

---

RAPPORT

# KU Hydrologi - Områdereguleringsplan for Lonena

---

OPPDRAKSGIVER

OPUS Bergen AS

EMNE

Konsekvensutredning hydrologi

DATO / REVISJON: 12. oktober 2017 / 00

DOKUMENTKODE: 616288-RIVA-RAP-002

---



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

## RAPPORT

|                |                                                        |                 |                     |
|----------------|--------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|
| OPPDRAG        | <b>KU Hydrologi - Områdereguleringsplan for Lonena</b> | DOKUMENTKODE    | 616288-RIVA-RAP-002 |
| EMNE           | Konsekvensutredning hydrologi                          | TILGJENGELIGHET | Åpen                |
| OPPDRAGSGIVER  | <b>OPUS Bergen AS</b>                                  | OPPDRAGSLEDER   | Erlend Gjestemoen   |
| KONTAKTPERSON  | Kari Olrich Sørebo                                     | UTARBEIDET AV   | Erlend Gjestemoen   |
| KOORDINATER    |                                                        | ANSVARLIG ENHET | 2236 Bergen SI VA   |
| GNR./BNR./SNR. |                                                        |                 |                     |

## SAMMENDRAG

Skriv sammendrag her.

|      |            |             |                   |                |             |
|------|------------|-------------|-------------------|----------------|-------------|
|      |            |             |                   |                |             |
|      |            |             |                   |                |             |
|      |            |             |                   |                |             |
|      |            |             |                   |                |             |
|      | 13.10.2017 | FORELØPIG   | Erlend Gjestemoen |                |             |
| REV. | DATO       | BESKRIVELSE | UTARBEIDET AV     | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV |

## INNHOLDSFORTEGNELSE

|          |                                                                     |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Innledning .....</b>                                             | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Beskrivelse av planområdet og nedbørfelt .....</b>               | <b>6</b>  |
| 2.1      | Vassdrag og nedbørfelt .....                                        | 6         |
| 2.2      | Flomberegninger .....                                               | 6         |
| 2.3      | Vassdragets kapasitet nedstrøms planområdet .....                   | 7         |
| <b>3</b> | <b>Hydrologiske endringer som følge av områdeplanen .....</b>       | <b>8</b>  |
| <b>4</b> | <b>Konsekvenser av de hydrologiske endringene .....</b>             | <b>9</b>  |
| 4.1      | Planområdet .....                                                   | 9         |
| 4.2      | Nedstrøms planområdet .....                                         | 9         |
| 4.3      | Samlet konsekvens .....                                             | 10        |
| <b>5</b> | <b>Avbøtende tiltak .....</b>                                       | <b>10</b> |
| 5.1      | Fordrøyning/magasinerings i Lonena .....                            | 10        |
| 5.2      | Diverse prinsipper og løsninger for lokal overvannshåndtering ..... | 11        |

FORELØPIG

## 1 Innledning

I forbindelse med områdereguleringsplan for Lonena er det utført flomfarevurdering for planområdet som er lokalisert like nord for Knarvik sentrum i Lindås kommune, Hordaland fylke.

Krav til sikkerhet mot flom for byggverk og tilhørende uteareal er gitt i Byggteknisk forskrift – TEK10 (senere TEK17)- §7-2. Bestemmelsene i denne paragrafen er sentral ved nybygg og utvidelse av eksisterende bygg, og gjelder sikkerhet for saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv.

Sikkerhet mot flom og stormflo reguleres ved tre sikkerhetsklasser med utgangspunkt i største nominelle årlige sannsynlighet for flom, se Tabell 1-1. Herunder kommer eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom:

**Sikkerhetsklasse F1:** Dette omfatter byggverk med liten grad av personopphold og som vil ha liten økonomisk eller annen samfunnsmessig konsekvens ved oversvømmelse. Eks.: Garasje eller lagerbygning

**Sikkerhetsklasse F2:** Byggverk med middels konsekvens ved oversvømmelse. Dette omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold, som boliger, garasjeanlegg, kontorer, skoler, industribygg, hytter m.m.

**Sikkerhetsklasse F3:** Omfatter byggverk med store økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser. Det kan være byggverk som er beregnet til bruk i kritesituasjoner, sårbare samfunnsfunksjoner eller bygg som ved oversvømmelse kan gi stor forurensningsfare. Eks: Sykehjem, brannstasjon, sivilforsvarsanlegg og avfallsdeponier.

Tabell 1-1: Sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område.

| Sikkerhetsklasse for flom | Konsekvens | Største nominelle årlige sannsynlighet |
|---------------------------|------------|----------------------------------------|
| F1                        | Liten      | 1/20                                   |
| F2                        | Middels    | 1/200                                  |
| F3                        | Stor       | 1/1000                                 |

I tillegg er det gjort en konsekvensutredning av utbyggingen med hensyn på hydrologiske forhold i Lonena og i vassdraget nedstrøms. Utbygging av tidligere utmark vil endre avrenningsforhold og generelt føre til hurtigere og større avrenning. Intense nedbørshendelser i tettbygde strøk gir hvert år skader for store summer, og med antatt økt nedbør i fremtiden vil utfordringene øke.

## 2 Beskrivelse av planområdet og nedbørfelt

Planområdet for områdereguleringsplanen, ligger like nord for Knarvik sentrum og Nordhordlandshallen. Store deler av området Lonena og eiendom 185/284 er i gjeldende kommunedelplan vist som byggeområde for boliger. I dag er hele området ubebygget og mye brukt til friluftsliv. Sentralt i planområdet ligger vannet/våtmarksområde Lona. Det er dette området som er flomfarevurdert, med hensyn på forventet flomverdi, flomvannstand og nedstrøms kapasitet i infrastruktur.

### 2.1 Vassdrag og nedbørfelt

Nedbørfeltet til Lona ligger i åssiden opp mot Indregardsfjellet (248 moh). Nedbørfeltet er 0,75 km<sup>2</sup> og ligger i all hovedsak med helning mot sørvest. Feltet består i stor grad av skog, med en del åpne myrer og det flate, våte området Lona helt nederst i feltet som er vurdert. Det er stedvis berg i dagen, som tilsier at det generelle nivået med løsmasser er relativt tynt.

Nedstrøms planområdet renner elven i forskjellige kulverter under veier og bygninger, til utløp i sjøen. Dimensjonene og helningene på rørene er delvis kjent og kapasiteten er vurdert. Utløpet til sjø er en drøy kilometer nedstrøms, like øst for den gamle fergekaia på Knarvik. Vannstrengen nedenfor Lona får inn overvann fra de sentrale delene av Knarvik og vannføringen øker derfor nedover i vassdraget. Vi har ikke vurdert nedslagsfeltet til hele vassdraget detaljert.

Det er ingen overføringer inn eller ut av feltet til Lona, og heller ikke regulering av vann. Kart over nedbørfeltet er inkludert i vedlegg 1.

Det har vært diskutert om elven skal føres i kulvert til Kvassnesstemma på nedstrøms side av E39. Dette vil kun ha betydning for det nederste bekkeinntaket og den nederste delen av vassdraget, og er således ikke av stor betydning for denne konsekvensutredningen.

Tabell 2-1. Oversikt over nedbørfelt. Konsentrasjonstiden er konsentrasjonstiden for feltet

| Felt | Nedbørfelt      | Spesifikk avrenning | Snaufjell | Eff. Sjø | Høyde    | Konsentrasjonstid |
|------|-----------------|---------------------|-----------|----------|----------|-------------------|
|      | km <sup>2</sup> | l/s/km <sup>2</sup> | %         | %        | Min-maks |                   |
| Lona | 0,75            | 61,8                | 4         | 4,5      | 56-245   | 3 timer           |

### 2.2 Flomberegninger

Flomberegninger for Lonena er gjort rede for i 616288-RIVA-RAP-001. Kulminasjonen av flomvannføringene med tilhørende beregnet vannstand i Lona er vist i Tabell 2-2. Det er vannstanden for 200-årsflom med klimapåslag som er grunnlaget for flomsonen som er vist i tegning G100.

Tabell 2-2: Beregnede kulminasjonsvannføringer i Lona

| Flomsituasjon                   | Avløpsflom (m <sup>3</sup> /s) | Vannstand (moh) |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| 20-årsflom                      | 1,7                            | 56,4            |
| 20-årsflom med klimapåslag 40%  | 2,4                            | 56,7            |
| 200-årsflom                     | 2,7                            | 56,8            |
| 200-årsflom med klimapåslag 40% | 3,8                            | 57,0            |

### 2.3 Vassdragets kapasitet nedstrøms planområdet

Nedenfor Lona renner elven i fem kulverter før den når utløpet til sjøen. Basert på innmålinger av innløp og utløp, samt kommunale trasédata er rørenes kapasiteter anslått. Disse er vist i Tabell 2-3.

Tabell 2-3: Kapasitetsberegning av rørstrekk nedstrøms Lona

| Kulvert | Plassering                                 | Dimensjon<br>[mm]      | Lengde<br>[m] | Fall<br>[%]     | Kapasitet<br>[m <sup>3</sup> /s] |
|---------|--------------------------------------------|------------------------|---------------|-----------------|----------------------------------|
| 1       | Utløp fra Lona                             | 3 stk. 800             | 25            | 10              | 4,1                              |
| 2a      | Under fotballbane                          | 1120                   | 147           | Ca. 5           | 2,4                              |
| 2b      | Langs Norhordlandshallen                   | 1000                   | 230           | Ca. 2           | 1,0                              |
| 3       | Under bro                                  | 1200 <sup>1</sup>      | 7             | 10 <sup>2</sup> | 4,0 <sup>3</sup>                 |
| 4a      | Inntak oppstr. Senter – kum<br>oppstr. E39 | 1200                   | 161           | 50 <sup>4</sup> | 8,9                              |
| 4b      | Kryssende E39                              | 1200                   | 47            | 65              | 10,2                             |
| 4c      | Nedstr. E39 – Utløp                        | 1000                   | 450           | 27              | 4,1                              |
| 5       | Inntak ved trelasten                       | 2 stk 600 <sup>5</sup> | 40            | >100            | Ca. 4                            |

- 1) Elven har dratt med seg store steiner som ligger i røret. I ca. nederste fjerdedelen av røret er det store steiner. I tillegg er det et plastrør som ligger inni røret.
- 2) På grunn av massene i røret var det vanskelig å måle bunn rør. Det er antatt 10 promille fall.
- 3) Kapasiteten vil i nåværende situasjon med mye oppfylling av masser i røret være mindre enn beregnet.
- 4) Strekket består av flere delstrekk. Fallet er regnet gjennomsnittlig på grunn av manglende høydedata langs hele strekket.
- 5) Ikke målt inn pga vanskelig tilkomst.

Det er viktig å merke seg at kapasiteten som er beregnet er teoretisk kapasitet for rørene. De fleste kulverter er kapasitetsbegrenset i innløpet. Derfor er kulvertenes innløpskapasitet vist i Tabell 2-4. Verdiene har en betydelig usikkerhet.

Tabell 2-4: Kulvertenes anslåtte inntakskapasitet

| Kulvert | Dimensjon<br>[mm] | Kapasitet ved vannstand<br>til topp rør<br>[m <sup>3</sup> /s] | Anslått kapasitet ved<br>vannstand til<br>terrengoversvømmelse*<br>[m <sup>3</sup> /s] |
|---------|-------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | 3 stk. 800        | 2,2                                                            | Ca. 3                                                                                  |
| 2       | 1120              | 2,1                                                            | >4                                                                                     |
| 3       | 1200              | 2,1                                                            | Ca. 4                                                                                  |
| 4       | 1200              | 2,1                                                            | Ca. 2,5                                                                                |
| 5       | 2 stk 600         | 0,8                                                            | 2                                                                                      |

\*) Verdien er anslått svært grovt basert på tilgjengelig trykkehøyde før vannet renner over andre steder på overflaten.

Legger man sammen verdiene i tabellene over, gir det at kulvertene har kapasitet som i Tabell 2-5 før vannet går uønskede veier:

Tabell 2-5: Vurdering av kulvertenes kapasitet med hensyn på både inntak og rør.

| Kulvert | Dimensjon<br>[mm] | Kapasitet før uønsket<br>oppstuvning<br>[m <sup>3</sup> /s] |
|---------|-------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1       | 3 stk. 800        | Ca. 3                                                       |
| 2       | 1120              | Ca. 1,4                                                     |
| 3       | 1200              | Ca. 4                                                       |
| 4       | 1200              | Ca. 2,5                                                     |
| 5       | 2 stk 600         | Ca. 2                                                       |

Dette betyr at det er flere av kulvertene nedstrøms Lonena som ikke har kapasitet til flomvannføringen i vassdraget.

På spørsmål fra oss opplyser kommunen, ved Arne Eikefet, at de ikke kjenner til «alvorlige kapasitetsproblemer, bortsett fra kanskje den nederste kulverten ved trelasthandelen Montér. Inntaket her, og for øvrige de andre også, må ha kontinuerlig driftsoppfølging for å hindre tilstopping med ulikt avfall på ristene.»

### 3 Hydrologiske endringer som følge av områdeplanen

Områdeplanen har ulike utbyggingsalternativer. 400, 800 og 1500 enheter er de ulike gradene av utbygging. Vi har vurdert hvor store deler av nedslagsfeltet til Lonena som vil bli endret i de alternativene for 800 og 1500 enheter. Det meste av planområdet er i nedslagsfeltet til Lonena, men ikke alt. Den delen av utbyggingen som renner til andre vassdrag/bekker, er ikke vurdert da det gjelder veldig små arealer.

Arealendringen er vurdert ut fra situasjonsplaner pr. oktober 2017.

#### Alternativ med utbygging av 800 enheter:

Om lag 88 000 m<sup>2</sup> vil bygges ut med boligenheter, i all hovedsak leiligheter og rekkehus med tilhørende veinett. Dette tilsvarer om lag 12 % av Lonenas nedbørsfelt. Det eksisterende arealet er relativt homogent, det er myr/skog med antatt tynt dekke av løsmasser på fjell. Helt i sør av den vestre delen er det en våt myr. Områdene har en fordrøyende effekt på avrenningen. I tabellene finner man avrenningskoeffisient for skog/myr på 0,4. Rekkehus-/leilighetsområder har en typisk avrenningskoeffisient på 0,7. Det betyr at avrenningen fra arealene vil øke og Lonena vil få mer vann, både i normalsituasjon og i flomsituasjon.

Fra den delen av området som blir endret vil avrenningen nærmest doubles. For det totale nedbørsfeltet til Lonena utgjør det 5 % økning i tilrennende vannmengder. Flomstørrelsene som er beregnet vil øke med 5 %.

#### Alternativ med utbygging av 1 500 enheter:

For det største utbyggingsalternativet, er det ytterligere 33 000 m<sup>2</sup> som bygges ut. Eksisterende arealtype er ganske lik som for de 88 000 m<sup>2</sup>; skog/myr med antatt tynt lag med løsmasser til fjell. I nordvest i utbyggingsalternativet er det planlagt bebyggelse og lekeplass i, eller tett inntil, en myr med åpne vannspeil i dag.

Avrenningen i dette alternativet vil øke med 11 %. Dette gjelder også for normal – og flomvannføringer.



## 4 Konsekvenser av de hydrologiske endringene

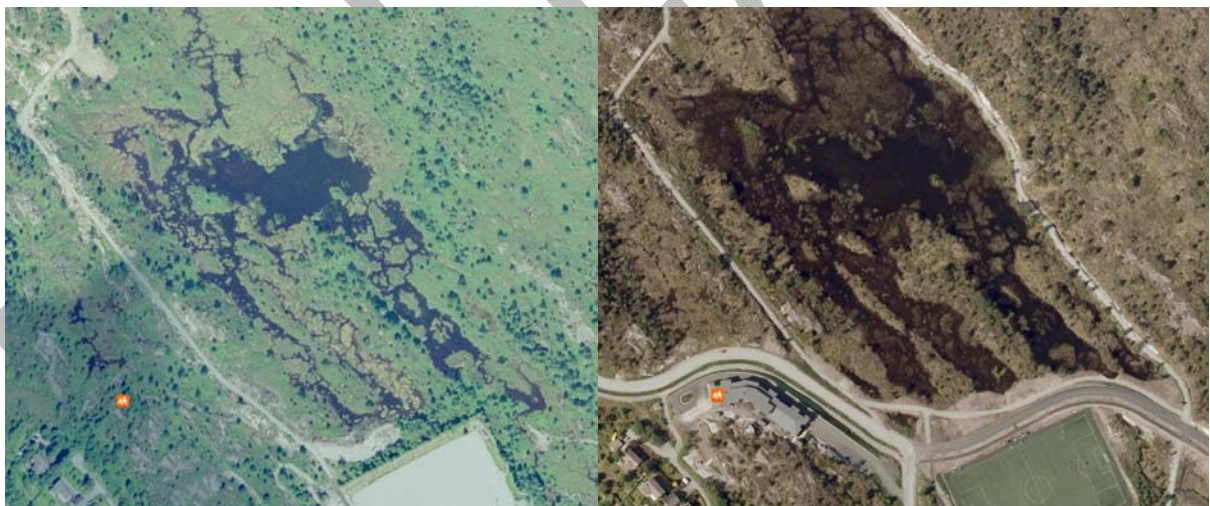
### 4.1 Planområdet

For arealene i planområdet som ligger oppstrøms Lonena vil mer avrenning på overflaten gi mindre vann til grunnen, og sånn sett mindre grunnvannspotensial. Det anses som liten/ingen konsekvens på grunn av et antatt lite lag mellom overflate og fjell.

Stedvis er det våte, antatt relativt dype myrer som må masseutskiftes som følge av utbyggingen. Dette vil generelt gi mindre potensial for naturlig infiltrasjon og fordrøyning, og vil være spesielt negativt for den hydrologiske situasjonen nedstrøms i vassdraget. For myren lengst nordvest i det største utbyggingsalternativet må det også gjøres tiltak for at utbyggingen ikke skal drenere ut den delen av myren som ligger nord for den planlagt utbygde delen. Bekken som renner fra myren og sørover til Lonena bør renne åpent.

Selve våtmarksområdet Lonena vil få mer tilført vann, henholdsvis 5 eller 11 %. Hyppigere utskifting av vannet, marginalt høyere normalvannstand og økt fare for flom og oversvømmelse til Lonsvegen er følgene. Konsekvensene av hyppigere utskifting og marginalt høyere normalvannstand er ukjente, men det vil kunne endre miljøet i og rundt våtmarksområdet. Små vannstandsendringer har større betydning når arealet er så flatt som det er i dette området. Som et eksempel, er det vist to flyfoto av Lonena i **Error! Reference source not found.** Det skiller seks år mellom bildene. Veiutbyggingen som nå danner utløpet av Lonena har gitt en vannstandsøkning i området som har økt vått areal ganske mye.

I et hydrologisk perspektiv vil det være gunstig å holde normalvannstanden i Lonena lav og ha større fordrøyningskapasitet under flomhendelser. I den forbindelse er det utformingen av utløpet som er viktigst, og det er trolig endringen av utløpet som har endret situasjonen slik vi ser av Figur 4-1.



Figur 4-1: Flyfoto over Lonena. Det venstre bildet er tatt i 2003 og det høyre er tatt i 2009. Vannstanden er tydelig hevet, trolig på grunn av endret utløp.

### 4.2 Nedstrøms planområdet

Kulvertene i vassdraget nedstrøms har varierende kapasitet. For de kulvertene som har lav kapasitet, vil utbygging føre til at de statistisk vil oversvømmes oftere, som følge av økte flommer.

Konsekvensene av dette er vanskelig å bestemme, men det gir økt risiko for oversvømmelse for områdene rundt bekkelukkingene, inntakene og kummene i det gamle bekkefaret. NVE har beregnet aktsomhetsområde for flom, som på oversiktsnivå viser hvilke områder som kan være utsatt for flomfare. For vassdraget nedstrøms Lonena er områdene som krever nærmere vurdering av flomfare

ved utbygging vist i Figur 4-2. Vår vurdering stemmer godt overens med kartet til NVE. Områdene ved Nordhordlandshallen, deler av Knarvik senter, bussterminalen, WesternGeco-tomten, trelasthandelen og private boliger på nedsiden av Strandvegen, i tillegg til veiflater mellom disse har risiko for oversvømmelse.



Figur 4-2: Aktsomhetsområde for flom (NVE Atlas, 2017)

### 4.3 Samlet konsekvens

Den hydrologiske konsekvensen av tiltakene er negativ på grunn av hurtigere avrenning og økt flomfare i Lonena, og i vassdraget nedstrøms.

## 5 Avbøtende tiltak

Avbøtende tiltak for å redusere den økte flomfaren i vassdraget er lokal overvannshåndtering med fokus på infiltrasjon og fordrøyning, samt åpne vannveier framfor lukkede rør. På denne måten skal flomtappen reduseres.

### 5.1 Fordrøyning/magasinerings i Lonena

Det mest effektive tiltaket vil være å tilrettelegge for å bruke Lonena som et fordrøyningsmagasin. For å få til dette må utløpet ordnes slik at vannføringen ut av Lonena er kontrollert, og ikke overstiger kapasiteten til vassdraget nedstrøms. For å få best mulig kapasitet til fordrøyning vil det være gunstig å senke normalvannstanden i Lonena med å legge et av utløpsrørene litt dypere.

## 5.2 Diverse prinsipper og løsninger for lokal overvannshåndtering

For å redusere avrenningen fra de utbygde arealene til Lonena kan man gjøre ulike tiltak innenfor det som kalles lokal overvannshåndtering. Istedenfor å tilrettelegge for raskest mulig avrenning fra tak og veiflater kan man legge til rette for infiltrasjon og fordrøyning. Dette gjøres like ved de tette flatene, altså lokalt der hvor overvannet skapes.

Det finnes flere forskjellige løsninger for lokal overvannshåndtering og det fins også mye forskjellig litteratur. Vi lister opp en rekke med aktuelle, avbøtende tiltak. For videre detaljer av utforming vises det til . Detaljeringsgraden og effekten av tiltakene er varierende.

Eksempler på enkle, små tiltak:

- Ingen kantstein langs kjørearealer
- Grøfter erstatter rennestein
- Bruk av porøs asfalt på gang-, sykkel- og kjørearealer. Bruk av infiltrerende belegg istedenfor asfalt der det er mulig.
- Ulike fordrøynings- og infiltrasjonsanlegg i området, for eksempel:
  - o Infiltrasjon på gressklede flater, f. eks. swales og grønne tak
  - o Porøse dekker
  - o Infiltrasjon i steinfyllinger
  - o Dammer/pytter og våtmarker
  - o Flerbruksarealer som kan oversvømmes ved flom
  - o Kanaler/bekker/grøfter
  - o Regnbed

Det finnes også lukkede løsninger for å fordrøye overvann. Ulike tekniske løsninger i betong, plast og i steinfyllinger er mulig. Planområdet her har areal til å bruke overvann i dagen som en ressurs og vi foreslår derfor åpne løsninger. Mer spesifikke temablad for de ulike overvannsløsningene finnes i rapporten *På lag med regnet* (COWI, 2013).

Med en god løsning i utløpet av Lonena, sammen med lokale tiltak i utbyggingssonene, vil den uønskede effekten av utbyggingen kunne elimineres for områdene nedstrøms Lonena. Dette betinger at man legger opp til vannstandsvariasjon i Lonena og gir plass til åpen overvannshåndtering i planlegging av utbyggingen.