

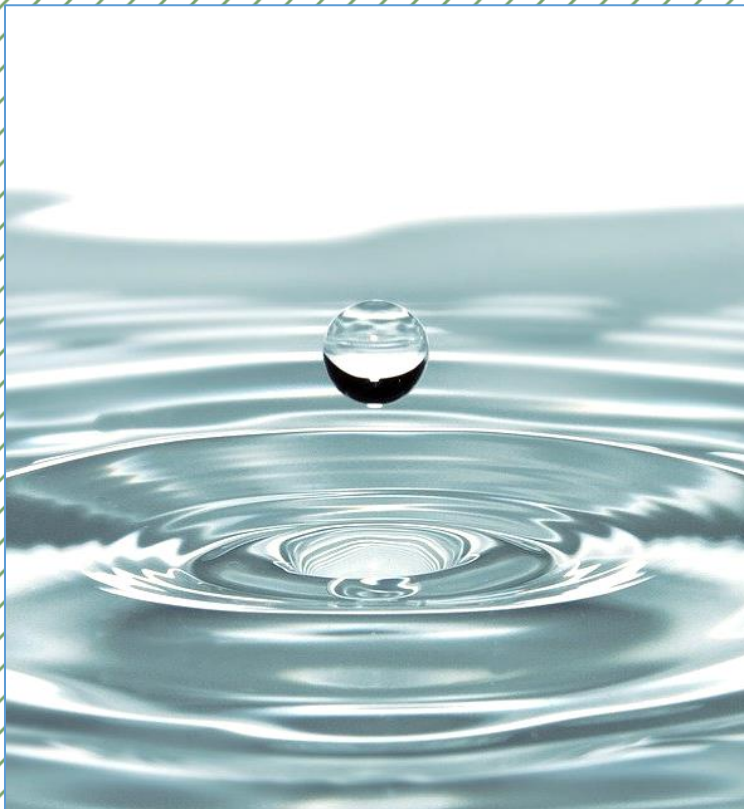
24. januar 2022

OPUS

Møllendalsveien 63

Bergenus, Gnr. 163, Bnr. 577 mfl., Bergen kommune.

RISIKO- OG SÅRBARHETSANALYSE



FORSLAGSSTILLER: Profier
Bergenus, Gnr 163, Bnr 577 mfl. Møllendalsveien 63
PlanID: 4601_64970000
Saksnummer: 201528407

📍 OPUS BERGEN AS
Nordre Nøstekaien 1
N-5011 Bergen

☎ +47 55 21 41 50
✉ post@opus.no
🌐 www.opus.no

Dokumentinformasjon

FORSLAGSTILLER	Profier
RAPPORTTITTEL	Risiko- og sårbarhetsanalyse
UTGAVE/DATO	01 /12.04.2018 02 /24.01.2022
OPPDRAG	P15054 Møllendalsveien 63
TYPE OPPDRAG	Detaljregulering
OPPDRAGSLEDER	Haakon Hegard
TEMA	Risiko- og sårbarhetsanalyse
DOKUMENTTYPE	Rapport
SKREVET AV	Anne Mette Mydland
KVALITETSKONTROLL	STS (2018) /

OPUS

Innhold

1.	Innledning.....	4
1.1	Hensikt	4
1.2	Overordnede planer og retningslinjer	4
2.	Metode	5
1.3	Vurdering av risiko, risikoakseptkriterium	5
1.4	Risikoreducerende tiltak	7
1.5	Forutsetninger	7
3.	Analyseområdet	8
4.	Fareidentifisering	12
5.	Risiko- og sårbarhetsvurdering	16
5.1	Naturfarer	16
5.1.1	Byggegrunn: masseutglidning, marine avsetninger, kvikkleire og erosjon	16
5.1.2	Flom og stormflo/havnivåstigning	17
5.1.3	Overvann/urban flom, vanninntrenging, ekstremnedbør	21
5.1.4	Vind.....	21
5.1.5	Radon.....	23
5.2	Aktuelle menneske- og virksomhetsbaserte farer	23
5.2.1	Brann	23
5.2.2	Trafikkulykker	24
5.2.3	Forurensning	24
5.2.4	Luftforurensning.....	26
5.2.5	Støy eller støv fra trafikk	27
5.3	Beredskapstiltak av betydning for arealplanleggingen	29
5.4	Representative uønskede hendelser	29
6.	Risikoanalyse av uønskede hendelser	30
7.	Usikkerhet	34
8.	Konklusjon	35
9.	Kilder.....	36

1. INNLEDNING

1.1 HENSIKT

En av oppgavene for arealplanlegging etter Plan og bygningsloven er:

§ 3-1.h) fremme samfunnssikkerhet ved å forebygge risiko for tap av liv, skade på helse, miljø og viktig infrastruktur, materielle verdier mv.

Hensikten med en risiko- og sårbarhetsanalyse er å avdekke forhold som kan øke risiko og sårbarheten i samfunnet. Formålet med denne analysen er å avdekke hvilke risiko- eller sårbarhetsforhold som er til stede i planområdet/influensområdet og eventuelt hvilke nye risiko- eller sårbarhetsforhold som tilføres i forbindelse med ny utbygging eller endret arealformål. I plan- og bygningsloven er det følgende krav til risiko- og sårbarhetsanalyse:

§ 4-3. Samfunnssikkerhet og risiko- og sårbarhetsanalyse

” Ved utarbeidelse av planer for utbygging skal planmyndigheten påse at risiko- og sårbarhetsanalyse gjennomføres for planområdet, eller selv foreta slik analyse. Analysen skal vise alle risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformål, og eventuelle endringer i slike forhold som følge av planlagt utbygging. Område med fare, risiko eller sårbarhet avmerkes i planens hensynssone, jf. §§ 11-8 og 12-6. Planmyndigheten skal i arealplaner vedta slike bestemmelser om utbyggingen i sonen, herunder forbud, som er nødvendig for å avverge skade og tap.”

1.2 OVERORDNEDE PLANER OG RETNINGSLINJER

Statlige planretningslinjer (SPR), er nasjonale forventninger til planlegging, som kommunen skal legge til grunn i sin planlegging. Dette er hjemlet i plan- og bygningsloven (PBL) § 6-2. I forhold dette tema er særlig de følgende aktuelle:

- Statlig planretningslinje for klima- og energiplanlegging i kommunene (2009).
- Statlige planretningslinjer for samordnet bolig-, areal- og transportplanlegging (2014).

Av regionale og kommunale planer/dokumenter er de følgende aktuelle:

- FylkesROS Hordaland 2015
- Risiko og sårbarhetsanalyse (ROS) til kommuneplanens arealdel. Fastsetting av akseptkriterier
- Regional klimaplan 2014-2030
- Kommuneplanens arealdel (KPA) 2018
- ROS-analyse til kommuneplanens arealdel (KPA) 2018

2. METODE

Metoden som benyttes i ROS-analysen er en grovanalyse basert på prinsippene i NS5814 «Krav til risikovurderinger» og kan deles inn i følgende trinn:

1. Identifisering av uønskede hendelser ved gjennomgang og eventuell supplering av sjekklister.
2. Risikoanalyse av aktuelle uønskede hendelser for planlagt situasjon.
3. Evaluering av risiko i planområdet og som følge av planen, samt forslag til avbøtende tiltak.

1.3 VURDERING AV RISIKO, RISIKOAKSEPTKRITERIUM

Risiko kan defineres som: «Et uttrykk for den fare som uønskede hendelser representerer for mennesker, miljø eller materielle verdier, og hvor risikoen uttrykkes ved sannsynligheten for og konsekvensene av de uønskede hendelsene.» (Rausand og Utne, 2009, s.369).

Risiko blir i denne sammenhengen definert utfra sannsynlighet for og konsekvens av hendelser. For å vurdere sannsynlighet og konsekvens legger man til grunn akseptkriterier som gir et grunnlag for beslutning om hva som akseptabel risiko.

Denne analysen er koordinert og gjennomført av Opus Bergen AS. Analysen baserer seg på utførte rapporter knyttet til reguleringsplanen, undersøkelser og rapporter utført i forbindelse med tilgrensende reguleringsplaner, samt offentlig tilgjengelige data knyttet til samfunnssikkerhet. I tillegg er kartanalyser og befaring i analyseområdet alltid nyttige i slike analyser. For arbeidet med fareidentifisering ble prosjektleder for planen inkludert i arbeidet for å identifisere farer og eventuell relevans for videre analyse.

I risikoanalysen plasseres de aktuelle faremomentene inn i en risikomatrix gitt av faremomentets sannsynlighet og konsekvens.

Bergen kommune har i Byrådsak 54/13 vedtatt følgende risikoakseptkriterier:

Sannsynlighetsinndeling

Sannsynlighet	
S5	En hendelse oftere enn hvert 20. år
S4	En hendelse per 20 – 200 år
S3	En hendelse per 200 – 1000 år
S2	En hendelse per 1000 – 5000 år
S1	En hendelse sjeldnere enn 5000 år

Konsekvensinndeling

Konsekvens		Liv og helse
K1	Ubetydelig/ ufarlig	<ul style="list-style-type: none"> - Ubetydelige personskader. - Ingen fravær.
K2	Mindre alvorlig/ en viss fare	<ul style="list-style-type: none"> - Mindre personskade. - Sykemelding i noen dager.
K3	Betydelig/ kritisk	<ul style="list-style-type: none"> - Betydelig personskader. - 0-10 personer alvorlig skadd. - Personer med sykefravær i flere uker.
K4	Alvorlig/ farlig	<ul style="list-style-type: none"> - Alvorlig personskade. - 10-20 personer alvorlig skadde. - 1-10 personer døde.
K5	Svært alvorlig/ katastrofalt	<ul style="list-style-type: none"> - Svært alvorlig personskade. - Mer enn 20 alvorlig skadde personer. - Mer enn 10 døde personer.

Konsekvens		Økonomiske/ materielle verdier
K1	Ubetydelig/ ufarlig	<ul style="list-style-type: none"> - Ubetydelig skade. - Mindre enn 500000 kr. - Teknisk infrastruktur påvirkes i liten grad.
K2	Mindre alvorlig/ en viss fare	<ul style="list-style-type: none"> - Mindre skader. - 500000 – 10 mill. kr. - Teknisk infrastruktur settes ut av drift i noen timer.
K3	Betydelig/ kritisk	<ul style="list-style-type: none"> - Betydelige skader. - 10 – 100 mill. kr. - Teknisk infrastruktur settes ut av drift i flere døgn.
K4	Alvorlig/ farlig	<ul style="list-style-type: none"> - Alvorlige skader. - 100 – 500 mill. kr. - Teknisk infrastruktur settes ut av drift i flere måneder. Andre avhengiges systemer rammes midlertidig.
K5	Svært alvorlig/ katastrofalt	<ul style="list-style-type: none"> - Svært alvorlige skader - Mer enn 500 mill. kr. - Teknisk infrastruktur og avhengige systemer settes permanent ut av drift.

Konsekvens		Miljø (jord, vann og luft)
K1	Ubetydelig/ ufarlig	<ul style="list-style-type: none"> - Ubetydelig miljøskader. - Mindre utslipp. - Ikke registrerbar resipient.
K2	Mindre alvorlig/ en viss fare	<ul style="list-style-type: none"> - Mindre alvorlig, men registrerbare skade. - Noe uønsket utslipp. - Restaureringstid mindre enn 1 år.
K3	Betydelig/ kritisk	<ul style="list-style-type: none"> - Betydelig miljøskade. - Betydelig utslipp. - Behov for tiltak. - Restaureringstid 1 -3 år.
K4	Alvorlig/ farlig	<ul style="list-style-type: none"> - Alvorlig miljøskade. - Stort utslipp med behov for tiltak. - Restaureringstid 3 -10 år.
K5	Svært alvorlig/ katastrofalt	<ul style="list-style-type: none"> - Svært alvorlig miljøskade. - Stort ukontrollert utslipp med svært stort behov for tiltak. - Restaureringstid mer enn 10 år.

Risikomatrise

Konsekvens		Ubetydelig/ Ufarlig	Mindre alvorlig/ En viss fare	Betydelig/ Kritisk	Alvorlig/ Farlig	Svært alvorlig/ Katastrofe
Sannsynlighet		K1	K2	K3	K4	K5
En hendelse oftere enn hvert 20 år	S5					
En hendelse per 20 - 200 år	S4					
En hendelse per 200-1000 år	S3					
En hendelse per 1000-5000 år	S2					
En hendelse sjeldnere enn 5000 år	S1					

- Rødt felt indikerer uakseptabel risiko. Tiltak må iverksettes for å redusere denne ned til gul eller grønn.
- Gult felt indikerer risiko som bør vurderes med hensyn som reduserer risiko.
- Grønt felt indikerer akseptabel risiko.

1.4 RISIKOREDUSERENDE TILTAK

Risikoreduserende tiltak knyttes til reduksjon av risiko ved å redusere sannsynlighet (forebyggende) og/eller konsekvens (beredskap). Det kan for eksempel gjelde å få faremomentet ned fra gul til grønn sone. Forslag til risikoreduserende tiltak gis i risikoanalyse av representative uønskede hendelser som velges etter fareidentifisering. Også for hendelser som ikke havner i risiko, kan det foreslås tiltak, for å gjøre forholdene enda bedre.

1.5 FORUTSETNINGER

Denne risiko- og sårbarhetsanalysen er overordnet og kvalitativ, den fokuserer hovedsakelig på planlagt arealbruk i planområdet, men der det er relevant inkluderes også dagens situasjon. Dvs. når den eksisterende situasjon påvirker den nye arealbruken er dette tatt med i analysen.

3. ANALYSEOMRÅDET

Denne risiko- og sårbarhetsanalysen er gjennomført i forbindelse med utarbeiding av reguleringsplan for gnr. 163 bnr. 577 m.fl. Forslagsstiller er Profier. Det er ønskelig å utvikle eiendommen til boligformål, samt noe næring i 1. etasje i deler av det gamle sementstøperiet.

Planområdet ligger på Møllendal i Bergen sentrum, like sør for Store Lungegårdsvann i Bergenhus bydel. I vest grenser planområdet til Møllendalselven, som også er delvis inkludert i planområdet. I nord grenser planområdet til vegarealer på gnr. 163 bnr. 10, i øst mot Møllendalsveien samt mot gnr. 163 bnr. 11 og gnr. 163 bnr. 18 i sør. På eiendommene omkring planområdet er det stort sett nyere bebyggelse i form av boligblokker, samt den nylig oppførte Kunsthøgskolen som åpnet i 2017. Planområdet er avsatt til byfortettingssone (BY2) i kommuneplanens arealdel (KPA 2018). Planområdet er i hovedsak uregulert.

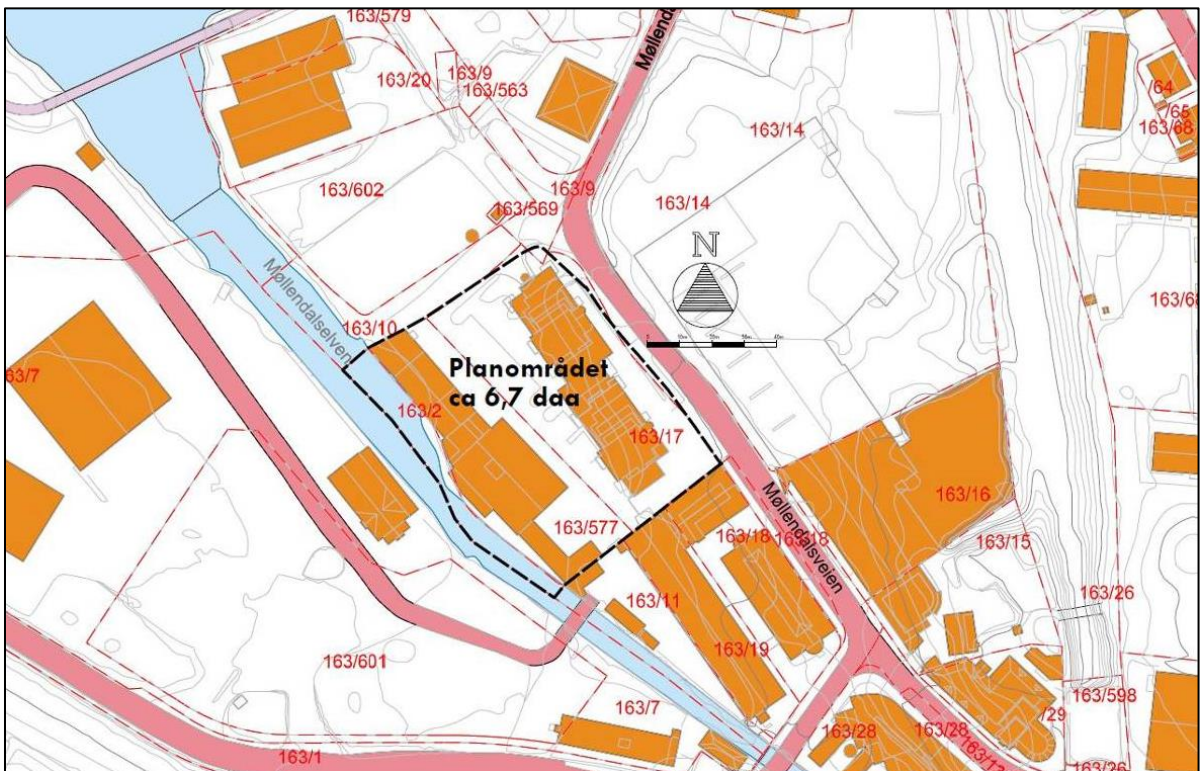
Møllendal har tidligere vært et industriområde dominert av lave, arealkrevende bygg og store parkeringsflater. I dag er området under transformasjon med fortetting av bolig og offentlig/privat tjenesteyting, og omfatter blant annet dagligvarebutikker, restauranter og kaféer. Området har god infrastruktur for alle transportmidler. Ny bybanelinje til Fyllingsdalen kommer like ved planområdet. Med denne bedres også infrastrukturen for gående og syklende, og myke trafikanter prioriteres i området på bekostning av bilen. Langs elveløpet i vest er det regulert for en promenade som blir en del av en sammenhengende blågrønn korridor.

Planen tilrettelegger for en utbygging innenfor BBB (nytt leilighetsbygg) og BKB1 (Cementstøperiet), samt fellesløsning med BKB2 (eksisterende boligblokker i øst mot Møllendalsveien) i form av et dekke med felles uteoppholdsareal som ligger over et felles parkeringsanlegg. Planforslaget regulerer inntil 38 nye leiligheter. Cementstøperiet, BKB1, er vist med hensynssone bevaring. Her åpnes det for en kombinasjon av forretning, tjenesteyting, kontor og lager. Resterende bygningsmasse innenfor eiendommen rives, og det bygges nye leilighetsbygg innenfor regulert formål BBB.

Planområdet sin beliggenhet på gammel utfylling og nær elv og sjø, er det som fører til de viktigste ROS-relaterte utfordringene i planområdet. Det er utarbeidet egne utredninger for flom, VA, grunnforhold, tilstandsrapport m.m., som ligger til grunn for ROS-analysen og tiltak som skal utføres i planforslaget.



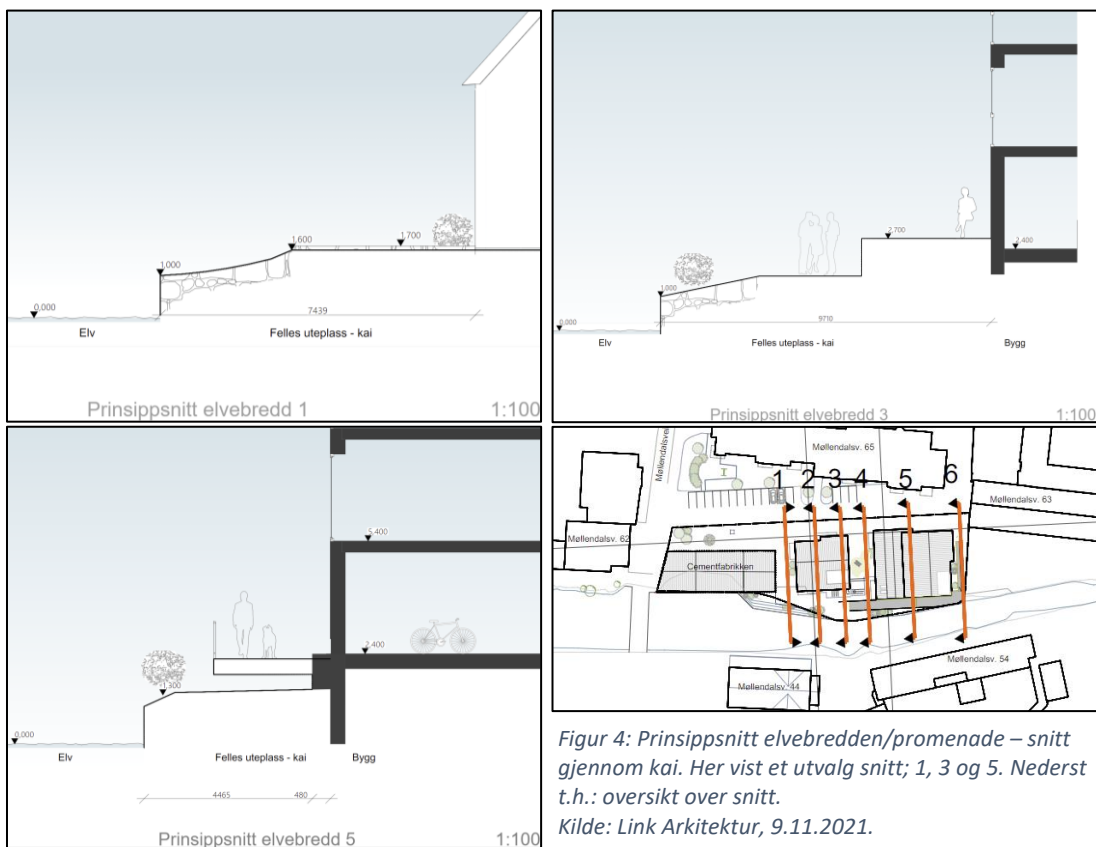
Figur 1: Lokalisering av planområdet Møllendalsveien, markert i rødt.



Figur 2: Avgrensning av varslet planområde på Møllendal.



Figur 3: Illustrasjon av reguleringsplanforslag. Kilde: Link Arkitektur, 9.11.2021



Figur 4: Prinsippsnitt elvebredden/promenade – snitt gjennom kai. Her vist et utvalg snitt; 1, 3 og 5. Nederst t.h.: oversikt over snitt.

Kilde: Link Arkitektur, 9.11.2021.



Figur 5: Oppriss fasede. Perspektiv fra toppen: fra sørvest, fra nordøst og fra sørøst. Kilde: Link Arkitektur, 9.11.2021.

4. FAREIDENTIFISERING

Denne sjekklisten er basert på kommunale og statlige veiledere og inkluderer naturfarer, menneske –og virksomhetsbaserte farer samt farer knyttet til (dårlig) beredskap.

Nr	Faremoment	Aktuelt	Kilde	Kommentar
Naturfarer				
1	Ras/Fjellskred	Nei	http://kart.dsb.no/ https://atlas.nve.no	Området ligger ikke så nært fjell at det det fare for ras.
2	Jordskred	Nei	http://kart.dsb.no/ https://atlas.nve.no	Området er flatt, og det er ikke kjent jordskredfare i området.
3	Flomskred	Nei	http://kart.dsb.no/ https://atlas.nve.no	Området er flatt, og det er ikke kjent flomskredfare i området.
4	Steinsprang	Nei	http://kart.dsb.no/ https://atlas.nve.no	Området ligger ikke så nært fjell at det det fare for steinsprang.
5	Snøskred	Nei	http://kart.dsb.no/ https://atlas.nve.no	Området er flatt, og det er ikke kjent snøskredfare i området.
6	Sørpeskred	Nei	http://kart.dsb.no/ https://atlas.nve.no	Området er flatt, og det er ikke kjent sørpeskredfare i området.
7	Sekundærvirkning av skred	Nei	http://kart.dsb.no/ https://atlas.nve.no	Sekundærvirkninger av skred kan skje når skredutløpet treffer vann og danner en flodbølge eller ved treff i andre løsmasser. I planområdet vurderes det ikke å være forutsetninger for skred av dimensjoner som fører til sekundærvirkninger.
8	Masseutglidning	Ja	ROS-analyse for Møllendal, oktober 2008, Cowi Tilstandsvurdering, Rambøll 2017	Området består av tykke lag med løsmasser og utfylling i sjø. Masseutglidning kan blant annet føre til setningsskader i bygg.
9	Marine avsetninger	Ja	ROS-analyse for Møllendal, oktober 2008, Cowi	Boreprøver fra 2008 viser at det er rester av marine avsetninger enkelte steder.
10	Kvikkleire	Ja	ROS-analyse for Møllendal, oktober 2008, Cowi	Boreprøver fra 2008 viser at det er funnet leire med kvikkleireegenskaper i et borepunkt.
11	Flom	Ja	http://atlas.nve.no/	Møllendalselven kan flomme over, spesielt i kombinasjon

			Flomvurdering, Asplan Viak 2021.	med havnivåstigning og springflo.
12	Overvann/ urban flom	Ja	Klimaprofil Hordaland, 2016	Klimaframskrivninger viser at det vil bli økt (15% mer) og mer intens nedbør. Som i sin tur øker risikoen for overvann/urban flom.
13	Erosjon	Ja	Flomvurdering, Asplan Viak 2021. Tilstandsvurdering, Rambøll 2017	Møllendalselven kan erodere langs løpet og få endret løp ved flomsituasjon.
14	Isgang	Nei	Egen vurdering	Elveløpet er bredt og har vanligvis lav vannstand på grunn av regulering.
15	Vanninntrenging	Ja	Egen vurdering	Ekstremnedbør og flom kan føre til vanninntrenging i bygg.
16	Stormflo/ havnivåstigning	Ja	Havnivåstigning og stormflo, DSB 2016 Flomvurdering, Asplan Viak 2021. Tilstandsvurdering, Rambøll 2017	Området ligger lavt terrenget, omkring 1 moh, og ligger svært nær både Store Lungegårdsvann (sjø) og Møllendalselven. Området må derfor sies å være utsatt ved fremtidig stormflo og havnivåstigning.
17	Ekstremnedbør	Ja	Klimaprofil Hordaland, 2016	Klima framskrivninger viser at det vil bli økt (15% mer) og mer intens nedbør.
18	Vind	Ja	Planbeskrivelse Møllendal Øst, plan 19410000	Definerte gateløp med høy og kompakt bebyggelse kan forsterke vind.
19	Skog – og gressbrann	Nei	Ortofoto 2014, bergenskart.no	Området er bebygd og ligger ved Møllendalselven. Det er beskjedne vegetasjon i området.
20	Radon	Ja	http://kart.dsb.no/	Radon er vanskelig å kartlegge, men kart fra DSB viser at det er moderat til lav fare for radon i område.
21	Farlig terrengformasjoner (skrenter/stup)	Nei	Grunnkart, bergenskart.no	Området er flatt, men grenser til Møllendals-elven som ved dagens situasjon ikke har noe sikring. Det er en mur på ca. 1 m ned til elven. Fall-høyden er ikke så stor at det er forbundet med spesiell risiko. Det er planlagt oppført en promenade langs elven, denne vil få rekkverk og

				dermed beskytte mot fall. Tema vurderes ikke som aktuelt.
Menneske- og virksomhetsbaserte farer				
22	Brann	Ja	Brannteknisk prosjektering, Duesund 2020	Eksisterende bygg i planområdet har én rømningstrapp i hvert «tårn», en løsning som ikke lenger er tillatt etter TEK 17. Tilgjengelighet rundt bygg for stigebil kan reduseres som ifm. etablering av parkeringsanlegg.
23	Akutt forurensing fra nærliggende virksomhet	Nei	http://www.miljostatus.no/kart/ http://www.norskeutslipp.no/ Fylkesmannen i Hordaland tilsynsrapport 17. feb. 2016	BIR gjenvinningsstasjon ligger på motsatt side av Møllendalselven, en har ikke noen kjent risiko for akutt forurensning. Området skal omformes til parkområde. Tiltak i plan vil ikke føre til endringer for temaet.
24	Trafikkulykker	Ja	https://www.vegvesen.no/vegkart	Det er ingen registrerte trafikkulykker i planområdet. Det nærmeste ulykkessted er krysset ved Møllendalsveien/ Møllendalsbakken (2 ulykker, i 07 og 08). Det kan bli noe mer kjøring i planområdet etter utbygging.
25	Trafikkulykker med farlig gods	Nei	http://kart.dsb.no/	Det er ikke registrert transport av farlig gods langs vei i området.
26	Skipshavari	Nei	www.bergenskart.no	Ligger ikke direkte til sjø eller havn. Store Lungegårdsvann er ikke tilgjengelig for store båter.
27	Ødeleggelse av kritisk infrastruktur	Nei	http://kart.dsb.no/	Det er ikke kjent kritisk infrastruktur i eller nær planområdet.
28	Forurensing	Ja	Sweco 2017. Miljøteknisk undersøkelse, Møllendalsveien 64. Miljøstatus.no	Det er foretatt miljøteknisk undersøkelse av område. Det er påvist forurensning over grenseverdiene for Miljødirektorates tilstandsklasse (TK) 1, og massene betraktes som forurensete.

29	Luftforurensing	Ja	Planbeskrivelse Møllendal Øst, plan 19410000 http://www.norskeutslipp.no/ Fylkesmannen i Hordaland tilsynsrapport 17. feb. 2016	Inversjon, kald luft kan samle seg i Bergensdalen vinterstid. Møllendal krematorium har hatt avviksrapport for forhøyet utslipp av partikulært kvikksølv til luft i 2016.
30	Stråling fra høyspentanlegg	Nei	http://kart.dsb.no/	Ikke kjent at det er høyspentanlegg i området
31	Samlokalisering med sårbare objekter	Nei	http://kart.dsb.no/	Verneverdig bygg bevares og det vurderes ikke å være andre sårbare objekt.
32	Skytebane	Nei	Egen vurdering	Ikke aktuelt
33	Militære områder	Nei	www.bergenskart.no	Ikke aktuelt
34	Støy eller støv fra trafikk	Ja	http://www.miljostatus.no/kart/	Området ligger utenfor støyzone for biltrafikk. Helikopterlandingsplass ligger like i nærheten.
35	Støy eller støv fra industri/næring	Nei	http://www.miljostatus.no/kart/	Ikke aktuelt
Beredskapstiltak av betydning for arealplanleggingen				
36	Utrykkingstid brannvesen	Nei	http://kart.dsb.no/ Google maps reiserute.	Bergen brannvesen har hovedstasjon på andre side av Store Lungegårdsvann. En eventuell brann vil hurtig kunne håndteres.
37	Utrykkingstid ambulanse	Nei	Google maps reiserute.	Det er svært kort vei til Haukeland sykehus, ca. 750m/3 minutter kjøring fra planområdet.
38	Vasstrykksønar/sløkkevasskapasitet	Nei	VA-rammeplan, Asplan Viak 2021.	Tema håndteres i VA-rammeplan, som foreligger med uttalelse fra VA-etaten. Siste godkjente VA-rammeplan skal ligge til grunn for videre detaljprosjektering, iht bestemmelser.

5. RISIKO- OG SÅRBARHETSVURDERING

Gjennom fareidentifisering i sjekklisen er det identifisert 11 naturfarer (kap 5.1) og 5 menneske- og virksomhetsbaserte farer (kap 5.2) i eller nær planområdet. I denne ROS-analysen er temaene flom (fra elv) og stormflo/havnivåstigning (fra sjø) omtalt og vurdert samlet, da de virker sammen ved planområdet.

5.1 NATURFARER

Det er identifisert 11 naturfarer i eller nær planområdet. Disse er:

- pkt. 8 Masseutglidning,
- pkt. 9 Marine avsetninger,
- pkt.10 Kvikkleire,
- pkt. 11 Flom,
- pkt. 12 Overvann/ urban flom,
- pkt. 13 Erosjon,
- pkt. 15 Vanninntrenging,
- pkt. 16 Stormflo/havnivåstigning,
- pkt. 17 Ekstremnedbør,
- pkt. 18 Vind
- pkt. 20 Radon.

Flere av disse faremomentene hører naturlig sammen, da de kan være årsaker til samme uønskede hendelse.

5.1.1 BYGGEGRUNN: MASSEUTGLIDNING, MARINE AVSETNINGER, KVIKKLEIRE OG EROSJON

Planområdet ligger under det som en gang var marin grense og området er registrert med stor mulighet for sammenhengende områder med marin leire i NGU sitt løsmassekart. Boreprøver fra 2008 viser at det er rester av marine avsetninger enkelte steder, og det er funnet leire med kvikkleireegenskaper i ett borepunkt (Cowi 2008). Planområdet er plassert på et tykt dekke med fyllmasse med varierende sammensetning.

Ved bygging på fyllmasser kan vektbelastningen føre til utglidning av masser. Store Lungegårdsvann vil fungere som motvekt og virke stabiliserende. Bygging på fyllmasser kan også belaste massene og presse ut forurenset porevann. Store Lungegårdsvann er en del av fjordene i Bergen sentrum som man vet er forurenset, og hvor det er planer for tiltak. Man forventer at miljøkvaliteten i havneområdene, inkluderte Store Lungegårdsvann, har høy prioritet. Dermed vil det være klokest å satse på fundamentering på Møllendal, da dette ikke vil utgjøre en risiko med hensyn til forurensing (Cowi 2008)

De delene av Møllendalselven som ikke er forbygget kan oppleve erosjon/utglidning ved plutselige store vannmengder. Elven er kanalisert og steinsatt ned til ca. midt på planområdet. Deretter utvider elven seg ganske kraftig. Bredden fremstår som mer naturlig, men det er fortsatt steinsatte kanter opp mot bebyggelse. Utvidelsen av elven gir en bedre fordeling av vannmasser her. Dette gjør at vannhastigheten senkes og vannstrømmen utjevnes, dermed reduseres faren for erosjon.

Det er laget en Tilstandsvurdering for Cementstøperiet (Sweco 2017) i forbindelse med planarbeidet. Fra denne går det frem at bygningen antas å være fundamentert på løsmasser. Mot Møllendalselven står bygningen på en natursteinmur, synlig høyde ca. 1 meter, og resten av bygningen antas å være fundamentert på tilsvarende vis (sokkel av naturstein). Natursteinmur mot elven avgrensner elveløpet, og blir **direkte** påvirket av flom og tidevann. Øvre del av muren er generelt innstøpt med en betongkappe, men betongen er borte på nordligste del. Tilstanden på resten av betongkappen er variabel, med småskader. Flomfarevurdering fra 2022 (Asplan Viak) peker også på risiko for erosjon på den gamle grunnmuren til Cementstøperiet. Vannhastighetene (og følgelig erosjonspotensialet) i elven vil være størst når havnivået er lavt. Dette gir imidlertid også lavere vannstander i elven, og det er usikkert om flomnivået når opp til grunnmuren i en slik situasjon.

Med unntak av noen sprekker i fasade på nordre del av bygning og manglende betongkappe på del av mur mot elven, ble det ikke registrert utfordringer med bygningens fundamentering. Sprekkene vurderes å være av begrenset betydning, men bør overvåkes over noe tid. Øvre del av mur mot elven bør rehabiliteres med fjerning av løsgods og ny utstøpning.

På grunn av noe usikkerhet rundt byggegrunnen i området og mulighet for erosjon og utglidning, risikovurderes tema i kapittel 6.

5.1.2 FLOM OG STORMFLO/HAVNIVÅSTIGNING

Det er utarbeidet flomrapport for planområdet (Asplan Viak 2022), som ser på både flom fra Møllendalselven og stormflo fra sjø samlet. Det er derfor også hensiktsmessig å omtale disse samlet i ROS-analysen, da den samlede effekten vil være dimensjonerende for planområdet.

Planområdet er utsatt for oversvømmelse av både flom og stormflo, i eksisterende situasjon. I den nordlige delen av planområdet er det stormflo som er dimensjonerende, med et flomsikkert nivå på 2.4 moh. Fra ca. midt i planområdet og sørover, hvor det planlegges ny bebyggelse, er elveflom dimensjonerende med et flomsikkert nivå fra 2.4 til 2.7 moh. (Asplan Viak 2022).

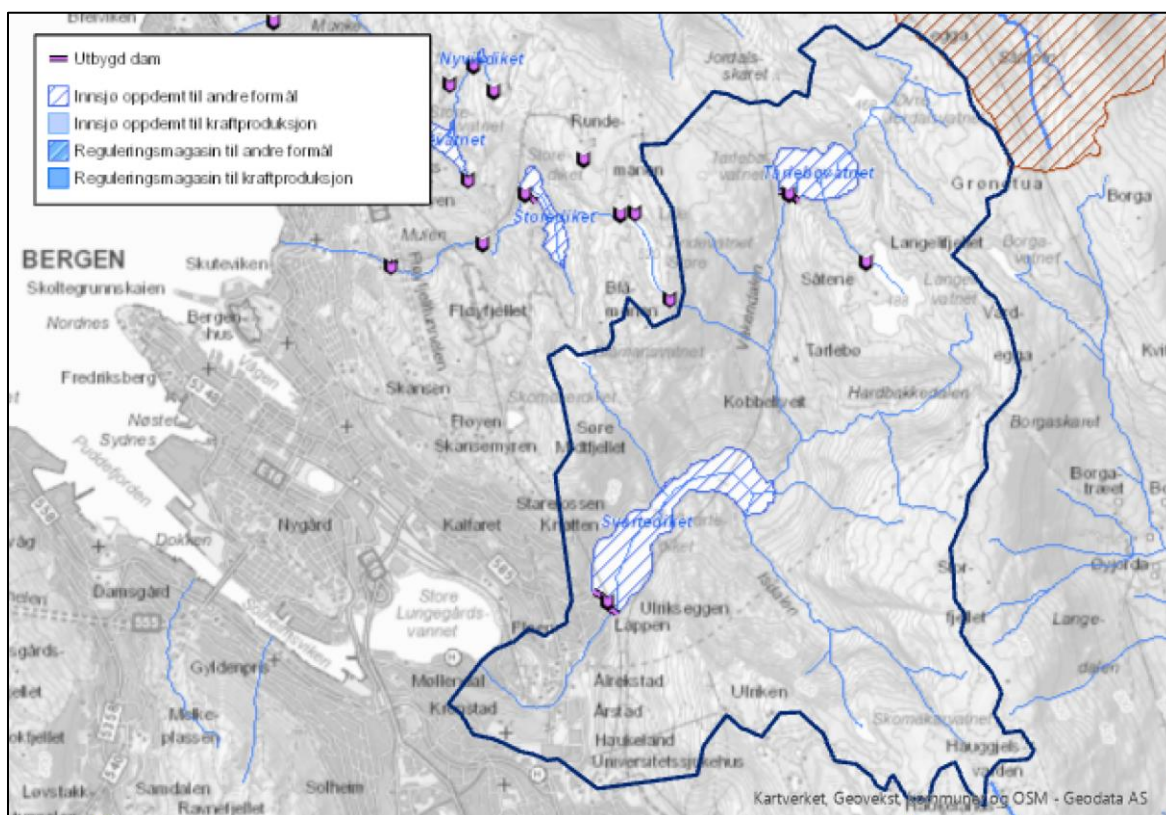
Stormflo: Møllendalselven 63 ligger ca. 150 m fra sjøen og har lav terrenghøyde. Havnivå ved stormflo er beregnet iht. DSBs veileder *Havnivåstigning og stormflo* (2016) og avrundet til nærmeste 10 cm:

Referanseperiode	Havnivåstigning [cm]	Havnivå [moh] ved stormflo med gjentakintervall		
		1 år	20 år	200 år
I dag	-	1.02	1.22	1.34
Midten av århundret (2041-2060)	33	1.4	1.6	1.7
Slutten av århundret (2081-2100)	71	1.7	1.9	2.1

Figur 6: Havnivå (gitt i NN2000) ved stormflo for forskjellige referanseperioder og gjentakintervall. Kilde: Asplan Viak 2022.

Alle ønskede bruksformål for Møllendalsveien 63 (bolig og næring) faller under sikkerhetsklasse F2, med et dimensjonerende gjentakintervall på 200 år. Med bakgrunn i at det i planlegging skal legges til grunn klimafremskrivning for slutten av århundret (2081-2100), vil det for sikkerhetsklasse F2 for flom si at dimensjonerende stormflonivå med 200-års gjentakintervall er på **2,1 moh**. Dette er uten bølgepåvirkning.

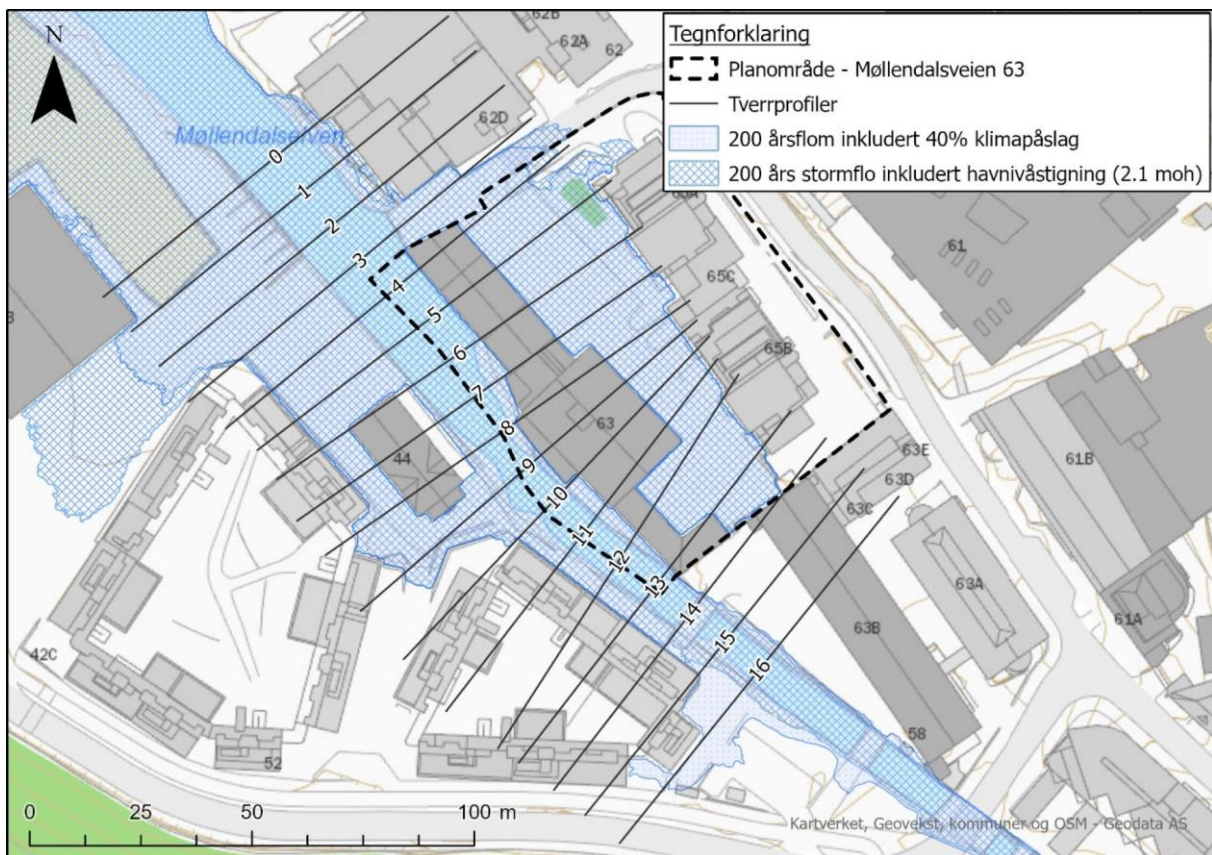
Elveflom: Møllendalsveien 63 ligger langs Møllendalselvens østlige side. Vassdraget har en feltstørrelse på 13.5 km² ved utløp til sjø, og er regulert med to dammer, dam Tarlebøvatnet og dam Svartediket (figur 8). Avløpet fra Svartediket renner til Møllendalselven. Asplan Viak utførte i 2020 flomsonekartlegging av Møllendalselven, både for regulert og uregulert vannføring. Beregningene ble utført for 200-årsflom, med et klimapåslag på 40% for å hensynta fremtidige klimaendringer. Regulert og uregulert flomvannføring er nokså lik (hvh 87,2 m³/s og 85,1 m³/s) og i flomsonekartleggingen det ble konservativt valgt å ta utgangspunkt i uregulert vannføring.



Figur 7: Kart som viser nedbørsfelt til Møllendalselven og reguleringer. Kilde: Asplan Viak 2022.

Dimensjonerende flomkilde: I tilfeller som dette, hvor elv har utløp i sjø skal den dimensjonerende flomkilden beregnes. Det er tatt ut 15 profiler av elveløpet med ca. 10 m avstand langs plangrensen (figur 9). De beregnede vannstander er gitt i figur 10. Her går det frem at stormflo gir høyeste vannstand opp til ca. midt i planområdet, ved profil 8, mens oppstrøms dette er det elveflom som er dimensjonerende (Asplan Viak 2022).

Figur 10 viser 200-års flom + 40 % klimapåslag og 200-års stormflo + havnivåstigning for hver profil langs planområdet. Flomnivå varierer fra 1,89 moh. lengst ute i elvemunningen og 2,49 moh. lengst oppstrøms. Stormflo på sin side er 2,10 moh. ved alle profiler. Det er plussert på en sikkerhetsmargin på 30 cm på vannstand. Dette betyr at for Møllendalsveien 63 varierer flomsikkert nivå mellom **2,4 moh.** nord i planområdet (stormflo) og **2,7 moh.** sør i planområdet (elveflom).



Figur 8: Kartutsnitt som viser flomsone og plassering av tverrprofil langs Møllendalsveien 63. Kilde: Asplan Viak 2022.

Profil nr.	200-årsflom + 40% klimapåslag [moh]	200-års stormflo + havnivåstigning [moh]	Dimensjonerende flomkilde	Flomsikkert nivå [moh]
0	1.89	2.10	stormflo	2.40
1	1.91	2.10	stormflo	2.40
2	1.94	2.10	stormflo	2.40
3 (ny GS-bro)	1.96	2.10	stormflo	2.40
4 (plangrense nord)	1.98	2.10	stormflo	2.40
5	2.00	2.10	stormflo	2.40
6	2.02	2.10	stormflo	2.40
7	2.05	2.10	stormflo	2.40
8 (midt i planområdet)	2.10	2.10	stormflo/elveflom	2.40
9	2.16	2.10	elveflom	2.46
10	2.21	2.10	elveflom	2.51
11	2.25	2.10	elveflom	2.55
12	2.30	2.10	elveflom	2.60
13 (plangrense sør)	2.34	2.10	elveflom	2.64
14	2.40	2.10	elveflom	2.70
15	2.44	2.10	elveflom	2.74
16	2.49	2.10	elveflom	2.79

Figur 9: Vannstand ved elveflom og stormflo med 200-års gjentaksintervall i fremtidens klima, samt flomsikkert nivå (inkludert 30 cm sikkerhetsmargin) for profiler langs planområdet. Kilde: Asplan Viak 2022.

Flomrapporten fra Asplan Viak (2022) viser at planområdet er utsatt for oversvømmelse både fra elveflom og stormflo i eksisterende situasjon. Det kan være utfordrende å sikre ny og bevart bebyggelse på Møllendalsveien 63 mot flom/oversvømmelse på grunn av føringer for planområdet. Cementstøperiet skal bevares. Dette ligger lavt, med 1 plan/bakkeplan på ca. kote 1,5 moh., betydelig lavere enn flomsikkert nivå på 2,4 moh. Selv om en benytter sikkerhetsklasse F1, 20-års stormflo (annen bruk som for eksempel boder), forventes flomsikkert nivå å være 2,2, moh. Flomsikkert nivå kan dermed ikke ivaretas for Cementstøperiet siden bygget skal bevares og ikke kan heves eller dimensjoneres/konstrueres for å tåle flom (det innebærer disp. fra TEK 17 § 7-2). Flomsikring av bygg vha. murer kan også bli problematisk, bla. fordi det kan være vanskelig å gjennomføre uten av elveløpet innsnevres, og det er en fare for at bygget kan bli utsatt for erosjon.

Videre er det planlagt en ny gang- og sykkelbro over Møllendalselven ca. 1 meter fra Cementstøperiets kortsiden mot nord, ifm. bybaneprosjektet fra sentrum til Fyllingsdalen. Denne er planlagt på kote 1,75 moh., under flomsikkert nivå. I planforslag til Møllendal vest er det foreslått å heve broen til kote 2,9 moh. Dersom broen beholdes under flomsikkert nivå, vil flomvann fortsatt strømme inn i planområdet gjennom åpningen mellom Møllendalsveien 63 og 62. Selv om en da flomsikrer langs selve planområdet, vil det fortsatt være utsatt for oversvømmelse på grunn av den lave høyden til broen. Om den heves vil det være mulig å hindre flomgjennomstrømning mellom byggene. En så høy bro vil imidlertid by på utfordringer for den nordvestlige delen av planområdet, siden den blir liggende svært høyt over gulv og terrenghøyde ved Cementstøperiet.

Ny bebyggelse planlegges i et område hvor flomsikkert nivå ligger mellom 2,4 og 2,7 moh. Ny bebyggelse kan sikres mot flom og ivareta kravene i TEK 17 §7-2 ved å heve byggehøyden til inngangspartier og boder i plan 1. Parkeringsplasser i p-anlegg på ca. kote 1,8 moh. kan imidlertid ikke sikres på grunn av overgangen til eksisterende terreng. Bygg må dermed dimensjoneres og konstrueres slik at det tåler å bli oversvømt, og slik kan kravene i TEK 17 også ivaretas for p-anlegg.

Flomsikring av planområdet må ivaretas ved bruk av flommur, eventuelt i kombinasjon med en forhøyet elvepromenade for å skape bedre utsyn til elven. Mulighetene for oppføring av flommuren er imidlertid i stor grad avhengig av planlagt gang- og sykkelbro. Det er derfor naturlig at flomsikringen blir utført i to steg;

- **Flomsikring steg 1:**

Søndre del mellom Møllendalsveien 63B og Cementstøperiet etableres samtidig med utbyggingen av ny bebyggelse i planområdet.

- **Flomsikring steg 2:**

Nordre del fra og med Cementstøperiet og opp til Møllendalsveien 62, inkludert ny bro, etableres ifm. bygging av broen.

På grunn av usikkerhet knyttet til forhold utenfor planområdet, og potensielle utfordringer med flomsikring av hele planområdet, risikovurderes flom fra elv og stormflo (samlet) i kapittel 6.

5.1.3 OVERVANN/URBAN FLOM, VANNINNTRENGING, EKSTREMNEDBØR

Det er forventet at årsnedbøren i Hordaland vil øke med ca. 15% frem mot 2100, og at det vil komme flere perioder med ekstremnedbør (Norsk klimaservicesenter 2016). I byområdet vil dette bety mer overvann og mulige urbane flommer og vanninntrenging i bygninger.

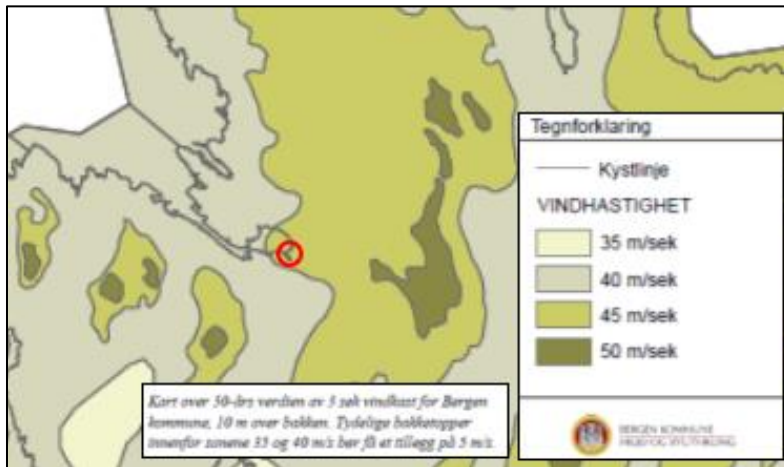
Det eksisterende Cementstøpeverket vil ligge på grunnivå og kan være utsatt for vanninntrenging ved urban flom som følge av ekstremnedbør. Nye boenheter er planlagt med 1. etasje 3,6 moh, disse er dermed ikke utsatt for dette. Parkeringskjeller vil ligge på bakken på ca. kote 1,8 moh., og kan være utsatt for vanninntrenging, men i hovedsak som følge av storflom fra elv eller stormflo fra sjø (kap. 5.1.2). Det må sikres tilstrekkelig god overvannshåndtering i planområdet for, i størst mulig grad, å begrense vanninntrenging eller skade som følge av overvann. VA-rammeplan (Asplan Viak 2021) skal ligge til grunn for videre detaljplanlegging. Fra VA-rammeplan går det blant annet frem at planområdet i dag hovedsakelig består av tette flater. Økning i avrenning vil være som følge av klimapåslag.

I forbindelse med planarbeidet er det utarbeidet en VA-rammeplan for planområdet, som blant annet tar for seg håndteringen av overvann i området. Tema vurderes ivaretatt i planen gjennom VA-rammeplan.

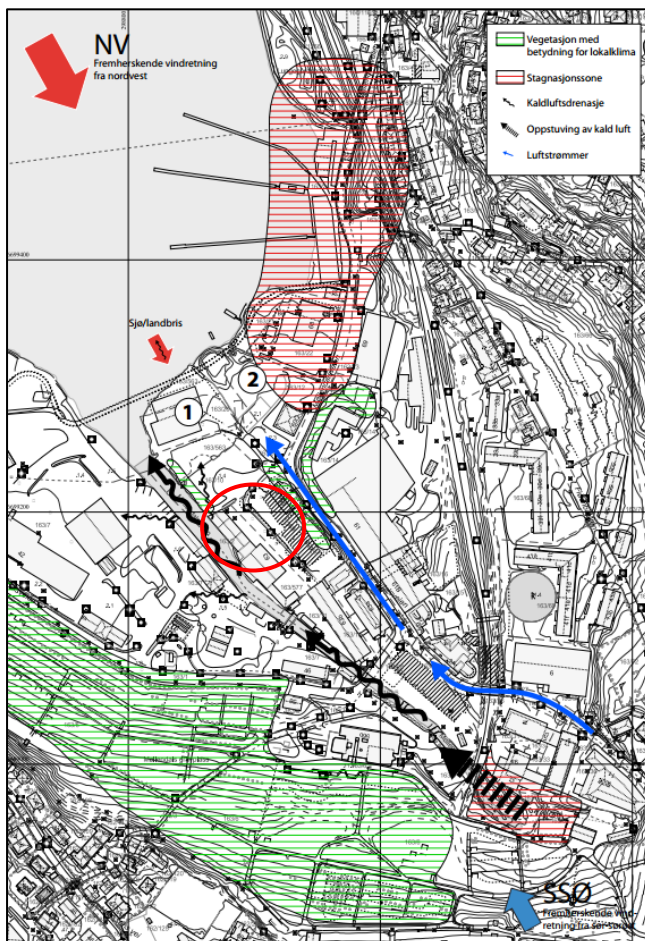
5.1.4 VIND

Klimaprofil for Hordaland viser at det er usikkert hvordan klimaendringene vil påvirke vindforhold. FylkesROS for Hordaland (2015) vurderer at det er middels sannsynlighet (mellom hvert 5. og 25. år) for sterk vind (stormer og orkaner) i Hordaland.

Figur under viser at planområdet ligger i et område som kan få vindhastigheter opp mot 45 m/s fordi effekten av vindkast fra bratt terreng er ekstra stor.



Figur 10: Kart over 50-års verdier av 3 sek vindkast for Bergen kommune, 10 m over bakken. Omtrentlig plassering av planområdet gitt med rød sirkel. Kilde: Bergen kommune



Figur 11: Oversikt over lokalklima på Møllendal, basert på data fra vindmålinger i 2006 ved den nye kunsthøgskolen. Planområdet markert med rød sirkel. Kilde: Bergen Kommune 2010 (Reguleringsplan og konsekvensutredning for Møllendal øst (planid:19410000)).

Det er også utarbeidet et kart over lokalklima på Møllendal, basert på data fra vindmålinger i 2006 ved den nye kunsthøgskolen (figur 12). Kartet viser at oppstuvning av kald luft kan forekomme over Møllendalselven sørøst for planområdet, med kaldluftsdrenasje over elveløpet forbi planområdet. Det vil si at kald luft i perioder uten sterk vind kan renne nedover langs elven mot sjøen.

Sterk vind får sjeldent konsekvenser for menneskes liv og helse, og vurderes ikke å ha konsekvenser for miljøet, men det kan i noen tilfeller kan føre til materielle skader på bygninger, nedfall av skog og stengte veier. I planområdet er det ingen særlige risikofremmende elementer, som for eksempel store trær som kan velte, og bebyggelsen må konstrueres i tråd med TEK 17 når det kommer til konstruksjonssikkerhet. Bestemmelsene legger i tillegg føringer for uteoppholdsarealer, og at disse skal ha et godt lokalklima (§ 3.1.5). På bakgrunn av dette vurderes tema som ivaretatt i plan og etter gjeldende forskrifter.

5.1.5 RADON

Radon er en edelgass og har derfor svært liten evne til å binde seg til andre stoffer. Radonatomene kan derfor lett unnslippe berggrunn og jord og komme ut i luften vi puster inn. Utendørs vil radonkonsentrasjonen normalt være lav, og helsefare oppstår først når gassen siver inn gjennom sprekker og utettheter mellom byggegrunnen og bygningen og oppkonsentreres i vårt innemiljø. Radon er knyttet til utvikling av lungekreft hos mennesker og det er derfor satt en grenseverdi for mye radon man kan ha i et innemiljø. Det er satt tiltaksgrense på 100 Bq/m³, men det er ønskelig med så lave nivåer som mulig og tiltak kan også være aktuelt under tiltaksgrensen. Maksimumsgrenseverdi for radon er 200 Bq/m³.

Grovkartlegginger fra NGU viser at det er lav til moderat aktsomhetsgrad med hensyn på radon i planområdet. TEK17 stiller krav til radonreduserende tiltak i alle nybygg. I eksisterende bygg, BKB1, i planområdet bør det måles radon i de etasjene som skal benyttes til bolig. Ved eventuelle forhøyede verdier bør aktuelle radonreduserende tiltak iverksettes.

Radonutslipp til luft er en pågående prosess og ikke en uønsket hendelse som sådan, og en anser krav i TEK17 § 13-5 som dekkende med hensyn på radon i planområdet.

5.2 AKTUELLE MENNESKE- OG VIRKSOMHETSBASERTE FARER

Videre følger en utdypning av aktuelle menneske- og virksomhetsbaserte faremomenter for å si ut hvilke faremomenter som skal risikovurderes i kap. 5. Det er identifisert fem faremoment:

- pkt. 23 Brann
- pkt. 24 Trafikkulykker,
- pkt. 28 Forurensning,
- pkt. 29 Luftforurensning,
- pkt. 34 Støy eller støv fra trafikk

5.2.1 BRANN

Det er utarbeidet brannteknisk notat (Duesund 2020) for planområdet hvor det påpekes at eksisterende bebyggelse innenfor planområdet, Møllegårdene, har en løsning som ikke lenger er tillatt etter TEK 17. Det er en rømningstrapp i hvert «tårn, og trapperommet er ekstra sikret mot røykinntrænging. Denne løsningen var preakseptert i tidligere byggeforskrifter, da det ikke var stilt krav til at det skulle være tilkomst til alle boenheter med brannvesenets redningsmateriell. Senere er det gjort en innskjerping av regelverket, slik at der det kun er ett trapperom, stilles det krav til både sprinkleranlegg og at brannvesenet skal ha tilkomst til balkong eller vindu i alle boenheter. Per i dag har Møllegårdene god tilkomst for brannvesenet på begge sider av byggene, slik at det ser ut til at alle boenheter kan nås av brannvesenets høyderedskap (stigebil).

Planforslaget legger til grunn at det opparbeides nytt uteoppholdsareal med garasjeanlegg under, mellom eksisterende bygg (Møllegårdene) i BKB2 og ny bebyggelse i BBB. Dermed vil tilkomsten for brannvesenets stigebil til deler av Møllegårdene endres. Dersom denne løsningen ikke blir gjennomført (løsning krever samtykke fra naboer og dispensasjon), videreføres eksisterende situasjon i det vesentligste, og brannvesenets tilkomst til leilighetene i Møllegårdene forringes ikke

Tema brann risikovurderes i kapittel 6.

5.2.2 TRAFIKKULYKKER

Det er ikke registret noen trafikkulykker innenfor planområdet, eller i umiddelbar nærhet. Trafikkmengden på Møllendalsveien forbi planområdet er begrenset, med en ÅDT på 2000 (for 2016). I forbindelse med bybanen mellom sentrum og Fyllingsdalen er det regulert bybaneholdeplass langs Møllendalsveien nordøst for planområdet. Møllendalsveien omgjøres til sykkelgate og stenges for biltrafikk ved holdeplassen.

Planforslaget legger opp til like i underkant av 30 parkeringsplasser og nærmere 110 sykkelparkingsplasser. Området ligger svært sentralt, og med stor sannsynlighet vil mange beboere ikke ha egen bil, eller kun vil benytte denne ved spesielle anledninger og ikke på daglig basis. Stor overvekt av sykkelparkering sikrer videre at området blir godt tilrettelagt for bruk av sykkel fremfor bil.

Felles parkeringsanlegg for BBB og BKB2 vil få innkjøring via gatetun mellom bebyggelsen. Alle eksisterende utendørs biloppstillingsplasser vil flyttes inn i felles parkeringsanlegg. Uteoppholdsareal er planlagt over parkeringsanlegg og nordøst for gatetun, slik at store deler av utearealene er helt bilfrie. Gatetunet utgjør også en del av felles uteoppholdsareal. Dette skal tilrettelegges for myke trafikanter fremfor bilister, bla. ved å sørge for en tiltalende opparbeiding, ikke bruk av asfalt og legge opp til at gatetun kan benyttes til publikumsrettet virksomhet.

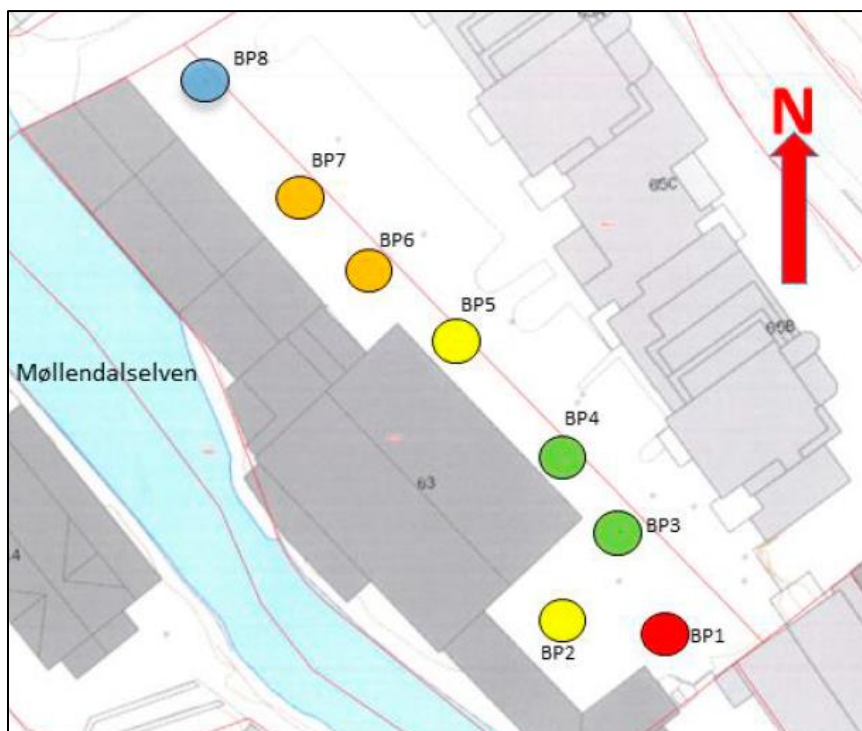
På grunn av den svært lave parkeringsdekningen, lave fartsgrenser og generell trafikk i området og utelukkende kjøring til/fra parkeringskjeller, og prioritering av gående og syklende i planområdet, vurderes trafikksikkerheten i området ivaretatt på best mulig måte i planen.

5.2.3 FORURENSNING

Det er utført grunnteknisk undersøkelse i planområdet for å avdekke forurensningsforholdene i planområdet. Med grunnboringsrigg ble det boret 8 borpunkter med naverbor, og tatt ut 13 jordprøver. I 7 av 8 borpunkter er det påvist forurensning over grenseverdiene for Miljødirektoratets tilstandsklasse (TK) 1, og massene betraktes som forurensede. På ett av punktene i sør viser prøven fra øverste meter TK-5 «Svært dårlig». Øvrige punkter har TK-2 «God» (2 punkter), TK-3 «Moderat» (2 punkter) og TK-4 «Dårlig» (2 punkter).

Arealbruk	Top jord (< 1 m)	Dypere jord (> 1 m)
Boligområder, barnehager og skoler	2 eller lavere	3 eller lavere 4 etter risikovurdering (s)
Sentrumsområder, kontorer og parkeringsarealer	3 eller lavere	3 eller lavere 4 etter risikovurdering (s) 5 etter risikovurdering (h og s)
Industri og trafikk	3 eller lavere 4 etter risikovurdering (s)	3 eller lavere 4 etter risikovurdering (s) 5 etter risikovurdering (h og s)

Figur 12: Aksepterte tilstandsklasser iht arealbruk (s = spredning, h= helse) TA-2553/2009. Kilde: Sweco 2017



Figur 13: Påvist forurensning med fargekoding i Møllendalsveien 63. Prøver markert med blått anses som ikke forurenset, mens prøver markert med grønt (tilstandsklasse 2, TK-2), gult (TK-3), oransje (TK-4) og rødt (TK-5) er å betrakte som forurenset. Kilde: Sweco 2017

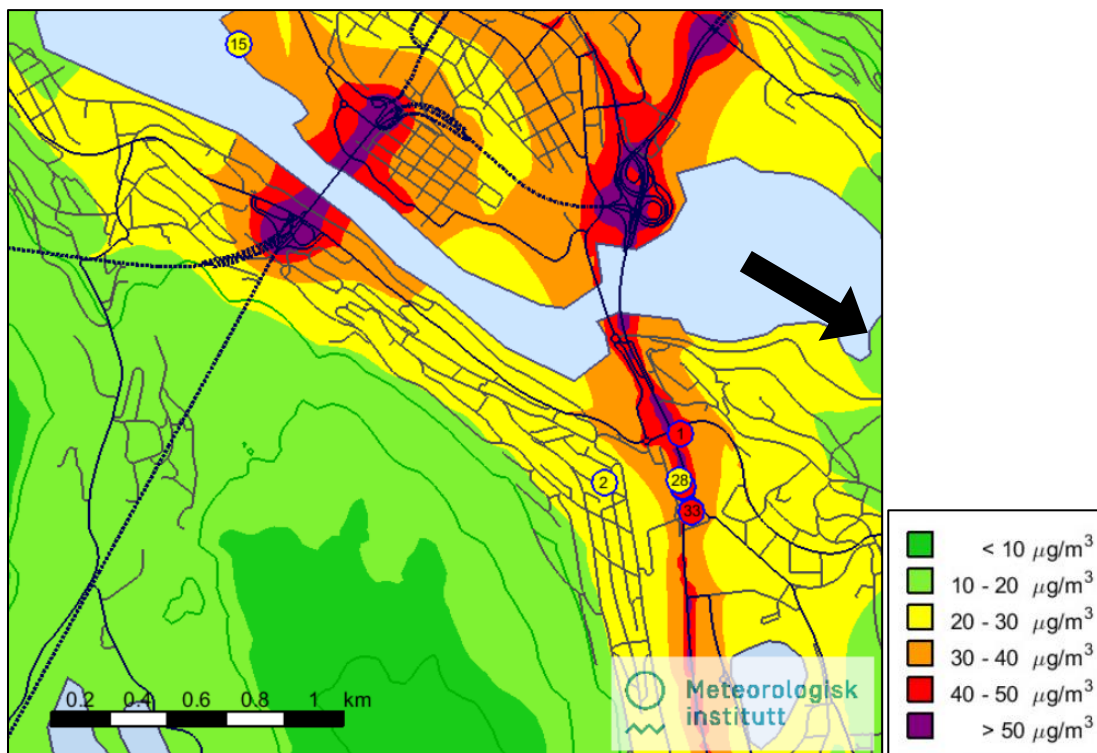
Da det er påvist forurensete masser på tomten må eventuelle forurensete overskuddsmasser leveres til godkjent mottak. I henhold til forurensningsforskriften må planlagt massehåndtering og graveinstruks beskrives nærmere i en tiltaksplan for forurenset grunn, som forurensningsmyndighet (Bergen kommune) må godkjenne før gravearbeider på tomten kan igangsettes. I tiltaksplanen vil krav til håndtering av massene beskrives, sammen med eventuell inndeling i delområder geografisk eller basert på stratigrafisk dybde. Det må vurderes om en inndeling kan gjennomføres basert på eksisterende prøver, eller om dette forutsetter flere prøvepunkter.

Forsvarlig håndtering og fjerning av masser er nedfelt i forurensningsforskriften, og også sikret i bestemmelsene §§ 2.4 (Miljøkvalitet), 3.1.1.4(vi), 5.2.3 og 5.3.8. En vurderer derfor at den påviste forurensningen i området håndteres i plan og ikke krever videre risikovurdering i kapittel 5.

5.2.4 LUFTFORURENSNING

I stille perioder i vinterhalvåret vil Store Lungegårdsvann domineres av kald og rå luft som samler seg i bunnen av Bergensdalen. Slike inversjonssoner karakteriseres av lav vindhastighet, liten luftsirkulasjon og lavere temperatur enn omkringliggende områder. Under forhold med lite vind og inversjon vil konsentrasjonen av forurensning i luften øke, og det kan forekomme kritiske situasjonene med overskridelser av grenseverdier for luftforurensning. Nord for planområdet ligger en inversjonssone langs Store Lungegårdsvann.

Jamfør lokalklimatisk kart (figur 15) ligger planområdet utenfor stagnasjonssone. Planområdet ligger like ved Møllendalselven hvor kaldluftdrenasje går fra Isdalen, ned elven og mot Store Lungegårdsvann. Dette kan skape kald trekk i området, men fører også til utlufting av området med tanke på forurensning. I en rapport utarbeidet av Meteorologisk institutt, oppdrag fra Bergen kommune (Denby 2015), er det gjort målinger av NO₂ konsentrasjoner (NO₂ som mål på luftforurensning) i Bergen. Ut ifra denne rapporten ligger planområdet i et område med årsmiddelkonsentrasjon av NO₂ på 10-20 µg/m³, med en sannsynlighet for å overskride grenseverdien på 40 µg/m³ på under 20 % (figur 10).



Figur 14: Utsnitt fra kart over årsmiddelkonsentrasjon NO₂ (2012-2014) - Bergen Sentrum. Pil indikerer planområdets plassering. Kilde: Meteorologisk institutt

Møllendal krematorium ligger nær planområdet og har utslippstillatelse etter forurensningsforskriften. Fra 2016 foreligger en tilsynsrapport fra Fylkesmannen i Hordaland som melder om avvik i form av forhøyet utslipp av kvikksølv. Det opplyses også om at korrigerende tiltak er iverksatt. En antar at under normale forhold vil ikke utslipp fra krematoriet være av betydning for luftkvaliteten i området.

I 2015 vedtok Bystyret i Bergen Tiltaksutredning for bedre luftkvalitet i Bergen. Denne inneholder en faglig utredning, en handlingsplan og en beredskapsplan. Bergen kommune er forurensningsmyndighet for lokal luftkvalitet, og som anleggseiere er har Statens vegvesen, Fylkeskommunen, havnevesen og Bergen kommune direkte ansvar for å gjennomføre tiltak etter Forurensingsforskriften § 7-3.

Temaet luftforurensning må anses ivaretatt på et overordnet nivå. En kan likevel vurdere tiltak som går på plassering/utforming av ventilasjonsanlegg i byggene, evt. nødvendig rensing, for å sikre tilfredsstillende inneklima i byggene.

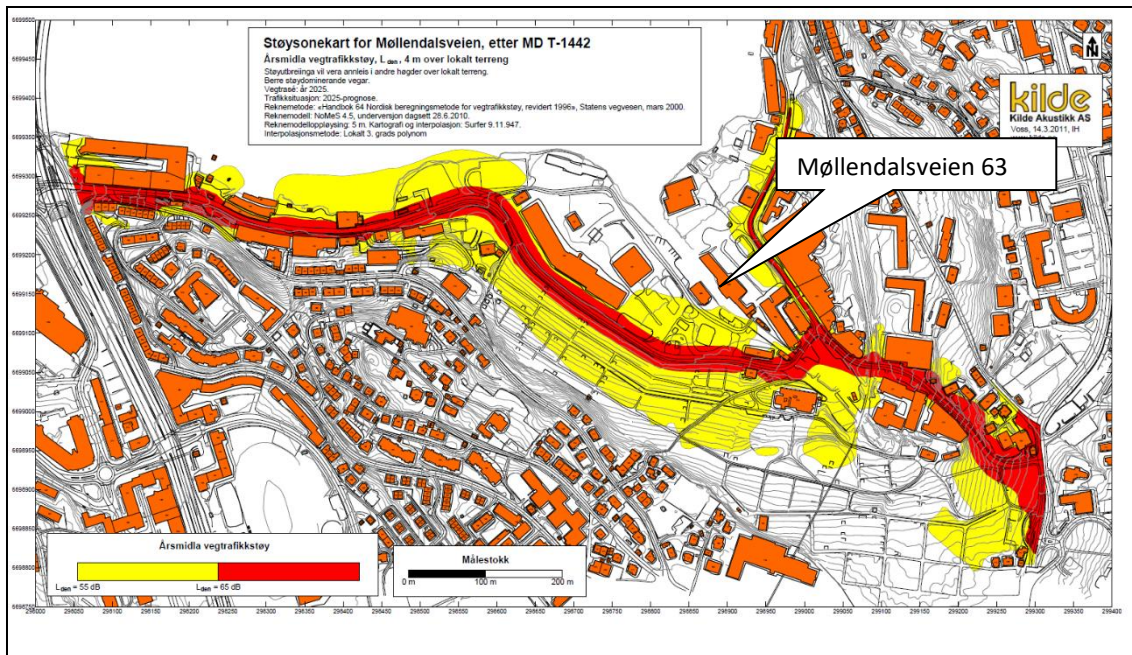
5.2.5 STØY ELLER STØV FRA TRAFIKK

Det er utført støyvurderinger, i henhold til Miljøverndepartementets retningslinjer T-1442, ved Møllendalsveien og Møllendalsbakken som ligger tett inntil planområdet for prognose-år 2025 (Kilde akustikk 2011). Planområdet ligger utenfor gul og rød støysone jamfør støykart (figur 16). Ny bebyggelse vil også ligge skjermet for støy bak eksisterende bebyggelse.

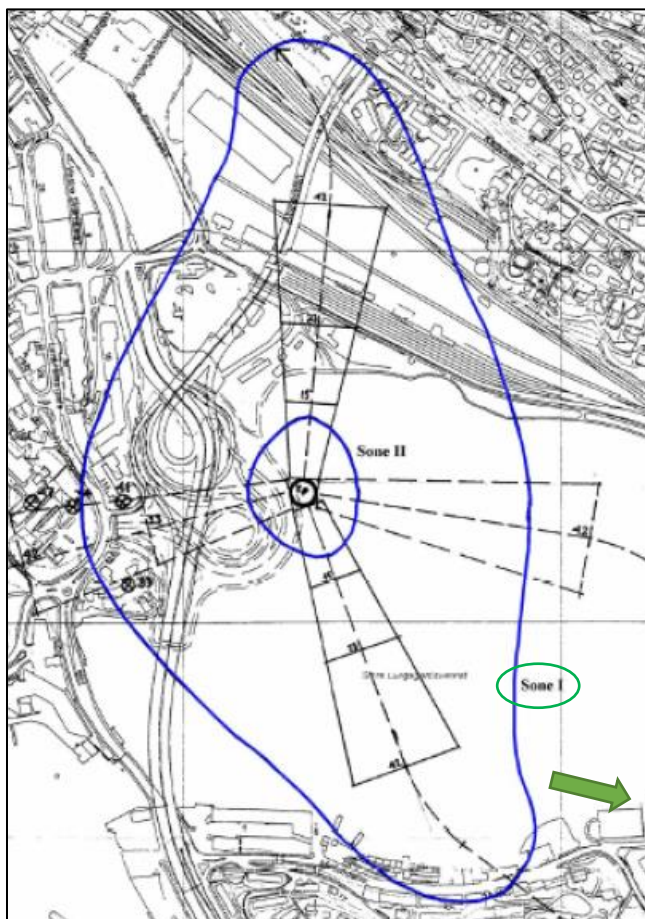
I reguleringsplan for Møllendal øst (planID: 19410000) fremgår det at støyvurderinger er gjort og at det er flere støykilder som kan påvirke området i tillegg til biltrafikk, nemlig jernbanen, helikopterlandingsplasser på Haukeland og Grønneviksøren/Nygårdstangen, og båthavnen. Støy fra veitrafikk dominerer i området, Bergensbanen ligger ca. 400 m nord for planområdet og vil ikke påvirke området. Støy fra båthavnen er heller ikke vurdert å gi utslag i området.

I dag ligger helikopterlandingsplass ved Grønneviksøren, men denne er planlagt flyttet til Nygårdstangen, på nordsiden av Store Lungegårdsvann. Jamfør Byrådssak 1023/17 vedrørende utvikling av Møllendalsområdet ved BIR, går det frem at denne flyttingen er et viktig premiss for utviklingen av området, og at dette bør skje så snart som mulig. Det er foretatt beregninger av støyutbredelsen fra helikopter ved Nygårdstangen. Utbredelsen fremgår av støysonekart under. Disse beregningene er foretatt etter tidligere retningslinje T-1227. Sone 1 i henhold til T-1227 er basert på et EFN nivå på 50 dB, mens dagens nedre grenseverdi i T-1442 for gul sone ligger på $L_{den} = 52$ dB. Det betyr at gul støysone ikke vil strekke seg like langt ut som grensen for sone 1 i figur 17 viser. Helikopterstøy vil ikke være utslagsgivende basert på disse beregningene.

På bakgrunn av tilgjengelig informasjon om støysituasjonen i området, vil ikke støy fra vei, jernbane, båthavn eller helikoptertrafikk vær utslagsgivende for planområdet.



Figur 15: Støysonekart for veitrafikk, Møllendalsveien, etter MD T-1442 (Kilde akustikk, 2011).



Figur 16: Støysoner for helikopterlandingsplass på Nygårdstangen, i henhold til gamle retningslinjer, T-1277. Etter ny retningslinje T-1442, er nedre grenseverdi for gul støysone høyere enn i gammel retningslinje. Utstrekningen av sone 1 som vist på kartet vil derfor være noe mindre. Planområdet ligger like utenfor illustrasjonens utstrekning, i retning markert med grønn pil. Kilde: Norconsult 2009.

5.3 BEREDSKAPSTILTAK AV BETYDNING FOR AREALPLANLEGGINGEN

Det er ikke identifisert aspekt ved beredskapstiltak av betydning for arealplanleggingen som tilsier spesiell risiko eller sårbarhet. Utrykkingstider og vanntrykk/slukkevanncapacitet blir derfor ikke utgreid vide.

5.4 REPRESENTATIVE UØNSKEDE HENDELSER

På basis av fareidentifiseringen er følgende representative og beslutningsrelevante uønskede hendelser valgt ut for en mer detaljert analyse:

Hendelse 1: Ustabil grunn og/eller erosjon fører til skade på bygg.

Hendelse 2: Stormflo og/eller flom forårsaker oversvømmelse/vanninntrenging i området.

Hendelse 3: Redusert tilkomst for brannvesenets brannberedskap til eksisterende bebyggelse, Møllegårdene.

6. RISIKOANALYSE AV UØNSKEDE HENDELSER

HENDELSE 1: Ustabil grunn og/eller erosjon fører til skade på bygg.

Drøfting av sannsynlighet:

Planområdet ligger på utfylte masser og er del av en større utfylling i Store Lungegårdsvannet. Ustabil grunn og setningsskader er en mulighet for eksisterende bebyggelse. Nye bygg må oppføres på en sikker måte med hensyn til grunnforholdene.

Cementstøperiet ligger tett på elven og er utsatt for erosjon ved sterk strøm og høy vannstand i elven. Det er knyttet usikkerhet til hvor stor faren for erosjon er, men Asplan Viak (2022) sine modelleringer av den hydrauliske situasjonen i planområdet viser at vannhastighetene langs bygget er noe økt sammenlignet med eksisterende situasjon.

Sannsynligheten for setningsskade på bygg og erosjonsskader på grunnmur vurderes som **S4** – sannsynlig i en periode på 20-200 år

Drøfting av konsekvens:

En setningsskade eller erosjon på grunnmur vil kunne føre til skader på eksisterende bygg, men vil pågå over tid, slik at dette ikke vurderes som en akutt innsettende hendelse.

- Liv og helse: **K1** - Hendelsen vil være ubetydelig/ ufarlig for liv og helse
- Miljø: **K1** - Ubetydelig/ ufarlig - Ingen skader på miljøet
- Materielle verdier: **K3** - Betydelig/ kritisk - vil kunne gi betydelige skader på verdier 10 til 100 mill. kr.

Oppsummering

Verdi	Sannsyn						Konsekvens						Risiko		
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6			
Liv og helse				X			X						X		
Miljø				X			X						X		
Materielle verdier				X					X				X		

Risiko- og sårbarhetsreducerende tiltak:

Tilstandsrapport utført av Rambøll (2017) og flomvurdering utført av Asplan Viak (2022) ifm. planarbeidet, anses som retningsgivende iht. bestemmelsene. Her nevnes bl.a. tiltak som:

- Overvåke sprekker i eksisterende bygg for å ha kontroll på eventuell setningsproblematikk
- Øvre del av mur mot elven bør rehabiliteres med fjerning av løsgods og utstøpning. Jf. Asplan Viak 2022 kan det særlig være aktuelt å erosjonssikre/beskytte den sørøstlige fasaden til Cementstøperiet, og til dels langsiden mot øst. Behovet må undersøkes.

Det forutsettes det at det sikres trygg fundamentering av nye bygg iht. gjeldende forskrifter. Blant annet setter TEK17 § 10 krav til konstruksjonssikkerhet.

HENDELSE 2: Stormflo og/eller flom forårsaker oversvømmelse/vanninntrenging i området.**Drøfting av sannsynlighet:**

Flomsikkert nivå for planområdet ligger på mellom kote 2,4 moh. (elveflom) og 2,7 moh. (stormflo).

Cementstøperiets plassering gjør at bygningen er utsatt både for flom fra elv og stormflo fra sjø, og kravene til flomsikkerhet i TEK §7-2 er ikke tilfredsstillt. Også p-anlegg vil ligge under flomsikkert nivå, men kan ivareta kravene i TEK 17 ved at det dimensjoneres/konstrueres flomsikkert.

Planområdet er utsatt for oversvømmelse både fra elveflom og stormflo i eksisterende situasjon. Det kan være utfordrende å sikre ny og bevart bebyggelse på Møllendalsveien 63 mot flom/oversvømmelse på grunn av føringer for planområdet (bevaring av eksisterende bygg, usikkerhet rundt høyde på ny gang- og sykkelbro).

Sannsynlighet: Sannsynligheten for at en 200-års flom vil inntreffe og forårsake oversvømmelse i parkeringsanlegg og eksisterende lavt bygg, vurderes som **S4** – sannsynlig i periode på 20-200 år.

Drøfting av konsekvens:

På grunn av flomfare vurderes Cementstøperiets 1. etasje som uegnet til reguleringsformål bolig. Det er mulig å etablere boliger i 2. etasje og på deler av loftet, mens det eventuelt må søkes dispensasjon fra TEK §7-2 for å kunne bruke 1. etasje til andre formål.

Nye boliger vil ligge over flomsikkert nivå, og vil ikke oppleve konsekvens av flom. P-kjeller vil imidlertid oversvømmes, og må dimensjoneres/konstrueres for å tåle dette. Ved særlig store flomhendelser, som ventes å inntreffe sjeldent (som 200-års flom) må en legge til grunn at beboere varsles og får mulighet til å flytte biler, sykler eller annet bort fra flomsonen.

For liv og helse vil en hendelse ha mindre konsekvens, da man vanligvis vil ha alle muligheter til å komme seg bort fra en flom, eller holde seg innendørs til vannmassene trekker seg tilbake. For miljøet vil det ikke føre til varige/irreversible konsekvenser. Det er i hovedsak materielle verdier som er utsatt ved flom.

- Liv og helse: **K1** - Hendelsen vil være ubetydelig/ ufarlig for liv og helse
- Miljø: **K1** - Ubetydelig/ ufarlig - Ingen skader på miljøet
- Materielle verdier: **K3** - Betydelig/ kritisk – skader på verdier 10 til 100 mill. kr.

Oppsummering

Verdi	Sannsyn						Konsekvens						Risiko		
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6			
Liv og helse				X			X						X		
Miljø				X			X						X		
Materielle verdier				X					X					X	

Risiko- og sårbarhetsreducerende tiltak:

Flomvurdering utført av Asplan Viak (2022) ifm. planarbeidet ligger til grunn for de fleste vurderinger og anbefalinger i ROS-analysen. Rapporten anses som retningsgivende iht. bestemmelsene, og § 2.5.1 presiserer dette.

Den hydrologiske situasjonen vil i liten grad påvirkes av tiltak innenfor planområdet, men det blir viktig å sikre nye tiltak i planområdet mot oversvømmelse. Eksempler på tiltak, som også ligger i flomrapport:

- Inngangsparti og 1. etg for bolig er lagt over flomsikkert nivå.
- Garasjeanlegg må dimensjoneres og konstrueres slik at det tåler oversvømmelse iht. TEK 17. det kan bla. innebære å heve installasjoner som ikke tåler vann over flomsikker høyde.
- Tiltak for å sikre flomfrie rømningsveier i planområdet må vurderes opp mot kravene i bla. TEK 17 § 11 kaittel IV.

- Flommur etableres langs ny bebyggelse, minimum tilsvarende flomsikkert nivå. Der det er mulig heves elvepromenaden til samme nivå som flommur.

Flom fra Møllendalselven vil i stor grad kunne forhindres ved regulering av elven. Flomsikring av Møllendalselven er imidlertid noe som må ses på samlet for hele elvestrekningen.

For det eksisterende Cementstøperiet har man liten mulighet til annet enn avbøtende tiltak, her kan en f.eks vurdere:

- Å flytte elektriske installasjoner/stikkontakter etc. høyt opp på vegg.
- Benytte vannbestandige materialer/interiør der det er mulig/hensiktsmessig
- Mulighet for å sperre ute vann ved dører etc.
- Lagring/oppbevaring av varer o.l bør ikke foregå i 1. etg.

Et noe forhøyet risikobilde for flom, med gult nivå, må aksepteres for planområdet, på grunn av usikkerhet knyttet til høyder på ny gang- og sykkelbro og utfordringer med å flomsikre eksisterende bygg Cementstøperiet. Det vil bli problematisk å flomsikre Cementstøperiet og broen (steg 2) uten at tverrsnittet til elveløpet reduseres.

Flomsikring i to steg, som Flomvurdering (Asplan Viak 2022) viser til, bør gjennomføres. Hvis ikke steg 2 av flomsikringen blir gjennomført, kan uansett sikkerheten mot flom ivaretas for ny bebyggelse ved å heve inngangspartier og boder over flomsikkert nivå og dimensjonere og konstruere garasjeanlegg til å tåle flom.

Dersom hele planområdet flomsikres vil det hindre flomvann å trenge inn i området, men også at avrenning kan strømme fritt ut. I dette tilfellet må det anlegges rør med tilbakeslagsventil i muren ved utløpspunkt.

HENDELSE 3: Redusert tilkomst for brannvesenets brannberedskap til eksisterende bebyggelse, Møllegårdene

Drøfting av sannsynlighet:

I forbindelse med etablering av garasjeanlegget vil dette kunne endre tilkomsten for brannvesenet høyberedskap for Møllegårdene. For å videreføre tilkomsten må garasjedekket enten dimensjoneres slik at det er det kan benyttes til oppstilling av brannvesenets høyderedskap (stigebil), eller at det lages en løsning som sikrer at leilighetene kan nås med oppstilling av brannbil foran garasjeinnkjøringen til det nye anlegget. For sistnevnte løsning må det sjekkes at dette er mulig å få til.

Sannsynligheten for redusert tilkomst for brannvesenets brannberedskap vurderes som **S3** – sannsynlig i en periode på 200-1000 år

Drøfting av konsekvens:

Dersom det blir reduserttilkomst for brannvesenets beredskap til eksisterende bygg, og det begynner å brenne der, kan det potensielt få alvorlige konsekvenser for liv og helse og materielle verdier. Miljø påvirkes i mindre grad. For liv og helse vurderes konsekvensgraden å ligge et sted mellom K3 og K4, med ett eller få dødsfall, og 0-10 med alvorlig skade. Å benytte K4 anses som en for streng vurdering, med tanke på at konsekvensgraden tar høyde for mange skadde (10-20) og potensielt flere døde (0-10). Dette er høye tall, med tanke på at det bare er en del av blokken som kan få endret tilkomst for brannberedskap. Konsekvens for liv og helse settes derfor til K3 (0-10 personer alvorlig skadd), til tross for at ett eller få dødsfall kan være verst tenkelig utfall.

- Liv og helse: **K3** – Betydelig/ kritisk – 0-10 personer alvorlig skadd
- Miljø: **K1** - Ubetydelig/ ufarlig - Ingen skader på miljøet
- Materielle verdier: **K3** - Betydelig/ kritisk - vil kunne gi betydelige skader på verdier 10 til 100 mill. kr.

Oppsummering

Verdi	Sannsyn						Konsekvens						Risiko		
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6			
Liv og helse			X						X				X	X	
Miljø			X				X								
Materielle verdier			X					X							

Risiko- og sårbarhetsreducerende tiltak:

Tilkomst for brannvesenet høyderedskap i planområdet til eksisterende bygg, skal opprettholdes i planforslaget. Det legges til grunn at garasjeanlegg og nytt dekke (f_BUT) mellom nytt bygg og eksisterende bygg opparbeides.

- Det legges opp til at nytt dekke mellom nytt bygg og eksisterende bygg (f_BUT2) skal dimensjoneres og gjøres tilgjengelig for utrykningskjøretøy, inkludert stigebil.
 - o Dimensjonering og tilkomst av dekke f_BUT2 er sikret i bestemmelsene §2.5.3

Med et hevet dekke mellom ny bebyggelse og Møllegårdene (f_BUT2), vil det bli tilkomst rundt den sørøstlige kortsiden av eksisterende bygg. Her har ikke brannbil tilkomst i dag, og forholdene kan sånn sett tenkes å bli minimalt forbedret med dette grepet, og i alle fall opprettholdt.

7. USIKKERHET

Denne analysen er bygger på foreliggende planer og kunnskap. Om det kommer ny kunnskap eller endringer i løsningsvalg i planen, kan risikobildet endres. Om slike endringer gir en vesentlig økning i risiko, må det vurderes om risikoanalysen skal oppdateres.

Denne typen analyser vil alltid inneholde en viss usikkerhet, fordi de bygger på kvantifisering av sannsynlighet. Det kan være flere forhold som ligger til grunn for denne usikkerheten. Det er ikke alle hendelser hvor man har tidligere erfaringer eller metoder for å beregne frekvens eller for å gi eksakte beregninger av sannsynlighet. I disse tilfellene må sannsynlighet vurderes ut fra faglig skjønn, noe det vil være usikkerhet knyttet til selv om det er kvalifisert personell som foretar vurderingene. Dette vil også gjelde for vurdering av virkningen av avbøtende tiltak. Også rapporter som ligger til grunn for ROS-analysen, vil i ulik grad ha usikkerhet knyttet til modelleringer og vurderinger, som videre kan bety usikkerheter i ROS-analysen.

I tillegg kan det finnes utforutsette hendelser som ROS-analysen ikke har avdekket. ROS-analysen må derfor være et utgangspunkt for planen slik foreligger, men risikovurderinger må være et løpende tema i det videre planarbeidet og i prosjekteringen av tiltak, for å sikre at de til enhver tid aktuelle uønskede hendelsene blir håndtert.

8. KONKLUSJON

I denne risiko- og sårbarhetsanalysen er gjeldene regelverk og relevante politiske dokumenter, samt statlige veiledere som er relevante for denne typer analyser gjennomgått. Deretter ble analyseområdet og metode presentert.

Gjennom fareidentifiseringen ble tre representative og beslutningsrelevante hendelser vurdert aktuelle for videre risikoanalyse.

Det er ingen hendelser som har fått avdekket uakseptabel risiko, men både skader på grunn av ustabil grunn/erosjon, oversvømmelse som følge av flom og/eller stormflo, og endret tilkomst til eksisterende bygg for brannberedskap havner i gul risiko, og tiltak bør vurderes.

Masseutglidning, marine avsetninger, kvikkleire og erosjon kan alle gi ustabil grunn og føre til blant annet setningsskader i bygg. Planområdet ligger på fyllmasser, og en hendelse kan forekomme. Erosjon fra vannmasser langs grunnmur til Cementstøperiet er særlig aktuelt. Risikovurderingen skisserer avbøtende tiltak for å forebygge/sikre mot denne type risiko.

Siden planområdet ligger lavt i terrenget og tett på både Møllendalselven og Store Lungegårdsvann, er oversvømmelse/flom reelle hendelser som med stor sannsynlighet vil påvirke lavereliggende deler av området. Særlig eksisterende bygg og fremtidig parkeringskjeller er utsatt. Her bør i størst mulig grad avbøtende tiltak utføres, som å dimensjonere/konstruere p-anlegg for å tåle flom, heve tekniske installasjoner opp fra bakkenivå, unngå lagring på bakkenivå i Cementstøperiet, og liknende. Det anbefales at firma med fagkompetanse på området konsulteres for å finne beste mulige løsninger for området for å unngå vanninntrenging i parkeringskjeller og Cementstøperiet, men man må trolig uansett akseptere en viss risiko for oversvømmelse/vanninntrenging. Nye boliger anlegges over flomsikkert nivå på mellom 2,4 og 2,7 moh.

Når det gjelder tilkomst for brannberedskap til eksisterende bygg, skal dette ivaretas med at nye uteoppholdsarealer dimensjoneres for og har tilkomst for stigebil. Dermed opprettholdes brannsikkerheten for de eksisterende byggene som den er i dag.

De fleste risikotema vurderes å bli ivaretatt i plan og/eller i overordnede forskrifter og regelverk. Det kan likevel være foreslått avbøtende tiltak som bør vurderes.

Hvis utbyggingen endrer karakter og formål som ikke samsvarer med dagens informasjon kan det være behov for en ny risiko- og sårbarhetsanalyse for planområdet.

9. KILDER

Veiledere og lover/regelverk:

NS 5814 Krav til risikovurderinger.

Risikoanalyse - teori og metoder. Rausand og Utne (2009).

Plan og bygningsloven.

Byggteknisk forskrift (TEK10/17).

Temaveileder: Samfunnssikkerhet i arealplanlegging. DSB (2011).

Veileder til helhetlig ROS i kommunen. DSB (2014).

Rapporter:

Asplan Viak 2022. Flomvurdering Møllendalsveien 63. Versjon 2. Datert 05.01.2022

Bergen kommune 2017. Byrådssak 1023/17 Eutropean 13 – internasjonal arkitektkonkurranse. Orientering om status.

Bergen kommune/Etat for helsetjenester og Statens vegvesen 2015. Luftkvalitet I Bergen 2014.

Bergen kommune 2012. Nygårdstangen – forslag til områderegulering og konsekvensutredning.

Bergen kommune 2010. Reguleringsplan og konsekvensutredning for Møllendal øst. (planid:19410000)

Cowi 2008. ROS-analyse for Møllendal - Fagrapport

Denby, B. R. 2015. Mapping of No2 concentrations in Bergen (2012-2014). METreport No. 12/15

DSB (2016) Havnivåstigning og stormflo - samfunnssikkerhet i kommunal planlegging.

Duesund, R. 2020. Notat. Møllendalsveien 63 (Brannteknisk prosjektering) Firesafe. Datert 24.09.2020

Kilde akustikk AS 2011. Møllendalsveien og Møllendalsbakken – Støyvurdering F-lov. Rapport 5604-1

Norconsult 2009. Nygårdstangen, Bergen – Støyutredning. Dok. nr. :5011498 -1.02

Norsk klimaservicesenter 2016. Klimaprofil Hordaland.

Rambøll 2017. Møllendalsveien 63 – Tilstandsvurdering.

Sea Level Change for Norway, Past and Present Observations and Projections to 2100. (Miljødirektoratet, Kartverket, Nansensenteret, Bjerknes Centre for Climate Research).

Sweco 2017. Møllendalsveien 63, Bergen. Miljøteknisk grunnundersøkelse. RAPPORT-28375001-RIM-R01-A01.

Nettkilder:

Direktorat for samfunnssikkerhet og beredskap, DSB: <http://kart.dsb.no/>

NVE, atlas: <https://atlas.nve.no>

Norges Geologiske Undersøkelse (NGU). <http://geo.ngu.no/kart/arealis/>

Norske utslipp: <http://www.norskeutslipp.no/>

Miljødirektoratet. <http://www.miljostatus.no/kart/>

Statens vegvesen, vegkart: <https://www.vegvesen.no/vegkart>