



Statens vegvesen

Vedlegg: Overvannshåndtering



Prosjekt: Fv. 44 Prestbru - Bjånesbakken

Kommune: Sokndal

Innhold

Forord.....	3
Sammendrag	4
1. Innledning.....	5
Overordnede krav og dimensjoneringsgrunnlag	5
2. Metode og datagrunnlag	7
Nedbørfelt	7
Nedbør, IVF-kurver.....	8
3. Overvannshåndtering	9
Prestbru.....	9
Vannmengder.....	9
Grøftekapasitet	11
Stikkrenner og bekkeinntak.....	11
Bjånes.....	13
Vannmengder.....	13
Stikkrenner og bekkeinntak.....	14
4. Annet	15
Referanser	16

Forord

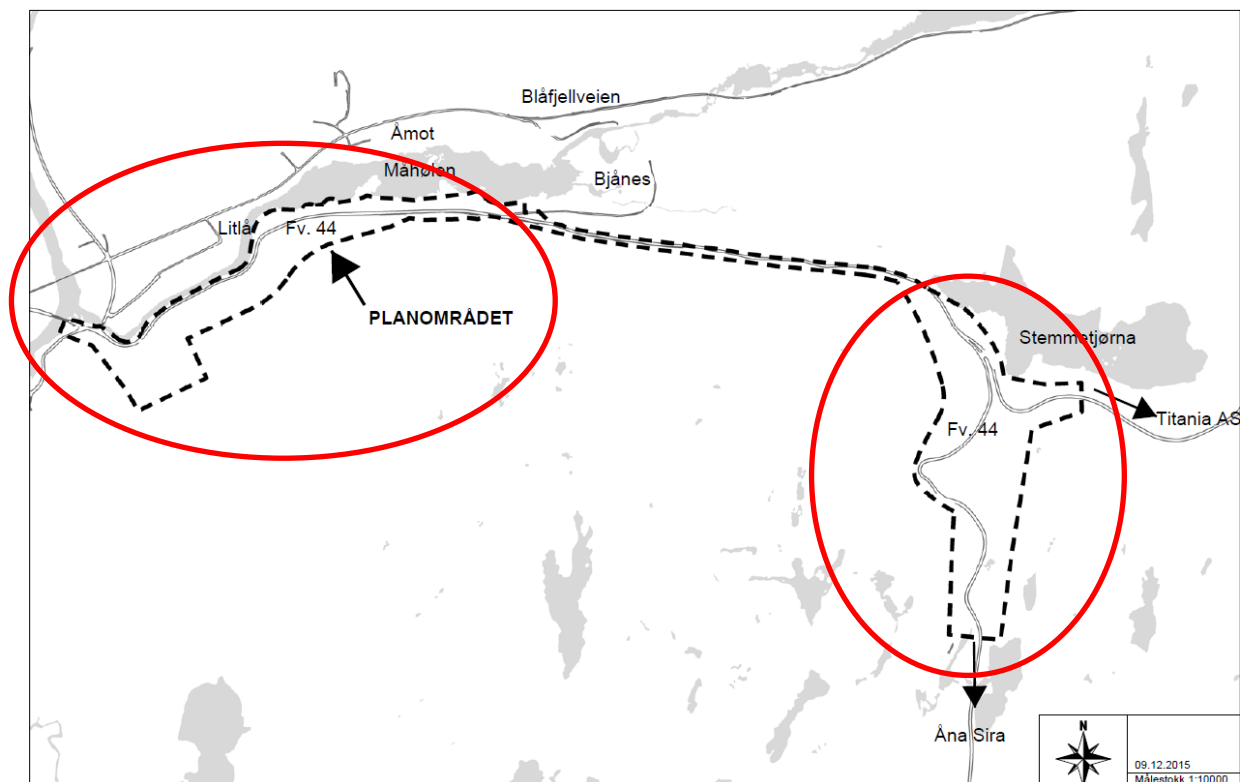
I forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for fv. 44 ved Prestbru – Bjånes i Sokndal kommune, Rogaland, er det beregnet hvilke overvannsmengder som må håndteres, og hvordan dette bør gjøres. Arbeidet er utført av Ingjerd Haddeland, Statens vegvesen Region vest, og er sidemannskontrollen er utført av Justas Jasaitas, Statens vegvesen Region vest.

Sammendrag

Det arbeides med forslag til reguleringsplan for fv. 44 ved Prestbru – Bjånes i Sokndal kommune, Rogaland. Overvann fra ovenforliggende terreng må ledes under fv. 44, og dimensjonerende returperiode for håndtering av overvannet er 200 år. Det er her snakk om små nedbørfelt, og den rasjonale metode er benyttet for å beregne overvannsmengdene. Det er brukt en klimafaktor på 1,3 (N200, 2018).

1. Innledning

Det arbeides med forslag til reguleringsplan for fv. 44 ved Prestbru – Bjånes i Sokndal kommune, se figur 1. Prosjektområdet består av to delstrekninger: Prestbru i vest og Bjånes i sørøst. Dette notatet beskriver hvordan overvannet skal håndteres i forbindelse med utbedringen av fv. 44. Notatet tar ikke for seg flomforholdene i elva Litlå som renner langs fv. 44 i området; dette er beskrevet i andre notat (Sweco, 2016; 2018; NVE, 2001; 2017).



Figur 1. Planområdet er delt i to; Prestbru i vest og Bjånes i sørøst.

Overordnede krav og dimensjoneringsgrunnlag

På strekningen mellom Prestbru og avkjørselen til Titania har vegen en ÅDT (årsdøgnetrafikk) på 750. Fra avkjørselen til Titania og videre sørover er det ÅDT på 450. Her dimensjoneres begge strekninger for sikkerhetsklasse V2 (tabell 403.1 i N200, 2018). Det finnes omkjøringsmuligheter, og dimensjonerende returperiode for håndtering av overvann som skal ledes gjennom vegen er 100 år, mens den er 50 år for langsgående drenering (N200, 2018). I dette prosjektet er det imidlertid bestemt at dimensjonerende returperiode for håndtering av overvann som skal ledes gjennom vegen settes til 200 år.

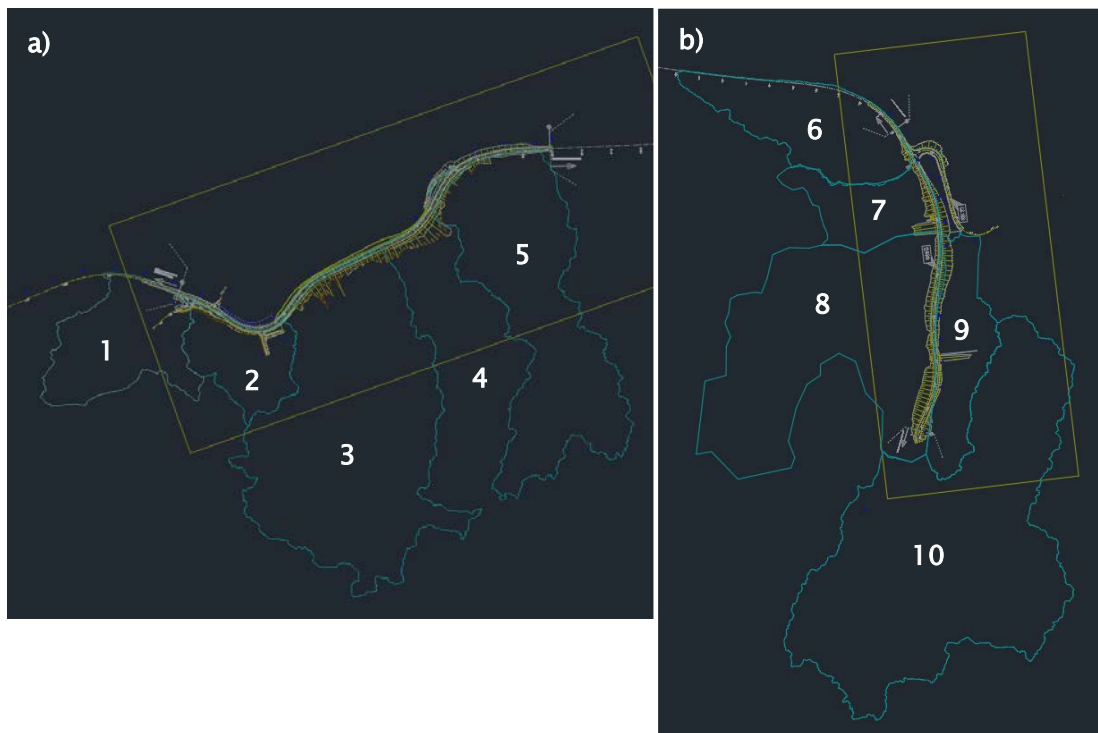
For sikkerhetsklasse V2 skal det brukes en faktor (F_u) på 1,1 for håndtering av usikkerhet ved hydrologiske beregninger (tabell 404.2 i N200). Ihht N200 skal det i Rogaland i tillegg brukes en klimafaktor, F_k , lik 1,3 (tabell 404.1 i N200).

Delvis gjentetting av gjennomløp reduserer kapasiteten. N200 stiller derfor krav til at det skal antas gjentetting i en tredjedel av gjennomløpets høyde, med mindre bruk av inntaksrist, fangrist eller i tilfeller der det kan vises at det forekommer lite massetransport.

2. Metode og datagrunnlag

Nedbørfelt

Nedbørfelt er generert ved hjelp av programmet GlobalMapper, basert på nasjonal detaljert høydemodell (NDH) fra Kartverket (hoydedata.no). Det er generert nedbørfelt som drenerer til planlagt veglinje, se figur 2. De genererte vannskillene er kontrollert mot nedbørfeltgrenser i REGINE (Register over nedbørfelt i Norge) vha. nevina.nve.no. Feltkarakteristikker er funnet ved hjelp av NEVINA (nevina.nve.no) og høydemodellen, se Tabell 1 og 2.



Figur 2: a) Prestbru og b) Bjånes. Nummererte nedbørfelt (nedbørfeltgrensene vises med cyan farge) og planlagt veglinje.

Tabell 1: Feltkarakteristikker, Prestbru. Nedbørfeltnumrene refererer til tallene i figur 2.

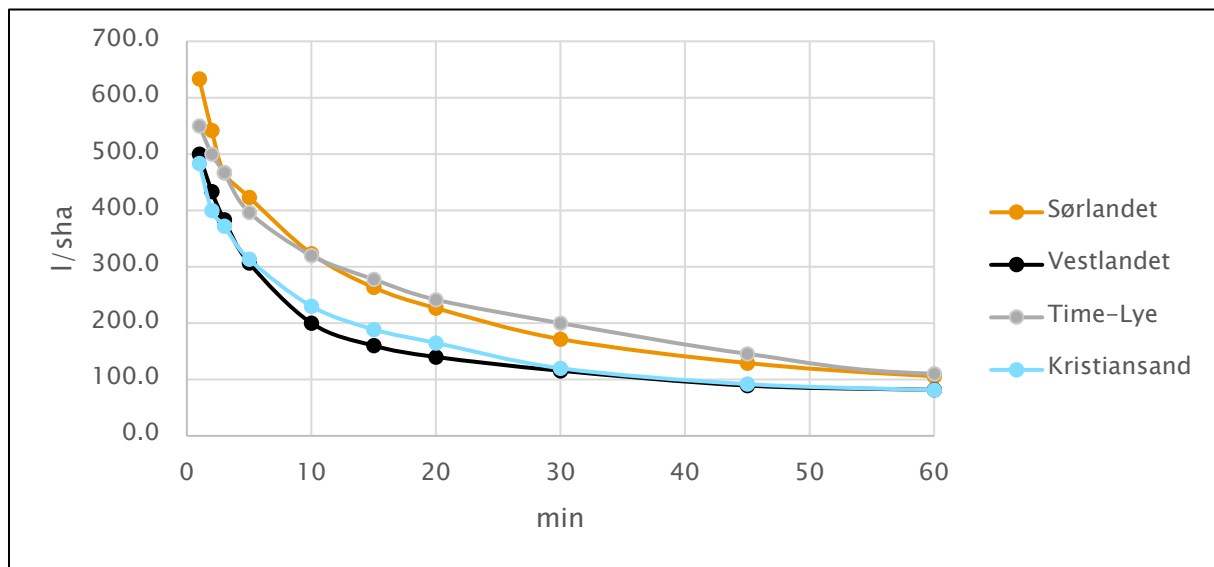
Nedbørfelt	Areal A (ha)	Feltlengde L (m)	Høydeforskjell H (m)	Effektiv sjøprosent A_{se} (-)
1	3,8	180	20	0
2	2,4	175	50	0
3	13,3	550	110	0
4	6,2	480	130	0
5	9,0	560	145	0

Tabell 2: Feltkarakteristikker, Bjånes. Nedbørfeltene refererer til tallene i figur 2.

Nedbørfelt	Areal A (ha)	Feltlengde L (m)	Høydeforskjell H (m)	Effektiv sjøprosent A_{se} (-)
6	6,4	177	78	0
7	3,7	250	80	0
8	17,0	670	86	0,022
9	4,4	137	60	0
10	26,4	940	89	0,024

Nedbør, IVF-kurver

De nærmeste nedbørstasjonene med IVF-kurver (intensitet-varighet-frekvens) finnes på Time-Lye og i Kristiansand (klimaservicesenteret.no). Begge disse stasjonene ligger et stykke unna prosjektområdet. Figur 3 viser IVF-kurvene for Time-Lye og Kristiansand, samt medianverdier for Vestlandet og Sørlandet utarbeidet av Førland m fl. (2015). Det er valgt å bruke kurva for Time-Lye.



Figur 3: Nedbørintensitet for varigheter opp til 1 time, 200 års gjentakintervall (klimaservicesenteret.no og Førland m.fl., 2015), basert på historiske data.

3. Overvannshåndtering

De aktuelle nedbørfeltene (figur 2) er alle mindre enn 1 km², og avrenningsresponsen er rask. Det anses derfor at den rasjonelle formel kan brukes for å beregne flomstørrelser:

$$Q = C * i * A * F_c * F_k$$

der Q er vannføring [l/s], C er avrenningsfaktor [-], i er nedbørintensitet [l/s ha], A er feltarealet, F_c er tillegg til avrenningsfaktor ved flom [-], og F_k er klimafaktoren [-].

I dette prosjektet dimensjoneres det for 200 års gjentaksintervall, og F_c settes derfor til 30% (Veiledning til håndbok N200). Ihht N200 er det i tillegg brukt en klimafaktor, F_k, lik 1,3 på vannmengdene. Det er her ikke lagt til noe for usikkerhet i hydrologiske beregninger, da valgt avrenningsfaktor er tenkt å inkludere denne. Resulterende avrenningsstørrelsene er sammenlignet med resultater fra NEVINA (nevina.nve.no).

Konsentrasjonstid er beregnet for naturlig felt ihht. N200:

$$t_c = 0.6LH^{-0.5} + 3000A_{se} \quad [\text{min}]$$

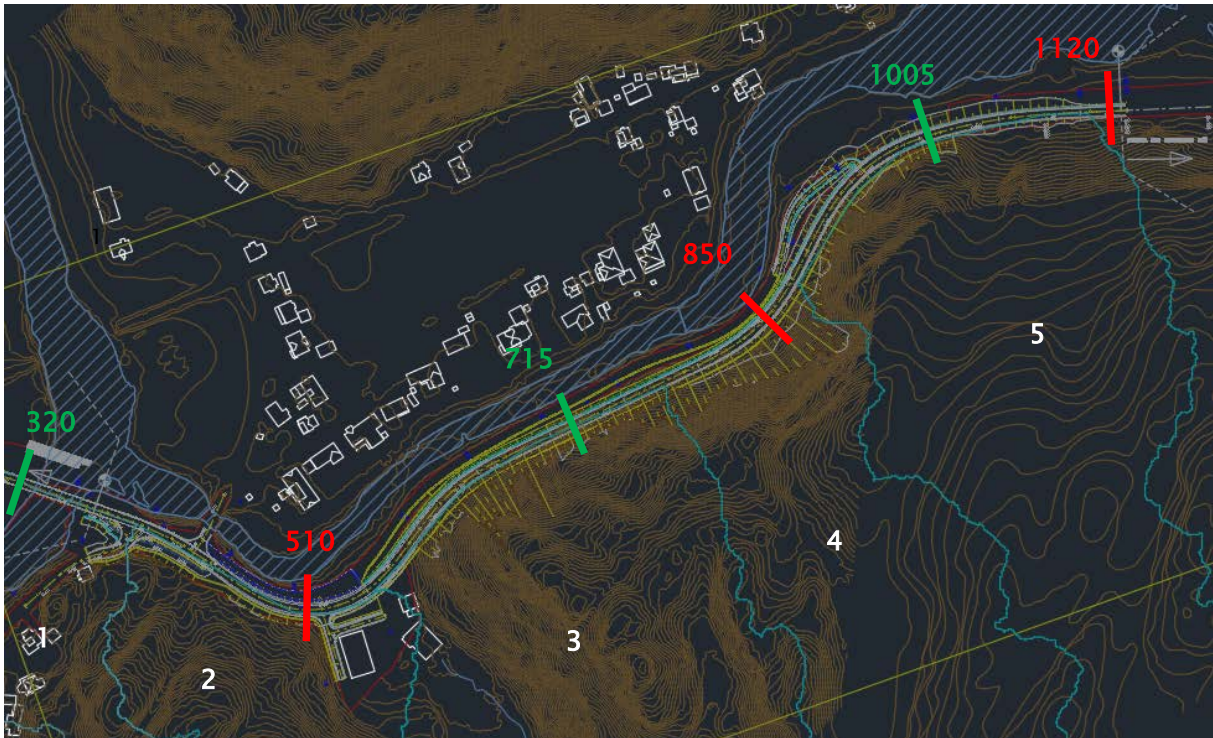
der L er feltlengde (m), H er høydeforskjell i feltet (m), og A_{se} er effektiv sjøprosent (forholdstall). For de feltene som ikke har vann, er effektiv sjøprosent satt til 0.5%, etter anbefaling fra Norem m.fl. (2018).

Prestbru

Vannmengder

Planlagt veg er skissert i figur 4, sammen med planlagte høybrekk og lavbrekk. Det vil bli grøft langs vegens sørsida på det meste av strekningen, og vannet fra sørsida skal ledes til nordsida og mot elva. I området mellom profil 590 og profil 1000 vil det bli en stor skjæring på sørsida av vegen, og det vil bli bygget en relativt høy mur på nordsida av vegen, mellom profil 550 og 880. Denne muren vil bli opp til 6 meter høy, men er ikke stort mer enn 1 meter høy i lavbrekket ved profil 850.

Tabell 3 viser nøkkeltallene for nedbørfeltene for Prestbru. Basert på arealtypene (mye snaufjell, men også skog/vann), er avrenningsfaktoren satt til 0,6 i vest og 0,65 i øst. Det er antatt at transporttiden i grøfta er liten, og det er brukt en konsentrasjonstid på 40 minutt for hele området., og resulterende Q₂₀₀ for lavbrekkene langs vegen finnes i Tabell 4. Framtidig fjellskjæring og fjerning av løsmasser gjør det vanskelig å si nøyaktig hvor vannet vil strømme etter utbygging. Nedbørfelt 3 er antatt å bidra med omtrent lik andel vann øst og vest for høybrekket.



Figur 4: Høybrekk (grønne streker) og lavbrekk (røde streker), Prestbru. Tallet ved høybrekk og lavbrekk er profilnummer, og refererer til vegmodellen.

Tabell 3: Nøkkeltall, nedbørfelt, Prestbru. Nedbørfeltnumrene refererer til tallene i figur 2. Det er ingen vann i området, men effektiv sjøprosent er likevel satt til 0,5%, etter anbefaling fra Norem m.fl. (2018). Grøftelengde og transporttid i grøft er ikke medregnet.

Nedbørfelt	Areal A (ha)	Feltlengde L (m)	Høydeforskjell H (m)	Effektiv sjøprosent A_{se} (-)	Konsentrasjonstid t_c (min)
1	3,8	180	20	0,005	39
2	2,4	175	50	0,005	30
3	13,3	550	110	0,005	46
4	6,2	480	130	0,005	40
5	9,0	560	145	0,005	43

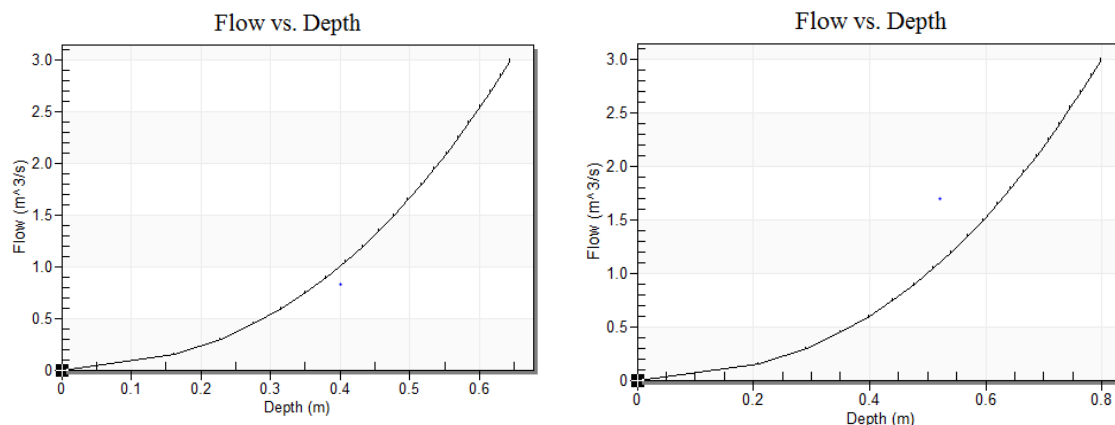
Tabell 4: Nøkkeltall, Prestbru. Profilnummer for lavbrekk, areal som drenerer til lavbrekket, og total vannmengde som må håndteres. Profilnumrene refererer til vegmodellen.

Profilnr for lavbrekk (ca.)	Areal A (ha)	Konsentrasjonstid t_c (min)	Nedbør- intensitet i (l/sha)	Avrennings- faktor C (-)	Vannføring inkl. klima- og sikkerhetsfaktorer. Rasjonell formel. Q_{200} (l/s)
510 (320 til 715)	16	40	164	0,6	2656
850 (715 til 1005)	10	40	164	0,6	1660
1120 (fra 1005)	8	40	164	0,65	1439

Grøftekapasitet

Der det skal bygges en høy mur på nordsida av vegen, er det ikke hensiktsmessig med mange stikkrenner på tvers. Grøftetverrsnittet mellom profil 600 og 1000 er trapesformet med helning 1:5 og 1:10. Bredden i bunn av grøfta er 0,5 meter, mens bredden av skråningen mot vegbanen er 3,5 m. Grøfta er altså her 70 cm dyp. Vest for lavbrekket ved profil 850 er langsgående helning på grøfta 4 prosent, mens den er 2 prosent øst for dette lavbrekket. Fra høybrekket ved profil 715 og vestover mot profil 600 er langsgående helning 5 prosent.

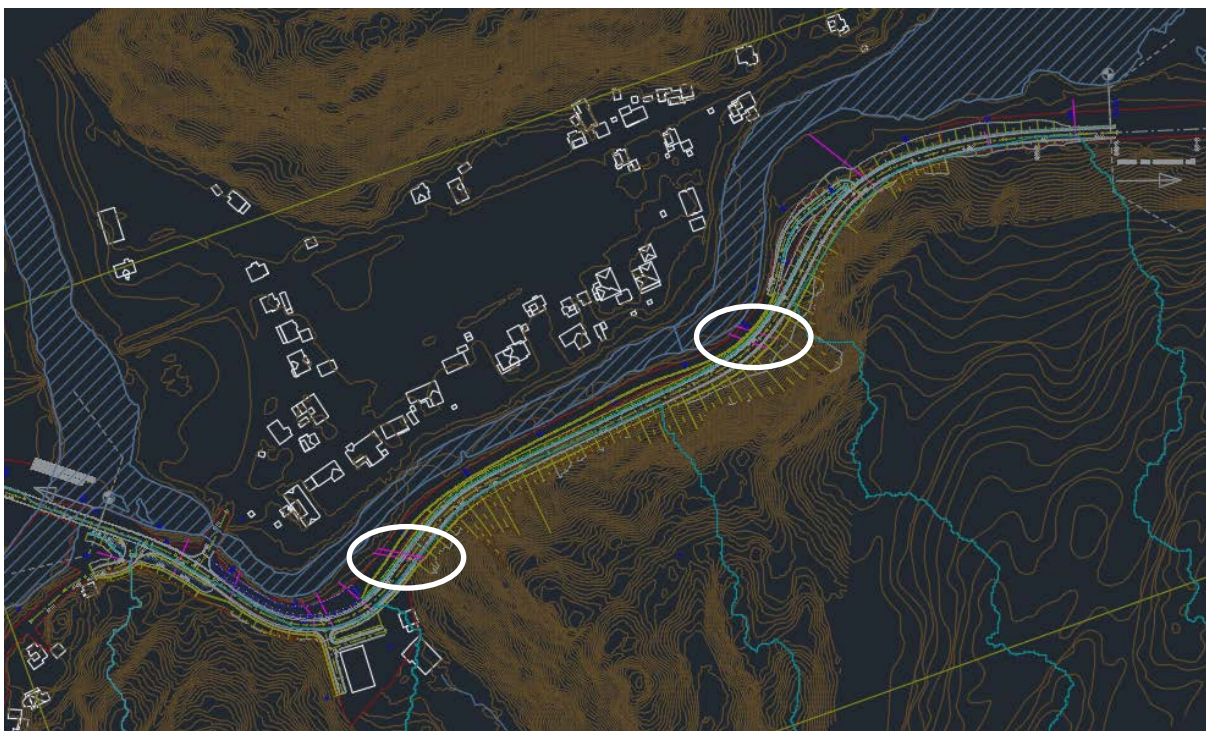
En analyse utført ved hjelp av Hydraulic Toolbox (Federal Highway Administration; FHWA, 2014) gir kapasitet i grøft med 2 prosent som vist i figur 5. Grøftekapasiteten der helningen er 4 prosent vil være større. Grøfta har altså kapasitet til å ta unna de beregnede vannmengder, gitt at vannet ledes effektivt vekk fra grøfta (under vegen) i lavbrekket (ved profil 850) og der grøfta smalner inn i vest (profil 600). Det er her antatt at grøfta kles med gress.



Figur 5: Vannstand og vannføring i grøft med helning 2 prosent, forutsatt normalstrømning. a) Mannings $M=33$ ($n=0.03$), og b) $M=20$ ($n=0.05$).

Stikkrenner og bekkeinntak

Med plassering av stikkrenner omtrent som i figuren under, skal dette dekke behovet for området. Her må det i prosjekterings- og byggefasen påses at stikkrennene blir plassert hensiktsmessig med tanke på lavpunkter.



Figur 6: Anbefalt omtrentlig plassering av stikkrenner angitt med rosa linjer, Prestbru. Hvite markeringer: Her bør stikkrennene legges med bekkeinntak, da det er snakk om relativt store vannmengder. Ved å legge stikkrenner med bekkeinntak her, kan man unngå stikkrenner der muren er høy.

Til stikkrennene anbefales det de fleste steder å bruke 600 mm betongrør. Dette er tilsvarende som i 2015 ble lagt mellom de to strekningene som planlegges nå. Dersom fallet på rørene er 1,5 prosent, har disse en kapasitet på omtrent 700 l/s når de er fri for løsmasser. Ved gjentetting på 1/3 av høyden, blir kapasiteten omtrent 500 l/s (hy-8). På de mest utsatte steder må stikkrennene bygges med bekkeinntak (se neste avsnitt); ellers med sandfang. Der eksisterende veg skal benyttes som gang- og sykkelveg, må de nye stikkrennene føres under eksisterende veg.

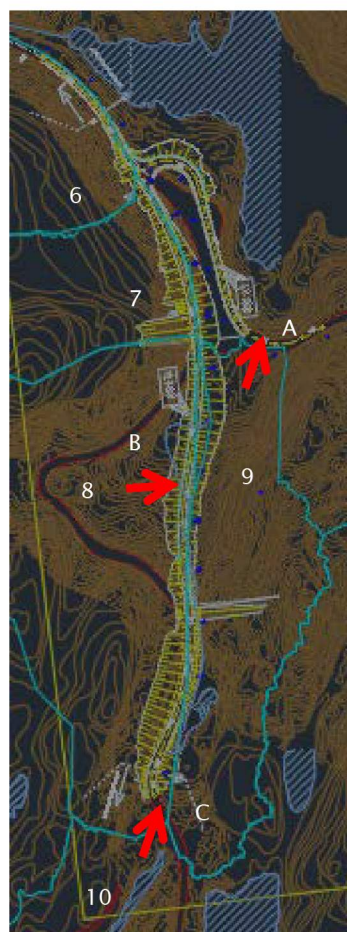
Muren som skal bygges, blir opptil 6 m høy. Det er langt mellom hensiktsmessige plasseringer av stikkrenner der muren bygges. I lavbrekket omtrent ved profil 850 anbefales derfor to stikkrenner á 1000 mm, med bekkeinntak. Like før der grøfta smalner inn mot vest (omtrent ved profil 590), anbefales to stikkrenner (minst 800 mm) relativt tett; også disse bør bygges med bekkeinntak. Disse fire rørene må føres ned mot Litlå.

Bjånes

Vannmengder

Planlagt veg er skissert i figur 7. Fv. 44 stiger i hele det sørøstre planområdet. De største lavbrekkene i terrenget rundt vegen er i figur 7 markert med rød pil, som indikerer vannets strømningsretning. Det sørligste nedbørfeltet (10) drenerer til eksisterende stikkrenne som er lagt under fv. 44 like sør for planlagt ny veg. De to nordligste nedbørfeltene (6 og 7) drenerer til grøft, der det skal legges stikkrenner under vegen. Felt 9 vil få utløp i eksisterende stikkrenner under vegen mot Titania ved A. Det meste av avrenningen fra felt 8 samles i bekk, som går under eksisterende fv. 44 og må ledes videre under ny fv. 44 til eksisterende stikkrenner ved punkt A.

Basert på arealtypene i området, er avrenningsfaktoren i dette området satt til 0,65, bortsett fra felt 8 og 10 der det er flere vann og avrenningsfaktoren derfor er satt til hhv 0,5 og 0,3. For 200 års gjentakintervall legges det til 30% på avrenningsfaktoren (Veiledning til håndbok N200). Ihht N200 er det i tillegg lagt på en klimafaktor 1,3 på vannmengdene. Resulterende Q_{200} for lavbrekkene langs vegen finnes i Tabell 4.



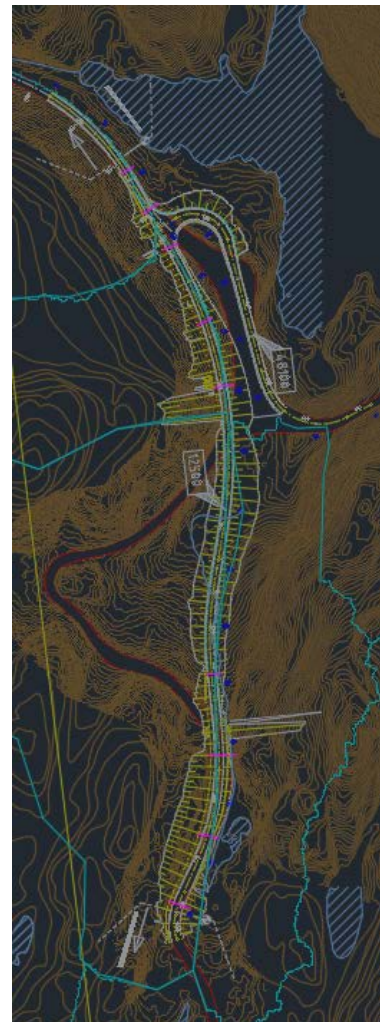
Figur 7: Kart med nedbørfelt som drenerer til planlagt veg, Bjånes. De største lavbrekkene i omkringliggende terreng er markert med rød pil, som indikerer vannets strømningsretning. Det sørligste nedbørfeltet (10) drenerer til eksisterende stikkrenne som er lagt under fv. 44 like sør for planlagt ny veg. De to nordligste nedbørfeltene (6 og 7) drenerer til grøft, der det skal legges stikkrenner. Felt 9 vil få utløp i eksisterende stikkrenner under vegen mot Titania ved A. Det meste av avrenningen fra felt 8 samles i bekk som går under eksisterende fv. 44 og må ledes videre under ny fv. 44 til eksisterende stikkrenner ved punkt A.

Tabell 4: Nøkkeltall, Bjånes.

Nedbørfelt	Areal	Konsentra- sjonstid	Nedbør- intensitet	Avrennings- faktor	Vannføring inkl. sikkerhets- og klimafaktorer. Rasjonell formel. Q ₂₀₀ (l/s)	Vannføring inkl. klimafaktor. NEVINA Q ₂₀₀ (l/s)
	A (ha)	t _c (min)	i (l/sha)	c (-)		
6	6,4	30	200	0,65	1406	
7	3,7	30	200	0,65	813	
8 (pil B)	17	110	100	0,5	1437	200-400-700
9	4,4	30	200	0,65	967	
10 (pil C)	26,4	130	100	0,3	1339	400-800-1700
8+9+10 (pil A)						800-1500-3100

Stikkrenner og bekkeinntak

Til stikkrennene anbefales det de fleste steder å bruke 600 mm betongrør. Dette er tilsvarende som i 2015 ble lagt mellom de to strekningene som planlegges nå. Dersom fallet på rørene er 1,5 prosent, har disse en kapasitet på omtrent 700 l/s når de er fri for løsmasser. Ved gjentetting på 1/3 av høyden, blir kapasiteten omtrent 500 l/s. Disse beregningene er utført ved hjelp av HY-8 (FHWA, 2016). I øvre del (sør) vil vegen bli lagt i dalbunnen, der det i dag er lagt ut masser av stein som delvis skjuler en bekk. Det anbefales at det tilrettelegges for at denne bekken renner i fyllingsfoten på østre side nedover dalen. Det kommer også en bekk fra Tverrdalen. Denne bekken renner i dag mellom steinblokkene som er lagt ut i dalen, og videre under vegen mot Titania. Dersom det gjøres endringer her i forhold til dagens situasjon, må bekken legges med bekkeinntak under vegen på naturlig sted slik at den ledes til østsiden og videre under vegen mot Titania.



Figur 8: Bjånes. Anbefalt omtrentlig plassering av stikkrenner.

4. Annet

Kartlegging av bekker, sig og mindre vannføring må utføres underveis ved uttak av skjæringer for å kunne vurdere behovet for sikring mot vann og is.

Utløpet av stikkrennene må erosjonssikres. Størrelse og utforming av skjæringer var ikke klar da denne rapporten ble ferdigstilt, og det må i neste fase vurderes om det er behov for nedføringsrenner og/eller tverrenner.

Referanser

- FHWA, 2014, Hydraulic Toolbox, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, (<https://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/software.cfm>).
- FHWA, 2016, HY-8 Culvert Hydraulic Analysis Program, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, (<https://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/software/hy8/>).
- Statens vegvesen, 2018, *Håndbok N200 Vegbygging*, Statens vegvesens håndbokserie (307 s).
- Sweco, 2018: *Fv. 44 Sokndal Hydraulisk modell med oppdatert 200-årsflom*, Red: Foerst, Markus, Prosjektnummer 21993001, Trondheim, Norge (5 s).
- Sweco, 2016: *Fv44 Sokndal Hydraulikk Modell. Beregning av vannstand langs Litlå med ny foreslått veigeometri*.
- Norem, H., K. Flesjø, J. Sellevold, M.R. Lund og P.L.E. Viréhn, 2018, *Lærebok. Drenering og håndtering av overvann*. Statens vegvesens rapporter Nr. 681 (176 s).



Statens vegvesen
Region vest
Ressursavdelinga
Postboks 43 6861 LEIKANGER
Tlf: (+47) 22073000
firmapost-vest@vegvesen.no

vegvesen.no

Trygt fram sammen