

PAULEN

ADRESSE COWI A/S
Tordenskjoldsgate 9
4612 Kristiansand

TLF 02694
WWW cowi.no

OVERVANNSHÅNDTERING

Innholdsfortegnelse

1	Inndeling	2
2	Nord - avrenning mot sjø:	2
2.1	Dagens situasjon	2
2.2	Fremtidig situasjon	2
2.3	Dimensjonering felt nord	2
3	Sør – avrenning mot kvartalslekeplass:	3
3.1	Kapasitet 315 PVC	3
3.2	Datainnhenting	4
3.2.1	Arealer (A)	4
3.2.2	Avrenningskoeffisient (φ)	5
3.2.3	IVFkurve	7
3.2.4	Konsentrasjonstid	7
3.3	Tilgjengelig fordrøyingskapasitet.	7
3.4	Beregninger	12
3.5	Diskusjon av resultatene.	13
3.6	Anbefalte tiltak	13

PROJEKTNR.

A042986

DOKUMENTNR.

1

VERSION

6

UDGIVELSESDATO

01.12.21

BESKRIVELSE

Overvann

UDARBEJDET

THTH

KONTROLLERET

SAO

GODKENDT

SAO

1 Inndeling

Planområdet deles i to felt, nord og sør.

Området nord tar for seg nedslagsfeltet på 7200m² som ledes til sjøen helt nord i feltet, området sør dekker resten av planen (25500m²) og tar med seg fordrøyningsbasseng og utløp.

2 Nord - avrenning mot sjø:

2.1 Dagens situasjon

Området innenfor nedslagsfeltet i hovedsak består av skog og jorddekt fjell. Jordet like sør for nedslagsfeltet (V/magasin V4) er i dag en naturlig fordrøying i området. Det samme kan sies om jordet nord for nedslagsfeltet, hvor flompilene nordover ender. Det er i dag ingen kommunale overvannsledninger tilgjengelig for tilkobling. Store deler av nedslagsfelt nord har i dag avrenning mot lekeplass (nedslagsfelt sør).

2.2 Fremtidig situasjon

Den planlagte utbyggingen vil sørge for et lukket overvannssystem som håndterer dagens og fremtidig overvann. Med denne løsningen ledes deler av lekeplassens nedslagsfelt til havet, noe som må sees på som en fordel med tanke på den lange veien til Hustofta.

OV PVC 200 etableres fra O5 til O3, OV PVC-315 etableres fra O3 til O2. Videre fra O2 til utslipp helt nord i feltet behøves en OV400 for å dekke behovet. Denne ledningen slippes til terreng, med naturlig avrenning til sjø. Det er tenkt en fjellborring det siste stykket før overvannet slippes ut, men dette må detaljprosjekteres. Det må vurderes om området hvor overvannet slippes bør ytterligere opparbeides med grøft til sjø. Dette er i dag et dikeområde.

2.3 Dimensjonering felt nord

Vi skal nå gjøre noen enkle beregninger på overvannsmengde, og vise til dimensjoneringen og kapasitet på ledningene. Det er brukt den rasjonelle metoden for å beregne dimensjonerende vannføring (l/s): $Q = \phi \times i \times A \times k_f$.

Q = Dimensjonerende vannføring (l/s)

ϕ = Avrenningskoeffisienten settes til 0,7 for etter utbygging og 0,5 før utbygging.

i = Nedbørsintensitet (l/s x ha) Ved 10min og 25 år = 246,4 l/s x ha

k_f = Klimafaktor settes til 1,4

$A = 0,75 \text{ Ha}$

Dimensjonerende vannføring for hele feltet:

$$Q = 0,7 \times 246,4 \times 0,75 \times 1,4 = 181 \text{ l/s}$$

Dimensjonerende vannføring for hele feltet før utbygging:

$$Q = 0,5 \times 246,4 \times 0,75 \times 1,0 = 92 \text{ l/s}$$

Kapasitet på ledningsnett fra kum O2 og videre til utslipp i sjøen:

PROFIL NR:	DIMENSJON	FALL	KAPASITET
O2 til utslipp	Ø400	10‰	200 l/s

3 Sør – avrenning mot kvartalslekeplass:

I motsetning til felt mot nord hvor man etablerer en trygg vei til sjø, har man for felt sør, utfordringer med overvannets veg mot sjø. Tidligere var det en myr i området, men denne er grunnet rekkefølgekrav i reguleringsplan blitt erstattet med en lekeplass. Konsekvensen av dette er at området, som er et naturlig fordrøingsareal, er bygd opp og fortrent deler av det naturlige fordrøingsarealet. Det er derfor nødvendig med tiltak på kvartalslekeplassen for å sikre en god håndtering av overvann og flomvann.

Videre har man nedstrøms dette området en begrensning ved at alt vann må ledes videre i et 315 mm PVC rør ned til jordet like før FV3908, før videre avrenning i diker til Hustofta. En overløpshendelse vil medføre at vannet renner gjennom hagen til Paulen 9, videre over tunet til Paulen 5 og ned i hagene til Østerøya 173 og 175 før det renner via stikkrenne under FV3908. Dette er naturligvis ikke en ønsket situasjon. Beskrivelse av flomveier og tiltak i de ulike delområdene er beskrevet i rapport "Flomveier".

Grunnet denne begrensningen utføres overvannsberegningene i det videre i "motsatt rekkefølge" i den forstand at metodikken for overvannsberegninger benyttes til å finne hvilke situasjoner feltet i dag takler, og hva man kan forvente av fremtiden.

3.1 Kapasitet 315 PVC

Overvann fra Paulen ledes via en 315 PVC ledning til bekk like nord for FV3908 (m3937).

Kommunen har opplyst om at ledningen faller fra kt 2,1 til kt 1,7 over sine ca. 130 m, noe som gir et fall på 3 ‰. Paulen/Revemyrveien har sitt laveste punkt på ca kt. 4 noe som gir en overhøyde på 1,6 m før overtopping. Laveste punkt i Revemyrveien er like i overkant av kt 4, her skal det være benyttet kantstein med lavere vis for å unngå å øke vannstanden i feltet.

Ved bruk av Darcy-Weisbach, Coolbroke-Whites og Barrs formler får man at denne ledning har en kapasitet på 106 l/s før overtopping.

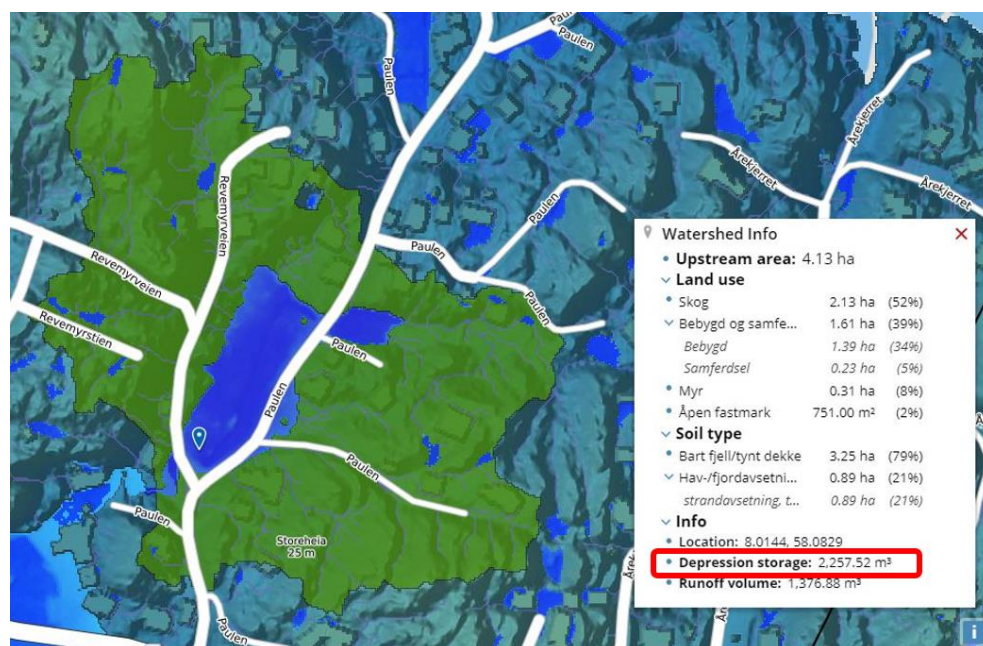
Uten overhøyde har ledningen en kapasitet på 55 l/s som vil være maksimalt utløp fra feltet i situasjoner hvor vannet ikke stuer seg opp.

3.2 Datainnhenting

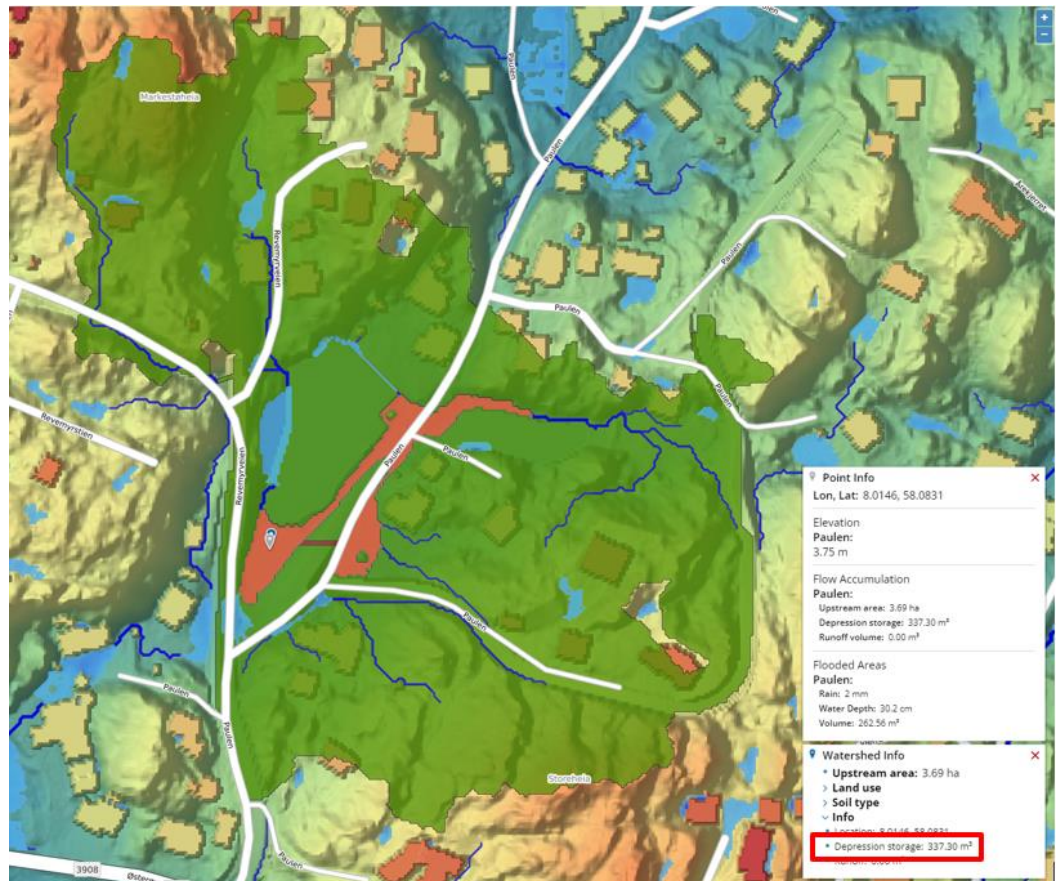
3.2.1 Arealer (A)

For å finne nedbørsfelt er modelleringsverktøyet scalgo benyttet.

Av nedbørsfeltets totale 4,02 ha, ligger 2,55 ha av disse innenfor planområdet. Jf. Figur 1 viser denne 4,13 ha for førsituasjonen. Dette skyldes avrenning fra Revemyrstien som avskjæres av Revemyrveien, men som ikke fanges opp i modell.



Figur 1: Nedbørsfelt før utbygging. Tilgjengelig fordøyning før utbygging markert i tabell.



Figur 2: Nedbørsfelt etter utbygging. Avskjærende veger modellert i modell. Tilgjengelig fordrøyning etter utbygning markert i tabell (uten porevolum). Nedslagsfeltet er noe mindre i fremtidig modell som følge av avskjærende veier som er lagt inn. Innmålt lekeplass lagt inn i beregning.

3.2.2 Avrenningskoeffisient (ϕ)

Det er regnet ut samlet avrenningskoeffisient som følger under, verdier hentet fra kommunens overvannsnorm med kommentarer ved justeringer.

Avrenningsfaktorer er kontrollert for hver enkelt tomt i nedslagsfeltet til fordrøyningsanlegget sør ved lekeplass, se utklipp fra beregning i tabell 2. Kontrollen viser at samlet avrenningsfaktor for tomter er på 0,719.

Samferdsel dekker alle veier, fortau og grøfter, kontroll av arealer for samferdsel er vist i figur 3. Totalt 4100 m² samferdsel med avrenningsfaktor på 0,9. Veigrøfter er på totalt ca 1000 m².

Arealer	før 4,02 ha			etter 4,02 ha			
Land use	ha	%	φ	ha	%	φ	
Skog	2,02	50	0,7	0,15	4	0,7	Stort sett fjell, noe løsmasse. Som intensivt grønt tak Eneboligstrøk til rekkehusstrøk 1800 m ² ny veg Økt koeffisient noe, fortsatt god infiltrasjon
Bebyggd	1,39	35	0,6	3,08	82	0,75	
Samferdse	0,23	6	0,9	0,41	5	0,9	
Myr	0,31	8	0,2	0,31	8	0,3	
Åpen fastm	0,075	2	0,2	0,075	2	0,2	
Avrenningskoeffisient	0,63			0,71			

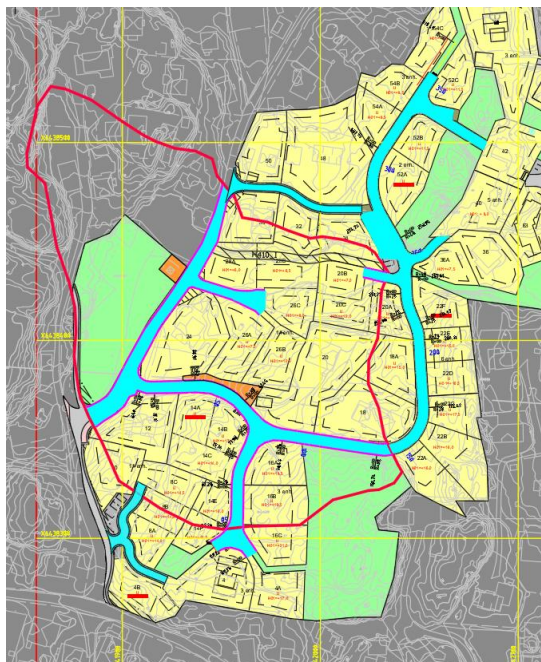
Tabell 1: Samlet avrenningskoeffisienter for hele planområdet.

Byggeområde	Tomt nr	Areal	Utnyttelse m ² BYA	Uthus m ² BYA	Kjørbart areal på tomten	Hageareal på tomten	Terreng/fjell
BFS2	8C	476,6	150	20	29	166,56	111,04
	10 (eksisterende)	624,7	202	20	81		
	12 (eksisterende)	841,1	290	20	111	193,02	128,68
						252,06	168,04
	14A	443,1	150	20	18	153,06	102,04
	14B	436,4	150	20	18	149,04	99,36
	14C	547,3	150	20	18	215,58	143,72
	14D	308,5	150	20	18	72,3	48,2
	14E	340,6	150	20	18	91,56	61,04
	16A	598,2	150	20	25	241,92	161,28
BFS3	16B	654,5	150	20	26	275,1	183,4
						0	0
BFS4	18 (eksisterende)	1220,1	252	20	131	490,26	326,84
	18A	667	180	20	30	262,2	174,8
	20 (eksisterende)	1718,4	352	20	317		
	20A	466,7	150	20	18	617,64	411,76
	20B	397,9	150	20	46	167,22	111,48
	20C	465,6	150	20	84	109,14	72,76
	24 (eksisterende)	1370	260	20	43	126,96	84,64
	26	784,9	192	20	77	628,2	418,8
	26B	654,1	150	20	55	297,54	198,36
	26C	497,4	150	20	18	257,46	171,64
	28A	586,7	150	20	18	185,64	123,76
	28B	674,1	150	20	19	239,22	159,48
	30 (eksisterende)	689,3	240	20	141	291,06	194,04
	32 (eksisterende)	501,2	142	20	117	172,98	115,32
	34 (eksisterende)	692,8	220	20	100	133,32	88,88
AREAL	=	16657,2	4580	500	1576	211,68	141,12
OMRÅDE			BOLIG	UTHUS	KJØRBART	HAGE	TERRENG
Avr.faktor			0,9	0,9	0,9	0,4	0,9
%			0,2749562	0,030017	0,094613741	0,3602478	0,240165214
SAMLET FAKTOR			0,2474606	0,0270153	0,085152367	0,1440991	0,216148692

1

0,71987609

Tabell 2: Kontroll avrenningskoeffisienter tomter til fordøyning sør, viser en samlet faktor på tomter lik 0,719. Disse tomtene er plassert innenfor nedslagsfelt 2,55ha



Figur 3: Viser medtatte arealer på samferdsel. Rød strek viser nedslagsfeltet 2,55ha, mens turkis viser samferdselsarealer. Samferdselsarealer innenfor rød sirkel er medtatt i tabell 1.

3.2.3 IVFkurve

IVF-kurve fra Sømsskleiva 1974-2017 benyttes i beregningene.

3.2.4 Konsentrasjonstid

Feltet er relativt lite, og konsentrasjonstiden settes til 10 minutter. Denne faktoren har uansett relativt liten betydning i beregningene i dette kapittel, da det er begrensninger i rør som setter dimensjonerende avrenning fra nedbørsfeltet.

3.3 Tilgjengelig fordrøyningskapasitet.

Som man kan lese ut fra Figur 1 og Figur 2 (beregninger i Scalgo) reduseres tilgjengelig fordrøyningskapasitet som følge av utbyggingen av lekeplassen fra 2257 m³ til 337 m³. Det forutsettes at av disse 1920 m³ består minst 30% av porevolum som kan benyttes til fordrøying. Den reelle reduksjon settes derfor til 913 m³. Dette forutsetter at fordrøyningsmagasin V1 er etablert.

I kapittel 3.4 beregnes nødvendig fordrøyningsvolum for feltet etter utbygging. Fordrøyningsmagasin som etableres som følge av utbyggingen beskrives under.

Fordrøyning på tomter:

Tomter skal i størst mulig grad håndtere overvannet på egen tomt. Dette løses ved å etablere infiltrasjonskummer på den enkelte tomt. Kummen etableres med ristlokk og drensledninger som legges ut av kum. Sandfang og dykket utløp vil gjøre at man har tilgang og mulighet til å rense kummen. Eventuelt kan det benyttes prefabrikkerte løsninger.

Infiltrasjonssandfanget bør plasseres ved innkjørsel/parkeringsareal foran huset. Man må sørge for at mest mulig overvann ledes til sandfanget, både overflatevann til slukrista samt taknedløp og eventuelt andre overvannsledninger til kummen.

infiltrasjon og fordrøyningskapasiteten for hvert infiltrasjonssandfang er beregnet på følgende måte:

Infiltrasjonssandfanget hviler på en "pute" av egnede masser. Denne vil også ha funksjon som et fordrøyningsmagasin. Infiltrasjonskapasiteten er beregnet som grov sand, som i litteraturen er angitt med en hydraulisk kapasitet på $10^0 - 10^{-4}$ m/s. I beregningene er det benyttet 10^{-3} m/s. I beregningen er det benyttet en sikkerhetsfaktor mot gjentetting i bunn på 0,5.

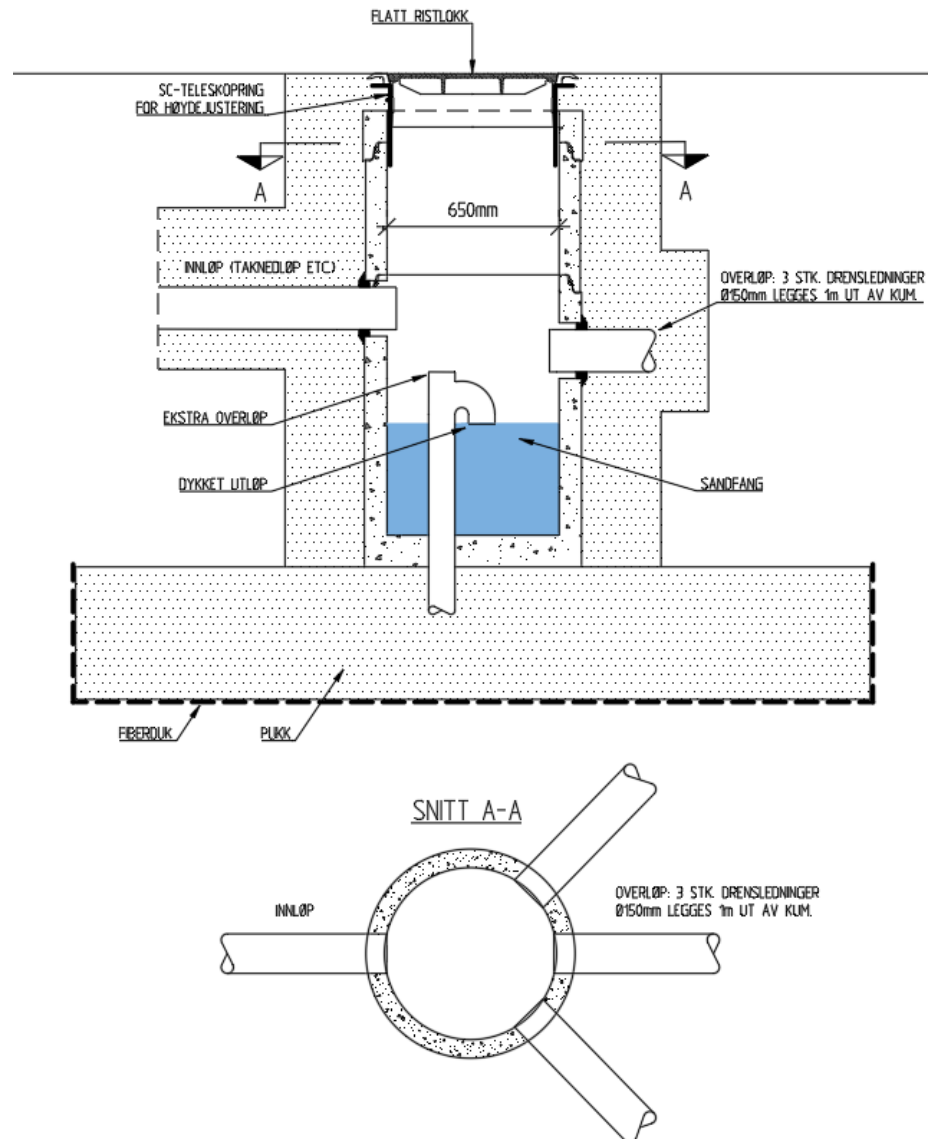
Dette gir følgende resultater:

Størrelse	Infiltrasjonskapasitet	Fordrøyningskapasitet
4 m x 4 m x 1 m	24 l/s	4 m ³

Tabell 3: Infiltrasjonskapasitet

Det er forutsatt at hvert infiltrasjonssandfang etableres på egnede masser. Hvorvidt det må masseutskiftes for å oppnå dette eller om de eksisterende masser kan benyttes må avgjøres i hvert enkelt tilfelle.

Det er totalt 20 stk. nye tomter innenfor nedslagsfeltet til lekeplass og magasin V1. Vi regner da totalt 80 m³ fordrøyning på tomter (20 tomter x 4 m³ = 80 m³).

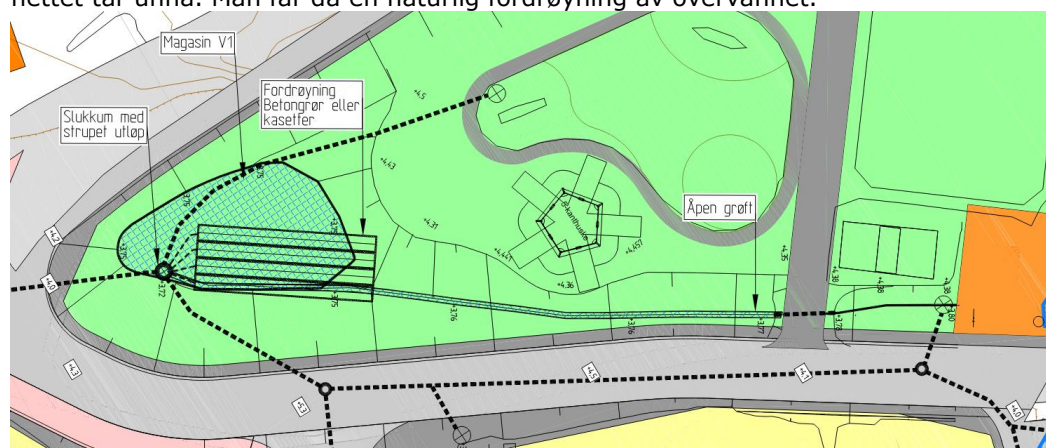


Figur 4: Infiltrasjonssandfang på tomter. Overløp kan etableres som drensledning rundt kum

Åpent magasin V1.

Magasin V1 er plassert like sør for lekeplass, og vil fungere som et åpent fordryningsmagasin med grøft. I bunn av magasin etableres en slukkum Ø1200 m/sandfang (O10). Denne kummen har strupet utløp Ø250, som sørger for at ikke overvannsnettet blir kraftigere belastet etter utbygningen. Dersom utløpet ikke klarer å svelge unna, stiger vannet i kummen og fyller fordryningsmagasinet (92 m³). Dersom dette magasinet går fullt, vil vannet stige opp i det åpne magasinet V1. Vannet kan stige opp til kt. 4,0 før vannet går i flomvei sør-vest mot Hustofta.

Magasinet vil fungere som et basseng som fylles dersom ikke det kommunale nettet tar unna. Man får da en naturlig fordryning av overvannet.



Figur 5: Utklipp fra G002 viser fordryningsmagasin V1 med lekeplass.

Magasin V1

- > Bunn magasin kt. 3,75, topp magasin kt 4,0
- > Beregning av m³ er lagt inn i Scalgo, figur 2



Bilde 1: Viser dagens situasjon fra sørvest før utgravd magasin V1, Grøft vises til venstre for vei 3.

Steinmagasin V2

Tidligere myr lå på kt 3,0 og er nå fylt opp til kt 4,2-4,5. Vi bruker som tidligere kt 4,0 som topp magasineringshøyde. Som gir oss en magasineringsdybde på opp til 1,0 m. Vi bruker et porevolum på 20% på steinfyllingen.

- > Bunn magasin kt. 3,0, topp magasin kt 4,0
- > Totalt 295 m³ beregnet magasineringsvolum.

Steinmagasin V4

Dette er i dag et jorde som i fremtidige planer skal opparbeides til boligbebyggelse (28A, 28B og 20B). Jordet er av entreprenør antatt å være minimum 2 meter til fjell. Dette blir masseutskiftet og løftet med steinfylling. Steinfyllingen vil fungere som et steinmagasin til fordrøyning. Det antas at man masseutskifter ned til kt 2,5 i starten av jordet.



Bilde 2: Viser jordet hvor fremtidig steinmagasin V4 plasseres.

- > Volum beregnes fra kt. 3,4 opp til kt 4,1.
- > Fremtidig bolig på kt 6,0.
- > Magasineringsdybde på 0,7 m og et porevolum på 20%.
- > Totalt 250 m³ fordrøyningsvolum

Magasin V3

Dette er i dag en naturlig forsenkning i terrenget og vil i fremtiden fungere som en naturlig fordrøyning. Sluk plasseres ved overløpet til magasin.

- > Totalt 50 m³ fordrøyningsvolum

Tilgjengelig fordrøyningskapasitet etter utbygging:

Fordrøyning	M³	Kommentar
Tomter – egen fordrøyning	80 m ³	Fordrøyning på tomter 4 m ³ pr. tomt
V1 + området rundt	913 m ³ inkludert porevolum.	Beregnet i scalgo (figur 2)
V2 Steinfylling lekeplass	295 m ³	Drenerer til V1
V3	50 m ³	Drenerer til V1
V4 Steinfylling	250 m ³	Steinmagasin under tomter. Drenerer til V1
Fordrøyningsmagasin Betongrør eller kassetter	Min 92 m ³	Tilkobles kum O10
Totalt	1680 m³	

3.4 Beregninger

Det er utført beregninger over nå-situasjonen og den fremtidige situasjon etter utbygging. Beregning av nødvendig fordrøyningsvolum er utført ved bruk av Aron og Kiblers metode.

Det er beregnet 4 ulike scenarier:

- 0: Nå-situasjonen som gir dagens vannføring lekeplass
- 1: Fordrøyningsbehov for nå-situasjonen uten utbygging
- 2: Fordrøyningsbehov for fremtids-situasjonen uten utbygging
- 3: Fordrøyningsbehov for fremtids-situasjonen med utbygging

Resultatene er vist i Tabell . Markert med grått er 25 års intervallet som er dimensjonerende for dette feltet.

ha	4,02	Scenario 0	4,02	Scenario 1	4,02	Scenario 2	4,02	Scenario 3
φ	0,63	nå-	0,63	utbygging	0,63	utbygging	0,71	utbygging
min	10	situasjon	10		10		10	
kf	1		1		1,4		1,4	
år	l/s	q maxdim	m ³	min	m ³	min	m ³	min
2	365	106	243	60	506	180	647	180
5	461	106	382	90	771	180	998	360
10	525	106	504	180	1021	360	1301	360
20	586	106	624	180	1274	360	1585	360
25	605	106	662	180	1358	360	1680	360
50	665	106	815	360	1611	360	2029	720
100	724	106	990	360	1891	720	2426	720
200	783	106	1170	360	2243	720	2823	720

Tabell 3: Beregnede fordrøyningsbehov ved ulike scenarier.

3.5 Diskusjon av resultatene.

I kap 3.4 fant vi ut at nødvendig fordrøyning i feltet er på totalt 1680 m³. For å oppnå tilstrekkelig fordrøyning må det etableres flere fordrøyninger beskrevet i kap.3.3 på min. 1680 m³. Man har dermed med tiltakene beskrevet i kap.3.3 tilfredsstilt behovet for fordrøyning.

3.6 Anbefalte tiltak

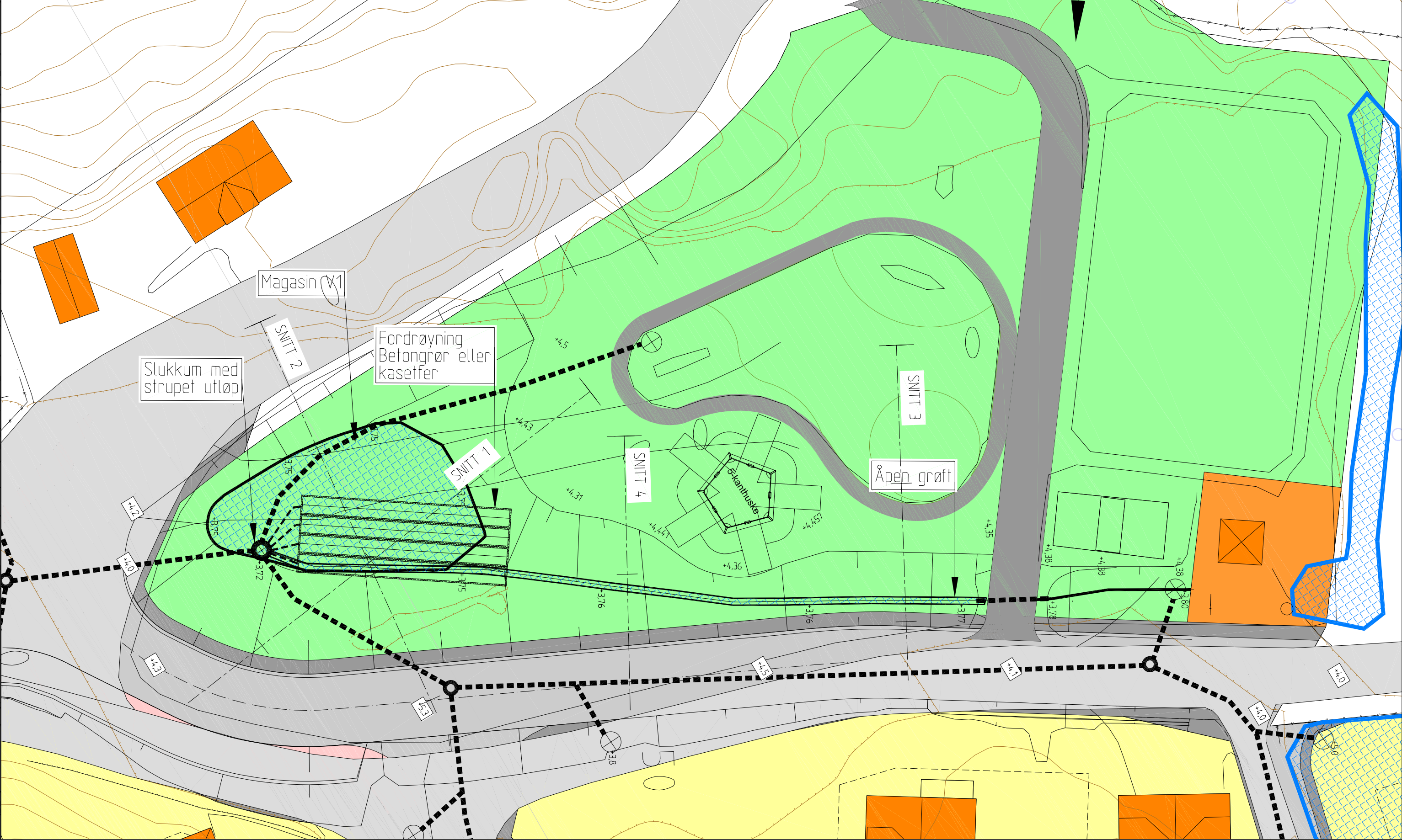
Som vi fant i forrige kap. må det etableres fordrøyningsanlegg for å oppnå tilstrekkelig kapasitet til å håndtere den økte vannmengden utbyggingen og klimapåslaget medfører. Steinmagasin V4 vil sørge for at fordrøyningskapasiteten økes, selv om eksisterende forsenkning i terrenget ved tomt 28A og 28B fylles opp. Man bør også etablere fordrøyningsmagasin på min 92 m³ ved lekeplass.

Det anbefales også å gjøre tiltak på de tomter som etableres. Aktuelle tiltak vil være å sikre i reguleringsbestemmelser at man ikke kan etablere tette dekker over hele tomtene, og at vann fra egen tomt skal ledes til infiltrasjon og fordrøyning på egen tomt.

Det anbefales at det etableres stikk på overvann for tomtene 26A og 26B for å sikre at det ikke blir økt avrenning mot nr.24.

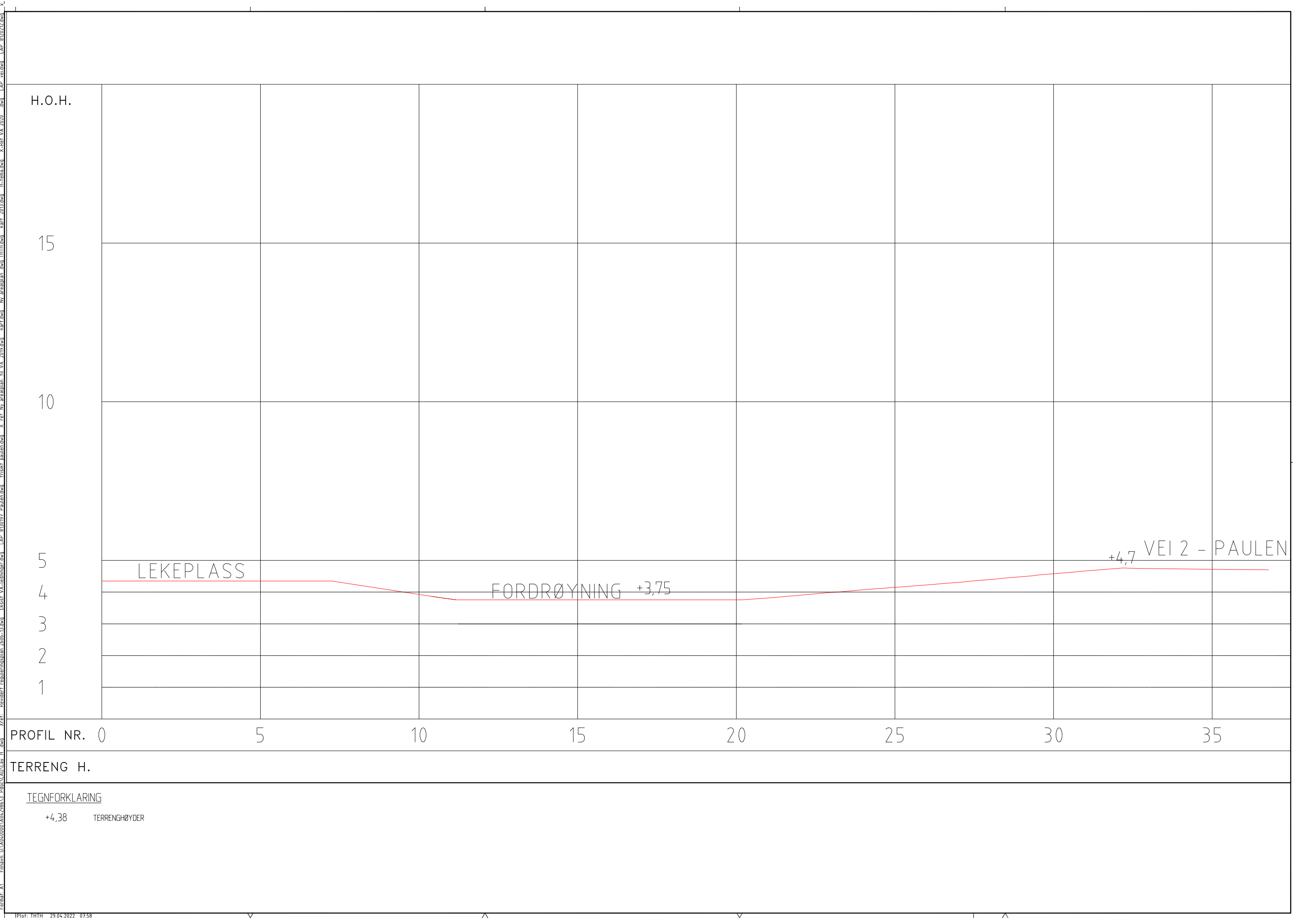
Generelt for alle tomter som i dag for det meste er berg i dagen, har man store muligheter til å gjøre effektive tiltak. Ved å etablere hager med mest mulig mektighet på jordprofilet vil dette området kunne vesentlig forbedre områdenes evne til å holde tilbake vann, både i jordprofilet og undersprengning. Men som nevnt i forrige avsnitt forutsetter dette at man benytter permeable flater på tomtene. Utbygger har signalisert at de ønsker en grønn løsning på utbyggingen, som igjen gir en positiv effekt med tanke på overvannshåndteringen.

Format: A1 | Filnavn: D:\A04\0000\A0429863\Prosj\CAD\Lay H.dwg | Xref: Revidert reguleringsplan 2606-13.dwg | Eksist VA-ledninger.dwg | LAP 8130197 Pallen.dwg | friskt pallen.dwg | X ref: Nu arealplan til VA 2019.dwg | kart.dwg | Nu arealplan.dwg | THTH.dwg | kart 2013.dwg | H-tea.dwg | X-Ref VA 2020.dwg | LAP ved.dwg | LAP 8120272.dwg |

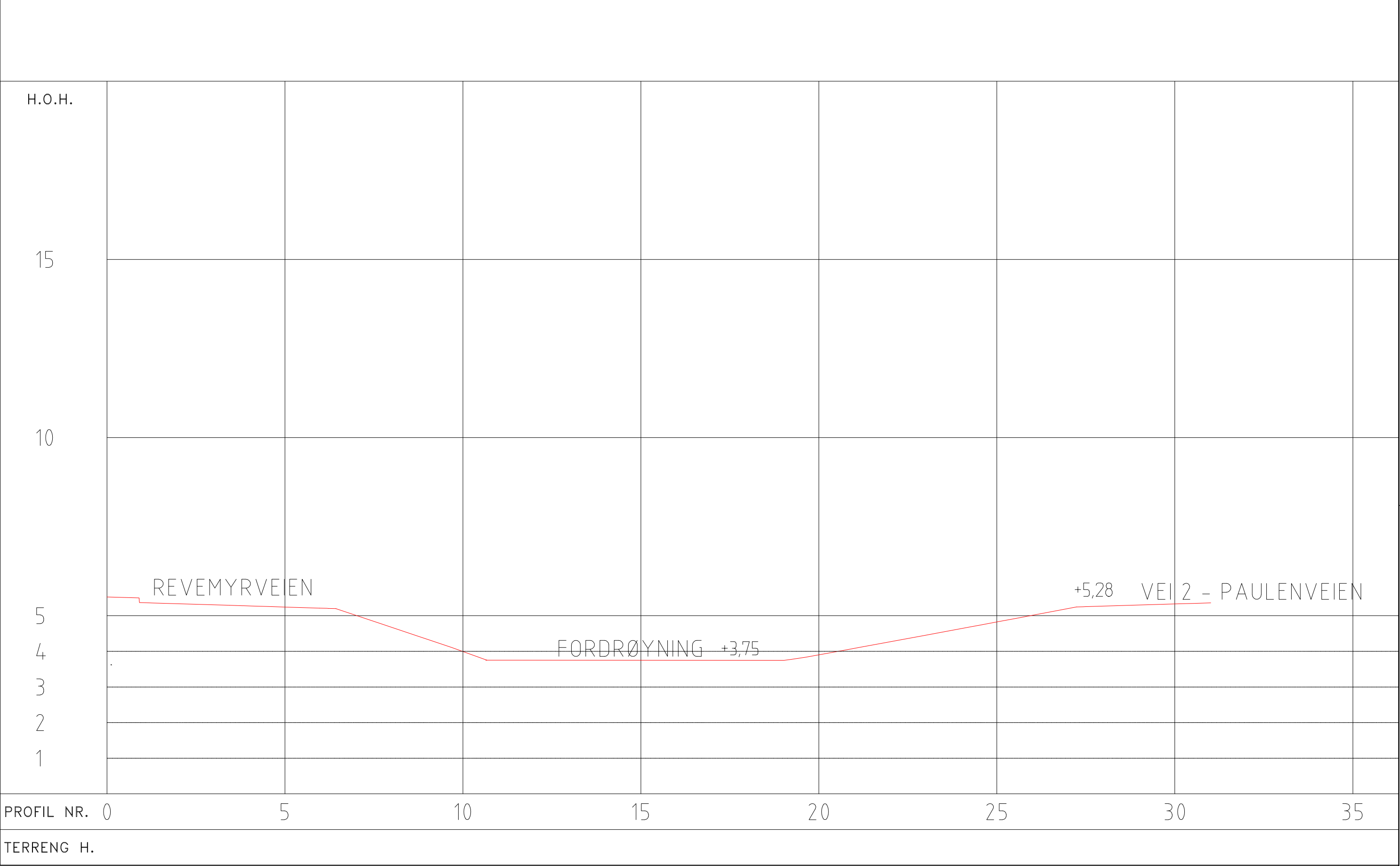


TEGNFORKLARING

- +4,0 VEIHOYDER
- +4,38 TERRENGHOYDER
- OVERVANNsledning



Format: A1 | Filnavn: 0:\A04\000\A042986\3_Plot\CAD\Lay H.dwg | Xref: | Revidert: reguleringsplan 2606-13.dwg | Eksist: VA-ledninger.dwg | LAP: 8130197_Paulenden - friskt.paulenden | X.ref: Nv arealplan til VA 2019.dwg | kart.dwg | Nv arealplan.dwg | THT.dwg | kart.dwg | H-tema.dwg | X-Ref: VA 2020 .dwg | LAP: vedvgn LAP: 8120212.dwg | X-



TEGNFORKLARING

+4,38 TERRENGHØYDER

