

Vedlegg 3 – Beregning av dimensjonerende avrenning

For å kunne si noe om nødvendig kapasitet de ulike alternativene må ha, blir vi nødt å beregne dimensjonerende avrenning. Dette gjøres ved bruk av den rasjonelle formelen, se *kapittel 4.5 Rasjonell metode (Den rasjonelle formel)*.

Den rasjonelle formel er gitt ved: $Q = A * \varphi * I * K_f$

Nedbørsfeltets areal, A

Nedbørsfeltets areal er hentet fra KDP overvann fra Bergenskart, hvor vi har lagt på kartlaget for nedbørsfelt og avrenningslinjer.

Feltet har her en oppgitt størrelse på 82 128 m² eller 8,22 ha.



Figur 1 - Skjermutklipp som illustrerer gitt nedbørsfelt, (Kilde: Bergenskart.no, KDP Overvann)

Avrenningskoeffisient, φ

Type flater	Avrenningskoeffisient φ
Tette flater (tak, asfalterte plasser/veger o.l)	0,85 – 0,95
Bykjerne	0,70 – 0,90
Rekkehus-/leilighetsområder	0,60 – 0,80
Eneboligområder	0,50 – 0,70
Grusveier/-plasser	0,50 – 0,80
Industriområder	0,50 – 0,90
Plen, park, eng, skog, dyrket mark	0,30 – 0,50
Fjellområde uten lyng og skog	0,50 – 0,80
Fjellområde med lyng og skog, steinet og sandholdig grunn	0,30 – 0,50

Tabell 1 - Avrenningskoeffisienter i Bergen kommune

Ettersom nedbørsfeltet strekker seg fra sentrums-/bykjerne og opp i fjellsiden, måles arealet som går inn under «bykjerne» opp ved måleverktøyet i kommunekart.com, og trekkes fra det totale arealet. Dermed har vi 44 373 m² med bykjerne og resterende areal på 37 755 m² som vi definerer som plen, park og skog. Av tabellen over skal «sentrumsområder/bykjerne» har en avrenningskoeffisient på 0,85 (0,7 – 0,9) og «plen, park og skog» 0,45 (0,3 – 0,5). Ettersom nedbørsfeltet har en relativt stor helning, velges en høy verdi for begge delfeltene.

For å finne en mildere avrenning, benyttes formelen:

$$\varphi_{midl} = (\varphi_1 A_1 + \varphi_2 A_2 + \dots + \varphi_n A_n) / (A_1 + A_2 + \dots + A_n)$$

$$\text{Midlere avrenningskoeffisient, } \varphi_{midl} = (0,85 * 44373 \text{ m}^2 + 0,45 * 37755 \text{ m}^2) / (82128 \text{ m}^2)$$

$$\varphi_{midl} = \underline{\underline{0,67}}$$

Nedbørsintensiteten, I

Konsentrasjonstid:

Fra omtrentlig oppmåling ved å benytte oss av måleverktøyet i kommunekart.com, settes lengden på feltet til 1280 m, da områdets nedbørsfelt ender helt oppe ved Fløyfjellet barnehage. Feltet har på samme tid et fall på 289 m.

For konsentrasjonstid benyttes formelen: $t_k = K * L_f * \Delta h^{-0,5}$, beskrevet i Statens vegvesens håndbok V240. Formelen tar hensyn til feltets lengde, høydeforskjeller og overflatetyper (Statens vegvesen, 2020, s.51). K-Verdier er gitt etter tabell 2:

t_k = konsentrasjonstid

K = koeffisient for terreng

L_f = Nedbørsfeltets lengde

Δh = Høydeforskjell i feltet

Tabell 8.2.5.1: K-verdier, etter Norem (2015).

Overflate	K-verdi
Tett skog	0,60
Høy vegetasjon og busker	0,40
Plen og kort gress	0,25
Bart berg	0,12
Asfalt og betong	0,08

Tabell 2 - K-verdier, (Statens Vegvesen, 2020, s.51)

På samme måte som for avrenningskoeffisientene, finner vi en «midlere K-verdi:

K verdi finner vi ved å finne en midlere K:

44 373 m² går under tette flater → asfalt og betong = 0,08

37 755 m² → plen og kort gress = 0,25

$$K_{midl.} = (0,08 * 44373 \text{ m}^2 + 0,25 * 37755 \text{ m}^2) / (82 128 \text{ m}^2) = 0,16$$

Dermed står vi igjen med regnestykket:

$$t_k = 0,16 * 1280 \text{ m} * 280 \text{ m}^{-0,5} = 12,25 \text{ min.}$$

Dimensjonerende gjentakintervall settes til 20 år.

Gjentaksintervall (år)	IVF-verdier (l/(s*ha))									
	Varigheter (minutter)									
	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60
2	322,7	263,3	226,9	186,7	129,7	106,6	92,1	71,3	55,6	47,8
5	543,0	388,9	309,1	238,2	159,9	128,8	109,1	85,0	66,9	55,4
10	688,8	472,0	363,5	272,3	179,9	143,5	120,4	94,1	74,4	60,5
20	828,6	551,8	415,7	305,0	199,1	157,6	131,2	102,9	81,6	65,3
25	873,0	577,1	432,3	315,4	205,2	162,0	134,6	105,6	83,9	66,8
50	1009,7	655,0	483,3	347,4	224,0	175,8	145,2	114,2	91,0	71,6
100	1145,4	732,4	533,9	379,1	242,6	189,5	155,7	122,6	98,0	76,3
200	1280,9	809,6	584,4	410,8	261,2	203,1	166,1	131,1	104,9	80,9

Tabell 3 - IVF-verdier ved målestasjonen på Florida, Bergen, (Kilde: Norsk klimaservicesenter, IVF, Florida Bergen)

Da konsentrasjonstiden for området er 12,25 min, må det interpoleres mellom 10 og 15 min:

$$\text{Nedbørsintensiteten, } I = 157,6 + ((199,1 - 157,6)/5) * (15 - 12,25) = \underline{\underline{180,4 \text{ [l/s*ha]}}}$$

Klimafaktor, K_f

Klimafaktoren settes til 1,3, for å ta høyde for forespeilte klimaendringer gitt i St.Meld. 33 (2012-2013), noe som gir en ekstra sikkerhetsbuffer ved planlegging og dimensjonering av fremtidig nedbør, se *kapittel 2.5.6 Klima i endring*.

Overflateavrenning fra feltet, Q

$$Q = A * \varphi * I * K_f$$

$$Q = 8,22 \text{ ha} * 0,67 * 180,4 \text{ [l/s*ha]} * 1,3 = \underline{\underline{1291 \text{ l/s}}}$$

Med andre ord bør det nye overvannsanlegget i Øvre- og Nedre Vågsbunnen optimalt sett kunne håndtere 1291 l/s.

Referanseliste

Statens Vegvesen (2020) *Håndbok V240 - Vannhåndtering – Flomberegninger og hydraulisk dimensjonering*. Tilgjengelig fra:

https://www.vegvesen.no/_attachment/2988797/binary/1371938?fast_title=H%C3%A5ndbok+V240+Vannh%C3%A5ndtering+-+Flomberegninger+og+hydraulisk+dimensjonering.pdf

(Hentet 29. April 2021)