



TRONDHEIM KOMMUNE

# Kommunedelplan Sluppen

## RISIKO OG SÅRBARHETSANALYSE

### - hele planområdet

Dato: juni 2019

## Innholdsfortegnelse

### 1 Bakgrunn

### 2 Metode

#### 2.1 Identifisere uønskede hendelser

#### 2.2 Vurdering av sannsynlighet, sårbarhet og konsekvens

Vurdering av sannsynlighet:

Vurdering av konsekvens:

Sammenstilling av risiko- og sårbarhetsvurdering i matrise:

### 3 Klimaendringer

### 4 Risiko og sårbarhetsvurdering

#### 4.1 Løsmasseskred

##### 4.1.1 Kvikkleireskred

##### 4.1.2 Jord- og flomskred

#### 4.2 Erosjon

#### 4.3 Overvannsflom

#### 4.4 Forurensning

##### 4.4.1 Spredning av forurensning fra grunn (jord)

##### 4.4.2 Forurensning av Nidelva

##### 4.4.3 Utslipp av deponigass (klimagassutslipp)

##### 4.4.4 Spredning av deponigass til infrastruktur og bygninger

### 5 Tiltak for å redusere risiko og sårbarhet

### 6 Sammenstilling

### 7 Referanser

# 1 Bakgrunn

Denne ROS-analysen er utarbeidet til kommunedelplan for Sluppen.

ROS-analysen skal utrede risiko- og sårbarhetsforhold som har betydning for om arealet på Sluppen er egnet til utbyggingsformål, og eventuelle endringer i risiko og sårbarhet som følge av planlagt utbygging. ROS-analysen er et viktig kunnskapsgrunnlag for å unngå at arealdisponering skaper ny eller økt risiko og sårbarhet for samfunnet og befolkningen. Det foreslås avbøtende tiltak som innarbeides i planen.

## 2 Metode

Rapporten er utarbeidet med utgangspunkt i Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskaps [veileder for samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging \(2017\)](#). Den er utarbeidet av ei tverrfaglig arbeidsgruppe i kommunen med fagpersoner på de ulike temaene.

Analysen er basert på kjente data og registreringer i nasjonale og lokale (tema)kart/databaser, samt utredninger utført i forbindelse med utarbeidelse av planforslaget. Siden analysen er gjennomført på kommunedelplannivå, vil den være på et overordnet nivå. Det er en forutsetning at det på reguleringsplannivå utarbeides tilhørende detaljerte hendelsesbaserte ROS-analyser når mer detaljer blir kjent.

Det er utarbeidet en egen ROS-analyse knyttet til samferdselstiltakene i planen (Rambøll 2019a). Analysen i denne rapporten tar for seg hele planområdet, men det vil kunne være en del overlapp i vurderingen av enkelte tema. Begge analysene har fulgt samme metode.

### 2.1 Identifisere uønskede hendelser

Første steg innebærer å identifisere mulige uønskede hendelser som den planlagte utbyggingen kan være utsatt for.

### 2.2 Vurdering av sannsynlighet, sårbarhet og konsekvens

Neste steg er å vurdere risiko og sårbarhet som er forbundet med de uønskede hendelsene. Denne risikovurderingen baseres på en vurdering av sannsynligheten for om hendelsen skjer og hvilke konsekvenser hendelsen vil få.

### Vurdering av sannsynlighet:

Sannsynlighet er et mål på hvor sannsynlig det er at en uønsket hendelse vil inntreffe i planområdet innenfor et visst tidsrom. Følgende kategorier er brukt i denne rapporten:

Sannsynlighet	Verdi
<b>Høy</b>	Oftere enn 1 gang i løpet av 10 år
<b>Middels</b>	1 gang i løpet av 10 år eller sjeldnere
<b>Lav</b>	1 gang i løpet av 100 år eller sjeldnere

### Vurdering av konsekvens:

Virkinger av en uønsket hendelse på planområdet/utbyggingsformålet deles inn i ulike konsekvensgrader/kategorier, avhengig av alvorlighetsgraden eller omfanget hendelsen har på samfunnssikkerheten. Viktige samfunnssikkerhetsverdier er delt inn i typene liv/helse, miljøskader og materielle verdier.

Konsekvensgrad Konsekvenstype	Små	Middels	Store
<b>Liv/Helse</b>	Ulykke/hendelse uten noen drepte eller alvorlig skadde. Ingen eller lave helsemessige belastninger.	Ulykke/hendelse med noen drepte eller alvorlig skadde. Middels til høye helsemessige belastninger.	Ulykke/hendelse med mange drepte eller alvorlig skadde. Svært høye helsemessige belastninger.
<b>Miljøskader</b>	Liten lokal skade uten særlige konsekvenser	Alvorlig skade med konsekvenser som vil ta noe tid å rette opp	Omfattende/alvorlig skade med konsekvenser som vil ta lang tid å rette opp
<b>Materielle verdier</b>	Ingen konsekvenser for samfunnet	Lokale konsekvenser for samfunnet	Nasjonale konsekvenser for samfunnet

Sammenstilling av risiko- og sårbarhetsvurdering i matrise:

Resultatet fra analysen sammenstilles i matriseform. De uønskede hendelsene plasseres i matrisen ut fra vurderingen av sannsynlighet og konsekvens.

- Øverst til høyre ligger hendelser som er vurdert å ha **høy risiko**, dvs at de er svært sannsynlige (høy) og har svært alvorlige virkninger (store konsekvenser). Disse havner i "rød sone". Her **må** det gjennomføres risikoreducerende tiltak.
- Hendelser som havner i "gul sone" vurderes å ha **middels risiko**. Her **bør** det vurderes tiltak.
- Nederst til venstre i matrisen ligger hendelser som er vurdert å ha **lav risiko** (lav sannsynlighet og små konsekvenser). For hendelser i "grønn sone" **kan** det vurderes tiltak.

Tiltak som reduserer sannsynlighet vurderes først. Hvis dette ikke gir effekt eller er mulig, vurderes tiltak som begrenser konsekvensene.

		Konsekvenser		
		Små	Middels	Store
SANNSYNLIGHET	Høy			
	Middels			
	Lav			

### 3 Klimaendringer

Fram mot år 2100 må vi regne med store, men gradvise endringer i klimaet. Økt risiko for og omfang av ekstremhendelser krever helhetlig planlegging og kommunene står i førstelinjen i møtet med konsekvensene.

For å øke fokuset på klimatilpasning på kommunalt nivå er det med hjemmel i PBL § 6-2 annet ledd, utarbeidet *statlige planretningslinjer for klima - og energiplanlegging OG klimatilpasning* (SPR av 28.09.18).

Det er store regionale forskjeller på hvilke klimarelaterte parametre vi kan påregne mer av og det er derfor laget fylkesvise klimaprofiler som viser regionale utfordringer.

Klimaprofil Sør-Trøndelag:

<https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/article.xhtml?uri=klimaservicesenteret/klimaprofil/er/klimaprofil-sor-trondelag>

Det er utarbeidet en ROS-analyse for hvilke endringer Trondheim kan forvente og de viktigste er disse:

- Økt nedbør
- Mer styrtregn og større regnflommer
- Flere skred
- Økt risiko for tørke
- Havnivåstigning - og dermed økt risiko for stormflo

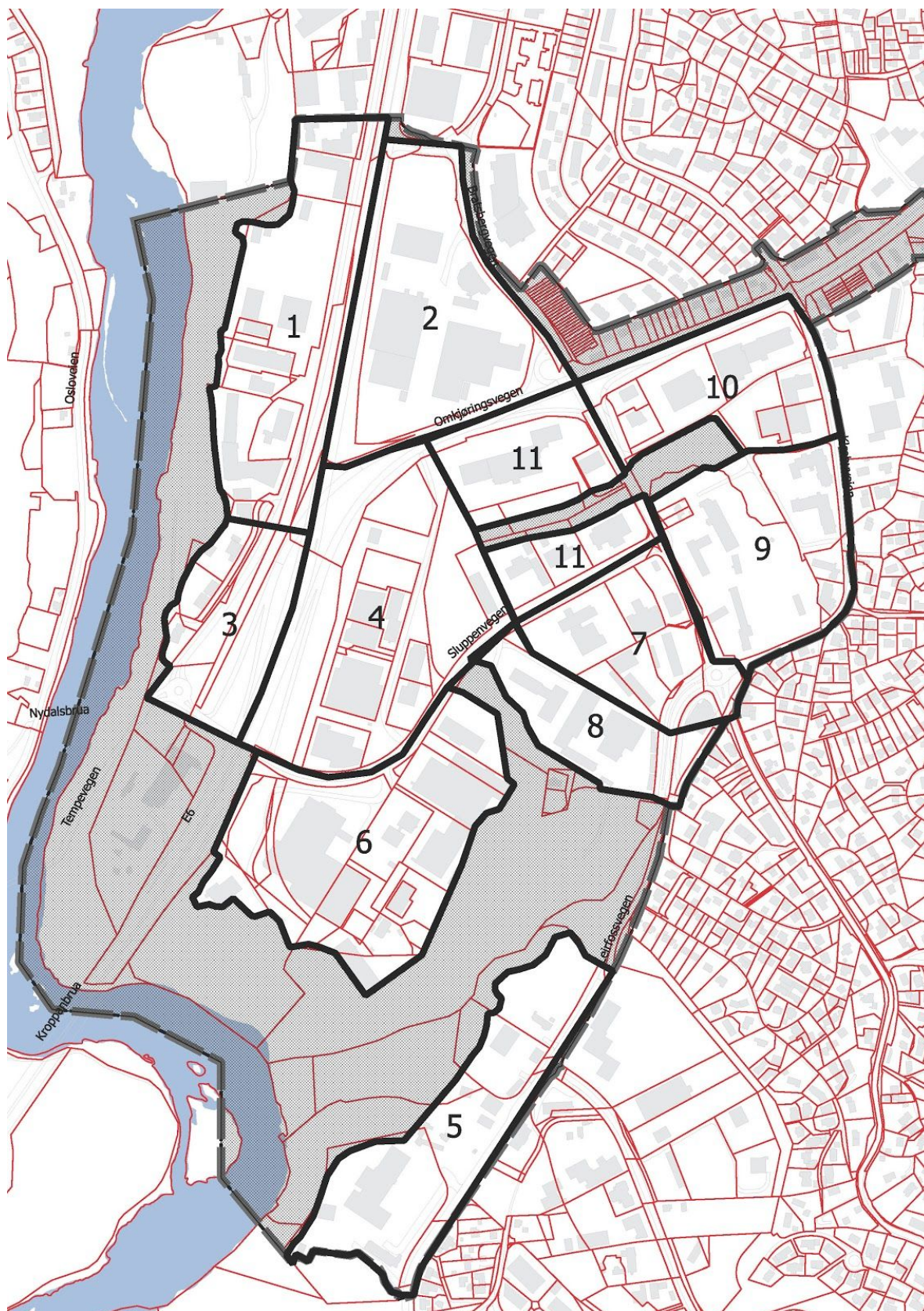
Trondheim har vedtatt mål om bli klimarobust innen 2025 og at arbeidet med klimatilpasning skal bygge opp under arbeidet med å tilstrebe en *klimasmart og attraktiv by*.

**For Sluppenområdet er det økt sannsynlighet for følgende typer hendelser:**

1. Økt nedbør, også i form av lokalt styrtregn. Umulig å forutse hvor det kan skje.
2. Regnflom i Nidelva og mindre bekker (mindre snømengder antas å gi mindre snøsmelteflom)
3. Ulike typer jordskred. Usikkert om økt nedbør kan gi økt sannsynlighet for kvikkleireskred
4. Det er usikkerhet knyttet til om vi vil få mer vind og sterkere vinder som kan ramme Sluppenområdet
5. Økt temperatur kan gi tørke i grøntområder
6. Et høyere havnivå og stormflo - vil kunne gå opp i Nidelva, på høyde med Sluppen. Dette kan erodere elvekanter og gi økt skredfare.

Samlet sett betyr dette at langsiktig planlegging av Sluppenområdet må inkludere gode, forebyggende tiltak som gjør at området vil takle de klimaendringene som vil komme.





Figur 1. Delområder i kommunedelplan Sluppen.

## 4 Risiko og sårbarhetsvurdering

De viktigste uønskede hendelsene for planen vil være:

1. Løsmasseskred
  - 1.1 Kvikkleireskred
  - 1.2 Jord- og flomskred
2. Erosjon
3. Overvannsflo
4. Forurensning
  - 4.1 Spredning av forurensning fra grunn (jord)
  - 4.2 Forurensning av Nidelva
  - 4.3 Utslipp av deponigass (klimagassutslipp)
  - 4.4 Spredning av deponigass til infrastruktur og bygninger

### 4.1 Løsmasseskred

Etter NVEs definisjon omfatter løsmasseskred kvikkleireskred og jord- og flomskred.

#### 4.1.1 Kvikkleireskred

Uønsket hendelse Nr.	1.1	Kvikkleireskred
Beskrivelse	<ul style="list-style-type: none"><li>• Det er flere kvikkleiresoner i og nær planområdet</li><li>• Deler av området ligger i utløpssonen til en eller flere kvikkleiresoner.</li><li>• Nidarvoll kvikkleiresone kan skredsikres ved store nedplaneringer</li><li>• Skredsikringstiltak kan utløse skred hvis de ikke utføres riktig.</li><li>• Tempe kvikkleiresone er dokumentert skredsikker, men utredningen må kvalitetssikres av uavhengig foretak</li><li>• Tempe utredningen viste at deler av området mellom Tempe kvikkleiresone og Nydalsbrua har for lav sikkerhet mot kvikkleireskred og at det er behov for store nedplaneringer ved Tempeveien 35.</li><li>• Delområde 5 kan være utsatt for skredfare fra fire ulike kvikkleiresoner. Det er ikke sikkert at det er mulig å skredsikre dette området.</li><li>• Det er kvikkleire i grunnen også utenfor kvikkleiresonene, tiltak i</li></ul>	



	disse områdene kan i verste fall utløse skred. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoeggen kvikkleiresone er skredsikker.</li> <li>• I verste fall kan et kvikkleireskred demme opp Nidelva.</li> </ul>		
<b>Sannsynlighet</b>	<b>Konsekvenser</b>		
	Små	Middels	Store
Høy			
Middels			<b>Liv/Helse Miljøskader Materielle verdier</b>
Lav			

Drøfting av sannsynlighet:

Det er registrert kvikkleire innenfor og overfor planområdet. Sannsynligheten er middels for at anleggsvirksomhet i forbindelse med nedplanering og utbygging kan påvirke områdestabiliteten negativt. I delområde 1, figur 1, kan erosjon i verste fall påvirke områdestabiliteten negativt.

Det er lav sannsynlighet for at skredmasser fra et eventuelt kvikkleireskred skal demme opp Nidelva.

Drøfting av konsekvens:

Et kvikkleireskred vil kunne ha store konsekvenser for liv og helse for de som befinner seg innenfor løсне- eller utløpsområdet, og det kan bli store skader på miljøet og på materielle verdier.

Konsekvensen av en eventuell oppdemming av Nidelva blir små i planområdet siden det ikke skal bygges noe nede ved elva.

Forslag til tiltak:

- Gjennomføre sikringstiltak i Nidarvoll kvikkleiresone med nødvendig kontroll i utførelsesfasen.
- Skredsikkerhet for delområde 1 og 3 må dokumenteres og nødvendige sikringstiltak prosjekteres. Utredningen kan ta utgangspunkt i skredsikkerhetsutredning for Tempe områdeplan / Tempe kvikkleiresone fra 2013, se Rambøll rapport.
- Skredsikkerhet for delområde 5 må dokumenteres (i forhold til Leira Nordre, Stubban, Tvereggen og Nidarvoll kvikkleiresoner) og nødvendige sikringstiltak må prosjekteres og gjennomføres hvis mulig. Det er ikke gitt at området er eller kan gjøres skredsikkert.
- Geoteknisk prosjektering, inkludert skredsikkerhetsvurderinger for anleggsperioden, hvis nødvendig, for alle tiltak innenfor planområdet
- Skredsikkerhet ivaretas gjennom bestemmelser til kommunedelplanen.

#### 4.1.2 Jord- og flomskred

<b>Uønsket hendelse Nr.</b>	<b>1.2</b>	<b>Navn: Jord- og flomskred</b>	
<b>Beskrivelse</b>	Det er gjennomført stabilitetsanalyser for skråningene ned mot Nidelva. De viser at det stedvis ikke er tilfredsstillende lokalstabilitet. Stabiliserende tiltak er nødvendig før det kan bygges gang- og sykkelveg. Det må ikke bygges boliger eller næringsbygg for nær skråningstoppen.		
<b>Sannsynlighet</b>	<b>Konsekvenser</b>		
	Små	Middels	Store
Høy			
Middels			
Lav	<b>Miljøskader</b>	<b>Liv/Helse</b> <b>Materielle verdier</b>	

##### Drøfting av sannsynlighet:

Det er lite sannsynlig at jordskred skal skade ny bebyggelse hvis det bygges i forsvarlig avstand fra skråningstoppen.

Gang- og sykkelveg skal etableres slik at den medfører avlastning på toppen av skråningen. Det er liten sannsynlighet for at det vil oppstå utglidninger når den er ferdig. I anleggsfasen er det noe større sannsynlighet for en uønsket hendelse i forbindelse med gravearbeider.

##### Drøfting av konsekvens:

Konsekvens av et eventuelt jordskred som berører bebyggelsen på skråningstoppen er middels.

Konsekvens for gang- og sykkelvegen kan være stengt gang- og sykkelveg i perioder samt fare for ulykker dersom det befinner seg mennesker på vegen i det en utglidning oppstår. Utglidning i terrenget kan medføre en liten lokal miljøskade og redusert framkommelighet for gående og syklende mens skadene utbedres. Det må tas spesielle hensyn i anleggsfasen for å unngå at skred skjer ved graving og lignende i forbindelse med etablering av gang-/sykkelvegen.

##### Forslag til tiltak for gang- og sykkelvegen

- Stabiliserende tiltak for gang- og sykkelvegen må gjennomføres for å oppnå tilfredsstillende lokalstabilitet.

- Poretrykk i skråningen registreres i i prosjekteringsfase og i anleggsfase.
- Det kan være aktuelt med plastring/tildekking av skråningen i anleggsfase

Forslag til tiltak for ny bebyggelse på skråningstoppen.

- I forbindelse med detaljregulering må det gjøres en geoteknisk vurdering for å fastsette byggegrense mot elveskråningene

## 4.2 Erosjon

Uønsket hendelse Nr.	2	Erosjon	
<b>Beskrivelse</b>	<p>Grensa for planområdet går midt i Nidelva. Elva er erosjonssikret i Nidarvoll kvikkleiresone øst for Kroppanbrua. Det er eldre sikringsanlegg på en strekning ca 200 meter nordover fra Sluppenbrua og det legges ut en støttefylling med erosjonssikring vest for Nydalsbrua</p> <p>Eventuell erosjon på strekningen vest for delområde 1, mellom Nydalsbrua og Tempe idrettsplass kan føre til overflateglidninger i elveskråningene og eventuell større utglidninger hvis erosjon får utvikle seg over tid.</p> <p>Havnivåstigning og stormflo er klimarelaterte faktorer som kan øke faren i framtida.</p>		
<b>Sannsynlighet</b>	<b>Konsekvenser</b>		
	Små	Middels	Store
Høy			
Middels			
Lav	<b>Liv/Helse Materielle verdier</b>	<b>Miljøskader</b>	

Drøfting av sannsynlighet:

Deler av strekningen er erosjonssikret. På grunn av regulering av elva er det liten sannsynlighet for at det er aktiv erosjon som kan føre til utglidninger på den strekningen som ikke er sikret. Klimarelaterte hendelser som havstigning og stormflo kan i framtiden føre til økt erosjon av elvebreddene.

Drøfting av konsekvens:

Erosjon kan føre til utglidninger med konsekvens for framkommelighet, liv/helse og materielle verdier. Utglidninger vil medføre skader på miljøet som vil ta noe tid å rette opp i.

Forslag til tiltak:

- Erosjonssikring, om nødvendig, på områder på østsiden av Nidelva som ikke tidligere er sikret
- Behov for erosjonssikring vurderes i forbindelse med skredssikkerhetsutredning for delområde 1 og 3.

### 4.3 Overvannsflom

Uønsket hendelse Nr.	3	Overvannsflom		
<b>Beskrivelse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overskridelse av avløpssystemets kapasitet ved intenst regn og/eller snøsmelting.</li> <li>• Avrenning og oppstuvning av vann på overflaten ved intenst regn og/eller snøsmelting, kombinert med tette stikkrenner, kulverter eller ledningsanlegg.</li> </ul>			
<b>Sannsynlighet</b>	<b>Konsekvenser</b>			
	Små	Middels	Store	
Høy				
Middels				
Lav	<b>Liv/Helse Miljøskader</b>	<b>Materielle verdier</b>		

Drøfting av sannsynlighet:

Det er forventet endret klima i fremtiden med høyere temperaturer og mer nedbør. Mildere vintre med mindre snø er forventet å gi et endret avrenningsmønster, blant annet med regn på frossen mark som gir rask avrenning. "Normale" vårflokker med snøsmelting vil bli redusert, mens intense lokale regnhendelser er forventet å opptre oftere. Sannsynlighet for hendelser som kan gi overvannsflom forventes å bli høyere enn i dag, men er vanskelig å anslå konkret. Den naturlige topografien bidrar til raskere avrenning.

### Drøfting av konsekvens:

Konsekvenser forventes i hovedsak å være knyttet til miljøskader og materielle verdier.

- Tilbakeslag av avløpsvann fra ledningsanlegg i bygninger.
- Overflatevann som trenger inn i bygninger.
- Redusert adkomst på veier og eiendommer grunnet vann på overflaten.
- Potensiell forurensning grunnet overløp avløpsanlegg, forsøpling (flytende gjenstander), transport av forurensning fra veier og eiendommer til nærmiljø og Nidelva.

### Forslag til tiltak:

- Separering av eksisterende avløpsanlegg (fellesledninger) til overvann- og spillvannsledninger
- Fordrøyningstiltak på avløpsnett (lukkede basseng, åpne fordrøyningssløsninger, grønne tak, LOD)
- Terrengtilpasning, herunder krav til minstehøyde på fundament
- Klimapåslag ved dimensjonering av kulverter, overvannsledninger mv
- Oppgradering av eksisterende kulverter og overvannsledninger
- Sikre og oppgradere bekkeinntak, sluker mv
- Sette av hensynssoner for flomveier i plankartet

## 4.4 Forurensning

### 4.4.1 Spredning av forurensning fra grunn (jord)

Uønsket hendelse Nr.	4.1	Navn: Spredning av forurensning fra grunn (jord)		
Beskrivelse	Flere eiendommer innenfor planområdet har avmerking der det enten er påvist eller er mistanke om forurenset grunn. Det er to nedlagte avfallsdeponier i planområdet. Når det er grunn til å tro at en eiendom er forurenset (forurenset grunn eller avfallsmasser), er tiltakshaver pliktig til å sørge for at det gjennomføres miljøtekniske grunnundersøkelser på eiendommen før graving.			
Sannsynlighet	<b>Konsekvenser</b>			
	Små	Middels	Store	
Høy				

Middels		Miljøskader	
Lav	Liv/Helse Materielle verdier		

Drøfting av sannsynlighet:

Graving i forurensede masser medfører alltid risiko for spredning av forurensning, og graving i deponimasser vil medføre noen ekstra risikomomenter i forhold til spredning av miljøgifter fra grunn, via sigevann og som deponigass. Eksponering for miljøgifter/forurensning kan medføre helseisiko. Anleggsarbeidere er mest utsatt for eksponering under gravearbeidet. I permanent situasjon antas det å være lav sannsynlighet for at mennesker skal komme i kontakt med miljøgifter/forurensning og bli alvorlig skadet. Sannsynlighet for spredning av miljøgifter kan settes til middels og lav forutsatt at man utfører grunnundersøkelser og kjenner grunnen før man bygger i tråd med regelverket.

Forurenset grunn anses å ha lav sannsynlighet for skade på materielle verdier.

Drøfting av konsekvens:

Konsekvensen av at forurensede masser og avfallsmasser blir liggende er at deponigasser kan gi fra seg lukt, medføre eksplosjonsfare og forårsake oksygenvikt som er giftig. I tillegg avgis forurenset sigevann fra avfallsfyllinga. Spredning av forurensning via sigevannet kan medføre miljøskader.

Eksponering for miljøgifter/forurensning kan først og fremst gi helseeffekter på eksponerte enkeltpersoner. Det er imidlertid også flere miljøgifter som kan gi reproduksjonseffekter og dermed påvirke flere personer (generasjoner) enn den direkte eksponerte. Eksponering i forbindelse med anleggsarbeid, skal håndteres av HMS-regler på arbeidsplassen.

Konsekvensen av skader på materielle verdier på grunn av forurenset grunn anses som lav.

Forslag til tiltak:

- Det må gjennomføres miljøtekniske grunnundersøkelser i tråd med Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 før terrenginngrep i forurenset grunn og på avfallsdeponiet.
- Oppgraving av masser må skje etter miljøtekniske undersøkelser, utarbeidet tiltaksplan og Miljøenhetens godkjenning. Det må iverksettes tiltak for å begrense spredning under gravearbeid (i tråd med tiltaksplan).
- Spredningsreducerende tiltak må vurderes når tilstand er kjent.
- Tilstrekkelig opprydding for å hindre eksponering og begrense nåværende og fremtidig spredning av miljøgifter.



#### 4.4.2 Forurensning av Nidelva

<b>Uønsket hendelse Nr.</b>	<b>4.2</b>	<b>Navn: Forurensning av Nidelva</b>	
<b>Beskrivelse</b>	Innenfor området ligger det to nedlagte kommunale avfallsdeponi. Sluppen Vest ligger i nord mellom Tempevegen og Nidelva i Tempevegen 25. Fredlydalen i øst-vestlig retning på tvers av området. Det vil foregå spredning av forurenset sigevann fra deponiet så lenge avfallet ligger i Fredlydalen og på Sluppen Vest. Risiko for diffus avrenning av forurensingen til Nidelva fra Fredlydalen avfallsdeponi er ikke avklart. Det er påvist at det er avrenning fra Sluppen Vest til grunnvann. Risiko for avrenning av forurensning til Nidelva er ikke avklart.		
<b>Sannsynlighet</b>	<b>Konsekvenser</b>		
	Små	Middels	Store
Høy			
Middels		<b>Miljøskader</b>	
Lav	<b>Liv/Helse Materielle verdier</b>		

##### Drøfting av sannsynlighet:

Mye sigevann fra Fredlydalen dreneres sannsynligvis til kulverten i bunnen av fyllinga, som videre fører sigevannet til Høvringen renseanlegg. Det er ikke avklart om det i tillegg er diffus forurensning av sigevann fra Fredlydalen avfallsdeponi til Nidelva. Miljøtekniske undersøkelser som er gjort i avfallsdeponiet, viser at det fortsatt skjer en nedbrytningsprosess i deponiet. Det anses som middels sannsynlig at det er diffus spredning av forurenset sigevann fra deponiet.

På Sluppen vest er det våren 2019 gjennomført undersøkelser som viser at det er diffus forurensning fra deponiet til grunnvann. Det anses som middels sannsynlig at det er diffus spredning av forurenset sigevann fra deponiet.

Graving i deponiene vil kunne medføre ekstra risikomomenter og sannsynlighet for spredning av miljøgifter via sigevann.

Det er lav sannsynlighet for at diffus spredning av forurensning til Nidelva medfører helserisiko eller får konsekvenser på materielle verdier.

Drøfting av konsekvens:

Konsekvensene av at forurenset sigevann siver ut i Nidelva området er middels. Graving i deponiene kan medføre økt sannsynlighet og konsekvensen kan også øke.

Det anses at konsekvensen for skader på liv og helse og materielle verdier er små.

Forslag til tiltak:

- Risiko for diffus avrenning av forurensning til Nidelva fra Fredlydalen avfallsdeponi er ikke avklart. Dette må avklares før en eventuell videre utbygging av området. Det må også avklares om det er behov for tiltak for å hindre diffus spredning av forurensning til Nidelva.
- Undersøkelser viser at grunnvannet ved Sluppen Vest forurennes av deponiet. Det må avklares om deponiet forurenser Nidelva og om det er behov for tiltak for å hindre diffus spredning.
- Overvåking i Nidelva dersom undersøkelser viser at det er uakseptabel spredning av miljøgifter fra deponiene.
- Oppgraving av masser skal skje etter miljøtekniske undersøkelser, utarbeidet tiltaksplan og forureningsmyndighetens godkjenning.

#### 4.4.3 Utslipp av deponigass (klimagassutslipp)

<b>Uønsket hendelse Nr.</b>	<b>4.3</b>	<b>Navn: Utslipp av deponigass (klimagassutslipp)</b>		
<b>Beskrivelse</b>	<p>Innenfor området ligger det to nedlagte kommunale avfallsdeponi. Sluppen Vest ligger i nord mellom Tempevegen og Nidelva i Tempevegen 25. Fredlydalen i øst-vestlig retning på tvers av området. Det vil kunne foregå gassproduksjon i fyllingene lenge etter at de er avsluttet. Det er en produksjon av gass fra Fredlydalen avfallsdeponi. Der må det avklares om det er behov for gassreducerende tiltak. Gassproduksjonen på Sluppen Vest er lav.</p> <p>Deponigass produseres når avfallet brytes ned. Mye organisk avfall fører til høyere gassproduksjon. Deponigass består hovedsakelig av metan. Dette er en klimagass og vurdert i denne hendelsen.</p>			
<b>Sannsynlighet</b>	<b>Konsekvenser</b>			
	Små	Middels	Store	

Høy			
Middels	<b>Miljøskader</b>		
Lav	<b>Liv/Helse Materielle verdier</b>		

Drøfting av sannsynlighet:

Det er gassproduksjon i Fredlydalen avfallsdeponi i dag. Det er uklart om det er utslipp av deponigass ut av fyllinga. Graving i deponimasser vil medføre noen ekstra risikomomenter i forhold til spredning av deponigass.

Sannsynligheten for at deponigass fra deponiet spres er noe ulik avhengig av om massene blir liggende eller graves i. Det vil også være forskjell på gassproduksjon på Sluppen Vest og i Fredlydalen. På Sluppen Vest ligger det mindre organisk avfall enn på Fredlydalen. Siden deponiet også er eldre, er avfallet her brutt ned mer enn på Fredlydalen. Det antas derfor at det produseres mindre gass på Sluppen Vest, noe målinger indikerer. Det er ikke tatt utgangspunkt i Sluppen Vest videre i denne vurderingen. Totalt sett anses sannsynligheten som middels.

Det er lav sannsynlighet for at utslipp av deponigass som klimagass får konsekvenser på liv/helse og materielle verdier.

Drøfting av konsekvens:

Konsekvensen av at forurensede masser og avfallsmasser blir liggende, er at deponigasser kan medføre klimagassutslipp. Produksjonen av deponigass minker etter hvert som avfallet i deponiet brytes ned. Fredlydalen avfallsdeponi er et forholdsvis gammelt deponi. Det er fortsatt deponigassproduksjon i fyllinga, men det antas at klimagassutslippet er forholdsvis lavt. Dette kan medføre lave miljøskader.

Både konsekvenser for liv og helse, samt materielle skader antas lave ved utslipp av deponigass som klimagass.

Forslag til tiltak:

- Det må gjennomføres grunnundersøkelser og gassundersøkelser for å kjenne grunnen før man skal bygge.
- Risiko for spredning av gass fra Fredlydalen avfallsdeponi er ikke avklart. Det må avklares om det er behov for gassoppsamlende tiltak før en eventuell videre utbygging av området.

- Til forskjell fra metan er karbondioksid ikke brennbar og har et langt lavere potensiale som klimagass. For å redusere klimagassutslipp, må det vurderes om det er behov for tiltak for å oksidere metangass til karbondioksid.

#### 4.4.4 Spredning av deponigass til infrastruktur og bygninger

<b>Uønsket hendelse Nr.</b>	<b>4.4</b>	<b>Navn: Spredning av deponigass til infrastruktur og bygninger</b>	
<b>Beskrivelse</b>	<p>Innenfor området ligger det to nedlagte kommunale avfallsdeponi. Sluppen Vest ligger i nord mellom Tempevegen og Nidelva i Tempevegen 25. Fredlydalen i øst-vestlig retning på tvers av området. Det vil kunne foregå gassproduksjon i fyllingene lenge etter at de er avsluttet. Gassproduksjonen på Sluppen Vest er lav. Det er en produksjon av gass fra Fredlydalen avfallsdeponi. Det må det avklares om det er behov for spredningsreduserende tiltak.</p> <p>Det vil avklares i løpet av høsten 2019 om det spres gass utenfor deponienes grenser. Foreløpige resultater fra undersøkelser viser at spredningen er lav.</p>		
<b>Sannsynlighet</b>	<b>Konsekvenser</b>		
	Små	Middels	Store
Høy			
Middels		<b>Liv/Helse</b>	
Lav	<b>Materielle verdier Miljøskader</b>		

#### Drøfting av sannsynlighet:

Det er gassproduksjon i Fredlydalen avfallsdeponi i dag. Graving i avfallsmasser medfører alltid en risiko for spredning av deponigass. Risikoen for spredning av deponigass inn i infrastruktur og eksisterende bygninger, øker ved graving i deponiet. Sannsynlighet for at deponigass spres inn i bygninger er høy dersom det ikke iverksettes tiltak. Det vurderes som middels sannsynlig at deponigass medfører fare for liv/helse.

Det anses som mindre sannsynlig at deponigass sprer seg utenfor deponiet (i randsonen). Dette utredes nærmere for Fredlydalen avfallsdeponi. Endelig rapport foreligger i september 2019. Foreløpige resultater viser at sannsynligheten er lav.

Det er forskjell på sannsynligheten for spredning av deponigass til bygninger på Sluppen Vest og Fredlydalen, da det antas at det produseres mindre gass på Sluppen Vest. Sannsynligheten på Sluppen Vest anses som lav. Det er ikke tatt utgangspunkt i Sluppen Vest videre i denne vurderingen.

Det anses som lav sannsynlighet for at spredning av deponigass til infrastruktur og bygninger fører til skader på materielle verdier og miljø.

#### Drøfting av konsekvens:

Konsekvensen av at forurensede masser og avfallsmasser blir liggende, er at deponigasser kan gi fra seg lukt, eksplosjonsfare, oksygensvikt og giftighet. Konsekvensen av at deponigass siver ut i infrastruktur og bygninger kan medføre alvorlige skader på liv og helse. Antemming av gass kan forårsake eksplosjon/brann i bygninger eller kummer og tilhørende gassfylt ledningsnett. Driftspersonell som oppholder seg i en kum med høye metangassnivåer, kan i verste fall kveles. Det kan også føre til alvorlige bekymringer for egen helse for de som oppholder seg i bygget. Dette er nærmere vurdert av Folkehelseinstituttet i brev av 5. desember 2018 og er beskrevet i konsekvensutredningen for kommunedelplanen.

Spredning av deponigass til infrastruktur og bygninger anses å føre til små miljøskader og konsekvenser for materielle verdier.

#### Forslag til tiltak:

- Det skal ikke etableres boliger på deponiet.
- Risiko for spredning av gass fra Fredlydalen avfallsdeponi er ikke avklart. Det må avklares om det er behov for gassoppsamlende tiltak før en eventuell videre utbygging av området.
- Det må gjennomføres tiltak mot spredning av gass via infrastruktur som etableres gjennom deponiene til bygninger og eventuelt uteareal.
- Det må gjennomføres grunnundersøkelser og gassundersøkelser for å kjenne grunnen før man skal bygge.
- Gode rutiner for vedlikehold av spredningsreducerende tiltak, overvåking av gass i bygninger og gjennomføring av tiltak ved behov.
- Gode rutiner ved entring av kum.

## 5 Tiltak for å redusere risiko og sårbarhet

For hver hendelse er det foreslått tiltak som kan redusere risiko og sårbarhet. Disse bør innarbeides i kommunedelplanen og videre detaljreguleringer.

I tabellen nedenfor er alle tiltakene oppsummert:

Nr.	Hendelse/fare	Beskrivelse av tiltak
1	<b>Grunnforhold / løsmasseskred</b>	<p><i>1.1. Kvikkleireskred</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gjennomføre prosjekterte sikringstiltak i Nidarvoll kvikkleiresone med nødvendig kontroll i utførelsesfasen.</li> <li>• Skredsikkerhet for <u>delområde 1 og 3</u> må dokumenteres og nødvendige sikringstiltak prosjekteres. Kan ta utgangspunkt i skredsikkerhetsutredning for Tempe områdeplan / Tempe kvikkleiresone fra 2013.</li> <li>• Skredsikkerhet for <u>delområde 5</u> må dokumenteres (Leira Nordre, Stubban, Tvereggen og Nidarvoll kvikkleiresoner) og nødvendige sikringstiltak må prosjekteres og gjennomføres hvis mulig. Det er ikke gitt at området er eller kan gjøres skredsikkert</li> <li>• Geoteknisk prosjektering, inkludert skredsikkerhetsvurderinger for anleggsperioden, hvis nødvendig, for alle tiltak innenfor planområdet</li> <li>• Skredsikkerhet ivaretas gjennom bestemmelser til kommunedelplanen</li> </ul> <p><i>1.2 Jord- og flomskred</i></p> <p><u>Tiltak for gang- og sykkelvegen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabiliserende tiltak for gang og sykkelvegen må gjennomføres for å oppnå tilfredsstillende lokalstabilitet.</li> <li>• Poretrykk i skråningen registreres i i prosjekteringsfase og i anleggsfase.</li> <li>• Det kan være aktuelt med plastring/tildekking av skråningen i anleggsfase</li> </ul> <p><u>Tiltak for ny bebyggelse på skråningstoppen.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• I forbindelse med regulering må det gjøres en geoteknisk vurdering for å fastsette byggegrense mot elveskråningene</li> </ul>
2	<b>Erosjon</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosjonssikring, om nødvendig, på områder på østsiden av Nidelva som ikke tidligere er sikret</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Behov for erosjonssikring vurderes i forbindelse med skredsikkerhetsutredning for delområde 1 og 3.</li> </ul>
3	<b>Overvannsflom</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separering av eksisterende avløpsanlegg (fellesledninger) til overvann- og spillvannsledninger</li> <li>• Fordrøynings tiltak på avløpsnett (lukkede basseng, åpne fordrøyningsløsninger, grønne tak, LOD)</li> <li>• Terrengtilpasning, herunder krav til minstehøyde på fundament</li> <li>• Klimapåslag ved dimensjonering av kulverter, overvannsledninger mv</li> <li>• Oppgradering av eksisterende kulverter og overvannsledninger</li> <li>• Sikre og oppgradere bekkeinntak, sluker mv</li> <li>• Sette av hensynssoner for flomveier i plankartet</li> </ul>
4	<b>Forurensning</b>	<p><i>4.1 Spredning av forurensning fra grunn (jord)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Det må gjennomføres miljøtekniske grunnundersøkelser i tråd med Miljødirektoratets veileder TA-2553/2009 før terrenginngrep i forurenset grunn og på avfallsdeponiet.</li> <li>• Oppgraving av masser må skje etter miljøtekniske undersøkelser, utarbeidet tiltaksplan og Miljøenhetens godkjenning. Det må iverksettes tiltak for å begrense spredning under gravearbeid (i tråd med tiltaksplan).</li> <li>• Spredningsreducerende tiltak må vurderes når tilstand er kjent.</li> <li>• Tilstrekkelig opprydding for å hindre eksponering og begrense nåværende og fremtidig spredning av miljøgifter.</li> </ul> <p><i>4.2 Forurensning av Nidelva</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risiko for diffus avrenning av forurensning til Nidelva fra Fredlydalen avfallsdeponi er ikke avklart. Dette må avklares før en eventuell videre utbygging av området. Det må også avklares om det er behov for tiltak for å hindre diffus spredning av forurensning til Nidelva.</li> <li>• Undersøkelser viser at grunnvannet ved Sluppen Vest forurennes av deponiet. Det må avklares om deponiet forurenser Nidelva og om det er behov for tiltak for å hindre diffus spredning.</li> <li>• Overvåking i Nidelva dersom undersøkelser viser at det er uakseptabel spredning av miljøgifter fra deponiene.</li> <li>• Oppgraving av masser skal skje etter miljøtekniske undersøkelser, utarbeidet tiltaksplan og forurensningsmyndighetens godkjenning.</li> </ul> <p><i>4.3 Utslipp av deponigass (klimagassutslipp)</i></p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Det må gjennomføres grunnundersøkelser og gassundersøkelser for å kjenne grunnen før man skal bygge.</li> <li>• Risiko for spredning av gass fra Fredlydalen avfallsdeponi er ikke avklart. Det må avklares om det er behov for gassoppsamlende tiltak før en eventuell videre utbygging av området.</li> <li>• Til forskjell fra metan er karbondioksid ikke brennbar og har et langt lavere potensiale som klimagass. For å redusere klimagassutslipp, må det vurderes om det er behov for tiltak for å oksidere metangass til karbondioksid.</li> </ul> <p><i>4.4 Spredning av deponigass til infrastruktur og bygninger</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Det skal ikke etableres boliger på deponiet.</li> <li>• Risiko for spredning av gass fra Fredlydalen avfallsdeponi er ikke avklart. Det må avklares om det er behov for gassoppsamlende tiltak før en eventuell videre utbygging av området.</li> <li>• Det må gjennomføres tiltak mot spredning av gass via infrastruktur som etableres gjennom deponiene til bygninger og eventuelt uteareal.</li> <li>• Det må gjennomføres grunnundersøkelser og gassundersøkelser for å kjenne grunnen før man skal bygge.</li> <li>• Gode rutiner for vedlikehold av spredningsreducerende tiltak, overvåking av gass i bygninger og gjennomføring av tiltak ved behov.</li> <li>• Gode rutiner ved entring av kum.</li> </ul>
--	--	--

## 6 Sammenstilling

Totalt er det identifisert åtte forskjellige hendelser som det er gjort en risiko- og sårbarhetsvurdering for:

1. Løsmasseskred
  - 1.1 Kvikkleireskred
  - 1.2 Jord- og flomskred
2. Erosjon
3. Overvannsflom
4. Forurensning
  - 4.1 Spredning av forurensning fra grunn (jord)
  - 4.2 Forurensning av Nidelva
  - 4.3 Utslipp av deponigass (klimagassutslipp)
  - 4.4 Spredning av deponigass til infrastruktur og bygninger

I matrisene nedenfor følger en sammenstilling av konsekvensene for kategoriene “liv og helse”, “miljøskader” og “materielle verdier”.

- Øverst til høyre ligger hendelser som er vurdert å ha **høy risiko**, dvs at de er svært sannsynlige (høy) og har svært alvorlige virkninger (store konsekvenser). Disse havner i “rød sone”. Her **må** det gjennomføres risikoreducerende tiltak.
- Hendelser som havner i “gul sone” vurderes å ha **middels risiko**. Her **bør** det vurderes tiltak.
- Nederst til venstre i matrisen ligger hendelser som er vurdert å ha **lav risiko** (lav sannsynlighet og små konsekvenser). For hendelser i “grønn sone” **kan** det vurderes tiltak.

Liv og helse			
Sannsynlighet	Konsekvenser		
	Små	Middels	Store
Høy (oftere enn 1 gang i løpet av 10 år)			
Middels (1 gang i løpet av 10 år eller sjeldnere)		4.4	1.1
Lav (1 gang i løpet av 100 år eller sjeldnere)	2, 3, 4.1, 4.2, 4.3	1.2	

<b>Miljøskader</b>			
<b>Sannsynlighet</b>	<b>Konsekvenser</b>		
	Små	Middels	Store
Høy (oftere enn 1 gang i løpet av 10 år)			
Middels (1 gang i løpet av 10 år eller sjeldnere)	4.3	4.1, 4.2	1.1
Lav (1 gang i løpet av 100 år eller sjeldnere)	1.2, 3, 4.4	2	

<b>Materielle verdier</b>			
<b>Sannsynlighet</b>	<b>Konsekvenser</b>		
	Små	Middels	Store
Høy (oftere enn 1 gang i løpet av 10 år)			
Middels (1 gang i løpet av 10 år eller sjeldnere)			1.1
Lav (1 gang i løpet av 100 år eller sjeldnere)	2, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4	1.2, 3	

For å redusere risiko og sårbarhet i utbyggingsområdet er det foreslått tiltak for alle hendelsene (se kap. 5). Det er ingen hendelser som har havnet i den røde sonen. Mange av hendelsene har havnet på middels risiko (gul risiko), slik at en *bør* vurdere å iverksette de foreslåtte tiltakene. For hendelsene med lav risiko (grønn sone), *kan* det vurderes tiltak. Dette sikres gjennom planbestemmelser og hensynssoner i kommunedelplanen. Siden dette er en overordnet plan, vil det være viktig å oppdatere ROS-vurderingene når mer detaljerte planer skal lages for de enkelte delområdene og det fremligger mer kunnskap om utbyggingsplaner og hvordan disse påvirker omgivelsene.

## 7 Referanser

Rambøll 2018a. "Kommunedelplan Sluppen - geoteknisk vurdering", rapport nr. G-RAP-001-1350030092, desember 2018.

Rambøll 2018b. "Kommunedelplan Sluppen - Miljøutredning deponi", rapport nr. M-Rap-001-1350030092, desember 2018.

Rambøll 2019a. "Kommunedelplan Sluppen. ROS-analyse Samferdsel", mai 2019.

Rambøll 2019b. "KDP Sluppen fase 2 geotekniske vurdering", rapport nr. G-NOT-001-1350033420, april 2019.

Rambøll 2019c. "Fredlydalens avfallsdeponi – vurderinger som ligger til grunn for avgrensning av «aktsomhetssonene deponi»", notat nr. 01-1350035016, juni 2019.