

Jernbaneteknikk

Kapasitetsberegning og tiltaksvurdering av stikkrenner på strekningen Flisa - Braskereidfoss RB150,882-169,299

Rapport

Rørosbanen

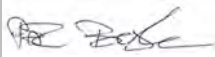
Saksref: 201208581



Sidemannskontroll

Sidemannskontroll av:

Kapasitetsberegning og tiltaksvurdering av stikkrenner på RB150,882-169,299

	Enhet	Navn	Sign.	Dato
Saksbehandler	Banedivisjon Nord Røros- og Solørbanen	Anders Brandser Ressheim		12.3.2015
Gjennomlesning/ helhetsvurdering	Banedivisjon Nord Røros- og Solørbanen	Tone Vanvikmyr		12.3.2015
Kontroll av faglige løsninger	Bane teknikk underbygning / Bru	Pål Buskum		1.9.2014



Jernbaneverket

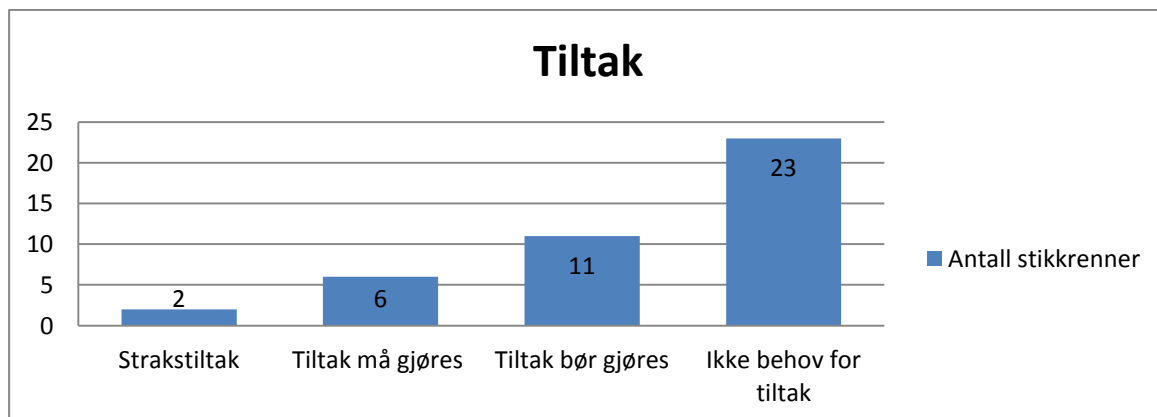
Notat

Til:	Tor Rørosgård	Saksbehandler/innvalgsnr:	
Fra:	Anders Brandser Ressheim	Anders Brandser Ressheim [+47 414 21 459]	
Kopi:	Tone Vanvikmyr, Magnus Dahl	Vår dato:	08.02.2015
		Vår referanse:	201208581

Kapasitetsberegning og tiltaksvurdering av stikkrenner på Flisa - Braskereidfoss RB150,882 - 169,299

Rapporten inneholder flom- og kapasitetsberegninger for strekningen Flisa - Braskereidfoss RB150,882-169,299. Der kapasiteten av stikkrennene ikke følger kravene er det anbefalt å skifte stikkrenne. Det er ikke utført befaring på strekningen og følgelig inneholder rapporten ikke tilstandsvurdering av hver enkelt stikkrenne. Vurderingen av prioritet og hvilke stikkrenner som bør byttes ut er derfor kun basert på beregninger. Tabell 1 gir en oversikt over hvor mange stikkrenner på hele strekningen som bør byttes ut.

Tabell 1: Anbefalte tiltak



Innhold

1. Innledning.....	5
2. Områdebeskrivelse.....	6
3. Metode	10
3.1 Stikkrenner.....	10
3.2 Flomberegning	18
3.3 Kapasitetsberegning og kulvertdimensjonering	22
3.4 Befaring	26
4. Resultater.....	26
4.1 Tilstand	26
4.2 Kapasitetsberegninger	26
4.3 Tiltak.....	28
4.4 Forslag til Tiltak	28
5. Løsningsforslag nye stikkrenner	29
5.1 Innløp	29
5.2 Utløp.....	31
5.3 Fundamentering	32
5.4 Frostsikring	33
5.5 Kvistdammer	34
5.6 “Inlining” med glassfiberstrømpe	35
Referanser	38
6. Vedlegg.....	39
Vedlegg 1 – Flom- og kapasitetsberegninger	39
Vedlegg 2 - Tilstands og kapasitetsvurdering	43
Vedlegg 3 – Prosentvis manglende kapasitet	44
Vedlegg 4 – Eksisterende kapasitet og nødvendig kapasitet	45
Vedlegg 5 – IVF-kurver for brukte nedbørstasjoner	46

1. Innledning

Flere hendelser med ras, utglidninger og skader på jernbanesporet har skjedd som følger av store nedbørsmengder de siste årene. Dette har satt mer fokus på forbedring av dreneringssystemene i jernbanesammenheng. Stikkrenner er en viktig del av dreneringssystemet da disse skal lede det meste av avrenningen fra et område gjennom fyllingen. For å finne riktige dimensjoner av stikkrennene må en gjøre en avrenningsanalyse av nedbørsfeltet som tilhører dreneringssystemet. En feil i dimensjoner eller tetning av rennene kan få store følger for jernbanen.

Mange av disse er tørrmurte stikkrenner, bygget samtidig med banen og har for liten kapasitet til å takle dagens og fremtidens nedbørsmengder. Flere stikkrenner er også utsatt for kapasitetsreduserende slitasje. Målet med denne rapporten er å kartlegge hvilke stikkrenner som har for dårlig kapasitet i forhold til dagens og fremtidens krav og plassere disse i en prioriteringsklasse.

Det er gjort en befaring i dette området, som har gitt et inntrykk av at generelt sett er stikkrennene på strekningen underdimensjonert og i dårlig stand. På grunnlag av fremtidens klimautsikter og økende hyppighet av ekstremvær bør det vurderes store oppgraderinger av dagens dreneringssystem.

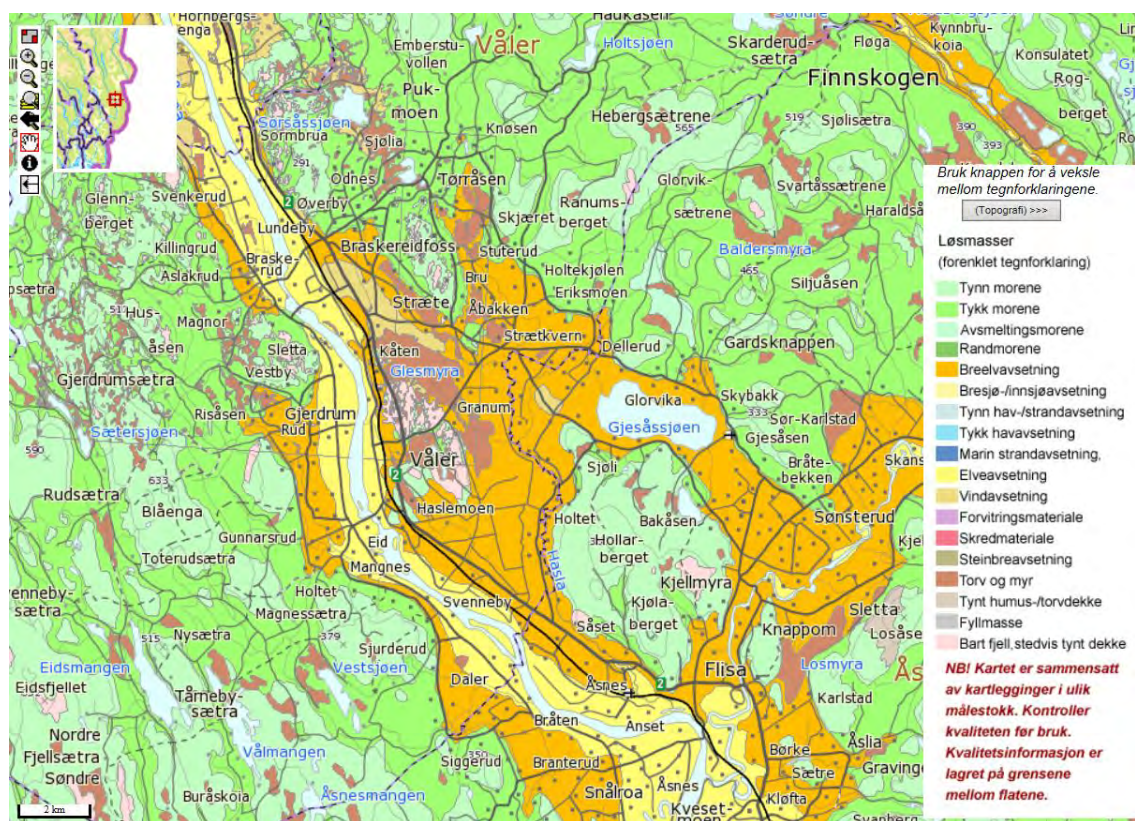
2. Områdebeskrivelse

Landskapet mellom Flisa og Braskereidfoss preges av følgende løsmasser:

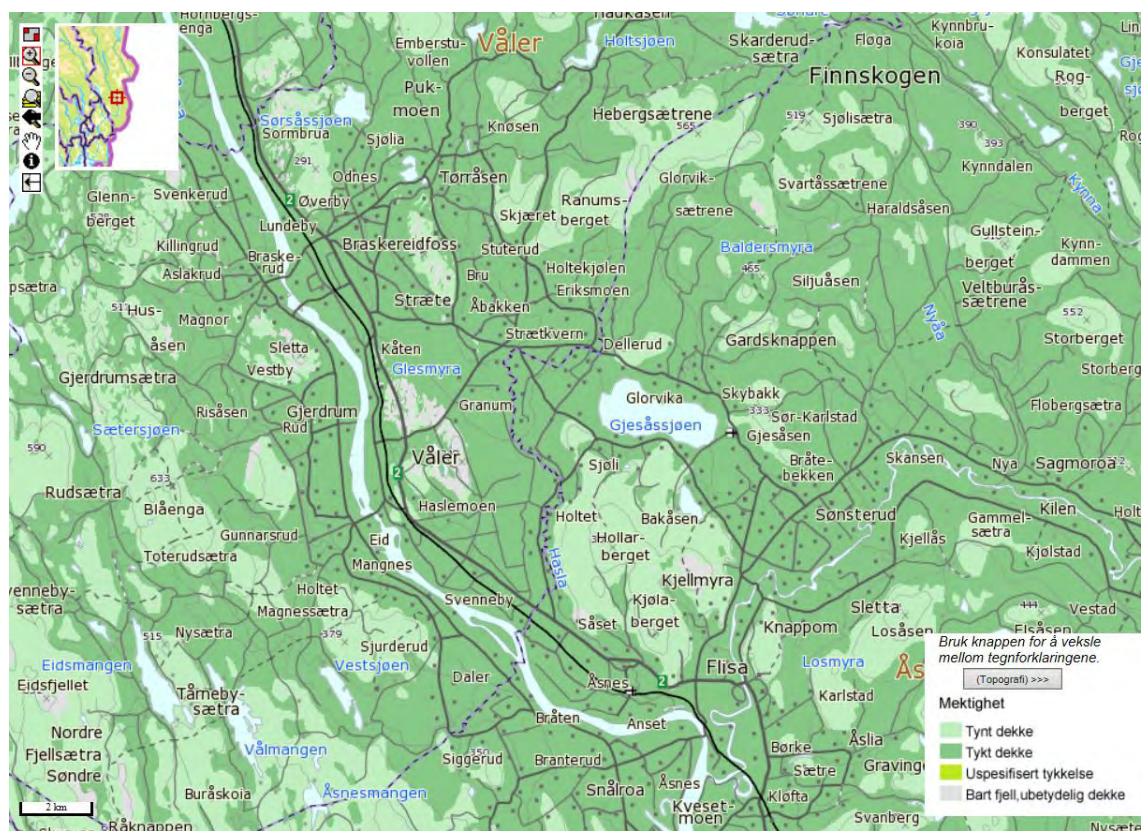
- Breelvavsetninger som er markert med oransje i Figur 1 er materiale transportert og avsatt av breelver. Sedimentet består av sorterte, ofte skråstilte lag av forskjellig kornstørrelse fra fin sand til stein og blokk. Breelvavsetninger har ofte klare overflateformer som terrasser, rygger og vifter. Mektigheten er ofte flere ti-talls meter.
- Usammenhengende tynt morenemateriale, markert med lys grønn i Figur 1 er materiale plukket opp, transportert og avsatt av isbreer. Det er vanligvis hardt sammenpakket, dårlig sortert og kan inneholde alt fra leir til stein og blokk. Områder med grunnlendte moreneavsetninger/hyppige fjellblotninger. Tykkelsen på avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men den kan helt lokalt være noe mer.
- Torv og myr, markert med rødlig farge i Figur 1. er organisk jord dannet av døde planterester, med mektigheter større enn 0,5 m. Det skilles ikke mellom ulike torvtyper.

Figur 2 viser at løsmassetykkelsen varierer langs strekningen. Der den er tykk kan vannføringen kan gå dypt i grunnen i stedet for i overflaten. Noe som kan føre til konservative beregninger i denne rapporten. Infiltrasjonsevnen i de ulike løsmassene vises i Figur 3.

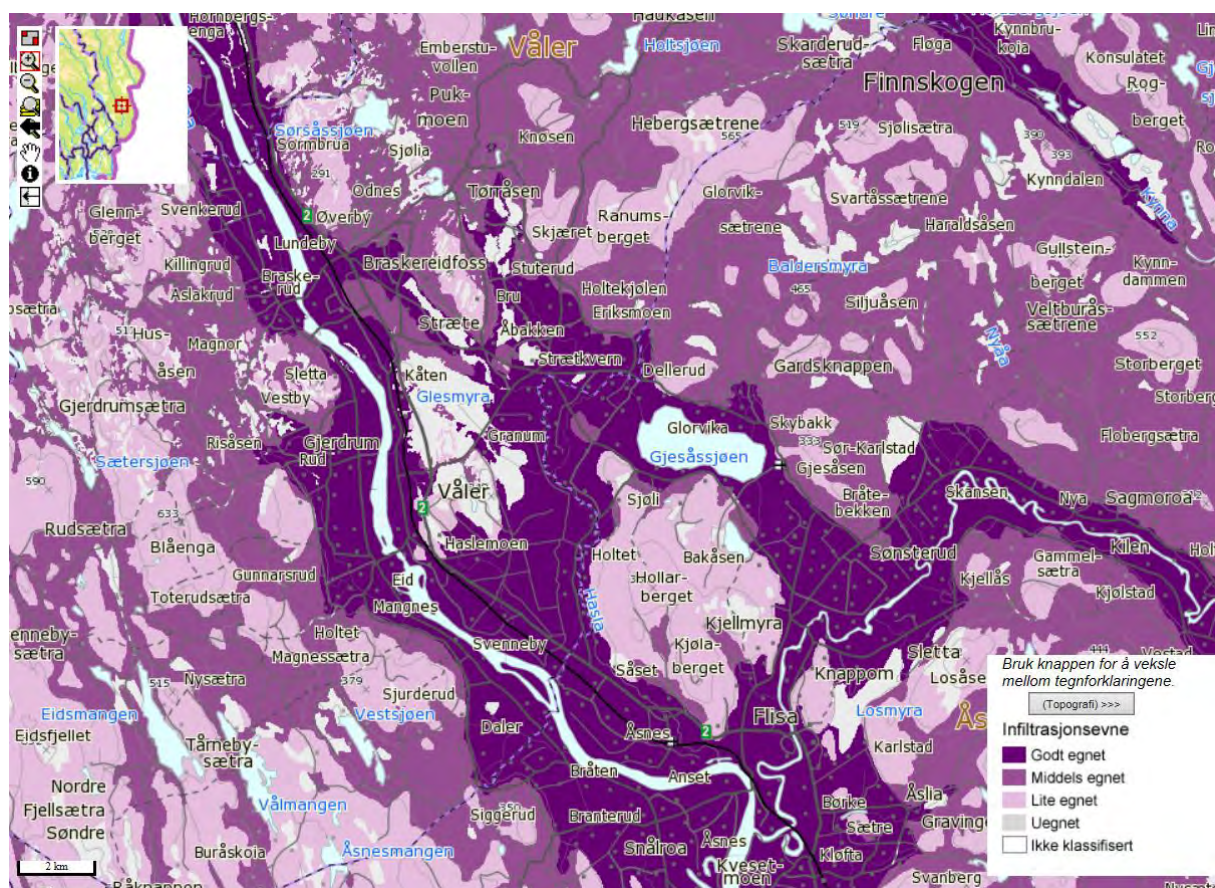
Innlandsklimaet i Østerdalen fører til at nedbøren som regel kommer som kraftige, men korte regnskyll. Området preges av varme somre, og dette er også den tiden på året med størst nedbørintensitet. Avrenningen vil likevel være størst om våren med tanke på snøsmelting og tele i bakken. Kritiske perioder vil være stor snøsmelting kombinert med høy nedbørsintensitet og frosset underlag.



Figur 1: Løsmassekart (NGU, 2015)

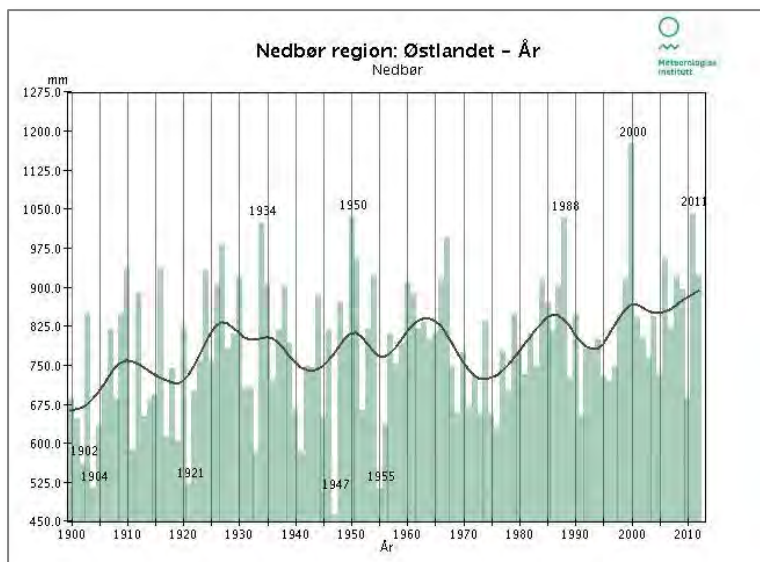


Figur 2: Løsmassetykkelse (NGU 2015)

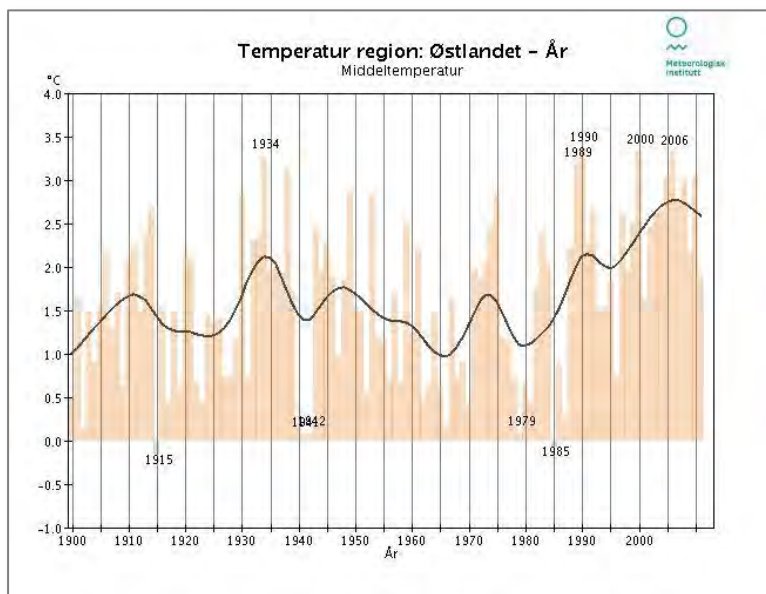


Figur 3: Infiltrasjonsskart (NGU, 2015)

Dagens klimaforskning bekrefter antagelser om global økning i nedbør og temperatur. Data fra eKlima viser en trend hvor gjennomsnittlig årsnedbør og middeltemperatur øker for Østlandet. Dette illustreres i Figur 4 og Figur 5. Temperaturøkningen vil påvirke vårflommer ettersom man vil få tidligere og raskere smelting av snø.



Figur 4: Årsnedbør for region Østlandet. (Meterologisk institutt vær- og klimadata)



Figur 5: Middeltemperatur for region Østlandet. (Meterologisk institutt vær- og klimadata)

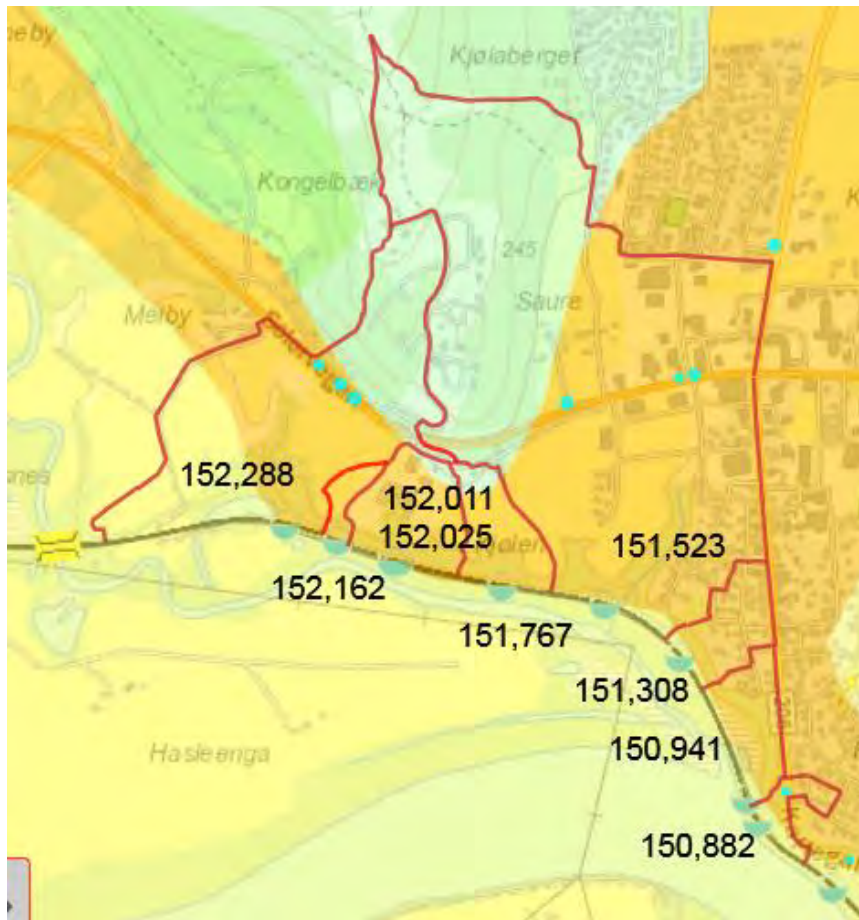
3. Metode

3.1 Stikkrenner

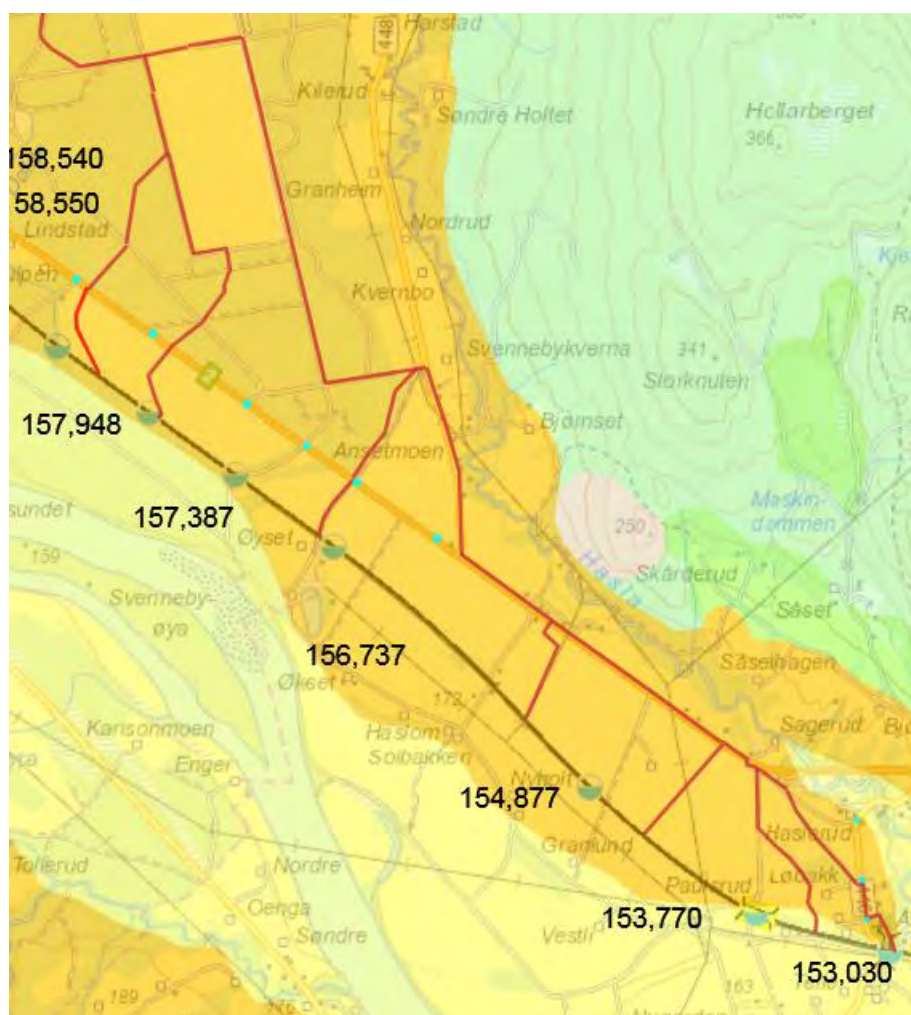
Stikkrenneoversikt er vist på kart i Figur 7 til Figur 11. Nedbørsfelt for hver stikkrenne er tegnet inn med rød strek. Flere stikkrenner kan dele det samme nedbørsfeltet og deler av nedbørsfelt kan inngå i flere nabofelt, såkalt usikre felt. Disse feltene er merket med stiplet strek. I beregningene er de usikre feltene alltid inkludert i alle nedbørsfelt felt de grenser til nedstrøms. Stikkrennene langs Solørvegen er markert med blå sirkler med rød kant. Plassering til disse stikkrennene er hentet fra Statens vegvesens vegkart. Stikkrennene under vei vil kunne påvirke størrelse og form på nedbørsfeltet når veien ligger høyere enn jernbanen. I Områder hvor det ikke er tegnet inn nedbørsfelt går vannføringen til en bekk eller ei elv som ikke krysser jernbanen via en stikkrenne. Nedbørsfeltene er markert i ulike farger avhengig av dominerende løsmasstype. En oversikt over de ulike tegnforklaringene finnes i Figur 6.



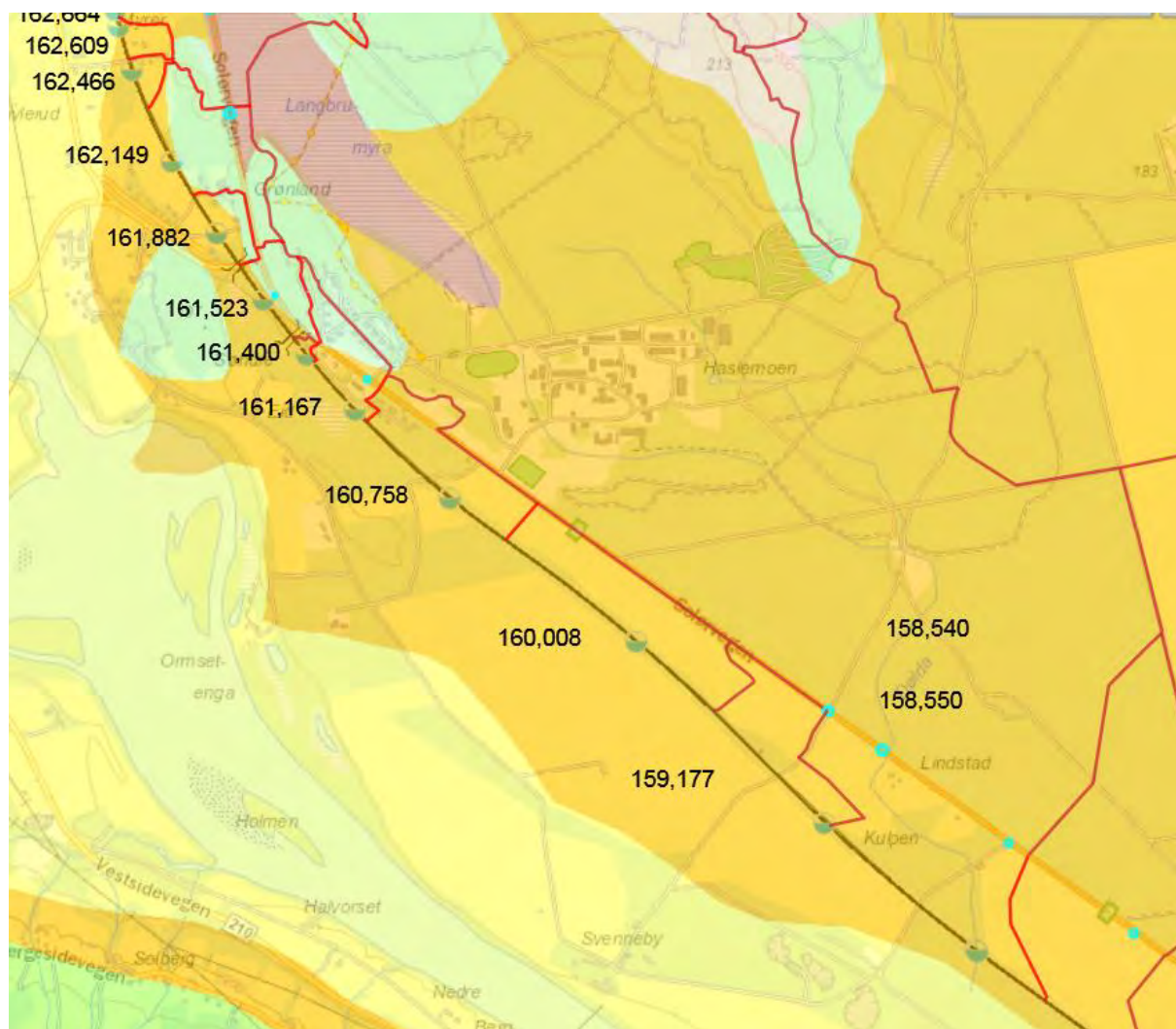
Figur 6: Tegnforklaring for løsmassekart



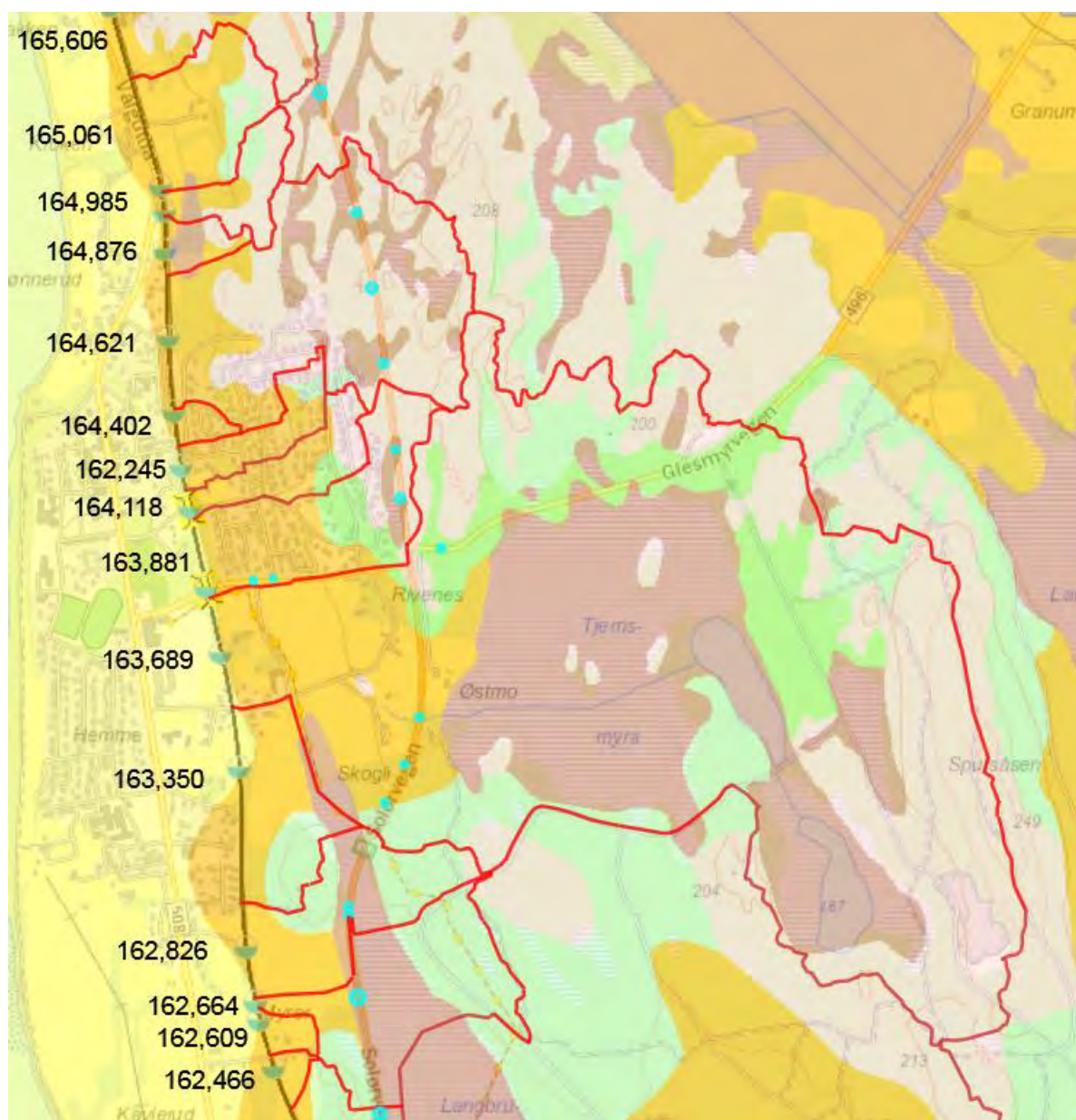
Figur 7: Oversikt over stikkrenner



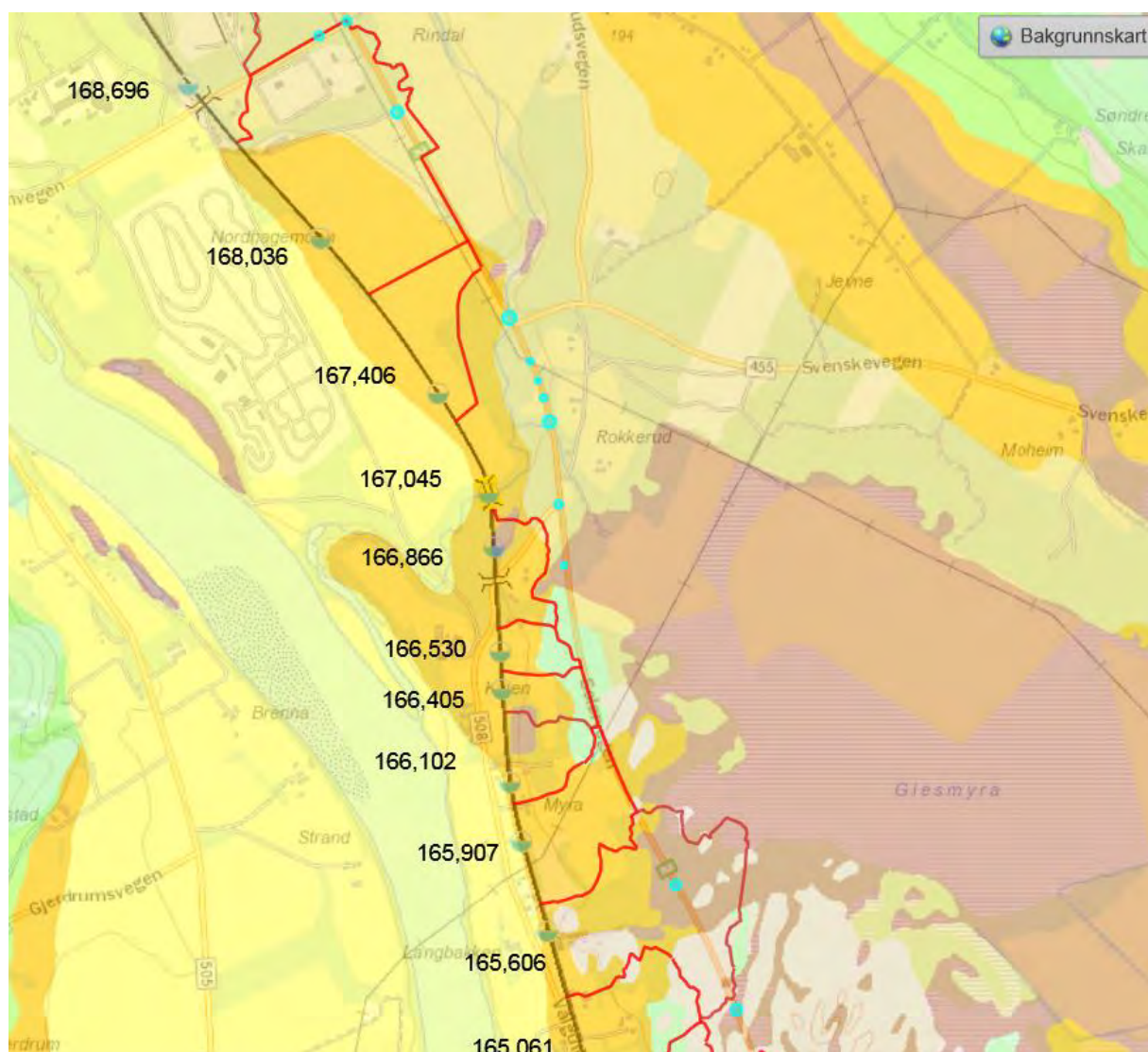
Figur 8: Oversikt over stikkrenner



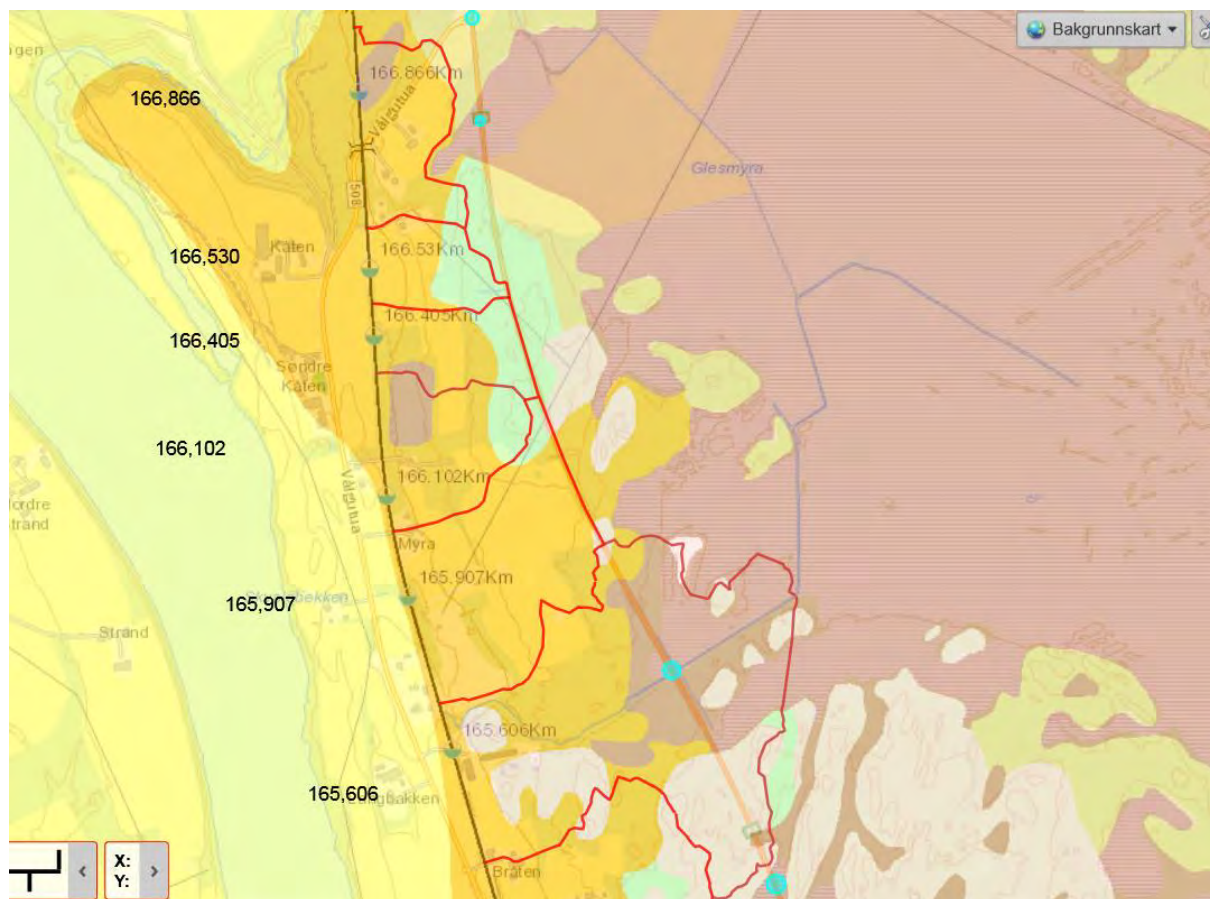
Figur 9: Oversikt over stikkrenner



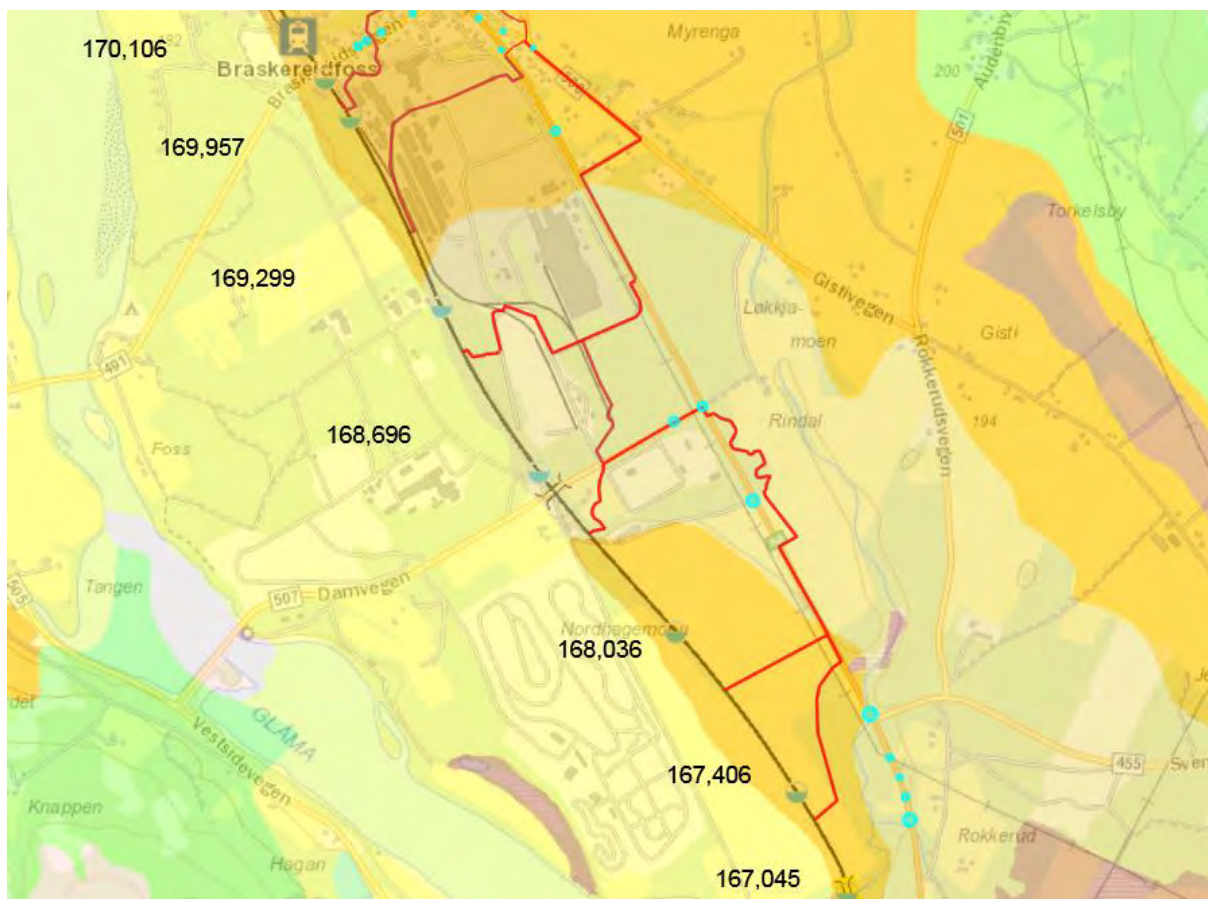
Figur 10: Oversikt over stikkrenner



Figur 11: Oversikt over stikkrenner



Figur 12: Oversikt over stikkrenner

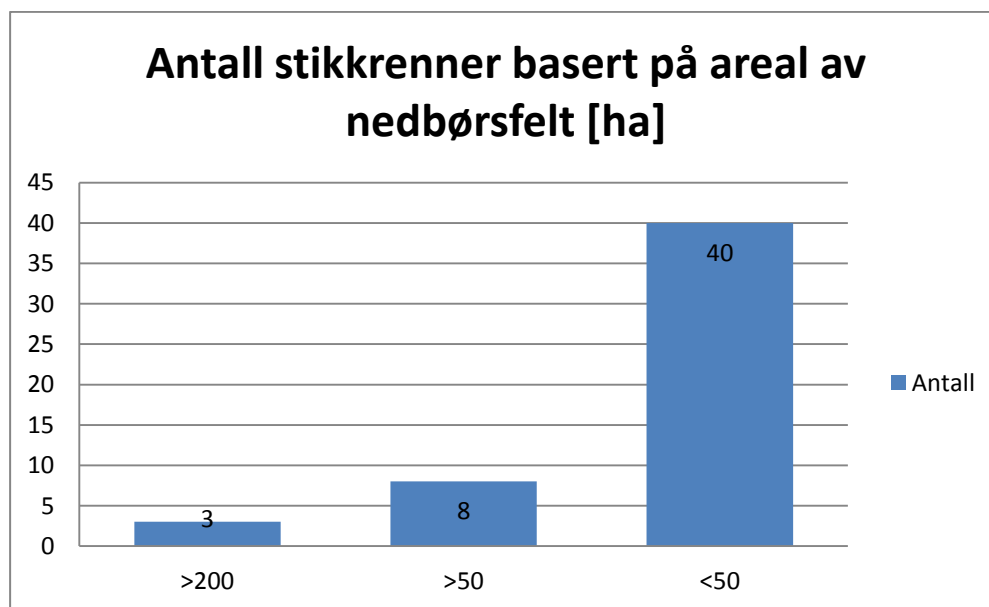


Figur 13: Oversikt over stikkrenner

3.2 Flomberegning

Det er brukt en manuell beregningsmetode for å anslå maksimal 200-års flom fra nedbørsfeltene. *Den rasjonelle formel* gir enkle overslagsberegninger av avrenningen og baseres på målt nedbør. Den brukes for små nedbørsfelt med areal under 200 ha. Det anbefales ikke større felt enn 20-50 ha, men grunnet mangel på bedre metode uten bruk av avanserte hjelpemidler, brukes denne for alle feltene. Oversikten over størrelsen på nedbørsfeltene finnes i Tabell 2.

Tabell 2: Oversikt over størrelser på nedbørsfelt



Metoden gir ofte svært høye vannføringsverdier, spesielt når regnvarigheten er mindre enn konsentrasjonstiden. Konsentrasjonstiden er tiden en vannpartikkel bruker fra ytterste punkt i nedbørsfeltet til utløpet. Også der regnvarigheten er lik konsentrasjonstiden får man for høye avrenningsverdier, opp til 30-40 %.(Norsk Vann BA, 2008).

Den rasjonelle formel:

$$Q = C * i * A * kf$$

der

- Q = Avrenning, l/s
- C = Avrenningskoeffisient, dim.løs
- i = Dimensjonerende nedbørsintensitet, l/(s*ha)
- A = Areal av nedbørsfelt, ha
- kf = Klimafaktor

Nedbørsfeltene er tegnet i jernbaneverkets kartløsning. Norgebilder.no, NVE-atlas og Google maps er brukt som hjelpemidler. Høydekoter er utgangspunkt for størrelse og form på nedbørsfelt, men bekker, veier, grøfter og myrer er vektet under tegning av nedbørsfelt.

I Statens vegvesens Håndbok 018 finner man en tabell over veiledende avrenningskoeffisienter (C), denne vises i Tabell 3. Koeffisienten varierer etter hvilke overflater som finnes i nedbørsfeltet. I skogekte områder ligger verdien mellom 0,2 og 0,5. Dette gjelder for en 10 års returperiode og må derfor skaleres for høyere tidsintervall. Det finnes ingen oversikt over skalering for 200 års returperiode, men et tillegg på 35 % er brukt etter grunnlag fra Statens Vegvesens *Håndbok 018 Vegbygging* som tekniskregelverk i Jernbaneverket refererer til samt Vegdirektoratets rapport *Kapasitetsberegninger av stikkrenner – E136 Dombås – Ålesund*.

For å få en sammensatt C-verdi for nedbørsfelt til beregning av Q-verdien benytter en gitt formel:

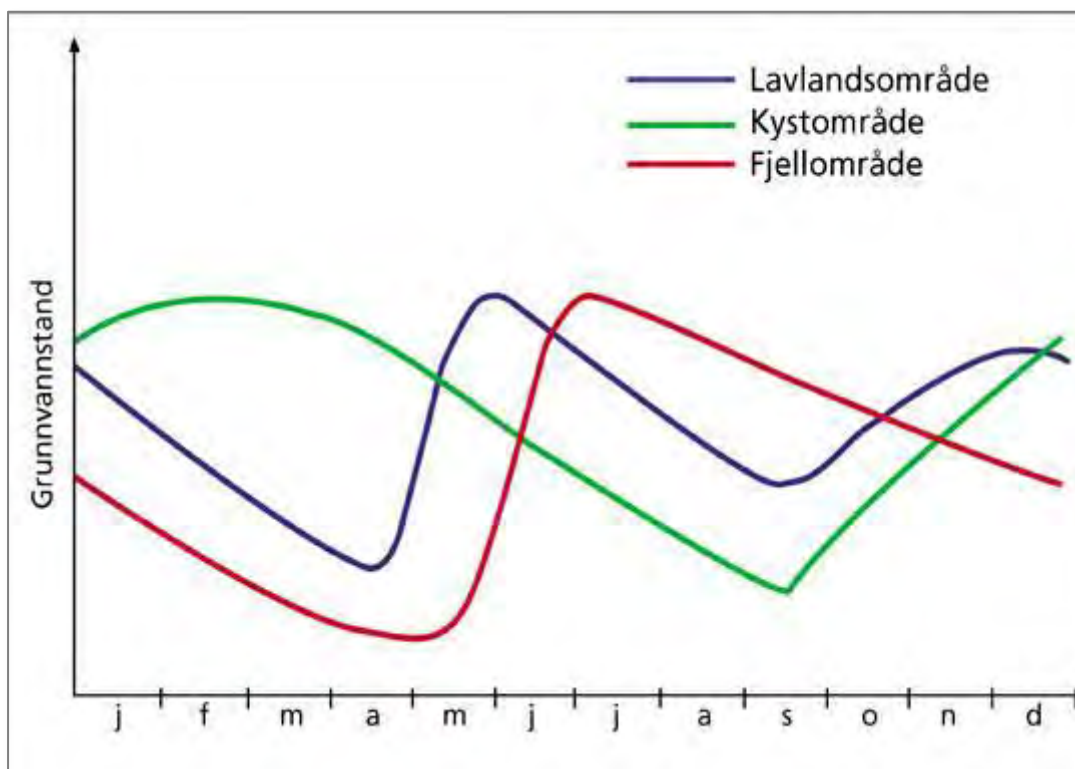
$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i * A_i}{A}$$

der C_i er avrenningskoeffisientene og A_i er arealene av ulike delfelt.

Tabell 3: Avrenningskoeffisienter brukt i rapporten

Overflate	Avrenningskoeffisient (C)
Bart fjell	0,9
Bebygde områder	0,7
Skog	0,4
Hogd skog	0,5
Dyrka mark	0,4
Myrområder	0,2

Det er flere usikkerhetsmomenter knyttet til avrenningskoeffisientene. En dobling av koeffisienten vil gi en dobling av avrenningen. Det er derfor valgt en konservativ tilnærming i denne rapporten. Usikkerheten er hovedsakelig sammenfallende med vanskeligheten av å kjenne overflatetypene til et nedslagsfelt, men også knyttet til årlige variasjoner i overflatens infiltrasjonsevne.



Figur 14: Årlig variasjon i grunnvannstand (Grunnvann.no)

Det kan forventes en høyere infiltrasjonsevne når grunnvannstanden er lav, se Figur 14. Kritiske perioder for høy avrenning vil være mellom starten av mai til slutten av juni for lavlandsområder. Dersom det er telen i bakken og nedbør kommer som regn istedenfor snø har grunnvannstanden ingen påvirkning ettersom telen virker som et impermeabelt lokk og man får tilnærmet ingen infiltrasjonsevne.

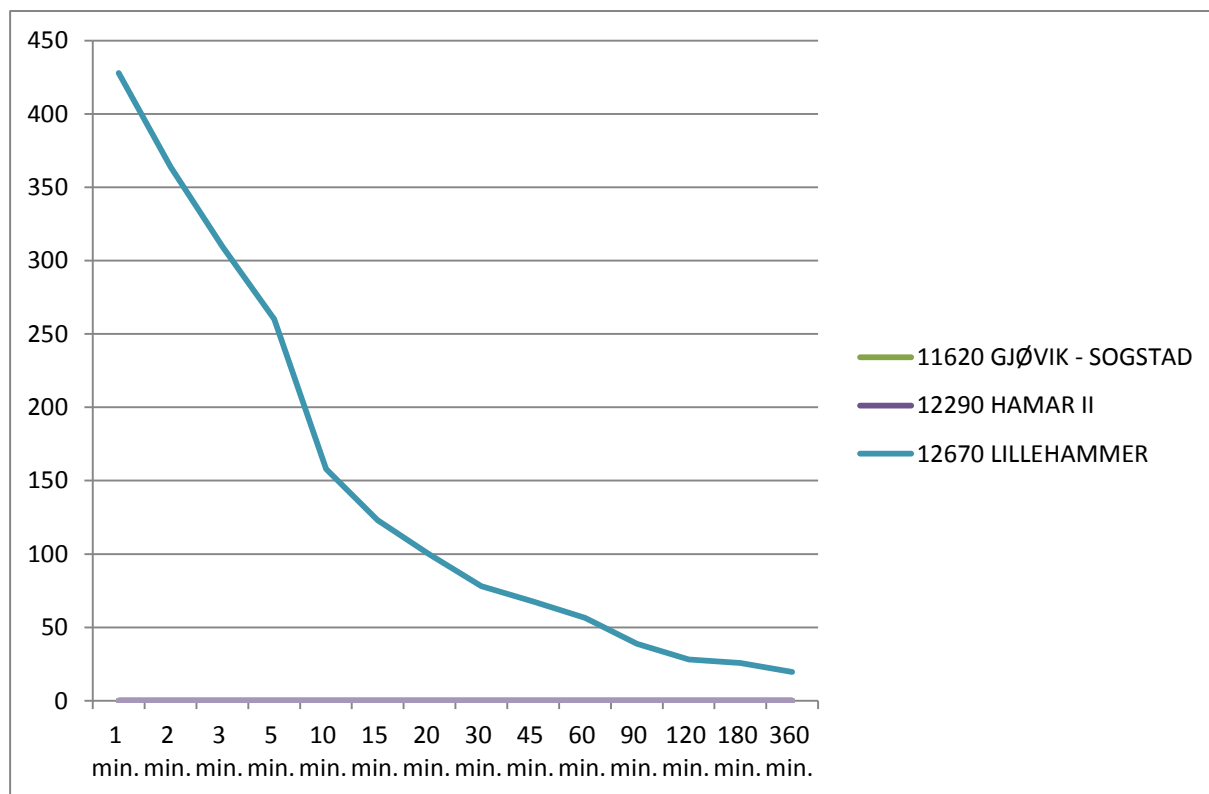
Dimensjonerende nedbørintensitet (i) hentes fra *eKlima* som er kvalitetsgodkjente data fra *Metrologisk Institutt*. Nedbørstasjonene GJØVIK-SOGSTAD, HAMAR II og LILLEHAMMER er valgt for dette området, se Tabell 4. Stasjonene har henholdsvis 40, 23 og 16 sesonger med registrerte data. Beregninger i rapporten er gjort for 200 års returperiode og ettersom stasjonenes driftstid er mye kortere vil det være stor usikkerhet i nedbørintensitetene (i). Nedbørintensitetene velges ut fra feltets konsentrasjonstid (t_c). For verdiene som ligger mellom tabellverdiene er det brukt lineær interpolasjon. En returperiode på 200 år er krav fra Jernbaneverkets *Teknisk Regelverk* ved prosjektering av nye stikkrenner.

Figur 15 viser nedbørintensitet for varighet for 200 års returperiode for de tre overnevnte nedbørstasjonene. Av figuren vises det at HAMAR II er dimensjonerende for gjentakintervaller opp

til 20 minutter, etter dette er GJØVIK-SOGSTAD dimensjonerende. Selv om LILLEHAMMER ikke er dimensjonerende er det valgt å vise disse verdiene sammen med de andre.

Tabell 4: Høyeste nedbørsintensitet (l/(s*ha)) fra GJØVIK-SOGSTAD, HAMAR II og LILLEHAMMER for 200 års returperiode.

Gjentaks- intervall	1 min	2 min	3 min	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	180 min	360 min
200 år	579	515	444	359	257	205	168	122	96	85,5	60	48	35	23



Figur 15: Graf som viser nedbørintensitet (l/(s*ha)) for varighet (min.) for 200 års returperiode. (Met.institutt vær- og klimadata)

Konsentrasjonstiden (t_c) regnes ut fra formel for naturlige felt (Statens vegvesen, 2011). Verdier måles på kart.

$$t_c = 0,6 * L * \Delta H^{-0,5} + 3000 * A_{se}$$

der

t_c = Konsentrasjonstiden, min

L = Lengde av felt, m

ΔH = Høydeforskjellen i feltet, m

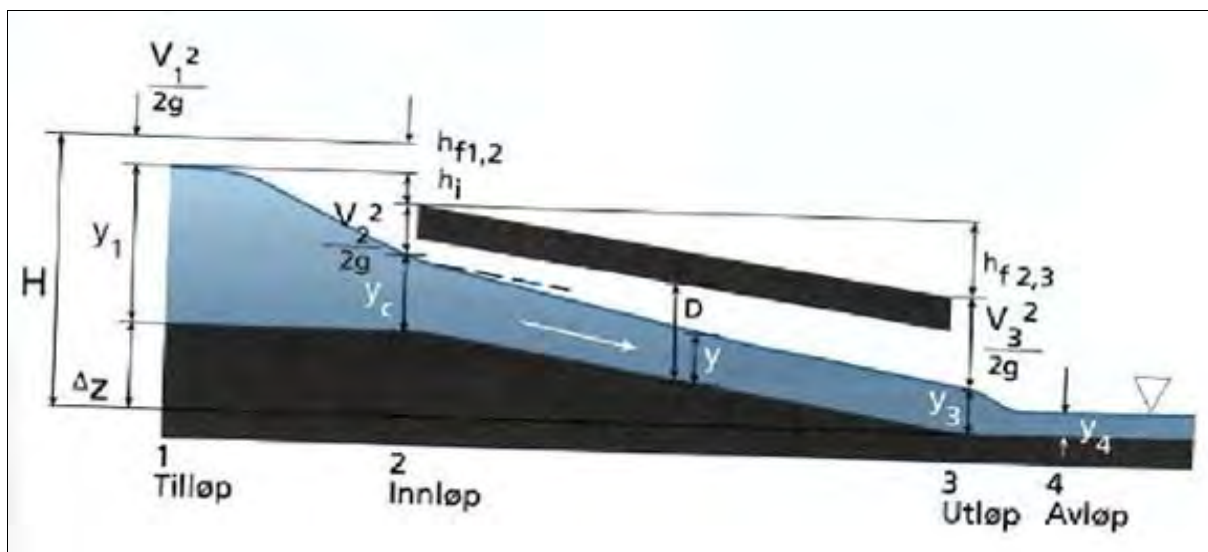
A_{se} = Andel innsjø i feltet, forholdstall

Klimafaktoren benyttes for å ta høyde for at både intensiteten og frekvensen av intense nedbørsperioder økes i årene fremover på grunn av klimaendringer. I denne rapporten er den satt til 20 %, en verdi som også brukes av Statens vegvesen (Håndbok 018) og NVE.

Det ligger en del usikkerheter bak flomberegningen som øker med økende feltstørrelse. Usikkerhetene kommer fra bestemmelse av nedbørsfelt, fastsettelse av avrenningskoeffisient og konsentrasjonstid og usikkerhet i data fra *eKlima*. Snøsmelting er ikke tatt med i beregning av avrenning. Dette er fordi formelen for avrenning fra *Teknisk Regelverk* bare tar hensyn til nedbør i form av regn. Det fører til en viss usikkerhet da avrenningen kan øke betraktelig i perioder med mye snøsmelting.

3.3 Kapasitetsberegning og kulvertdimensjonering

For å finne kapasiteten for stikkrennene er det brukt hydraulisk beregning. Antagelser om rette stikkrenner med lengde 15-20 m fører til en dimensjonering med innløpskontroll (Statens vegvesen, 2011). Forhold som bestemmer kapasiteten er da tverrsnitt, innløpets geometri og utforming og vannstand ved innløpet.



Figur 16: Strømningsforhold i en stikkrenne (NVE, 2010)

For å unngå opphopning av gjenstander i tilløpet bør kulverter ha friskeilstrømning ved innløpet, altså ikke være dykket. Når man dimensjonerer ut fra dette kan kulverten ha en reservekapasitet. Kapasiteten økes med 15-20 % ved dykket innløp (NVE, 2012).

Kapasitet for stikkrenner med firkantet tverrsnitt er funnet ved hjelp av nomogram fra SINTEFs rapport om *Flomberegning og kulvertdimensjonering*. Det er antatt at åpningsvinkelen i innløpet er 90° siden de fleste gamle stikkrenner på strekningen har frontmur vinkelrett på rørets lengdeakse. Reservekapasiteten er satt til $y_1/D=1,2$ som tilsier at kapasiteten økes med 20 % ved forhøyet vannstand.

Tabell 5: Kapasitet av stikkrenne med firkantet tverrsnitt (NVE 2012)

Høyde (mm)	300	300	300	320	350	350	375	380	400	400	400	400	400	450	450	450	500
Bredde (mm)	300	400	600	320	350	600	375	380	300	400	500	600	800	300	450	600	300
Rektangulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,0$	55	73	110	64	80	137	96	101	87	116	145	175	233	108	162	215	130
Rektangulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,2$	66	88	132	77	96	165	116	122	105	140	175	210	280	130	195	258	156

Høyde (mm)	500	500	500	500	500	500	500	500	550	550	550	600	600	600	600	600	600
Bredde (mm)	400	450	500	600	650	800	1000	1200	550	600	800	300	350	400	450	500	550
Rektangulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,0$	173	195	216	260	281	346	433	520	280	305	406	177	207	236	266	295	325
Rektangulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,2$	208	234	260	312	338	416	520	624	336	366	488	213	249	284	320	355	391

Høyde (mm)	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	635	650	650	650	700	700
Bredde (mm)	600	650	700	800	900	1000	1100	1200	1400	1500	2500	635	400	550	650	350	400
Rektangulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,0$	355	385	414	473	532	591	650	710	828	887	1479	418	270	371	439	274	313
Rektangulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,2$	426	462	497	568	639	710	781	852	994	1065	1775	502	324	446	527	329	376

Høyde (mm)	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	750	750	750	750	800
Bredde (mm)	450	500	550	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	450	600	750	900	300
Rektangulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,0$	352	391	430	470	548	626	705	783	861	940	1018	1096	394	525	656	787	297
Rektangulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,2$	423	470	517	564	658	752	846	940	1034	1128	1222	1316	473	630	788	945	357

Høyde (mm)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	850	850	900	900
Bredde (mm)	400	430	500	600	630	700	800	900	1000	1100	1200	1600	2000	400	850	400	450
Rektangulær kapasitet (l/s) γ1/D=1,0	396	446	495	595	625	694	793	892	991	1090	1190	1586	1983	433	920	483	544
Rektangulær kapasitet (l/s) γ1/D=1,2	476	536	595	714	750	833	952	1071	1190	1309	1428	1904	2380	520	1105	580	653

Høyde (mm)	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	940	1000	1000	1000	1000	1000
Bredde (mm)	500	600	650	700	750	800	900	1100	1200	1400	1500	940	300	400	500	600	700
Rektangulær kapasitet (l/s) $\gamma_1/D=1,0$	604	725	785	845	906	966	1087	1329	1450	1691	1812	1206	432	576	720	865	1009
Rektangulær kapasitet (l/s) $\gamma_1/D=1,2$	725	870	943	1015	1088	1160	1305	1595	1740	2030	2175	1448	519	692	865	1038	1211

Høyde (mm)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1050	1050	1050	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
Bredde (mm)	800	900	1000	1200	1300	1500	2000	350	600	900	400	500	600	700	800	900	1000
Rektangulær kapasitet (l/s) $\gamma_1/D=1,0$	1153	1297	1441	1730	1874	2162	2883	554	950	1425	693	866	1040	1213	1386	1560	1733
Rektangulær kapasitet (l/s) $\gamma_1/D=1,2$	1384	1557	1730	2076	2249	2595	3460	665	1140	1710	832	1040	1248	1456	1664	1872	2080

Høyde (mm)	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1300	1300	1300	1300
Bredde (mm)	400	500	600	650	700	750	800	900	1000	1200	1500	1600	2000	600	700	800	900
Rektangulær kapasitet (l/s) $\gamma_1/D=1,0$	806	1008	1210	1310	1411	1512	1613	1815	2016	2420	3025	3226	4033	1390	1621	1853	2085
Rektangulær kapasitet (l/s) $\gamma_1/D=1,2$	968	1210	1452	1573	1694	1815	1936	2178	2420	2904	3630	3872	4840	1668	1946	2224	2502

Høyde (mm)	1300	1300	1300	1400	1400	1400	1400	1400	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Bredde (mm)	1000	1300	4000	600	800	900	1400	2000	500	600	700	800	900	1000	1200	1300	1400
Rektangulær kapasitet (l/s) $\gamma_1/D=1,0$	2316	3011	9266	1595	2126	2392	3721	5316	1512	1815	2117	2420	2722	3025	3630	3932	4235
Rektangulær kapasitet (l/s) $\gamma_1/D=1,2$	2780	3614	11120	1914	2552	2871	4466	6380	1815	2178	2541	2904	3267	3630	4356	4719	5082

Høyde (mm)	1500	1500	1600	1600	1600	1600	1600	1700	1700	1700	1750	1750	1800	1800	1800	1800	1800
Bredde (mm)	1500	2000	600	1000	1200	1300	1600	900	1200	1700	1500	2000	600	800	900	1000	1200
Rektangulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,0$	4537	6050	2000	3333	4000	4333	5333	3375	4500	6375	5812	7750	2450	3266	3675	4083	4900
Rektangulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,2$	5445	7260	2400	4000	4800	5200	6400	4050	5400	7650	6975	9300	2940	3920	4410	4900	5880

Høyde (mm)	1800	1800	1800	1870	1900	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2100	2250
Bredde (mm)	1400	1500	1800	1870	1900	600	800	900	1000	1200	1400	1500	2000	2800	3000	2100	1500
Rektangulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,0$	5716	6125	7350	8181	8550	2950	3933	4425	4916	5900	6883	7375	9833	13766	14750	11200	9000
Rektangulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,2$	6860	7350	8820	9818	10260	3540	4720	5310	5900	7080	8260	8850	11800	16520	17700	13440	10800

Høyde (mm)	2250	2400	2500	2500	2500	2500	3000	3000	3000
Bredde (mm)	2500	2000	300	1500	2000	2500	2000	3000	4000
Rektangulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,0$	15000	13500	2187	10937	14583	18229	20000	30000	40000
Rektangulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,2$	18000	16200	2625	13125	17500	21875	24000	36000	48000

Kapasitet for sirkulære stikkrenner med innløpskontroll er funnet fra tabell i *Vassdragshåndboka*.

Kapasiteten for diameter 1800 og 2000 mm er ekstrapolerte verdier fra graf. Det antas at stikkrennene har utstikkende rørende. En reservekapasitet på $y_1/D=1,2$ er lagt til.

Tabell 6: Kapasitet av stikkrenne med sirkulært tverrsnitt. (NVE 2012)

Diameter (mm)	100	150	180	200	225	230	250	300	350	375	380	400	425	432	475	500	550
Sirkulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,0$	3	10	16	20	28	29	36	57	83	99	102	116	135	141	178	203	257
Sirkulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,2$	4	12	19	25	33	35	43	68	100	119	123	140	162	169	214	243	308

Diameter (mm)	600	700	800	900	990	1000	1100	1200	1400	1500	1600	1800	2000	2600	2800	3000	3800
Sirkulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,0$	319	467	651	872	1104	1132	1433	1778	2606	3092	3629	4859	6309	12088	14526	17235	30963
Sirkulær kapasitet (l/s) $y_1/D=1,2$	383	561	781	1046	1325	1358	1720	2134	3128	3711	4355	5831	7571	14506	17431	20682	37156

Nye stikkrenner skal dimensjoneres etter disse verdiene og har krav om dimensjonering med klimafaktor på 20 % (Jernbaneverket, 2012)

3.4 Befaring

Det er ikke utført befaring på denne strekningen.

4. Resultater

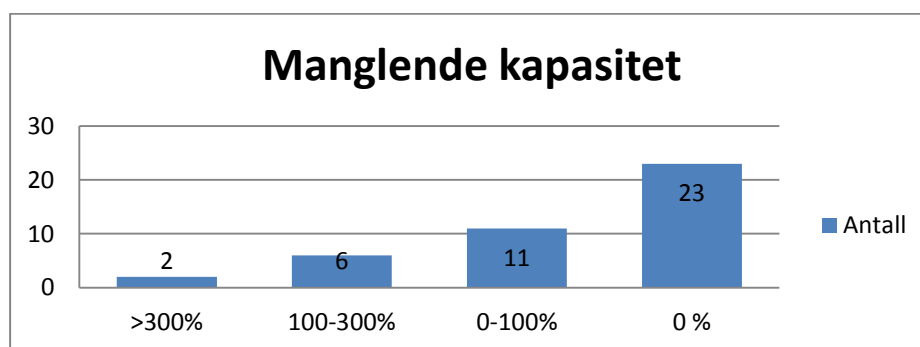
4.1 Tilstand

Det er ikke utført befaring på denne strekningen og informasjon om stikkrennenes tilstand i banedata ansees som lite troverdig. Det er derfor valgt å ikke gjøre tilstandsvurdering av stikkrenner på denne strekningen.

4.2 Kapasitetsberegninger

Stikkrennenes kapasitet er beregnet ut fra dimensjonene som er oppgitt i banedata, eller de målene som ble registrert under befaringen. De stikkrennene som ikke ble funnet under befaring er ikke nevnt i Tabell 7, siden vannføringen som kunne gått gjennom disse stikkrennene er overført til andre nedbørsfelt. Dette kan gjøre beregningene ekstra konservative. For å finne ut om kapasiteten er for liten i forhold til et krav om 200 års returperiode, er det beregnet maksimal kapasitet ved fritt vannspeil. En liste med kapasiteter til stikkrennene på strekningen finnes i vedlegg 1. Stikkrennene med de største nedbørsfeltene, spesielt de over 200 ha, har usikre flomberegninger. Det ser ut til å være en trend at vannføringen Q til disse feltene er beregnet til å være for stor. Det anbefales derfor å se nærmere på disse stikkrennene.

Tabell 7: Oversikt over manglende kapasitet



For å rangere hvor kritisk det er å få utført tiltak på de ulike stikkrennene er det blitt laget et rangeringssystem basert på manglende kapasitet og observasjon under befaring. Vektleggingen fra befaringen kan sees bort fra i denne rapporten. Se Tabell 8 og Tabell 9.

Tabell 8: Sammenhengen mellom prioriteringsklasse og tiltak

Tiltak	Prioriteringsklasse
Strakstiltak	1
Tiltak må gjøres	2
Tiltak bør gjøres	3
Ikke behov for tiltak	4

Tabell 9: Prioriteringsklasser

Prioriteringsklasse				
	Manglende kapasitet			
Tilstand	< 0 %	0-100%	100-300 %	> 300 %
Stikkrenne OK	4	3	2	1
Trenger rensk	3	2	1	1
Skadet stikkrenne*	2	2	1	1
Tett	1	1	1	1
Mangler innløp eller utløp, eventuelt begge deler.	1	1	1	1

*Hvis skaden på stikkrenna er stor brukes Prioriteringsklasse 1

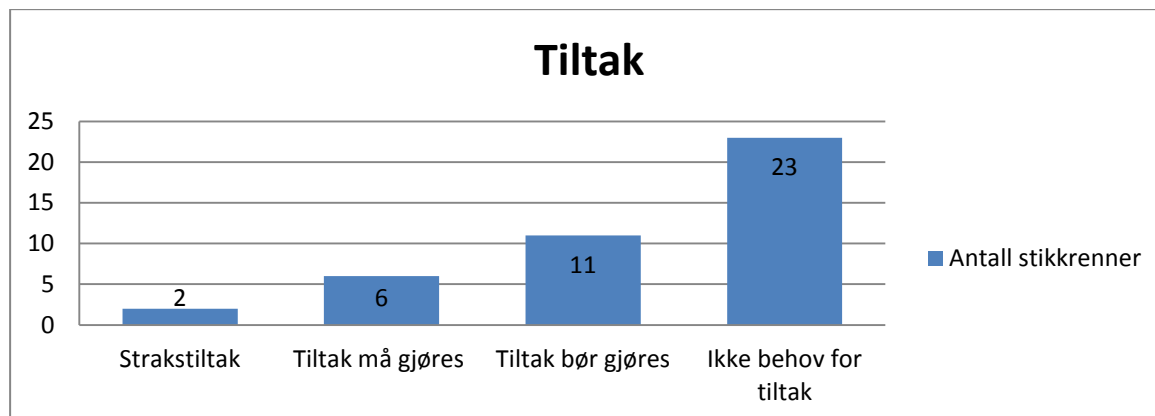
Prioriteringsklassen vektes i tillegg av de observerte forholdene rundt stikkrenna, dette gjøres på følgende måte:

- Hvis det ikke er observert vannføring på lang tid settes prioriteringsklassen ett nivå høyere. En stikkrenne som ut fra beregningene er satt til prioriteringsklasse 1, men hvor det under befaring ikke er observert tegn til vannføring på lang tid, vil for eksempel bli satt til prioriteringsklasse 2. Hvis det i motsatt tilfelle er observert stor vannføring, reduseres prioriteringsklassen ett nivå.
- Hvis en stikkrenne ikke er funnet under befaring og det ikke er tegn til vannføring eller behov for stikkrenne, samt at det er tydelig at vannføringen tar alternative veier brukes prioriteringsklasse 4.

4.3 Tiltak

Tiltak for hver enkelt stikkrenne er listet opp i vedlegg 2. Ved å se på kapasitetsproblemer i stikkrenner er det satt opp en oversikt over hvor mange av stikkrennene som trenger tiltak, se Tabell 10.

Tabell 10: Tiltaksfordeling etter sammenslåing av kapasitetsproblemer og tilstand



4.4 Forslag til Tiltak

Selv om det ikke er utført tilstandsvurderinger i denne rapporten gis det nedenfor råd for hvordan å forbedre tilstanden til stikkrenner med en rekke vanlige feil og mangler.

Rensk: Her anbefales det å plassere en rist lenger opp i bekkeløpet, se kapittel 5, "Løsningsforslag til nye stikkrenner" for beskrivelse av rist.

Tett stikkrenne: Disse kan være vanskelige å rense og må trolig skiftes ut.

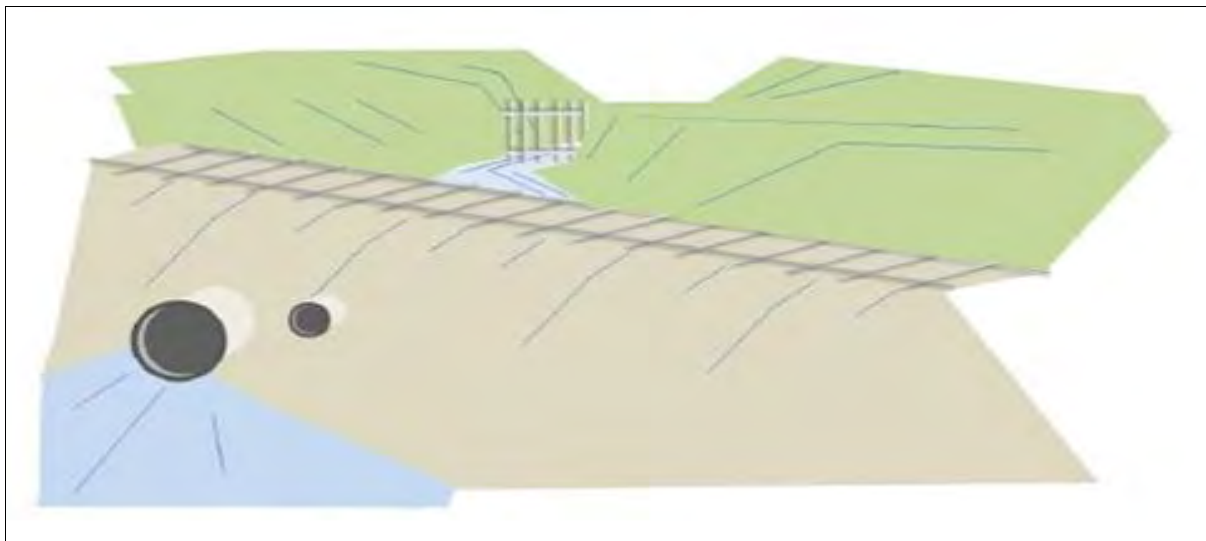
Skadet stikkrenne: Det er uvisst hvor store disse skadene er og utskiftning må vurderes for hver enkelt stikkrenne. Skadede, tørrmurte stikkrenner kan fikses ved hjelp av glassfiberduk. Metoden går ut på å trekke en glassfiberstrømpe gjennom den tørrmurte stikkrennen. Strømpen blåses opp med trykkluft og ultrafiolett lys dras gjennom og herder strømpen til ønsket form.

Stikkrenner ikke funnet: Disse bør undersøkes nærmere.

Skifte stikkrenne: Se kapittel 5, Løsningsforslag nye stikkrenner. En alternativ metode for å sette inn nytt rør er rørpressing. Metoden går ut på å bore et hull gjennom fyllingen. Røret blir deretter trukket gjennom dette hullet. Det positive ved bruk av denne metoden er at man ikke trenger å fjerne fyllingen før innsetting av stikkrenne. Ulempen er at man ikke får lagt frostsikringsmasser rundt røret. Derfor anbefales denne metoden bare til rør med diameter under 600 mm.

5. Løsningsforslag nye stikkrenner

De mest kritiske stikkrennene må skiftes ut. Da anbefales det å legge sirkulære rør med dimensjon som kan takle en 200års-flom. Figur 17 viser et forslag på prosjektering av ny stikkrenne, med forbehold om visse tilpasninger for hver enkelt renne.



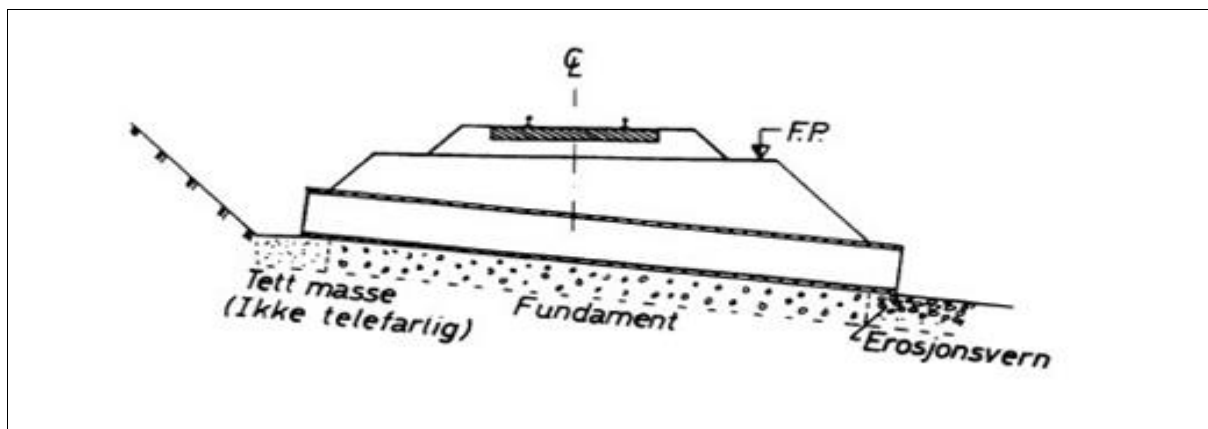
Figur 17: Illustrasjon av nyprosjektert stikkrenne. Illustrasjonen viser stikkrenne, ekstra flomvei (lite rør) og grovrist i bekkeløpet

5.1 Innløp

Innløpsutformingen skal i størst mulig grad:

- sikre tilstrekkelig kapasitet
- hindre gjentetting (kvist, greiner, løv, stein o.l.)
- hindre erosjon og sikre at vannet ikke går inn i overbygning og trau
- sikre dyr og mennesker fra å komme ned i kummer og rør, men være slik at stikkrenner egner seg som passasje for mindre viltarter (opp til størrelse som grevling/rev)
- hindre frostskafer
- gi mulighet for opptining og generelt vedlikehold
- være slik at det ikke er behov for rekkverk ved/forbi konstruksjonen
- sikre fiskens vandremuligheter

For å hindre at vannet tar vei gjennom fyllingen utenom stikkrennen, anbefales det bruk av fundament- og vingemur. I bunn må det være erosjonssikre masser. Det skal være masser som er lite permeable som ikke fører til telehiv. Leire kan benyttes dersom det ikke er bunn av betong foran stikkrennen. *Eksempel på dette vises i Figur 18.*



Figur 18: Tverrsnitt av jernbane med stikkrenne (Teknisk regelverk)

For å hindre gjentetting bør man sette opp en grovrist som dekker hele bekkeløpet og som plasseres et stykke fra innløpet. Det bør være en solid stålrist med ca. 10 cm åpning mellom stengene. For å gjøre dette billig kan man bruke gamle togs Skinner til å lage rist. Ved fare for stor sedimenttransport kan det også være aktuelt å vurdere behov for sedimentasjonsbasseng. Steder hvor det eksisterer rist eller sedimentasjonsbasseng anbefales det kontroll og rensk ved behov.

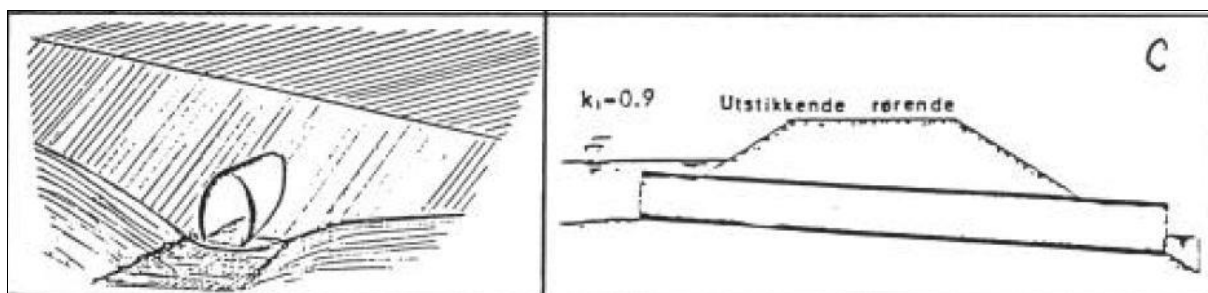


Figur 19: Eksempel på sedimentasjonsbasseng. Foto: Pål Buskum

Et annet tiltak som bør gjøres i tillegg til risten er å lage en alternativ flomvei. Det kan være i form av et smalere rør lagt ved siden av og høyere opp i fyllingen enn bunnen av hovedrøret. Se Figur 17.

Pukk kan rase ned fra overfyllingen. For å hindre dette kan man sette opp en "pukkmur", for eksempel gamle sviller over innløpet. Vedlikehold av eksisterende "pukkmurer" anbefales.

Stikkrennen bør gjøres så lang at endene blir liggende utenfor fyllingsskråningen. Den skal ha utstikkende rørende som vist i Figur 20.



Figur 20: Utstikkende rørende (Berg, 1992)

5.2 Utløp

Utløpsutformingen skal i størst mulig grad:

- sikre mot setninger og andre skader på grunn av erosjon/undervasking i skråning og ved rør og rørfundamentering
- hindre vannhastighet og -retning som kan skade tilstøtende areal
- gi mulighet for vedlikehold
- sikre oppgang av fisk

En selvrensende stikkrenne for sand og grus bør ha en helning over 4 ‰. Der det er fare for erosjon ved utløp ved høy vannføring skal helningen være mindre enn 10 ‰. Dersom fallhøyden og/eller vannhastigheten ved utløpet er for stor, kan dette hindre oppgang av fisk. En noe dypere kulp under utløpet vil både kunne redusere erosjon fra utløpet og gi fisken større mulighet for å komme seg opp. Erosjonssikring ved utløp i fyllingsfot bør gjøres, det kan gjøres ved steinplastring eller prefabrikkerte elementer (Statens vegvesen, 2011).

I høye skråninger kan det være en fordel å legge en nedføringsrenne slik at ikke vannet eroderer i fyllinga. Det kan være en forlengelse av røret som ender i erosjonssikre masser (store blokker) som vist på bildet under, eventuelt kan man legge en renne av sprengt stein.



Figur 21: Stikkrenne på Grong med nedføringsrenne. Foto: Pål Buskum

5.3 Fundamentering

Felles for alle godkjente rørtyper er at det må graves en grøft som er så bred at det blir minst 0,75 m fritt rom mellom stikkrennen og grøfteveggen. For rør med $d < 1000$ mm, reduseres avstanden til 0,5 m. Dersom man behøver utkiling av massene må grøften være bredere. Utkiling er brukt der det er en overgang mellom ulike fyllmasser, for eksempel ved bruk av grus som frostsikring rundt stikkrennene.

Selve fundamenteringen er avhengig av grunnens bæreevne. På fast grunn som fjell, grus, sand eller tørrskorpeleire, legges stikkrennen direkte på grøftebunnen med et tynt avrettingslag av grus eller fin pukk. Ved bløt grunn er det nødvendig å foreta geotekniske undersøkelser. Tiltak som masseskifting, pæling, forbelastning eller bruk av lette fyllmasser kan bli nødvendig.

På middels fast grunn fundamenteres stikkrennen på en 0,3 - 0,5 m tykk pute av grus eller singel. Puten gis en bredde som er minst 1,0 m bredere enn største tverrmål av røret.

Omfilling og overfylling skal utføres i henhold til gjeldende forskrifter og etter rørleverandørens monterings- og leggeanvisninger (Jernbaneverket, 2012).

5.4 Frostsikring

Stikkrenner med diameter større enn 600 mm bør frostsikres. For stikkrenner, kulverter og underganger vil konstruksjonens størrelse virke inn på nødvendig tykkelse av frostsikringslaget.

Tabell 11: Formel for beregning av tykkelse av frostsikringslaget. (jernbaneverket, 2012)

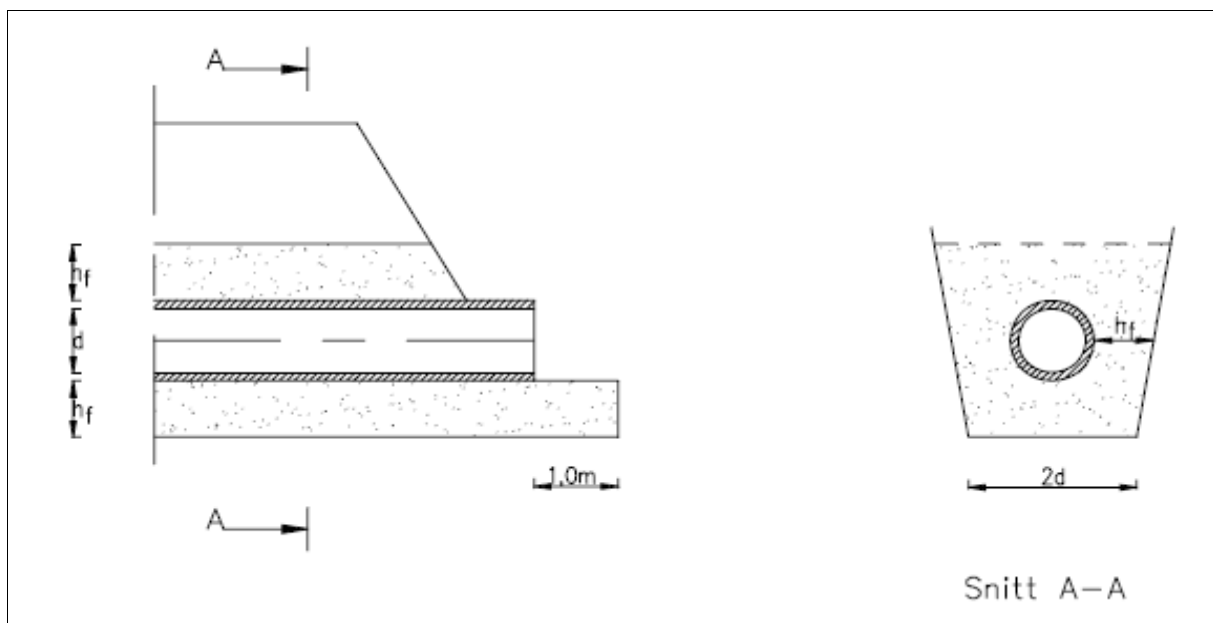
	Største innvendige høyde eller bredde, d (m)	Tykkelse på frostsikringslaget, h_f (m)
Stikkrenne, kulvert, undergang	$0,6 \leq d \leq 1,0$	$h_f = 0,3 * d * h_{100}$
	$d > 1,0$	$h_f = (0,3 + 0,1 * d) * h_{100}$

Grus eller sprengstein anbefales som frostsikringsmateriale. Frostsikringslag av grusmaterialer skal bestå av velgraderte masser fra naturlige grusforekomster. Materialet kan inneholde stein, men maksimal kornstørrelse skal ikke overskride 150 mm.

Sprengsteinmaterialene skal være velgraderte med korngraderingstall $C_u = d_{60}/d_{10} \geq 15$. Maskinkult uten sand/grus fraksjon er uegnet til bruk i frostsikringslaget av frosttekniske årsaker. Maksimal tillatt steinstørrelse er 500 mm, men ikke større enn 2/3 av lagtykkelsen som legges ut. Det tillates ikke metning med subus slik at steinene "flyter", og ikke mer enn 3 % materiale mindre enn 0,02 mm regnet av materiale under 20 mm (Jernbaneverket, 2012).

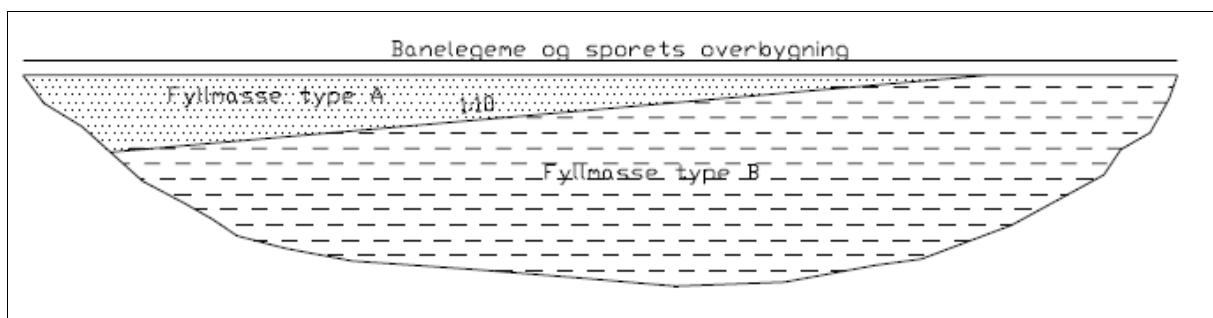
Tabell 12: Tykkelse av frostsikringslag i ulike løsmasser etter rørdiameter.

Materiale	Frostmengde i luft, $F_{100}[h^{\circ}C]$	Total tykkelse av forsterknings- og frostsikringslag, $h_{100}[m]$	Tykkelse av frostsikringslag etter rørdiameter, $h_f[m]$					
			0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Grus	55000	2,6	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2
Sprengstein	55000	4,2	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0



Figur 22: Frostsikring av stikkrenne. (Jernbaneverket, 2012)

Utkiling anbefales for å sikre mot ujevn telehiv som kan oppstå mellom telefrie masser(fyllmasse A) og fyllingsmasser av stedlige telefarlige masser(fyllmasse B). Se Figur 23.



Figur 23: Utkiling (Jernbaneverket, 2012)

5.5 Kvistdammer

Kvistdammer kan anlegges i små nedbørsfelt for å dempe avrenning under flom og samle jordpartikler, hogstavfall ol. I tillegg vil de kunne samle jord og stabilisere skråninger og bekkedaler.

Høyden bør variere mellom 40-100 cm og dammer bør plasseres med avstander på 20-200 m etter hverandre i bekkedraget. Dammene er permeable og slipper vann gjennom, men fanger opp uønsket materiale.

Fuktig treverk råtner langsomt, og når dammen fylles opp med sediment og hogstmateriale kan det vedlikeholdes ved å anlegge en ny kvistdam oppstrøms.



Figur 24: Nye kvistdammer anlagt i bekkedrag (NIFS, 2013)

Kvistdammer forutsetter at:

- *anlegget ligger i løsmasser*
- *nedbørsfeltet er under 1 km²*
- *det er tilgjengelige trær*
- *flere anlegg kan lages i samme bekkedrag*
- *tillatelse fra grunneier foreligger*

Det er viktig at kvistdammen blir konstruert med trappeform, slik at vannet som passerer damkrona skal renne ned trappetrinnen, se Figur 24. Dette reduserer fallenergien og hindrer erosjon i foten av dammen. Det er foreløpig lite erfaring med bruk av kvistdammer i Norge, men erfaringer fra Slovakia har gitt svært gode resultater (NIFS, 2013).

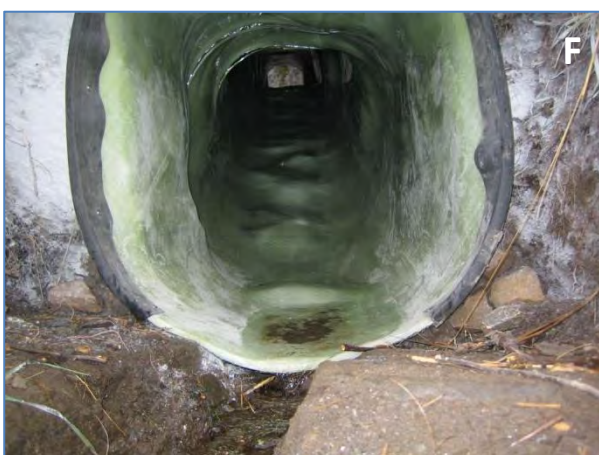
5.6 “Inlining” med glassfiberstrømpe

Jernbaneverket har startet å få gode erfaringer fra bruken av glassfiberstrømper for å vedlikeholde gamle stikkrenner av naturstein. Forsøk er gjennomført på Ofotbanen, Østlandet og Gudbrandsdalen. Dette er tiltak som bør vurderes på steder der det er store kostnader knyttet til tilkomst,

anleggsområde og store eller kompliserte fyllinger. Bilder av en slik utbedring kan vi se på de påfølgende sidene.



Figur 25: Inliming av glassfiberstrømpe (Foro: Hans Magne Killi, Jernbaneverket)



- A: Forberedelse til istandsettelse av delvis
kollapset stikkrenne,
B: Inlining av glassfiber og herdestoff installert i
stikkrenne på glideduk,
C: Pumping av luft for å klargjøre herdeprosess,
D: Glassfiberen oppblåst sett nedstrøms,
E: Ultrafiolett herdelys blir påført innvendig i
trykksatt glassfiberballong,
F: Restene etter herdingen er skåret vekk og
kuttkanten er beskyttet med gummi,
G: Stikkrenneinnløp og H: Stikkrenneutløp.

Figur 26: Flomprosjekt i Gudbrandsdalen, utbedring av
skadet stikkrenne med glassfiber (Foto: Hans Magne Killi,
Jernbaneverket)

Referanser

Arntzen, E., & Andersen, E. (2011). *Kapasitetsberegninger av stikkrenne - E136 Dombås - Ålesund*.

Berg, A. (1992). *Flomberegning og kulvertdimensjonering*. SINTEF.

Jernbaneverket. (2012). *Banedata*.

Jernbaneverket. (2012). *Teknisk regelverk*.

Jernbaneverket. (u.d.). Intern kartløsning.

Meteorologisk institutt vær- og klimadata. (u.d.). Hentet fra <http://www.eklima.no>

NGU. (u.d.). *Løsmassekart*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>

NIFS - naturskade, infrastruktur, flom og skred. (2013). *FLOMDEMPING, SEDIMENTSAMLING OG STABILISERING I SMÅ NEDBØRFELT*. Hentet fra http://www.naturfare.no/_attachment/473732/binary/773371

Norges vassdrags- og energidirektorat. (u.d.). *NVE Atlas*. Hentet fra <http://atlas.nve.no/ge/Viewer.aspx?Site=NVEAtlas>

Norsk Vann BA. (2008). Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering.

NVE. (2010). *Vassdragshåndboka*. Trondheim: Tapir forlag.

Statens kartverk. (u.d.). *Norgeskart*. Hentet fra <http://www.norgeskart.no>

Statens Vegvesen. (2011). *Håndbok 018 Vegbygging*.

Kapasitetsberegninger og tiltaksvurderinger av stikkrenner på Rørosbanen km 175,90-190,38 og km 213,85-227,68. Internt dokument, Jernbaneverket 2012, Sigrun Melve Aarrestad

6. Vedlegg

Vedlegg 1 – Flom- og kapasitetsberegninger

Km	Kommentar til beregning	A (ha)	Respons tid (min.)	Nedbør-intensitet, i (L/(s*ha))	C	Q (L/s)	Eksisterende kapasitet (L/s)	Prosentvis manglende kapasitet
Km150,882	Mye bebyggelse, stor usikkerhet i beregning. Mangler dimensjon på stikkrenna i banedata, derfor er ikke dimensjonerende kapasitet beregnet her.	1,7	28	132	0,659	178	Mangler informasjon	Mangler informasjon
Km150,941	Mye bebyggelse, stor usikkerhet i beregning	4,2	330	25	0,617	77	426	0 %
Km151,308	Mye bebyggelse, stor usikkerhet i beregning	4	39	106	0,682	346	426	0 %
Km151,523	Mye bebyggelse, stor usikkerhet i beregning. Mangler dimensjon på stikkrenna i banedata, derfor er ikke dimensjonerende kapasitet beregnet her.	71	87	63	0,597	3188	Mangler informasjon	Mangler informasjon
Km151,767		4,4	28	132	0,558	390	426	0 %
Km152,011	Deler nedbørsfelt med 152,025, samlet har disse stollrennene nok kapasitet med god margin	5,9	24	149	0,588	619	870	0 %
Km152,025	Deler nedbørsfelt med 152,011, samlet har disse stikkrennene nok kapasitet med god margin	5,9	24	149	0,588	619	426	45 %
Km152,162		1,2	26	142	0,540	110	426	0 %
Km152,288		28	126	46	0,569	888	426	108 %

Km153,03	Flatt terreng, stor usikkerhet i beregning. Vanskelig å tyde hvordan vannføringen går langs riskvei 446.	22,5	235	31	0,549	462	426	8 %
Km154,877	Flatt terreng, stor usikkerhet i beregning	56	554	10	0,547	381	426	0 %
Km156,737	Flatt terreng, stor usikkerhet i beregning	85	589	8	0,550	459	426	8 %
Km157,387	Flatt terreng, stor usikkerhet i beregning	163	810	0	0,547	0	426	0 %
Km157,948	Flatt terreng, stor usikkerhet i beregning	53	624	6	0,548	210	426	0 %
Km158,54	Deler nedbørsfelt med 158,550, se kommentaren for denne stikkrenna. 158,540 mangler dimensjoner i banedata, derfor er ikke kapasiteten beregnet her.	450	545	11	0,554	3262	Mangler informasjon	Mangler informasjon
Km158,55	Flatt terreng, stor usikkerhet i beregning. Stort nedbørsfelt, noe som fører til konservative resultater på grunn av at arealet er utenfor gyldighetsområdet til beregningsmetoden	450	545	11	0,554	3262	561	482 %
Km159,177		9,5	297	27	0,540	165	426	0 %
Km160,008		14,7	390	21	0,540	196	426	0 %
Km160,758		10,3	95	58	0,591	423	426	0 %
Km161,167		5,8	59	86	0,743	446	426	5 %
Km161,4	Denne stikkrenna har så å si ikke eget nedbørsfelt, bør ikke prioriteres. Mangler dimensjon på	0,3	16	199	0,743	53	Mangler informasjon	Mangler informasjon

	stikkrenna i banedata, derfor er ikke dimensjonerende kapasitet beregnet her.							
Km161,623		4	19	174	0,641	535	426	26 %
Km161,882		2,6	36	111	0,571	198	426	0 %
Km162,149		11	100	56	0,540	399	426	0 %
Km162,466		1,3	45	96	0,602	90	426	0 %
Km162,609		1,6	86	63	0,591	72	426	0 %
Km162,664		1,6	56	88	0,591	100	426	0 %
Km162,826		22	117	49	0,473	611	426	43 %
Km163,35	Bratte svinger i vannveien oppstrøms dette feltet. Ved stor vannføring kan det komme mye vann hit, men sannsynligheten for dette må evalueres ved bedaring	13,4	108	53	0,543	459	426	8 %
Km163,689		255	296	27	0,482	3975	426	833 %
Km163,881	Mye bebyggelse, stor usikkerhet i beregning	20	115	50	0,743	889	426	109 %
Km164,118	Mye bebyggelse, stor usikkerhet i beregning	7,5	77	71	0,945	601	426	41 %
Km164,245	Mye bebyggelse, stor usikkerhet i beregning. Mangler dimensjon på stikkrenna i banedata, derfor er ikke dimensjonerende kapasitet beregnet her.	6,3	73	74	0,945	529	Mangler informasjon	Mangler informasjon
Km164,402	Mye bebyggelse, stor usikkerhet i beregning. Mangler dimensjon på stikkrenna i banedata, derfor er ikke dimensjonerende kapasitet beregnet her.	1,7	54	90	0,945	173	Mangler informasjon	Mangler informasjon
Km164,621		47	117	49	0,580	1606	426	277 %
Km164,876		2,7	44	97	0,590	186	426	0 %

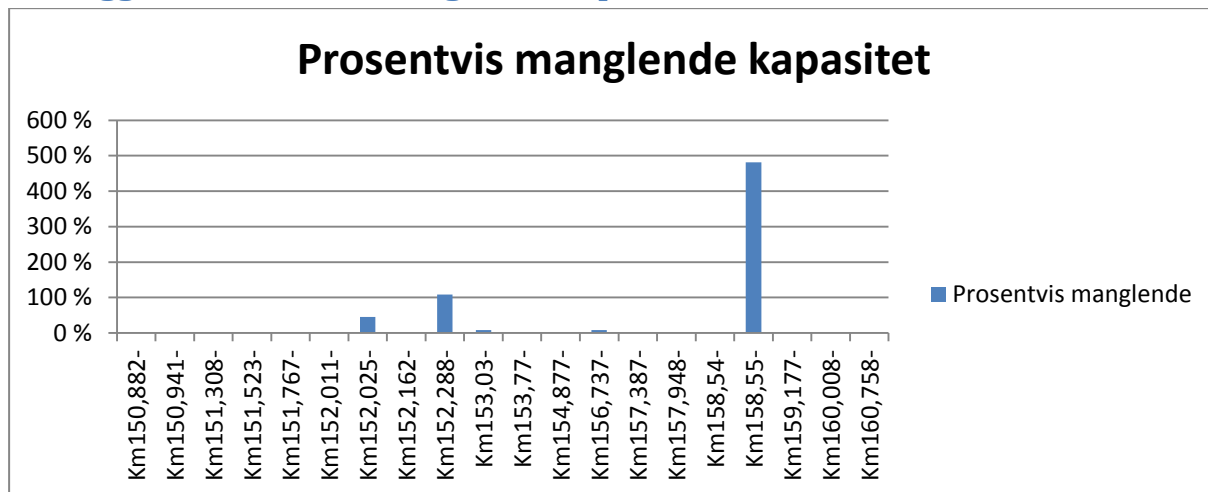
Km164,985		6,7	68	79	0,556	353	426	0 %
Km165,061		13	93	59	0,540	494	426	16 %
Km165,606		27,3	95	58	0,481	913	426	114 %
Km165,907		12,3	87	62	0,540	496	426	17 %
Km166,102		6,2	58	87	0,540	350	426	0 %
Km166,405		4,1	50	93	0,540	246	426	0 %
Km166,53		3,8	41	104	0,540	255	426	0 %
Km166,866		5,6	74	73	0,562	276	426	0 %
Km167,045	Det er ei bru i dette punktet. Hvis det er en stikkrenne her vil denne fungere som avlastning hvis brua får for liten kapasitet. Stikkrenna har ikke eget nedbørsfelt. Mangler dimensjon på stikkrenna i banedata, derfor er ikke dimensjonerende kapasitet beregnet her.						Mangler informasjon	Mangler informasjon
Km167,406		10	263	29	0,540	189	426	0 %
Km168,036		37,3	179	35	0,594	938	426	120 %
Km168,696	Mye bebyggelse, stor usikkerhet i beregning. Mye tømmer lagret oppstrøms stikkrenna, noe som øker sannsynligheten for gjentetting.	16,5	90	60	0,589	699	426	64 %
Km169,299	Mye bebyggelse, stor usikkerhet i beregning. Mye tømmer lagret oppstrøms stikkrenna, noe som øker sannsynligheten for gjentetting.	50	295	27	0,945	1531	426	259 %

Vedlegg 2 - Tilstands og kapasitetsvurdering

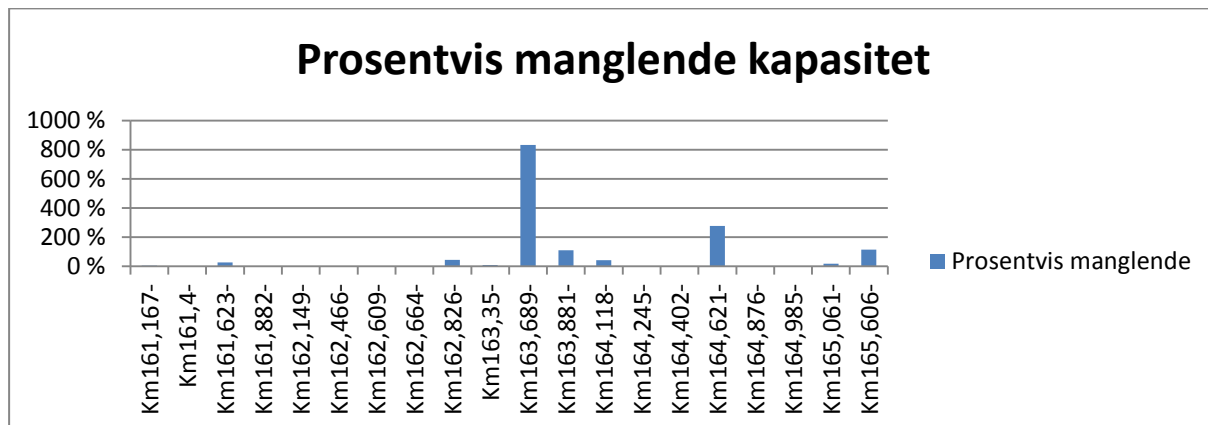
Km	Observasjon fra befaring og tilstandsvurdering	Prioriteringsklasse	Tiltak	Dimensjon på ny stikkrenne [mm]
Km150,882-	Ikke utført befaring	Mangler informasjon	Mangler informasjon	500
Km150,941-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km151,308-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km151,523-	Ikke utført befaring	Mangler informasjon	Mangler informasjon	1500
Km151,767-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km152,011-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km152,025-	Ikke utført befaring	3	Tiltak bør gjøres	800
Km152,162-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km152,288-	Ikke utført befaring	2	Tiltak må gjøres	900
Km153,03-	Ikke utført befaring	3	Tiltak bør gjøres	800
Km154,877-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km156,737-	Ikke utført befaring	3	Tiltak bør gjøres	800
Km157,387-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km157,948-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km158,54-	Ikke utført befaring	Mangler informasjon	Mangler informasjon	1500
Km158,55-	Ikke utført befaring	1	Strakstiltak	1600
Km159,177-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km160,008-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km160,758-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km161,167-	Ikke utført befaring	3	Tiltak bør gjøres	800
Km161,4-	Ikke utført befaring	Mangler informasjon	Mangler informasjon	300
Km161,623-	Ikke utført befaring	3	Tiltak bør gjøres	800
Km161,882-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km162,149-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km162,466-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km162,609-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km162,664-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km162,826-	Ikke utført befaring	3	Tiltak bør gjøres	800
Km163,35-	Ikke utført befaring	3	Tiltak bør gjøres	800
Km163,689-	Ikke utført befaring	1	Strakstiltak	1600
Km163,881-	Ikke utført befaring	2	Tiltak må gjøres	900
Km164,118-	Ikke utført befaring	3	Tiltak bør gjøres	800
Km164,245-	Ikke utført befaring	Mangler informasjon	Mangler informasjon	900
Km164,402-	Ikke utført befaring	Mangler informasjon	Mangler informasjon	500
Km164,621-	Ikke utført befaring	2	Tiltak må gjøres	1200
Km164,876-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km164,985-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km165,061-	Ikke utført befaring	3	Tiltak bør gjøres	800
Km165,606-	Ikke utført befaring	2	Tiltak må gjøres	900
Km165,907-	Ikke utført befaring	3	Tiltak bør gjøres	800
Km166,102-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km166,405-	Ikke utført befaring	4	Ikke behov for tiltak	OK

Km166,53-	Ikke utført befarings	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km166,866-	Ikke utført befarings	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km167,045-	Ikke utført befarings	Mangler informasjon	Mangler informasjon	Mangler informasjon
Km167,406-	Ikke utført befarings	4	Ikke behov for tiltak	OK
Km168,036-	Ikke utført befarings	2	Tiltak må gjøres	0
Km168,696-	Ikke utført befarings	3	Tiltak bør gjøres	800
Km169,299-	Ikke utført befarings	2	Tiltak må gjøres	1200

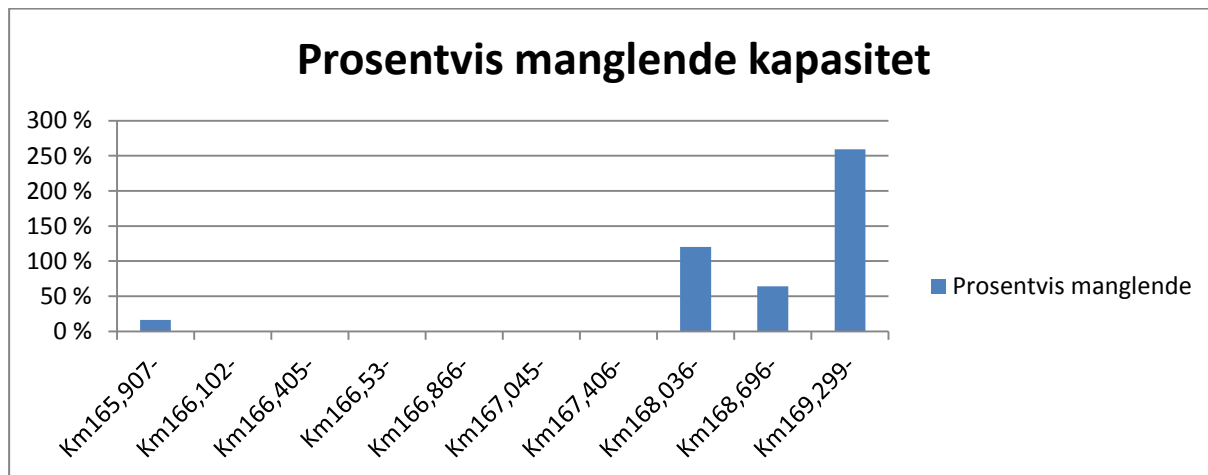
Vedlegg 3 – Prosentvis manglende kapasitet



Figur 27: Prosentvis manglende kapasitet del 1

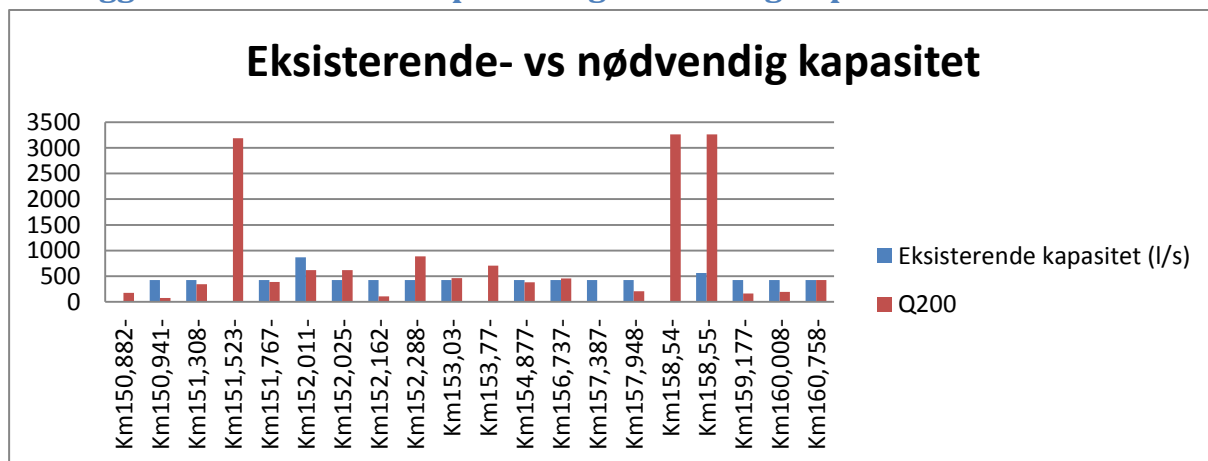


Figur 28: Prosentvis manglende kapasitet del 2

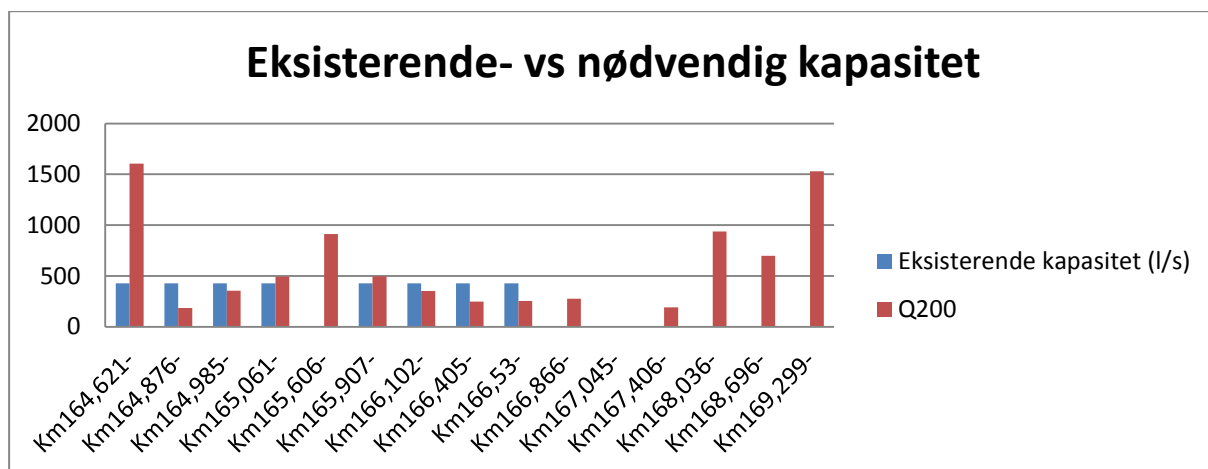


Figur 29: Prosentvis manglende kapasitet del 3

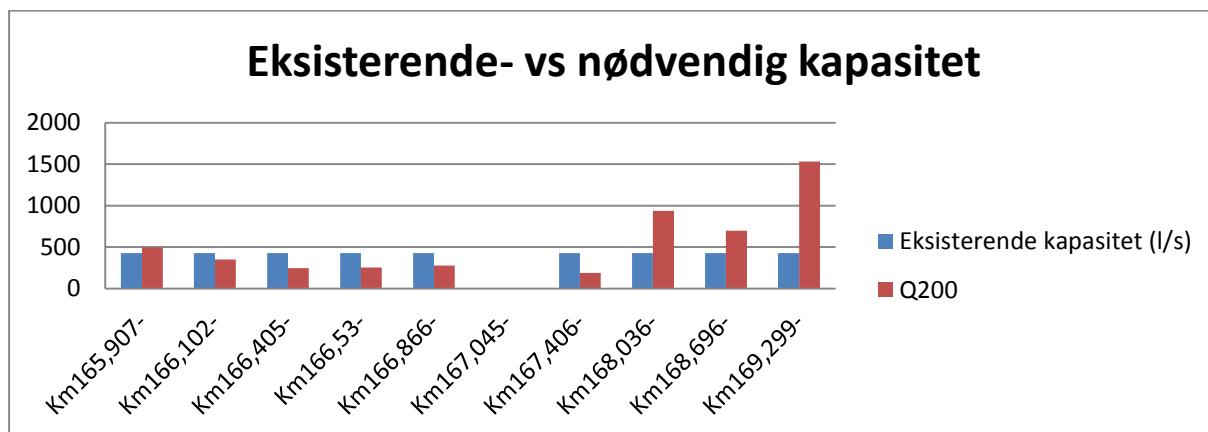
Vedlegg 4 – Eksisterende kapasitet og nødvendig kapasitet



Figur 30: Eksisterende- og nødvendig kapsitet del 1

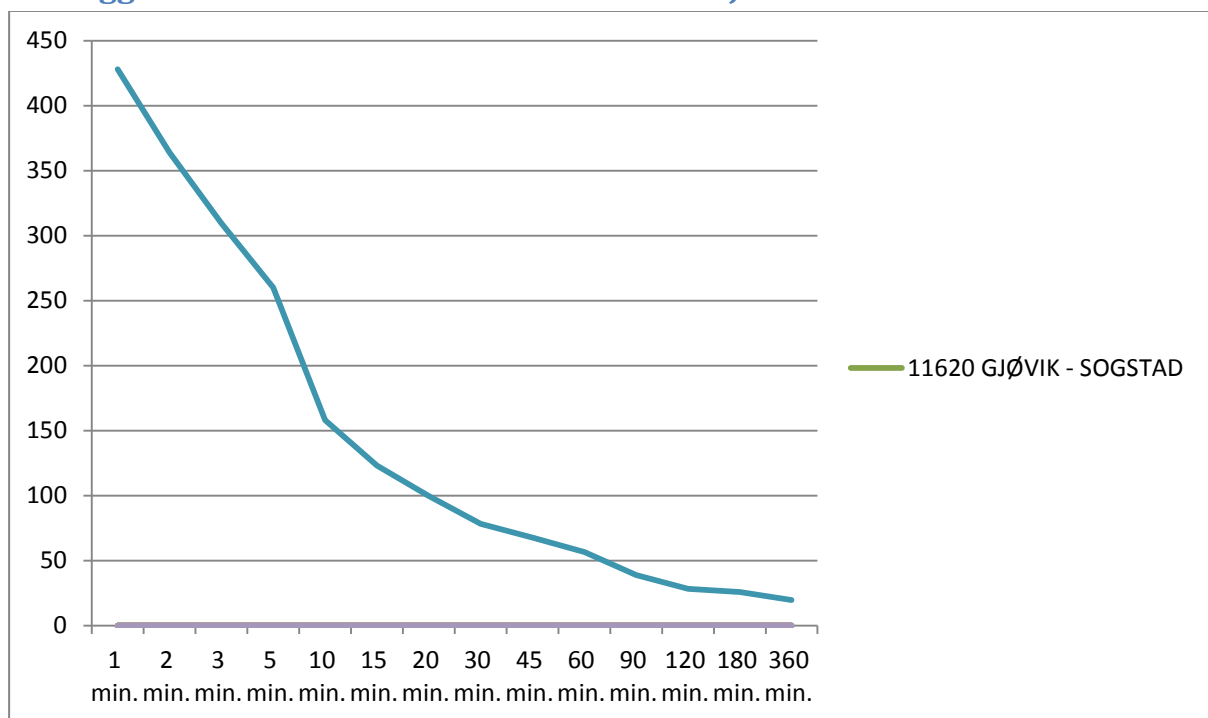


Figur 31: Eksisterende. og nødvendig kapasitet, del 2

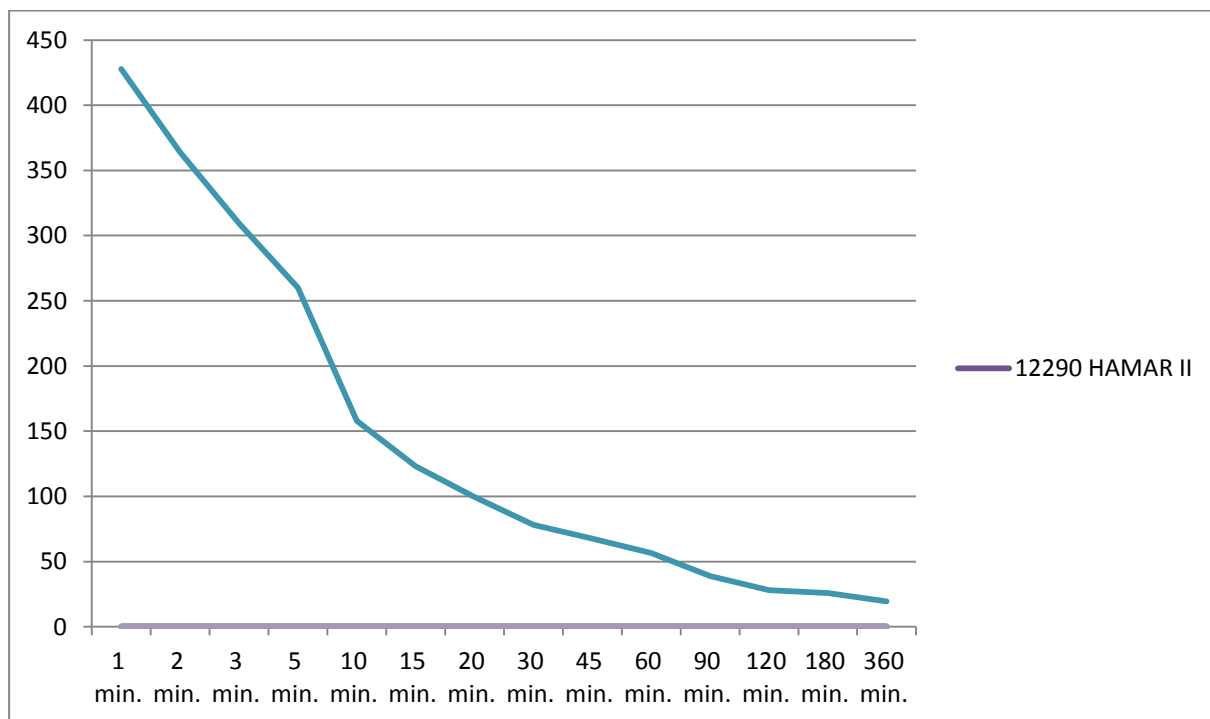


Figur 32: Eksisterende- vs nødvendig kapasitet, del 3

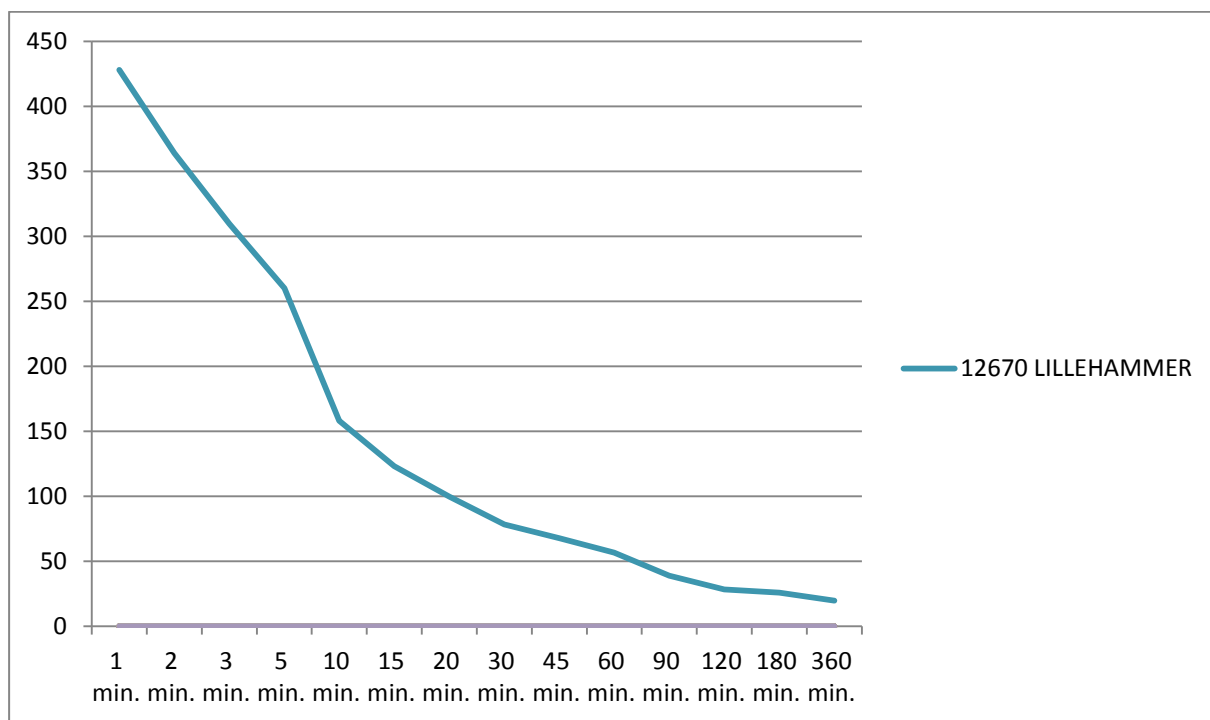
Vedlegg 5 – IVF-kurver for brukte nedbørstasjoner



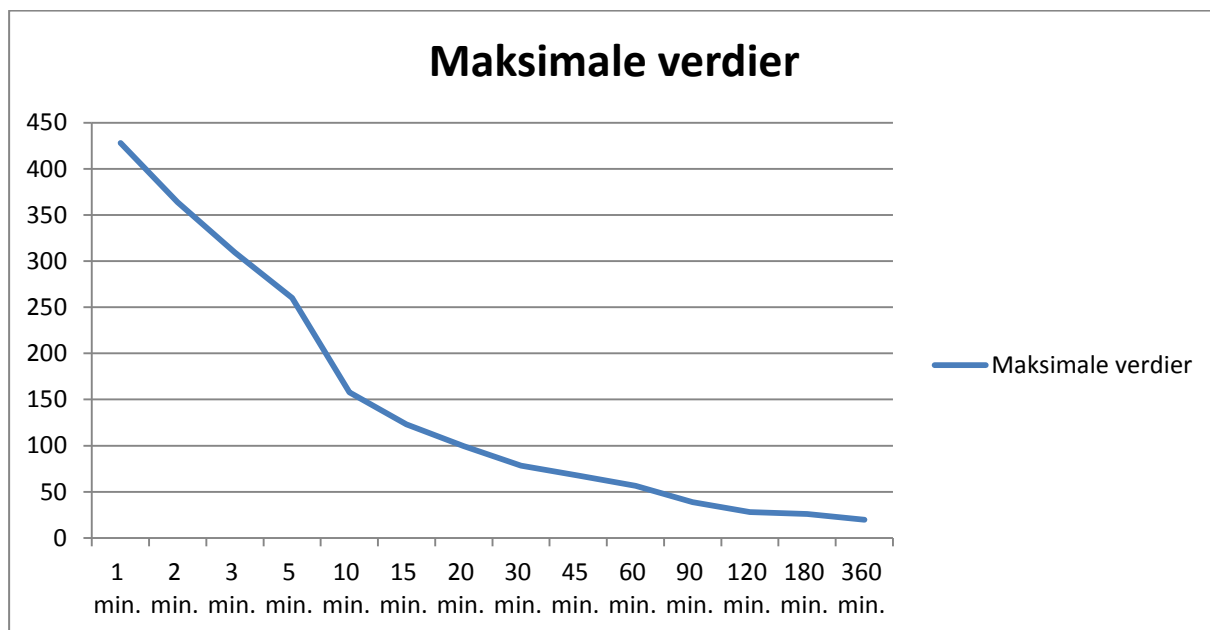
Figur 33: GJØVIK-SOGSTAD



Figur 34: HAMAR II



Figur 35: LILLEHAMMER



Figur 36: HØYESTE VERDIER