

Til: Fredriksten utvikling AS
Fra: Ingeniørfirmaet Svendsen & Co, Anders Due Nordlie
Dato: 29.11.2023

Preliminær rapport for avrenning og overvann - Svinesundplatået

Denne rapporten tar for seg avrenning av overvann fra utbyggingsområdet «Svinesundplatået». Rapporten beskriver avrenningen fra området i dag og hvordan avrenningen blir etter utbygging av området.

Sammendrag

Området er planlagt planert med et fall på ferdig terreng fra nord mot sør.

Overflateavrenningen vil følge det nye terrenget, mens vann som er infiltrert vil følge de opprinnelige dreneringslinjene for området. Da det planlegges for utstrakt bruk av permeable dekker vil det aller meste av overvannet infiltreres og fordrøyes. Restavrenningen fra overflaten må føres til kulvert/rør som går under E6. Dette røret har en beregnet kapasitet på ca. 6500 l/s, noe som er mer enn tilstrekkelig.

I beregningene er det gjort en konservativ tilnærming til utbygging og benyttet en klimafaktor på 50%.

Vår konklusjon er at dette området vil kunne utbygges som planlagt uten at dette vil medføre overvannsproblemer for arealer nedstrøms utbyggingsområdet.

Generelt om området og tiltaket.

Området er lokalisert i Halden kommune. Området består av deler fra flere gårds- og bruks-nummere; 8/4, 9/7, 10/16, 12/1. Det totale arealet er på ca 270.000 m² (27 ha). Tomten er i dag ubebygget.



Fig 1 – Tomtens plassering, markert med oransje.

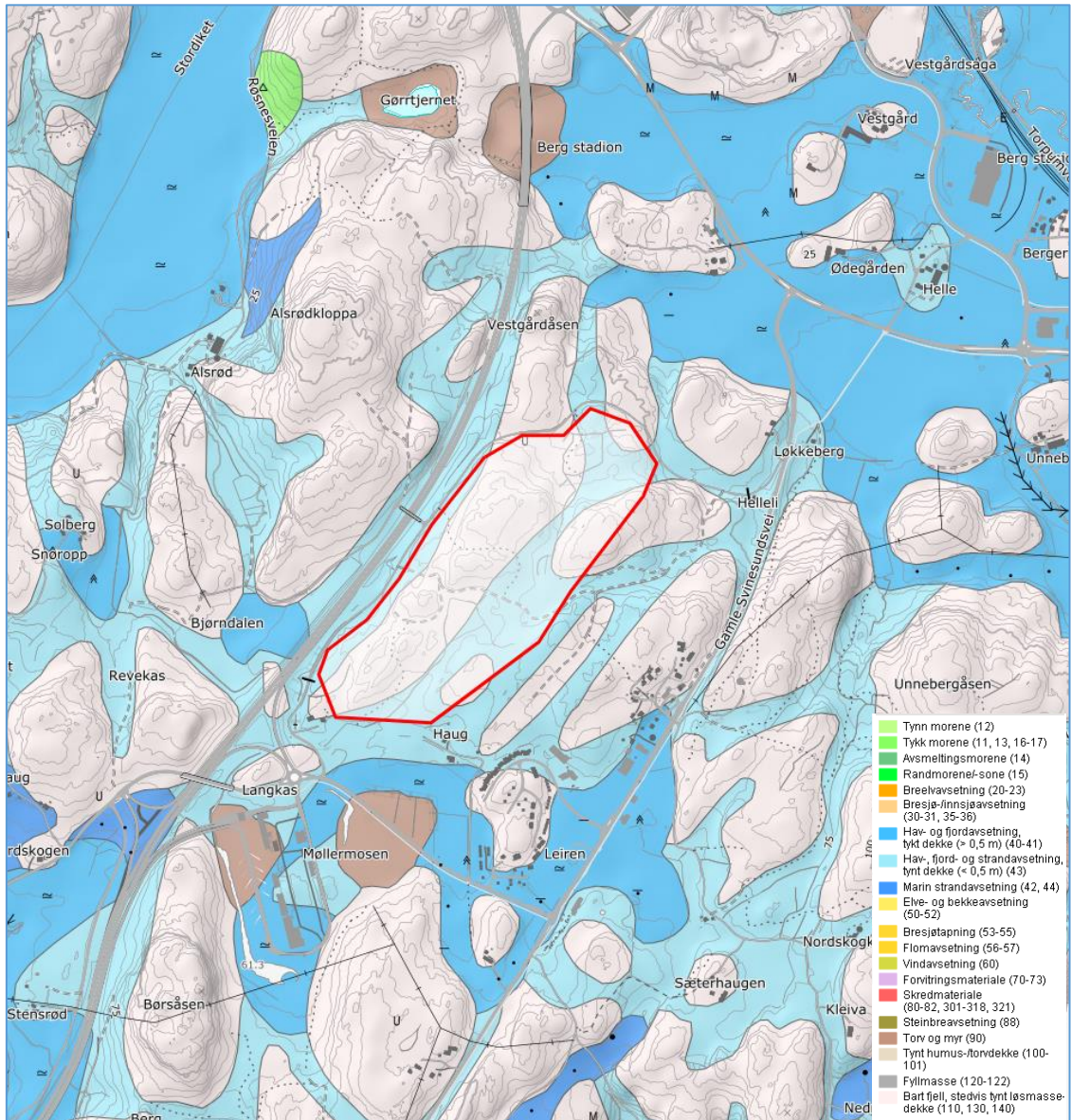


Fig 2 – Løsmassekart, omrisset er omtrentlig. Størsteparten av området er bart-fjell, resten er ulike avsetninger fra hav/fjord – tynt dekke.

NGU sitt løsmassekart viser at tomten er tilnærmet uegnet for infiltrasjon pr i dag. Etter tiltak vil det være store steinfyllinger med gode muligheter for infiltrasjon.

Reguleringsplaner

Gjeldene reguleringsplaner for området er «Områdene langs tidl. E6 fra Svinesund til Hellekleiva, G-600, vedtatt 19.10.2006 og «E6 Riksgrensen-Svingenskogen, G-641, vedtatt 03.10.2002».

Metode

Avrenning i dag – før tiltak.

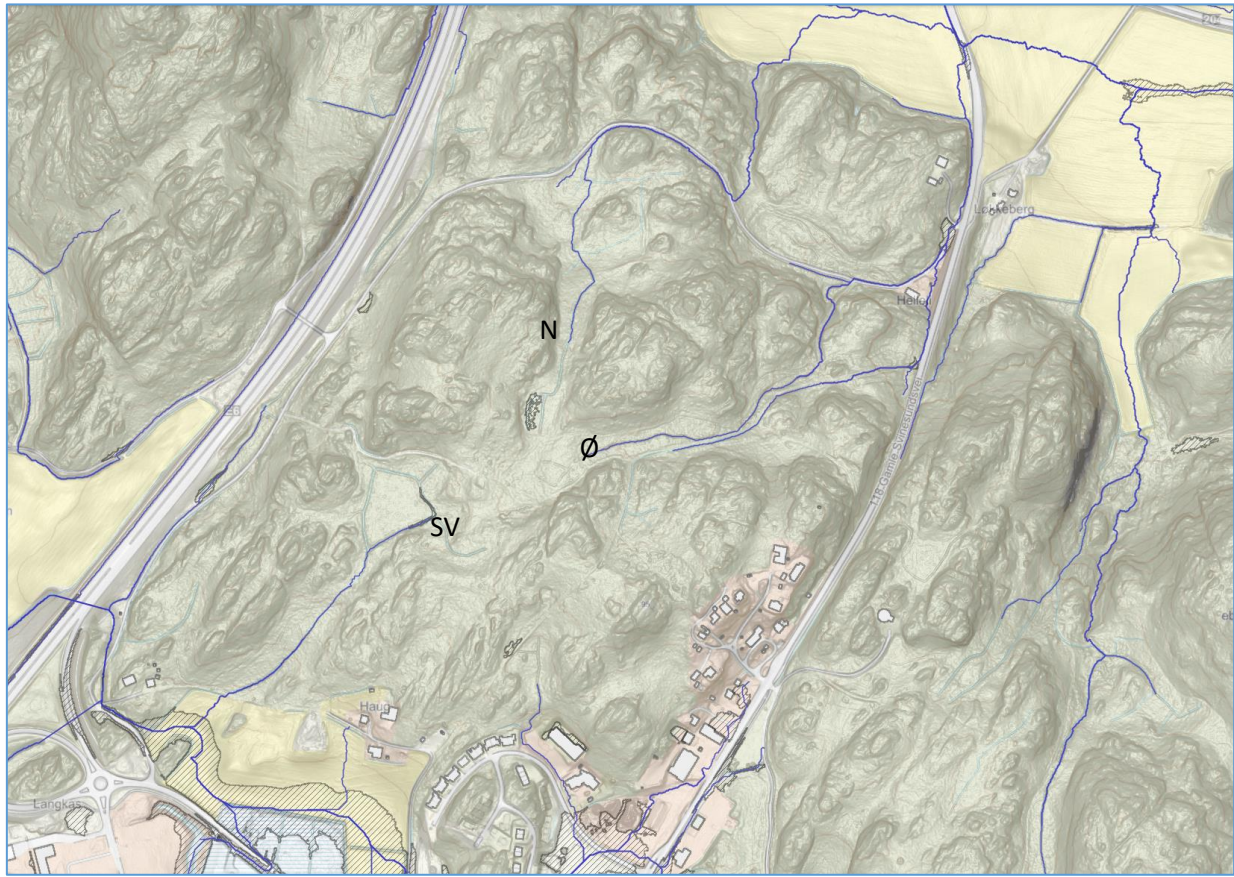


Fig 3 – Figuren viser tre tydelige avrenningslinjer (Ø-N-SV)

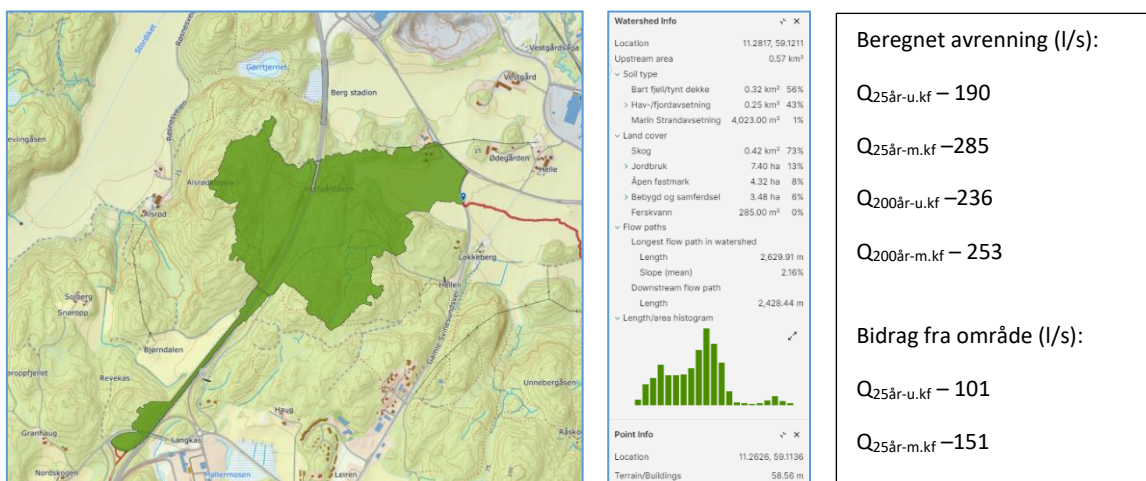


Fig 4 – Figuren viser nedbørfeltet og felldata som omfatter avrenningslinje – N.

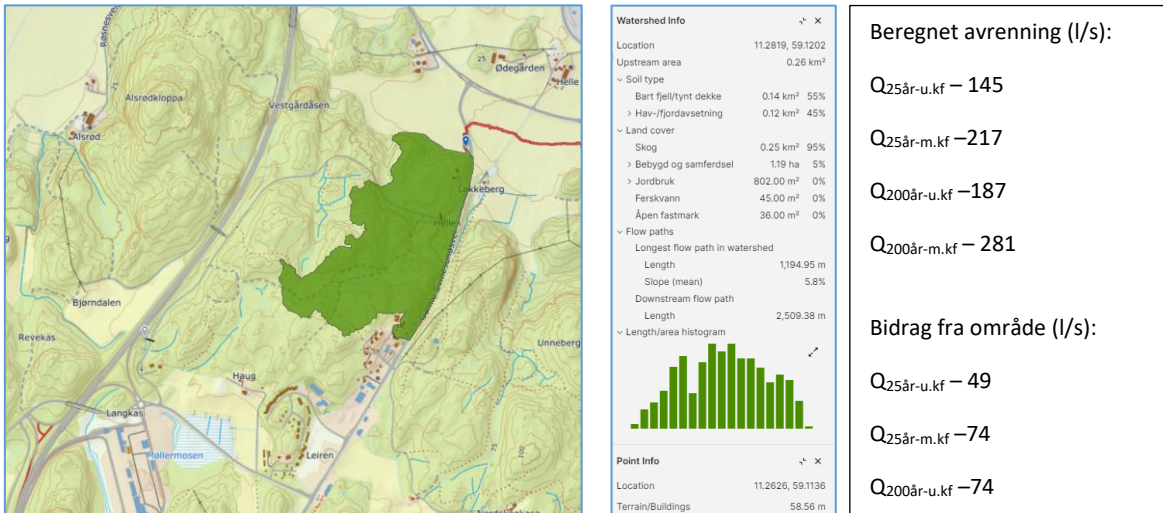


Fig 5 – Figuren viser nedbørfeltet og felldata som omfatter avrenningslinje – Ø.

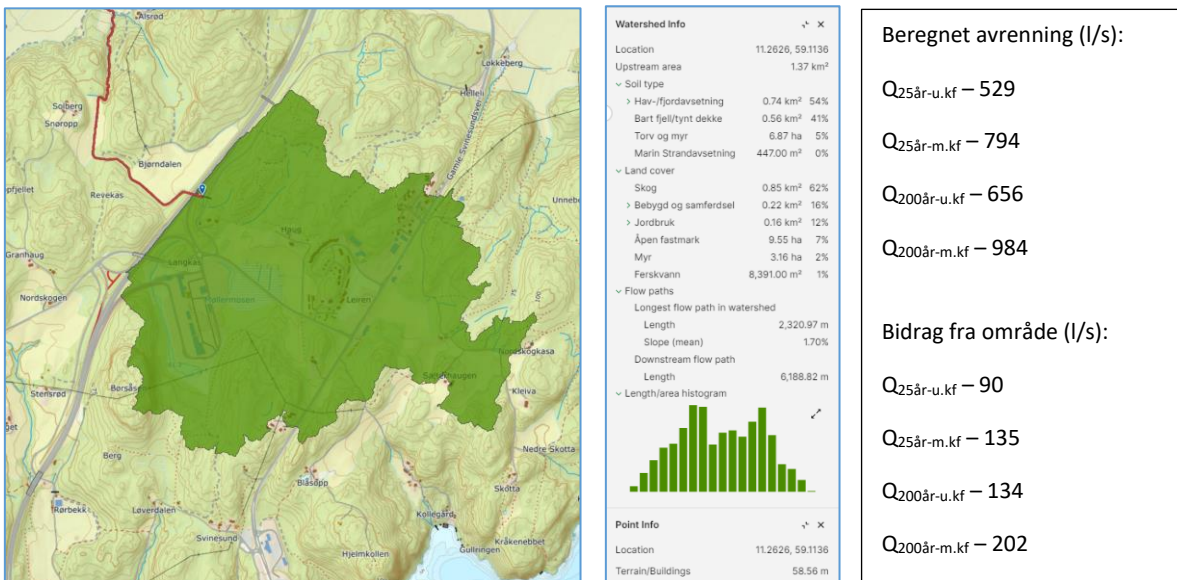


Fig 6 – Figuren viser nedbørfeltet og felldata som omfatter avrenningslinje – SV.

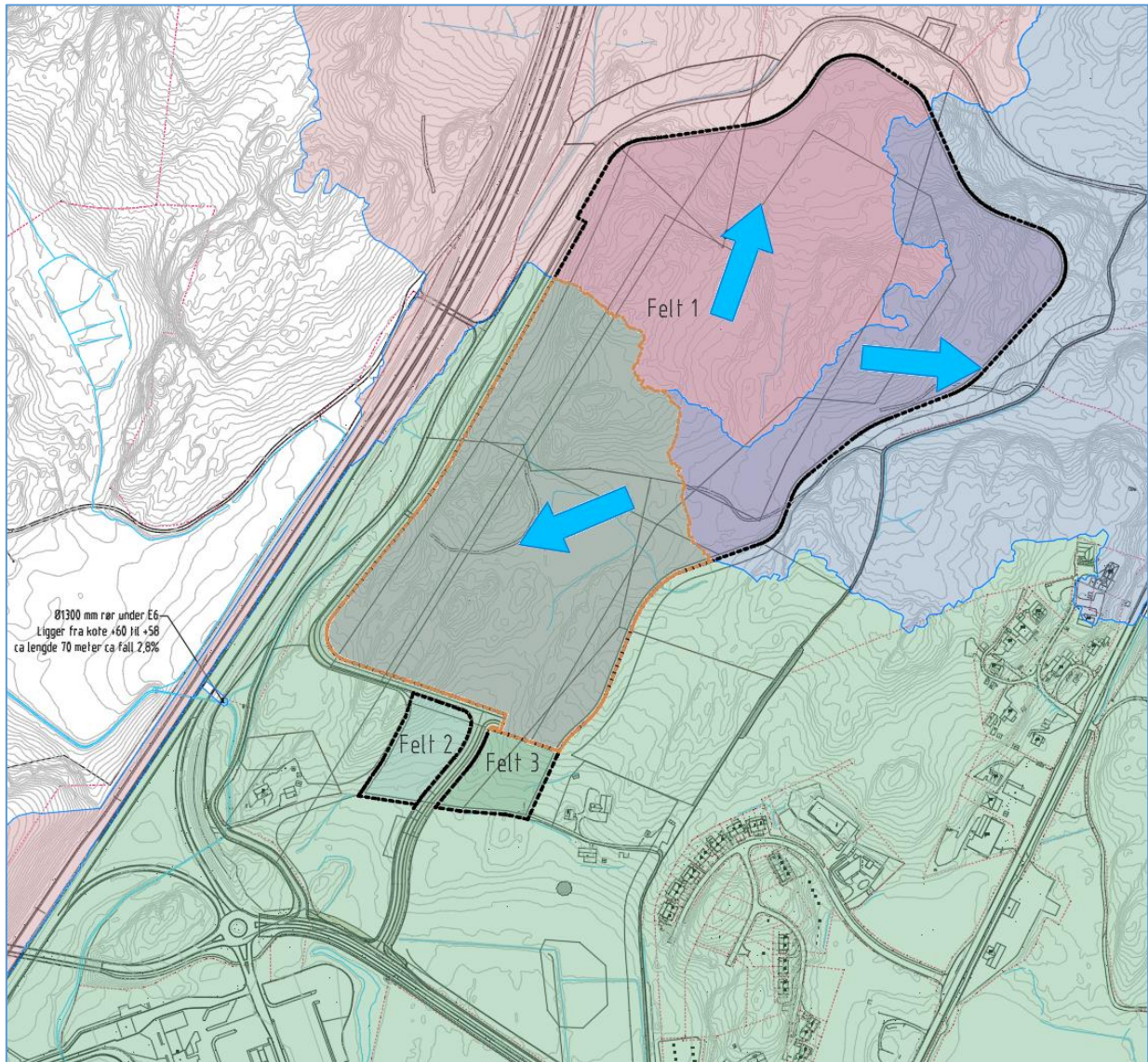


Fig 7 – De blå pilene viser hvilken retning deler av utbyggingsområde har avrenning pr i dag. Oransje stiplede område er det område som har direkte avrenning til rør under E6. Arealet er på 102 000 m².

200 års avrenning med klimafaktor fra Felt 1 som går til rør under E6 er beregnet til ca. 200 l/s, dette gjelder for området før det er planert, bearbeidet og utbygget.

Avrenning etter tiltak

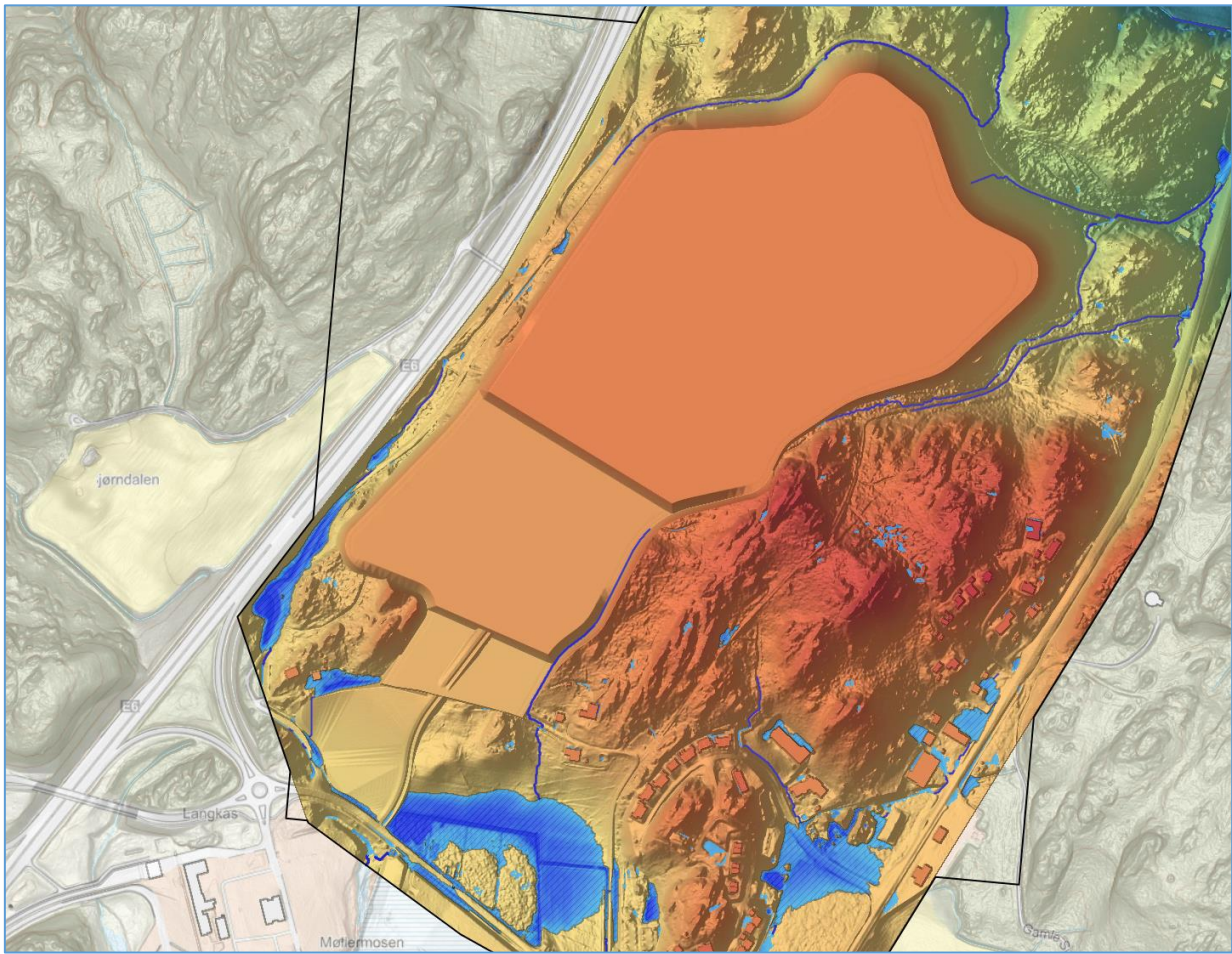


Fig 8 – Figuren viser planlagt planering av område. Blå felt viser hvor det vil kunne oppstå vannansamlinger ved ekstrem nedbør.

Reguleringsplanen åpner for at terrenget vil kunne heves til 81 m o.h. helt i nord, 77 m o.h. i sentrum og 72 m o.h. i sør. En slik landskapsendring vil medføre at vannskillet på terrengoverflaten forskyves nordover, slik at nedbørsfeltet utvides. Terrenget vil bygges opp med sprengsten, og reguleringsplanen krever at store flater som veier og plasser skal dekket med permeable flater. Vann fra takflater vil også fordrøyes og infiltreres lokalt.

Området vil få en avrenning på to plan; avrenning på overflaten og transport av vann som er infiltrert.

Overflateavrenningen vil følge det nye terrenget og ha en retning fra nord mot sør, se fig 9.

Vann som infiltreres vil sige gjennom fyllmasser og følge de opprinnelige dreneringslinjene som vist i fig 3.

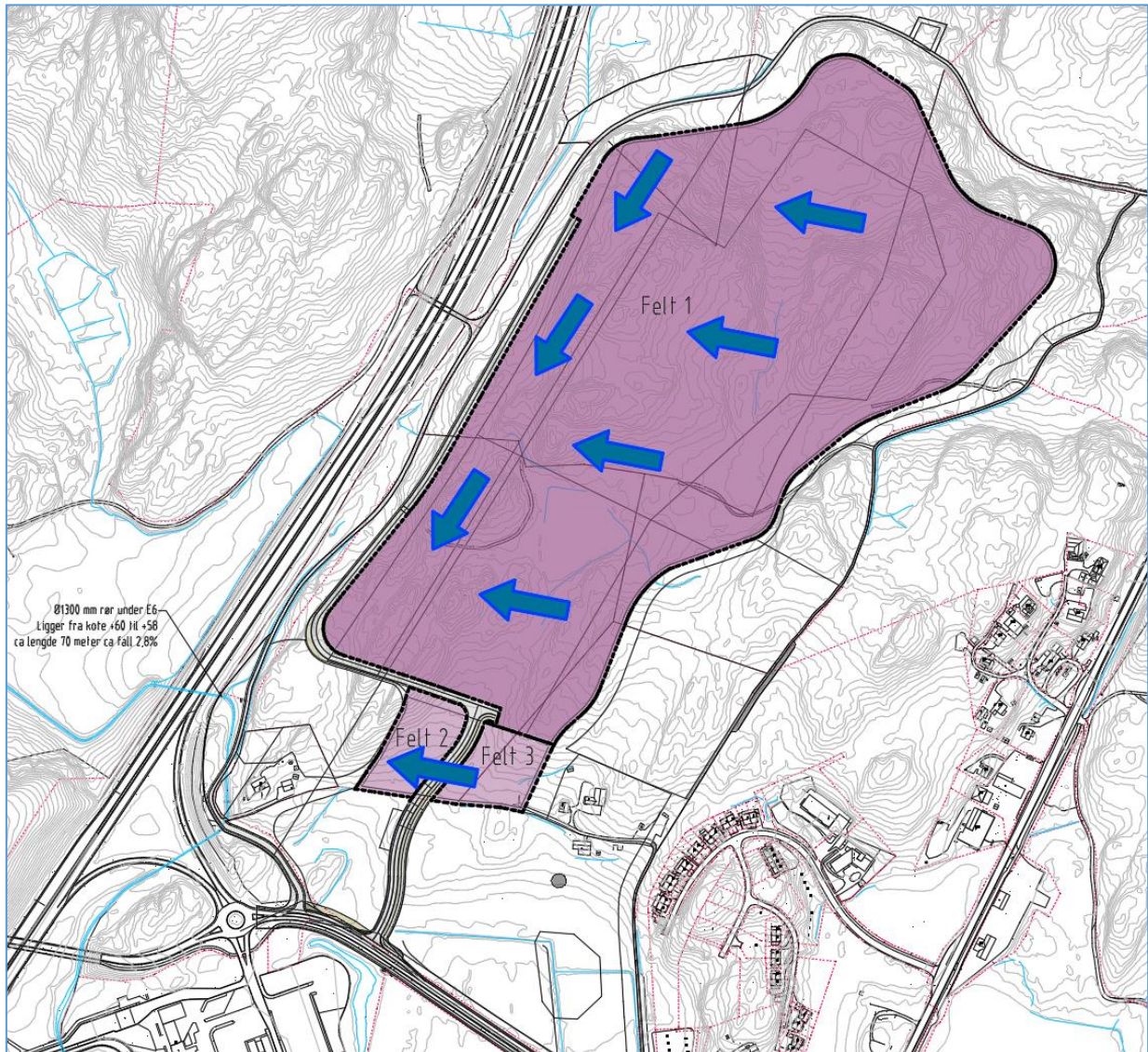


Fig 9 – De blå pilene viser hvilken retning overflateavrenningen vil ha etter planering/bearbeidelse av området.

Avrenning fra det planerte området kan utformes på flere måter. Til grunn for videre beregninger er det benyttet avrenningsmønsteret som vist i figur 9. Dette medfører at overflateavrenning fra deler av utbyggingsområdet, som tidligere hadde retning mot N og Ø, er endret.

Overvannsvurdering

Det er gjeldende overvannsveileder for Halden kommune som gir føringer for hvordan overvann skal håndteres.

4 Til utbyggere - Tekniske krav

I etterfølgende utdypes kommunens krav for overvannshåndtering rettet mot utbyggere.

4.1 Tre-trinns-strategi

Overvannet skal tas hånd om på egen tomt/eiendom. Overvannsløsningen skal baseres på tre-trinns-strategien og overvannet skal primært løses uten påslipp til kommunalt nett. Planlegging i tråd med denne strategien vil gi en robust løsning som håndterer små som store nedbørhendelser på privat og offentlig grunn.

Tre-trinns-strategien:

- | | |
|----------|---|
| Trinn 1. | Infiltrere mindre regn i grøntstrukturen på tomta for å opprettholde naturlig grunnvannstand og vannbalanse i området, dimensjonering 2-årsregn |
| Trinn 2. | Fordrøye og forsinke store regn lokalt - dimensjonering 25-årsregn. |
| Trinn 3. | Ekstreme sjeldne regn ledes trygt på åpne flomveier, dimensjonering 200-årsregn. Flomveier på egen tomt kobles til godkjente flomveier utenfor tomta. |

Fig 10 – Utklipp fra «Overvannsveileder for Halden kommune».

Nedbørdata																
Returperioder(år); Nedbørintensitet i liter pr. sekund pr. hektar(10 000m ²) (l/s*ha)																
3030 FREDRIKSTAD																
Periode: 1970-2013																
Antall sesonger: 30																
Gjentaksintervall [år]	Nedbørintensitet [l/sha]	Regnvarighet [min]														
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720
2	256	227	200	164	119	96	81	64	50	41	30	24	18	11	7	4
5	328	288	254	211	159	131	112	88	71	57	41	30	22	13	8	5
10	375	329	289	242	185	155	132	104	84	68	49	39	26	15	9	6
20	420	368	323	272	210	177	151	119	97	79	56	41	29	17	10	6
25	435	380	334	282	218	184	157	123	101	82	59	43	30	17	10	6
50	479	418	367	311	243	206	176	138	114	92	66	50	34	19	11	7
100	523	455	400	340	267	227	195	153	126	103	73	53	39	21	12	7
200	567	493	433	368	291	249	214	167	139	113	80	68	44	22	12	8

Fig 11 – Nedbørsdata benyttet.

Det samlede arealet for utbyggingsområde er på ca. 270 000 m². Det er gjort beregninger for å dimensjonere hvor stort volum som må etableres for å etterkomme kravene til kommunen.

For å fordrøye et 25-års regn må man holde tilbake store mengder vann for å betjene et såpass stort område.

Under er det beskrevet kort hvordan et slikt volum vil påvirke de forskjellige trinnene i 3-trinns-strategien til kommunen.

Beregningene (se vedlegg V3) gir et fordrøyningsvolum på 7500 m³.

Trinn 1

Dimensjonerende nedbør er 2 års gjentakintervall og avrenningen får ikke overskride 405 l/s. Ved å fordrøye så mye som 7500 m³, vil det ikke være noen avrenning fra et 2 års regn. Dette vil innfri kravet.

Trinn 2

Dimensjonerende nedbør er 25 års gjentakintervall og alt vann skal holdes tilbake/fordrøyes. Ved å fordrøye så mye som 7500 m³, vil det ikke være noen avrenning fra et 25 års regn. Dette vil innfri kravet.

Trinn 3

Dimensjonerende nedbør er 200 års gjentakintervall og avrenningen skal skje i trygge flomveier. Ved å fordrøye så mye som 7500 m³, vil det være en restavrenning på ca. 800 l/s. Denne rest avrenningen vil ha flomvei gjennom røret under E6. Våre simuleringer og beregninger viser at nedbørfeltet som i dag har en samlet avrenning til dette røret, leder 984 l/s (200 år – kf 1,5). Etter utbygging vil flomavrenningen øke til 1482 l/s. Kapasiteten til røret under E6 er 6500 l/s. Det er altså en restkapasitet på dette røret på rett over 5000 l/s. Dette mener vi er en forsvarlig mengde vann å føre videre ved en 200 års hendelse. Vi mener dette innfrir kravet.

Utbyggingsområde etter tiltak			
Overflate	Areal m ²	Avrenningskoef.	Redusert areal m ²
Tak	175500	0.9	157950
Perm	86400	0.4	34560
Asfalt	0	0.9	0
Grønt	8100	0.3	2430
Div	0	0.3	0
Div	0	0.3	0
Totalt	270000	0.72	194940

Fig 12 – Felt utnyttelse og avrenningskoeffisienter.

Det er gjort en konservativ vurdering av arealer nå det er beregnet. Fig 12 viser hvordan området kan utnyttes. Her er det 65% takarealer, 32% permeabelt dekke og 3% grønt. Krav til utformingen av flatene, og mulige prinsipper for fordrøying, infiltrasjon og håndtering av flomavrenning framgår av planbeskrivelsen til "Områdeplan for Svinesundplatået næringsområde, G-726».

Dersom man ønsker en høyere utnyttelsesgrad og har f.eks. 80% takarealer må fordrøyningsvolumet øke. Volumet vil da øke til 8700m³.

I forhold til volumer kan 7500 m³ virke som stort. Hvis man bygger permeabelt dekke på 86400 m² og dette har en underbygging på 30 cm – vil dette gi et volum på 8640 m³.

Med de store masseforflytningene som det vil være i forbindelse med planering og bearbeiding av området antar vi at det vil være en realitet med flere meter oppbygging med drenerende masser og det vil høyst sannsynlig være tilgjengelig fordrøyningsvolumer mange ganger større enn påkrevd.

VEDLEGG - Beregninger

For beregning av vannmengder er den rasjonale formelen benyttet:

$$Q = \phi \times A \times I \times kf$$

Q = vannmengde (l/s)

ϕ = avrenningskoeffisient

A = areal (ha)

I = nedbørintensitet (l/s×ha)

kf = klimafaktor, satt til 1,4

Kapasitet på røret under E6.

Diameter 1300 mm

Lengde på røret – 70m

Fall på røret – ca. 2%

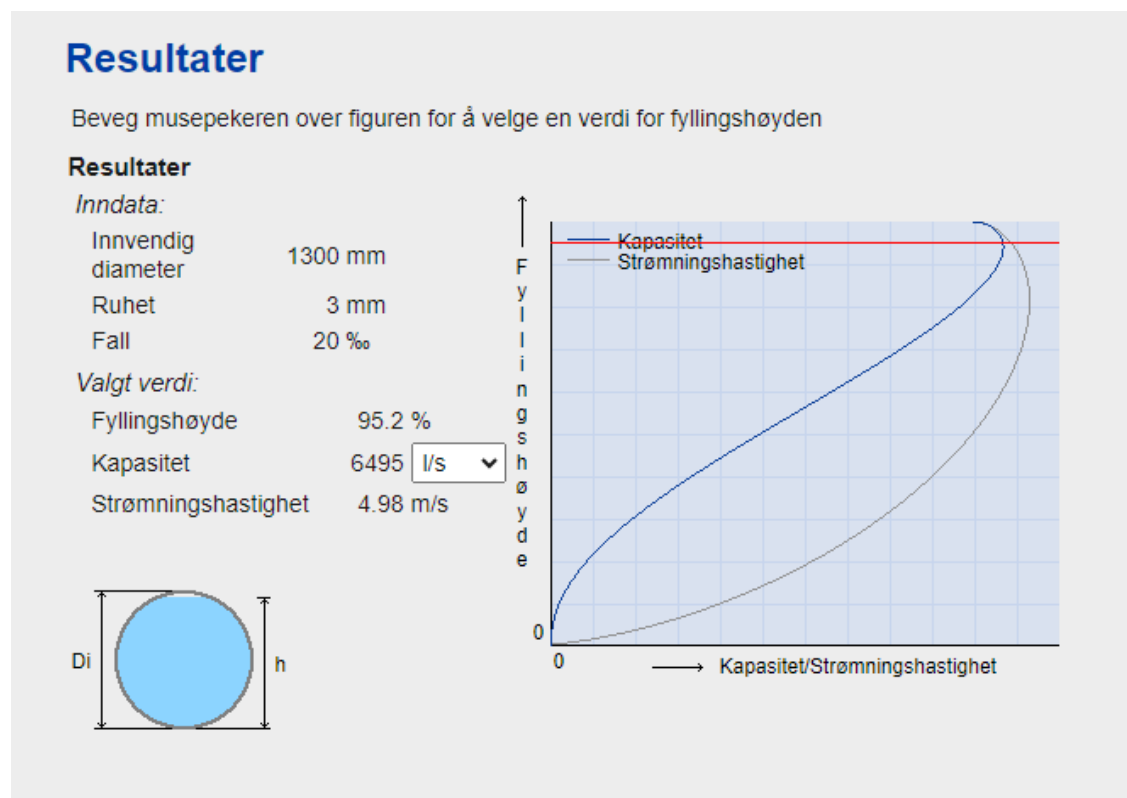


Fig V1 – Kapasitet på røret under E6 er beregnet til å være ca. 6500 l/s.

Denne siden viser beregninger for avrenning - N

Hele nedbørfelt (N) før tiltak			
Overflate	Areal m ²	Avrenningskoef.	Redusert areal m ²
Skog	420000	0.3	126000
Bebyggd	34800	0.7	24360
Jordbruk	74000	0.3	22200
Fastmark	43200	0.4	17280
Myr	0	0.3	0
Vann	285	0.3	86
Totalt	572285	0.33	189926

Bidrag fra utbyggingsområde til nedbørfelt (N) før tiltak			
Overflate	Areal m ²	Avrenningskoef.	Redusert areal m ²
Skog	110000	0.3	33000
Bebyggd	1695	0.7	1187
Jordbruk	0	0.3	0
Fastmark	0	0.4	0
Myr	0	0.3	0
Vann	0	0.3	0
Totalt	111695	0.31	34187

Beregnet avrenning mot N - før tiltak

Areal:	57.2285 ha
Avrenningsfaktor:	0.33
Konsentrasjonstid:	720 min

Beregning av maksimal avrenning (Q _{maks}) i liter/sekund				Beregning uten bruk av klimafaktor																	
Areal:		572285 m ²		Avrenningsfaktor:		0.33		Konsentrasjonstid:		720 min		Klimafaktor:						1.0			
Liter/sekund		Regnvarighet (min)																			
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440				
Gjentaksintervall (år)	2	7	12	16	22	31	38	43	51	59	64	70	74	83	100	129	80				
	5	9	15	20	28	42	52	59	69	84	91	98	95	106	126	154	97				
	10	10	17	23	32	49	61	69	82	100	108	116	123	121	143	171	106				
	20	11	19	26	36	55	70	80	94	115	125	134	130	135	160	186	116				
	25	11	20	26	37	58	73	83	98	120	130	139	136	140	164	190	120				
	50	13	22	29	41	64	81	93	109	135	146	156	158	161	180	205	129				
	100	14	24	32	45	70	90	103	121	150	162	174	168	185	197	220	139				
	200	15	26	34	49	77	98	113	132	165	178	191	215	209	213	236	148				

Beregning av maksimal avrenning (Q _{maks}) i liter/sekund				Beregning med bruk av klimafaktor																	
Areal:		572285 m ²		Avrenningsfaktor:		0.33		Konsentrasjonstid:		720 min		Klimafaktor:						1.5			
Liter/sekund		Regnvarighet (min)																			
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440				
Gjentaksintervall (år)	2	10	18	24	33	47	57	64	76	89	97	105	112	125	150	194	120				
	5	13	23	30	42	63	78	88	104	126	136	147	142	159	189	231	145				
	10	15	26	34	48	73	92	104	123	150	162	174	185	182	215	256	160				
	20	17	29	38	54	83	105	119	141	173	187	200	195	203	239	279	174				
	25	17	30	40	56	86	109	124	146	180	195	209	204	210	246	285	179				
	50	19	33	44	61	96	122	139	164	203	219	235	237	242	271	308	194				
	100	21	36	47	67	106	135	154	181	225	243	260	252	278	295	330	208				
	200	22	39	51	73	115	147	169	199	247	268	286	323	313	319	353	222				

Beregnet avrenning mot N - kun bidrag fra utbyggingsområde

Areal:	11.1695 ha
Avrenningsfaktor:	0.31
Konsentrasjonstid:	180 min
Klimafaktor:	1.5

Beregning av maksimal avrenning (Q _{maks}) i liter/sekund				Beregning uten bruk av klimafaktor																	
Areal:		111695 m ²		Avrenningsfaktor:		0.31		Konsentrasjonstid:		180 min		Klimafaktor:						1.0			
Liter/sekund		Regnvarighet (min)																			
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440				
Gjentaksintervall (år)	2	5	9	11	16	23	27	31	36	43	46	51	54	60	36	23	14				
	5	6	11	14	20	30	37	42	50	60	65	70	68	76	45	28	17				
	10	7	12	16	23	35	44	50	59	72	78	84	89	87	52	31	19				
	20	8	14	18	26	40	50	57	68	83	90	96	93	97	57	34	21				
	25	8	14	19	27	41	52	60	70	86	94	100	98	101	59	34	22				
	50	9	16	21	29	46	59	67	79	97	105	113	114	116	65	37	23				
	100	10	17	23	32	51	65	74	87	108	117	125	121	133	71	40	25				
	200	11	19	25	35	55	71	81	95	119	128	137	155	150	77	42	27				

Beregning av maksimal avrenning (Q _{maks}) i liter/sekund				Beregning med bruk av klimafaktor																	
Areal:		111695 m ²		Avrenningsfaktor:		0.31		Konsentrasjonstid:		180 min		Klimafaktor:						1.5			
Liter/sekund		Regnvarighet (min)																			
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440				
Gjentaksintervall (år)	2	7	13	17	23	34	41	46	55	64	70	76	80	90	54	35	22				
	5	9	16	22	30	45	56	64	75	90	98	106	103	114	68	42	26				
	10	11	19	25	35	53	66	75	88	108	117	126	133	131	77	46	29				
	20	12	21	28	39	60	76	86	101	124	135	144	140	146	86	50	31				
	25	12	22	29	40	62	79	90	105	130	140	151	147	151	89	51	32				
	50	14	24	31	44	69	88	100	118	146	158	169	171	174	97	55	35				
	100	15	26	34	48	76	97	111	131	162	175	187	181	200	106	59	37				
	200	16	28	37	52	83	106	122	143	178	193	206	232	226	115	64	40				

Denne siden viser beregninger for avrenning - Ø

Hele nedbørfelt (Ø) før tiltak			
Overflate	Areal m2	Avrenningskoef.	Redusert areal m2
Skog	250000	0.3	75000
Bebyggd	11900	0.7	8330
Jordbruk	800	0.3	240
Fastmark	45	0.4	18
Myr	0	0.3	0
Vann	36	0.3	11
Totalt	262781	0.32	83599

Bidrag fra utbyggingsområde til nedbørfelt (Ø) før tiltak			
Overflate	Areal m2	Avrenningskoef.	Redusert areal m2
Skog	55687	0.3	16706
Bebyggd	0	0.7	0
Jordbruk	0	0.3	0
Fastmark	0	0.4	0
Myr	0	0.3	0
Vann	0	0.3	0
Totalt	55687	0.30	16706

Beregnet avrenning mot Ø - før tiltak.

Areal:	26.2781 ha
Avrenningsfaktor:	0.32
Konsentrasjonstid:	360 min

Beregning av maksimal avrenning (Q_{maks}) i liter/sekund

Beregning uten bruk av klimafaktor

Areal:		262781 m ²		Avrenningsfaktor:		0.32		Konsentrasjonstid:		360 min		Klimafaktor:		1.0			
Liter/sekund	Gjentakelsesintervall (år)	Regnvarighet (min)															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	2	6	11	14	19	28	34	38	45	52	57	62	65	73	88	57	35
5	5	8	13	18	25	37	46	52	61	74	80	86	84	93	111	68	43
10	10	9	15	20	28	43	54	61	72	88	95	102	109	107	126	75	47
20	20	10	17	23	32	49	62	70	83	101	110	118	114	119	140	82	51
25	25	10	18	23	33	51	64	73	86	106	114	123	120	123	145	84	53
50	50	11	19	26	36	56	72	82	96	119	129	138	139	142	159	90	57
100	100	12	21	28	39	62	79	90	106	132	143	153	148	163	173	97	61
200	200	13	23	30	43	68	87	99	117	145	157	168	189	184	187	104	65

Beregning av maksimal avrenning (Q_{maks}) i liter/sekund

Beregning med bruk av klimafaktor

Areal:		262781 m ²		Avrenningsfaktor:		0.32		Konsentrasjonstid:		360 min		Klimafaktor:		1.5			
Liter/sekund	Gjentakelsesintervall (år)	Regnvarighet (min)															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	2	9	16	21	29	42	50	57	67	79	85	93	98	110	132	85	53
5	5	11	20	27	37	55	69	78	92	111	120	129	125	140	167	102	64
10	10	13	23	30	42	64	81	92	108	132	143	154	163	160	189	113	70
20	20	15	26	34	47	73	92	105	124	152	164	176	171	179	211	123	76
25	25	15	26	35	49	76	96	110	129	158	172	184	180	185	217	125	79
50	50	17	29	38	54	84	107	123	144	178	193	207	209	213	238	135	85
100	100	18	32	42	59	93	119	136	160	198	214	229	222	245	260	145	92
200	200	20	34	45	64	101	130	149	175	218	236	252	284	276	281	155	98

Beregnet avrenning mot Ø - kun bidrag fra utbyggingsfeltet

Areal:	5.5687 ha
Avrenningsfaktor:	0.30
Konsentrasjonstid:	180 min
Klimafaktor:	1.5

Beregning av maksimal avrenning (Q_{maks}) i liter/sekund

Beregning uten bruk av klimafaktor

Areal:		55687 m ²		Avrenningsfaktor:		0.30		Konsentrasjonstid:		180 min		Klimafaktor:		1.0			
Liter/sekund	Gjentakelsesintervall (år)	Regnvarighet (min)															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	2	2	4	6	8	11	13	15	18	21	23	25	26	29	18	11	7
5	5	3	5	7	10	15	18	21	24	29	32	34	33	37	22	14	9
10	10	3	6	8	11	17	22	24	29	35	38	41	43	43	25	15	9
20	20	4	7	9	13	19	25	28	33	41	44	47	46	48	28	16	10
25	25	4	7	9	13	20	26	29	34	42	46	49	48	49	29	17	11
50	50	4	8	10	14	23	29	33	38	48	51	55	56	57	32	18	11
100	100	5	8	11	16	25	32	36	43	53	57	61	59	65	35	19	12
200	200	5	9	12	17	27	35	40	47	58	63	67	76	74	37	21	13

Beregning av maksimal avrenning (Q_{maks}) i liter/sekund

Beregning med bruk av klimafaktor

Areal:		55687 m ²		Avrenningsfaktor:		0.30		Konsentrasjonstid:		180 min		Klimafaktor:		1.5			
Liter/sekund	Gjentakelsesintervall (år)	Regnvarighet (min)															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	2	4	6	8	11	17	20	23	27	31	34	37	39	44	26	17	11
5	5	5	8	11	15	22	27	31	37	44	48	52	50	56	33	20	13
10	10	5	9	12	17	26	32	37	43	53	57	61	65	64	38	23	14
20	20	6	10	13	19	29	37	42	50	61	66	71	68	71	42	25	15
25	25	6	11	14	20	30	38	44	52	63	69	74	72	74	43	25	16
50	50	7	12	15	22	34	43	49	58	71	77	83	84	85	48	27	17
100	100	7	13	17	24	37	47	54	64	79	86	92	89	98	52	29	18
200	200	8	14	18	26	41	52	59	70	87	94	101	114	110	56	31	20

Denne siden viser beregninger for avrenning - SV

Hele nedbørfelt (SV) før tiltak			
Overflate	Areal m ²	Avrenningskoef.	Redusert areal m ²
Skog	850000	0.3	255000
Bebyggd	220000	0.8	176000
Jordbruk	160000	0.3	48000
Fastmark	95500	0.4	38200
Myr	31600	0.3	9480
Vann	8391	0.3	2517
Totalt	1365491	0.39	529197

Bidrag fra utbyggingsområde til nedbørfelt (SV) før tiltak			
Overflate	Areal m ²	Avrenningskoef.	Redusert areal m ²
Skog	101838	0.3	30551
Bebyggd	0	0.7	0
Jordbruk	0	0.3	0
Fastmark	0	0.4	0
Myr	0	0.3	0
Vann	0	0.3	0
Totalt	101838	0.30	30551

Beregnet avrenning mot SV - før tiltak

Areal:	136.5491 ha
Avrenningsfaktor:	0.39
Konsentrasjonstid:	720 min

Beregning av maksimal avrenning (Q_{maks}) i liter/sekund

Areal:		1365491 m ²		Avrenningsfaktor:		0.39		Konsentrasjonstid:		720 min		Klimafaktor:		1.0			
Liter/sekund	Gjennomsnitt (år)	Regnvarighet (min)															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	2	19	33	44	60	88	106	119	141	166	179	196	207	232	278	360	222
5	5	24	42	56	78	117	145	164	194	233	253	273	265	295	352	429	270
10	10	28	48	64	89	136	170	194	228	278	301	324	344	337	400	476	296
20	20	31	54	71	100	154	195	222	262	321	347	372	362	377	445	519	323
25	25	32	56	74	103	160	203	231	272	334	362	388	379	390	458	529	333
50	50	35	61	81	114	178	227	259	305	376	407	436	441	450	503	572	360
100	100	38	67	88	125	196	250	286	337	418	452	484	467	516	548	614	386
200	200	42	72	95	135	214	274	314	369	460	497	531	600	582	593	656	413

Beregning av maksimal avrenning (Q_{maks}) i liter/sekund

Areal:		1365491 m ²		Avrenningsfaktor:		0.39		Konsentrasjonstid:		720 min		Klimafaktor:		1.5			
Liter/sekund	Gjennomsnitt (år)	Regnvarighet (min)															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	2	28	50	66	91	132	159	179	212	249	269	294	311	347	417	540	333
5	5	36	64	84	116	175	217	246	290	350	379	409	397	443	528	643	405
10	10	41	72	96	134	204	256	290	342	417	451	486	516	506	599	714	445
20	20	46	81	107	150	232	292	333	392	481	521	559	542	566	667	778	484
25	25	48	84	110	155	240	304	347	408	502	543	582	569	585	687	794	500
50	50	53	92	121	171	267	340	388	457	565	611	654	661	675	754	857	540
100	100	58	100	132	187	294	375	430	505	627	678	725	701	774	822	921	579
200	200	63	109	143	203	321	411	471	554	690	746	797	900	873	889	984	619

Beregnet avrenning mot SV - kun bidrag fra utbyggingsområde

Areal:	10.1838 ha
Avrenningsfaktor:	0.30
Konsentrasjonstid:	180 min
Klimafaktor:	1.5

Beregning av maksimal avrenning (Q_{maks}) i liter/sekund

Areal:		101838 m ²		Avrenningsfaktor:		0.30		Konsentrasjonstid:		180 min		Klimafaktor:		1.0			
Liter/sekund	Gjennomsnitt (år)	Regnvarighet (min)															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	2	4	8	10	14	20	25	28	33	38	41	45	48	53	32	21	13
5	5	6	10	13	18	27	33	38	45	54	58	63	61	68	41	25	16
10	10	6	11	15	21	31	39	45	53	64	69	75	79	78	46	27	17
20	20	7	12	16	23	36	45	51	60	74	80	86	84	87	51	30	19
25	25	7	13	17	24	37	47	53	63	77	84	90	88	90	53	31	19
50	50	8	14	19	26	41	52	60	70	87	94	101	102	104	58	33	21
100	100	9	15	20	29	45	58	66	78	97	104	112	108	119	63	35	22
200	200	10	17	22	31	49	63	72	85	106	115	123	138	134	68	38	24

Beregning av maksimal avrenning (Q_{maks}) i liter/sekund

Areal:		101838 m ²		Avrenningsfaktor:		0.30		Konsentrasjonstid:		180 min		Klimafaktor:		1.5			
Liter/sekund	Gjennomsnitt (år)	Regnvarighet (min)															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	2	7	12	15	21	30	37	41	49	57	62	68	72	80	48	31	19
5	5	8	15	19	27	40	50	57	67	81	88	94	92	102	61	37	23
10	10	10	17	22	31	47	59	67	79	96	104	112	119	117	69	41	26
20	20	11	19	25	35	53	67	77	91	111	120	129	125	131	77	45	28
25	25	11	19	25	36	56	70	80	94	116	125	135	131	135	79	46	29
50	50	12	21	28	40	62	78	90	106	130	141	151	153	156	87	49	31
100	100	13	23	31	43	68	87	99	117	145	157	167	162	179	95	53	33
200	200	14	25	33	47	74	95	109	128	159	172	184	208	202	103	57	36

Utbyggingsområde før tiltak				Utbyggingsområde etter tiltak			
Overflate	Areal m ²	Avrenningskoef.	Redusert areal m ²	Overflate	Areal m ²	Avrenningskoef.	Redusert areal m ²
Felt	270000	0.34	91800	Felt - 1	250000	0.7	175000
Bebyggelse	0	0.7	0	Felt - 2	7100	0.7	4970
Jordbruk	0	0.3	0	Felt - 3	6800	0.7	4760
Fastmark	0	0.4	0	Fastmark	0	0.4	0
Myr	0	0.3	0	Myr	0	0.3	0
Vann	0	0.3	0	Vann	0	0.3	0
Totalt	270000	0.34	91800	Totalt	263900	0.70	184730

Fig V2 – Utbyggingsområde avrenningskoeffisienter og arealer

Beregnet avrenning mot SV (rør under E6) etter utbygging

Areal:	26.39 ha
Avrenningsfaktor:	0.70
Konsentrasjonstid:	20 min
Klimafaktor:	1.5

Beregning av maksimal avrenning (Q_{maks}) i liter/sekund													Beregning uten bruk av klimafaktor				
Areal:		263900 m ²		Avrenningsfaktor:		0.70		Konsentrasjonstid:		20 min		Klimafaktor:			1.0		
Gjentaksintervall (år)	Liter/sekund	Regnvarighet (min)															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	236	420	554	759	1103	1336	1500	1182	925	752	547	434	323	194	126	78	
5	302	533	703	975	1468	1821	2062	1622	1302	1059	761	554	412	246	150	94	
10	346	607	801	1119	1709	2141	2433	1912	1552	1260	905	720	471	279	166	103	
20	388	679	895	1256	1941	2448	2789	2191	1792	1454	1040	757	526	310	181	113	
25	401	702	925	1300	2014	2547	2904	2280	1868	1517	1084	794	545	320	185	116	
50	442	772	1017	1434	2240	2847	3251	2553	2102	1705	1217	924	628	351	200	126	
100	483	841	1108	1568	2464	3145	3599	2823	2335	1893	1350	979	720	382	214	135	
200	524	910	1200	1701	2689	3443	3944	3092	2568	2082	1483	1256	813	414	229	144	

Beregning av maksimal avrenning (Q_{maks}) i liter/sekund													Beregning med bruk av klimafaktor				
Areal:		263900 m ²		Avrenningsfaktor:		0.70		Konsentrasjonstid:		20 min		Klimafaktor:			1.5		
Gjentaksintervall (år)	Liter/sekund	Regnvarighet (min)															
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	355	630	832	1138	1654	2003	2250	1773	1388	1128	820	651	485	291	188	116	
5	454	799	1054	1463	2202	2731	3092	2433	1954	1588	1142	831	618	369	224	141	
10	519	911	1202	1679	2563	3211	3649	2868	2328	1890	1358	1081	707	418	249	155	
20	582	1018	1343	1884	2911	3672	4184	3286	2688	2181	1560	1136	790	466	272	169	
25	602	1052	1387	1950	3020	3820	4356	3419	2801	2275	1627	1192	817	479	277	175	
50	664	1157	1526	2152	3360	4271	4877	3829	3153	2558	1826	1385	942	526	299	188	
100	725	1262	1663	2352	3696	4718	5398	4234	3502	2840	2026	1469	1081	574	321	202	
200	786	1366	1800	2551	4033	5164	5916	4639	3852	3123	2225	1884	1219	621	344	216	

Fig V3 – Avrenning fra utbyggingsområde med og uten klimafaktor 50%.

Avrenningsberegning med fast prosjektert fordrøyningsvolum.													
Avrenning for tiltak Avrenning etter tiltak Endring i avrenning		271 0 -100 %		I/s (ved dim tilrenningsstid for tiltak) I/s									
Areal Avrenningsfaktor Beregnet redusert areal Gjentakstintensivall/returperiode Klimafaktor Tilført fra andre tilstøtende felt Prosjektert fordrøyningsvolum Videreført til offentlig nett Prosjektert areal for infiltrasjon Konsentrasjonstid		263900 m ² 0.70 184730 m ² 25 år 1.5 0 I/s 7500 m ³ 0 I/s 7500 m ² 20 min											
Beregning av avrenning													
Areal (m ²)		263900		Avrenningskoeffisient: 0.70									
Gjentakstintensivall		25		Klimafaktor: 1.5									
Nedbørscdata					Volumer inn til feltet			Volumer ut fra feltet					
Regnvarighet (min)	Nedbørintensitet (l/s*ha)	Nedbørintensitet med klimafaktor (l/s*ha)	Nedbør (m ³)	Tilført fra tilstøtende felt (m ³)	Totalt volum inn på felt (m ³)	Infiltrasjonskapasitet for prosjektert infiltrasjonsareal (l/s)	Volum infiltrert for regnvarighet (m ³)	Volum videreført til offentlig nettforsyning (m ³)	Samlet volum ut fra feltet (m ³)	Prosjektert fordrøyningsvolum (m ³)	Volundiferanse: Volum- (Volum-ut-Volum-tiltak) (m ³)	Avrenning for tiltak (l/s)	Avrenning etter fordrøyning (l/s)
1	435	652	723	0	723	2286	137	0	137	7500	0	22	0
2	380	570	1263	0	1263	2092	251	0	251	7500	0	39	0
3	334	501	1665	0	1665	1917	345	0	345	7500	0	51	0
5	282	422	2340	0	2340	1615	484	0	484	7500	0	72	0
10	218	327	3624	0	3624	1078	647	0	647	7500	0	111	0
15	184	276	4584	0	4584	752	677	0	677	7500	0	141	0
20	157	236	5227	0	5227	555	665	0	665	7500	0	160	0
30	123	185	6155	0	6155	362	652	0	652	7500	0	189	0
45	101	152	7564	0	7564	275	742	0	742	7500	0	232	0
60	82	123	8190	0	8190	256	920	0	920	7500	0	251	0
90	59	88	8783	0	8783	250	1351	0	1351	7500	0	269	0
120	43	65	8579	0	8579	250	1800	0	1800	7500	0	263	0
180	30	44	8828	0	8828	250	2700	0	2700	7500	0	271	0
360	17	26	10354	0	10354	250	5400	0	5400	7500	0	159	0
720	10	15	11971	0	11971	250	10800	0	10800	7500	0	92	0
1440	6	9	15083	0	15083	250	21600	0	21600	7500	0	58	0

Fig V4 – Volumberegning for bestemmelse av fordrøyningsvolum – 25 års-regn.

Avrenningsberegning med fast prosjektert fordrøyningsvolum.													
Avrenning for tiltak 404 l/s (ved dim tilrenningsstid for tiltak) Avrenning etter tiltak 799 l/s Endring i avrenning 98 %													
Avrenningsberegning med fast prosjektert fordrøyningsvolum.													
Areal 263900 m ² Avrenningsfaktor 0.70 Beregnet redusert areal 184730 m ² Gjentakstintensivall/returperiode 200 år Klimafaktor 1.5 Tilført fra andre tilstøtende felt 0 l/s Prosjektert fordrøyningsvolum 7500 m ³ Videreført til offentlig nett 0 l/s Prosjektert areal for infiltrasjon 7500 m ² Konsentrasjonstid 20 min													
Beregning av avrenning													
Areal (m ²)		263900		Avrenningskoeffisient: 0.70									
Gjentakstintensivall		200		Klimafaktor: 1.5									
Nedbørscdata					Volumer inn til feltet			Volumer ut fra feltet					
Regnvarighet (min)	Nedbørintensitet (l/s*ha)	Nedbørintensitet med klimafaktor (l/s*ha)	Nedbør inn (m ³)	Tilført fra tilstøtende felt (m ³)	Totalt volum inn på felt (m ³)	Infiltrasjonspasiet for prosjektert infiltrasjonsareal (l/s)	Volum infiltrert for regnvarighet (m ³)	Volum videreført til offentlig nettforsyning (m ³)	Samlet volum ut fra feltet (m ³)	Prosjektert fordrøyningsvolum (m ³)	Volundiferanse: Volum- (Volum+Vol.bdrf) (m ³)	Avrenning for tiltak (l/s)	Avrenning etter fordrøyning (l/s)
1	567	851	943	0	943	2286	137	0	137	7500	0	29	0
2	493	739	1639	0	1639	2092	251	0	251	7500	0	50	0
3	433	650	2160	0	2160	1917	345	0	345	7500	0	66	0
5	368	552	3062	0	3062	1615	484	0	484	7500	0	94	0
10	291	437	4840	0	4840	1078	647	0	647	7500	0	148	0
15	249	373	6197	0	6197	752	677	0	677	7500	0	190	0
20	214	320	7099	0	7099	555	665	0	665	7500	0	218	0
30	167	251	8349	0	8349	362	652	0	652	7500	198	256	110
45	139	209	10399	0	10399	275	742	0	742	7500	2157	319	799
60	113	169	11242	0	11242	256	920	0	920	7500	2822	345	784
90	80	120	12015	0	12015	250	1351	0	1351	7500	3164	369	586
120	68	102	13567	0	13567	250	1800	0	1800	7500	4266	416	593
180	44	66	13168	0	13168	250	2700	0	2700	7500	2968	404	275
360	22	34	13407	0	13407	250	5400	0	5400	7500	507	206	23
720	12	19	14843	0	14843	250	10800	0	10800	7500	0	114	0
1440	8	12	18674	0	18674	250	21600	0	21600	7500	0	72	0

Fig V5 – Volumberegning for bestemmelse av fordrøyningsvolum – 200 års-regn.