
RAPPORT

KU Hydrologi - Områdereguleringsplan for Lonena

OPPDRAKSGIVER
OPUS Bergen AS

EMNE
Konsekvensutredning hydrologi

DATO / REVISJON: 7. mai 2019 / 03
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.

Foto: Multiconsult

RAPPORT

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

SAMMENDRAG

Utbyggingsplanene rundt Lonena er konsekvensvurdert med hensyn på hydrologi. Utbygging av det jomfruelige terrenget fører til mer tette flater og mer avrenning på overflaten. Lonena vil med de foreliggende planene få opp mot 11 % økt tilrenning. Dette vil gi større normalvannføring, i tillegg til økte flommer i vassdraget.

Vassdraget nedstrøms Lonena går gjennom utbygd område i flere kulverter. Kulvertene har knapp kapasitet for de nåværende flomstørrelsene. Med utbygging og klimaendringer vil kapasiteten til kulvertene statistisk sett oftere overskrides.

I tillegg er små deler av utbyggingen planlagt i nedbørsfeltet til en annen bekk/elv, som har utløp på Isdalstø. Bekken har større nedbørsfelt, og utbyggingen vil skje i en svært begrenset del av nedbørsfeltet. Bekkens vannføring vil øke med opp mot 0,3 % som følge av utbyggingen.

Den samlede konsekvens av utbyggingen med hensyn på hydrologi er negativ.

Det er mulig å gjøre avbøtende tiltak som vil redusere/eliminere de hydrologiske konsekvensene.

3	07.05.2019	Mindre endringer etter gjennomsyn i kommunen	Erlend Gjestemoen	Lars Kristian Sandven	Erlend Gjestemoen
2	11.04.2019	Vurdering av alternativ med 400 boligenheter implementert	Erlend Gjestemoen	Lars Kristian Sandven	Erlend Gjestemoen
1	08.02.2019	KU-rapport Hydrologi – endelig versjon	Erlend Gjestemoen	Lars Kristian Sandven	Erlend Gjestemoen
0	13.10.2017	Foreløpig	Erlend Gjestemoen	Finn Harald Eliassen	Erlend Gjestemoen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Krav til sikkerhet mot flom.....	5
2	Beskrivelse av planområdet og nedbørfelt.....	6
2.1	Vassdrag og nedbørfelt.....	6
2.2	Flomberegninger.....	7
2.3	Vassdragets kapasitet nedstrøms planområdet	7
3	Hydrologiske endringer som følge av områdeplanen	9
4	Konsekvenser av de hydrologiske endringene.....	11
4.1	Planområdet	11
4.2	Nedstrøms planområdet.....	12
4.3	Samlet konsekvens	13
5	Avbøtende tiltak.....	14
5.1	Fordrøyning/magasinerings i Lonena	14
5.2	Diverse prinsipper og løsninger for lokal overvannshåndtering	14

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. Det planlegges for boligutbygging av opp mot 1500 boenheter med tilhørende infrastruktur i eksisterende ubebygde område.

I tillegg er det gjort en konsekvensutredning av utbyggingen med hensyn på hydrologiske forhold i Lonena og i vassdraget nedstrøms, samt nabovassdraget i vest som har utløp på Isdalstø. 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.

1.1 Krav til sikkerhet mot flom

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 fastsettes med 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 krisesituasjoner, sårbare samfunnsfunksjoner eller bygg som ved oversvømmelse kan gi stor forurensningsfare. Eks: Sykehjem, brannstasjon, sivilforsvarsanlegg og avfallsdeponier.

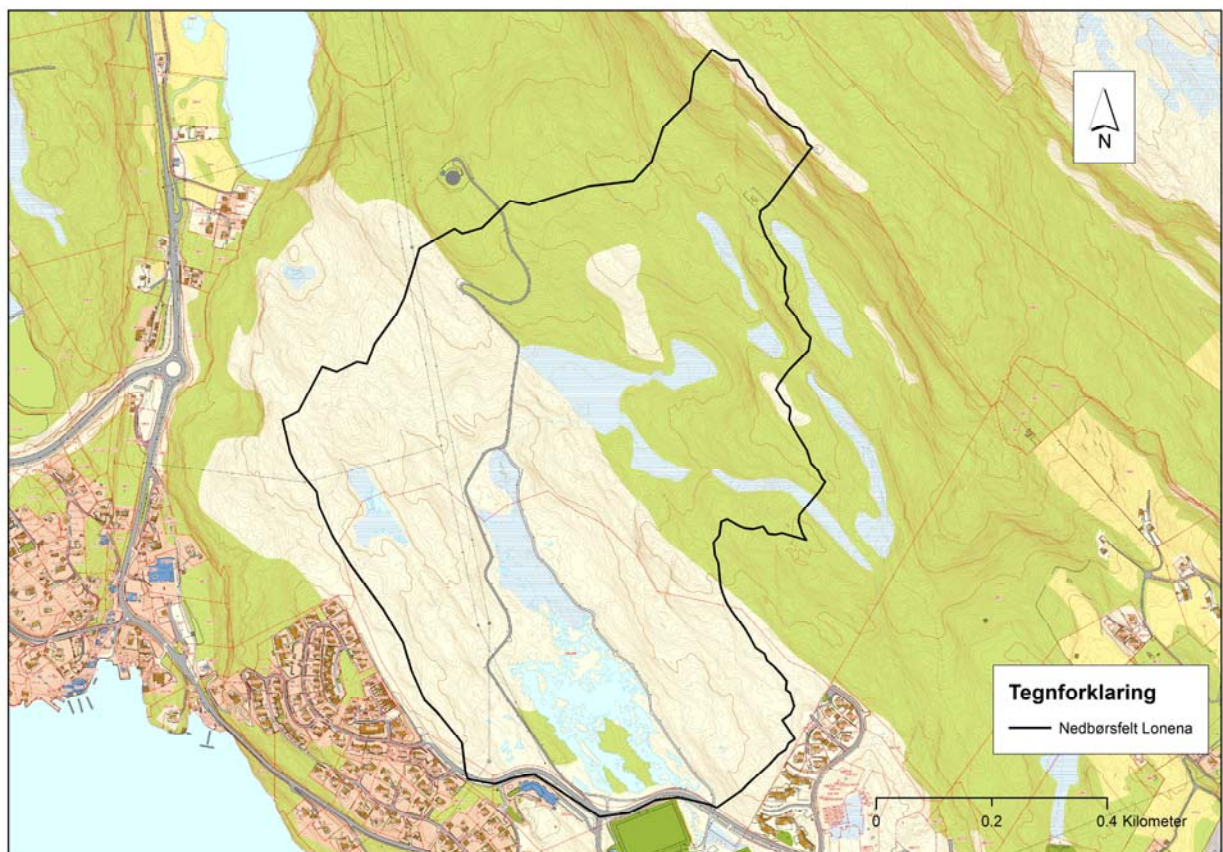
Tabell 1-1: Sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område.

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

2 Beskrivelse av planområdet og nedbørfelt

Planområdet for områdereguleringsplanen ligger like nord for Knarvik sentrum og Nordhordlandshallen. Store deler av området Lonena og gnr./bnr. 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/våtmarksområdet Lonena. Det er dette området som er flomfarevurdert, med hensyn på forventet flomverdi, flomvannstand og nedstrøms kapasitet i infrastruktur.

2.1 Vassdrag og nedbørfelt



Figur 2-1: Oversiktskart over nedbørfeltet til Lonena

Nedbørfeltet til Lonena ligger i åssiden opp mot Indregardsfjellet (248 moh). Nedbørfeltet er 0,75 km² og ligger i hovedsak med helning mot sørvest. Feltet består i stor grad av skog, med en del åpne myrer og det flate, våte området Lonena helt nederst i feltet som er vurdert. Det er stedvis berg i dagen, noe 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, se Figur 2-2. Dimensjonene og helningene på rørene er delvis kjent og kapasiteten er vurdert i kapittel 2.3. Utløpet til sjø er en drøy kilometer nedstrøms, like øst for den gamle fergekaien på Knarvik. Vannstrengen nedenfor Lonena 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 Lonena, og heller ikke regulering av vann. Det har vært diskutert om elven skal føres i kulvert til Kvasnesstemma 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 <i>km²</i>	Spesifikk avrenning <i>l/s/km²</i>	Snaufjell <i>%</i>	Eff. Sjø <i>%</i>	Høyde <i>Min- maks</i>	Konsentrasjonstid
Lonena	0,75	61,8	4	4,5	56-245	3 timer

2.2 Flomberegninger

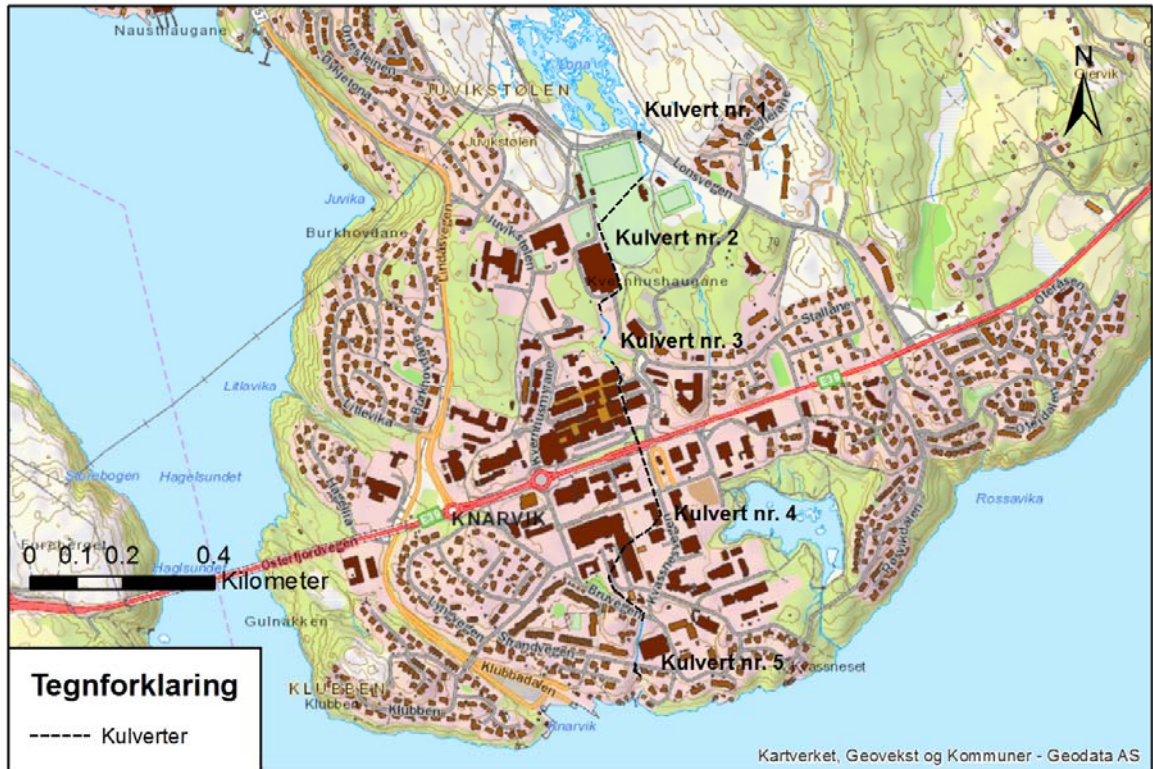
Flomberegninger for Lonena er gjort rede for i 616288-RIVA-RAP-001. Kulminasjonen av flomvannføringene med tilhørende beregnet vannstand i Lonena er vist i Tabell 2-2. Det er vannstanden for 200-årsflom med klimapåslag som er grunnlaget for flomsonen som er vist i tegning G100.

Tabell 2-2: Beregnede kulminasjonsvannføringer i Lonena

Flomsituasjon	Avløpsflom (<i>m³/s</i>)	Vannstand (<i>m.o.h.</i>)
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 Lonena renner elven i fem kulverter før den når utløpet til sjøen, ref. Figur 2-2. Basert på innmålinger av innløp og utløp, samt kommunale trasédata er rørenes kapasiteter anslått. Disse er vist i Tabell 2-3. 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 samme tabell. Verdiene har en betydelig usikkerhet.



Figur 2-2: Kart med oversikt over kulvertene nedstrøms Lonena

Tabell 2-3: Kapasitetsberegning av rørstrekk nedstrøms Lonena

Kulvert	Plassering	Dimensjon [mm]	Lengde [m]	Fall [‰]	Rørets hydrauliske kapasitet [m ³ /s]	Inntaks-kapasitet ved vannstand til topp rør [m ³ /s]	Anslått inntakskapasitet ved vannstand til terreng-oversvømmelse* [m ³ /s]
1	Utløp fra Lonena	3 stk. 800	25	10	4,1	2,2	Ca. 3
2a	Under fotballbane	1120	147	Ca. 5	2,4	2,1	>4
2b	Langs Norhordlandshallen	1000	230	Ca. 2	1,0	-	-
3	Under bro	1200 ¹	7	10 ²	4,0 ³	2,1	Ca. 4
4a	Inntak oppstr. Senter – kum oppstr. E39	1200	161	50 ⁴	8,9	2,1	Ca. 2,5
4b	Kryssende E39	1200	47	65	10,2	-	-
4c	Nedstr. E39 – Utløp	1000	450	27	4,1	-	-
5	Ved trelasten	2 stk. 600 ⁵	40	>100	Ca. 4	0,8	2

- 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 av ukjente årsaker. Vi har regnet med full kapasitet for et 1200 mm-rør.
- 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 p.g.a. vanskelig tilkomst.
- *) Verdien er anslått svært grovt basert på tilgjengelig trykkhøyde før vannet renner over andre steder på overflaten.

Legger man sammen verdiene i Tabell 2-3 over, gir det at kulvertene har kapasitet som i Tabell 2-4 før vannet går uønskede veier. Beregnet kapasitet av kulvertene er med oppstuvning like før det går til uønsket nivå. Ved dimensjonering av inntak er dimensjonerende nivå ved topp rør, altså lavere.

Tabell 2-4: Vurdering av kulvertenes kapasitet med hensyn på både inntak og rør.

Kulvert	Dimensjon [mm]	Kapasitet før uønsket oppstuvning [m ³ /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

*) Kulverten er ikke begrenset av inntakets kapasitet. Ved vannføring over ca. 1,4 m³/s vil vannet stige til terrengnivå på grunn av lav kapasitet på strekk 2b langs Nordhordlandshallen.

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

Kommunen, ved Arne Eikefet, opplyser 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 tre utbyggingsalternativer. 400, 800 og 1500 boligenheter er de ulike gradene av utbygging. Vi har vurdert hvor store deler av nedslagsfeltet til Lonena som vil bli endret i alternativene. Vi har beregnet endringene for avrenning etter avrenningsfaktorer gitt blant annet i Lindås kommunes retningslinjer for overvannshåndtering.

En liten del av planområdet ligger i nedbørsfeltet til nabovassdraget, som har utløp ved Isdalstø. Nedbørsfeltet er totalt 2,16 km². Grensene mellom nedbørsfeltene skal ikke endres som følge av utbygging. Lengst sørøst i planområdet er det også små arealer som ikke tilhører nedbørsfeltet til våtmarksområdet Lonena, men som renner til Lonena-vassdraget nedstrøms kulvert nr. 1.

Framtidige klimaendringer bidrar til større avrenningsmengder, både i normal- og flomsituasjon. For disse nedbørsfeltene kan flomstørrelsene øke med 40 % mot slutten av århundret på grunn av klimaendringer. Dette gjelder uavhengig av utbyggingsplanene, og bidrar til økt sannsynlighet for oversvømmelser i framtiden.

Arealendringen er vurdert ut fra situasjonsplaner pr. oktober 2017 (alternativ 800 og 1500 boligenheter) og april 2019 (alt. 400 boliger).



Figur 3-1: Oversikt over nedbørsfeltene som blir endret av planene og som er konsekvensvurdert.

Vassdrag Lonena:

Alternativ med utbygging av 400 enheter:

Om lag 40 000 m² vil bygges ut med boligenheter, i all hovedsak leiligheter og rekkehus med tilhørende veinett. Dette tilsvarer om lag 5 % 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 av planlagt utbygging er det en våt myr som i dagens situasjon trolig har god 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 ca. 2 % økning i tilrennende vannmengder. Flomstørrelsene som er beregnet vil øke med 2 %.

Alternativ med utbygging av 800 enheter:

For alternativet med utbygging av 800 enheter, er det ytterligere 48 000 m² som vil bygges ut, slik at totalt endret areal er ca. 88 000 m². Det tilsvarer om lag 12 % av Lonenas nedbørsfelt. Eksisterende arealtype for disse flatene er ganske lik som for alternativ 400; skog/myr med antatt tynt lag med løsmasser til fjell. Myren i sørvest er også vist til å bli bygget ut for dette alternativet.

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, vil det være ca. 120 000 m² som bygges ut. Det utgjør 16 % av Lonenas nedbørsfelt. Eksisterende arealtype er ganske lik som for de mindre alternativene; 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, som har antatt god fordrøyende effekt på avrenningen.

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

Vassdrag Isdalstø:

Alternativ med utbygging av 400 enheter:

Om lag 10 000 m² vil bygges ut med rekkehusbebyggelse og tilhørende veier. Dette utgjør om lag 0,3 % av nedbørsfeltet til bekken på Isdalstø. Dette arealet er også myr/skog med antatt tynt dekke av løsmasser på fjell, avrenningskoeffisienten er 0,4. På samme måte som for Lonena, vil også avrenningen fra framtidig bebyggelse bli økt, både i normal- og i flomsituasjon.

For nedbørsfeltet til bekken på Isdalstø, målt ved utløpet til sjøen, vil vannføringen økes med 0,2 %.

Alternativ med utbygging av 800 enheter:

For alternativet med utbygging av 800 enheter, er det faktisk vist mindre grad av utbygging innenfor nedbørsfeltet til Isdalstø, enn hva tilfellet er for alternativet med 400 enheter. Men dette er detaljer som ikke er bestemt på nåværende tidspunkt, men som vi har gått ut fra i våre beregninger. Ca. 7000 m² er vist utbygd. Arealtypen er lik.

Forskjellen er liten, sammenlignet med det totale nedbørsfeltets størrelse. Også for dette alternativet vil vannføringen økes med 0,2 %.

Alternativ med utbygging av 1 500 enheter:

Med utbygging av 1500 enheter er ytterligere 5 000 m² tenkt utnyttet til bebyggelse og veier. Eksisterende arealtype for dette arealet er også skog/myr med antatt tynt dekke av løsmasser på fjell.

For dette alternativet vil vannføringen i bekken på Isdalstø økes med 0,3 %.

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 potensielt lavere grunnvannsnivå. Det anses som ingen konsekvens av dette 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 2%, 5 % eller 11 %, både i normal- og flomsituasjon. 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 Figur 4-1. 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.

Det vil 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 endring av utløpet som har endret situasjonen slik vi ser av Figur 4-1.



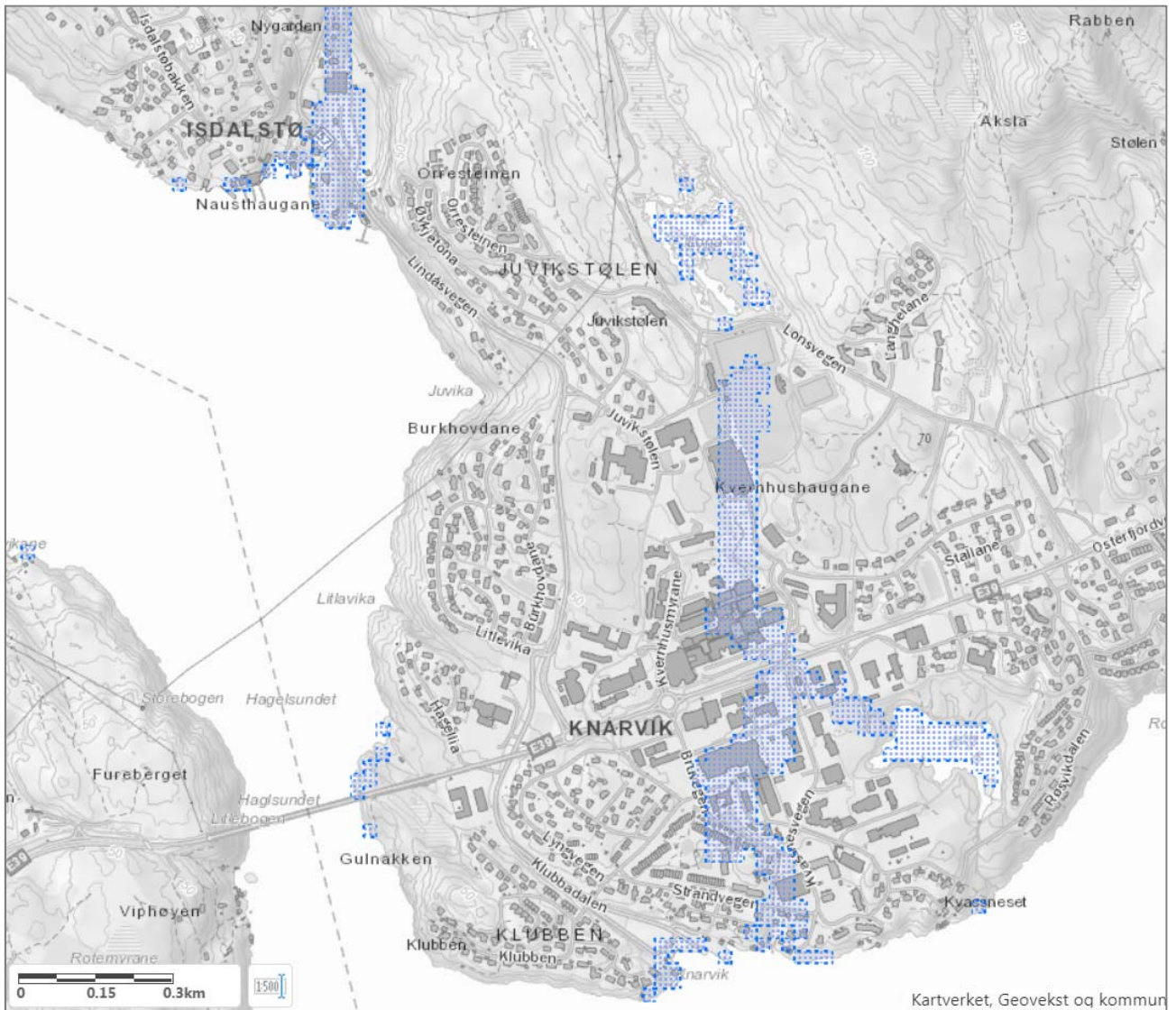
Figur 4-1: Flyfoto over Lonena. Det venstre bildet er tatt i 2003 og det høyre er tatt i 2009. Vannstanden er tydelig hevet, trolig på grunn av endret utløp.

4.2 Nedstrøms planområdet

Kulvertene i Lonena-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. Det er risiko for oversvømmelse ved områdene ved Nordhordlandshallen, deler av Knarvik senter, bussterminalen, WesternGeco-tomten, trelasthandelen og private boliger på nedsiden av Strandvegen, i tillegg til veiflater mellom disse områdene.

Langs bekken på Isdalstø er det også risiko for flom. Arealet like nord for Fv. 57 har tidligere vært oversvømt. På samme måte som for kulvertene nedstrøms Lonena, vil mer vann til bekken her også føre til økt sannsynlighet for oversvømmelse. Samtidig er det for dette vassdraget en svært liten, teoretisk økning av vannmengden som følge av reguleringsplanen for Lonena, som kan elimineres med avbøtende tiltak.



Figur 4-2: Aktsomhetsområde for flom (NVE Atlas, 2019)

4.3 Samlet konsekvens

Den hydrologiske konsekvensen av tiltakene er negativ på grunn av hurtigere avrenning og økt flomfare.

5 Avbøtende tiltak

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

5.1 Fordrøyning/magasinerer 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. I stedet for 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. Effekten av tiltakene er varierende.

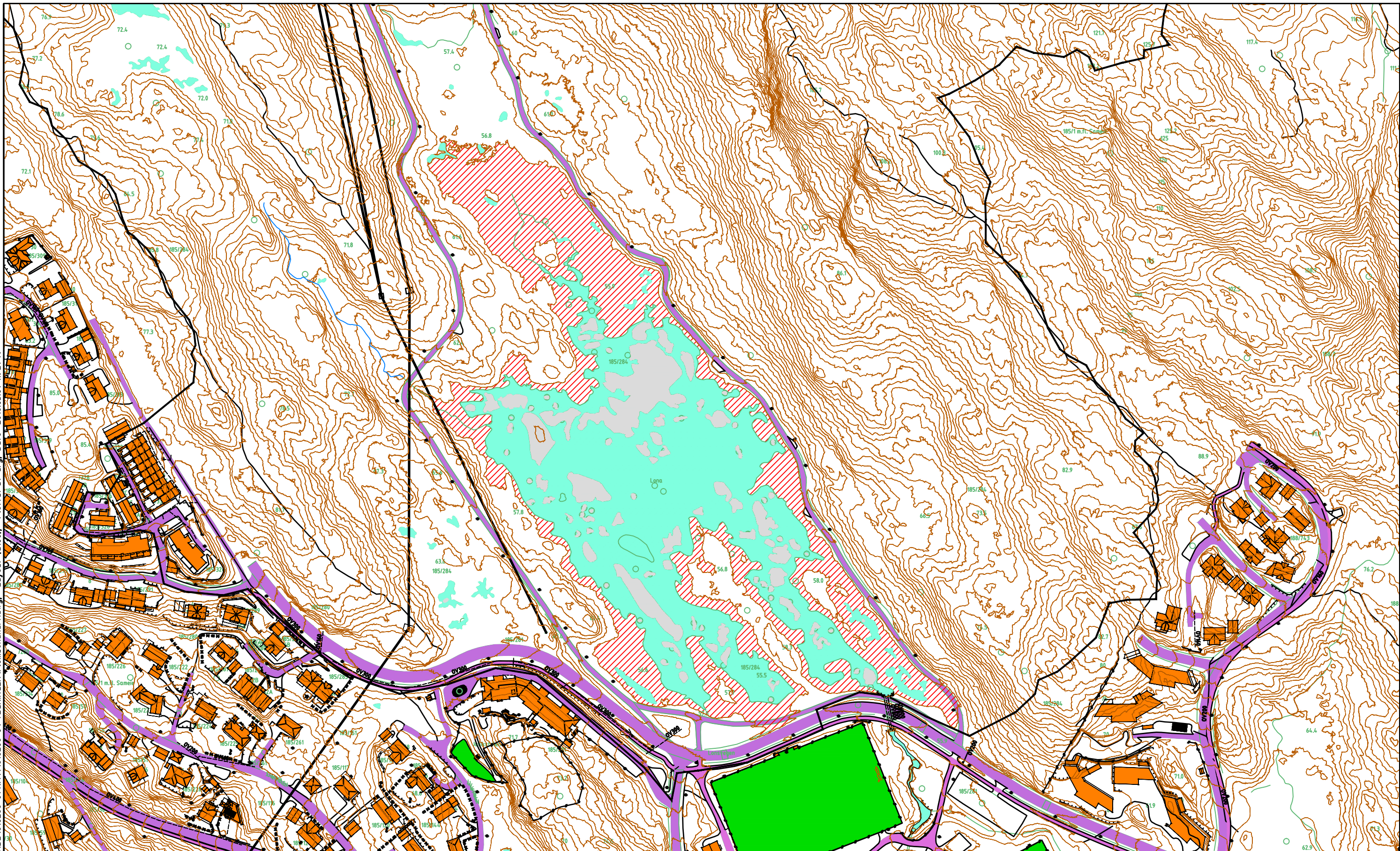
Eksempler på enkle, små avbøtende tiltak:

- 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 gresskledte 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 blant annet i rapporten *På lag med regnet* (COWI, 2013).

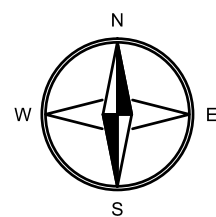
Med en god løsning i utløpet av Lonena, sammen med lokale tiltak i utbyggingssonene, vil den uønskede effekten av utbyggingen kunne elimineres for områdene nedstrøms Lonena. Dette betinger at man legger opp til vannstandsvariasjon i Lonena og gir plass til åpen overvannshåndtering i planlegging av utbyggingen.

O:\0616\616288\616288-03 ARBEIDSOHRÅDE\616288-01 RIVA\616288-04 TEGNINGER\flomsonekart.dwg. - Layout: [G100]. - Plottet av: erg. Dato: 2016.03.01 kl 21:49



FORKLARING:

-  Bekker som bør tas hensyn til i videre planelegging.
-  Potensiell flomfare (overflomning) ved 200-års hendelse
-  Nedbørsfelt



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

MERKNAD: Aktuelle fareområder er skissert for videre hensyn i planleggingen, iht kapittel 7.4.2 C i NVEs "Flaum- og skredfare i arealplanar."

OPUS Bergen AS KU Hydrologi Lonena		Fag	Format			
		RIVA	A3			
Aktsemdområde		Dato	01.03.2016			
		Format/Målestokk:				
Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Skisse	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
	Oppdragsnr.	616116	Tegningsnr.	G100	LKS	
					Rev.	0