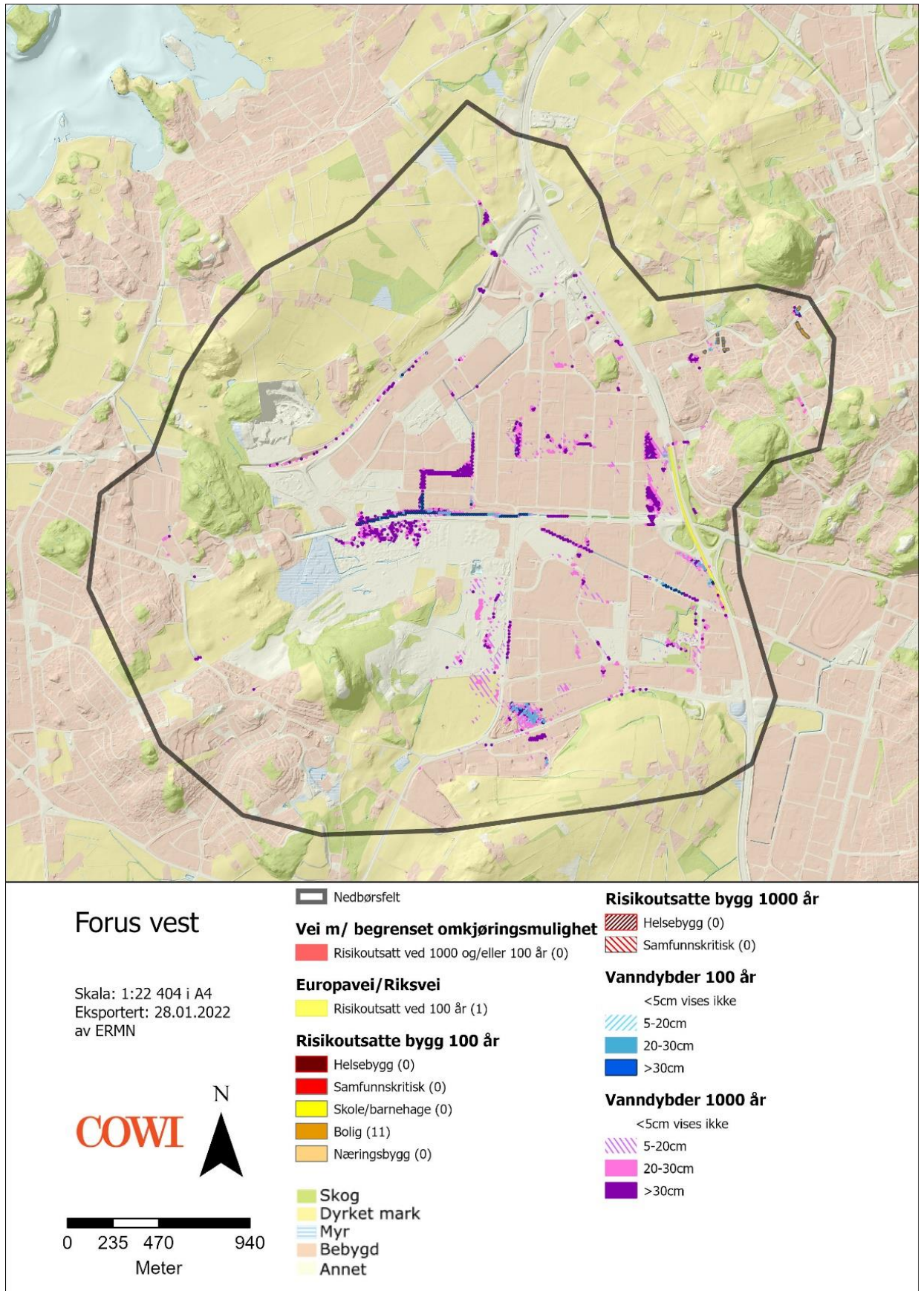
Figur 8-3: Resultater for Dalabrekka.



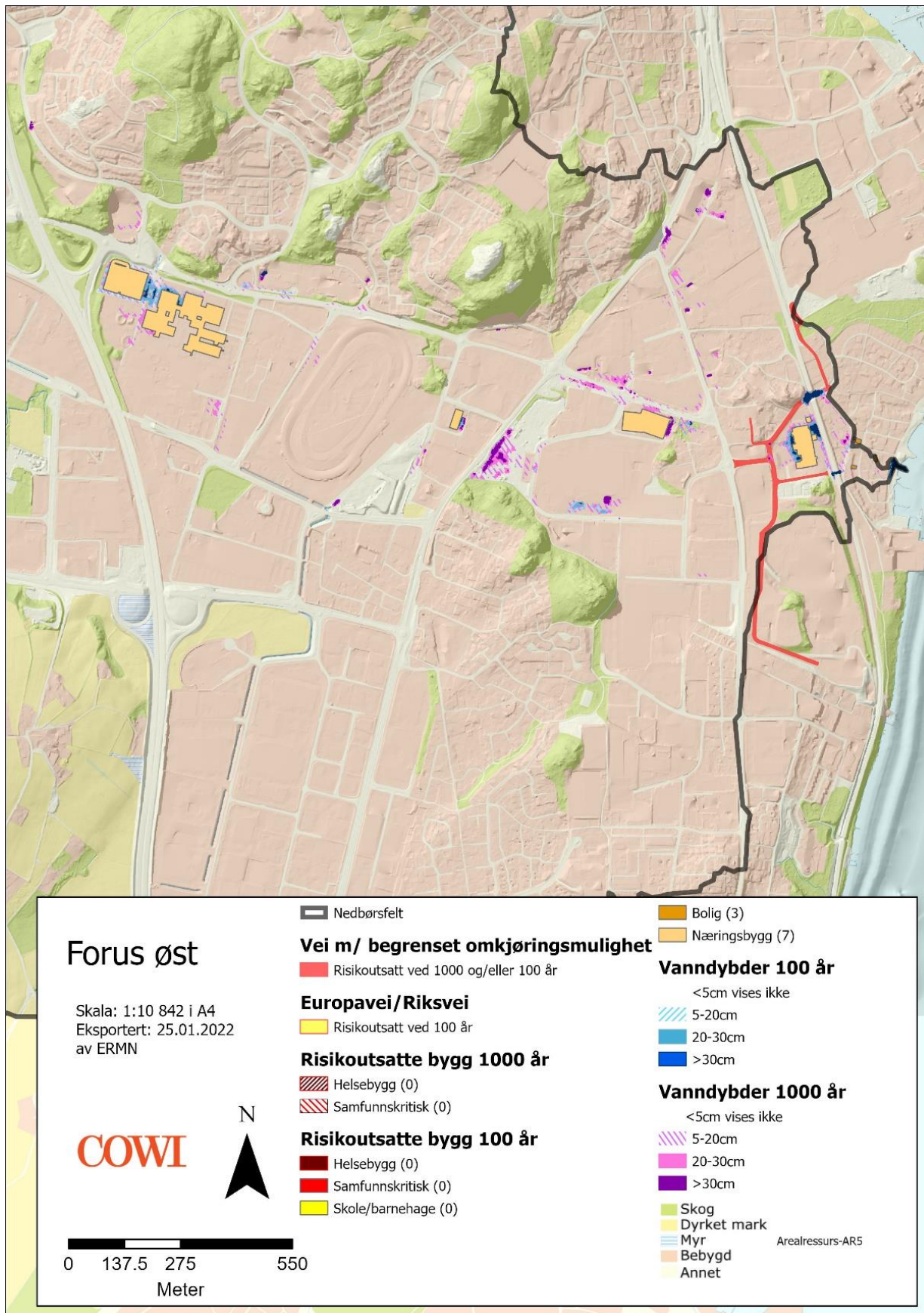
Figur 8-4: [Resultater](#) for [Dusavik](#).



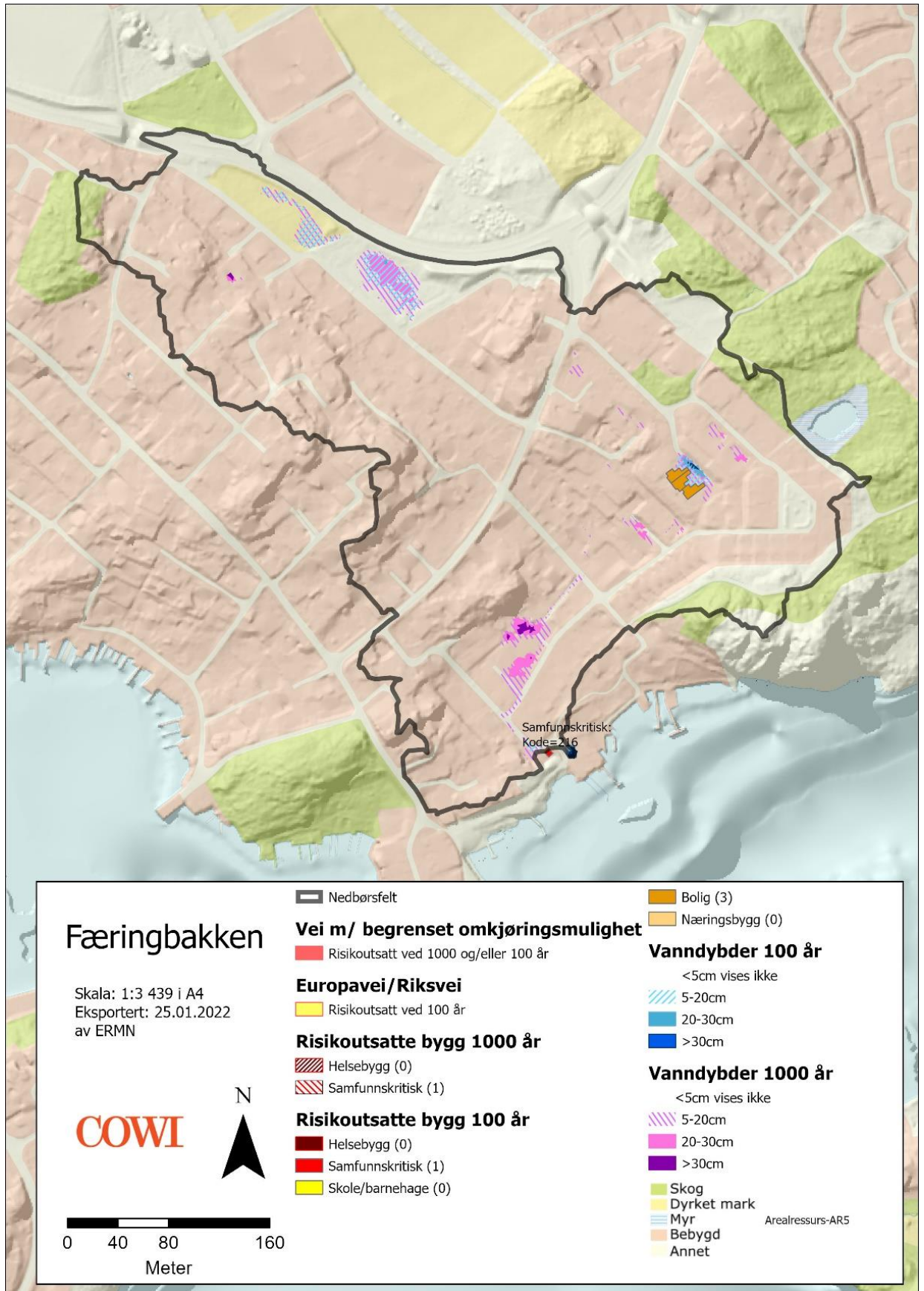
Figur 8-5: Resultater for Eiganes.



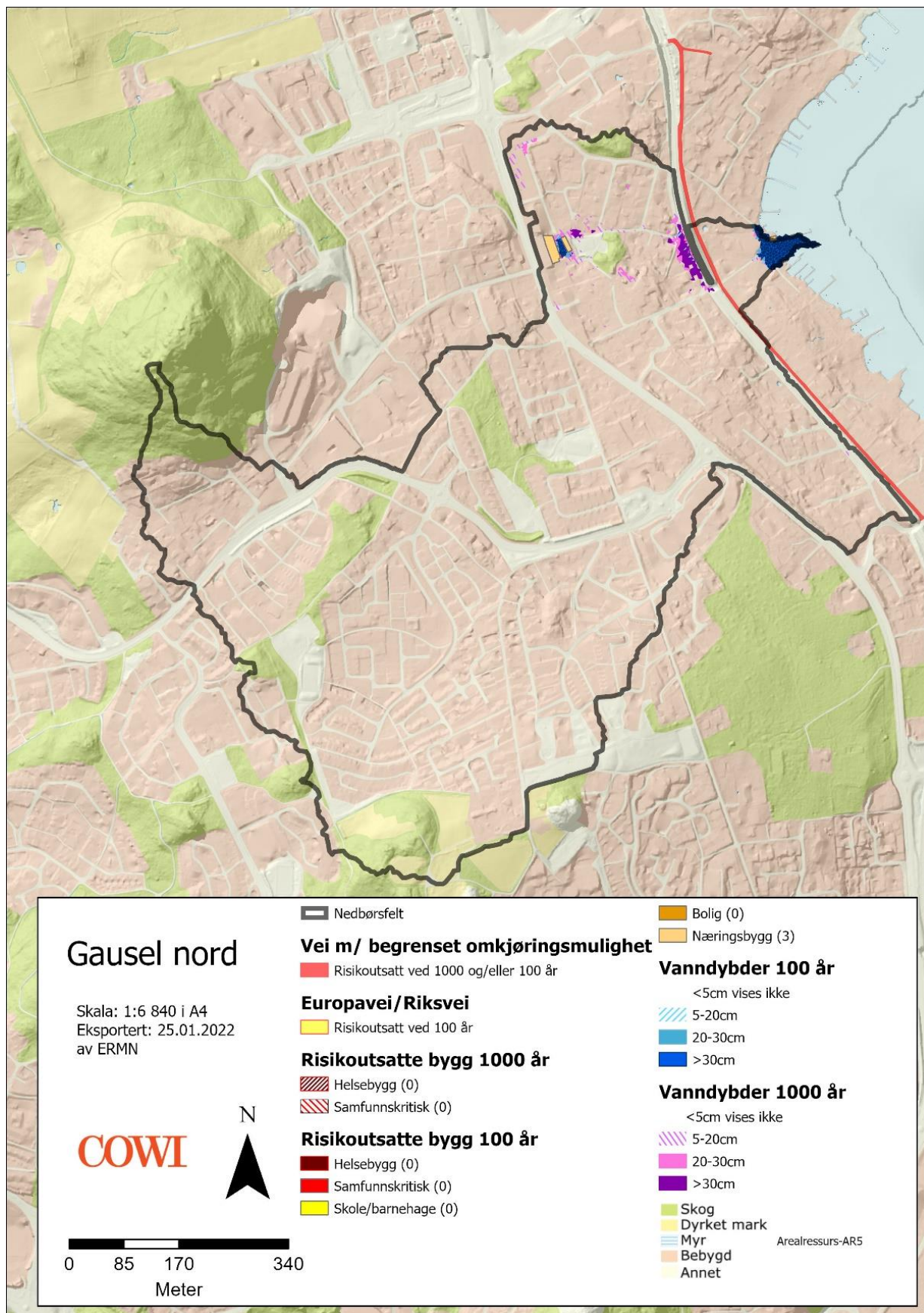
Figur 8-6: Resultater for Forus vest.



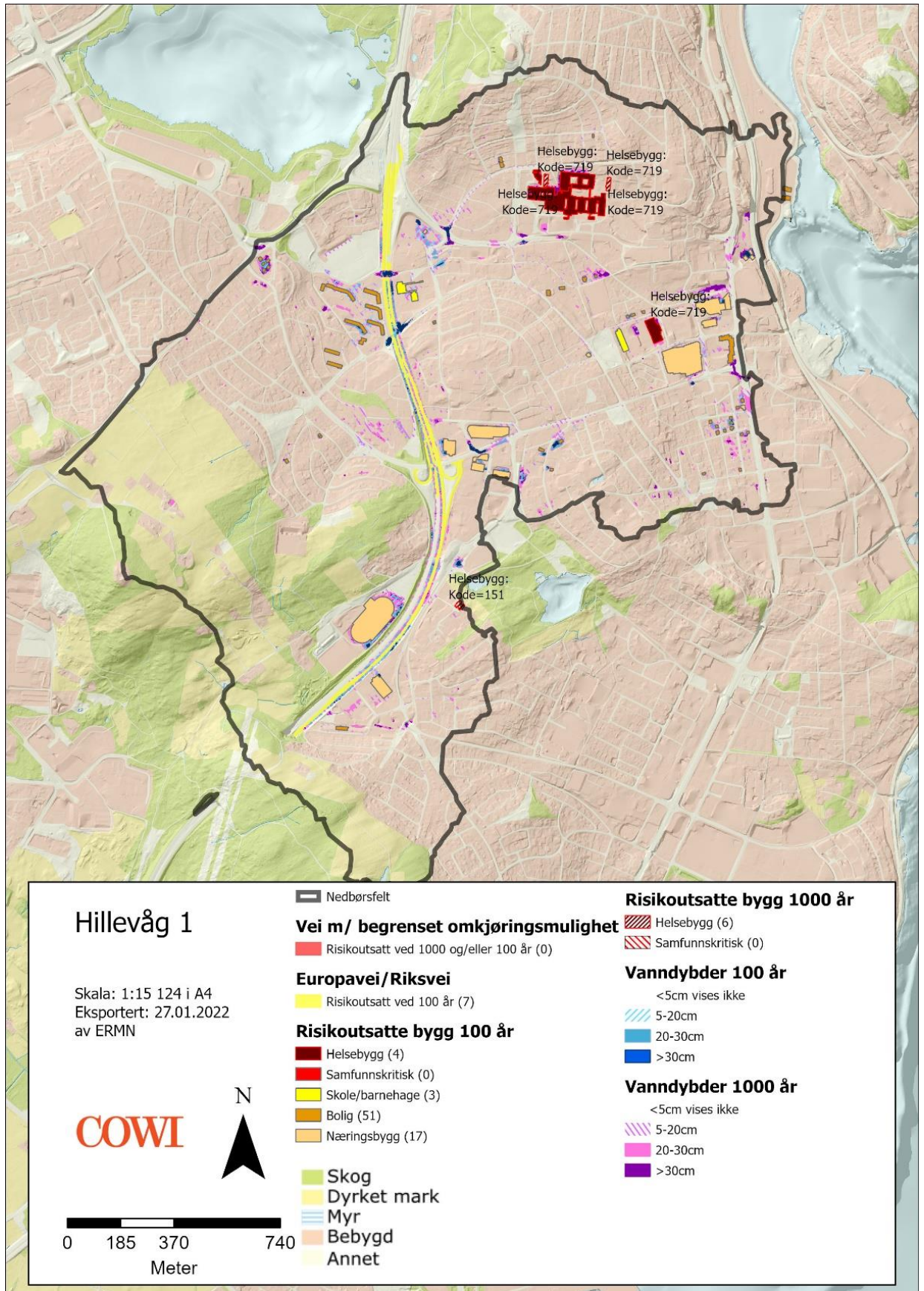
Figur 8-7: Resultater for Forus øst.



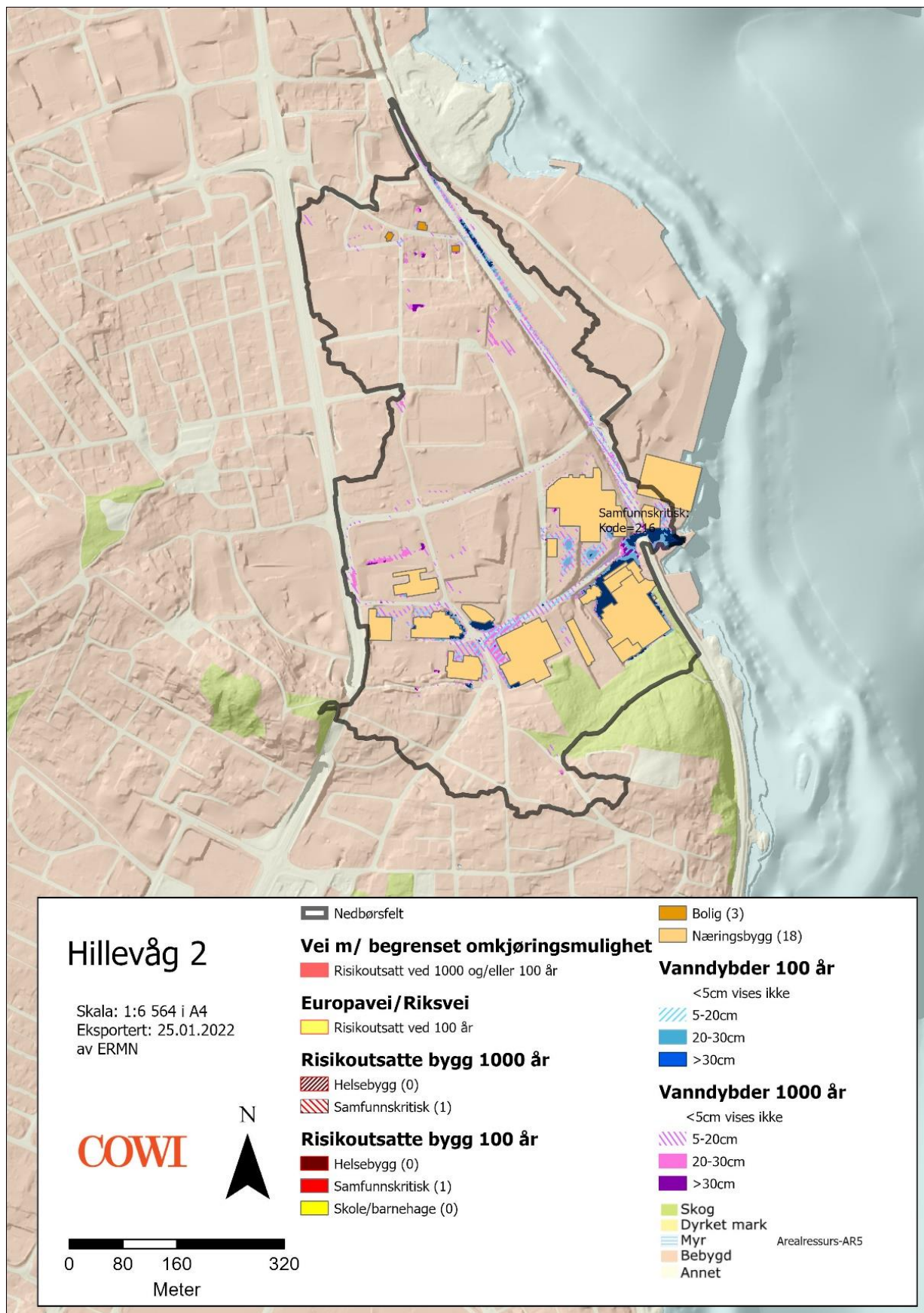
Figur 8-8: Resultater for Færingbakken.



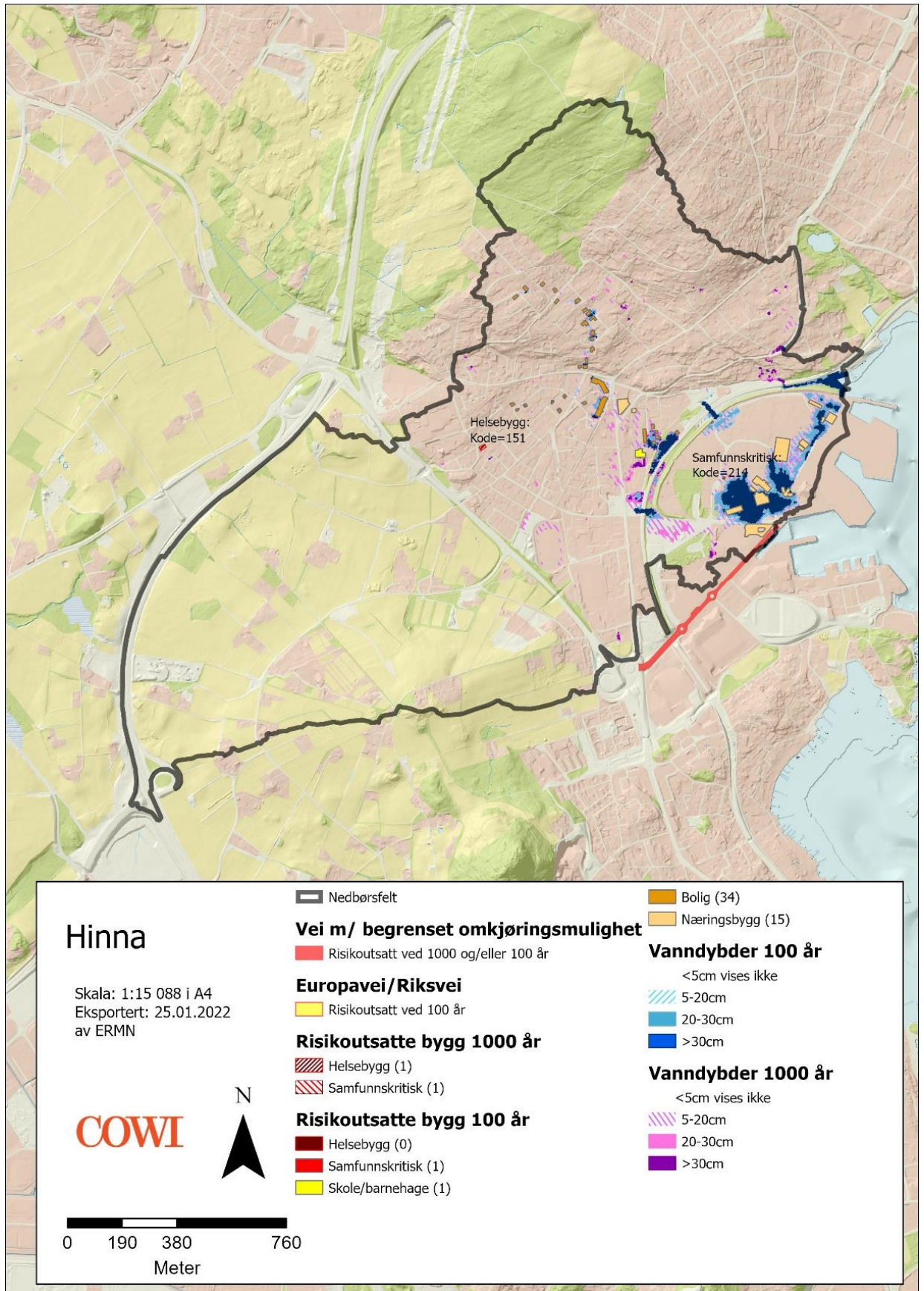
Figur 8-9: Resultater for Gausel nord.



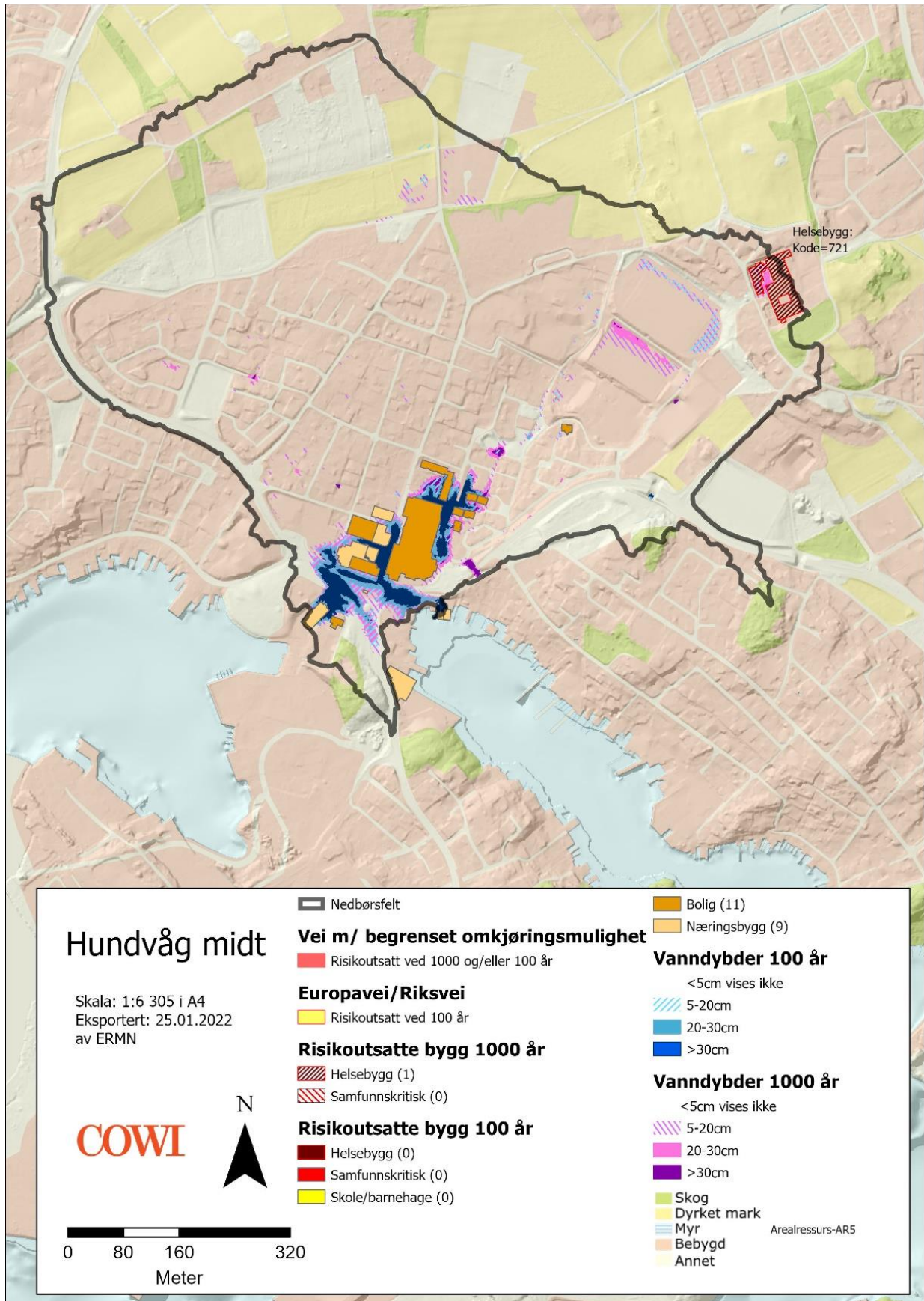
Figur 8-10: [Resultater](#) for [Hillevåg 1](#). Se [flomkart](#) med tiltak Hillevåg 1



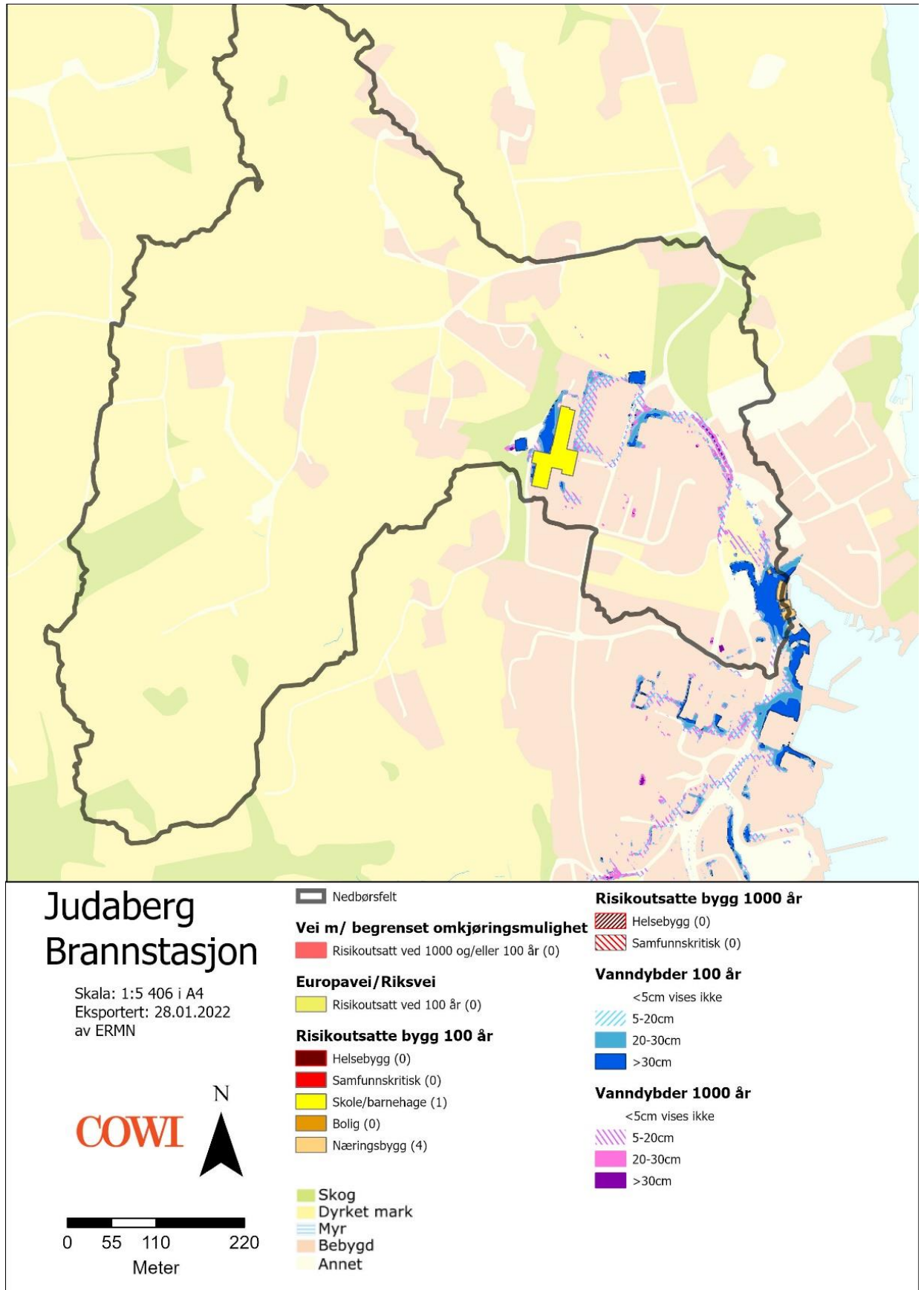
Figur 8-11: [Resultater](#) for [Hillevåg 2](#).



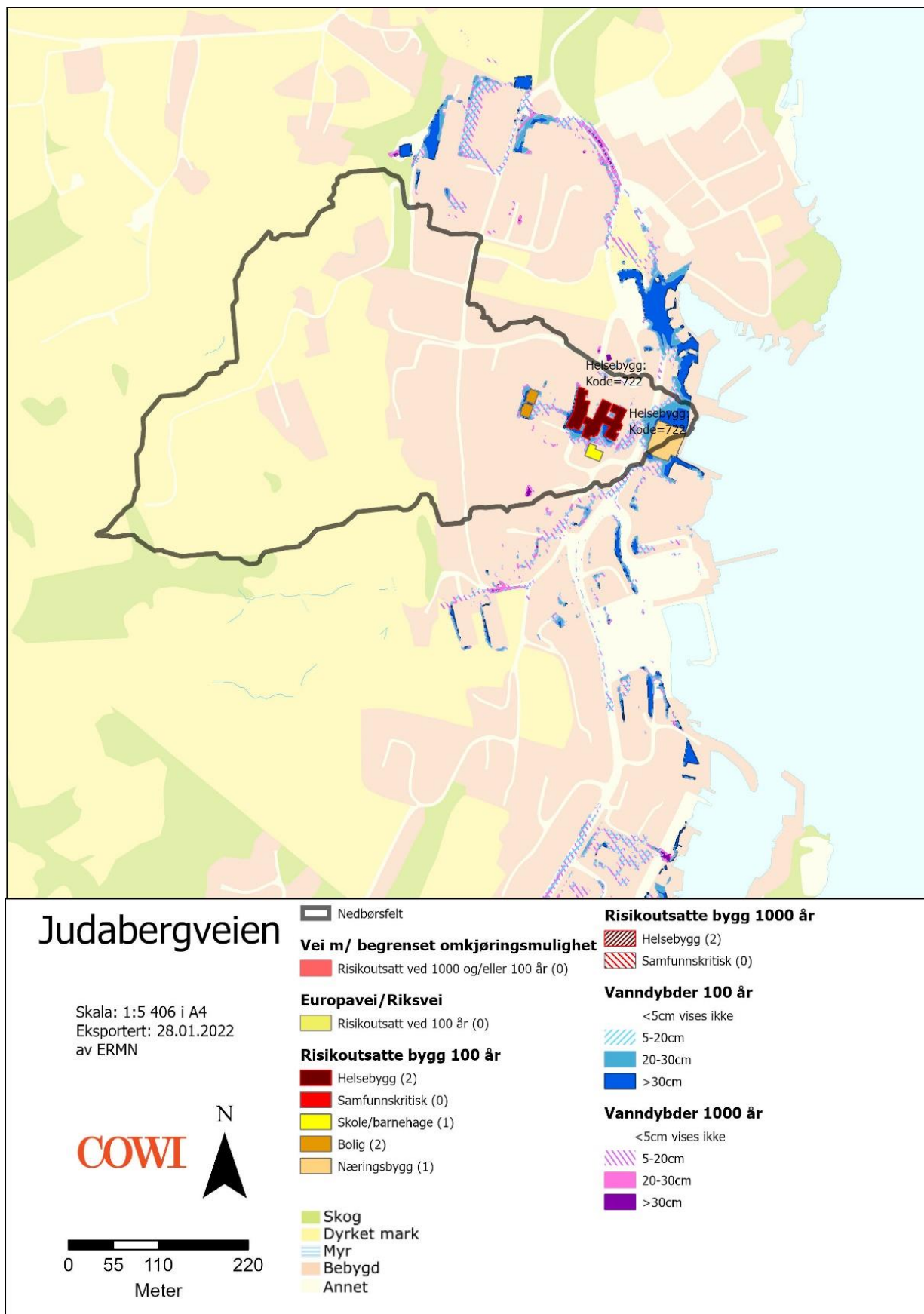
Figur 8-12: [Resultater for Hinna.](#)



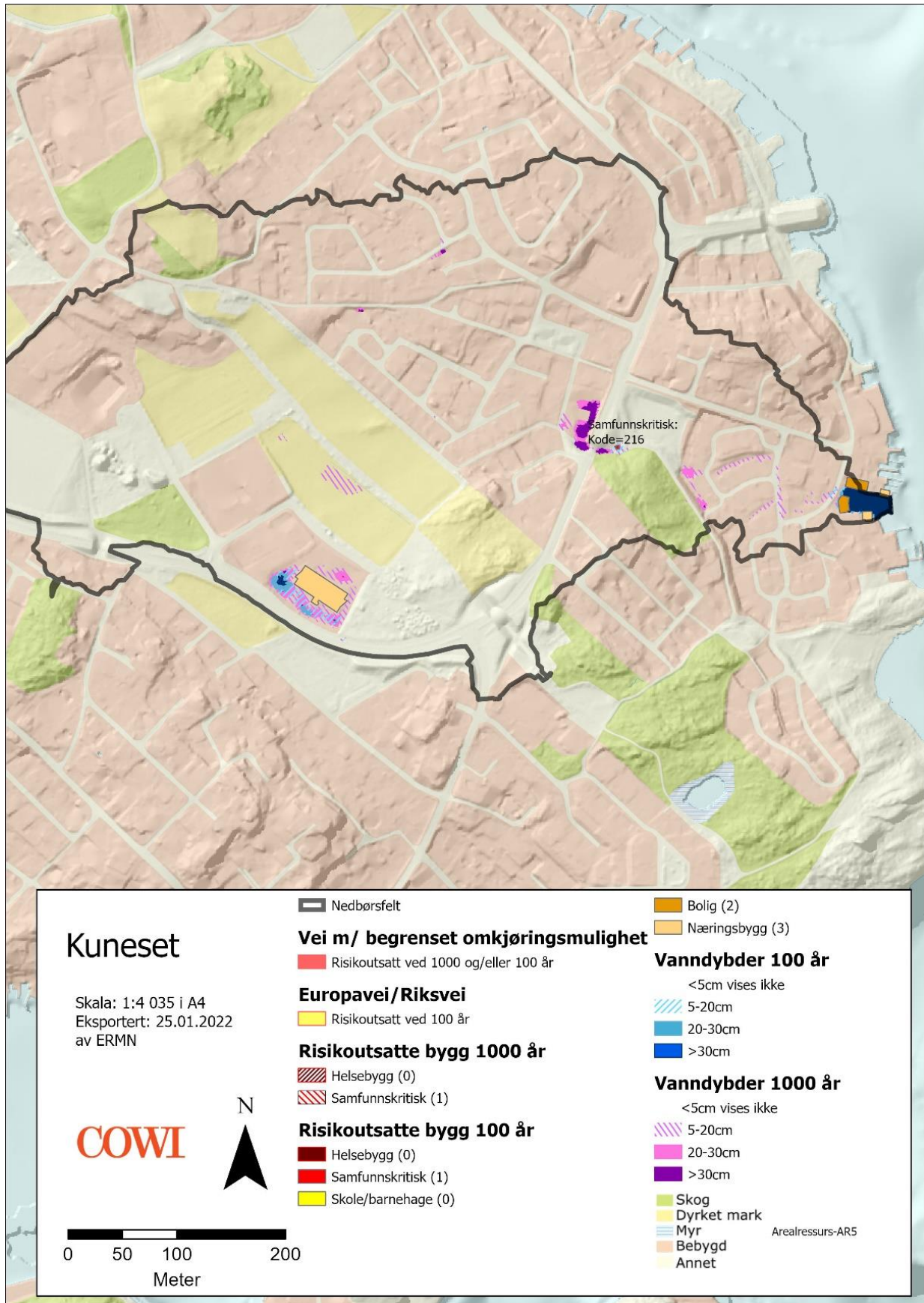
Figur 8-13: Resultater for Hundvåg midt.



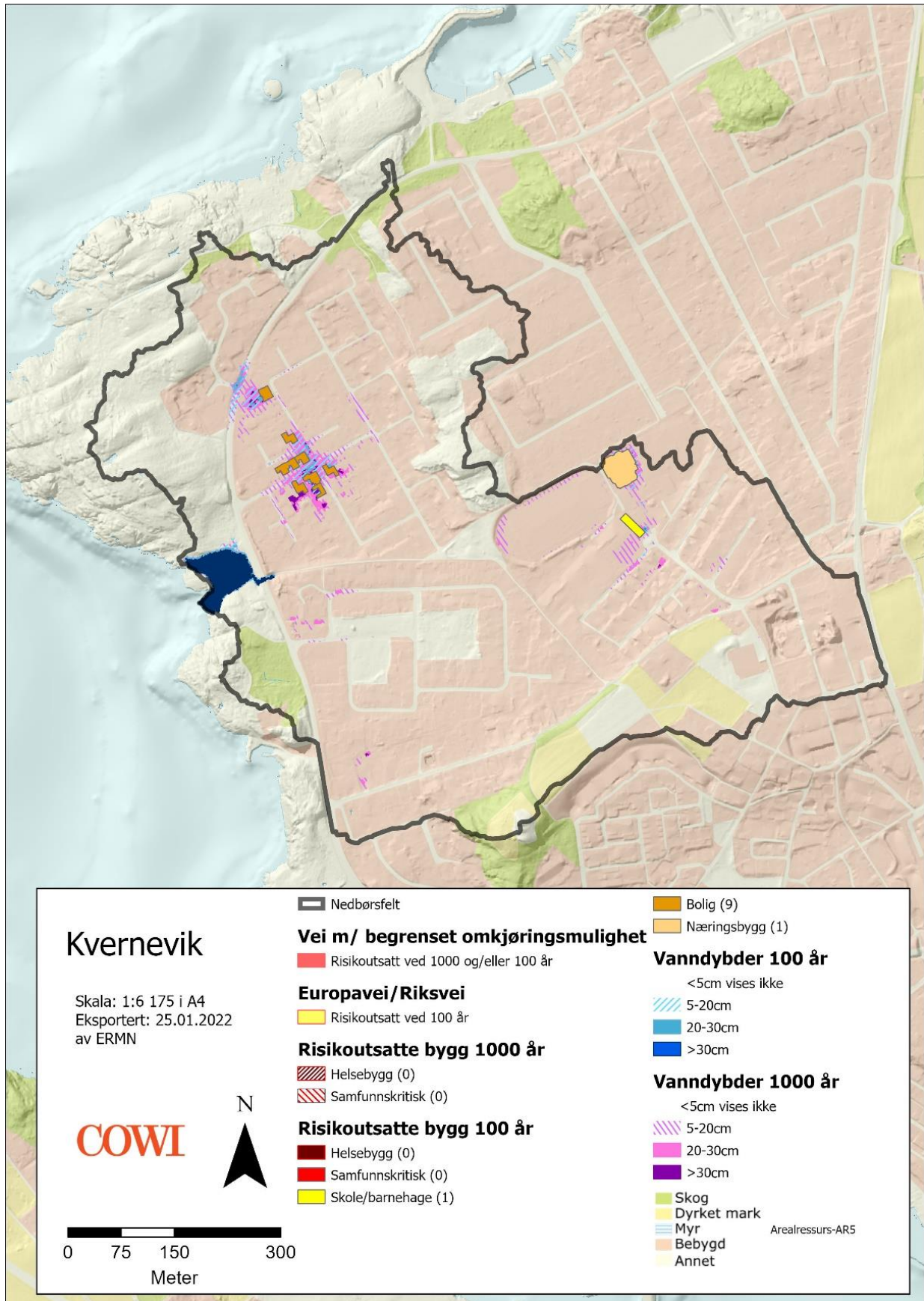
Figur 8-14: [Resultater for Judaberg Brannstasjon.](#)



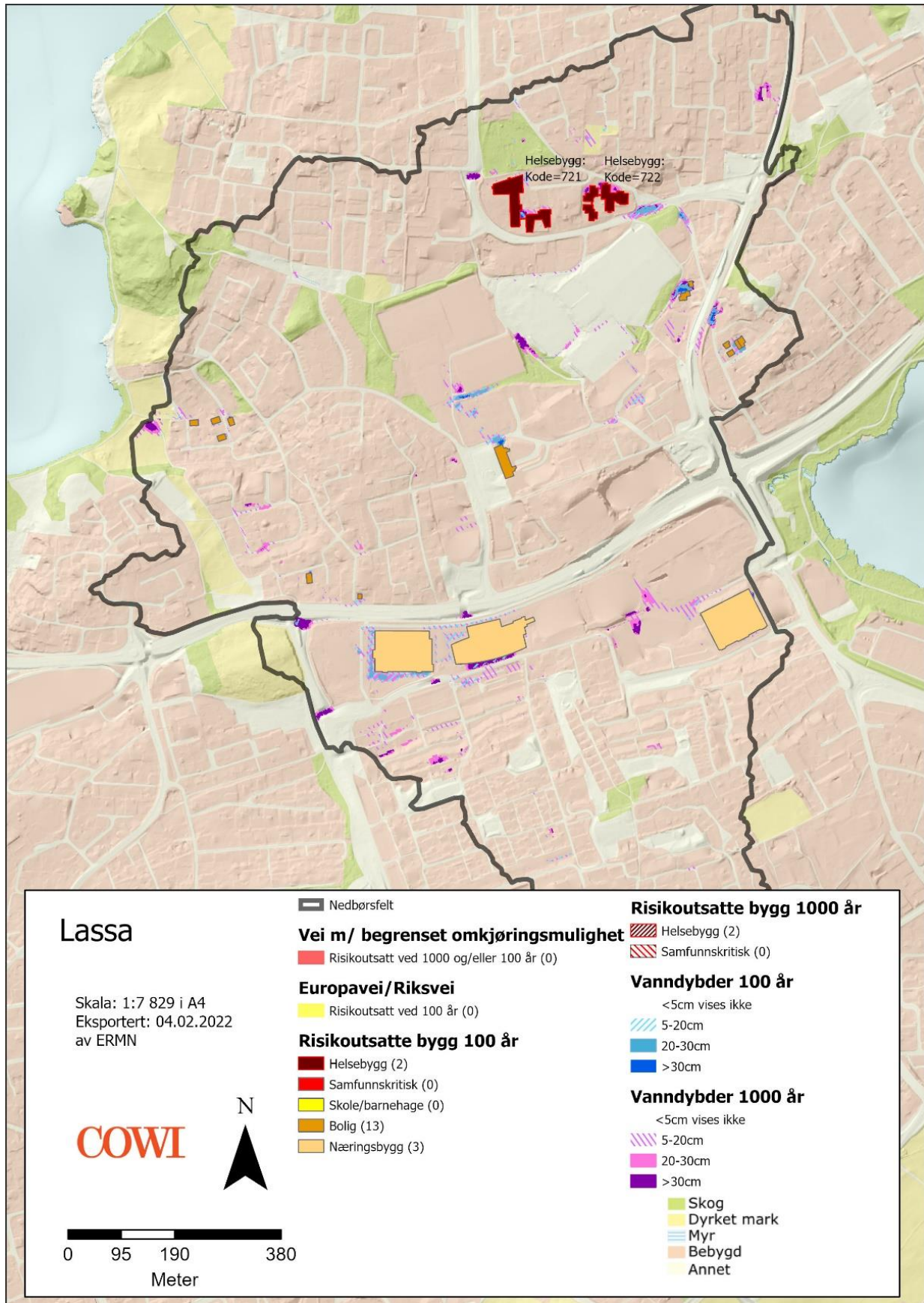
Figur 8-15: [Resultater](#) for [Judabergveien](#).



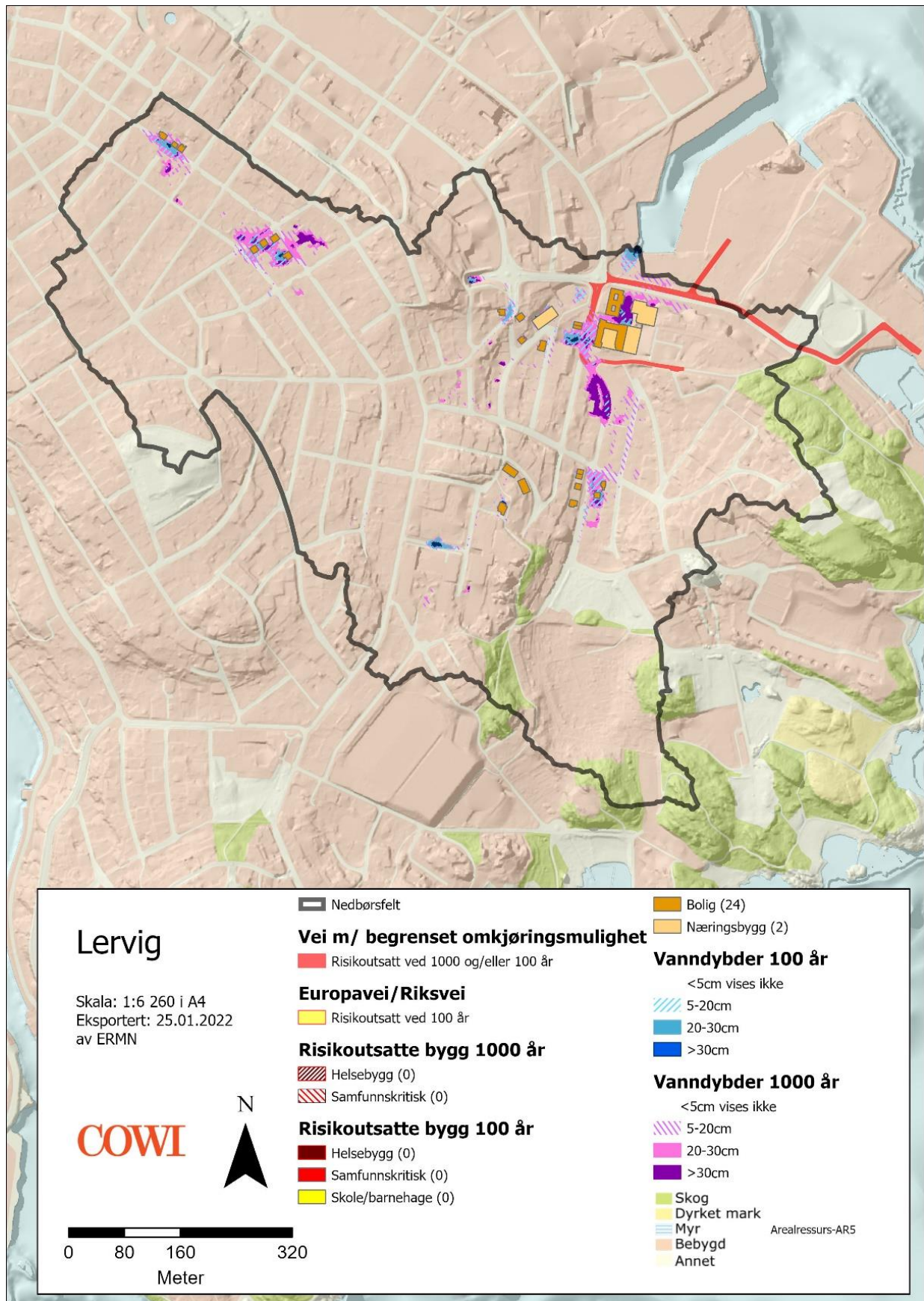
Figur 8-16: [Resultater for Kuneset.](#)



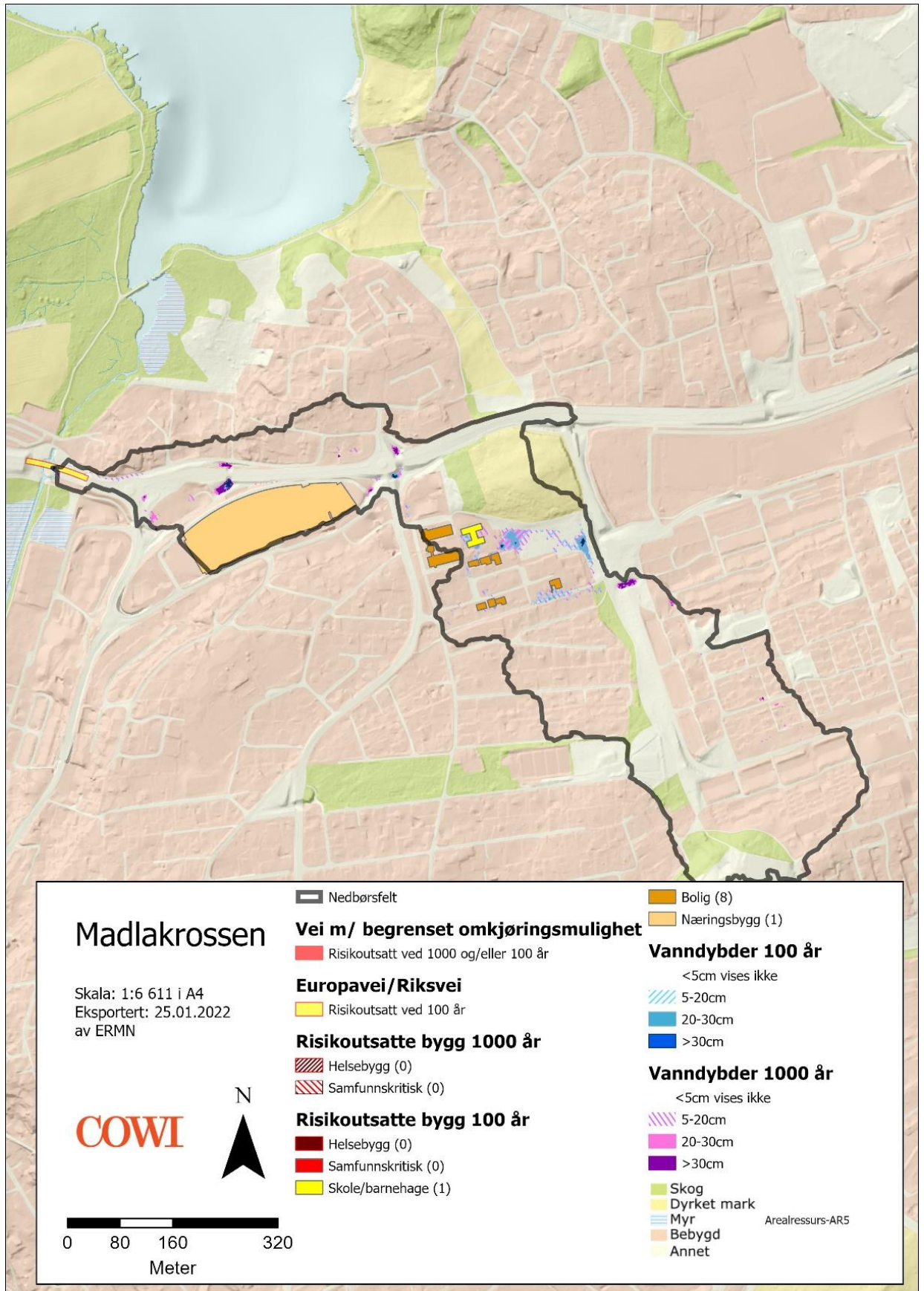
Figur 8-17: Resultater for Kvernevik.



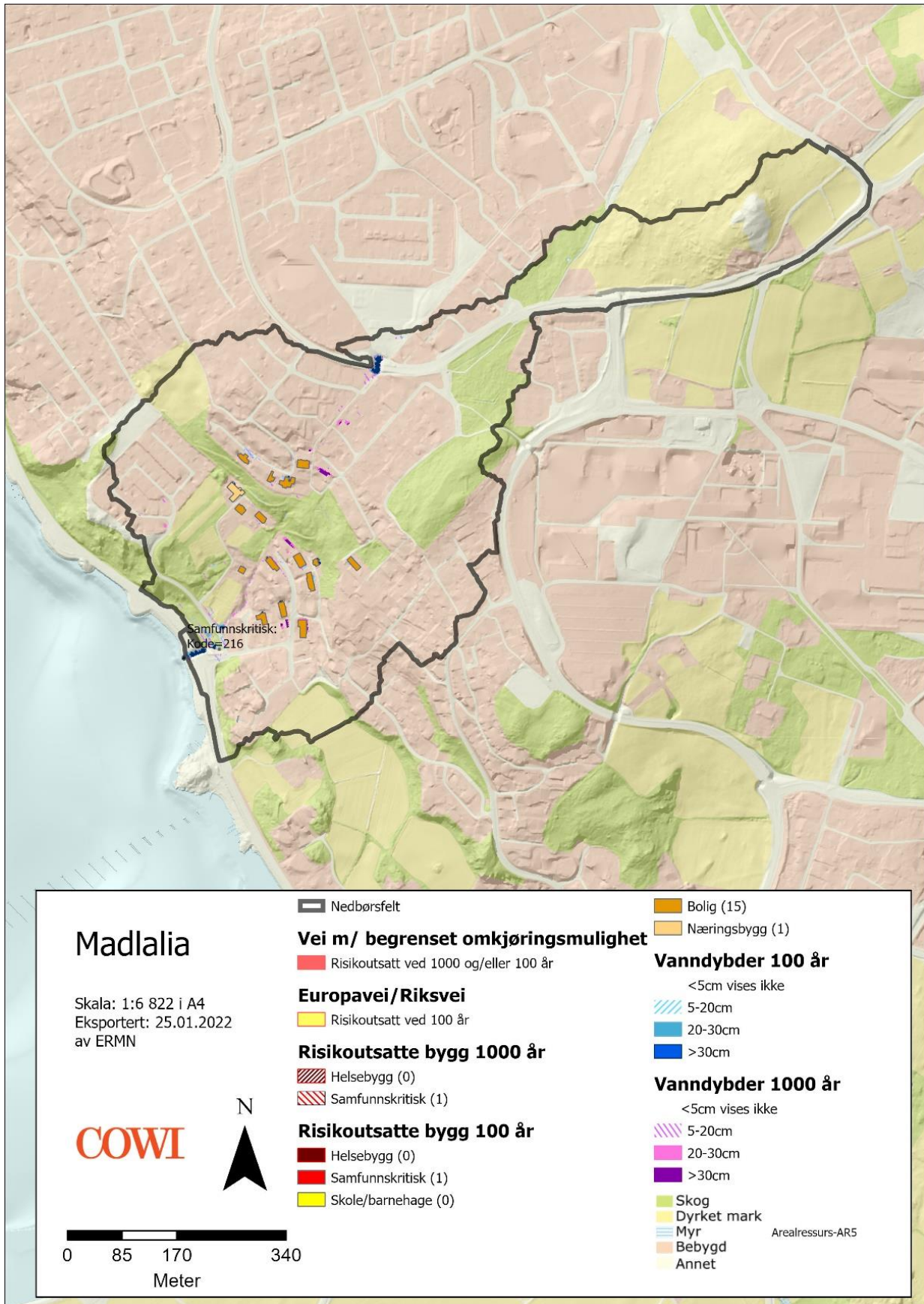
Figur 8-18: [Resultater](#) for [Lassa](#).



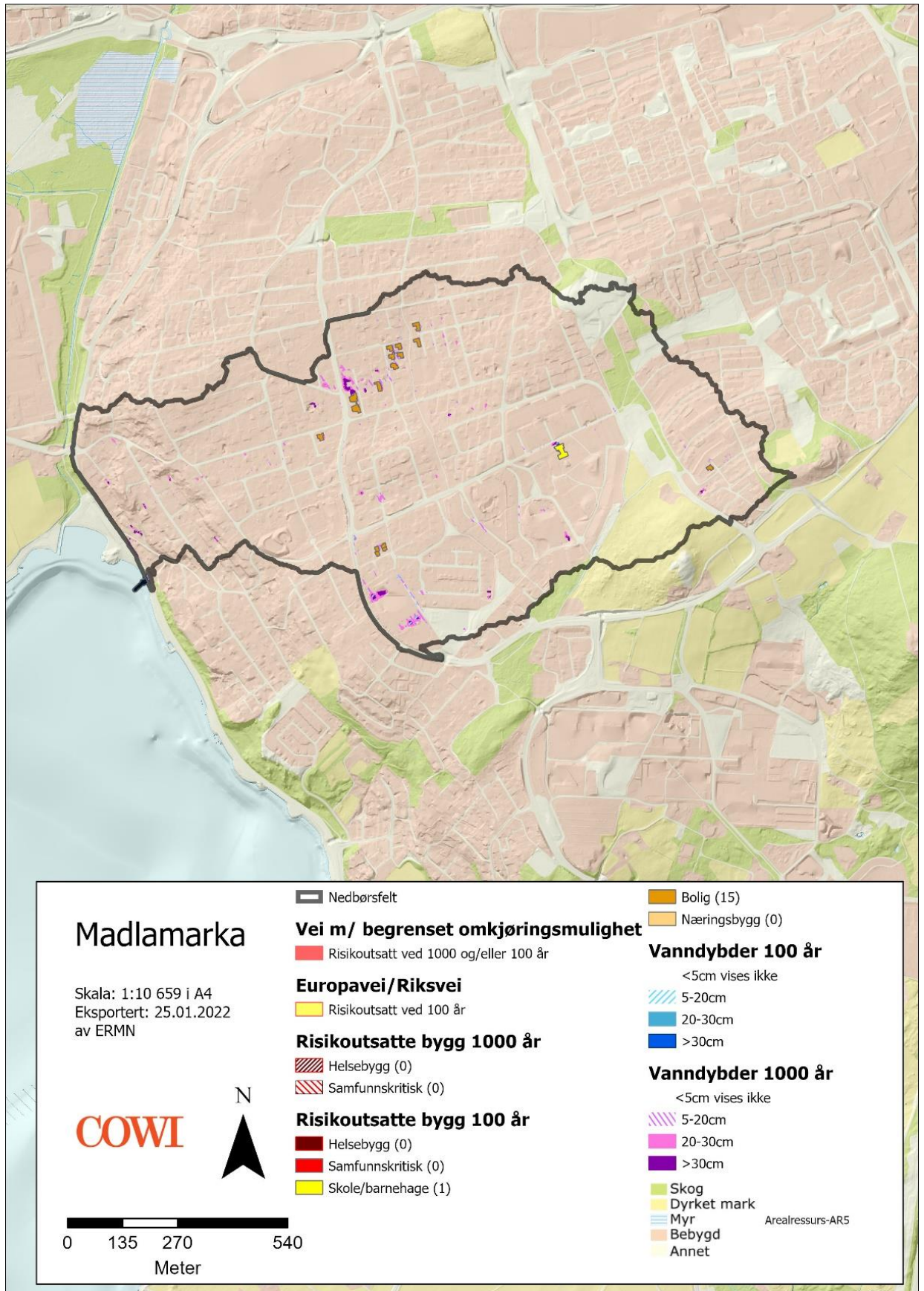
Figur 8-19: Resultater for Lervig.



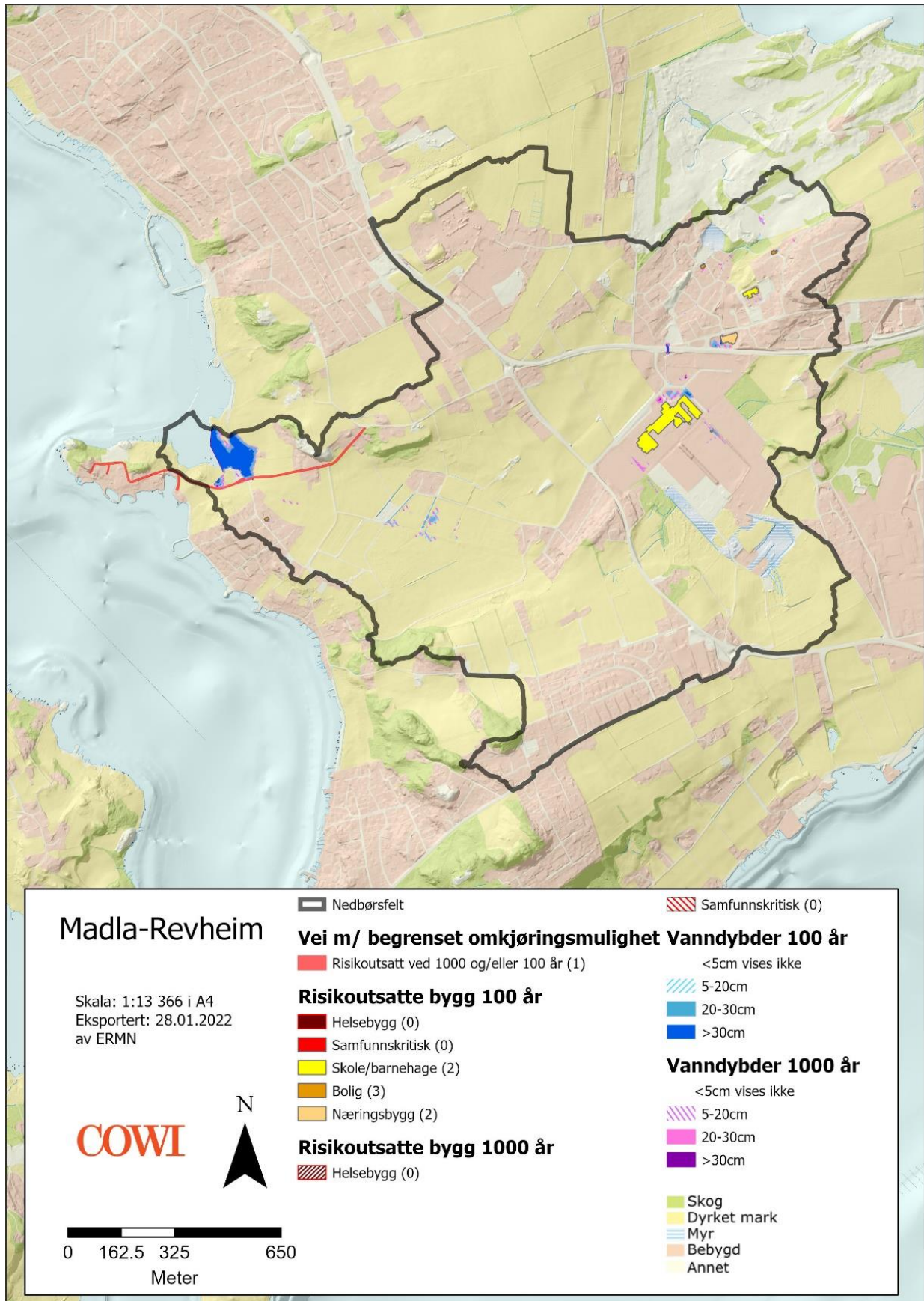
Figur 8-20: [Resultater for Madlakrossen.](#)



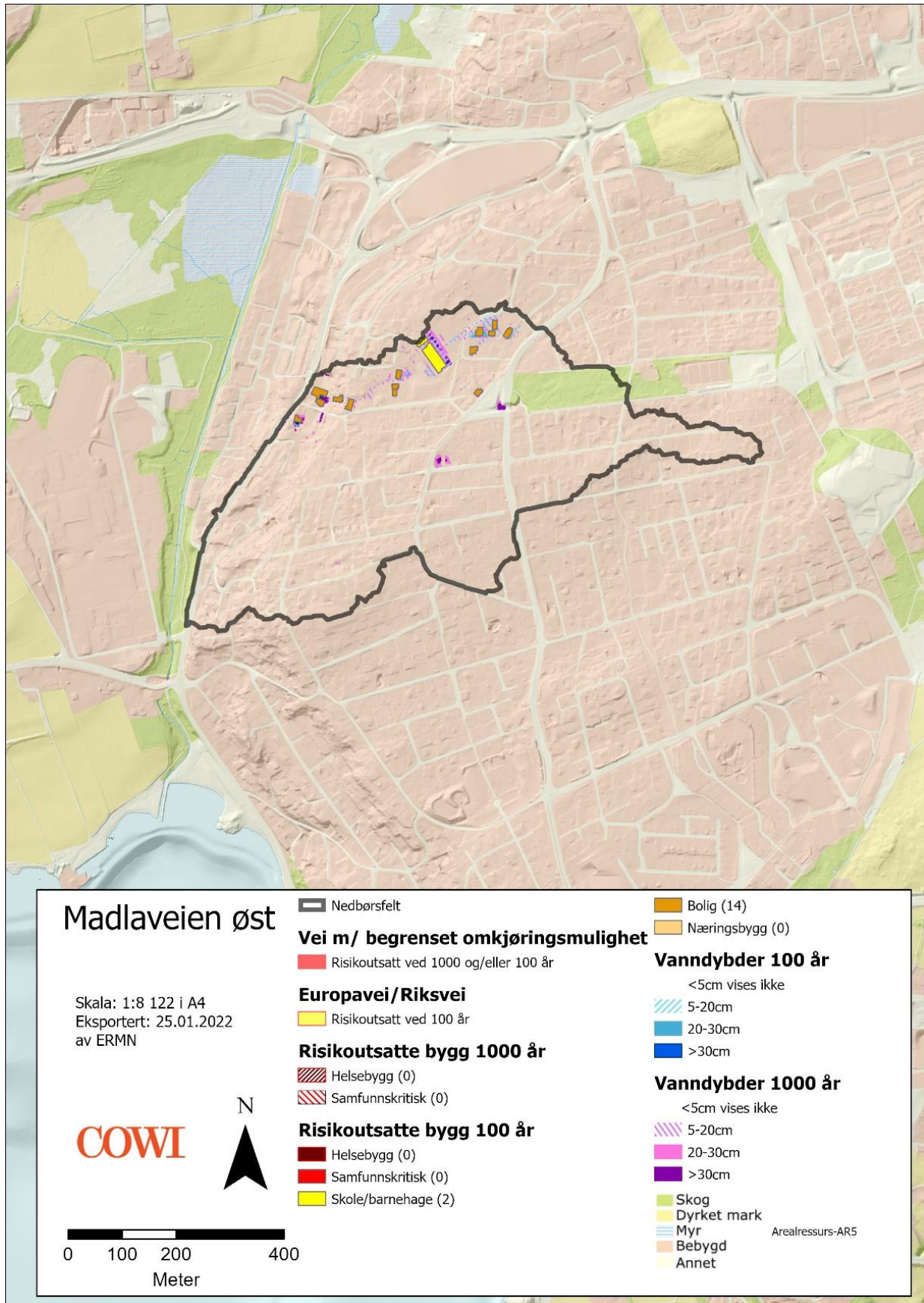
Figur 8-21: Resultater for Madlalia.



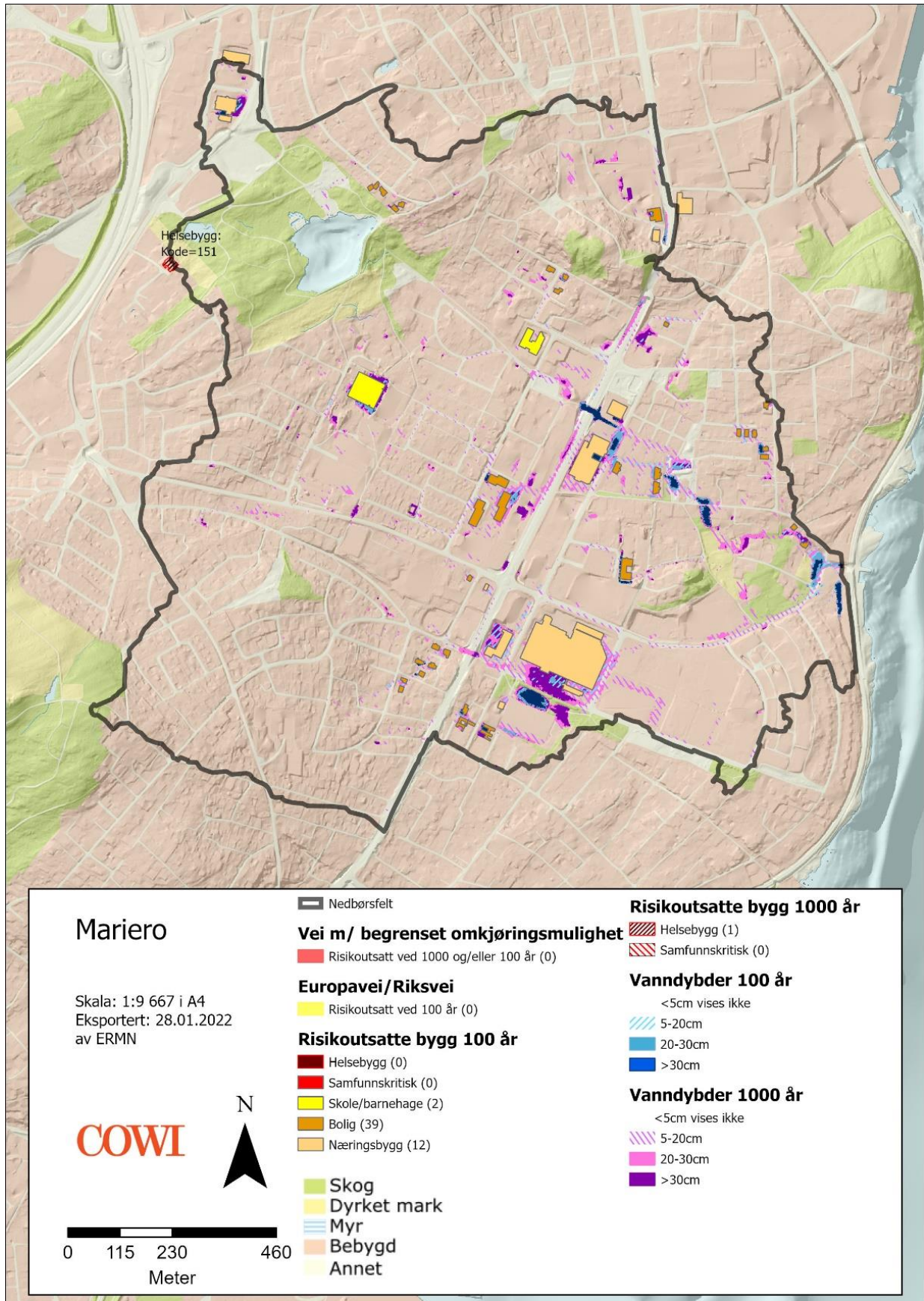
Figur 8-22: [Resultater](#) for [Madlamarka](#).



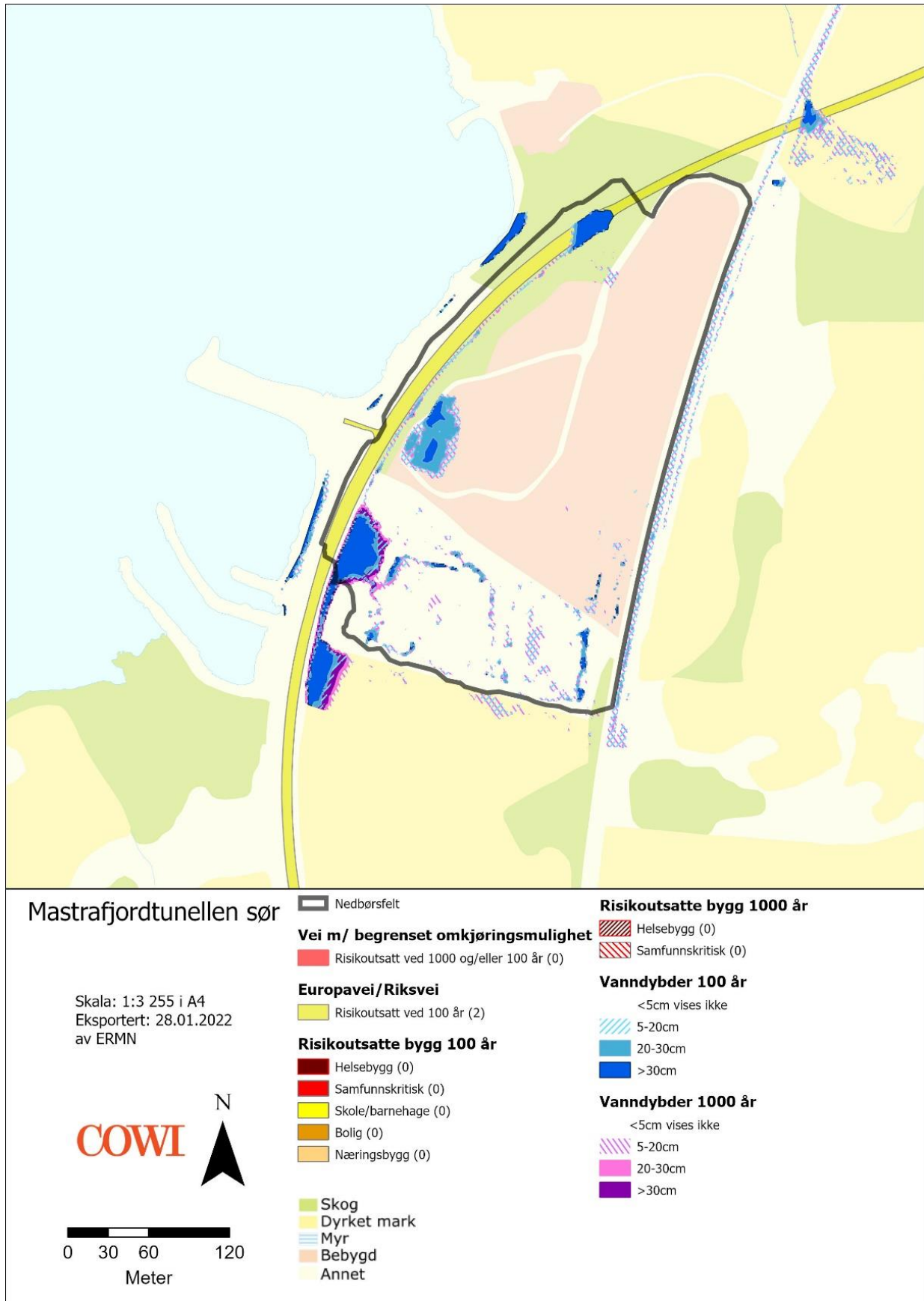
Figur 8-23: [Resultater](#) for [Madla-Revheim](#).



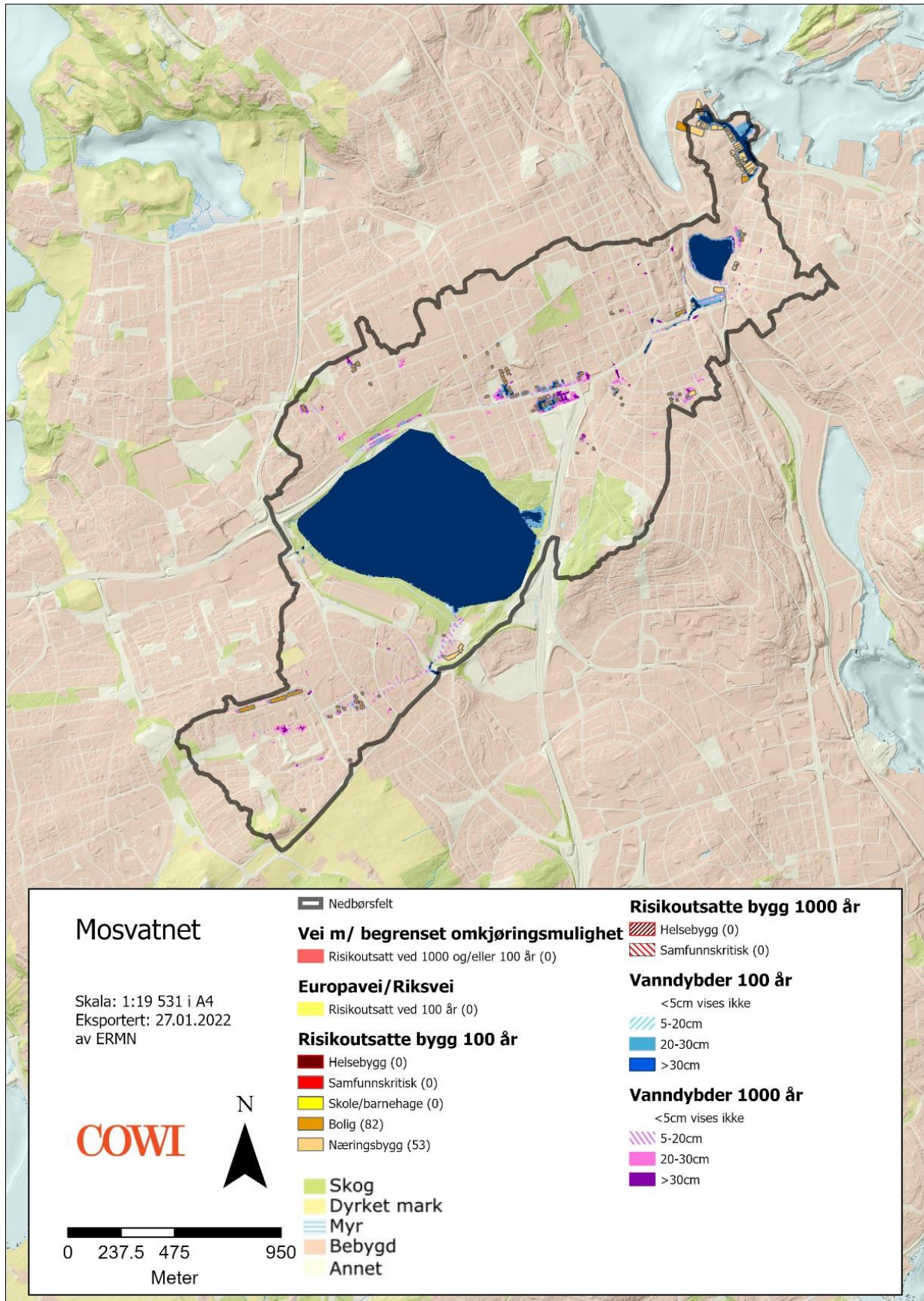
Figur 8-24: Resultater for Madlaveien Øst.



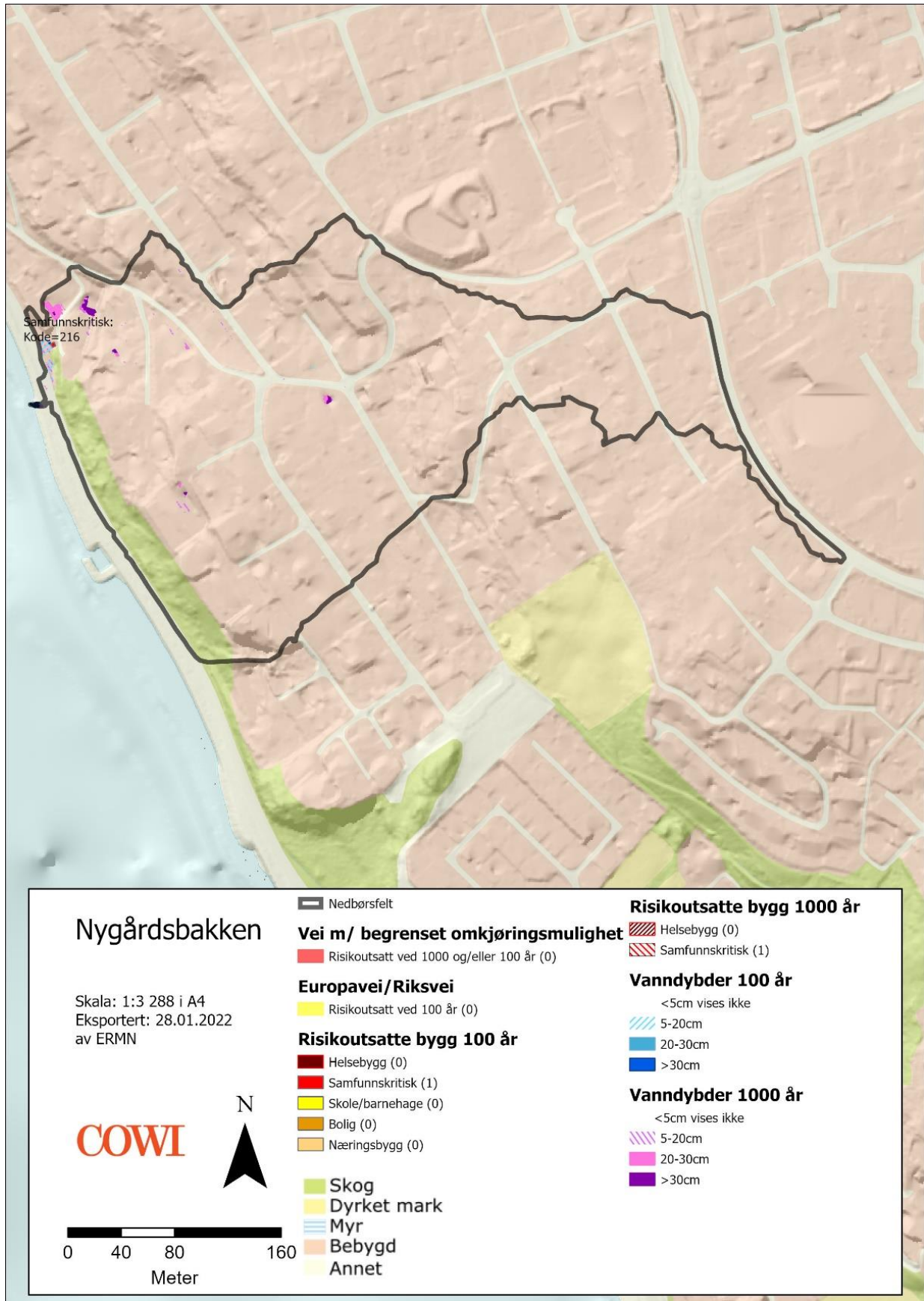
Figur 8-25: Resultater for Mariero. Se flomkart med tiltak.



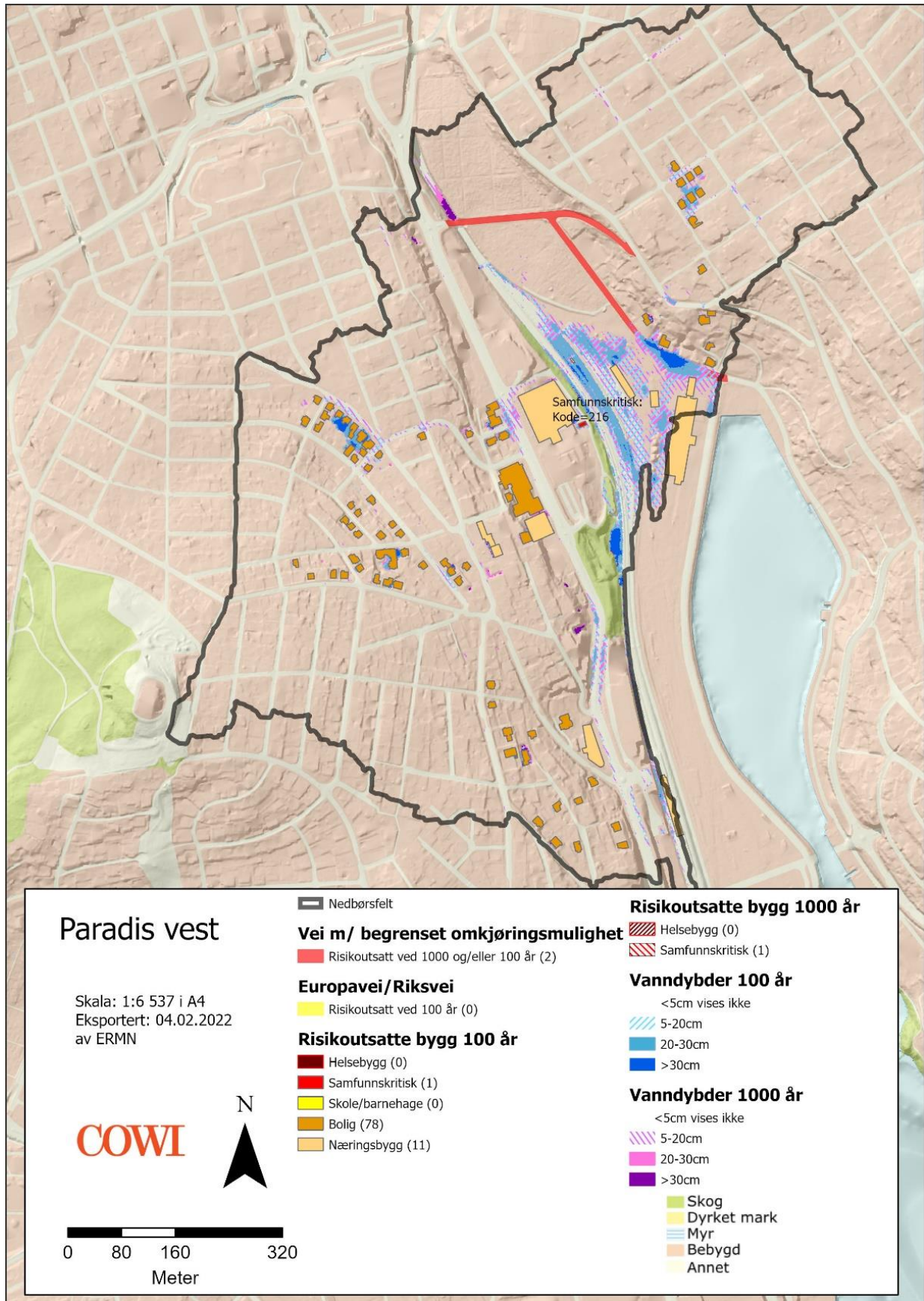
Figur 8-26: [Resultater](#) for [Mastrafjordtunellen sør](#). Se [flomkart](#) med tiltak.



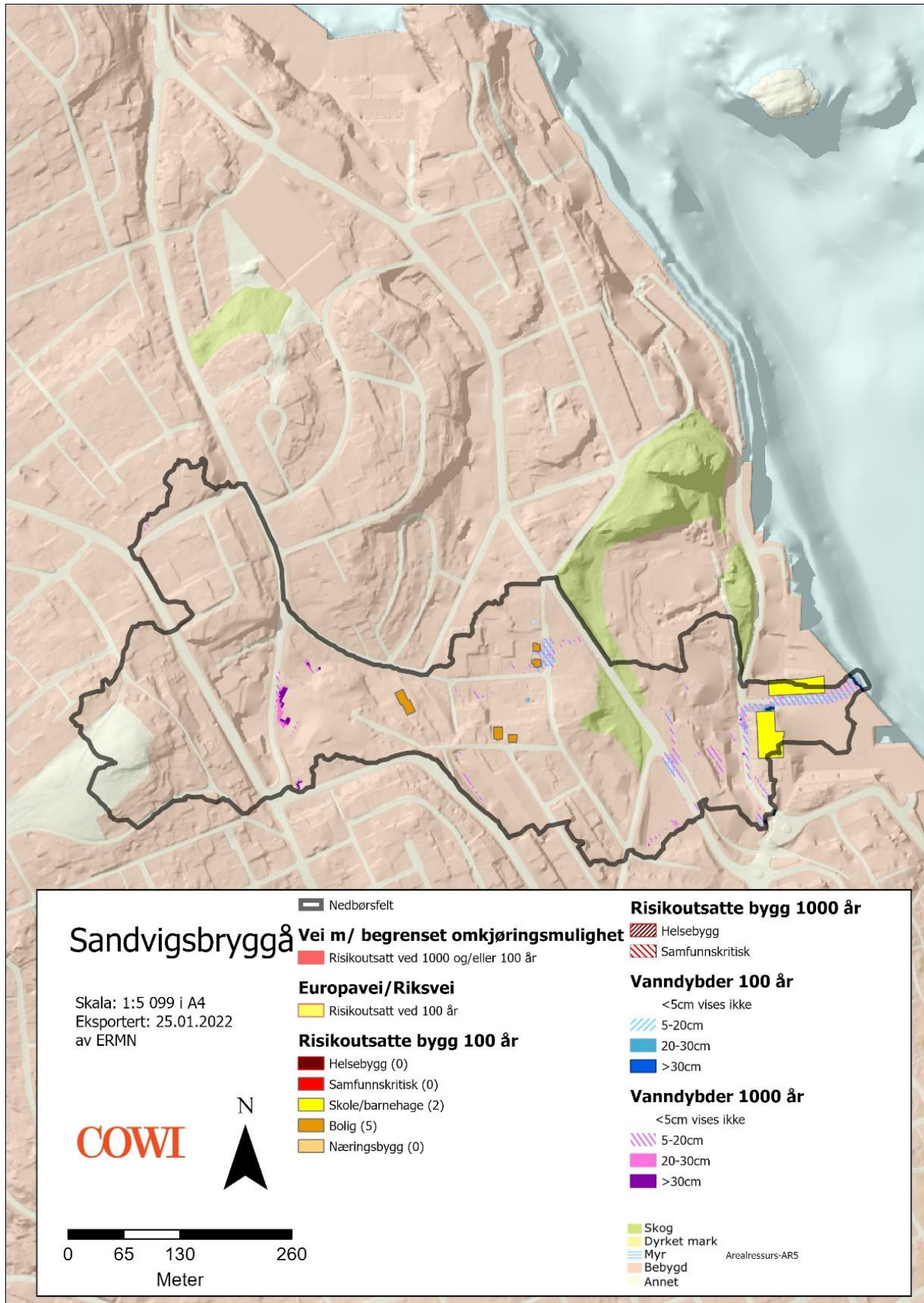
Figur 8-27: [Resultater for Mosvatnet](#). Se [flomkart med tiltak Mosvatnet](#)



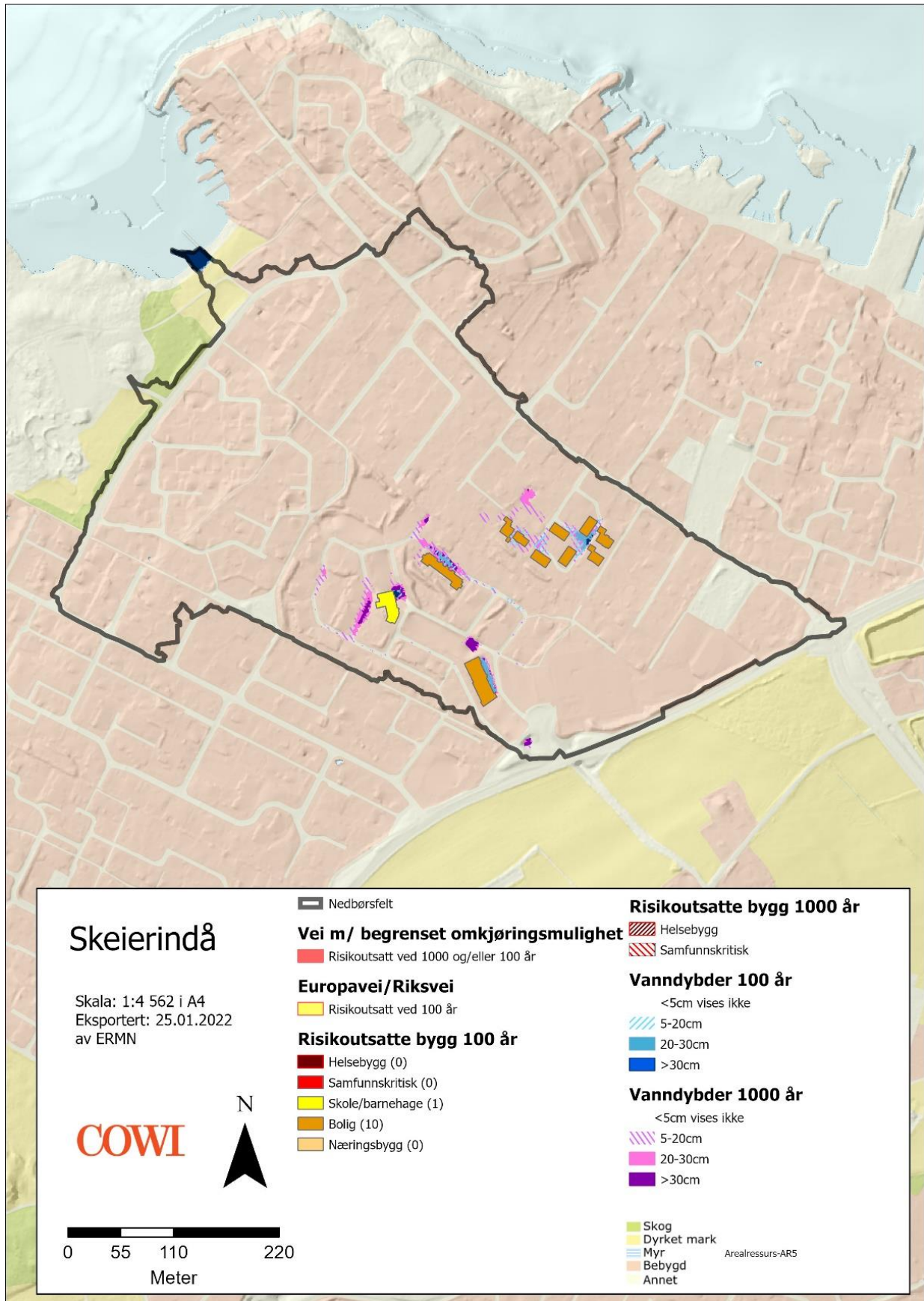
Figur 8-28: Resultater for Nygårdsbakken.



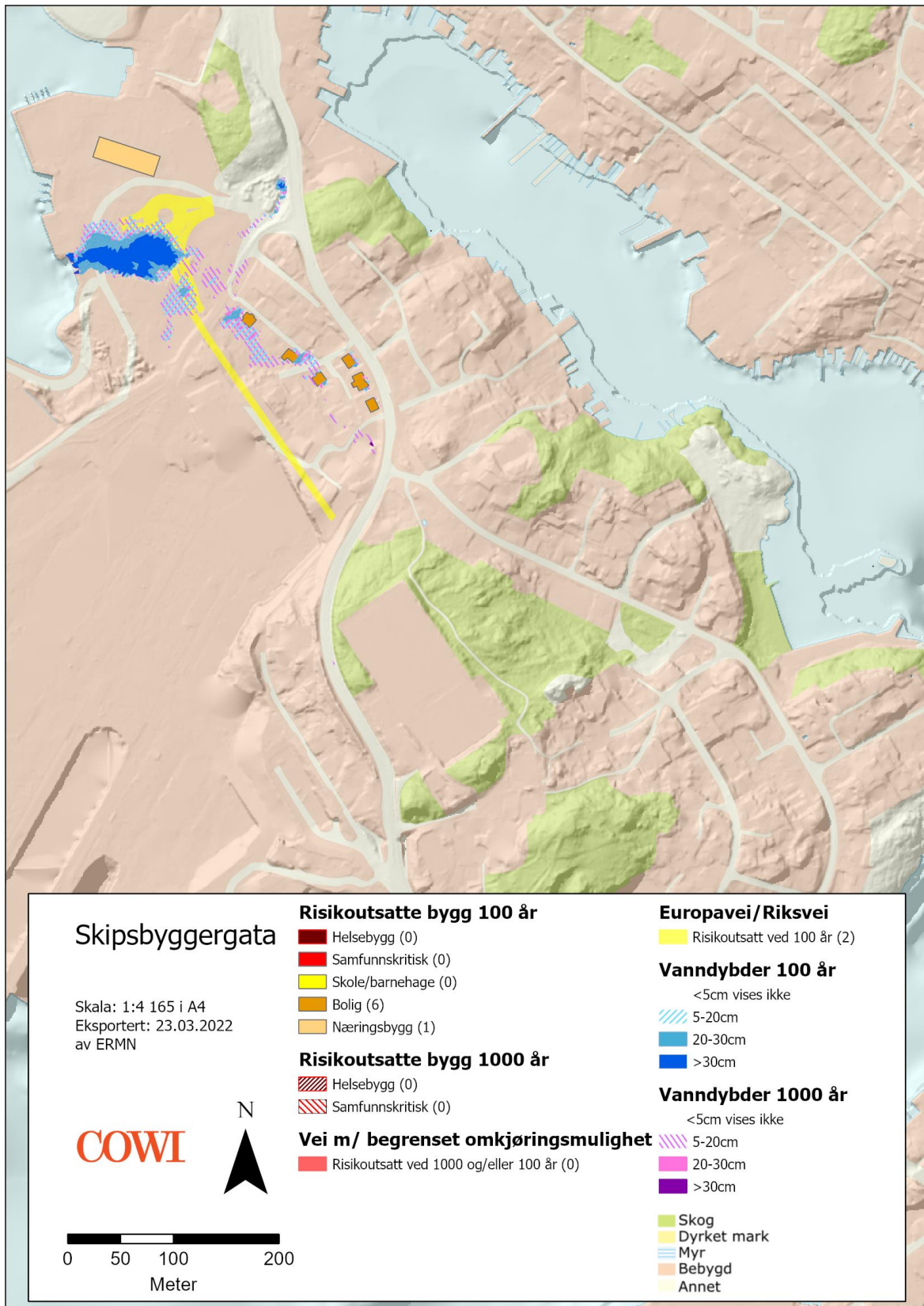
Figur 8-29: Resultater for Paradis vest.



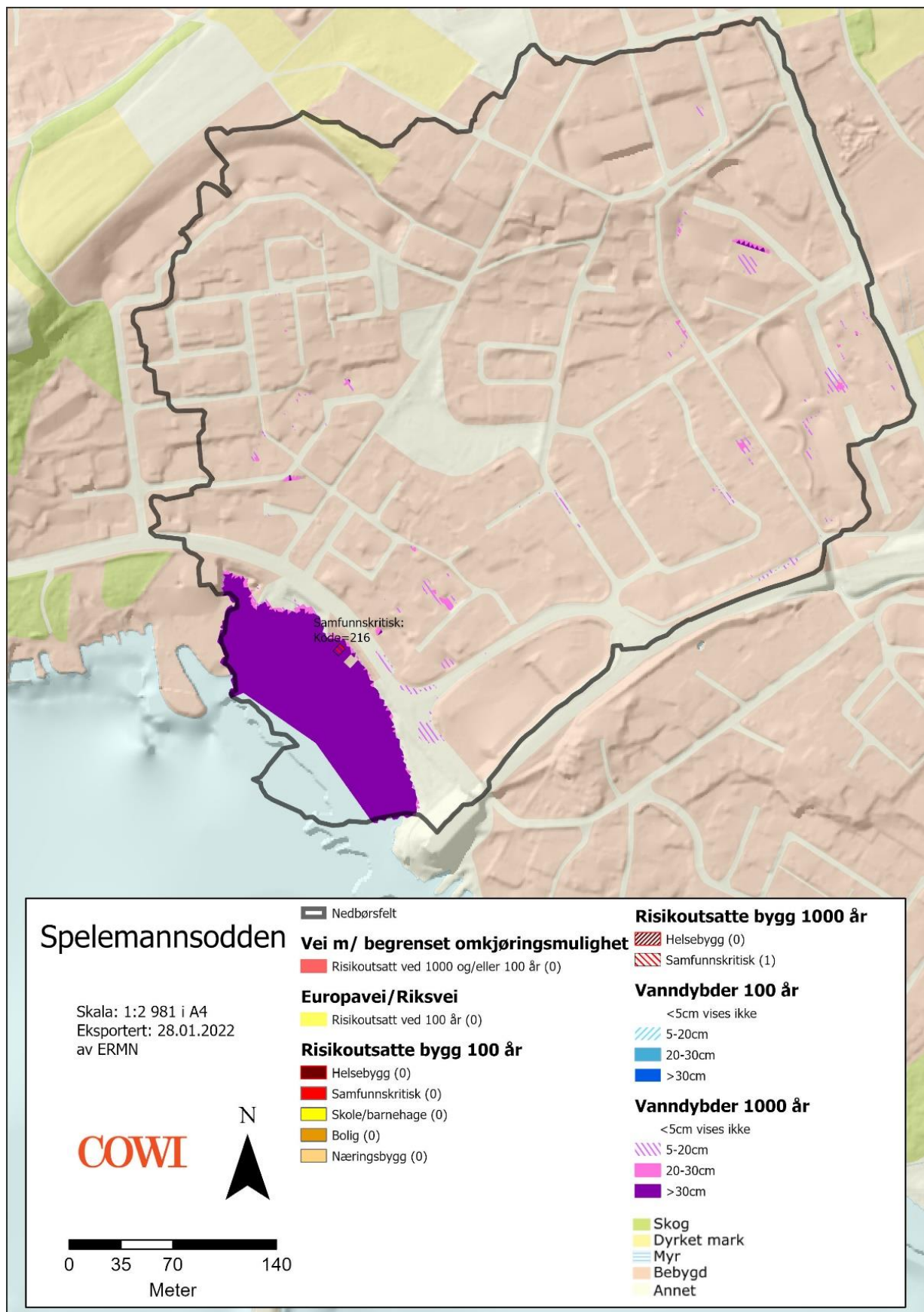
Figur 8-30: Resultater for Sandvigsbryggå.



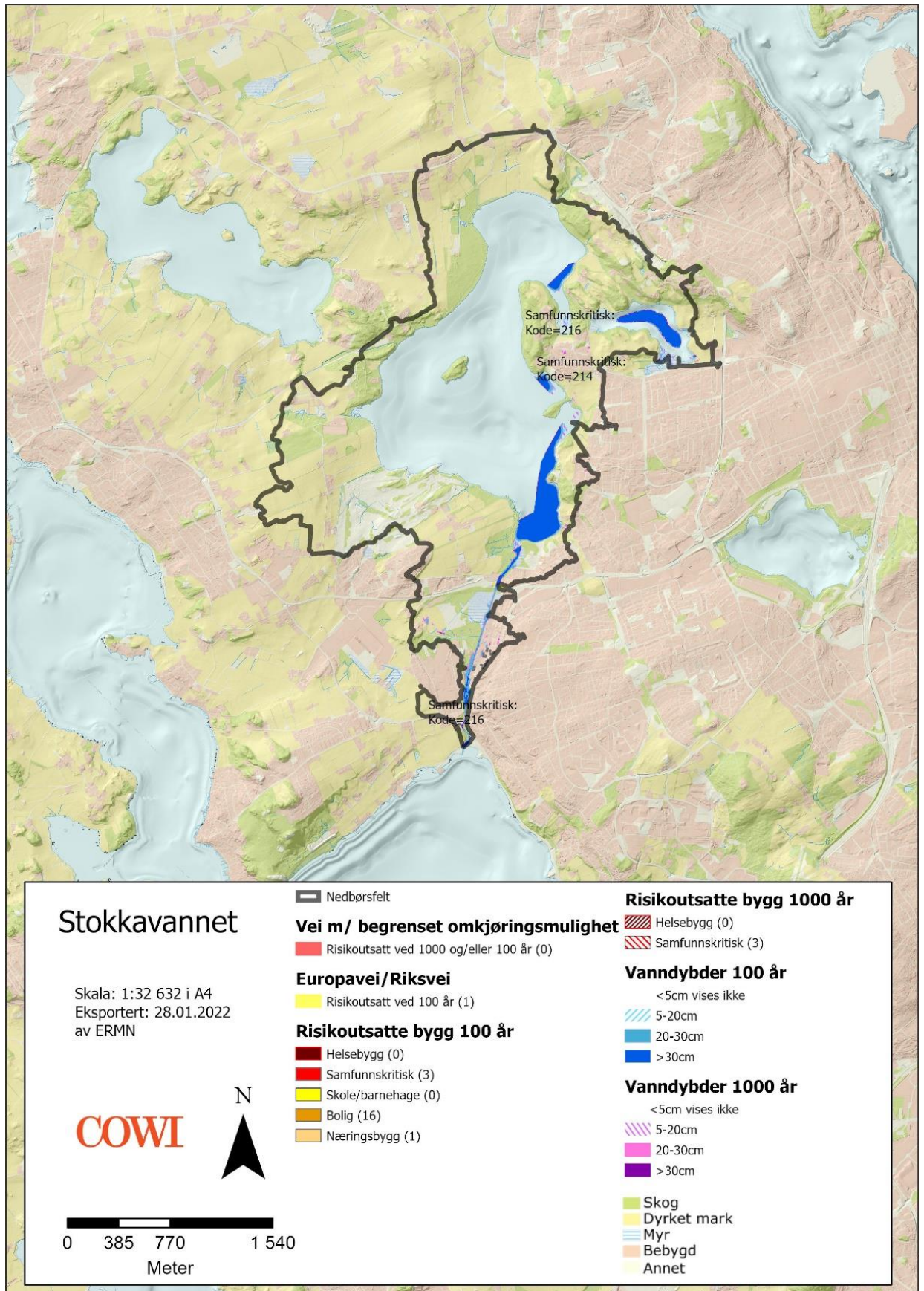
Figur 8-31: Resultater for Skeierindå.



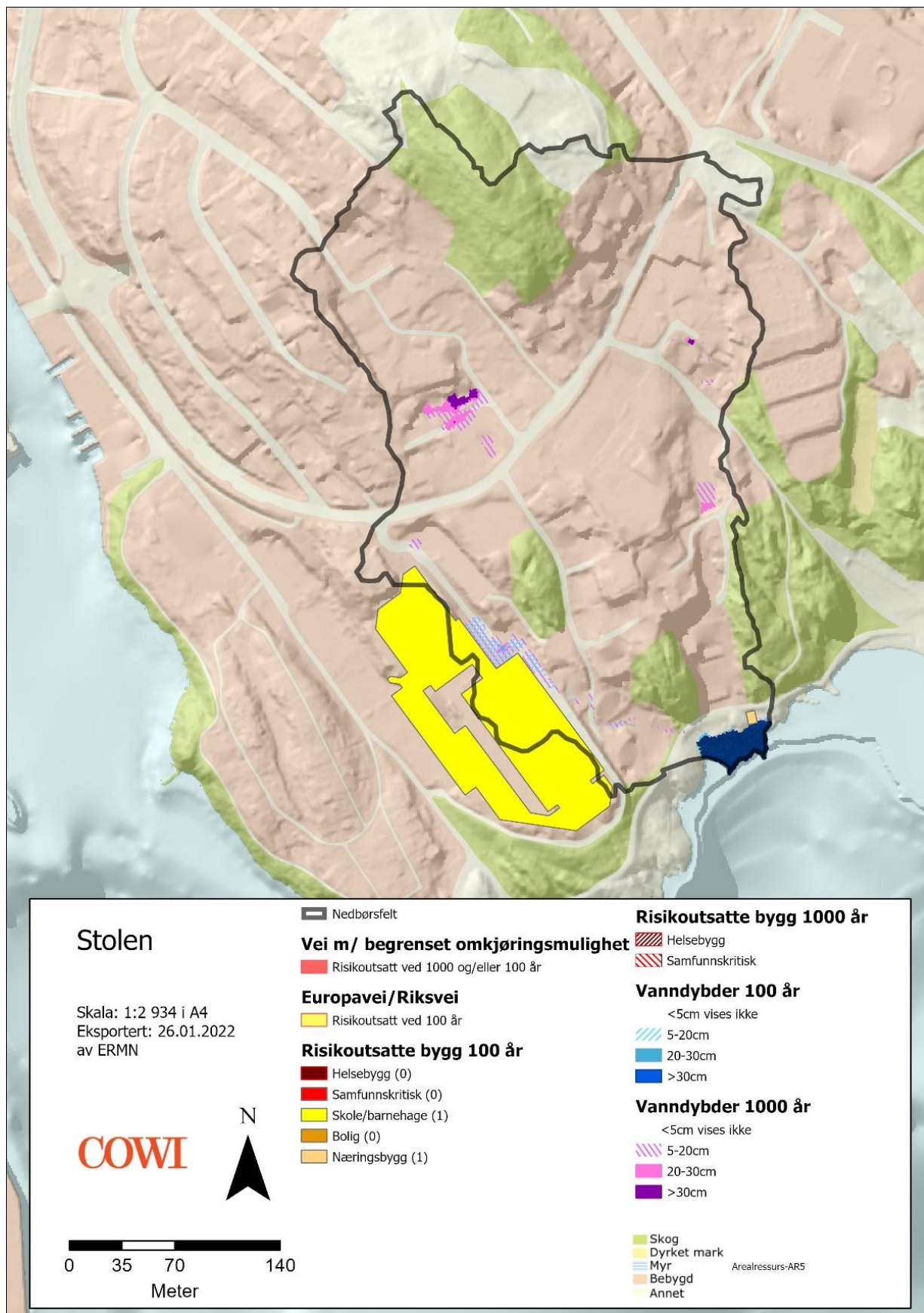
Figur 8-32: Resultater for Skipsbyggergata. Tunnelinngangen er vurdert til å ikke være flomutsatt selv om den er markert i kartet.



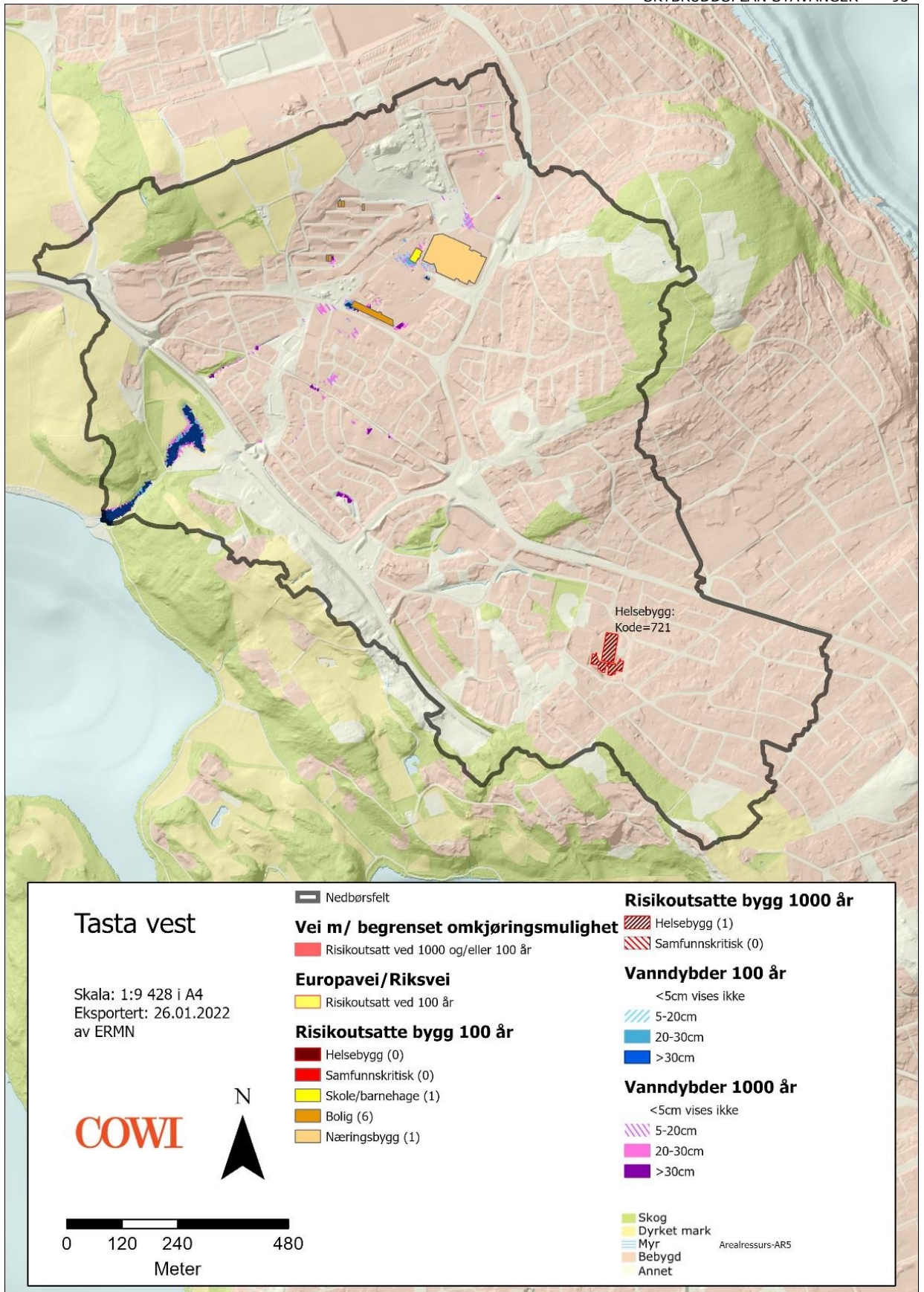
Figur 8-33: Resultater for Spelemannsodden.



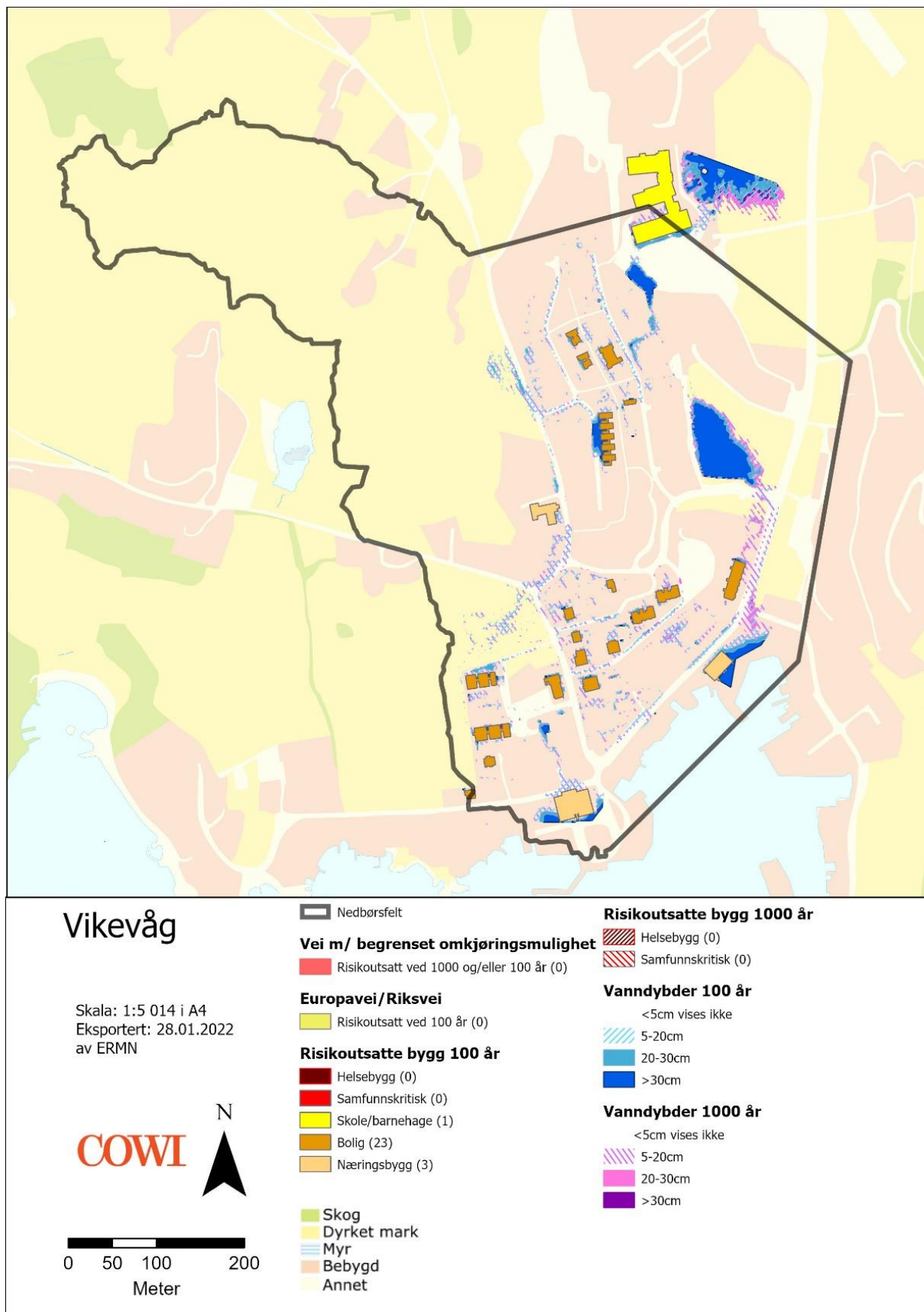
Figur 8-34: Resultater for Stokkavannet.



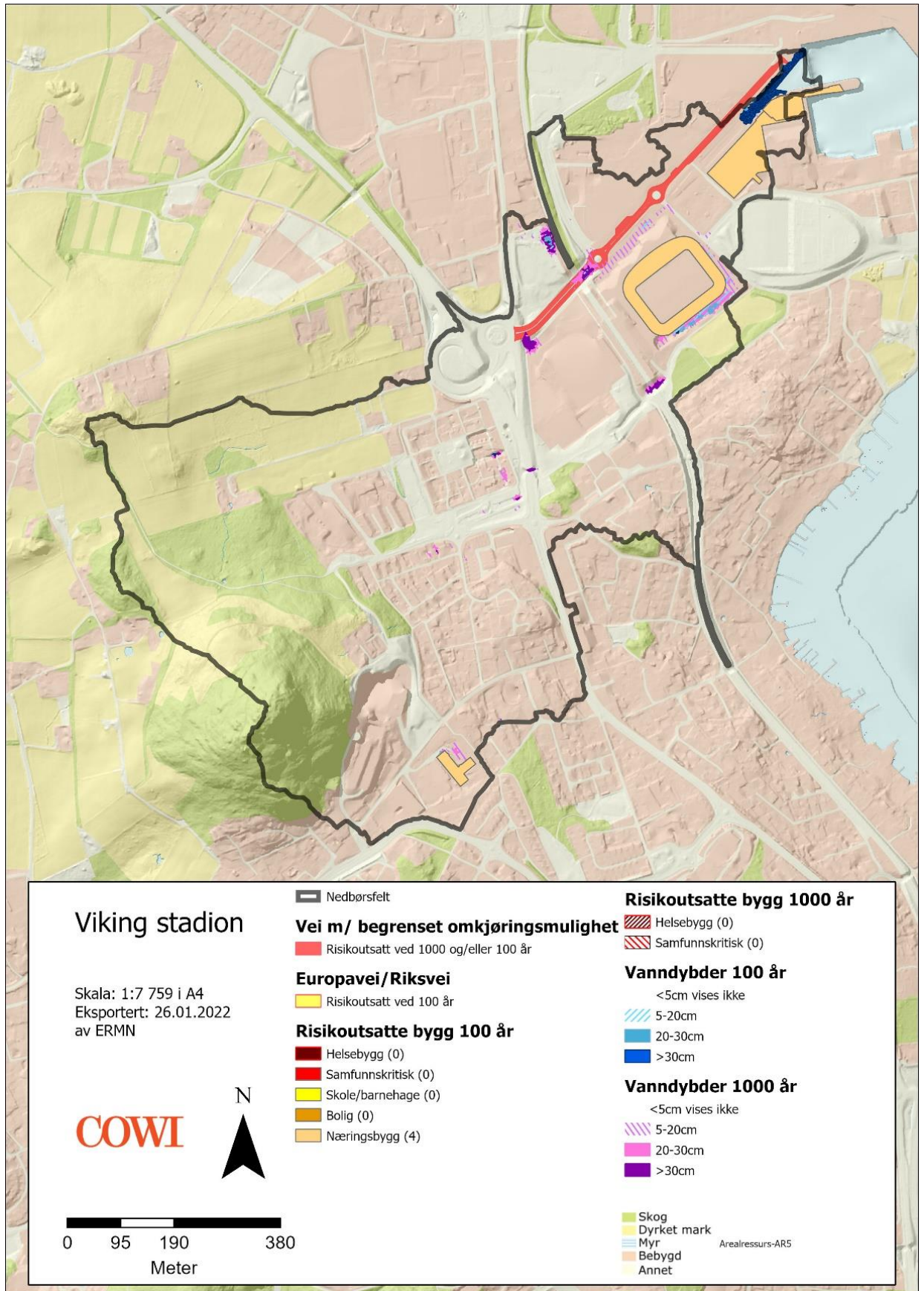
Figur 8-35: Resultater for Stolen.



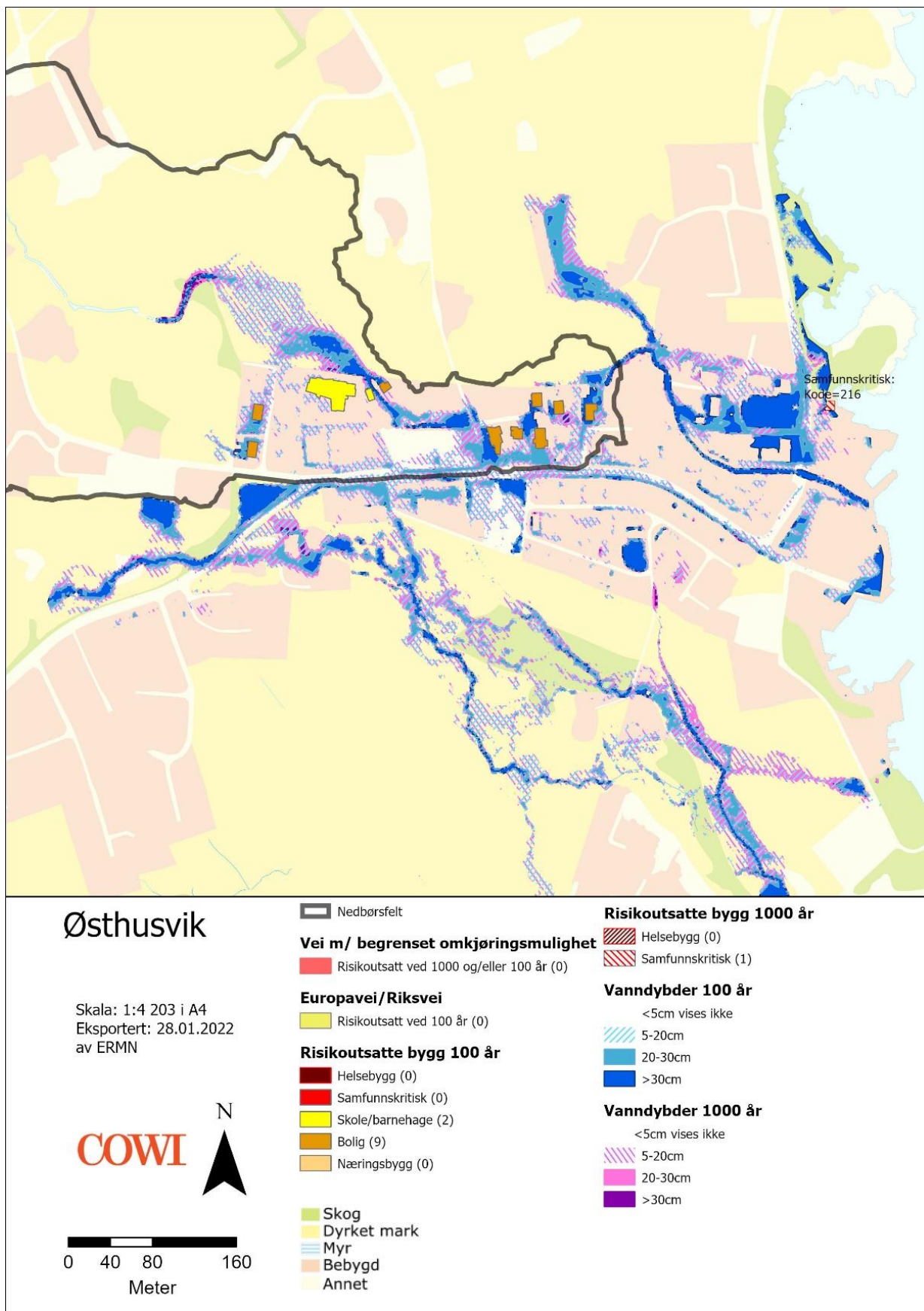
Figur 8-36: [Resultater for Tasta vest.](#)



Figur 8-37: Resultater for Vikevåg.



Figur 8-38: Resultater for Viking stadion. Se flomkart med tiltak Viking stadion.



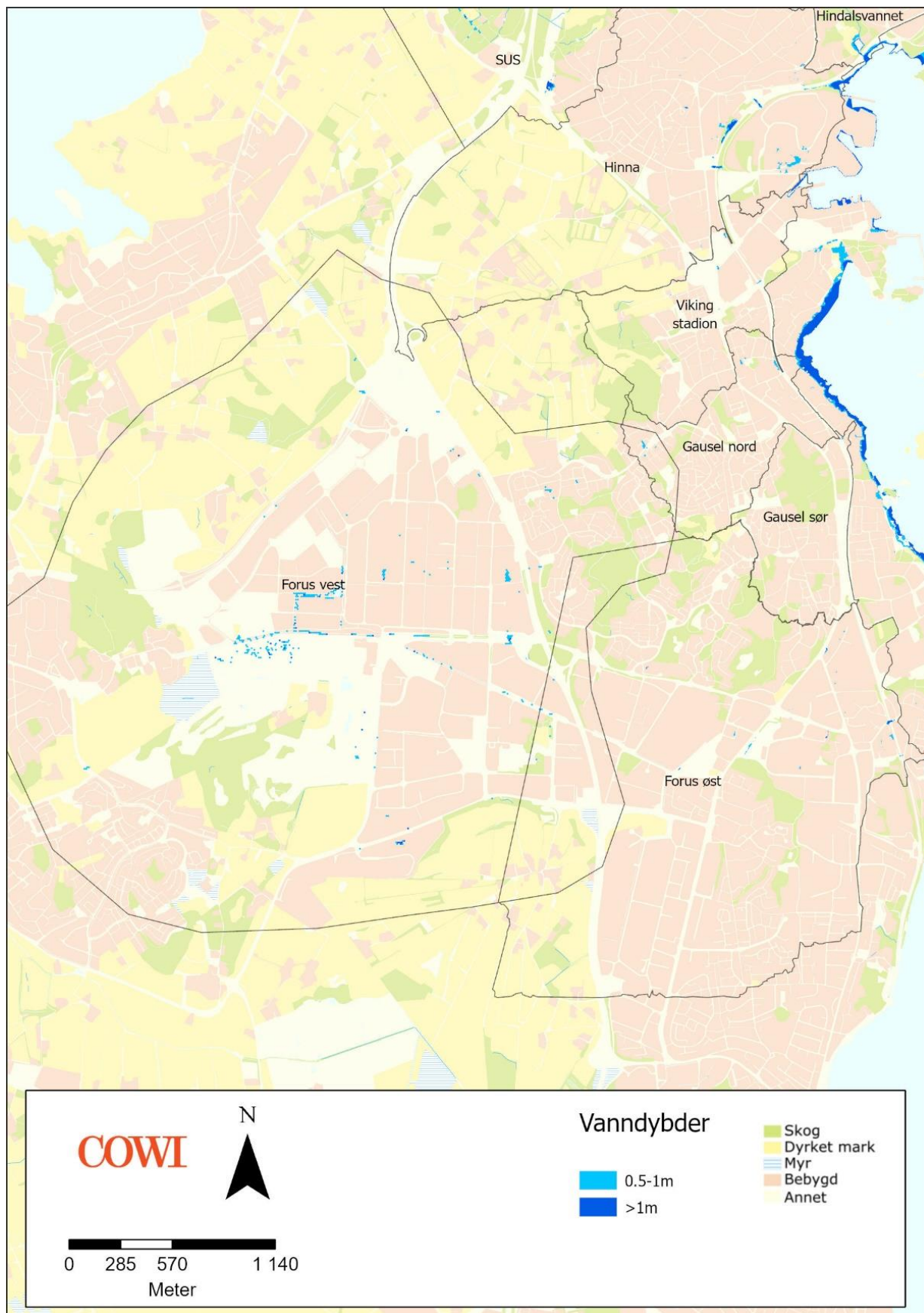
Figur 8-39: Resultater for Østhusvik.

8.2 Områder med fare for personer (utomhusareal) ved 1000 års nedbørshendelse

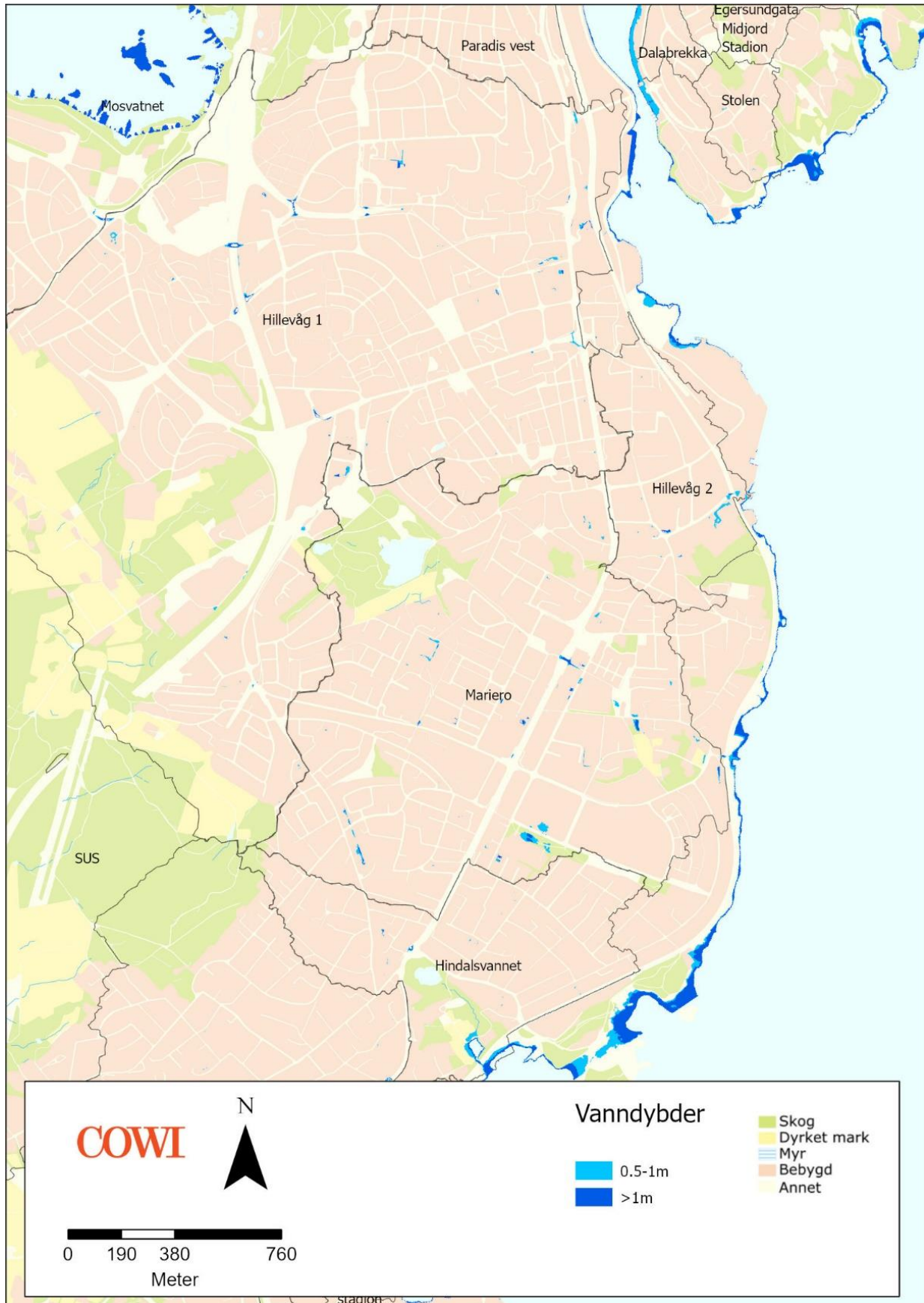
Kartene viser områder i nedslagsfeltene som har vanddybder over akseptkriteriet på 0,5 meter.



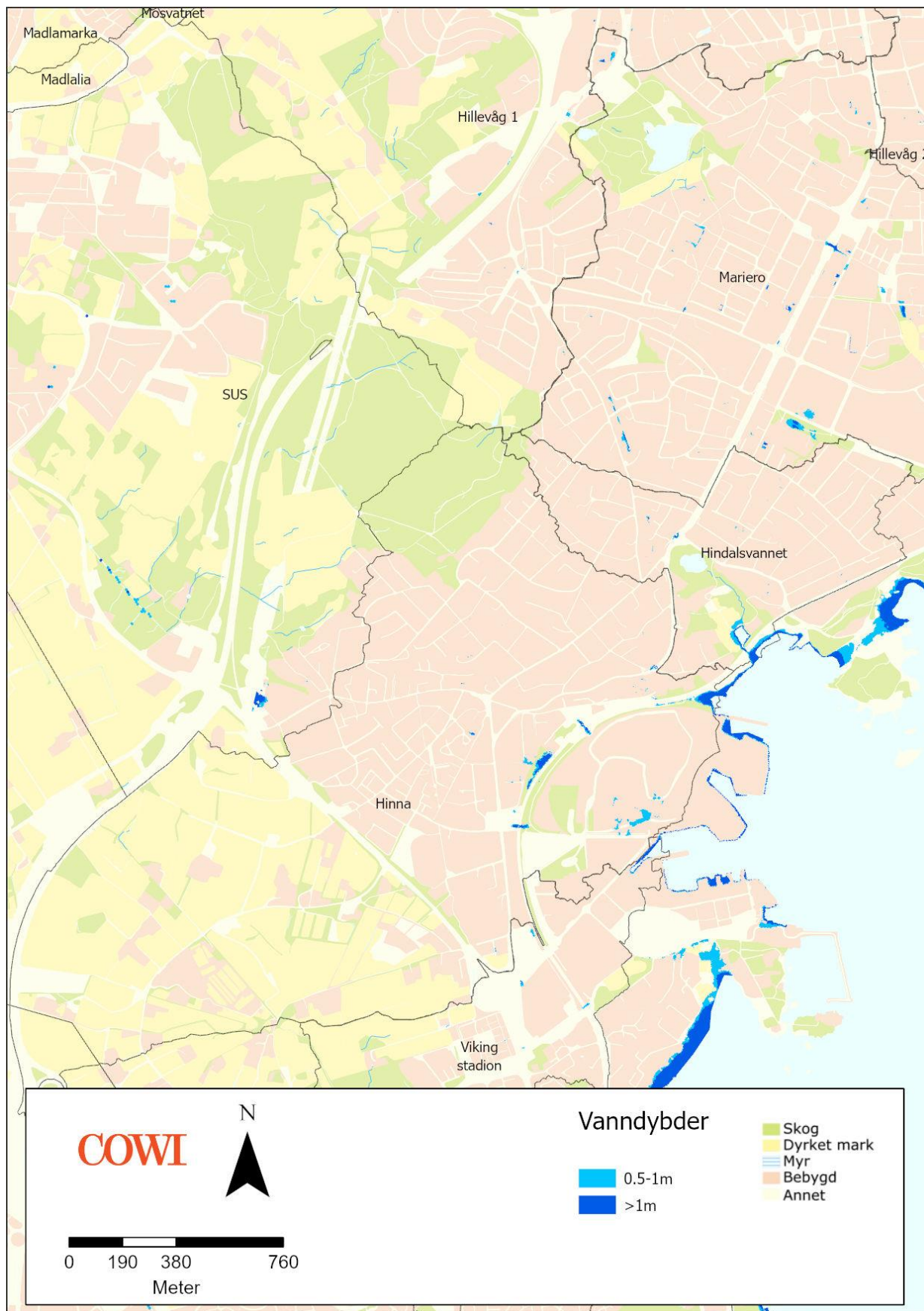
Skybrudd og flomhendelse i København, august 2014. Foto Bax Lindhardt, AFP Photo/NTB Scanpix.



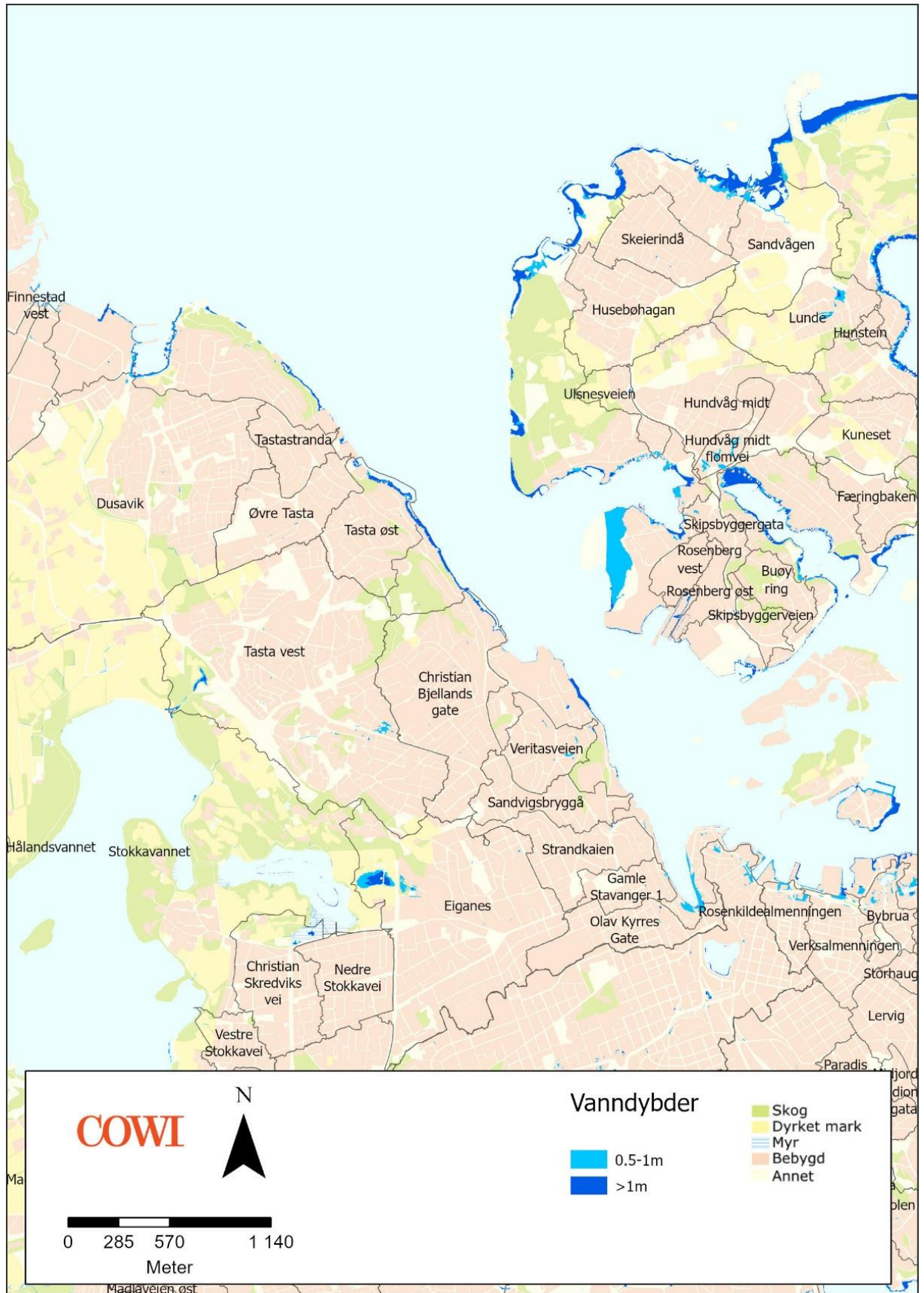
Figur 8-40: Områder med vanndybde over 50 cm. De fleste av disse er grunnet stormflo.



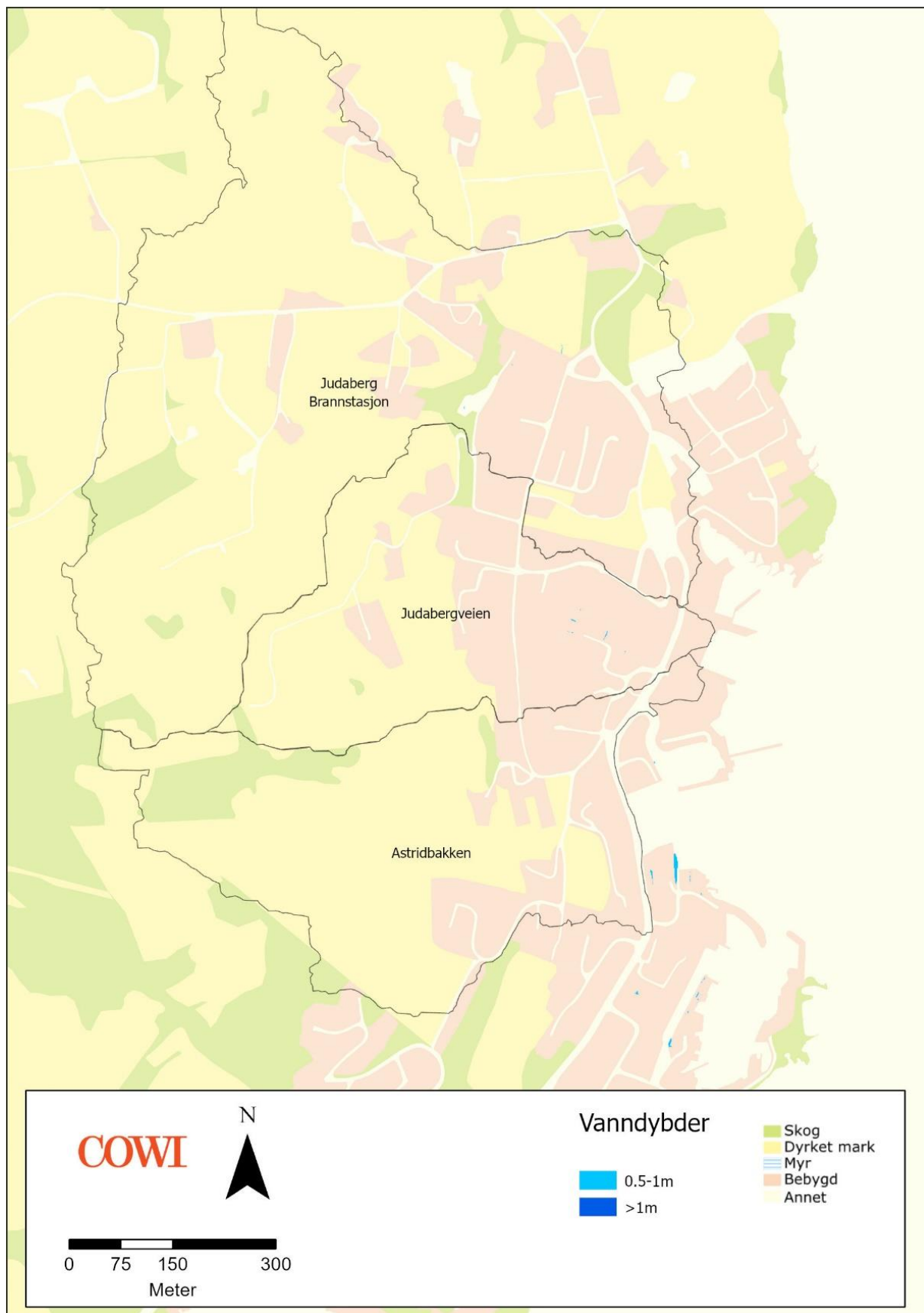
Figur 8-41: Områder med vanndybde over 50 cm. De fleste av disse er grunnet stormflo.



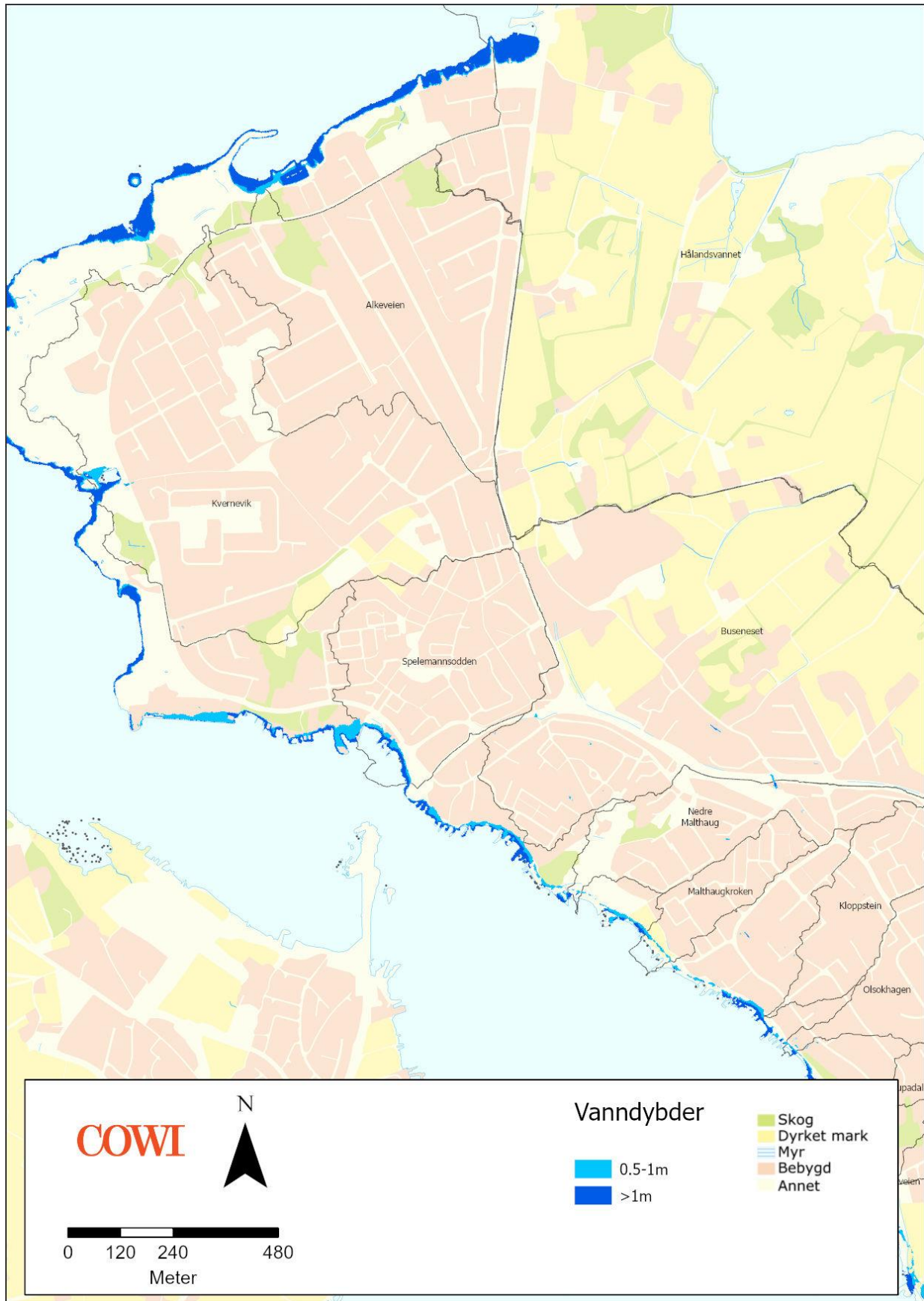
Figur 8-42: Områder med vandybde over 50 cm. De fleste av disse er grunnet stormflo.



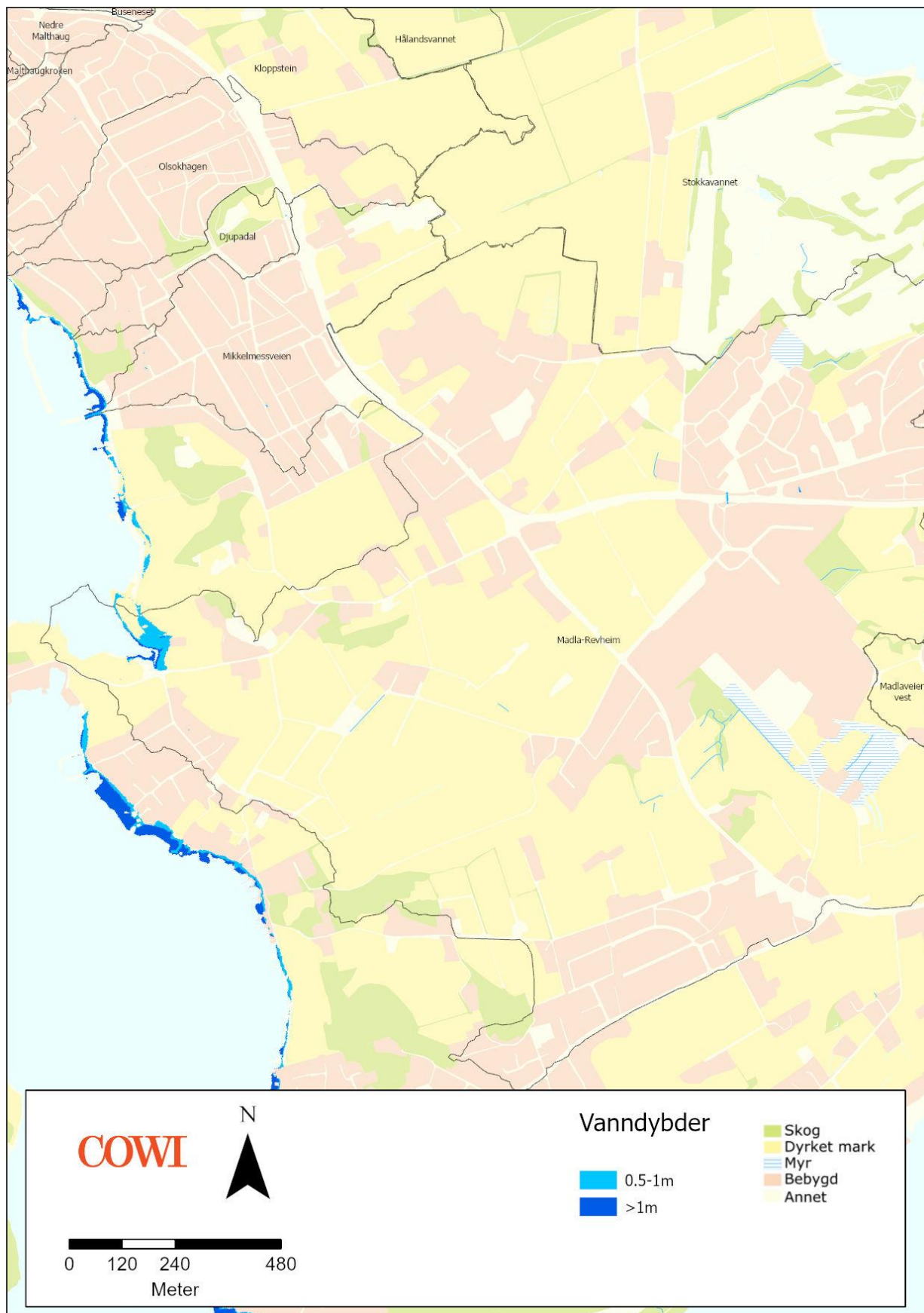
Figur 8-43: Områder med vanndybde over 50 cm. De fleste av disse er grunnet stormflo.



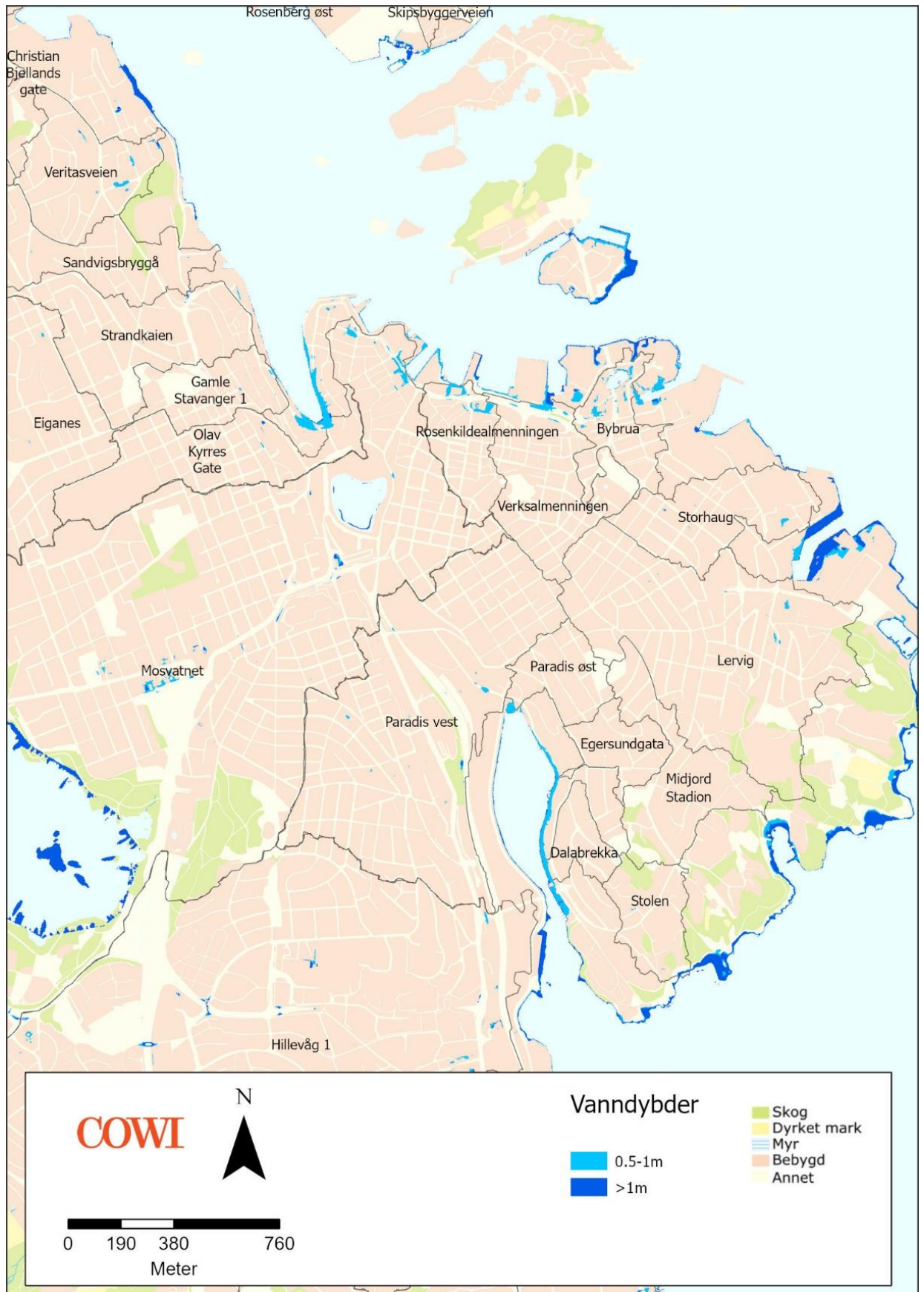
Figur 8-44: Områder med vanndybde over 50 cm. De fleste av disse er grunnet stormflo.



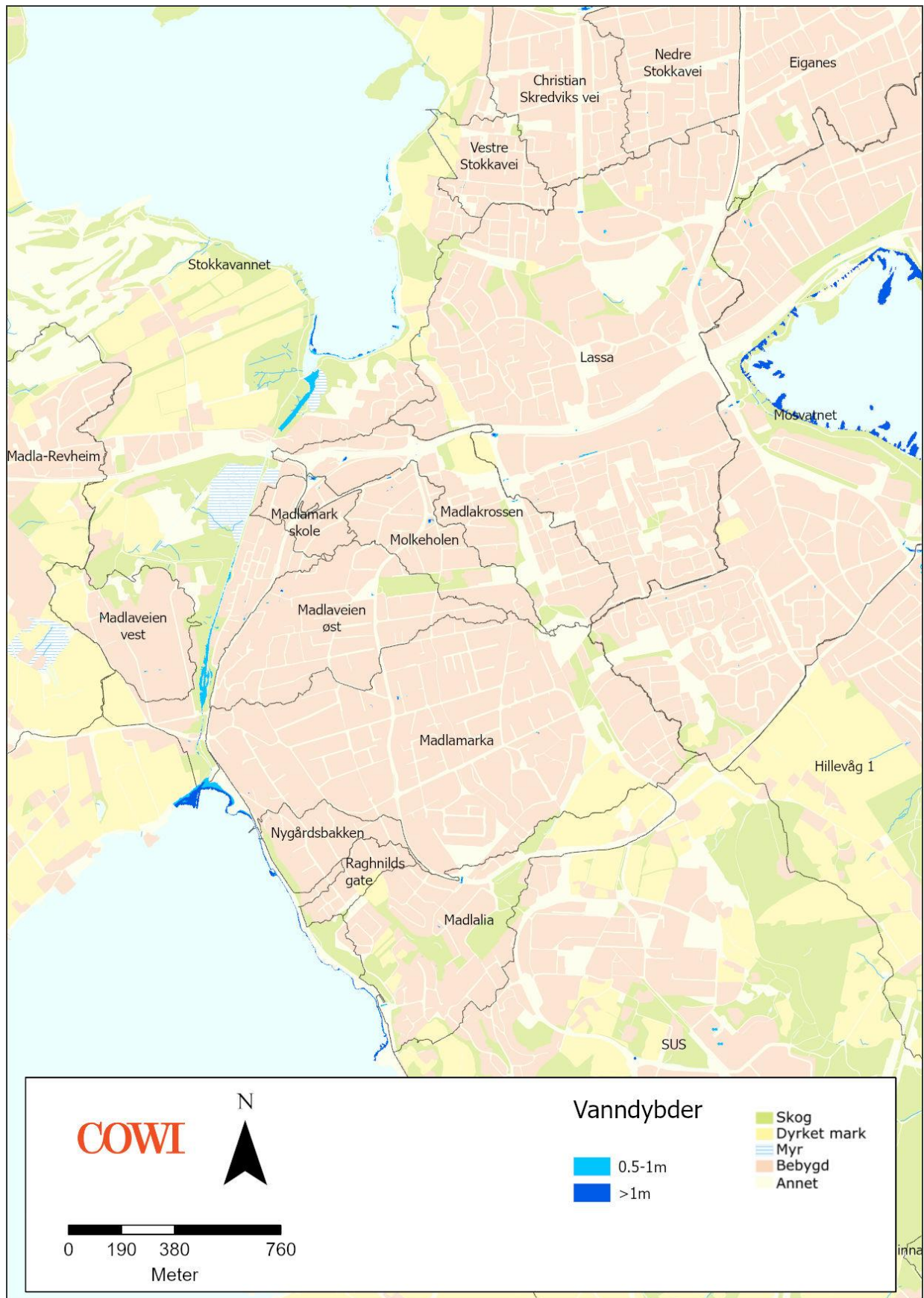
Figur 8-45: Områder med vandybde over 50 cm. De fleste av disse er grunnet stormflo.



Figur 8-46: Områder med vandybde over 50 cm. De fleste av disse er grunnet stormflo.



Figur 8-47: Områder med vanndybde over 50 cm. De fleste av disse er grunnet stormflo.



Figur 8-48: Områder med vandybde over 50 cm. De fleste av disse er grunnet stormflo.