

Notat

Moseidjord boligfelt - Overvannsnotat

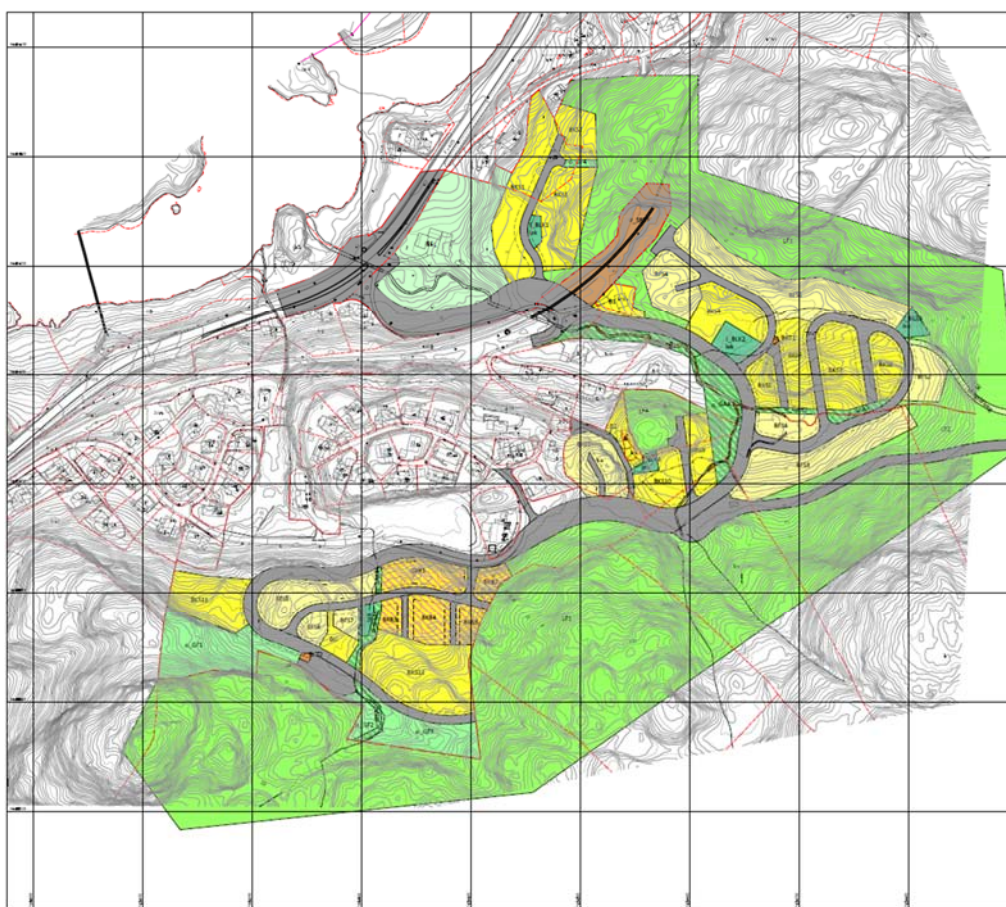
Prosjekt: 3273 Moseidjord

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med utbygging av boligfelt på Moseidjord i Vennesla er det gjort en vurdering av fremtidig overvannssituasjon. For å ivareta overvannet på tryggest mulig måte under ekstreme vær-situasjoner er det viktig at kulverter er riktig dimensjonert og at det etableres trygge flomveier. For å sikre riktig dimensjonering er det nødvendig med en hydrologisk vurdering av området og hydraulisk vurdering av kapasitet.

ViaNova har gjort en vurdering av teoretisk overflateavrenning og hydraulisk kapasitet av eksisterende kulverter med 200 års gjentakelsesintervall. Det er også gjort en vurdering av flomveier.



Figur 1.1: Foreløpig områdeplan.

2. Metode

2.1 Innledning

Beregning av overflateavrenning er gjort med den rasjonelle metoden. I tillegg er det utført en analyse i NVEs GIS-verktøy NEVINA som et støttegrunnlag.

For beregning av hydraulisk kapasitet er NVEs Vassdragshåndbok (2010) lagt til grunn.

2.2 Den rasjonelle metoden

Knutepunkt Sørlandets overvannsveileder viser til den rasjonelle metoden for beregning av overflateavrenning fra mindre felt.

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

Q = dimensjonerende vannføring (l/s)

C = avrenningskoeffisient

i = nedbørintensitet (l/s*ha)

A = areal av nedslagsfelt (ha)

K_f = klimafaktor

2.2.1 Forutsetninger

Følgende forutsetninger er lagt til grunn:

- Gjentakelsesintervall 200 år.
- Klimafaktor 1,5.
- IVF-kurve for Kristiansand – Sømskleiva (1974-2015).
- Avrenningskoeffisientene har et påslag på 30%

SCALGO, analyse av terrengdata og befaring er brukt for å bestemme nedslagsfelt og vannveier.

2.3 Beregning av hydraulisk kapasitet

Kapasiteten til en kulvert kan være bestemt av forhold bare ved innløpet (innløpskontroll) eller av forholdene i kulverten som helhet (utløpskontroll). Stikkrenner og korte kulverter med stort fall både i røret og nedstrøms utløpet (> 10‰) har vanligvis innløpskontroll. Lange kulverter med lite fall har vanligvis utløpskontroll.

2.3.1 Kapasitetsberegning ved innløpskontroll (hydraulisk kort)

Innløpet til en kulvert dykkes når vannstanden tilsvarer $y_1 = D > 1,2$. Innløpet fungerer da som et dykket utløp fra et basseng og vi bruker formel fra NVE Vassdragshåndboka 2010 (side 401).

$$Q = C_D \times \frac{\pi}{4} D^2 \times \sqrt{2gy_1}$$

Q = vannføring (m³/s)

C_D = vannføringskoeffisient

D = diameter kulvert (m)

y₁ = vannstand oppstrøms

g = gravitasjonskonstant

2.3.2 Kapasitetsberegning ved utløpskontroll (hydraulisk lang)

Vannføringen i en kulvert med utløpskontroll avhenger av utløpstapet, innløpstapet og friksjonstapet. Bernoullis likning med litt omskriving gir:

$$V = \sqrt{\frac{2gH}{K_2 + f \frac{L}{D} + 1}}$$

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 V$$

$$f = \frac{8g}{M^2 R^3}$$

V = vannføringshastighet (m/s)

H = høydeforskjellen, samlet energitap (m)

g = gravitasjonskonstant

L = lengde kulvert (m)

D = diameter kulvert (m)

K₂ = Innløpskoeffisient (tabellverdi)

Q = vannføring (m³/s)

f = friksjonskoeffisienten

M = Mannings tall

R = hydraulisk radius der R = D/4

2.3.3 Forutsetninger for beregning av hydraulisk kapasitet

- Faktoren for utløpstap = 1
- Faktoren for innløpstap = 0,5 (skarpkantet innløp i en vertikal vegg)
- Kulverten har lineært fall
- Lengder og høyder er hentet fra triangulert modell
- r/D og W/D = 0
- Maks oppstrøms vannstand er vurdert etter lokale forhold rundt kulvertens innløp

2.4 Dimensjonering av kulvert med innløpskontroll

Nye kulverter er dimensjonert med innløpskontroll og frispelstrømming. Det er brukt Basals beregningsprogram for dimensjonering av stikkrenner/kulverter.

2.5 Flomveier

Analyseprogrammet SCALGO i kombinasjon med studie av terrengdata er brukt for å finne flomveier og bekkedrag.

2.6 Beregning av fordrøyningsbehov

VA-miljøblad Nr. 69 viser til *Regnenvelop med konstant utløp* for beregning av fordrøyningsbehov:

$$V_{inn} = i_{z,tr} \times t_r \times A \times C \times K_f$$

$$V_{ut} = Q_{ut} \times t_r$$

$$V_{fordrøyning} = V_{inn} \times V_{ut}$$

3. Resultat

3.1 Innledning

Tegning G001 viser flere bekkedrag i høyereliggende terreng som samler seg og føres ut til Otra i utslippspunkt. Nedslagsfeltet til de to utslippspunktene er M1 og M2. Før overvannet slippes ut i Otra krysser det jernbanen og fv. 405 i eksisterende kulverter i begge nedslagsfeltene.

Det må legges til rette for gjennomføring av bekker i utbyggingsområdene. Tegning G002 gir en oversikt over hvilke bekker det bør tas hensyn til. Det er ønskelig at bekkene krysser jernbanen og fv. 405 på samme steder som i dag, slik at eksisterende kulverter kan benyttes.

Tegning G003 viser tenkt løsning for gjennomføring av bekk i planområdet. Det er ønskelig at bekken beholdes åpen og beholder sin opprinnelige trase der det lar seg gjøre.

Tegning G004 viser flomveier igjennom planområdet mot Otra.

3.2 Den rasjonelle metoden

Tabell 3.1 viser forutsetninger og beregnet overflateavrenning for nedslagsfeltene M1 og M2 (ref. tegning G001) ved de ulike kulvertene. Det er forutsatt at kulvertene skal ha kapasitet for et 200-års regn etter utbygging av området, uten fordrøyning. Det er antatt at kulvert M1 v/ Høylandsvegen skal ta de samme vannmengdene som kulvert M1 v/jernbanen.

Tabell 3.1: Forutsetninger og beregnet verdi for overflateavrenningen.

Lokasjon	Areal	t_c , konsentrasjonstid	i , nedbørintensitet	C_{midl}	K_f	Q_{200}
	[ha]	[minutter]	[l/s * ha]	-	-	[l/s]
M1 v/ Høylandsvegen	32,6	60	107,3	0,360	1,5	1892
M1 v/ jernbanen	32,6	60	107,3	0,360	1,5	1892
M1 v/ fv. 405	32,9	60	107,3	0,363	1,5	1923
M2 v/ jernbanen	103,7	60	107,3	0,290	1,5	4848
M2 v/ fv. 405	107,4	60	107,3	0,303	1,5	5236

Tabell 3.2 viser forutsetninger og beregnet verdi for bekker som skal føres igjennom utbyggingsområdet (ref. tegning G002).

Tabell 3.2: Forutsetninger og beregnet verdi for bekker som skal føres igjennom utbyggingsområdet.

Lokasjon	Areal	t_c , konsentrasjonstid	i , nedbørintensitet	C_{midl}	K_f	Q_{200}
	[ha]	[minutter]	[l/s * ha]	-	-	[l/s]
N1	20,8	45	127,6	0,26	1,5	1036
N2	3,7	20	195,4	0,26	1,5	281
N3	57,3	60	105,8	0,26	1,5	2364
N4	31,1	45	127,6	0,26	1,5	1548
N5	4,1	20	195,4	0,26	1,5	313
N6	1,7	20	195,4	0,26	1,5	128
N7	0,4	15	309,2	0,26	1,5	53

3.3 Kapasitetsberegning for eksisterende kulverter/stikkrenner

Tabell 3.3 viser resultatet for kapasitetsberegningen av eksisterende kulverter. Kulvert i felt M1 v/Høylandsvegen og fv. 405 har ikke tilstrekkelig kapasitet. Kulvert i felt M2 v/ fv. 405 har ikke tilstrekkelig kapasitet.

Tabell 3.3: Forutsetninger og resultat for kapasitetsberegning av eksisterende kulverter.

Lokasjon	Dimensjon BxH	Lengde	ΔH	Tillat oppstrøms vannstand Y/D	Kapasitet	Nødvendig kapasitet
	[mm]	[m]	[m]		[l/s]	[l/s]
M1 v/ Høylandsvegen	Ø800	170	14,0	1,2	960	1892
M1 v/ jernbanen	650x1250	15	0,3	1,2	1939	1892
M1 v/ fv. 405	700x800	40	7,0	1,2	1070	1923
M2 v/ jernbanen	900x1600	100	10,0	1,6	5001	4848
M2 v/ fv. 405	850x1500	60	5,5	1,6	4112	5236

3.3.1 M1 v/ Høylandsvegen

Kulvertens innløp har en størrelse på ca. Ø800. Kulverten vurderes som hydraulisk kort. Observasjoner på befaring og studie av terrengdata viser at innløpet ligger i et lavbrekk i terrenget. Det forutsettes at oppstrøms vannstand kan stuve seg opp til 1,2 x kulvertens høyde. Maks kapasitet vil ved gitte forutsetninger være 960 l/s, dette er ikke tilstrekkelig.

3.3.2 M1 v/ jernbanen

Kulvertens innløp har en størrelse BxH på ca. 0,65 m x 1,25 m. Kulverten vurderes som hydraulisk kort. Observasjoner på befaring og studie av terrengdata viser at innløpet ligger ca. 2,5 m under jernbanelinjen. Det forutsettes at oppstrøms vannstand kan stuve seg opp til 1,2 x kulvertens høyde. Maks kapasitet vil ved gitte forutsetninger være 1939 l/s, dette er tilstrekkelig.

3.3.3 M1 v/ fv. 405

Kulvertens innløp har en størrelse på BxH på ca. 0,7 m x 0,8 m. Kulverten vurderes som hydraulisk kort. Observasjoner på befaring og studie av terrengdata viser at innløpet ligger ca. 1 m under fv. 405 og i umiddelbar nærhet til en enebolig. Det forutsettes at oppstrøms vannstand kan stuve seg opp til 1,2 x kulvertens høyde. Maks kapasitet vil ved gitte forutsetninger være 1070 l/s, dette er ikke tilstrekkelig.

3.3.4 M2 v/ jernbanen

Kulvertens innløp har en størrelse BxH på ca. 0,9 m x 1,6 m. Kulverten vurderes som hydraulisk kort. Observasjoner på befaring og studie av terrengdata viser at innløpet ligger i et dalsøkk. Bunn kulvert ligger ca. 5 m under eksisterende veg. Ny veg vil ligge noe lavere men det forutsettes at vannstand oppstrøms kan stuve seg opp til 1,6 x kulvertens høyde. Maks kapasitet vil ved gitte forutsetninger være 5001 l/s, dette er tilstrekkelig.

3.3.5 M2 v/ fv. 405

Kulvertens innløp har en størrelse på BxH på ca. 0,85 m x 1,5 m. Kulverten vurderes som hydraulisk kort. Observasjoner på befaring og studie av terrengdata viser at innløpet ligger i et dalsøkk. Bunn kulvert ligger ca. 3 m under eksisterende veg. Ny veg vil ligge i ca. samme høyde og det forutsettes at oppstrøms vannstand kan stuve seg opp til 1,6 x kulvertens høyde. Maks kapasitet vil ved gitte forutsetninger være 4112 l/s, dette er ikke tilstrekkelig.

3.4 Kapasitetsøkning ved eksisterende kulverter/stikkrenner

Tabell 3.4 viser eksisterende kulverter uten tilstrekkelig kapasitet, og hvilken dimensjon som bør legges i tillegg til eksisterende kulvert for å oppnå tilstrekkelig kapasitet.

Tabell 3.4: Anbefalt utvidelse ved eksisterende kulverter uten tilstrekkelig kapasitet, beregnet med Basals beregningsprogram.

Lokasjon	Dimensjon BxH	Kapasitet	Nødvendig kapasitet	Totalt	Beregnet utvidelse	Anbefalt utvidelse
	[mm]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[mm]	[mm]
M1 v/ Høylandsvegen	Ø800	960	1892	-932	861	Ø1000
M1 v/ fv. 405	700x800	1070	1923	-853	831	Ø1000
M2 v/ fv. 405	850x1500	4112	5236	-1124	927	Ø1000

3.5 Restkapasitet etter kapasitetsøkning og maksimal vannstand

Tabell 3.5 viser restkapasitet etter kapasitetsøkning og maksimal vannstand for de ulike dimensjoneringspunktene. Dersom det tas høyde for foreslått kapasitetsøkning og at vannstanden stuver seg opp til fremtidig høyde på veg (når flomveiene tas i bruk), får vi en restkapasitet på mellom 598 – 2312 l/s for de ulike dimensjoneringspunktene.

Tabell 3.5: Restkapasitet etter kapasitetsøkning og maksimal vannstand.

Lokasjon	Dimensjon BxH	Maks oppstrøms vannstand Y _v /D	Kapasitet	Kapasitets øking	Total kapasitet	Nødvendig kapasitet	Rest-kapasitet
	[mm]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
M1 v/ Høylandsvegen	Ø800	1,2	960	1530	2490	1892	598
M1 v/ jernbanen	650x1250	1,8	2645	0	2645	1892	753
M1 v/ fv. 405	700x800	1,2	1070	1530	2600	1923	677
M2 v/ jernbanen	900x1600	2,7	7160	0	7160	4848	2312
M2 v/ fv. 405	850x1500	2,0	4990	1530	6520	5236	1284

3.5.1 M1 v/ Høylandsvegen

Beregningene viser at M1 v/ Høylandsvegen ikke har tilstrekkelig kapasitet i dag, ved å legge ned ytterligere ett Ø1000 rør oppnår man nødvendig kapasitet. Det blir en restkapasitet på ca. 598 l/s. Ved gitte forutsetninger vil kulvertene ha tilstrekkelig kapasitet for et 200-års nedbør etter utbygging, uten fordrøying.

3.5.2 M1 v/ jernbanen

Beregningene viser at M1 v/ jernbanen oppnår tilstrekkelig kapasitet ved tillat oppstuvning 1,2 x kulvertens høyde. Den oppnår da nødvendig kapasitet for et 200-års nedbør etter utbygging, uten fordrøying. Teoretisk kan vannet stuve seg opp 1,8 x kulvertens høyde før flomveien tas i bruk, og kan derfor oppnå en restkapasitet på ca. 753 l/s.

3.5.3 M1 v/ fv. 405

Beregningene viser at M1 v/ fv. 405 ikke har tilstrekkelig kapasitet i dag, ved å legge ned ytterligere ett Ø1000 rør oppnår man nødvendig kapasitet. Det blir en restkapasitet på 677 l/s. Ved gitte forutsetninger vil kulvertene ha tilstrekkelig kapasitet for et 200-års nedbør etter utbygging, uten fordrøying.

3.5.4 M2 v/ jernbanen

Beregningene viser at M2 v/ jernbanen oppnår tilstrekkelig kapasitet ved tillat oppstuvning 1,6 x kulvertens høyde. Den oppnår da nødvendig kapasitet for et 200-års nedbør etter utbygging, uten fordrøying. Teoretisk kan vannet stuve seg opp til 2,7 x kulvertens høyde før flomveien tas i bruk, og kan derfor oppnå en restkapasitet på ca. 2312 l/s.

3.5.5 M2 v/ fv. 405

Beregningene viser at M2 v/ fv. 405 ikke har tilstrekkelig kapasitet i dag, ved å legge ned ytterligere ett Ø1000 rør oppnår man nødvendig kapasitet ved å la vannet stuve seg opp til 1,6 x kulvertens høyde. Den oppnår da nødvendig kapasitet for et 200-års nedbør etter utbygging, uten fordrøying. Teoretisk kan vannet stuve seg opp til 2,0 x kulvertens høyde før flomveien tas i bruk, og kan derfor oppnå en restkapasitet på ca. 1284 l/s.

3.6 Dimensjonering av nye kulverter/stikkrenner

Tabell 3.5 viser dimensjonering av nye kulverter for gjennomføring av bekkedrag igjennom utbyggingsområdene, ref. tegning GH003. Kulvertene er dimensjonert for innløpskontroll. Det betyr at ved dimensjonerende nedbør vil vannstanden ikke overstige kulvertens høyde.

Tabell 3.6: Dimensjonering av nye kulverter/stikkrenner ved Basals beregningsprogram.

Kulvertnr.	Nedslagsfelt	Dimensjonerende vannføring, Q200 [l/s]	Beregnet dimensjon [mm]	Anbefalt dimensjon [mm]
1	N1	1035	903	Ø1000
2	N1	1035	903	Ø1000
3	N1	1035	903	Ø1000
4	N2	280	535	Ø600
5	N3	2364	1249	Ø1400
6	N3	2364	1249	Ø1400
7	N4	1548	1054	Ø1200
8	N5	312	556	Ø600
9	N4 og N5	1860	1135	Ø1200
10	N4 og N5	1860	1135	Ø1200
11	N4 og N5	1860	1135	Ø1200
12	N6	127	389	Ø400
13	N7	53	273	Ø400

3.7 Flomveier

Det kan etableres gode flomveier igjennom planområdet som følge av bratt terreng og et betydelig lengdefall mot Otra. Ref. tegning G004 vil overflatevannet i en flomsituasjon hovedsakelig følge veger, grøfter og bekkedrag. Det understrekes at ingen av tomtene må ligge som en barriere for flomveiene.

På befaring med Vennesla kommune, 27. november 2018, ble det opplyst om problemer med eksisterende flomvei igjennom Høylandsvegen 51. Dette forutsettes utbedret.

4. Konklusjon

4.1 Teoretisk overflateavrenning

Beregningene viser at teoretisk avrenning for nedslagsfelt M1 under hhv. jernbanen og fv. 405 er 1892 l/s og 1923 l/s. Teoretisk avrenning for nedslagsfelt M2 under hhv. jernbanen og fv. 405 er 4848 l/s og 5236 l/s.

4.2 Hydraulisk kapasitet av kulverter

Beregningene viser at eksisterende kulverter under jernbanen i nedslagsfelt M1 og M2 har tilstrekkelig kapasitet for et nedbør med 200-års gjentaksintervall etter utbygging med klimafaktor 1,5. For kulvertene M1 v/ Høylandsvegen, M1 v/ fv. 405 og M2 v/ fv. 405 anbefales det ett ekstra Ø1000 rør i tillegg til eksisterende kulvert for å oppnå tilstrekkelig kapasitet.

Kulvertene som skal føre bekkedragene igjennom utbyggingsområdene varierer fra Ø400 til Ø1400. De er dimensjonert for et 200-års nedbør med innløpskontroll.

Det er beregnet at kulvertene skal ha tilstrekkelig kapasitet for et 200-års nedbør med klimafaktor 1,5 etter utbygging uten at noe av overvannet trenger å fordrøyes.

4.3 Flomveier

Det kan etableres gode flomveier fra utbyggingsområdene helt til Otra. Eksisterende flomveier som tidligere har skapt problemer forutsettes utbedret.

FORELØPIG 03.04.2020
ViaNova Kristiansand AS
Henrik Hansen

Vedlegg;
G001, G002, G003, G004