

Til: Ullensaker kommune v/Jostein Skjefstad
Fra: Norconsult AS v/Steinar Myrabø
Dato 2017-02-02

Flomberegninger for omkjøringsvei - Jessheim Sørøst

I forbindelse med reguleringsplan for omkjøringsvei ved E6 Jessheim Sørøst skal det planlegges for håndtering av drenering og overvann. Norconsult har ansvar for flomberegninger for mindre bekker og drenering inn mot veien under naturlige forhold uten bebyggelse.

Sammendrag

Det er utført beregning av 200-årsflom (Q_{200}) for fem nedbørfelt som drenerer til omkjøringsveien og hvor vannet skal ledes gjennom eller langs veien. Beregningene er foretatt i henhold til gjeldende veiledning for flomberegninger i små felt [2] og er basert på bruk av NVEs analyseprogram NEVINA, Nasjonalt formelverk for små nedbørfelt og den Rasjonelle formel.

Resultatet ble som vist i tabellen nedenfor

Nedbørsfelt	Areal (km ²)	Q_{200} (l/s)	$Q_{200+kif}$ (l/s)	q_{200} (l/s/km ²)	$q_{200 + kif}$ (l/s/km ²)
Felt 1-1	0,230	830	1160	3700	5200
Felt 1-2	0,029	80	110	2700	3800
Felt 2	0,1	460	650	4600	6400
Felt 3-1	0,1	270	380	2700	3800
Felt 3-2	0,123	340	480	2700	3800

Resultatet tilsvarer en kulminasjonsverdi for flommen ved Q_{200} på hhv 830, 80, 460, 270 og 340 l/s for hhv. Felt 1-1, Felt 1-2, Felt 2, Felt 3-1 og Felt 3-2. Inkludert klimafaktor blir $Q_{200+kif}$ hhv 1160, 110, 650, 380 og 480 l/s.

Beregninger er gjort med utgangspunkt i at stikkrenner plasseres der vannet drenerer naturlig. Bidraget fra avrenning av veien vurderes å være relativt liten hvis den føres til hvert nedbørsfelt, og dersom stikkrenner plasseres ved naturlige dreneringspunkt. Arealberegningen av feltene er avgrenset etter senterlinje i vegen, og omtrent halve vegarealet er dermed med i beregningen. Tallene er relativt grove og gir et utgangspunkt for dimensjonering. Endringer av nedbørsfeltene kan gi store endringer i avrenninga, og antall og plassering av stikkrenner er avgjørende.

Etter et møte 23. januar er deler av notatet endret, det meste er beholdt slik det var, og et nytt kapittel er lagt til. Etter endring er det nå seks små nedbørsfelt som er beregnet. Det er bare Felt 3-2 som er påvirket av endringen, og denne er derfor beregnet på nytt.

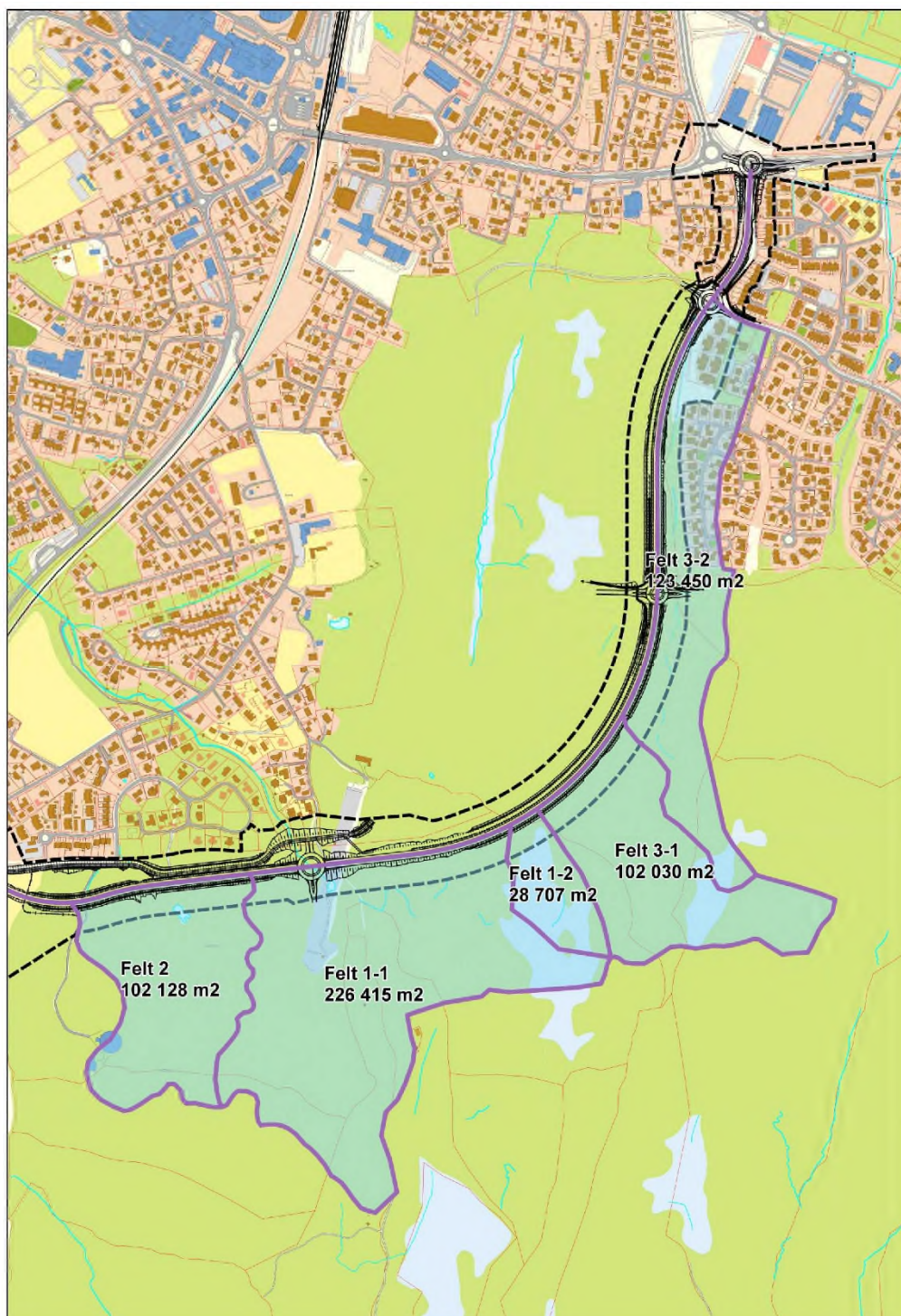
Fra det nye kapittelet (kap. 5) er den følgende tabellen gjeldende for det som tidligere var Felt 3-2, og må ses i sammenheng med figur 8 og ny stikkrenne SR6.

Nedbørsfelt	Areal (km ²)	Q ₂₀₀ (l/s)	Q _{200+kif} (l/s)	q ₂₀₀ (l/s/km ²)	q _{200 + kif} (l/s/km ²)
Felt 3-2	0,058	160	220	2700	3800
Felt 4	0,066	180	250	2700	3800

Resultatet tilsvarer en kulminasjonsverdi for flommen ved Q₂₀₀ på hhv 160 l/s på Felt 3-2 (ny feltgrense, se figur 8) og 180 l/s på Felt 4. Inkludert klimafaktor blir Q_{200+kif} hhv 220 og 250 l/s.

1. Problemstilling

Flomberegningene skal danne underlag for dimensjonering av dreneringsveier og dreneringstiltak som stikkrenner/kulverter. Da plasseringen av disse ennå ikke er bestemt har en delt opp avrenningsfeltene mht. hvor vannet drenerer i dagens situasjon inn mot veitraseen (se Figur 1) og foreslått hvor det er naturlig å lede vannet langs og/eller gjennom veien. Dette notatet presenterer spesielt flomberegninger for de mest aktuelle lokalitetene.

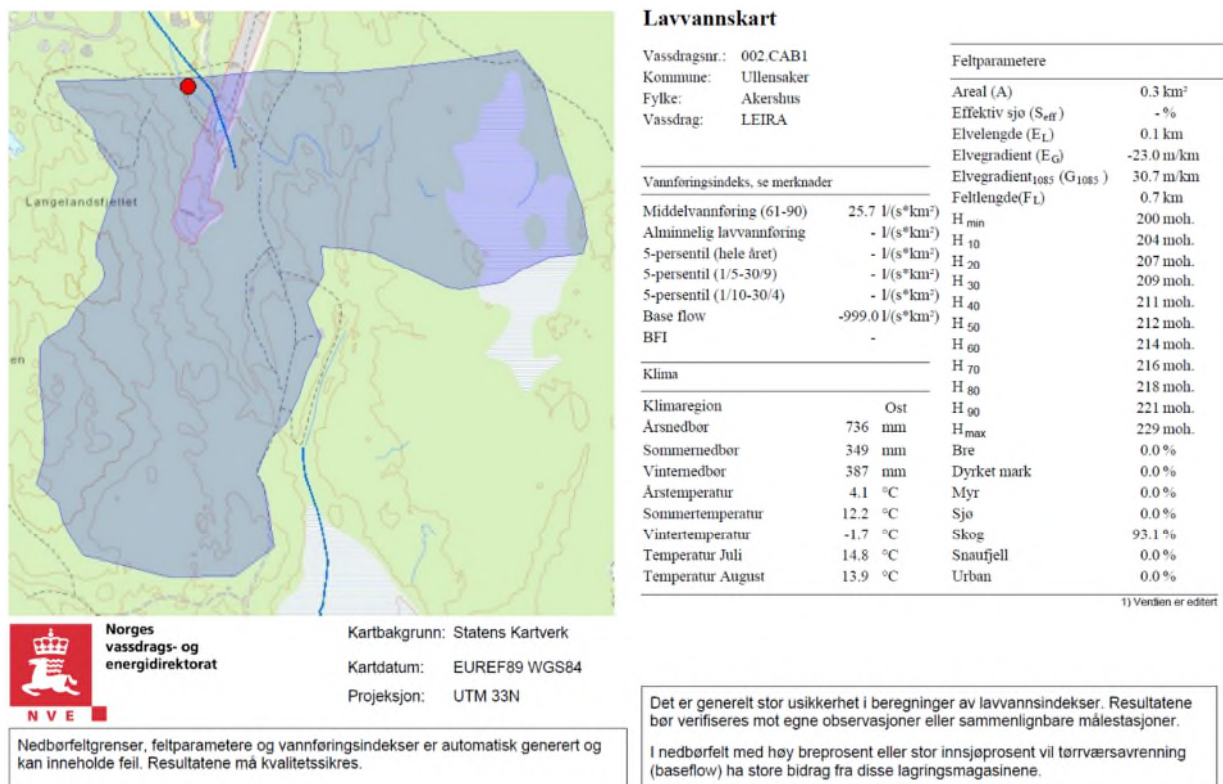


Figur 1. Nedbør-/avrenningsfeltene til omkjøringsveien; fra kartstudier og bruk av programmet NEVINA ut fra hvor vannet drenerer naturlig i feltet.

2. Feltbeskrivelse

Det er ikke foretatt feltbefaringer for å kartlegge dreneringsveiene og feltgrensene, så disse baserer seg på ulike kartstudier med forskjellige analyseverktøy. Det eneste nedbørfeltet som lot seg gjøre å analysere fullstendig i programmet NEVINA, var kombinert felt 1-1 og 1-2, som drenerer til Hymnebekken. For de andre nedbørfeltene feilet analyseprogrammet underveis, men ut fra loggkjøringen fikk en ut de aktuelle parameterne, samt klippet ut kart med feltgrensene.

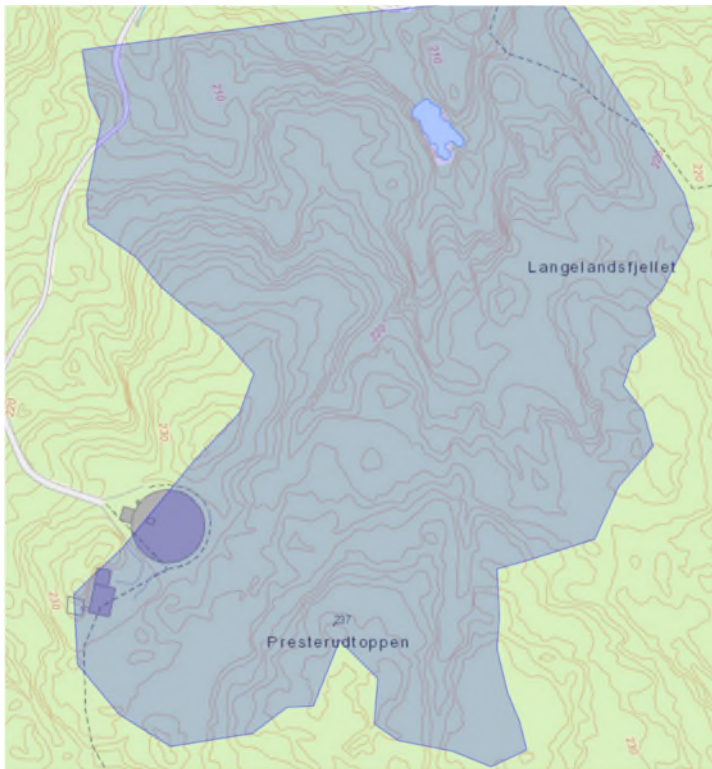
Nedbørfeltet til felt 1 er i henhold til programmet NEVINA, etter noen korrigeringer av feltgrensen, ca. 0,3 km² (se Figur 2), men ved detaljerte arealberegninger får en at feltarealet er 0,26 km² (se Figur 1). Høyden i nedbørfeltet fordeler seg mellom 200 og 229 moh. Alle feltparameterne sees i Figur 2.



Figur 2. Nedbør-/avrenningsfeltet til felt 1-1 og 1-2; fra bruk av programmet NEVINA etter noen korrigeringer av feltgrensen ut fra detaljert kartstudie.

Nedbørfeltet til felt 2 er i henhold til analysene med programmet NEVINA, etter noen korrigeringer av feltgrensen, ca. 0,1 km². Ved de detaljerte arealberegninger fikk en samme resultat. Høyden i nedbørfeltet fordeler seg mellom 204 og 236 moh. (se Figur 3).

Nedbørfeltet til de kombinerte feltene 3-1 og 3-2 er i henhold til analysene med programmet NEVINA, etter noen korrigeringer av feltgrensen, ca. 0,24 km². Ved de detaljerte arealberegninger fikk en 0,23 km². Høyden i nedbørfeltet fordeler seg mellom 204 og 226 moh. (se Figur 4).



Figur 3. Nedbør-/avrenningsfeltet til felt 2; fra bruk av programmet NEVINA etter noen korrigeringer av feltgrensen.



Figur 4. Nedbør-/avrenningsfeltet til felt 3-1 og 3-2; fra bruk av programmet NEVINA etter noen korrigeringer av feltgrensen.

3. Analyser

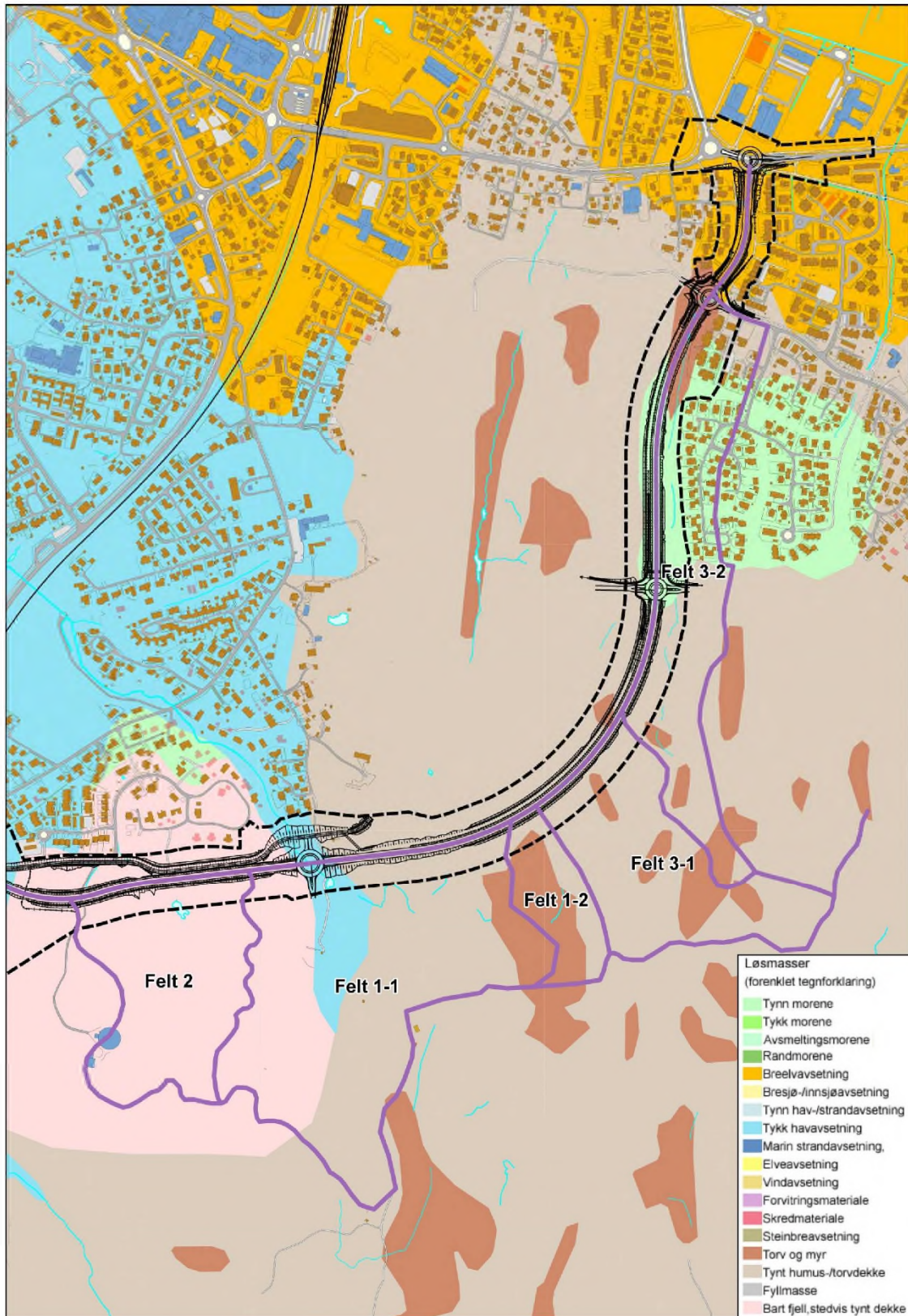
Nedbørfelt og avrenning

Nedbørfeltene som skal beregnes er relativt små, hhv mellom ca. 0.029 og 0.23 km².

Løsmassene i planområdet er dominert av tynt humus-/torvdekke, torv og myr, bart fjell med stedvis tynt dekke og et lokalt område med havavsetninger (se Figur 5). Dette indikerer lav infiltrasjonskapasitet i feltet og høy avrenningskoeffisient i episoder med intens snøsmelting og/eller regn.

Med mye myrlendt jord, så vil området bære preg av å være fuktig i store deler av året, men da store deler av områdene er relativt flate vil avrenningen i området ikke ha særlig rask responstid, selv i episoder med intens snøsmelting og/eller regn.

Feltparameterne er beregnet ved hjelp av NVE's analyseverktøy NEVINA, men er noe korrigert ut fra kartstudier, blant annet med WinMap.



Figur 5. Løsmassekart for planområdet Jessheim sør.

Flomberegning

Det finnes ulike metoder for flomberegning avhengig av tilgjengelige data/observasjoner i området og størrelsen på avrenningsfeltet. I følge ny veileder fra NIFS prosjektet «Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt» [2] bør en vurdere metodene ut fra datagrunnlag i området, men at det er fornuftig å benytte flere metoder (minst to) og sammenligne resultatene før en går videre med en metode.

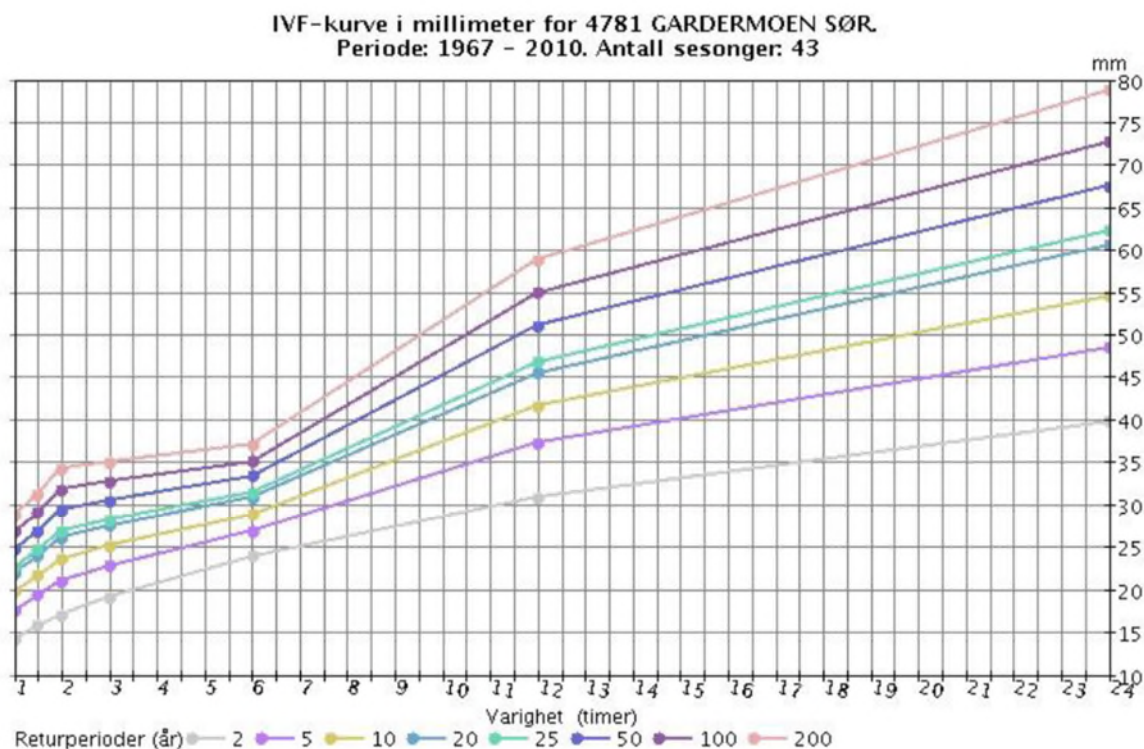
Dimensjoneringsgrunnlag

Tilgjengeligheten av observasjoner i Jessheim området:

Det eksisterer ingen avrenningsstasjoner i så små felt i prosjektområdet eller i nærliggende områder. Det finnes kun nedbørstatistikk (IVF) fra serier for Gardermoen. Den har relativt lang serie, men noe merkelig kurveform (se Figur 4), så en har valgt å jevne kurven litt for returperioder mellom 2 og 12 timer. I beregningene nedenfor har det relativt liten betydning.

Konklusjon er da at timesverdien for et 200 års regn i området er ca. 30 mm, noe som stemmer bra med regionskurven og «tentative» verdier for 200 års nedbør angitt i ny rapport fra NIFS prosjektet [1].

Rasjonelle formel peker seg da ut som den beste metoden å benytte her, spesielt da feltene er så små, men en bør først foreta en grov beregning med NVE's nye flomformel [2] for å se om resultatene fra rasjonelle formel ligger innenfor det intervallet som NVE's flomformel kommer frem til. I eksempel 2 i den nye veilederen er det f.eks. gjort en tilsvarende beregning for et lite felt i Lillehammer og den rasjonelle formel viser fornuftige resultater i forhold til de grove overslagsberegningene.



Figur 6. IVF kurve i mm for nedbørstasjonen Gardermoen Sør, som er benyttet i flomberegningsanalysene.

Flomberegning med NVE's nye flomformel

Metoden er nærmere beskrevet i [3], der flomvannføringen beregnes ut fra normalavrenninga fra området (QN), feltareal, effektiv innsjøprosent og en klimafaktor. Gyldighetsintervallet mht areal for bruk av metoden er 0,2 - 53 km², så de aktuelle feltene ligger nær nedre grensenivå. Men da dette er den eneste metoden en kan sammenligne resultatet fra den rasjonelle formel med, så brukes den her for det største feltet, Felt 1-1. Siden feltene er små og har høy avrenningsfaktor, så forventer en at beregningene med rasjonelle formel skal ligge i øvre intervall til flomformelen.

Beregningene kan nå gjøres direkte via bruk av programmet NEVINA, og ble her:

Felt 1-1: $Q_{200} = 350 - 1400$ l/s, med en medianverdi på 700 l/s (uten klimapåslag).

Flomberegning med den rasjonelle metoden

Metoden er nærmere beskrevet b.la. i [4], der flomvannføringen beregnes ut fra en avrenningskoeffisient, dimensjonerende nedbørintensitet, feltareal og en klimafaktor. Avrenningskoeffisienten angir hvor stor del av nedbøren som renner hurtig av og bidrar til flomtoppen, og velges i de ulike deler av feltet ut fra tabell med ulike terrengtyper. Dimensjonerende nedbørintensitet er tatt ut fra IVF-kurven for nedbørstasjonen på Gardermoen med varighet basert på aktuelle tilrenningstider for vannet som bidrar til flomtoppen og dimensjonerende gjentakintervall basert på krav fra SVV mht. den planlagte omkjøringsveien i området, som resulterer i 200 års returperiode. Klimafaktoren settes til 40% på bakgrunn av de siste anbefalingene fra NVE i ny klimaprofil for Oppland (se www.klimaservicesenteret.no) (det er ikke utarbeidet en egen klimaprofil for Akershus på gitt tidspunkt).

Avrenninga Q fra de ulike feltene er beregnet ved:

$$Q = C \times i \times A$$

- C = avrenningsfaktoren. På bakgrunn av nedbørfeltetenes egenskaper, nevnt ovenfor, samt tillegg for 200 års flom, er det ut fra beregninger valgt å benytte en avrenningskoeffisient C på 0,57.
- i = dimensjonerende nedbørintensitet i l/(sxha)
- A = feltareal i ha

Dimensjonerende nedbørintensitet varierer med gjentakintervallet og feltets konsentrasjonstid. Konsentrasjonstida er utregnet ved formelen:

$$t_e = 0,6 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{se} = \text{tidsfaktor i minutt}$$

L = lengde av feltet i meter
H = høgdeforskjellen i feltet i meter
A_{se} = effektiv andel innsjø i feltet = 0 (ingen innsjøer)

Utregnet konsentrasjonstid for nedbørfeltetene (t_e) er på grunn av stor ruhet i feltene med mye lyng og kort vegetasjon, justert litt opp.

i = dimensjonerende nedbørsintensitet ut fra IVF-tabell (tabell 1) for Gardermoen med 200 års intervall ved beregnet konsentrasjonstid for de ulike feltene.

Resultatene av beregningene er vist i tabell 2 og de stemmer ganske bra mht. at verdien for Felt 1-1 ligger mellom median og øvre verdi for NVE's flomformel beregnet ovenfor, også da disse er automatisk generert og kan ha store usikkerheter.

Siste kolonne i tabell 2 viser beregningene for 200 års flom der en tar hensyn til klimaendringene;

$$Q_{200+klf}$$

4781 GARDERMOEN SØR

Periode: 1967 – 2010

Antall sesonger: 43

(l/s*ha) Returperioder(år); Nedbørintensitet i liter pr. sekund pr. hektar (10 000m²)

År	Varighet (minutter)											
	5	10	15	20	30	45	60	120	180	360	720	1440
2	184	132,4	105,2	87,7	66,2	48,7	39,1	23,5	17,6	11	7,1	4,6
5	244,8	179,1	140,9	115,1	83,5	60,7	48,4	29	21	12,4	8,6	5,6
10	285,1	210	164,6	133,2	95	68,6	54,6	32,6	23,2	13,3	9,6	6,3
20	323,8	239,7	187,3	150,6	106	76,3	60,5	36,1	25,4	14,2	10,5	7
25	336	249,1	194,5	156,2	109,5	78,7	62,4	37,2	26	14,5	10,8	7,2
50	373,8	278,1	216,7	173,2	120,3	86,1	68,2	40,6	28,1	15,4	11,8	7,8
100	411,3	306,8	238,8	190,1	131	93,5	73,9	44	30,2	16,2	12,7	8,4
200	448,7	335,5	260,8	206,9	141,7	100,8	79,6	47,4	32,3	17,1	13,6	9,1

Data er gyldig per 14.11.2014 (CC BY 3.0), Meteorologisk institutt (MET)

Tabell 1. IVF-tabell i l/(sxha) for nedbørstasjonen Gardermoen, som er benyttet i flomberegningsanalysene.

Felt	Areal (km ²)	C	L (m)	H (m)	Ase (%)	te (minutt)	i l/(sxha)	Q ₂₀₀ (l/s)	q ₂₀₀ (l/s/km ²)	Q _{200+klif} (l/s)
Felt 1-1	0,23	0,57	700	29	0	80	65	830	3700	1160
Felt 1-2	0,029	0,57	300	3	0	120	48	80	2700	110
Felt 2	0,1	0,57	500	32	0	60	81	460	4600	650
Felt 3-1	0,1	0,57	515	8	0	120	48	270	2700	380
Felt 3-2	0,123	0,57	1070	18	0	120	48	340	2700	480

Tabell 2. Flomberegninger med den rasjonelle metoden for feltene 1-1, 1-2, 2, 3-1 og 3-2 i 200 års flom (Q₂₀₀), deretter spesifikke verdier (q₂₀₀) og 200 års flom med klimafaktor (Q_{200+klif}). C er avrenningsfaktoren, L er feltlengden og H er høgdeforskjellen i feltet i meter. Ase er effektiv innsjøprosent, te er konsentrasjonstiden og i er dimensjonerende nedbørintensitet.0

Beregninger har tatt utgangspunkt i naturlig avrenning og drenering, og mulig gjennomføring gjennom veg ved naturlig passpunkt.

4. Eksempel på endringer ved annen lokalisering av stikkrenner gjennom omkjøringsveien

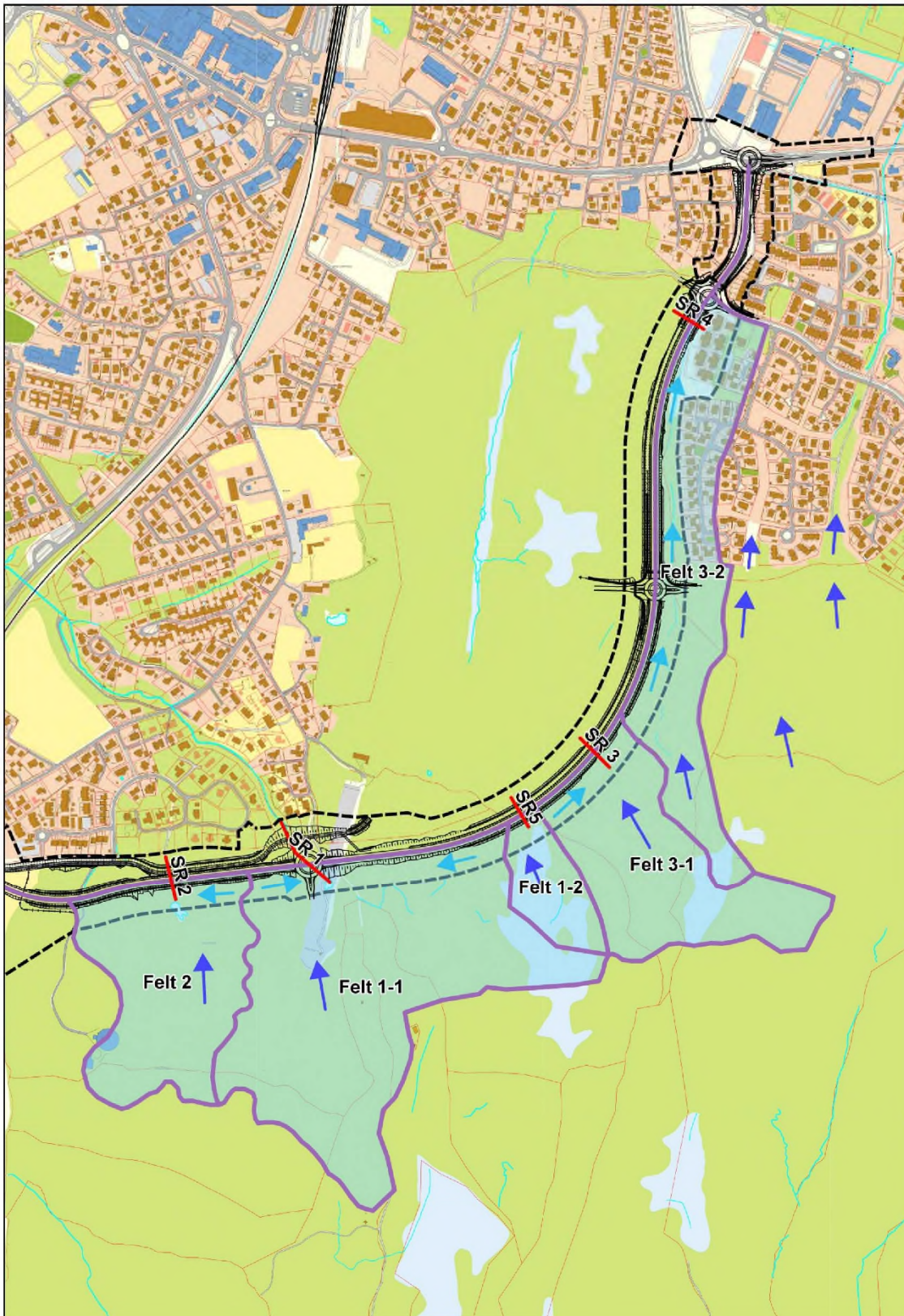
Drenering gjennom og langs veien

Beregningene i forrige kapittel har som nevnt tatt utgangspunkt i den naturlige dreneringen av avrenningen. Den foreslåtte plasseringen av stikkrenner gjør at avrenningen fra vegflaten vil få relativt liten påvirkning på dreneringen totalt sett. Vegen vil kunne fungere som en barriere, men dette vil ikke gi store konsekvenser ved plassering av stikkrennene hvor vannet naturlig vil drenerer, som vist i figur 7. Dette kan endres hvis en kutter ut noen av stikkrennene (evt. endrer plassering) og får sammenslåing av felt. Resultatene i tabell 3 viser hva som skjer hvis en kutter ut SR3 og SR5, slik at Felt 1-2 dreneres mot Felt 1-1, og Felt 3-1 mot Felt 3-2.

Nedbørfelt	A (km ²)	Q ₂₀₀ (l/s)	Q _{200+Klf} (l/s)	q ₂₀₀ (l/s/km ²)	q _{200+Klf} (l/s/km ²)
Felt 1-1 + 1-2	0,26	960	1350	3700	5200
Felt 2	0,1	460	650	4600	6600
Felt 3-1 + 3-2	0,23	430	600	1900	2600

Tabell 3. Flomberegninger med den rasjonelle metoden ved felles drenering av Felt 1-1 og 1-2, og Felt 3-1 og 3-1, henholdsvis figur 2, 3 og 4.

Som vi kan se av tabell 3 og 2, vil flomvannføringen til SR1 få en økning på omkring 190 l/s (ca. 16 %) ved en slik sammenslåing, mens flomvannføringen til SR4 vil få en økning på omkring 120 l/s (ca. 25 %). Dette viser et eksempel på relativt små endringer av de naturlige dreneringsveiene. Så slike endringen vil derfor også kunne få store konsekvenser for drenering og dimensjonering av stikkrennene.



Figur 7. Nedbørfelt som drenerer til omkjøringsveien og forslag til hvor vannet kan dreneres gjennom eller langs den planlagte omkjøringsveien. De mørke blå pilene illustrerer i hvilke retninger vannet drenerer i dagens situasjon, og de lysere blå viser antatt dreneringsretning lang vegen.

5. Endringer og premisser etter møte 23.01.17

Etter møte 23. januar 2017 ble stikkrenneplasseringer godkjent, med noen endringer. Det er forslag om å legge til en stikkrenne ved rundkjøring mellom SR3 og SR4. I forbindelse med dette blir det gjort nye beregninger for stikkrenne SR4 som blir påvirket av endringer i nedbørsfelt, og beregninger for nye SR6.

Det er et ønske fra COWI og Ullensaker kommune at stikkrenne SR1 får en dimensjon på maksimum 1000 mm, for å strupe vannføringen nedstrøms mot bebyggelsen. Dette vil føre til oppstuvning av vann på sørsiden av vegen ved SR1, og vegen vil dermed fungere som en voll mot dette flomvannet, og dermed som et fordryningsbasseng. Dette notatet har ingen ytterligere beregninger eller vurderinger med hensyn til oppstuvingsnivå eller areal som blir oversvømt. Eventuelle vurderinger og beregninger bør gjøres av COWI, som har ansvar for en helhetlig drenerings-/overvannsplan for området.

Med den nye stikkrennen SR6 plassert omtrent midt i det som tidligere i notatet er nevnt som Felt 3-2 blir det endringer i avrenningsfelt til både SR4 og SR6. Dette gir en ny feltavgrensning for Felt 3-2, og nytt Felt 4 i nord (se figur 8). De øvrige feltene blir ikke påvirket, og blir derfor ikke beregnet på nytt.

Felt	Areal (km ²)	C	L (m)	H (m)	Ase (%)	te (minutt)	i l/(s×ha)	Q ₂₀₀ (l/s)	q ₂₀₀ (l/s/km ²)	Q _{200+kif} (l/s)
Felt 3-2	0,058	0,57	522	11	0	120	48	160	2700	220
Felt 4	0,066	0,57	490	7	0	120	48	180	2700	250

Tabell 4. flomberegninger med den rasjonelle metoden for ny inndeling av avrenningsfelt mot stikkrenne SR6 og SR4.

Som vi kan se av tabell 4, blir avrenningen fra de to feltene omtrent likt fordelt seg imellom i forhold til Felt 3-2 i tabell 2. SR6 vil gi økt drenering til Langmyra, og mindre i grøfter langs veien til SR4, enn angitt i tabell 2 og figur 7. Dette kan være positivt for SR4, hvor det antas å være flere utfordringer knyttet til lukkede dreneringsanlegg. Plasseringene av stikkrennene følger i stor grad den naturlige dreneringen knyttet til terrenget. Ved å plassere SR6 sør for rundkjøringen, bidrar veien til å skape en barriere mot Felt 4, og en kan unngå å måtte legge stikkrenne under østlig arm av rundkjøringen.



Figur 8 viser plassering av stikkrenner og antatte avrenningsfelt, med arealangivelse i tillegg.

6 Konklusjon

Det konkluderes med at vegen ikke vil gi store konsekvenser for avrenning ved plassering av stikkrenner ved naturlige dreneringspunkter, med utgangspunkt i de naturlige nedbørsfeltene. Endringer av nedbørsfeltene, antall og plassering av stikkrenner kan gi et annet bilde, og andre forhold å dimensjonere for. Beregningene er grove, og det antas at overflateavrenningen fra vegen virker relativt lite inn på de ulike nedbørsfeltene om stikkrennedimensjonering og plassering tar utgangspunkt i disse naturlige feltene.

Konklusjonen er fortsatt gjeldende etter endringer tatt inn i kapittel 5.

Referanser

1. Førland, E.J., Mamen, J., Dyrddal, A.V., Grinde, L. og Myrabø, S. (2015): Dimensjonerende korttidsnedbør. NIFS rapport 134 – 2015.
2. Stenius, S., Glad, P.A., Wang, T.K. og Væringstad, T. (2015): Veileder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE Veileder 7-2015.
3. Glad, P.A., Reitan, T. og Stenius, S. (2015): Nasjonalt formelverk for flomberegninger i små nedbørfelt. NIFS rapport 13-2015
4. Myrabø, S. (1991): Flomberegninger. NVE Oppdragsrapport 8-91.

02	2017-02-02	Notat flomberegninger	STMYR/JATRO	MQH	STMYR
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.