

1 FORMÅL

Det er av stor økonomisk betydning hva overvannssystemet dimensjoneres for. Skadeomfanget og ulempene ved underdimensjonering kan bli store, og større vil de bli med de klimaendringer vi nå ser konturene av. Dimensjonering av overvannssystemet for enhver tenkbar nedbørsituasjon vil som regel være meget kostbart og ikke riktig samfunnsmessig sett. Man må alltid regne med at nedbøren kan bli større enn det overvannsanlegget er dimensjonert for, og at dette kan medføre ulemper og skader. **Den optimale dimensjoneringen vil være den som gir den laveste totale kostnad i løpet av anleggets levetid når alle kostnader og ulemper er medregnet.**

Norsk Vann's veiledning 162-2008 /1/ har en tabell med forslag til minste gjentakintervall for dimensjonerende regn. Denne bør bare brukes hvis man ikke selv beregner optimalt gjentakintervall. Formålet med dette VA/Miljø-bladet er å gi en veiledning i hvordan en slik beregning kan utføres.

2 BEGRENSNINGER

Beregningene i dette VA/Miljø-bladet er basert på nåverdibetraktninger. Nåverdiberegninger fanger i liten grad opp effekten av meget fjerne investeringer. Eksempelvis vises kostnaden for omlegging av et ledningsnett etter 100 år eller mer nesten ikke i en nåverdiberegning.

I de etterfølgende eksemplene er avskrivningstiden for VA-anleggene satt til 60 år. Det er videre forutsatt at klimaendringene i denne perioden vil medføre at nedbørintensiteten øker med 20 %. Videre vil de store nedbørmengdene i forkant av dimensjonerende regn medføre at grunnvannstanden ligger høyere enn vi er vant til. Dette innebærer lavere infiltrasjon og større overflateavrenning. Det er vanskelig å si i hvor stor grad dette vil øke avrenningskoeffisientene, det vil si andelen av nedbøren som renner av på overflaten. Det er imidlertid grunn til å regne med noe høyere verdier enn tidligere.

Med gjentakintervall menes i dette bladet antall år det statistisk sett går mellom hver gang det inntreffer nedbør av en viss intensitet og varighet.

Meteorologisk institutt utarbeider såkalte IVF-kurver (intensitets-, varighets-, frekvenskurver). Meteorologisk institutt bruker betegnelsen "frekvens" om det som i VA-bransjen vanligvis kalles "gjentakintervall".

Et 5-års regn kan inntreffe flere ganger samme år,

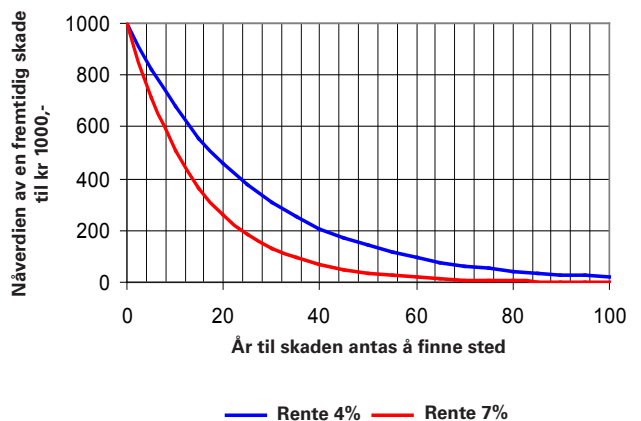
men over en lengre årrekke går det statistisk sett 5 år mellom så kraftige regnskyll.

I områder hvor det er aktuelt må det tas hensyn til at snøsmelting og nedbør på snødekket og eller frossen mark kan gi meget stor avrenning. Denne avrenningssituasjonen er ikke omtalt her, men den kan være dimensjonerende. Lokale forhold vil være avgjørende.

3 FUNKSJONSKRAV

3.1 GENERELT OM NÅVERDIBEREGNINGER

Nåverdien er beløpet en må avsette i dag og som med rente og renters rente er tilstrekkelig for å dekke en fremtidig investering. Eksempelvis er nåverdien av en investering på kr 10000,- om 40 år kr 2083,- om renten er 4 %. Er renten 7 %, blir nåverdien av den fremtidige investeringen kr 668,-. Det vil si at jo høyere rente, dess lavere blir nåverdien. Det innebærer at høy rente ikke motiverer til investering i anlegg med lav skadefrekvens og lave driftskostnader. Figur 1 viser nåverdien av kostnaden for utbedring av en fremtidig skade på kr 1000,-. En ser at investeringer om 100 år eller mer nesten blir borte i en nåverdibetraktning. Det er nå vanlig å benytte 4 % rente i nåverdiberegninger. Tidligere brukte man 7 % rente.

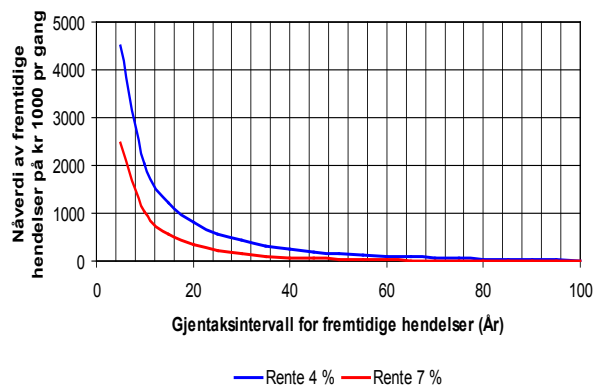


Figur 1. Nåverdien for utbedring av fremtidige skader avhengig av renten

3.2 NÅVERDIBEREGNING I FORBINDELSE MED VA-ANLEGG

Et overvannsanlegg er dimensjonert slik at det statistisk sett med jevne mellomrom vil oppstå hendelser i form av skader eller behov for tiltak.

Nåverdien av samtlige hendelser i en 100 års periode er vist på figur 2. Kostnaden pr hendelse er her satt til kr 1000,-.



Figur 2. Nåverdi av fremtidige hendelser som gjentas regelmessig

Bruken av figur 2 kan illustreres med følgende eksempel. En skade antas å inntreffe hvert 10. år, det vil si at gjentakelsesintervallet for skaden er 10 år. Koster hver skade kr 1000,-, vil nåverdien for utbedring av samtlige skader i en 100 års periode være i underkant av kr 1000,- ved 7 % rente og ca kr 1800,- ved 4 % rente. Koster utbedringen av hver skade i stedet kr 100000,-, blir nåverdien av utbedringene 100 ganger disse beløpene.

Tabell 1. Nåverdi av fremtidige investeringer/ kostnader som koster kr 1000,- pr gang for et anlegg med avskrivningstid 60 år

Tid mellom hver investering/kostnad	Gjentakelser i løpet av 60 år	Nåverdi i kr for fremtidige investeringer/kostnader		Differanse mellom 4 og 7 % rente
		Realrente		
År	Antall	4 %	7 %	Kr
1	59	22528	14022	8506
5	11	4082	2424	1658
10	5	1789	999	790
15	3	1035	541	493
20	2	665	325	339
25	2	516	218	298
30	1	308	131	177
35	1	253	94	160
40	1	208	67	142
45	1	171	48	124
50	1	141	34	107
55	1	116	24	91

Eksempel på bruken av tabellen: Et anlegg koster 1 million kr å bygge. Det er dimensjonert for nedbør med gjentakelsesintervall 10 år. Årlige driftkostnader er på kr 2000,-. Hvert 10. år skjer det en oversvømmelse som medfører skader på kr 50000,-. Større skader inntreffer hvert 25. år. Kostnad kr 100000,-.

Nåverdien for en periode på 60 år blir med rente 4 %:

Tabell 2. Eksempel på nåverdiberegning

Post	Kostnad pr gang	Faktor fra tabell 1	Nåverdi
Anleggs-kostnad	1000000,-		1000000,-
Årlige driftskost.	2000,-	22,528	45056,-
Skade hvert 10. år	50000,-	1,789	89450,-
Skade hvert 25. år	100000,-	0,516	51600,-
Sum nåverdi			1186106,-

4

LØSNINGER

4.1 GENERELT OM VALG AV DIMENSJONERENDE GJENTAKSINTERVALL

I etterfølgende eksempler er det vist hvordan man ved en nåverdiberegning bestemmer dimensjonerende gjentakelsesintervall. Avskrivningstiden for VA-anleggene er satt til 60 år. Det er benyttet en rente på 4 %.

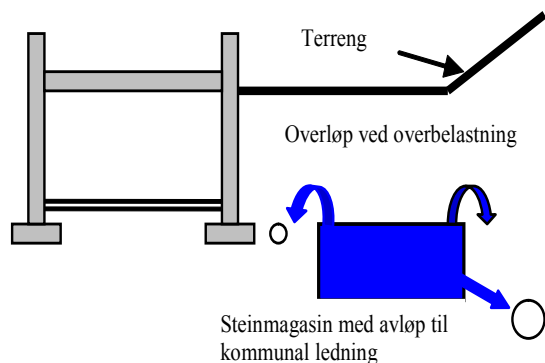
Ved dimensjonering av overvannsanlegg bør man bruke nedbørdata fra nærmeste nedbørstasjon. Hvilken stasjon dette er og nedbørdata får man oppgitt ved å kontakte Meteorologisk institutt.

4.2 EKSEMPEL 1:

VALG AV DIMENSJONERENDE GJENTAKSINTERVALL FOR EN ENKELT EIENDOM

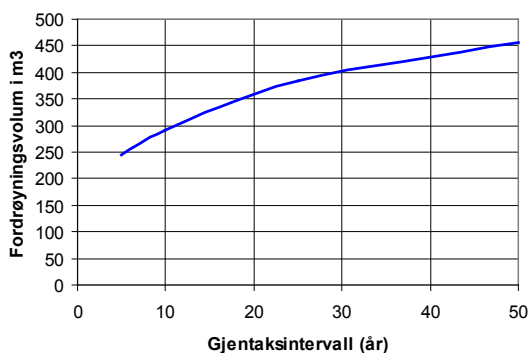
Overvannsavløpet fra et nytt industrianlegg ble tillatt ført til kommunalt ledningsanlegg. På grunn av begrenset kapasitet på det kommunale nettet, satte kommunen krav til hvor meget vann pr tidsenhet som ble tillatt tilført nettet. Dette var vesentlig mindre enn den totale overvannsmengden fra området i forbindelse med sterk nedbør. Følgelig måtte avløpet fra eiendommen fordrøyes. I det aktuelle tilfellet ble fordrøyningsanlegget dimensjonert for regn med gjentakelsesintervall 10 år. Fordrøyningsanlegget ble bygget som steinmagasin uten mulighet for overløp. Se figur 3. Ved nedbør større enn det anlegget er dimensjonert for, stiger vannstanden over topp magasin. Vannet trenger da inn i kjelleren via dreussystemet. Ved et nytt anlegg skjedde det allerede samme år som anlegget ble satt i drift.

Hadde fordrøyningsanlegget vært dimensjonert for mer intens nedbør, det vil si nedbør som inntreffer sjeldnere, ville skadeomfanget pr gang antakelig vært det samme. Gjentakelsesintervallet ville imidlertid ha vært lengre.

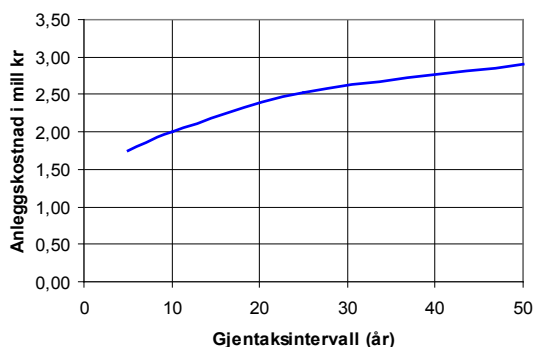


Figur 3. Fordrøyningsmagasin uten overløp

Anleggskostnaden for et anlegg dimensjonert for gjentakintervall 10 år var 2 mill. kr. Nødvendig fordrøyningsvolum for fordrøyning av nedbør med 10 års gjentakintervall var 300 m³. Beregnet fordrøyningsvolum for andre gjentakintervall fremgår av figur 4. Anleggskostnadene er vist i figur 5. Det er her forutsatt at 20 % av anleggskostnadene er mengdeuavhengige.



Figur 4. Nødvendig fordrøyningsvolum



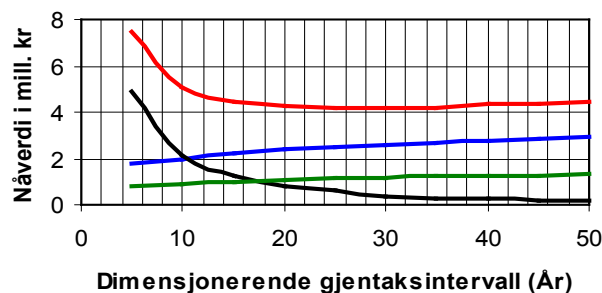
Figur 5. Anleggskostnader overvannsanlegg

Vanninntrengning i kjelleretasjen vil medføre store skader og driftsstans. Den totale kostnaden pr oversvømmelse er satt til 1,2 millioner kr. Driftskostnaden for overvannsanlegget er antatt å være 2 % av anleggskostnaden. Ved dimensjonering for ulike gjentakintervall blir nåverdien av anleggskostnad, utbedring av skader, ulemper og drift i anleggets driftstid som angitt i tabell 3. Det er benyttet faktorer fra tabell 1.

Tabell 3. Anleggskostnader og nåverdi for utbedring av skader, ulemper og drift i anleggets levetid. Rente 4 %

Gjentaksintervall	Anleggskostnad	Nåverdier		
		Utbedring av skader og ulemper	Drift	Sum
År	Mill. kr	Mill. kr	Mill. kr	Mill. kr
5	1,75	4,90	0,79	7,44
10	2,00	2,15	0,90	5,05
15	2,20	1,24	0,99	4,43
20	2,38	0,80	1,07	4,25
25	2,48	0,62	1,12	4,22
30	2,60	0,37	1,17	4,14
35	2,70	0,30	1,22	4,22
40	2,80	0,25	1,26	4,31
45	2,84	0,21	1,28	4,32
50	2,95	0,17	1,33	4,45

Dette er vist grafisk i figur 6.



- Anleggskostnader
- Nåverdi av utbedring av fremtidige skader mm
- Nåverdi av årlige driftskostnader
- Sum nåverdi

Figur 6. Anleggskostnader og nåverdi utbedring av skader, ulemper og drift

Konklusjon: Med de forutsetninger som er gjort, skal anlegget dimensjoneres for nedbør med gjentakintervall ca 30 år. Hadde forholdene på stedet gjort det mulig å anlegge overløp til terreng, ville situasjonen vært en annen. Under forutsetning av at overløpet ikke medførte andre skader enn noe erosjon og tilslamming, ville det muligens vært riktig å dimensjonere for et gjentakintervall på 10 år.

4.3 EKSEMPEL 2: VALG AV DIMENSJONERENDE GJENTAKSINTERVALL FOR NY BYDEL

Figur 7 viser en ny bydel som skal bygges i tilknytning til eldre bebyggelse. Den nye bydelen får avløp til en eksisterende AF-ledning. Denne har begrenset kapasitet, og kommunen har beregnet

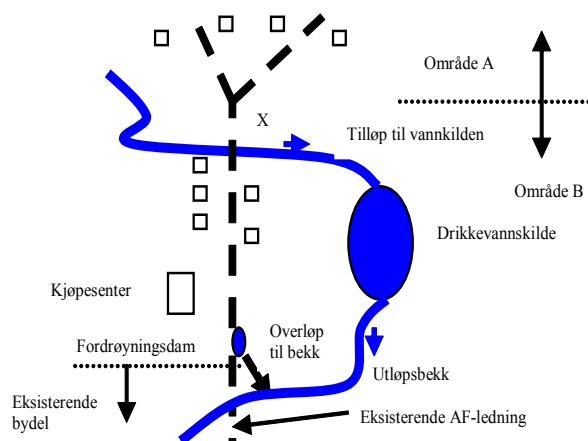
hva som maksimalt kan slippes på ledningen fra den nye bydelen. Ledningen er svært lang, og den går gjennom eksisterende bygater. På grunn av kostnadene er det ikke aktuelt å legge om ledningen.

Tilløpselven til byens drikkevannskilde renner gjennom den nye bydelen. Utløpet fra vannkilden krysser syd for området. På grunn av mye veivann og stort hundehold forventes overvannet fra området å bli sterkt forurenset.

Den nye bydelen består av to områder med ulike overvannsproblemer.

I område A er det terreng bratt. Bebyggelsen blir her liggende så høyt over ledningene i gaten at det ikke er fare for tilbakestuving til kjellere. Derimot kan hurtig avrenning i forbindelse med oversvømmelser føre til skader på veibaner og midlertidig stengning av veier.

Område B er flatt. Ved overbelastning av overvannssystemet vil det bli tilbakestuving til kjellere. I punkt X vil det ved overbelastning kunne skje avlastning via kummer til elven med fare for forurensning av drikkevannsforsyningen. Overvannet fra den nye bydelen går til en fordrøyningsdam med strupet avløp til eksisterende AF-ledning. Fordrøyningsdammen har overløp til en større bekk som er vanntilførselen til en badedam lenger nede.



Figur 7. Ny bydel

Kostnadene for forurensning av vannforsyningen og utløpsbekk pr gang er stipulert til henholdsvis 1,0 og 0,5 millioner kr. Kostnaden for ulemper og skader i forbindelse med oversvømmelser av veianlegg er satt til 0,3 millioner kr pr gang. Tilbakestuving fra overvannsnettet til kjøpesenterets kjeller vil medføre skader på bygning og varelager. Kostnaden for skader og påfølgende driftsstans er stipulert til 2 millioner kr. Tilbakestuving til kjellere i privathus er antatt å koste kr 0,2 millioner kr pr hus pr gang. I område B regner man med at 10, 5, 2 og 0 hus vil få vann i kjellerne ved dimensjonering for henholdsvis 5, 10, 25 og 50 års gjentakintervall.

Tabell 4. Anleggskostnader for overvannsanlegg i ny bydel

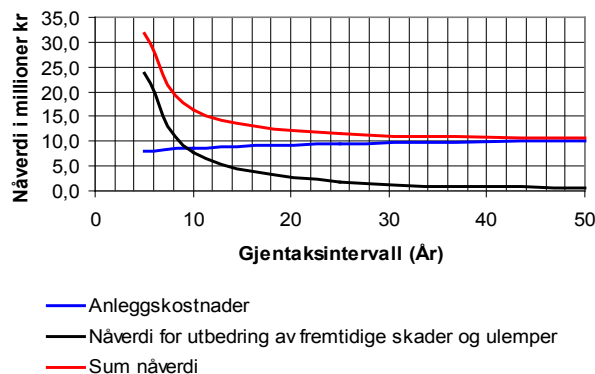
Gjentaksintervall	Overvannsledninger	Fordrøyningsdam	Sum
År	Millioner kr	Millioner kr	Millioner kr
5	6,0	2,0	8,0
10	6,3	2,3	8,6
25	6,6	3,0	9,6
50	6,9	3,3	10,2

Ved å benytte faktorer fra tabell 1 blir nåverdien for utbedring av fremtidige ulemper og skader som angitt i tabell 5.

Tabell 5. Anleggskostnader og nåverdi for utbedring av fremtidige ulemper og skader

Gjentaksintervall	Anleggskostnader	Nåverdi av fremtidige ulemper og utbedring av skader	Sum
År	Millioner kr	Millioner kr	Millioner kr
5	8,0	23,7	31,7
10	8,6	7,7	16,3
25	9,6	1,9	11,5
50	10,2	0,5	10,7

Dette er vist grafisk i figur 8.



Figur 8. Sammenstilling av anleggskostnader og nåverdier for utbedring av fremtidige ulemper og skader

Konklusjon: For denne bydelen ville det i en nåverdibetraktning, og med de forutsetninger som er gjort, være riktig å dimensjonere overvannssystemet for et gjentakintervall på mer enn 50 år.

Henvisninger:		Utarbeidet:	november 2008	Svein Endresen
/1/	Lindholm, O., Endresen, S. Thorolfsson, S., Sægrov, S. Jakobsen, G. og Aaby, L.: Rapport 162 - 2008. "Veiledning i overvannshåndtering og planlegging for klimaendringer". Norsk Vann BA, Hamar	Revidert:		