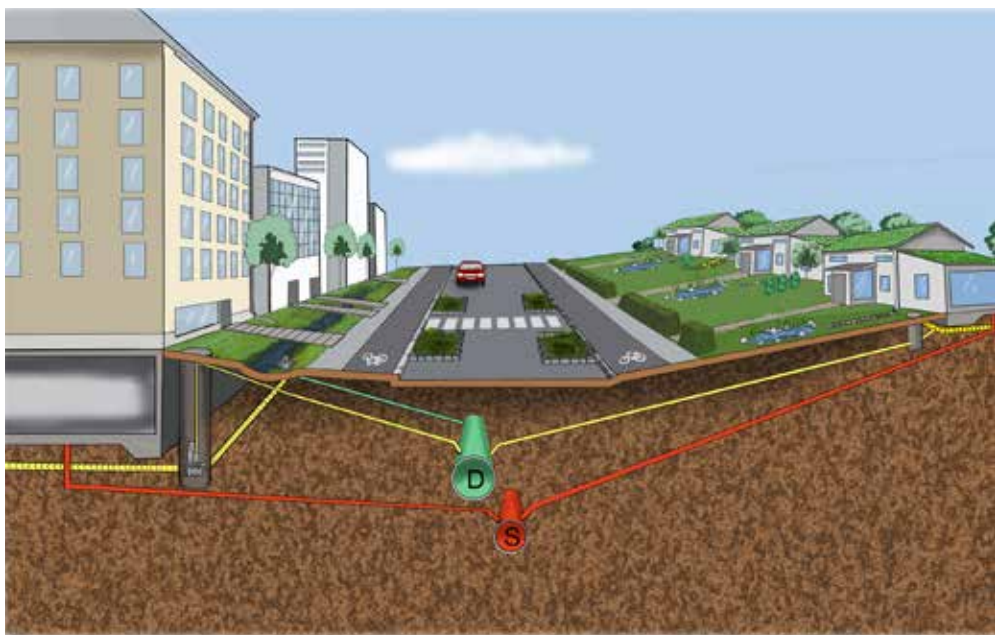


Avledning av dag-, drän- och spillvatten

Funktionskrav, hydraulisk dimensionering
och utformning av allmänna avloppssystem

Del I – Policy och funktionskrav
för samhällens avvattning



Svenskt Vatten

Avledning av dag-, drän- och spillvatten

Funktionskrav, hydraulisk dimensionering
och utformning av allmänna avloppssystem

Del I – Policy och funktionskrav
för samhällets avvattnings



Svenskt Vatten

Svenskt Vatten påtar sig inget ansvar för eventuella felaktigheter, tryckfel eller felaktig användning av denna publikation

Copyright: Svenskt Vatten AB

Illustrationer: AMIS Illustration, Ann-Marie Halldin, där inget annat anges i texten

Grafisk form: Ordförandet AB

Utgåva: 1, januari 2016

ISSN nr: 1651-4947

Förord

Publikation P110 är en genomgripande omarbetning av P90 "Dimensionering av allmänna avloppsledningar". P110 tar ett bredare grepp för att vara i paritet med P105 "Hållbar dag- och dränvattenhantering". P110 tar även upp den mycket stora utmaningen vad gäller förbättringar i befintliga avloppssystem.

Publikationen är framtagen i två versioner, en pdf-version omfattande Del 1 "Policy och funktionskrav" och en tryckt version omfattande både del 1 och del 2 "Hydraulisk dimensionering", se även sid 5. Detta dokument utgörs av pdf-versionen.

P110 har arbetats fram av en arbetsgrupp bestående av: Gilbert Svensson, SP Urban Water, Olle Ljunggren, Kretslopp och Vatten, Göteborgs Stad, tillsammans med Hans Bäckman, Svenskt Vatten.

En referensgrupp har knutits till projektet bestående av: Anne Adrup, Svenskt Vatten, Johan Jansson, Trafikverket (tidigare Kretslopp och Vatten, Göteborgs Stad/RÖK), Kjell Lundqvist, Vatten och Miljöbyrån, Skellefteå (tidigare Skellefteå kommun), Stefan Milotti, VA-SYD, Maria Rothman, Norrköping Stad, Mathias von Scherling, Stockholm Vatten samt Christer Stenmark, VAKIN/RÖK.

Under våren 2013 genomfördes diskussionsseminarier om funktionskrav för avloppssystem på åtta platser: Växjö, Lund, Örebro, Göteborg, Stockholm, Sundsvall, Luleå och Umeå. Resultaten av diskussionerna har utgjort grunden för Del 1 "Policy och funktionskrav".

Ett remissförslag till P110 presenterades på en seminarieturné under hösten 2014 i Luleå, Umeå, Sundsvall, Borlänge, Stockholm, Göteborg och Hässleholm. Totalt genomfördes tio seminariedagar med totalt 550 deltagare. Vid remisstidens utgång den 30 januari 2015 hade ett stort antal remissvar inkommit.

Under 2015 har ett omfattande arbete genomförts där alla inkomna remissynpunkter behandlats. Lise-Lotte Nilsson har hjälpt till med språkgranskning av dokumentet.

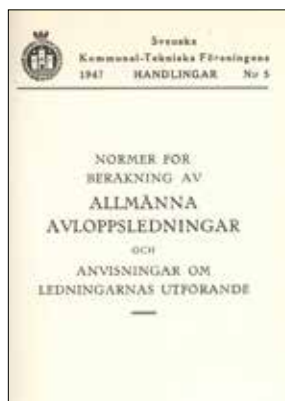
P110 fastställdes av Svenskt Vattens kommitté för Rörnät och klimat, RÖK i januari 2016. Svenskt Vatten vill framföra sitt varma tack till alla de personer som bidragit i detta viktiga publikationsarbete.

Stockholm i januari 2016

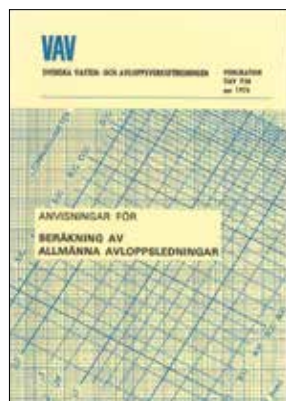
Svenskt Vatten AB

Syfte och läsanvisning

P110 "Avledning av dag-, drän- och spillvatten, Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem" är den fjärde generationens dimensioneringsanvisningar för avloppssystem. P110 är framtagen med nära kopplingar till P104 "Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem" och P105 "Hållbar dag- och dränvattenhantering – råd vid planering och utformning".



1947



1976



2004



2016 • P110
Avledning av dag-,
drän- och spillvatten



2011 • P104
Nederbördsdata vid dimensionering
och analys av avloppssystem



2011 • P105
Hållbar dag- och
dränvattenhantering

Publikation P110 är indelad i två delar:

Del 1 "Policy och funktionskrav" vänder sig till alla som arbetar med våra samhällens avvattning och spillvattenhantering, det vill säga flertalet av de kommunala tekniska förvaltningarna samt lokala, regionala och nationella myndigheter.

I del 1 tas ett helhetsgrepp där dimensionering av allmänna avloppssystem sätts in i ett större samhällsperspektiv. När det gäller att säkra våra samhällen mot kraftiga skyfall och översvämningar till följd av stigande vattennivåer i sjöar, hav och vattendrag är detta en fråga för samhällsplaneringen.

Kapitel 1 ger en bred kunskapsplattform om grunderna för samhällenas avvattning. Kapitlet syftar till att underlätta den nödvändiga samverkan mellan olika kompetenser inom kommunen och andra aktörer i syfte att skapa en så kallad hållbar dagvattenhantering.

Del 2 "Hydraulisk dimensionering" är smalare och fokuserar på hydrauliska beräkningar och utformning av de allmänna avloppssystemen. Del 2 är utformad i nära relation till Svenskt Vattens utbildningsskrift U11 "Tillämpad hydraulik för VA-ingenjörer" från 2015. Dessa skrifter vänder sig i första hand till utredare och projektörer av allmänna VA-system.

Detaljerade riktlinjer och anvisningar behövs även för en klimatsäker utformning av gata, park, bygglovshantering och övrig samhällsplanering. Här hänvisas till anvisningar från respektive sektorsansvariga organisationer.

P110 finns i två versioner:

En tryckt version av P110, som innehåller både del 1 och del 2. Den kan köpas på Svenskt Vattens vattenbokhandel.

En digital version av P110 Del 1, som fritt kan laddas ner från Svenskt Vattens hemsida.

I Vattenbokhandeln säljs även övriga publikationer och utbildningsböcker från Svenskt Vatten, som P104, P105 och U11. De rapporter som tagits fram med finansiering från Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är fritt tillgängliga på SVU:s rapportdatabas på www.svensktvatten.se

Spillvattnet kan också avledas i trycksatta avloppssystem, så kallade LTA-system. Dessa system behandlas inte i denna publikation.

Dagvatten och juridik

Både Svenskt Vatten P105 och P110 lyfter fram de bästa lösningarna för att åstadkomma en hållbar dagvattenhantering av våra samhällen. Tekniken är väl etablerad även internationellt. Med en hållbar dagvattenhantering kan skadorna minimeras vid skyfall samt kraftigt reducera utsläppen av dagvattenföroreningar till recipient.

Vid tiden för P110:s utgivning (januari 2016) är de juridiska förutsättningarna för dagvattenhantering fortfarande oklara. Lagstiftningen och regelverken måste snarast koordineras och tydliggöras så att de mest effektiva åtgärderna kan genomföras för att minimera översvämningssrisker och reducera miljöbelastningen. Frågan om hur de befintliga samhällena skall klimatsäkras måste också snarast lyftas upp. (Svenskt Vatten 2015a och Svenskt Vatten 2015b). I november 2015 beslöt regeringen att tillsätta en statlig utredning enligt direktiv 2015:115 "Ett stärkt arbete för anpassning till ett förändrat klimat".

Av ovan nämnda skäl tar Svenskt Vattens publikationer P105 och P110 inte upp frågor om dagvattenjuridik.

P110 i korthet

Gemensam sammanfattning för del 1 och del 2

Dagvattenfrågan har under det senaste decenniet fått allt större uppmärksamhet till följd av kraftiga skyfall med stora konsekvenser för allmänheten. Intensiva skyfall visar hur sårbara våra städer är. I dessa anvisningar ges rekommendationer för att nya exploateringsområden skall uppnå uppsatta funktionskrav för skydd av anläggningar och bebyggelse. Problematiken med befintliga områden berörs. Det kommer att krävas mycket arbete för att både förbättra översvämningssäkerheten i befintliga samhällen och reducera utsläppen av dagvattenföroreningar. Anvisningarna beskriver också hur avledningen av spillvatten och dränvatten från husgrunder skall ske på ett betryggande sätt.

Huvudbudskapen i P110 är:

Övergripande krav och förutsättningar för samhällenas avvattning:

- Dagvatten är en fråga för samhällsplaneringen och inte enbart en teknisk rörfråga. Dagvattenfrågan måste lösas med en hållbar dagvattenhantering som utformas i nära samarbete över de olika kommunala förvaltningarna; bygglov, samhällsplanering, park, gata, miljö och VA (kapitel 1.6).
- Det ligger på kommunledningen att vid nyexploateringar besluta om den övergripande säkerhetsnivån för skydd mot översvämningar så länge det inte finns regionala eller nationella myndighetsföreskrifter. Säkerhetsnivån bör fastställas i en dagvattenstrategi eller annat övergripande styrdokument och antas av kommunledningen (kapitel 2.2.1).
- Säkerhetsnivån för skador vid översvämningar uttrycks lämpligen med begreppet återkomsttid för en viss händelse, såsom storleken på nederbörden eller vattennivån i sjöar, vattendrag eller hav (kapitel 1.8.1).
- Kommunledningen har även ett ansvar för att ange en ambitionsnivå för översvämningssäkerheten i befintliga avloppssystem, vilken kan tillämpas vid omfattande ombyggnad och förnyelse av dessa system. Den möjliga uppnåbara säkerhetsnivån påverkas av de lokala förhållandena och vilka åtgärder som är tekniskt/ekonomiskt rimliga att genomföra. Översvämningssäkerheten i dessa system klaras inte utan ett nära samarbete mellan kommunens berörda förvaltningar eftersom åtgärderna måste omfatta såväl öppna lösningar som ombyggnad av avloppssystemet. Modellberäkningar är i detta sammanhang ett nödvändigt verktyg för att bestämma mest kostnadseffektiva åtgärd som klarar den valda ambitionsnivån (Kapitel 3).
- Den övergripande lägsta säkerhetsnivån vid nybebyggelse för skador på byggnader mm föreslås vara en återkomsttid på minst 100 år med en klimatfaktor. Detta värde bör ses som en startpunkt på en förvaltningsövergripande diskussion (kapitel 2.2.1).
- Samhällenas avvattning måste lösas med s.k. hållbar dagvattenhantering för att kunna hantera krav på minskade risker för skador vid översvämningar samt minskade utsläpp av dagvattenföroreningar (kapitel 1.4 respektive 1.5). Kraftiga skyfall måste hanteras med en säker höjdsättning av bebyggelsen. Dessutom kan det krävas möjligheter att fördröja stora regnvolymer på planerade översvämningssytor. Dessa extrema regnvolymer går ej att hantera enbart med slutna rörsystem (kapitel 1.4.1).
- Hållbar dagvattenhantering minskar momentana flödestoppar. Kraftiga flödestoppar är svåra att rena och kan skada känsliga recipienter med erosion eller ge ökad översvämningssrisk i nedströms liggande samhällen. Om dagvattenfrågan skulle lösas med större rördimensioner förvärras istället dessa problem. Dessutom medför ökad avledning i rör en försämring av den lokala vattenbalansen med risk för sänkta grundvattennivåer (kapitel 1.5).
- Ur föroreningssynpunkt är hållbar dagvattenhantering att föredra då såväl avrunna dagvattenflöden och därmed även föroreningsbelastningen minskar till recipient.

Om man fördröjer och hanterar lokalt de första 10 mm av varje regntillfälle så innebär detta att hela 75 % av årsvolymen hanteras. Om 15 mm fördröjs hanteras motsvarar detta hela 85 % av årsvolymen av dagvatten (kapitel 1.5).

- Ansvarsfördelningen är mycket komplicerad där alla olika aktörers handlande påverkar dagvattenavrinningen inom ett avrinningsområde. Ingen aktör har egen rådgivning över hela dagvattenfrågan (kapitel 1.3).
- VA-huvudmannens ansvar vid nyexploateringar sträcker sig till att hantera dagvattenflöden från dimensionerande regn (kapitel 2.2.1). Enligt gällande dom från Statens VA-nämnd sträcker sig VA-huvudmannens ansvar till att kunna hantera det s.k. "10-års-regnet" (Del 2 – kapitel 5.3).
- I den befintliga bebyggelsen går det inte att sätta upp generella säkerhetskrav eftersom de yttre ramarna i form av samhällenas höjdsättning och byggnadernas placering redan är fastlagda. Avloppssystemen har också byggts ut efter olika principer (kapitel 3).
- Sårbarheten i den befintliga bebyggelsen kan analyseras med hjälp av moderna simuleringsverktyg innan skyfallen har fallit. Skyfall förekommer slumpmässigt över Sverige och har en lokal utbredning. Det är angeläget att alla kommuner har analyserat risknivån i såväl befintlig bebyggelse och inför nyexploateringar (kapitel 1.4.2).
- Tillskottsvatten i befintliga spillvattensystem ställer till stora problem i form av källaröversvämningar och stora belastningar på reningsverken. Problemen måste lösas genom identifiering av källorna till tillskottsvattnet och därefter skräddarsydda åtgärder. Källorna finns både i det allmänna spillvattennätet och i de privata servisledningarna (kapitel 1.2.3).

Dimensionering och utformning av nya dagvattenledningar:

- Nya dagvattensystem skall utformas och höjdsättas så att skador på fastigheter via det allmänna avloppssystemet ej skall uppkomma vid överbelastning. Vatten som inte får plats i dagvattenledningen kommer att behöva hanteras ovan mark, normalt gatan (kapitel 2.1).
- Dagvattenledningar dimensioneras för den s.k. hjässnivån (full rör) respektive marknivån (kapitel 2.2.1).
- Eftersom regnstatistiken vid dimensionering av dagvattenanläggningar baseras på historiska nederbördsdata måste hänsyn tas till bedömningar av framtida öknings av nederbörden till följd av klimatförändringar. Detta hanteras genom att lägga på en klimataktor på de dimensionerande regnen. Bedömning av klimataktorns storlek bör göras utifrån det senaste kunskapsläget presenterat av SMHI. I denna publikation ges en rekommendation baserat på kunskapsläge dec 2015 (kapitel 1.8.3).

Dimensionering och utformning av nya spillvattenledningar:

- Nya spillvattensystem skall endast avleda spillvatten från hushåll och övriga verksamheter. (kapitel 2.4).
- Avledningen av spillvatten skall ske utan att spillvattenledningen går fylld. Därför rekommenderas en säkerhetsfaktor på minst 1,5 (kapitel 2.4.1)
- Husgrundsdränering får inte anslutas till spillvattensystemen (kapitel 2.4).
- Lågt liggande spillvattenavlopp från källare som avleds med självfall kan riskera att översvämmas i samband med stopp i den allmänna avloppsledningen. Denna risk kan undanröjas om VA-huvudmannen istället anvisar att dämningnivån är markytan på samma sätt som görs för dagvattenledningar (kapitel 2.1)
- Säkerheten i nya spillvattensystem förutsätter att tillskottsvatten inte kommer att belasta spillvattenledningen. Detta uppnås genom att spillvattenledningar på allmän och privat mark är täta och att felaktiga anslutningar av ex dag eller dränvatten inte förekommer (kapitel 2.4).

Vatten från husgrundsdräneringar – dränvatten

- Husgrundsdräneringsvatten skall avledas till dagvattensystem utan risk för skadlig uppdämning i samband med överbelastning av dagvattensystemet (kapitel 2.3).
- Husgrundsdräneringsvattnet kan istället för att avledas till dagvattensystemet avledas till särskild allmän ledning (kapitel 2.3).

Innehåll

DEL I – Policy och funktionskrav för samhällets avvattnings	11
1. Grundläggande förutsättningar för samhällets avvattnings	13
1.1 Klimatutmaningen och dagvatten	13
1.2 Avloppssystemen i ett historiskt perspektiv	14
1.2.1 Utformningen av äldre avloppssystem	14
1.2.2 Utformning av dagens avloppssystem	16
1.2.3 Tillskottsvatten är ett besvärligt problem	16
1.3 Komlicerad ansvarsfördelning för dagvatten	18
1.3.1 Många aktörer påverkar dagvattenavrinningen men ingen har egen rådgivning	18
1.3.2 Uppdelat ansvar mellan allmänna och privata avloppsledningar	19
1.3.3 Ansvarsuppdelning inom kommunen för gatans avvattnings och dagvattenavledning	19
1.3.4 Ansvarsfördelning inom kommunen för hantering av dagvattenflöden	20
1.3.5 Dagvattenhanteringen kan påverkas av markavvattningsanläggningar och vatten från naturmark	21
1.4 Skyfallshantering – en stor utmaning	21
1.4.1 Skyfallet i Malmö den 31 augusti 2014	22
1.4.2 Skyfallskartering och åtgärdssimuleringar	23
1.5 Dagvattnets miljöpåverkan	25
1.6 Hållbar dagvattenhantering – ett sätt att möta klimatutmaningen och minska utsläpp av dagvattenföroreningar	27
1.6.1 Gradvis ändrad syn på dagvattenhanteringen	27
1.6.2 Hållbar dagvattenhantering	28
1.7 Dagvattenstrategier underlättar samverkan mot gemensamt mål	29
1.8 Dagvatten – lite grundläggande avrinningsteori	30
1.8.1 Begreppet återkomsttid beskriver vald säkerhetsnivå	30
1.8.2 Storlek på regn baserat på historiska mätningar	31
1.8.3 Bedömning av ökad nederbörd fram till 2100	33
1.8.4 Faktorer som påverkar dagvattnets avrinning	34
1.8.4.1 Enkel teori om dagvattenavrinning	34
1.8.4.2 Vikten av att reglera fördröjning av dagvatten	35
1.8.4.3 Avrinningsförlopp vid korttidsnederbörd inom urbana områden	36
1.8.5 Öppna dagvattensystem kan avleda mycket större flöden än rörsystem	36

2. Systemuppbyggnad och funktionskrav för nya system	38
2.1 Systemlösning för nya avloppssystem	38
2.2 Anlägga nya dagvattensystem	39
2.2.1 Funktionskrav för nya dagvattensystem	39
2.2.1.1 Instängda områden	41
2.2.1.2 Förtätning av bebyggelse	42
2.2.2 Hur skapa extra säkerhet vid avledning av dagvatten?	43
2.3 Anlägga nya dränvattensystem för husgrunder	43
2.3.1 Funktionskrav för nya dränvattensystem	43
2.4 Anlägga nya spillvattensystem	44
2.4.1 Funktionskrav för nya spillvattenledningar	44
2.4.2 Hur skapa extra säkerhet vid avledning av spillvatten?	44
3. Uppgradering av befintliga avloppssystem	45
3.1 Sårbarhet vid ytlig avledning utan förbindelse med rörsystemet	46
3.1.1 Översvämning från omgivande vattendrag	46
3.1.2 Översvämning av ytligt rinnande dagvatten	46
3.2 Kombinerade avloppssystem	47
3.2.1 Säkerhetshöjande åtgärder mot källaröversvämningar inom kombinerade avloppssystem kan vara:	48
3.3 Separerade äldre avloppssystem	49
3.3.1 Separatsystem med spillvattenledning för spill- och dränvatten samt dagvatten i diken	50
3.3.2 Duplikatsystem med dränvattenledning ansluten till spillvattensystem	50
3.3.3 Duplikatsystem med dränvatten anslutet med självfall till dagvattensystem	51
4. Litteraturförteckning	53
5. Begreppsförklaringar	57

DEL I

Policy och funktionskrav för samhällens avvattnings

Frågeställningarna som avhandlas i denna skrift är inte på något sätt nya. Alfred Jerdén, avdelningschef för Malmö Stads vattenlednings- och kloakverk framhöll på SKTF:s 25-årsjubileum 1927 att:

”Sedan äldsta tider har man haft klart för sig önskvärdheten av, att den plats som väljes för uppförande av ett bostadshus bör vara torr, och sedan numera även källarvåningar mera allmänt tillkommit, så har man ställt den fordran, att även dessa skola vara torra. Målet är således klart, men de vägar, som leda dit, äro icke alltid lika tydligt utstakade, och följas kanske icke heller med erforderlig eftertanke. Resultatet har också blivit, att en fuktig källare icke är något undantagsfall och att översvämningar av källare förekomma ganska ofta”

”De områden som väljas för bebyggelse böra först och främst ligga så högt, att marken icke kan tänkas komma att översvämmas. Mot denna självklara regel felas icke så sällan.”

(Jerdén, 1927)

1. Grundläggande förutsättningar för samhällets avvattning

En hållbar hantering av samhällets behov för avvattning bygger på bra samverkan mellan olika kompetenser inom den kommunala organisationen: samhällsplanering, bygglov, gata, park, VA och miljö. För att underlätta denna samverkan behövs en gemensam kunskapsplattform kring dagvattenfrågan.

Kapitel 1 har karaktären av lärobok och syftar till att bidra till denna plattform. I kapitlet ges en översiktlig beskrivning av avloppssystemens tekniska förutsättningar, ansvarsförhållanden, skyfallshantering, miljöpåverkan, hållbar dagvattenhantering samt grundläggande dagvattenteori.

Läsare med goda förkunskaper om dagvattenhantering bör lämpligen läsa kapitel 1 selektivt eller gå direkt till kapitel 2. Läsare med lite förkunskaper om dagvattenavrinning rekommenderas att först läsa kapitel 1.8 om grundläggande dagvattenteori.

1.1 Klimatutmaningen och dagvatten

Klimat- och sårbarhetsutredningen presenterades 2007. Den har resulterat i en bredare medvetenhet om hur utsatt vårt samhälle är för extrema väderhändelser, både i dagens klimat och än värre i ett framtida förändrat klimat (Statens offentliga utredningar, 2007).

Ökade krav kommer att ställas på att samhällena skall bli mer översvämningståliga. Kraven kommer också att skärpas för att minska dagvattnets miljöpåverkan. Miljön påverkas av utsläpp av dagvattenföroreningar och genom kraftiga flödestoppar till känsliga recipienter.

Vid nybyggnation kan man med en hållbar dagvattenhantering dels skapa hög säkerhet mot skador vid översvämningar, dels minska utsläpp av dagvattenföroreningar. Genom att göra rätt från början kan kostnaderna bli rimliga. En förutsättning är att dagvattenfrågan kommer in tidigt i samhällsplaneringsprocessen. Då kan man:

- Fastställa en säker höjdsättning för byggnader relativt omgivande gator och mark.
- Skapa möjligheter för fördröjning och infiltration av dagvatten, vilket minskar utsläppen till recipienten.
- Reservera markytor, så kallade översvämningssytor, för att kunna hantera stora regnmängder i samband med kraftiga skyfall.
- Skapa grönare samhällen som ger ökad trivsel och bättre skydd mot värmeböljor.

Den största och svåraste utmaningen är att säkra upp den befintliga bebyggelsen och infrastrukturen eftersom de yttre ramarna redan är givna. Hur mycket man kan öka säkerheten till rimliga kostnader beror bland annat på hur samhällena har höjdsatts, och byggnadernas placering i förhållande till näraliggande vattendrag.

Den lokala topografin är också en viktig förutsättning för hur stora flöden som kan hanteras på ett säkert sätt. I samhällen byggda på flacka områden kan det bli särskilt svårt att avleda stora regnvolymer. För att klara kraftiga skyfall behöver översvämningssområden identifieras och reserveras för magasinering av dagvatten.

Med beaktande av ovanstående begränsningar kan många åtgärder för hållbar dagvattenhantering vid nybebyggelse även tillämpas för befintlig bebyggelse (kapitel 1.6.2 samt Svenskt Vatten P105, kapitel 11).

Våra samhällen riskerar att översvämmas från två håll:

- Nedströms från stigande vattennivåer. En grundläggande förutsättning för samhällets avvattnings är att dagvattnet med självfall kan rinna ned mot recipienten. Recipienten kan vara havet, en sjö eller vattendrag. När vattennivån i en recipient höjs kan det leda till översvämningar som kan drabba bebyggelsen.
- Uppströms genom extrema skyfall. Samhällen kommer allt oftare att drabbas av extrema regn under sommarhalvåret. Vi förväntar oss också ett ändrat regnmönster med mer nederbörd på vinterhalvåret då avdunstningen är liten och växternas upptagningsförmåga av vatten är låg. Långvariga regn kan göra att marken blir mättad så att större vattenflöden än normalt kommer att rinna av.

P110 har huvudfokus på den andra punkten ovan: dagvattnets avledning genom samhället. Den första punkten belyses i rapporten Stigande Vatten. (Länsstyrelserna i Västra Götaland och Värmland 2011)

1.2 Avloppssystemen i ett historiskt perspektiv

1.2.1 Utformningen av äldre avloppssystem

De befintliga avloppsnäten har byggts upp under mer än 100 år. Principerna för avloppsnätets utformning har varierat under olika tidsperioder. Under 1800-talet var de hygieniska förhållandena svåra. Smuts och föroreningar transporterades med nederbördens hjälp via rännstenar, avloppstrummor eller diken till närmaste vattendrag. Inflyttningen till tätorterna ökade kraftigt under senare hälften av 1800-talet och en högre sanitär standard blev allt nödvändigare.

Under andra hälften av 1800-talet påbörjades den sanitära upprustningen, där bland annat byggandet av allmänna vatten- och avloppsledningar var angeläget. De första underjordiska avloppsledningarna i modern bemärkelse anlades på 1860-talet. 1905 fanns underjordiska avloppsledningar i 80 av Sveriges städer.

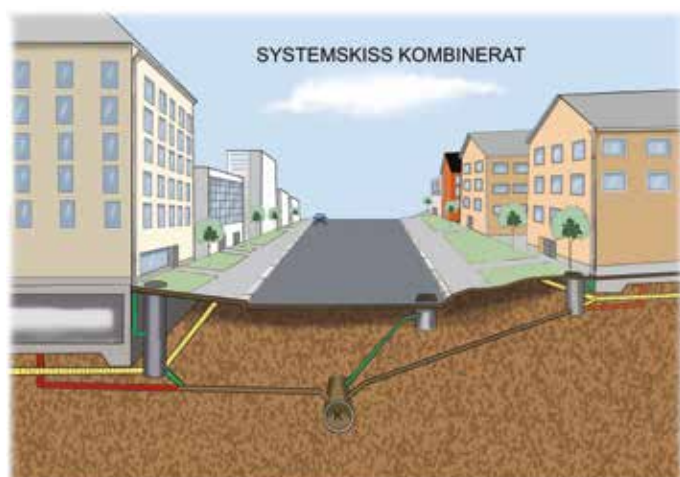
Utbyggnaden av avloppsreningsverken påbörjades under 1930-talet med mekanisk rening. Under 1950-talet startade utbyggnaden av biologisk rening. Under 1970-talet och 1990-talet startades utbyggnaden med kemisk fällning respektive kvävereduktion. (Byggeforskningsrådet 1997).

I det kombinerade avloppsledningssystemet avleds spill-, dag- och dränvatten i en ledning, se figur 1.1. Det var det dominerande systemet i tätbebyggelse fram till 1950-talet. Idag består det svenska avloppsnätet av cirka 13 procent kombinerade ledningar räknat som rörgravslängd. För att minska risken för översvämningar installerades bräddavlopp i det kombinerade systemet där höga avloppsflöden kunde avledas orenat till recipienten. Bräddavloppen dimensionerades för att träda i kraft vid en viss utspädningsgrad, i storleksordningen fem till tio gångers utspädning.

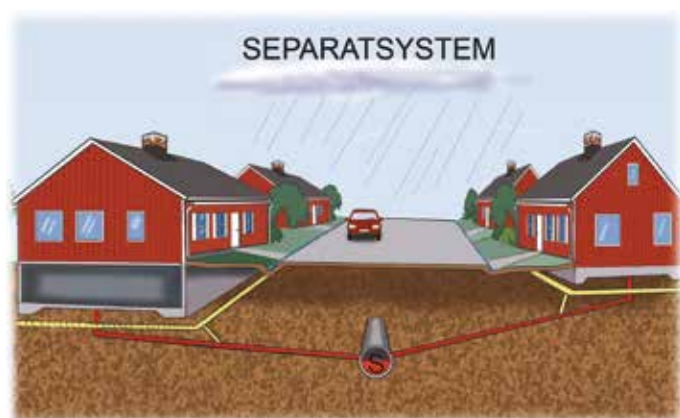
Vid tiden för de kombinerade ledningarnas byggande rekommenderades ibland att installera bakvattenventiler för att förhindra att bakåtströmmande avloppsvatten skulle översvämma källare.

I städernas ytterområden anlades under 1900-talets första hälft även så kallade separatsystem, se figur 1.2. Spillvattenledningen avledde även vatten från husgrundsdraineringar. Dagvattnet hanterades i ytliga diken och takvattnet avleddes ut över mark.

Spillvattenledningen kan bli överbelastad om exempelvis fastighetsägare felaktigt leder ned dagvatten till sin spillvattenservis. Besvärande marköversvämningar kan uppstå om dagvattendikena inte underhålls eller till och med fylls igen.



Figur 1.1
Schematisk illustration
av kombinerat system,
se även kap 3.2.



Figur 1.2
Schematisk illustration av
separatsystem, se även
kap 3.3.1.

I praktiken är dock de äldre avloppssystemen inte så renodlade. Kombinerade och separata avloppssystem kan exempelvis ha kompletterats med ny dagvattenledning samtidigt som den äldre avloppsledningen ligger kvar för att avleda spillvattnet. Det kan ha skett utan att dräneringsfunktionen eller takvattenavledningen från fastigheterna har ändrats.

Övergången till duplikatsystem, figur 1.3, skedde successivt från 1950-talet. Det vanligaste var att ansluta dränvattnet med självfall till den lägst belägna spillvattenledningen.



Figur 1.3
Schematisk illustration
av duplikatsystem där
husgrundsdränering
avleds med självfall till
spillvattenledningen, se
även kap 3.3.2.

På 1980-talet växte insikten fram om det olämpliga i att pumpa och rena vatten från husgrundsdränering i avloppsreningsverken. Under en kortare period anslöts dräneringen med självfall till dagvattenledningen, se figur 1.4. Det innebär en risk för att dagvatten strömmar bakåt i dagvattenservisen när dagvattenledningen är överbelastad. Vatten kan därmed tryckas upp mot grundmurar och tränga in i källare om grundmuren är otät.

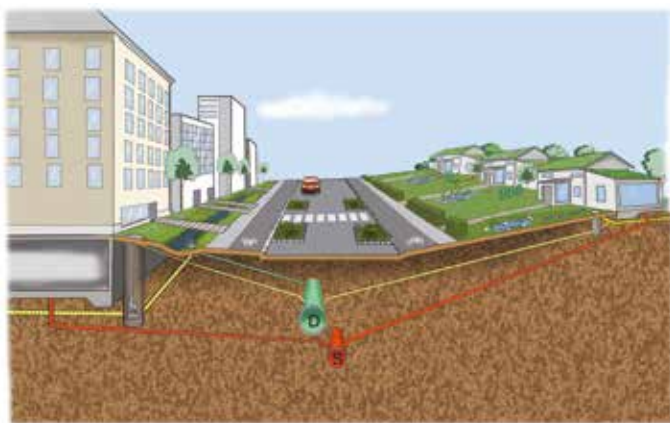


Figur 1.4

Schematisk illustration av duplikat system där husgrundsdränering avleds med självfall till dagvattenledningen, se även kapitel 3.3.3

1.2.2 Utformning av dagens avlopssystem

Från och med 1990-talet rekommenderas att utforma avloppssystemen så att dagvattenledningen kan däckas upp till markytan utan risk för dämning kring grundmuren, se figur 1.5. Detta innebär att dränvattnet måste pumpas till dagvattenledningen vid källarbebyggelse eller avledas i separat tät ledning.



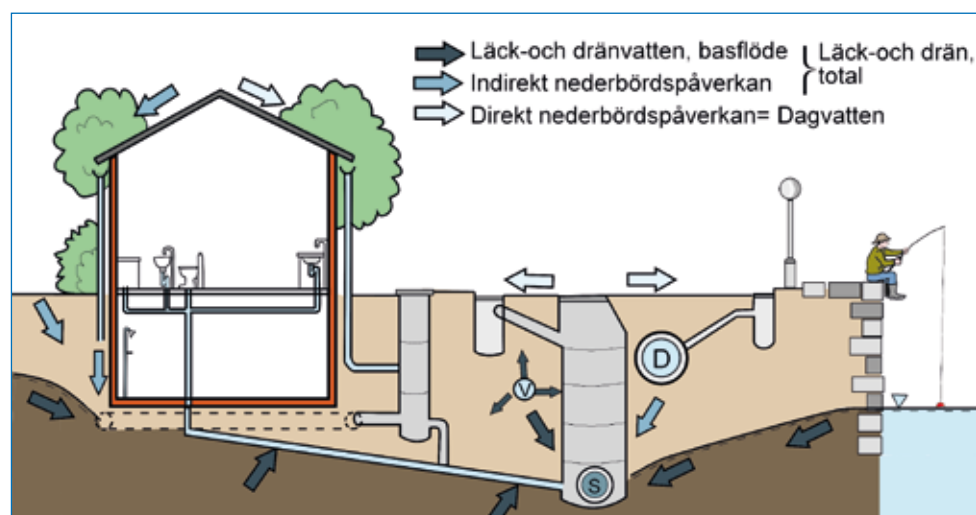
Figur 1.5

Schematisk illustration av rekommenderad utformning av duplikat system i kombination med trög dagvattenhantering ovan mark och säker höjdsättning av byggnader, se även kapitel 1.6.2 och kapitel 2.1.

1.2.3 Tillskottsvatten är ett besvärligt problem

Enligt systemskisserna för duplikatsystemen bör flödet i spillvattenledningen inte öka i samband med nederbörd. Tyvärr fungerar det inte så i verkligheten utan stora flödestillskott kan belasta den lägst belägna spillvattenledningen till följd av så kallat tillskottsvatten. Vid kraftiga flödestoppar kan det orsaka källaröversvämningar via spillvattenservisen.

När dräneringsvatten från husgrunder avleds till spillvattenförande ledning kan detta resultera i att mycket stora volymer grundvatten både skall pumpas och renas i avloppsreningsverken. Det avrunna dräneringsflödet, uttryckt som liter per sekund (l/s), kanske inte verkar så allvarligt men ett litet flöde under lång tid resulterar i stora volymer.

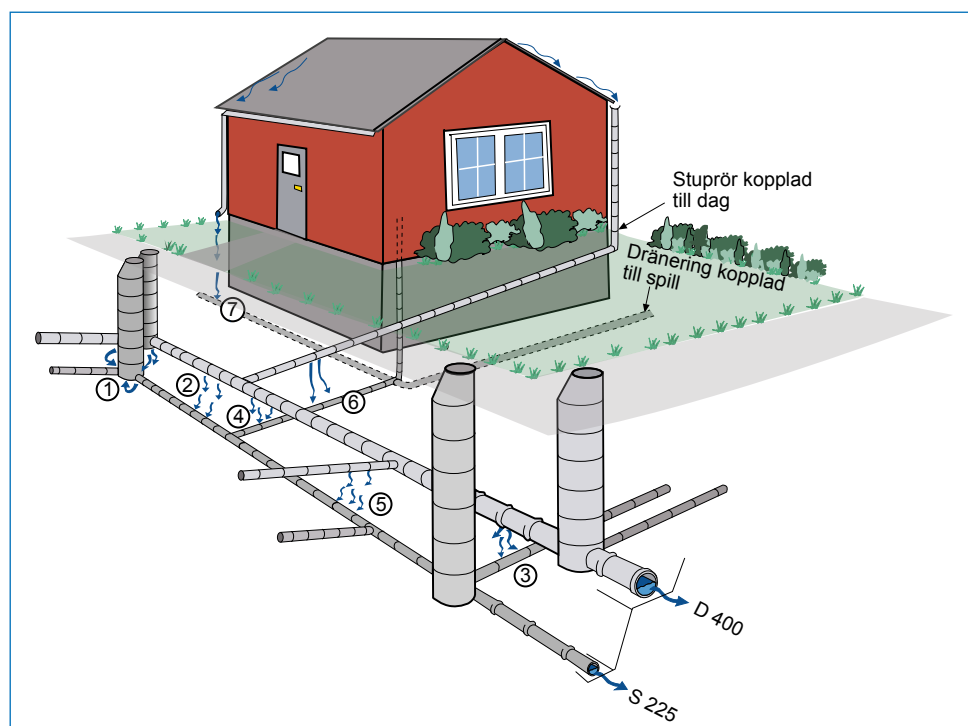


Figur 1.6

Olika källor för tillskottsvatten som belastar spillvattenledningen i ett duplikat avloppssystem där husgrundsdräneringen tillåts anslutas till spillvattenledningen, se figur 1.3.

Den mängd som avleds från husgrundsdräneringarna varierar kraftigt beroende på hur djupt under grundvattenytan som dräneringen är belägen, och hur pass genomsläppliga jordarterna är i området.

Förhållandena kan illustreras med ett enkelt räkneexempel där en husgrundsdränering är belägen en meter under grundvattenytan. Den dygnsvolym dräneringsvatten som avleds från denna villa i ett område med täta jordarter motsvarar hela spillvattenproduktionen för villan. Om jordarterna istället är måttligt genomsläppliga eller genomsläppliga motsvarar dränvattenflödet från en villa, spillvattenproduktionen från fem respektive 150 villor, se vidare Svenskt Vatten P105, Bilaga 4.



Figur 1.7

Överläckning från otät dagvattenledning till otät spillvattenledning.

I figur 1.6 och 1.7 visas olika källor till tillskottsvatten. Det är ett omfattande arbete att hitta och åtgärda de källor som orsakar tillskottsvattnet. Med hjälp av flödesmätningar i samband med nederbörd kan områden med stor belastning av tillskottsvatten identifieras. Därefter inriktas arbetet mot att hitta källorna till tillskottsvattnet.

Stora mängder tillskottsvatten genereras även inne på privat mark. Fastighetsägarna är sällan medvetna om detta såvida inte de själva drabbats av olägenheter. Arbetet med tillskottsvatten måste bedrivas med en helhetssyn omfattande både privata och allmänna VA-ledningar. (SVU 2012a, SVU 2014a)

1.3 Komplexerad ansvarsfördelning för dagvatten

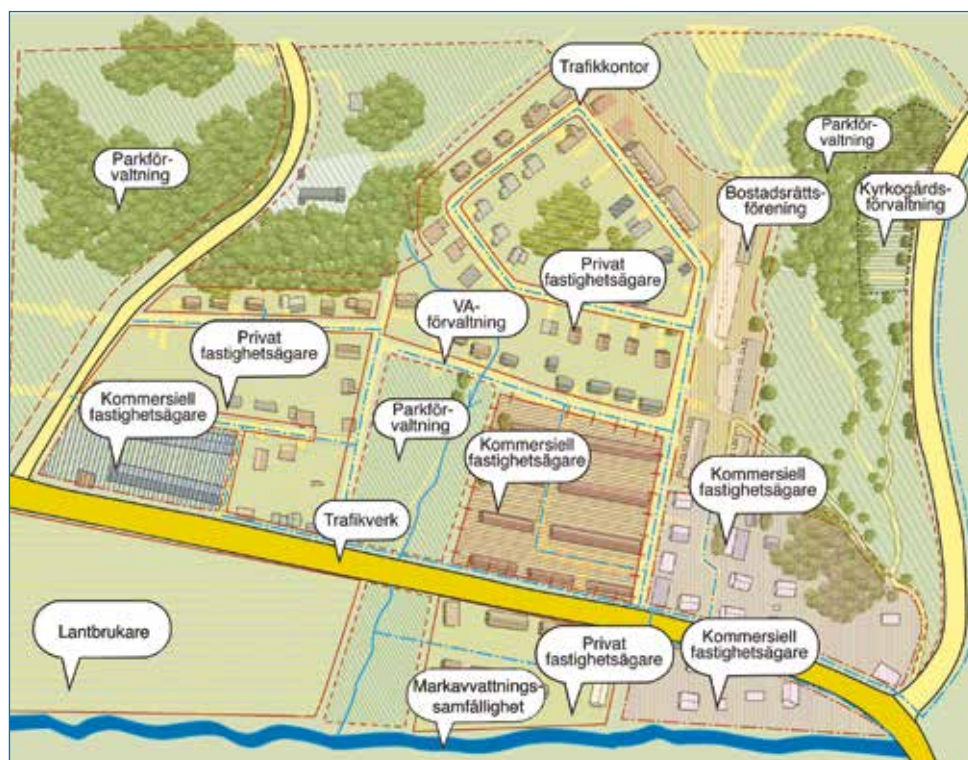
Det saknas en nationell strategi och handlingsplan för arbetet med klimatanpassning i Sverige. Många departement och myndigheter är involverade men ingen har ett övergripande ansvar för klimatanpassningen. Huvudansvaret för att genomföra konkreta åtgärder ligger på kommunerna och enskilda fastighetsägare. (Svensk Försäkring 2015)

Eftersom dagvattenfrågan hanteras av olika förvaltningar inom kommunen, är samverkan av yttersta vikt. Annars ökar risken för skador i lokalsamhället, något som kan bli kostsamt för såväl kommunen som enskilda. Det är också nödvändigt att både kommersiella fastighetsägare och enskilda fastighetsägare deltar i arbetet med klimatanpassning.

1.3.1 Många aktörer påverkar dagvattenavrinningen men ingen har egen rådighet

Det är många aktörer som påverkar hur mycket dagvatten som genereras och med vilken hastighet som det avleds genom samhället, se figur 1.8. Utanför samhället kan det finnas uppströms liggande natur- och jordbruksområden som avvattnas ned mot samhället. Avvattningen kan också påverkas nedströms vid höga nivåer i näraliggande vattendrag.

Ingen aktör har egen rådighet över hela dagvattenfrågan utan dagvattenavledningen påverkas av alla aktörers samlade ingrepp inom avrinningsområdet. Det är viktigt att alla berörda aktörer har kännedom om de begränsningar som finns för hantering av dagvattnet. Detsamma gäller eventuella krav på skötsel av olika typer av öppna dagvatnenlösningar.



Figur 1.8

Olika aktörer som påverkar dagvattenavrinningen inom ett avrinningsområde.

Det kan finnas en risk att någon aktör vidtar åtgärder, utan att beakta konsekvenserna för dagvattenhanteringen. Detta gäller exempelvis om nya hårdgjorda ytor anläggs utan att några åtgärder genomförs för att fördröja avrinningen.

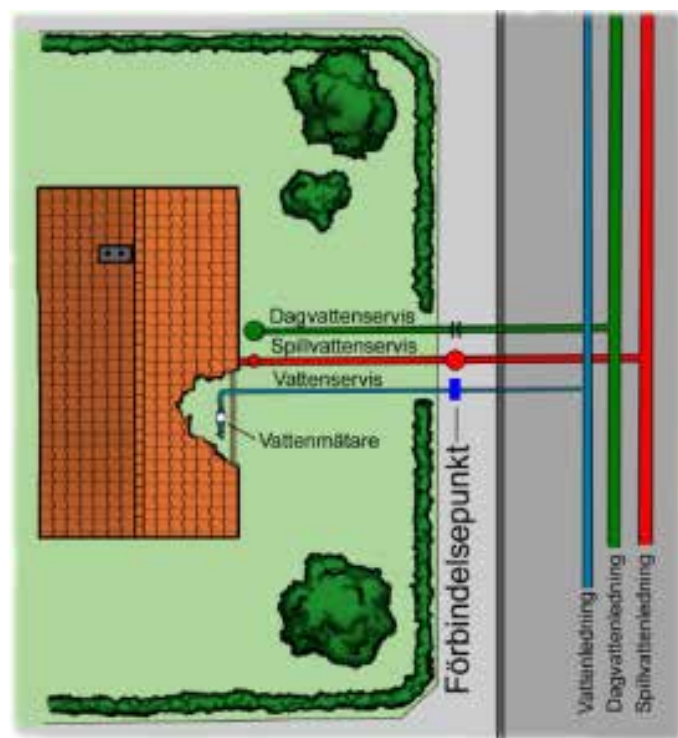
Det är därför helt nödvändigt att dagvattenfrågan hanteras övergripande i den kommunala samhällsplaneringen och att dagvattenhanteringen styrs upp så långt som möjligt. När skyfallet väl är ett faktum är det försent.

Det är viktigt att definiera vilka anläggningsdelar, slutna rörsystem eller öppna dagvattenanläggningar som ingår i den allmänna VA-anläggningen. Vid öppna dagvattenanläggningar, där nyttan delas av flera parter, är det viktigt att definiera var och ens ansvarsområde vad gäller investeringar, drift och underhåll. I P105, bilaga 1 beskrivs en mall för överenskommelse om dagvattenanläggning.

Enligt utslag i statens VA-nämnd sträcker sig VA:s ansvar för dagvattenanläggningar upp till 10 års återkomsttid med viss marginal för osäkerhet i kontrollberäkningar.

1.3.2 Uppdelat ansvar mellan allmänna och privata avloppsledningar

Även inom VA-ledningssystemen är ansvaret uppdelat på flera parter. Innanför den så kallade förbindelsepunkten, se figur 1.9, ansvarar fastighetsägarna för servisledningarna. Utanför förbindelsepunkten ansvarar VA-organisationen (kommun, kommunalt bolag).



Figur 1.9

En separat förbindelsepunkt upprättas för dricks-, spill- respektive dagvatten. Den svarta linjen i figuren illustrerar en vanlig placering av förbindelsepunkten.

Källa: Östersunds kommun

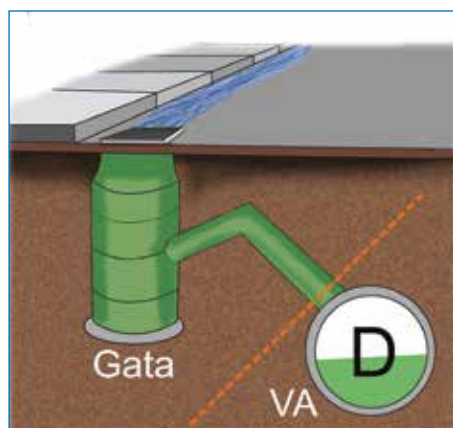
Fastighetsägarnas och VA-huvudmannens ansvar regleras i Lagen om allmänna vattentjänster, LAV, (2006:412). Ansvaret förtydligas i respektive kommuns fastställda ABVA, Allmänna bestämmelser för användande av kommunens allmänna vatten- och avloppsanläggning, se även Svenskt Vatten 2007b.

1.3.3 Ansvarsuppdelning inom kommunen för gatans avvattnings och dagvattenavledning

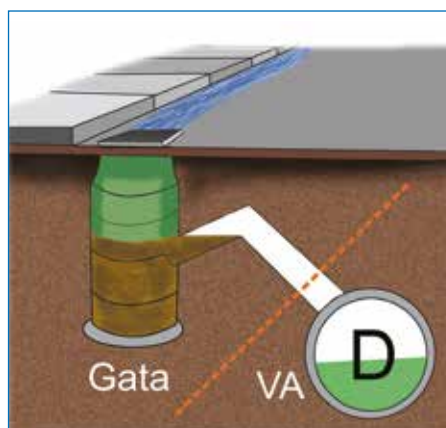
Ansvaret för gatans avvattnings ligger hos väghållaren. Inom samhällen är väghållaren normalt gatukontoret eller motsvarande, se figur 1.10. Väghållaren ansvarar även för underhållet av dagvattenbrunnar och tillhörande servisledning.

Dagvattenbrunnarna behöver regelbundet rensas. Annars är risken stor att dagvattenledningarna kommer att belastas med sediment, vilket leder till nedsatt kapacitet i den allmänna dagvattenledningen. Helt igensatta dagvattenbrunnar innebär att dagvattnet inte kan avledas till dagvattenledningen utan vattnet kommer att rinna vidare eller bilda en lokal vattensamling.

Intervallerna för gatusopningar påverkar mängden föroreningar som leds till dagvattenledningen och därigenom utsläpp till recipienten. Ju tätare gatusopningarna genomförs desto mindre föroreningar kommer att belastas recipienten.



Ansvarsfördelning gatuavvattnings



Sedimentfylld gatubrunn

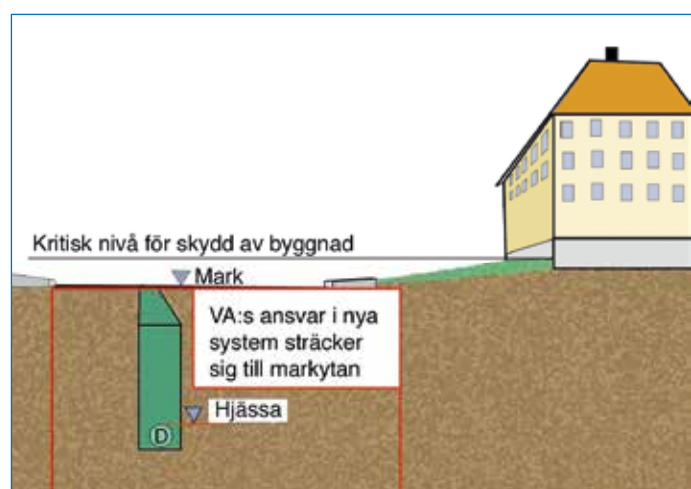
Figur 1.10

Ansvarsfördelning mellan gata/väghållare och VA avseende gatans avvattnings. Bilden till vänster visar på en rensad dagvattenbrunn och den till höger en som snart riskerar att täppas igen av sediment.

1.3.4 Ansvarsfördelning inom kommunen för hantering av dagvattenflöden

VA-organisationerna ansvarar för utformning och drift av dagvattenledningar till dagvattnets trycknivå när markytan, se figur 1.11. När dagvattensystemets kapacitet är fullt utnyttjad kommer överskjutande flöden att hanteras på markytan.

Att skydda våra samhällen mot allvarliga konsekvenser och översvämningar till följd av skyfall, stigande vattennivåer i sjöar, hav och vattendrag är en fråga för hela samhällsplaneringen. För att åstadkomma effektiva lösningar måste arbetet ske i nära samverkan mellan förvaltningarna för samhällsplanering, bygglov, park, gata, miljö och VA, se även kapitel 2.2.1.



Figur 1.11

VA-organisationernas ansvar för dagvattenhanteringen i separerade dagvattensystem.

VA:s ansvar för att uppfylla kravet på skäligen säkerhet regleras av "Lagen om allmänna vattentjänster". För kontrollberäkning av att VA-anläggningen, till exempel uppfyller kravet på avledning av dimensionerande regn hänvisas till kapitel 5.

1.3.5 Dagvattenhanteringen kan påverkas av markavvattningsanläggningar och vatten från naturmark

En stor del av jordbruksmarken är beroende av anlagda diken och andra markavvattningsanläggningar för sin avvattnings. Syftet med dessa anläggningar var att utöka och förbättra jordbruksmark inom låglänta områden och därmed säkra Sveriges matproduktion. Verksamheten regleras i Lag med särskilda bestämmelser om vattenverksamhet (1998:812).

De flesta anläggningarna kom till under 1900-talets första hälft. Information om existerande markavvattningsanläggningar kan erhållas från aktuell länsstyrelse. Många av dessa anläggningar är gemensamma för flera fastigheter. I Sverige finns cirka 50 000 samfälliga anläggningar för avledning av vatten från jordbruksmark och skogsmark.

Den moderna benämningen på dessa är markavvattningsanläggningar. Ofta används dock de äldre benämningarna torrlägningsföretag, dikningsföretag, invallningsföretag, sänkningsföretag och vattenavledningsföretag.

Vid exploateringar inom områden som berörs av markavvattningsanläggningar måste hänsyn tas till dessa. Dagvatten från allmän VA-anläggning kan avledas till befintliga markavvattningsanläggningar om detta är möjligt. Diken inom markavvattningsanläggningar är emellertid inte dimensionerade för omfattande dagvattenbelastning.

Om markavvattningsanläggningar skall motta dagvatten kan anläggningen behöva modifieras och utökas, och villkoren kan behöva omprövas. Ansökan om omprövning med förslag på modifiering av anläggning, ändrade villkor samt kostnadsfördelning för anläggningsarbeten, framtida skötsel och underhåll lämnas till mark- och miljödomstolen.

För mer information hänvisas till, "Jordbrukets markavvattningsanläggningar i ett nytt klimat" (Jordbruksverket 2013) och "Äga och förvalta diken och andra vattenanläggningar i jordbrukslandskapet" (LRF 2014).

Våra samhällen kan också belastas med vatten från naturmark som avleds ner mot bebyggelsen. Avrinningen från naturmark är vid måttliga regnvolymer starkt utjämnad. Vid extrema regntillfällen med hög intensitet och stora regnvolymer kan avrinningen öka kraftigt.

I ett förändrat klimat befaras även ändrade regnmönster. Stora regnvolymer under vinterhalvåret kan innebära att en vattenmättad naturmark kommer att resultera i kraftigt ökade flöden.

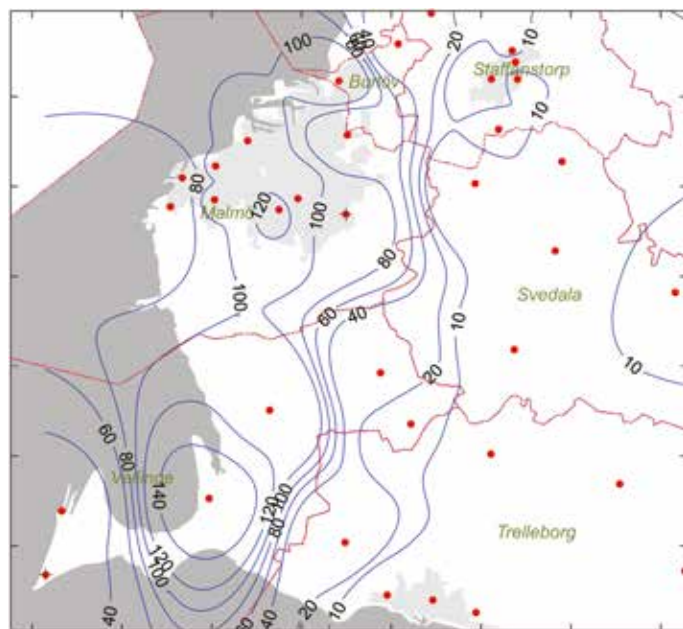
Vid skogsavverkning med stora kalhyggen, med markskador och uppkörda transportstråk, kan flödet bli stort och lerströmmar kan uppkomma. Om naturmarksavrinningen avleds mot allmänna dagvattensystem finns det stor risk för att dessa kommer att överbelastas. Intagsbrunnar till dagvattensystemen är försedda med galler eller motsvarande. Höga flöden från naturmark kan dra med sig avsevärda mängder grenar, löv med mera som snabbt sätter igen gallren. Intagsbrunnar inom känsliga områden måste ha regelbunden tillsyn och utformas så att igensättningsrisken minimeras.

1.4 Skyfallshantering – en stor utmaning

Kraftiga skyfall har varit många de senaste 15 åren och drabbat många svenska orter. I detta kapitel redovisas vad som hände när Malmö drabbades av ett mycket kraftigt skyfall 2014.

1.4.1 Skyfallet i Malmö den 31 augusti 2014

Skyfall förekommer geografiskt sett slumpmässigt över Sverige och kan ha en mycket lokal utbredning. Den 31 augusti 2014 drabbades sydvästra Skåne av ett mycket kraftigt skyfall med en stor lokal variation i total regnvolym. De största regnvolymerna uppmättes i centrala Malmö (>120 millimeter) och i Vellinge (>140 millimeter) samtidigt som stora delar av Staffanstorp, Svedala och Trelleborg hamnade utanför skyfallet, se figur 1.12.



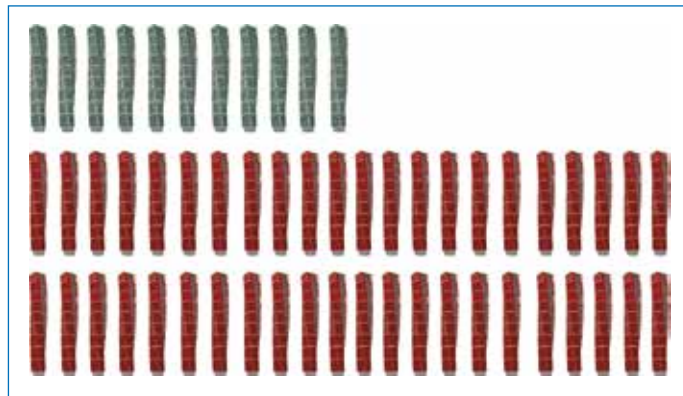
Figur 1.12
Total regnvolym (millimeter) registrerat i punktmätningar inom sydvästra Skåne mellan klockan 04.00 och 10.00 den 31 augusti 2014. Belägenhet för 36 kommunala nederbördsstationer är markerat med prickar, SMHI:s (Malmö A, Falsterbo A) med ett kryss. (Vatten, 2015).

I figur 1.13 redovisas de lokala variationerna i Malmö under skyfallet den 31 augusti 2014 uttryckt som återkomsttider för regnhändelsen. I centrala Malmö översteg återkomsttiderna generellt 100-årsregnet med råge. I området kring Söderkullaskolan var regnet som kraftigast med en återkomsttid på mer än 360 år. Återkomsttiderna är baserade på intensitets-varaktighetssamband enligt Dahlström (2010) med regnvaraktigheten 4 timmar eller 6 timmar.



Figur 1.13
Analys av lokala variationer i återkomsttider (år) för skyfallet den 31 augusti 2014.
Källa: Susanne Steen Kronborg, VA SYD/ Claes Hernebring, DHI.

Regnets volym kan visualiseras genom att jämföra regnvolymer som föll över Malmö med tillgänglig rörvolym i Malmös avloppsnät. Den samlade volymen som kan hanteras i avloppsledningsnätet uppskattas motsvara 11 stycken Turning Torsos. Då avloppsledningsnätet var fullt och marken vattenmättad uppskattas att en ytterligare regnvolum, motsvarande 54 stycken Turning Torsos föll över Malmö (Hall, Steen Kronborg 2015).



Figur 1.14

Illustration över regnvolymer under skyfallet i Malmö 31 augusti 2014. Gröna Turning Torsos motsvarar tillgänglig volym i avloppsnätet och röda visar den regnvolum som föll därutöver.

Exemplet från Malmö visar tydligt att det varken tekniskt eller ekonomiskt är rimligt att basera skyfallshanteringen enbart på slutna rörsystem. Istället behöver man i samhällsplaneringen ge plats för översvämningsytor som kan användas i samband med dessa skyfall. Detta innebär att man skapar förutsättning för en kontrollerad översvämning som en lösning för att kunna hantera regn som inte får plats i dagvattenanläggningen.

Översvämningsytorna kan till exempel vara nedsänkta gatusektioner, idrottsplatser, parkytor.

1.4.2 Skyfallskartering och åtgärdssimuleringar

De kommuner som drabbats av skyfall har därmed också fått kunskap om det generella sårbarhetsläget, och vilka områden som är särskilt utsatta för översvämningar. Med hjälp av modern simuleringsteknik finns verktyg för att analysera samhällets sårbarhet innan skyfallen inträffar. Man kan undersöka vad som händer när de allmänna dagvattensystemen är överbelastade. Den del av dagvattenavrinningen som inte ryms i dagvattensystemen måste fördröjas eller avledas ytledes. Resultaten påvisar lågstråk och instängda områden där byggnation bör undvikas.

Denna teknik används också för att i efterhand få förståelse för orsakerna till varför översvämningarna inträffat, och simulera vilken effekt som olika åtgärder kan ha för att minska konsekvenserna vid översvämningar.

Ett bra underlag för att göra skyfallskarteringar och identifiera översvämningsrisker är att skapa tredimensionella modeller av avrinningsområdet. Detta kan utföras med stöd av den nationella höjddatabasen (www.lm.se) eller med stöd av egna laserskannade höjddata.

I sin enklaste form används höjddata från nationella höjddatabasen för att identifiera rinnvägar för ytvatten samt instängda områden. Figur 1.15 illustrerar en situation då dagvattensystemen är fullt utnyttjade och all ytvattning måste ske ytledes. En metodbeskrivning av denna typ av analys ges av Länsstyrelsen i Jönköpings län.



Figur 1.15

Illustration som visar ytliga avrinningsvägar och lågpunkter inom ett avrinningsområde (Tyréns/Jönköpings kommun).

Skyfallskarteringarna kan genomföras på tre ambitionsnivåer:

1. Kartläggning av höjdförhållanden för att identifiera instängda områden och ytliga vattenvägar.
2. Simulering av ytvavrinning vid olika nederbördstillfällen. Rörsystemen omfattas inte utan förutsätts därmed vara fyllda.
3. Simulering av ytvavrinning och flöden i rörsystem vid olika nederbördstillfällen.

På nivå tre kombineras en dynamisk simulering av ytvavrinningen med en dynamisk simulering av flödet i ledningsnätet vid olika regn. I modellen kan dagvatten från överbelastade rörsystem rinna vidare på gatan för att åter rinna ned i ledningsnätet när kapacitet finns tillgänglig. Resultatet redovisas i tydliga översvämningsskator, se figur 1.16.

Med hjälp av dessa analysverktyg kan olika åtgärdsalternativ föreslås och utvärderas för att åstadkomma ett mer översvämningståligt samhälle.



Figur 1.16

Översvämningsskator som visar resultat av dynamiska simuleringar av både ytvavrinning och avrinning i rörsystem (Tyréns/Jönköpings kommun).

1.5 Dagvattnets miljöpåverkan

Ramdirektivet för vatten från år 2000 reglerar hur våra vattenförekomster ska uppnå god status, såväl ekologisk som vattenkemisk. Bedömningen av vattenförekomsternas status sker utifrån miljökvalitetsnormerna (MKN), som uttrycker den kvalitet en viss vattenförekomst skall ha vid en viss tidpunkt. (Se <http://www.viss.lansstyrelsen.se/>)

Förändrade avrinningsförhållanden innebär också en fysisk påverkan i form av exempelvis erosion, som kan skada känsliga biotoper genom ökade flöden.

Dagvatten visar upp en stor variation i halter av olika substanser beroende på dess ursprung (SVU 2004:11, SVU 2010:06, SVU 2012:02). En del av dessa substanser finns med på EU:s lista över prioriterade ämnen, som ska fasas ut eller hållas under en viss haltnivå (EU 2013).

Trafikytor, tak, gårdar med mera ger helt olika föroreningskoncentrationer eftersom dagvatten förorenas i kontakten med de ytor där det rinner fram. Dagvattnet kan förorenas när förorenad luft avsätter partiklar på ytor som sedan tvättas av med regnvatten. Det påverkas av korrosionsprodukter från olika metalliska byggnadsmaterial och nedbrytningsprodukter från andra typer av byggmaterial. Andra föroreningskällor kan vara fordon och vägbeläggning, produkter som används för grönyteskötsel, exkrementer från fåglar, hundar och katter samt allmän nedskräpning som till exempel fimpar. Dagvattnets föroreningsinnehåll varierar mellan olika avrinningstypområden och tidpunkt på året (exempelvis dubbdäck).

I tabell 1.1 visas exempel på schablonvärden för dagvatten och utgående avloppsvatten från reningsverk. Där framgår att dagvatten framför allt innehåller högre halter av tungmetaller än utsläpp från reningsverk. Halterna för fosfor i dagvatten är dock i samma storleksordning som renat avloppsvatten.

Tabell 1.1 Exempel på schablonhalter av föroreningar i dagvatten jämfört med renat avloppsvatten från reningsverk. Källa: StormTac 2015, samt data från Naturvårdsverkets och Umeå Universitets hemsidor.

Typ	Metaller				Näringsämnen	
	Bly µg/l	Koppar µg/l	Zink µg/l	Kadmium µg/l	Fosfor mg/l	Kväve mg/l
Dagvatten från bostadsområden	10–15	20–30	80–100	0,5–0,7	0,2–0,3	1,4–1,6
Dagvatten från trafikområden	3–50	20–100	30–700	0,3–0,6	0,15–0,50	2,4
Dagvatten från industri och andra verksamheter	25–30	35–80	200–400	1,2–2,1	0,29–0,42	1,6–2,2
Utgående avloppsvatten från avloppsreningsverk	<0,5	4–11	5–30	<0,05	0,21–0,23	10,2–21,4

Det är inte ekonomiskt försvarbart att som en generell åtgärd basera rening av dagvatten på ”end of pipe”-lösningar, det vill säga reningsanläggningar där dagvattenrören mynnar i recipienterna.

Beräkningar från Göteborg (personlig kommunikation Olle Ljunggren 2015) visar att rening av allt dagvatten från utloppen skulle kräva reningsanläggningar motsvarande 40 avloppsreningsverk av Ryaverkets storlek vid dimensionerande ettårsregn. Flödet vid dessa händelser är jämförbart med normalflödet i Göta Älv, cirka 400 kubikmeter per sekund (m³/s). Antalet utsläppspunkter är i allmänhet stort och även utspridda över en tätort. I Göteborg finns det till exempel 500 utsläppspunkter av dagvatten. (Svenskt Vatten, 2015c)

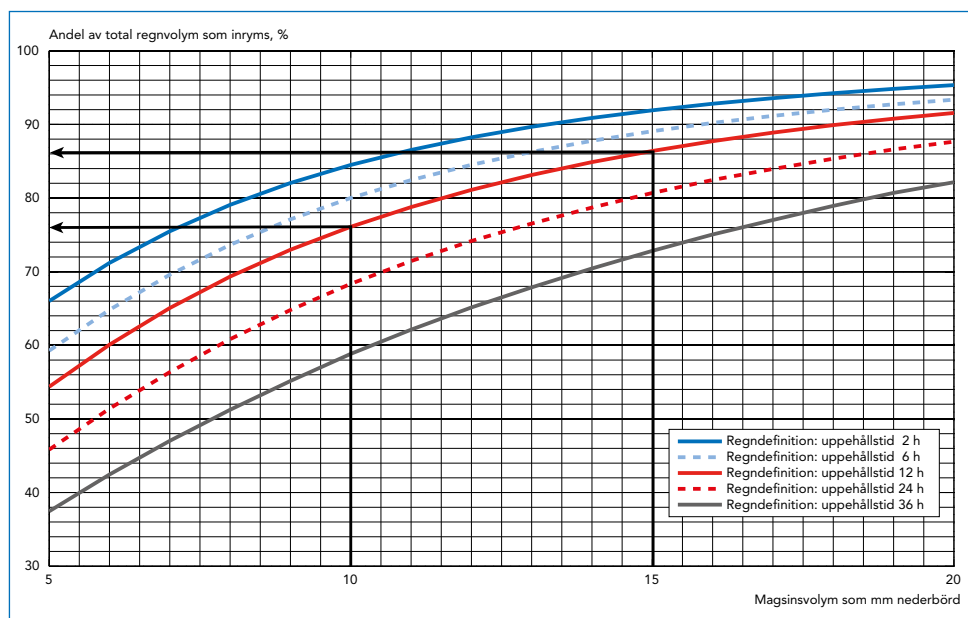
Miljökontroll av dagvattenutsläpp är både tekniskt och ekonomiskt svårt att hantera. Dels krävs flödesproportionell provtagning, dels är analyskostnaderna höga för ett stort antal utsläppspunkter. Miljökontrollen bör därför istället baseras på indirekta krav som fördröjning och rening.

Svårigheterna att rena dagvatten från oönskade substanser som förekommer i låga halter gör att behovet av uppströmsarbete är stort. Det handlar om att identifiera källorna till dessa substanser och i möjligaste mån undvika användning av dem. Till exempel genom att införa restriktioner i en materialvalspolicy för fordon, anläggningsytor, byggnadsmaterial med mera, kan utsläppen av oönskade substanser minskas.

Genom trög dagvattenhantering med fördröjning, översilningsytor och infiltration kan dagvattnets föroreningsinnehåll till recipienten reduceras. Detta förutsätter att dagvattenanläggningarna byggs på ett sådant sätt att föroreningar kan brytas ner eller omhändertas lokalt.

Diagrammet i figur 1.17 baseras på en utvärdering av regnstatistik där uppehållstiden mellan regnen varierats från 2 timmar till 36 timmar, den så kallade regndefinitionen. Upphållstiden kan sägas motsvara den tid det tar att tömma ett magasin efter att det fyllts upp. Är det exempelvis gröna tak kan tömningstiden uppskattas till 2-6 timmar medan det för ett sedimenteringsmagasin behövs en tömningstid på 12-24 timmar för att få en bra avskiljning.

Om ett krav sätts på att de första tio millimetrarna respektive de första 15 millimetrarna av varje enskilt regn ska tas om hand lokalt innebär det att 75 respektive 85 procent av årsvolymer omhändertas, baserat på vald uppehållstid 12 timmar. Det är viktigt att förstå att även relativt måttliga krav på fördröjning innebär att en så stor del av årsvolymer kan hanteras lokalt. Detta beror på att de flesta regntillfällena är volymmässigt små. Ju större andel av dagvattenvolymen som kan hanteras lokalt desto mindre förorenat dagvatten når recipienten. Mängden dagvattenföroreningar som når recipienten beror på i vilken grad det magasinerade dagvattnet stannar lokalt eller genomgår någon form av rening innan det släpps till recipienten.



Figur 1.17

Andel av total årlig regnvolymer som fångas vid olika fördröjningsvolym. Regnstatistik från Stockholm 1984-2006. Källa Svenskt Vatten P104, figur 3.9.

Miljöpåverkan från extrema skyfall är av en annan karaktär. Här kan dagvattenavrinningen tvätta av större ytor än de som normalt genererar dagvatten. Om skyfallen medför att områden med exempelvis förorenad mark översvämmas kan detta innebära att recipienterna belastas med dessa föroreningar.

Skyfall kan också ge också upphov till erosion av markmaterial med höga halter av partiklar, sand och grus, som leds till närmaste vattendrag. Kraftiga flöden som snabbt avleds till recipienten i rörsystem kan också medföra allvarliga erosionsproblem i känsliga recipienter. En trög dagvattenavrinning är således också bra för miljön.

Vid utsläpp till känsliga recipienter kan dagvattnet behöva genomgå någon form av rening, till exempel genom dammar som avskiljer partikelbundna föroreningar genom sedimentation.

I Sverige behövs ett tydligt nationellt regelverk för hur dagvattenföroreningar skall reduceras på ett tekniskt, ekonomiskt och miljömässigt optimalt sätt (Svenskt Vatten 2015b). Internationellt finns det många exempel på denna typ av regleringar. Ett av exemplen kan hämtas från SEPA (Skottlands naturvårdsverk) som uttrycker målet för hanteringen av dagvattenförorening på följande sätt:

”Sustainable Urban Drainage Systems” (SUDS) är en kedja av åtgärder för hantering av dagvatten som omfattar både förhållningssätt och anläggningar, som utformas för att avleda dagvatten på ett mer hållbart sätt än vad som varit fallet i den konventionella dagvattenhanteringen med avledning i rör till närmaste vattendrag. (www.sepa.org.uk).

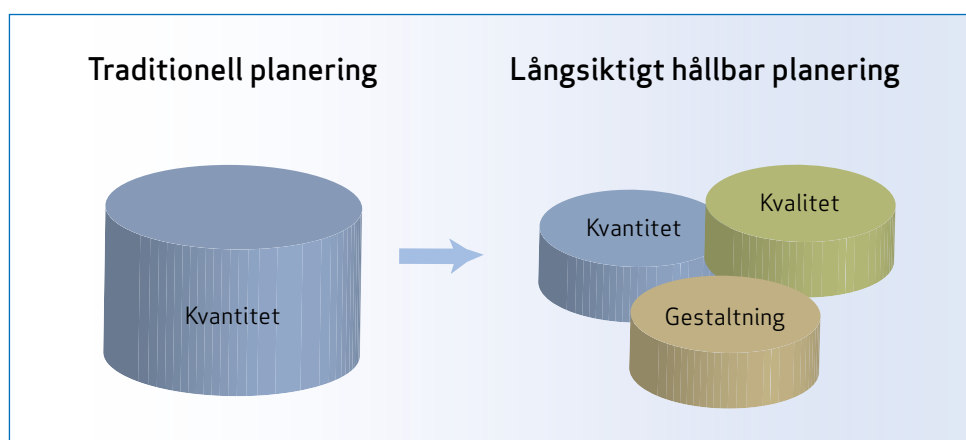
1.6 Hållbar dagvattenhantering – ett sätt att möta klimatutmaningen och minska utsläpp av dagvattenföroreningar

1.6.1 Gradvis ändrad syn på dagvattenhanteringen

Synen på dagvattenhanteringen har förändrats med åren vilket illustreras i figur 1.18. Fram till mitten av 1970-talet sågs dagvattnet som ett kvittblivningsproblem där dagvattnet skulle ledas till närmsta recipient. Senare under 1970-talet blev man mer medveten om dagvattnets föroreningsinnehåll.

Från 1990-talet växte insikten om att dagvattnet även kan utgöra en resurs för samhällenas gestaltning. Det blev då vanligare att synliggöra dagvattnet, och att skapa en behagligare och grönare samhällsmiljö. (Svenskt Vatten 2004b, Boverket 2010)

I områden med sättningskänsliga jordarter medför en snabb avledning av dagvatten att grundvattenytan kommer att sänkas, vilket i sin tur medför risk för sättningsproblem av bebyggelsen. Genom att skapa möjligheter för att dagvattnet skall infiltrera i dessa områden kan sättningsproblemen minskas.

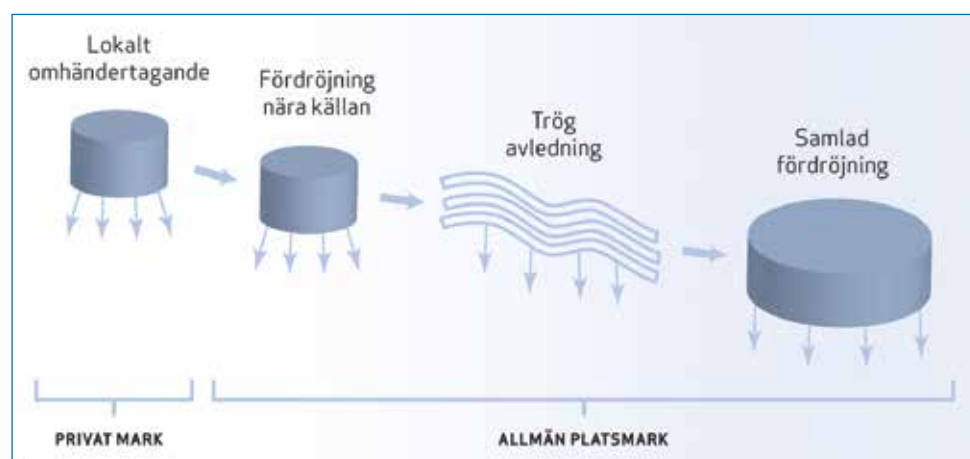


Figur 1.18
Schematisk illustration över förändringen i synen på hanteringen av dagvatten, från enbart ett avledningsperspektiv till en långsiktigt hållbar dagvattenhantering.

1.6.2 Hållbar dagvattenhantering

Under början av 2000-talet blev begreppet Hållbar dagvattenhantering (engelska: Sustainable Stormwater Management) mer allmänt tillämpat. Det innebär att förutsättningar skapas så att dagvattenhanteringen efterliknar naturens sätt att hantera nederbörd, från att den första regndroppen träffar marken tills den sista når recipienten.

Utformningen av hållbar dagvattenhantering omfattar många olika typer av åtgärder. Den kännetecknas av en "trög" avrinning, infiltration så långt som möjligt, stor flödeskapacitet för extremsituationer via öppna dagvattenlösningar samt en höjdsättning som skyddar bebyggelsen från översvämningar. Nedan ges en kortfattad beskrivning uppdelat på olika kategorier av möjliga åtgärder från det att regndroppen landar på marken tills den hamnar i en recipient. Begreppsindelningen, figur 1.19, presenterades av Peter Stahre i Svenskt Vatten, 2004b, En långsiktigt hållbar dagvattenhantering.



Figur 1.19

Illustration av olika kategorier av öppna dagvattenlösningar.

Hållbar dagvattenhantering har tillämpats i vissa svenska kommuner under de senaste 30 åren. Denna erfarenhet redovisas i Svenskt Vattens publikation P105 "Hållbar dag- och dränvattenhantering – Råd vid planering och utformning", (Svenskt Vatten 2011b). Publikationen utgör en plattform för utveckling av kreativa dagvattenlösningar, där det gäller att utnyttja alla lokala möjligheter som föreligger för att tröga upp avrinningen.

Begreppet Lokalt Omhändertagande av Dagvatten (LOD) skapades på 1970-talet. Det fokuserade enbart på infiltration av dagvatten, vilket var ett alltför begränsat synsätt, se även kapitel 3 i Svenskt Vatten P105. Därför används inte LOD-begreppet i Svenskt Vattens moderna skrifter utan istället används det samlade begreppet hållbar dagvattenhantering. Begreppet lokalt omhändertagande enligt figur 1.19 avser endast åtgärder på privat mark.

Möjligheten till infiltration av dagvatten styrs av markens genomsläpplighet. Det kommer alltid att uppstå en avrinning från olika fördröjande dagvattenanläggningar i samband med tillräckligt kraftiga regn. Detta illustreras med pilarna i figur 1.19. Tekniken för hållbar dagvattenhantering blir i områden med täta jordarter därför mer inriktad på att fördröja snarare än infiltrera.

Lokalt omhändertagande av dagvatten på privat mark kan exempelvis innebära gröna tak, infiltration på gräsytor, gårdsytor och parkeringsplatser.

Även på allmän platsmark finns många olika typer av åtgärder för att skapa en hållbar dagvattenhantering.



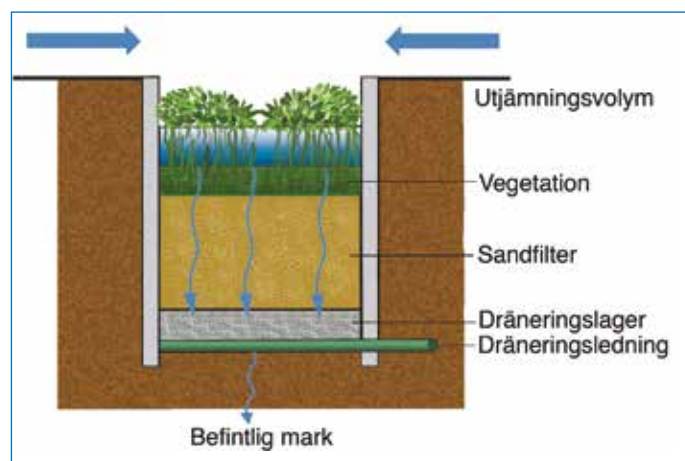
Figur 1.20 Exempel på åtgärder för att fördröja dagvatten.

Vänster: utledning av takvatten på gräsmatta. Mitten: "gröna tak". Höger: Fördröjning av dagvatten från parkeringsyta.



Figur 1.21 Exempel på åtgärder för hållbar hantering av dagvatten. Bild från vänster: Säker höjdsättning fastighet – gata. Bild i mitten: Öppen avledning istället för som tidigare kulverterad avledning. Bild till höger: Öppet avvattningsstråk.

Regnbäddar anläggs i anslutning till gatan och har till uppgift att fördröja och till viss del rena dagvatten. Anläggningen kan även kombineras med en filterbädd för rening av dagvatten, se figur 1.22.



Figur 1.22

Principiell utformning av en regnbädd (engelska: Rain Garden) för fördröjning och rening av dagvatten.

1.7 Dagvattenstrategier underlättar samverkan mot gemensamt mål

En dagvattenstrategi utgör en viktig plattform för det dagliga arbetet med dagvattenfrågor. Syftet är att skapa förutsättningar för en långsiktigt hållbar dagvattenhantering med avseende på både vattenkvalitet och risken för översvämningar. Det är viktigt att tydligt ange i dokumentet vilken säkerhetsnivå, uttryckt som lägsta återkomsttid för skador på bebyggelse, som ska utgöra en planeringsförutsättning vid all nyexploate-

ring. Strategin behöver arbetas fram och förankras i diskussioner över kompetensgränserna inom kommunen för att slutligen fastställas av kommunfullmäktige.

I dagvattenstrategin regleras hur dagvatten ska hanteras med hänsyn till bebyggelse, flöden, föroreningar, recipientförhållanden, topografi, geohydrologi, klimatförändringar och extrema väderhändelser.



Figur 1.23

Exempel på dagvattenstrategier, som kan laddas ned från kommunernas hemsidor.

En dagvattenstrategi kan innehålla följande delar:

- Mål för dagvattenhanteringen avseende lägsta risknivåer för bebyggelsen.
- Gemensam ståndpunkt om att dag- och dränvatten är viktigt att arbeta med, både inom planerad och befintlig bebyggelse.
- Strategier och riktlinjer för integrering av dagvattnet i stadsplaneringen och för att utnyttja det som en resurs.
- Reglering av ansvar för planering, byggande och drift av olika delar av dagvatten-systemet.
- Strategier och riktlinjer för hantering av dagvatten vid extrem nederbörd.
- Strategier och riktlinjer för att minimera påverkan från förorenat dagvatten.
- Rutiner för uppföljning och utvärdering av strategin.

Det är viktigt att komplettera med andra kommunala dokument som kan vara viktiga underlag och ställningstaganden för VA-planeringen, såsom risk- och sårbarhetsanalyser samt skyfallskarteringar.

1.8 Dagvatten – lite grundläggande avrinningsteori

1.8.1 Begreppet återkomsttid beskriver vald säkerhetsnivå

Begreppet återkomsttid visar på säkerhetsnivån för att en viss händelse ska inträffa. Ju längre återkomsttid vi väljer desto mer sällan kommer händelsen att inträffa. Återkomsttiden är ett centralt begrepp vid all hydraulisk dimensionering av olika dagvattenanläggningar.

Begreppet är också mycket tillämpligt för att inför planering av nya exploateringsområden ange den lägsta säkerhetsnivå som skall gälla för att fastigheter och andra viktiga anläggningar inte drabbas av skador vid översvämningar.

Säkerhetsnivån i form av återkomsttid är inte statisk över tid utan kommer att påverkas av olika åtgärder inom avrinningsområdet. En ökning av hårdgjorda ytor utan fördröjning kommer att medföra lägre säkerhet, medan åtgärder för fördröjning av dagvattenavrinningen kommer att öka säkerheten.

Återkomsttiden för en viss regnhändelse bestäms utifrån en standardiserad analys av historiska regnserier, det vill säga långa mätserier från nederbördsräknare. Vi riskerar att regnintensiteten kommer att öka i ett framtida förändrat klimat. Eftersom regnstatistiken baseras på historiska regn behöver en klimatkorrektör läggas på regnintensiteterna (kapitel 1.8.3).

Det behövs en observationsperiod som är tio gånger så lång som vald återkomsttid, för att sannolikheten att händelsen skall inträffa i medeltal en gång per återkomsttid, skall bli 100 procent. Sannolikheten att händelsen ska inträffa under en observationsperiod som är lika lång som återkomsttiden är drygt 60 procent, det vill säga lite större sannolikhet att den inträffar än att den inte inträffar, se tabell 1.2.

Tabell 1.2 Sannolikhet för att en händelse inträffar under en given observationsperiod för olika återkomsttider.

Återkomsttid	Sannolikhet under 5 år	Sannolikhet under 10 år	Sannolikhet under 20 år	Sannolikhet under 50 år	Sannolikhet under 100 år
5 år	67 %	89 %	99 %	100 %	100 %
10 år	41 %	65 %	88 %	99 %	100 %
20 år	23 %	40 %	64 %	92 %	99 %
50 år	10 %	18 %	33 %	64 %	87 %
100 år	5 %	10 %	18 %	39 %	63 %
500 år	1 %	2 %	4 %	10 %	18 %
1 000 år	<1 %	1 %	2 %	5 %	10 %

Eftersom regnhändelserna är slumpmässiga så kan 100-årshändelsen inträffa redan i morgon och det är inget som säger att den inte kan inträffa igen inom kort tid. Detta är samma logik som när vi fått en vinstlott, vinstchansen är varken större eller mindre vid nästa dragning än när vi vann första gången.

På samma sätt är sannolikheten för att ett 100-års regn skall inträffa varje enskilt år en procent. Sannolikheten för att åter drabbas nästa år är dock varken större eller mindre trots att man redan drabbats. Över en lång observationsperiod, säg 1 000 år, så kommer 100-årshändelsen i snitt tio gånger.

1.8.2 Storlek på regn baserat på historiska mätningar

Den mest allmänt accepterade måttenheten för nederbörd är millimeter (mm) per regntillfälle. Detta är ett volymuttryck där volymen av det fallna regnet kan beräknas genom multiplikation mellan nederbörden i millimeter med önskad ytstorlek.

När man skall beskriva hur stor utjämningsvolym som behövs inom exempelvis ett planområde för att fördröja XX millimeter av ett regn kan följande omräkning göras.

$$10 \text{ mm} = 10 \text{ liter/m}^2 = 1 \text{ m}^3/100 \text{ m}^2 = 100 \text{ m}^3/\text{ha}, \text{ där } 1 \text{ ha} = 10\,000 \text{ m}^2$$

I Svenskt Vatten P104 (Svenskt Vatten 2011a) redovisas bearbetning av högupplösta nederbördsräkningar utförda av svenska VA-organisationer. De regndata som beskrivs

kommer från statistiska bearbetningar av observerade regn. Av naturliga skäl är extrema regn sällan förekommande, och därför är det statistiska underlaget sämre för dessa regn. Regnintensiteter med återkomsttid över 100 år bygger på extrapolerade data med större osäkerhet som följd.

Det finns flera exempel på mycket kraftiga regn som är mycket större än 100-årsregnet. Två av de mer kända regntillfällena under senare år är:

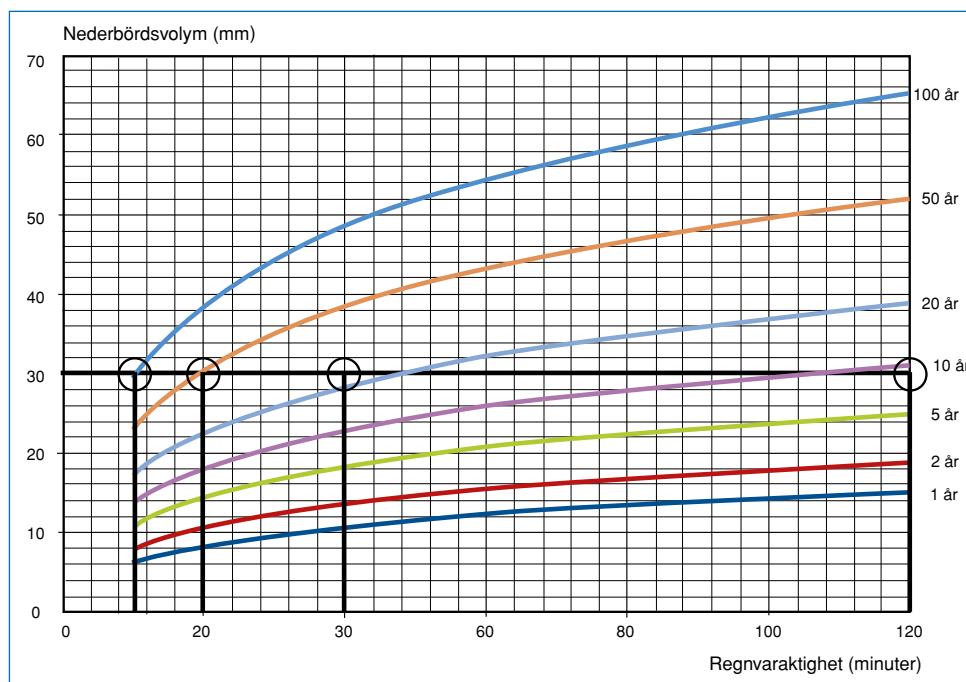
- Köpenhamn 2011 med 150 millimeter under två timmar, vilket är mer än dubbelt så stort som ett 100-årsregn, och skulle kunna beskrivas som ett 1 000-årsregn med en osäker extrapolation.
- Malmö 2014 med återkomstider upp mot 400 år (kapitel 1.4.1).

Regnets varaktighet är en mycket viktig parameter när man skall jämföra olika regn. Återkomsttiden för ett regn med samma regnvolym blir mycket större vid korta regn jämfört med långa. I figur 1.24 är högupplöst regnstatistik presenterad som ett diagram över regnvolym – varaktighet – återkomsttid.

Det är viktigt att ha en förståelse för den relativa skillnaden mellan olika kraftiga regn. Jämför man skillnaden i återkomsttid för samma regnvolym men med olika varaktigheter för regnet framkommer att:

30 millimeter nederbörd som faller på 10 minuter är ett 100-årsregn. Om samma nederbörd uttryckt i millimeter istället fördelas ut på 20 minuter eller 30 minuter så blir återkomsttiderna 50 år respektive drygt 20 år. Om regnets varaktighet istället är 120 mm blir regnets återkomsttid knappt 10 år.

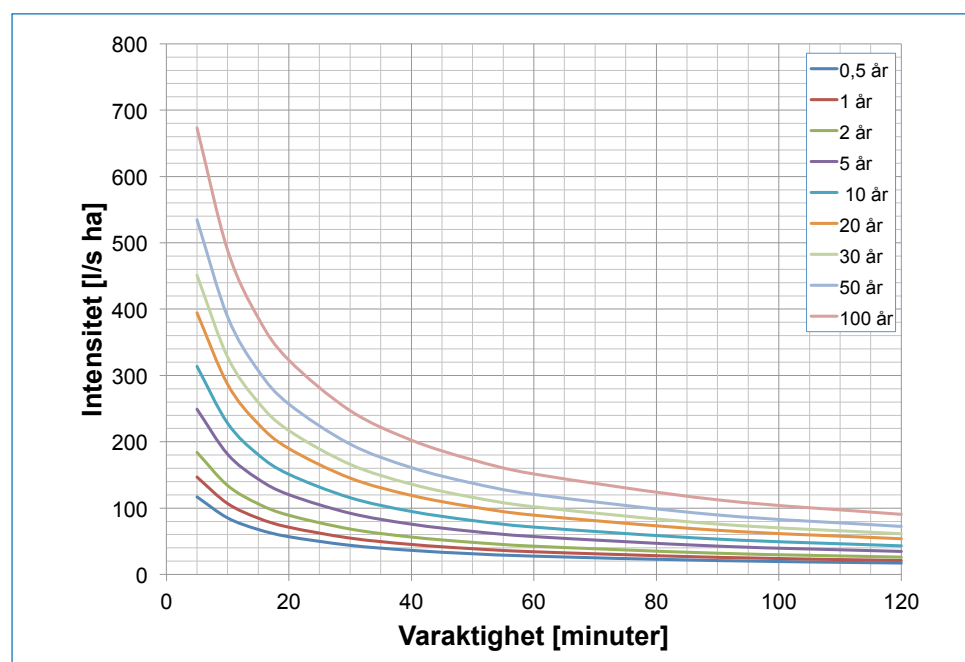
Om man istället lägger fast varaktigheten och jämför den relativa skillnaden vid olika återkomstider framkommer att tioårsregn är ungefär dubbelt så stort som ett ettårsregn och ett 100-årsregn ungefär dubbelt så stort som ett tioårsregn, figur 1.24.



Figur 1.24

Nederbördsvolym som funktion av varaktighet och återkomsttid baserat på (Dahlström 2010).

I figur 1.25 har samma nederbördsformel som presenterats i figur 1.24 redovisats i ett diagram över regnintensitet – varaktighet – återkomsttid. Här uttrycks regnintensiteten i enheten liter per sekund och hektar (l/s och ha), vilket passar bra när man skall beräkna avrunna dagvattenflöden.



Figur 1.25
Intensitets-varaktighetskurvor
baserade på (Dahlström 2010).

Vid beräkning av dagvattenavrinning används även några andra enheter för att beskriva regnintensiteten såsom millimeter/timme (mm/h) och mikrometer/sekund ($\mu\text{m/s}$). De olika begreppens relativa förhållanden är följande:

1 mm/h = 2,78 l/s och ha	1 l/s och ha = 0,36 mm/h
1 $\mu\text{m/s}$ = 10 l/s och ha	1 l/s och ha = 0,1 $\mu\text{m/s}$

1.8.3 Bedömning av ökad nederbörd fram till 2100

Nederbördsstatistiken är baserad på historiska data. Vid dimensionering av anläggningar med lång livslängd är det nödvändigt att ta höjd för framtida förändringar i nederbörd. Därför behöver nederbörden baserad på historiska data multipliceras med en klimatkfaktor. Klimatbedömningar är färskvvara och är beroende av vilka scenarier som man bedömer som mest trovärdiga. Det är viktigt att följa det aktuella kunskapsläget om klimatförändringarna, vilket redovisas av SMHI, se www.smhi.se.

Klimatfaktorn skall vara den bästa bedömning som kan göras vid aktuellt dimensioneringstillfälle med hänsyn till anläggningens förväntade livslängd. Storleken på klimatkfaktorn påverkas kraftigt av vilken bedömning man gör av de globala framtida utsläppen av växthusdrivande gaser. Klimatscenerierna sammanfattas med beteckningen RCP där RCP8,5 står för det mest pessimistiska scenariot och RCP2,6 för det mest optimistiska scenariot, RCP4,5 är ett medelscenario. I P104, kapitel 5.2 (Svenskt Vatten 2011a) beskrivs tillvägagångssättet att bedöma framtida nederbörd. Klimatfaktorerna i tabell 5.2 i P104 beskrev läget 2010 och ska därför inte längre användas utan ersättas av tabell 1.3 i P110.

SMHI:s nuvarande bedömning (SMHI 2015) av framtida ökning av nederbördsintensiteter för häftiga regn redovisas i tabell 1.3. Eftersom kraftiga skyfall har en slumpmässig geografisk fördelning förutsätts ökningen gälla generellt för Sverige.

Alla framtidssiffror är framtagna för 10-års återkomsttid, men SMHI konstaterar att:

"Extrapolering till 100 års återkomsttid ökar osäkerheten för den beräknade nederbörden, vilken måste anses synnerligen approximativ. Generellt indikerar resultaten en ökning som är marginellt större, men överlag mycket likartad den för 10 års återkomsttid. Uttryckt i siffror är den framtida ökningen av 100-årsnederbörden i genomsnitt knappt en procentenhet större än medelvärdena i tabell 1.3."

Tabell 1.3 Procentuell ökning av korttidsnederbörd med 10 års återkomsttid från 1961–2000 till de båda perioderna 2021–2050 och 2069–2098. Beräkningen är gjord för olika varaktigheter på regnet och för scenarierna RCP4,5 (Medel) och RCP8,5 (Hög). Tabellen visar ett medelvärde för hela landet och för samtliga scenarier. (SMHI 2015).

Varaktighet	2021–2050 (%)		2069–2098 (%)	
	Medel RCP4,5	Hög RCP8,5	Medel RCP4,5	Hög RCP8,5
20 minuter	19	23	30	51
1 timme	14	16	20	34
3 timmar	13	13	17	29
12 timmar	12	14	18	29

Baserat på kunskapsläget 2015 rekommenderas att en klimatkfaktor på minst 1,25 bör användas för nederbörd med kortare varaktighet än en timme. För regn med längre varaktighet, upp till ett dygn, bör klimatkfaktorn väljas till minst 1,2, se tabell 1.3. Klimatkfaktorn är densamma för hela Sverige. Nya bedömningar kommer att göras av SMHI, varför klimatkfaktorn kan komma att ändras.

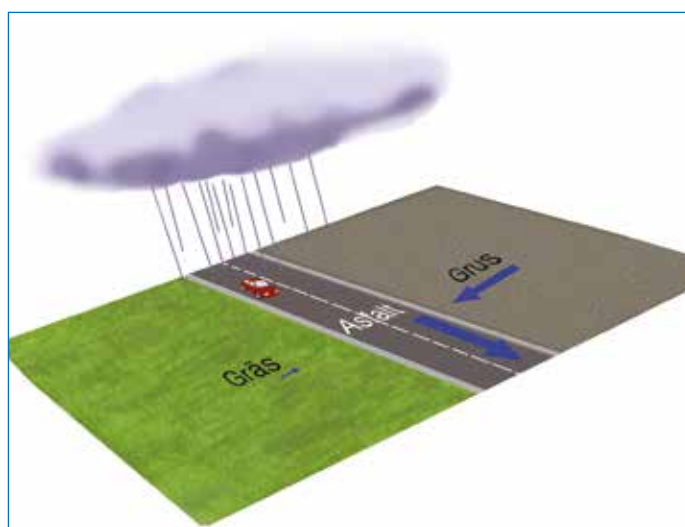
1.8.4 Faktorer som påverkar dagvattnets avrinning

1.8.4.1 Enkel teori om dagvattenavrinning

De grundläggande parametrarna som styr storleken på dagvattenflödena är

- regnintensiteten (l/s o ha)
- markytans storlek (ha)
- markytans avrinningskoefficient (andel).

Figur 1.26 är en illustration av den så kallade Rationella metoden. Metoden är en internationellt erkänd standardformel och har använts sedan början av 1900-talet. Tillämpningsområdet är dimensionering av dagvattenavledning i såväl rör som diken från mindre relativt tät bebyggelse. Rationella metoden beskrivs mer ingående i kapitel 4.4.1.

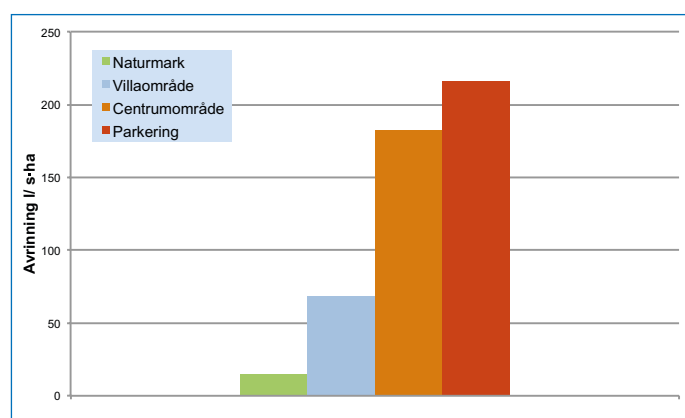


Figur 1.26
Enkel illustration av dagvattenavrinning från små ytor där inga fördröjningsåtgärder genomförts.

Dagvattenavrinningen i l/s för ett område erhålls genom multiplikation av regnintensitet, avrinningsarea och avrinningskoefficient där:

- Regnintensitet uttrycks i l/s och ha.
- Storleken på avrinningsområdet uttrycks i ha. En hektar (ha) är lika med 10 000 m².
- En sammanvägd avrinningskoefficient för yttyperna beskriver hur stor andel av avrinningsområdet som bidrar till avrinningen vid dimensionerande regn (hårdgjorda ytor, tak, gårdar etcetera), (kapitel 4.4.1.4).

I figur 1.27 illustreras hur kraftigt avrinningen av dagvatten kan öka vid olika exploateringsgrader jämfört med förhållandena innan exploateringen. Om en parkering anläggs utan att avrinningen fördröjs innebär detta att dagvattenavrinningen ökar cirka tio gånger. För en större parkeringsplats på en hektar kommer toppflödet att öka från cirka 20 l/s till 220 l/s räknat på ett regn med tio års återkomsttid.



Figur 1.27
Utbyggnad av nya bebyggelseområden ger ett förändrat avrinningsförlopp om ingen fördröjningsåtgärd genomförs.

För naturmarksavrinning är avrinningsförloppen mer komplicerade (kapitel 4.4.1.6 och 4.4.1.7). För större avrinningsområden måste hänsyn tas till rinntiderna för olika delområden, varför mer komplicerade handräkningsmetoder såsom Tid-area-metoden måste användas (kapitel 9.4). Dessutom finns olika datorbaserade beräkningsmodeller som tar hänsyn till hydrologi och avrinningsförlopp.

1.8.4.2 Vikten av att reglera fördröjning av dagvatten

Den rationella metoden kan i all sin enkelhet visa på nödvändigheten av att reglera dagvattnets fördröjning när områden nedströms riskerar att drabbas av översvämning och erosion. Om man i detaljplanen begränsat tillåten andel hårdgjorda ytor så kommer dagvattenflödena att i motsvarande grad bli lägre vid måttliga regn.

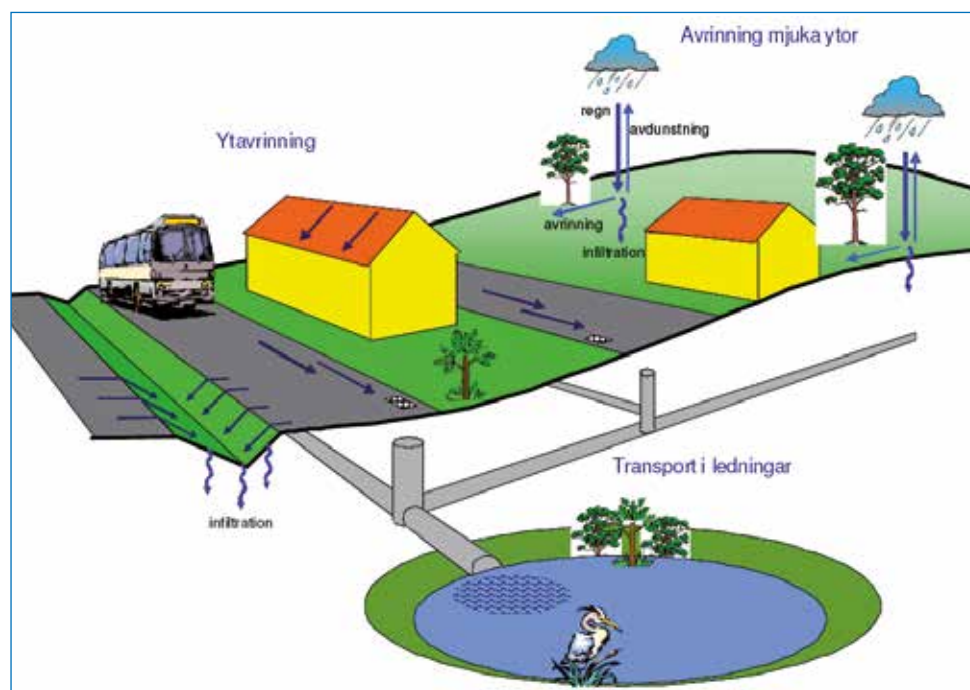
Vid mer intensiva regn ökar avrinningen direkt proportionellt mot ökad intensitet. Vid långvariga regn eller vid regn som föregåtts av regn med stora regnvolymer så kommer de permeabla (genomsläppliga) ytorna bli allt mer vattenmättade. Avrinningskoefficienten kommer då att öka kraftigt i takt med att markens vattenmättnad ökar.

Dagvattenavrinningen kan då öka väsentligt mer än vad som beror på regnintensiteten. Detta fenomen är mest vanlig under höst- och vinterperioder samtidigt som träd och buskars upptagning av vatten är reducerad. En kraftigt förhöjd avrinning från permeabla ytor inträffar också när det regnar på tjälad mark.

Det finns således ingen "flödesbroms" i dagvattenavrinningen om man endast reglerar exempelvis maximal andel hårdgjorda ytor. Dagvattenavrinningen kan av miljö- och översvämningsskäl behöva begränsas. Denna begränsning uttrycks såsom maximal dagvattenavrinning från ett visst område (l/s), vid en angiven återkomsttid för regnet. Detta flödeskrav kan räknas om till erforderlig utjämningsvolym, uttryckt som exempelvis kubikmeter per hektar (m³/ha).

1.8.4.3 Avrinningsförlopp vid korttidsnederbörd inom urbana områden

Inom urban dagvattenhantering är det många olika förlopp och mekanismer som påverkar avrinningen, se figur 1.28.



Figur 1.28

Illustration över avrinningsförlopp i urbana områden.

Illustration: Lars-Göran Gustafsson, DHI. Se även kapitel 1.2 Urban hydrologi i Svenskt Vatten P104.

Tidsskalan för olika processer kan variera stort. Vid dimensionering av snabb dagvattenavledning är korta regnförlopp mest avgörande, det vill säga regn med varaktigheter mellan tio minuter till cirka två timmar. För dagvattenavrinning med tröga förlopp (magasinering) behöver även regn med längre varaktigheter beaktas, det vill säga i storleksordningen sex till 24 timmar.

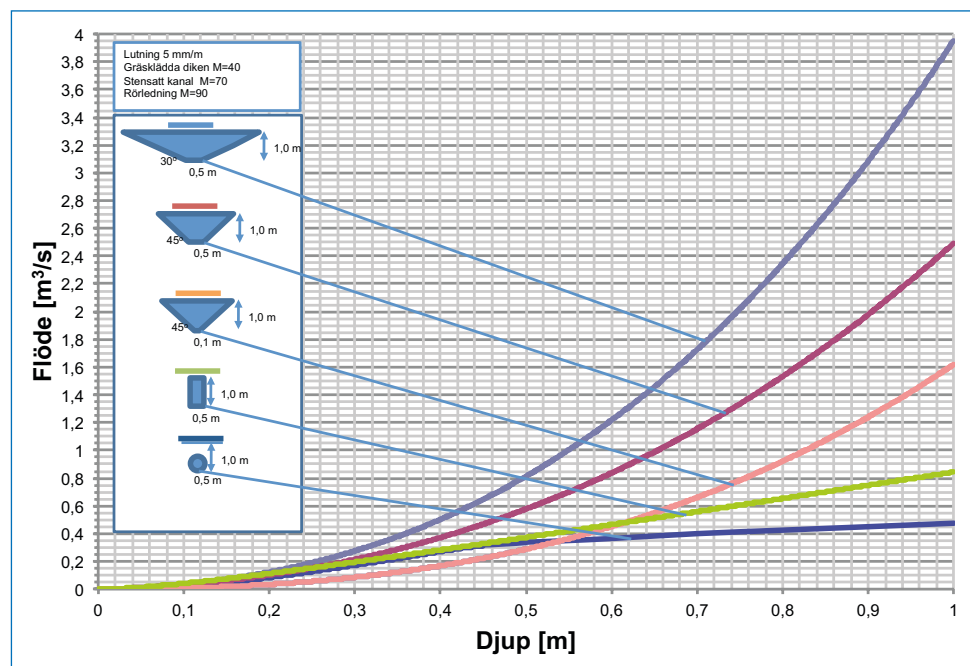
1.8.5 Öppna dagvattensystem kan avleda mycket större flöden än rörsystem

Ökade dimensioner på markförlagda dagvattenledningar ger relativt sett måttliga kapacitetsökningar jämfört med öppna stråk som kan leda bort mycket stora flöden. Detta medför att en hantering av extrema nederbördstillfällen med fördel sker genom öppna ytliga avledningssystem.

I figur 1.29 visas kapacitetsskillnader mellan rörsystem och ytliga vattenvägar. Notera att kapaciteten för svackdiken med svag släntlutning är nästan tio gånger större än för en rörledning vid samma fyllnadshöjd.

En förutsättning är dock att dessa ytliga vattenvägar underhålls för att behålla sin kapacitet. De öppna vattenstråkens funktion måste vara väl dokumenterade och omfattas av skötselprogram. Om så inte sker riskerar dessa vattenvägar att drabbas av igenväxning eller igenfyllning.

Fördjupade kunskaper om dagvattenavrinning ges i kapitel 4.4.



Figur 1.29

Förhållandet mellan kapacitet för ett slutet tvärsnitt och ett öppet tvärsnitt.

2. Systemuppbyggnad och funktionskrav för nya system

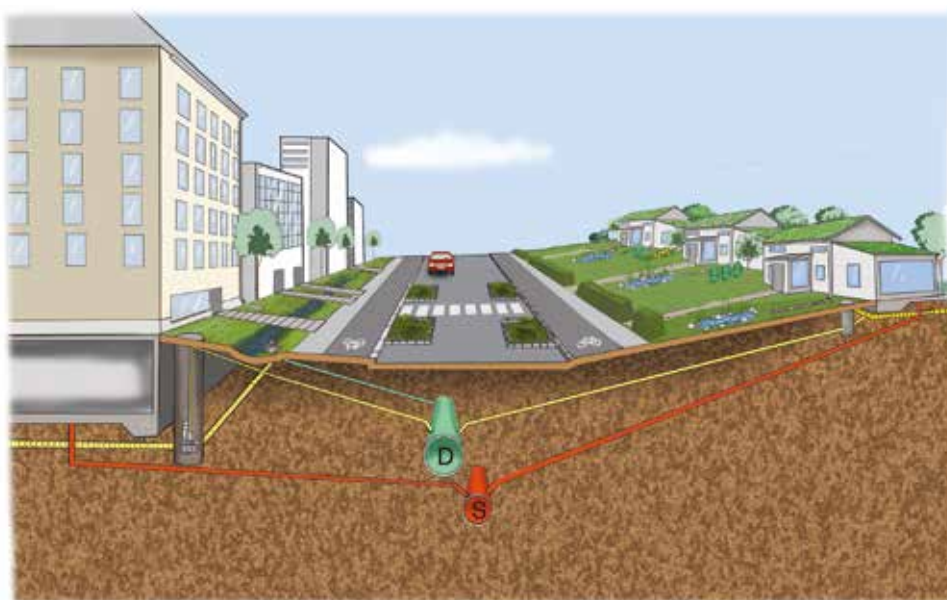
Avledning av avloppsvatten, och i synnerhet dagvatten, är en komplex fråga där många olika aspekter behöver beaktas. Läsare av kapitel 2 och 3 förutsätts ha viss grundläggande kunskap om vattnets avrinning i våra samhällen. I kapitel 1 ges en översikt av denna grundläggande kunskap.

Observera att figur 2.1 och 2.2 endast är schematiska principskisser där flera detaljer saknas, som exempelvis rensbrunnar och dagvattenbrunnar.

2.1 Systemlösning för nya avloppssystem

Systemlösningen för nya avloppssystem skall utformas enligt följande:

- Spillvatten avleds i egen ledning.
- Dagvatten avleds i egen ledning utan risk för skador på byggnader vid dämning i dagvattenledningen.
- Dagvattenavledningen ska så långt som möjligt kombineras med öppen trög avledning.
- Vatten från husgrundsdränering avleds utan risk för skador på byggnader vid bakåtströmning från dagvattenledning. Alternativt kan det avledas till separat tät ledning.



Figur 2.1
Schematisk illustration av rekommenderad systemlösning för nya avloppssystem.

Ju mer dagvatten som kan fördröjas och hanteras i öppna system desto mindre rördimensioner krävs. Det kan till och med vara möjligt att utforma avledningen av dagvatten helt baserat på öppna avvattningsstråk.

Husgrunds konstruktioner skall inte fyllas upp med bakåtströmmande vatten vid överbelastad dagvattenledning. Detta kan undvikas om vattnet från husgrundsdräneringen

pumpas till dagvattenledningen vid lågt belägna dräneringar. Om en betryggande säkerhet har skapats vid höjdsättningen av byggnad i förhållande till dämningnivån vid förbindelsepunkten kan avledningen av dränvattnet ske med självfall.

I figur 2.1 förutsätts att höjdsättningen av husgrundsdräneringen är tillräckligt säker för de källarlösa husen till höger i figuren. En bakåtströmning från dagvattenledningen i dräneringsledningen kommer inte att skada husets grundkonstruktion.

Spillvatten som avleds med självfall från källare, figur 2.1, kan innebära risk för källaröversvämningar. Detta kan ske när den allmänna spillvattenledningen drabbas av avloppsstopp till följd av till exempel uppbyggnad av fett. Ett sätt att eliminera risken för källaröversvämningar är att pumpa spillvatten från lågt belägna avlopp, figur 2.2.



Figur 2.2
Schematisk illustration av
alternativ utformning av
nya avloppssystem.

Om det bedöms att höjdsättningen av husgrundsstrukturen för de källarlösa husen till höger i figuren inte har tillräcklig säkerhet så kan man välja att anlägga en separat tät allmän ledning för vatten från husgrundsdräneringar. Denna täta ledning får inte belastas med dräneringsvattnet från exempelvis områdesdräneringar eller dränvattnet från anslutna pumpar, vilket kan resultera i snabba flödestoppar med risk för uppdämning i ledningen. Likaså är det mycket viktigt att tak och andra ytor inte avvattnas till husgrundsdräneringen, se även kapitel 2.3.

2.2 Anlägga nya dagvattensystem

2.2.1 Funktionskrav för nya dagvattensystem

Dagvattensystemet utformas med trög öppen hantering och markförlagda rörsystem. De allmänna avloppssystemen dimensioneras för regn med viss återkomsttid. När de överskrids i samband med skyfall kommer nederbörden att samlas på markytan i lågt belägna områden. Hanteringen av dessa skyfall kan klaras ut i så kallade skyfallskarteringar. Skyfallshantering är en mycket viktig fråga för samhällsplaneringen.

Stora översvämningssytor och ytliga avledningsstråk som kan hantera stora dagvattenvolymer behöver identifieras. Dessa ytor skall hållas fria från bebyggelse. Under största delen av tiden kan ytorna användas för rekreation med mera i väntan på skyfallen, så kallade mångfunktionella ytor (Boverket 2010).

Samhällenas höjdsättning är mycket viktig för att hantera dagvattnet vid sådana situationer. Med en säker höjdsättning av byggnader, gator och övrig omgivning kan stor säkerhet skapas för att undvika skador på byggnader med mera.

Dagvattenledningarna och diken måste skötas så att sediment och annat skräp inte medför att kapaciteten reduceras.

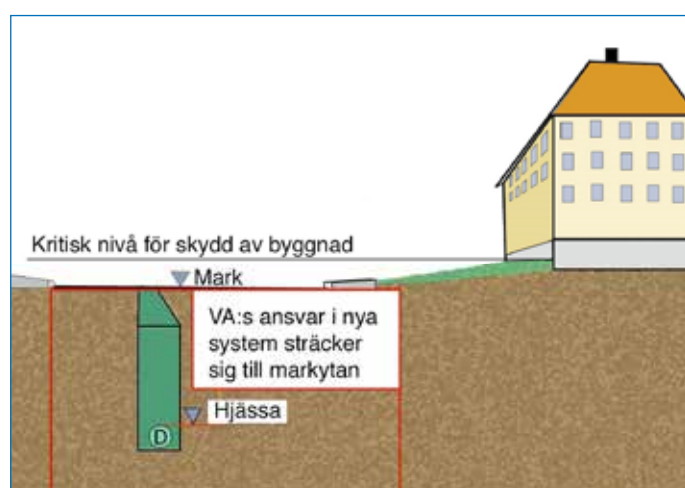
Funktionskrav för nya dagvattensystem är:

- Avvattning av hårdgjorda ytor och andra ytor skall ske så att risken för skador på anläggningar och fastigheter minimeras.
- Dagvattnet skall så långt som möjligt fördröjas för att reducera både toppflöden och utsläpp av föroreningar.
- Anläggningar för fördröjning skall planeras in på såväl kvartersmark som allmän platsmark när behov finns ur översvämningssynpunkt.
- Dagvattnet skall renas beroende på bedömningar av olika recipients känslighet.
- Extrema skyfall skall kunna hanteras i ytliga system utan att skador uppstår på anläggningar och byggnader.

Dagvattensystemen dimensioneras i tre nivåer:

1. Återkomsttid för fylld rörledning, så kallad hjässdimensionering.
2. Dagvattnet når markytan, så kallad markdimensionering.
3. Kritisk nivå när dagvattnet når byggnader med skador på dessa som följd.

De tre nivåerna visas i figur 2.3.



Figur 2.3
Dagvattenhanterings-
tre dimensionerings-
nivåer.

I tabell 2.1 anges minimikrav på återkomsttider (kapitel 1.8.1) för regn för nya dagvattensystem. De valda dimensionerande regnen skall ökas med en klimatfaktor (kapitel 1.8.3).

Tabell 2.1 Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem.

Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10	30	> 100 år

VA-huvudmannen ansvarar för utformningen av den allmänna VA-anläggningen upp till att det allmänna dagvattensystemet är fullt och dagvattnet når markytan. Vilka konsekvenser som uppstår när dagvattensystemet är fullt och vattnet rinner på markytan bestäms av hur bebyggelsen är utformad och höjdsatt. Den högra kolumnen om kommunens ansvar bör ses som startpunkten för en intern diskussion om säkerheten beträffande bl.a. översvämningar för ny bebyggelse.

Ansaret för att fastställa säkerhetsnivån för skydd av byggnader och anläggningar när de allmänna avloppssystemen är fyllda ligger hos kommunledningen. Det operativa ansvaret måste delegeras till lämplig enhet inom kommunen. Säkerhetsnivån uttrycks lämpligen som lägsta återkomsttid för skador på byggnader och anläggningar. Denna säkerhetsnivå bör beskrivas i en dagvattenstrategi eller motsvarande dokument, och fastställas av kommunfullmäktige, (kapitel 1.7).

Ansaret för att uppfylla de överordnade kraven på översvämningssäkert byggande ligger på kommunen. För att hitta de bästa utformningarna av dagvattenhanteringen vid skyfall behövs ett nära samarbete över kompetensgränserna: samhällsplanering, bygglovshantering, VA, gata, park och miljö.

Gränsen mellan olika bebyggelsetyper i tabell 2.1 är flytande och kan vara svår att definiera i absoluta tal. Uppdelningen skall spegla möjligheterna för att utan allvarliga konsekvenser hantera ytliga dagvattenvolymer. Indelningen av bebyggelsetyper och nivå för markdimensionering följer Europenorm SS-EN 752:2008. (SIS 2008).

För industriområden och andra verksamhetsområden måste man från fall till fall utreda vilken återkomsttid som skall väljas utifrån möjligheterna att skapa fördröjningsvolymer och översvämningssytor.

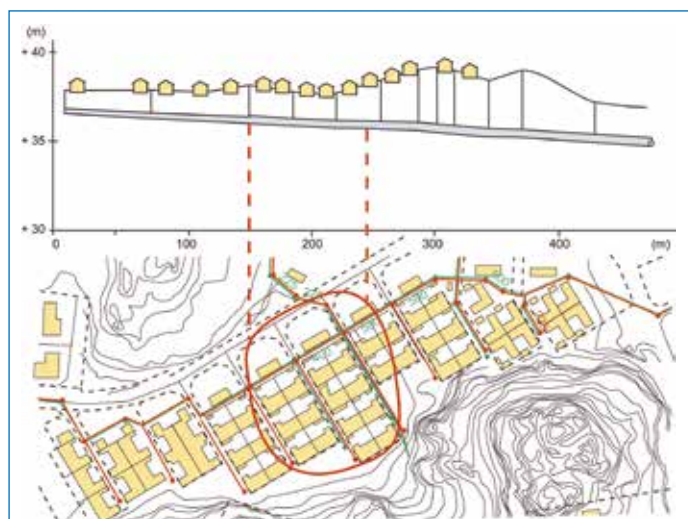
Vid nybyggnation rekommenderas att dämningarnivån för anslutna servisledningar för dagvatten samt ledningar för husgrundsdränering fastställas till marknivån i förbindelsepunkten med viss marginal. Dämningarnivåerna fastställs av respektive huvudman och kan exempelvis formuleras som: "Dämningarnivå för dagvattensystemet är 0,3 m över markytans nivå i förbindelsepunkten".

2.2.1.1 Instängda områden

Det är inte lämpligt att sätta upp generella krav på återkomsttider för mindre instängda områden såsom gångtunnlar och andra undergångar utan kravnivån bör ställas i relation till konsekvenserna vid uppfyllnad med dagvatten.

Instängda markområden uppstår även till följd av markens topografi där områden inte kan avvattas ytledes med självfall. Grundregeln är att dessa instängda områden skall undvikas för bebyggelse. Om instängda områden ändå väljs för bebyggelse så måste stor hänsyn tas till översvämningssrisker, och bebyggelsen ska hållas borta från lågpunkterna. Lägsta säkerhetsnivå, det vill säga återkomsttid för risk att byggnader skadas, bör sättas i paritet med de säkerhetsnivåer som fastlagts för stigande vatten från sjö, hav och vattendrag.

Det avrinningsområde som kan avledas mot det instängda området kan begränsas med en genomtänkt höjdsättning av omkringliggande mark, avskärande diken och andra arrangemang, så att avrinningsområdet begränsas med ett högvatten- och högflödes-skydd.



Figur 2.4

Exempel på ett instängt område med bebyggelse. Det markerade området visar bebyggelse med stor risk för skador i samband med skyfall.

Säkerheten för det högvatten- och högflödesskydd som begränsar avrinningsområdet ska vara tillräcklig för att vatten inte rinner in i det instängda området via markytan vid extrema flöden och vid höga nivåer i närliggande sjö, hav och vattendrag. De flöden och vattenmängder som uppstår inne i avrinningsområdet till det instängda området är i allmänhet mindre än de som kan komma in om man inte lyckas med avgränsning av avrinningsområdet.

När krav ska formuleras för acceptabel översvämningsrisk för ett instängt område kan det därför handla om att formulera två krav; ett krav för avvattningen av det avrinningsområde som ska avvattnas från det instängda området, och ett krav för att vatten inte ska ta sig förbi högvatten- och högflödesskyddet som utgör avrinningsområdesgräns för det instängda områdets avrinningsområde.

Det är viktigt att tydliggöra alla instängda områden i de kommunala plankartorna.

2.2.1.2 Förtätning av bebyggelse

Det är vanligt att så långt som möjligt försöka att utnyttja befintlig infrastruktur genom att förtäta bebyggelsen. Det innebär att nya avloppssystem anläggs och ansluts till nedströms liggande befintliga system.

För de tillkommande dagvattensystemen bör samma funktionskrav gälla som för nya dagvattensystem. Däremot går det inte att sätta några krav på risknivåer nedströms i det befintliga dagvattensystemet utan detta måste avgöras från fall till fall.

En ökad belastning på det nedströms belägna systemet kommer att i olika grad påverka säkerhetsnivån i dessa områden. Säkerhetsnivån kommer normalt att minska såvida inga fördröjningsåtgärder vidtas. Säkerhetsnivån i nedströms liggande områden kan även öka om det nya området utformas med en trögare dagvattenhantering än vad som gällde innan området bebyggdes.

Det är också möjligt att skapa utrymme i nedströms liggande dagvattenledningar för de tillkommande dagvattenflödena. Det kan åstadkommas genom att införa en trög dagvattenhantering och/eller att öka kapaciteten i det nedströms befintliga dagvattensystemet. Recipientens status kommer att avgöra om denna tål ett ökat dagvattenflöde och ökad belastning av dagvattenföroreningar. Det är viktigt att analysera hela dagvattensituationen, från förtätningsområdet genom de befintliga områdena fram till recipienten. Vid förtätning av bebyggelse inom kombinerade områden (kapitel 3.2).

2.2.2 Hur skapa extra säkerhet vid avledning av dagvatten?

Med tanke på de osäkerheter som råder om klimatförändringen, även på relativt sett kort tid till år 2050, så bör olika sätt prövas för att öka säkerhetsnivån mot översvämningar utöver de minimikrav som ställs i denna publikation.

Ökad säkerhet mot skador vid översvämningar kan skapas på flera olika sätt:

- *Extra säkerhet i höjdsättningen:*

En mycket robust åtgärd för att skapa högre säkerhet för en enskild byggnad eller anläggning är att skapa en större höjddifferens mellan husgrund och gata. Om höjddifferensen skapas genom en omfördelning av massor från gata till fastighet kan kostnader och miljöbelastning i form av transporter minska. Det bygger på en samtidig höjdsättning av gata och lägsta nivå för byggnad, se även P105, kapitel 6.2.2.

- *Ytterligare fördröjning:*

Ökad säkerhet mot översvämningar kan även skapas genom att minska dagvattenavledningen genom ökade krav på fördröjning. Detta resulterar också i minskade utsläpp av dagvattenförorening.

- *Öka rördimensionen:*

Ett tredje sätt att öka säkerheten är att öka dagvattenledningens dimension genom att exempelvis välja en standarddimension över den erforderliga, se även kapitel 4.4.4. Observera att en större rördimension möjliggör att högre flöden snabbt kan avledas vid extrema regn. Det är därför viktigt att undersöka om nedströms liggande system med begränsad kapacitet har möjlighet att ta emot det ökade toppflödet. Vid val av större rördimension i förhållande till det dimensionerande flödet kan detta också innebära en risk för försämrade självrensning.

2.3 Anlägga nya dränvattensystem för husgrunder

Nya system för dränering av husgrunder skall anläggas så att dämning mot husgrund inte kan ske när dagvattensystemets kapacitet överskrids. Det kan lösas med förbud mot källarbebyggelse eller krav på pumpning av dräneringsvattnet till dagvattenledningen, se även figur 2.1. Säkerheten för husgrundsdräneringar bygger också på att höjdsättningen av bebyggelsen görs på ett översvämningssäkert sätt, se även P105 kapitel 9.2.

Om inte tillräcklig säkerhet kan skapas i höjdsättningen av bebyggelsen och man vill undvika pumpning av husgrundsdräneringsvatten från källarlösa hus kan dränvattnet avledas till en tät separat allmän ledning, se även figur 2.2.

I branta områden kan dränvattnet från källarhusgrunder avledas med självfall till en separat tät allmän ledning. Den täta ledningen för husgrundsdränvatten kan anslutas till dagvattenledningen eller ett öppet avvattningsstråk i en punkt där dämningssnivån inte kan orsaka en uppdämning bakåt i de anslutna husgrundsdräneringarna.

Inom låglänta och flacka partier måste vatten från husgrundsdräneringar till hus med källare pumpas till en högre belägen dagvattenledning eller ett öppet avvattningsstråk.

2.3.1 Funktionskrav för nya dränvattensystem

Följande funktionskrav gäller för nya dränvattensystem för husgrunder:

- Dränvatten skall avledas skilt från spillvatten, antingen till ett dagvattensystem eller till en särskild tät ledning för vatten från husgrundsdränering.
- Om husgrundsdräneringar ansluts till dagvattenledning som kan däckas över dräneringsnivån i husgrunden, måste anslutningen utformas på sådant sätt att

allvarliga konsekvenser undviks vid överbelastning av det allmänna dagvattenssystemet.

- Dränering av husgrunder skall anordnas så att de naturliga grundvattennivåerna i omgivande mark i möjligaste mån bibehålls.

Då omgivande markmaterial är tätt blir avsänkningen av grundvattnet på grund av dräneringen relativt lokal och begränsad. I områden med genomsläppliga material kan detta leda till större avsänkningar och att mycket stora årsvolymer avleds, se även kapitel 4.5.

2.4 Anlägga nya spillvattensystem

Nya spillvattenledningar skall byggas med täta rörledningar. Ingen anslutning får förekomma av drän- eller dagvatten. I spillvattensystemet avleds således endast spillvatten från hushåll och andra verksamheter, se även figur 2.1.

Alla förekommande spillvattenflöden måste kunna avledas utan att systemet däms upp. Detta förutsätter att så kallat tillskottsvatten inte får belasta spillvattenledningen. Det är mycket viktigt att nya VA-anslutningar kontrolleras av VA-inspektör eller motsvarande så att felkopplingar eller andra brister kan upptäckas.

På grund av ledningssystemets långa livslängd, 100 år eller mer, måste hänsyn tas till att tätheten kan komma att försämrats med tiden. En viss mängd tillskottsvatten bör därför inräknas i de dimensionerande flödena. Hänsyn kan också behöva tas till framtida ökande belastning på grund av tillkommande bebyggelse. Därför rekommenderas att ledningarna skall dimensioneras med en säkerhetsfaktor på minst 1,5.

2.4.1 Funktionskrav för nya spillvattenledningar

Följande funktionskrav gäller för nya spillvattensystem:

- Dimensionerande flöden skall kunna avledas utan att ledningen går fylld.
- Husgrundsdränering får inte anslutas.
- Ledningarna bör dimensioneras med en säkerhetsfaktor på minst 1,5 (säkerhetsfaktor är lika med rörets kapacitet/dimensionerande flöde).

2.4.2 Hur skapa extra säkerhet vid avledning av spillvatten?

- *Ökad rördimension:*

Man bör vid val av rördimension överväga vad en större dimension än den erforderliga kan innebära i höjd säkerhetsfaktor. Säkerhetsfaktorn kan öka kraftigt, se även kapitel 4.2.5.

- *Informationskampanjer:*

Olämpliga föremål och matfett kan orsaka avloppsstopp med risk för översvämning av lågt liggande byggnader. Informationskampanjer till abonnenter om vad som inte får spolas ned kan minska risken för driftstopp.

- *Spillvattenpump från källare:*

Pumpning av spillvattnet från källaravlopp eliminerar risken för källaröversvämning vid stopp i det allmänna spillvattennätet, se även figur 2.2.

3. Uppgradering av befintliga avloppssystem

Kommunledningen har ett ansvar för att ange en ambitionsnivå för översvämningssäkerheten i befintliga avloppssystem, vilken kan tillämpas vid omfattande ombyggnad och förnyelse av dessa system. De lokala förhållandena är helt avgörande för vilka möjligheter som finns och vilka åtgärder som är tekniskt/ekonomiskt rimliga att genomföra för att höja säkerheten mot översvämningar i befintliga områden.

Det går således inte att sätta upp generella krav i nivå med de kravnivåer som beskrivs i kapitel 2 för nybebyggelse. Det beror på att de yttre ramarna i form av samhällens höjdsättning och byggnadernas placering redan är fastlagda. Avloppssystemen är också utbyggda efter andra principer än den systemuppbyggnad som rekommenderas idag. Översvämningssäkerheten i dessa system klaras inte utan ett nära samarbete mellan kommunens berörda förvaltningar och övriga aktörer som påverkar dagvattenavrinningen.

För att förbättra situationen måste alla aktörer som bidrar till dagvattenavrinningen bidra med åtgärder. Åtgärderna måste göras på såväl allmän som privat mark och omfatta såväl öppna lösningar som ombyggnad av avloppssystemet. Dessutom måste hänsyn tas till avrinning från omgivande mark, såväl vatten rinnande mot samhället som samhällets avvattningsområden till nedströms liggande områden. (kapitel 1.3.1).

I en sårbarhetsanalys avseende översvämningar kan man analysera risknivåerna och identifiera tekniskt möjliga åtgärder. En sårbarhetsanalys avseende översvämningar bör omfatta:

- Stigande nivåer i hav, sjö eller vattendrag.
- Höjdsättning av bebyggelsen.
- Påverkan av naturmarksavrinning inom avrinningsområdet
- Identifiering av befintliga ytliga vattenvägar genom samhället samt tillgång till översvämningssytor.
- Avloppssystemets utformning och belastning av så kallat tillskottsvatten.

Efter inträffade översvämningar är det viktigt att försöka fastlägga typen av översvämning och bakomliggande orsaker. Om man vidtar åtgärder baserad på en felaktig problembild riskerar effekten av åtgärderna att begränsas eller utebli. I detta kapitel redovisas ett flertal olika typer av översvämningssituationer.

En stor utmaning för såväl VA-huvudmann som fastighetsägare är att hantera förnyelsebehovet av VA-ledningsnäten till följd av bristande kondition. I Svenskt Vattens så kallade Förnyelseprojekt finns förslag och tips för genomförande av en strategisk förnyelseplanering, se vidare SVU 2011a, 2011b och 2011c.

Inför större förnyelseprojekt av befintliga avloppssystem är det viktigt att ta ställning till om den befintliga systemuppbyggnaden skall behållas eller inte. Det är mycket kostnadseffektivt om det går att kombinera reinvesteringar i avloppsnäten med åtgärder för öka säkerheten mot översvämning.

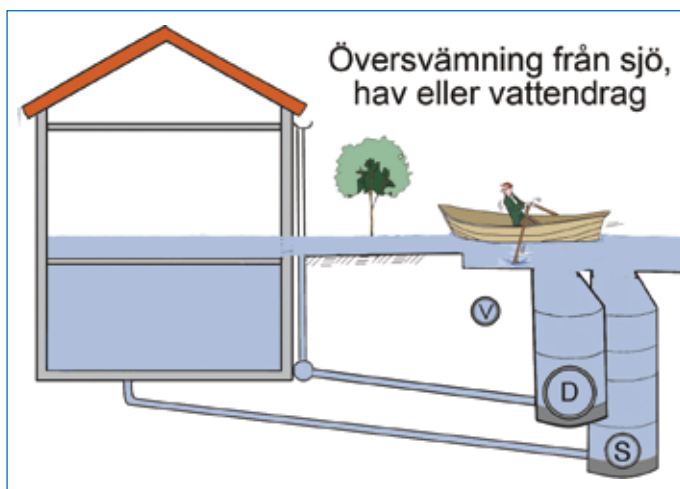
3.1 Sårbarhet vid ytlig avledning utan förbindelse med rörsystemet

Nedan redovisas två översvämningstyper där orsaken till översvämningen inte kan relateras till de allmänna avloppssystemen. Problem kommer att uppstå sekundärt när ytligt inkommande vatten svämmar över källare och avleds vidare via spillvattenledningarna. Dagvattensystemen kan också fyllas upp vid denna situation.

3.1.1 Översvämning från omgivande vattendrag

Stora volymregn kan medföra kraftigt höjda nivåer i vattendrag. Lågt liggande fastigheter kan då riskera att översvämmas.

Dagvattenledningarnas dimensioner saknar i detta läge betydelse då det inte finns någon lutning på vattenytan och vattnet därmed står stilla i dagvattenledningen.

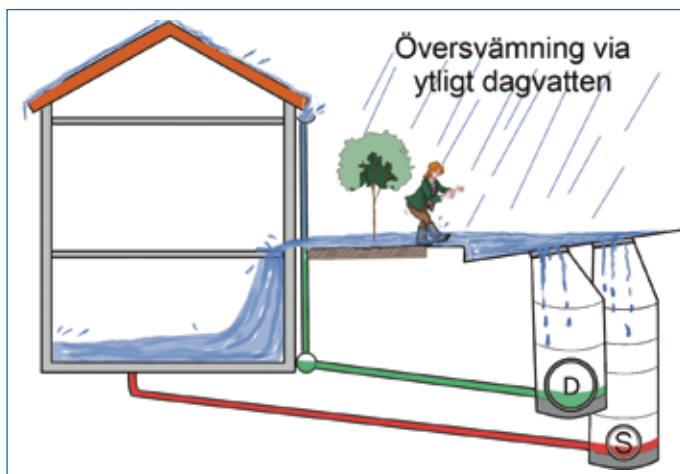


Figur 3.1
Marköversvämning från vattendrag.

Säkerheten kan ökas genom åtgärder i vattendragen eller invallning av utsatta områden. Dagvattenledningarna genom vallen måste då säkras så att vatten från vattendragen inte kan strömma in baklänges till dagvattenledningen vid hög nivå i vattendragen.

3.1.2 Översvämning av ytligt rinnande dagvatten

Fastigheter kan även översvämmas när ett samhälle saknar säkra ytliga vattenvägar och när höjdsättningen av gata/byggnader inte utförts på ett säkert sätt. En bristfällig utformning av kantstenar kan också medföra att ytligt rinnande vatten avleds mot lågt belägna byggnader.

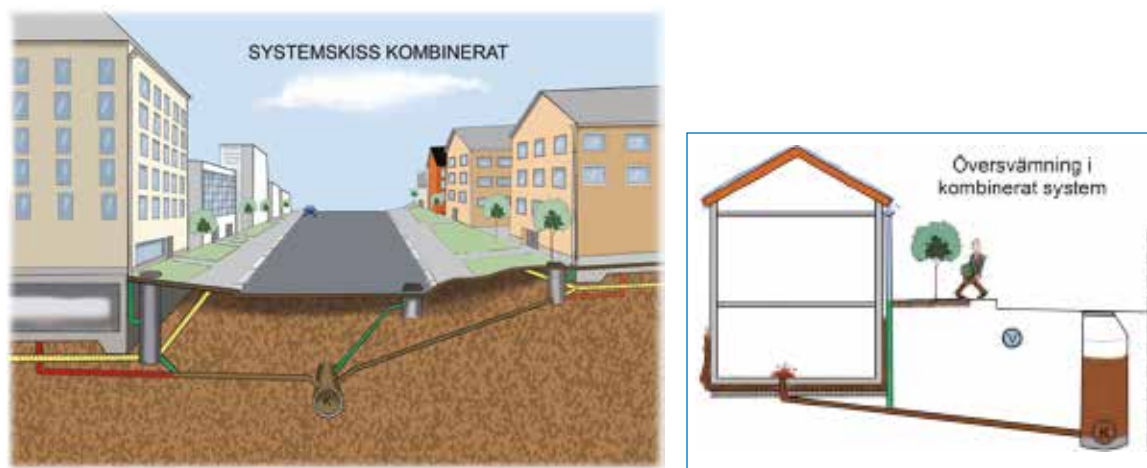


Figur 3.2
Översvämning från ytledes avrinnande dagvatten.

Översvämningen kan även påverkas av att dagvattenbrunnar har satts igen, vilket hindrar gatuvattnet att avledas till dagvattenledningen.

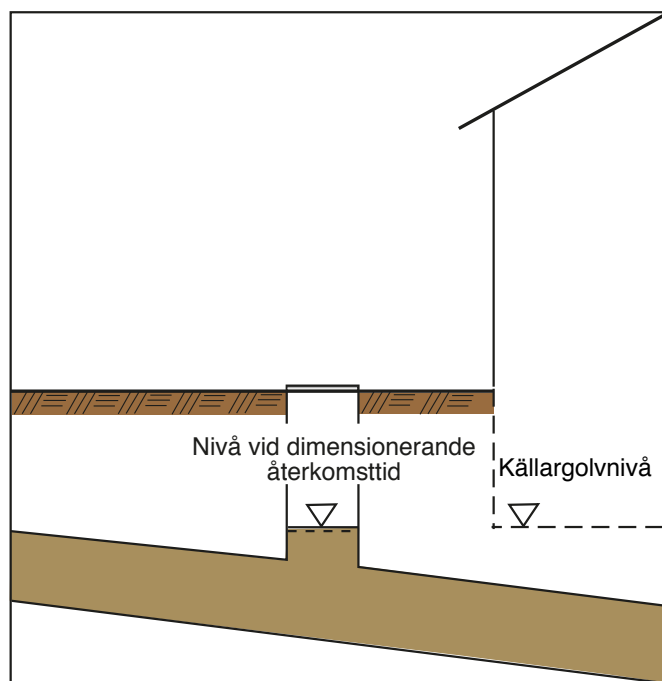
3.2 Kombinerade avloppssystem

I områden med äldre avloppssystem förekommer ofta kombinerade ledningar för avledning av spill-, dag- och dränvatten. De kombinerade avloppssystemen byggdes ut från slutet av 1800-talet fram till cirka 1940–1950. De kombinerade avloppssystemen utgör cirka 13 procent av loppssystemen räknat som rörgravslängd.



Figur 3.3 Schematisk illustration av systemuppbyggnad av befintliga kombinerade system samt konsekvens vid uppdämning i den kombinerade avloppsledningen.

Kombinerade avloppssystem är en riskkonstruktion med avseende på källaröversvämningar. När en kombinerad avloppsledning blir överbelastad kan detta leda till att en blandning av spill- och dagvatten tränger upp genom golvbrunnar eller toaletter i källarvåning om inte bakvattenventiler eller spillvattenpumpar installerats i källaren. Avloppsvatten kommer i detta läge även att stå mot husgrunden via dräneringen.



Figur 3.4 Schematisk bild på nivåer vid dimensionerande återkomsttid i kombinerade avloppssystem.

I den kombinerade avloppslösningen ingår att bräddmöjligheter har skapats, där utsläpp av avloppsvatten kan ske vid viss fastställd utspädningsgrad. Syftet med bräddanordningarna är att hålla ner trycknivån på avloppsvattnet för att minska risken för källaröversvämningar och begränsa flödet till reningsverk. Funktionskraven i kombinerade avloppssystem är att uppdämning över kritisk källargolvsnivå inte skall ske oftare än vart tionde år.

Tabell 3.1 Återkomsttider för regn avseende befintliga kombinerade avloppssystem. (Publikation P90, Svenskt Vatten 2004a).

Typ av område	Återkomsttid	
	Kombinerad fylld ledning	Källarnivå för kombinerad ledning (se fig. 3.4)
Ej instängt* område utanför citybebyggelse	5 år	10 år
Ej instängt* område inom citybebyggelse	5 år	10 år
Instängt område utanför citybebyggelse	10 år	10 år**
Instängt område inom citybebyggelse	10 år	10 år**

* Med *ej instängt område* avses ett område där avrinning med självfall kan ske yttleds via rännstenar, diken och vattendrag till recipient.

** Då dimensionerande återkomsttid för fylld ledning är tio år blir återkomsttiden för trycklinje i källargolvsnivå större än tio år. Kravet är dock att återkomsttiden skall vara minst tio år.

I den svenska bygglagstiftningen finns inga krav på att installera skydd mot bakåströmning av avloppsvatten i befintliga kombinerade ledningsnät. Därför är det viktigt att VA-huvudmannen vid anslutning av nya spillvatteninstallationer även inom kombinerade områden anger en översvämningssäker dämningnivå, det vill säga markytan i förbindelsepunkten plus en viss säkerhetsmarginal.

Byggherren får då ta ställning till hur man säkrast löser avledning från lågt belägna spillvatteninstallationer till den kombinerade ledningen. Lösningen kan vara en skyddsanordning i form av en backventil eller pumpinstallation. Anslutning med självfall från källare utan skyddsanordning på spillvattenservisen är således inte tillåten under den anvisade dämningnivån för nya spillvatteninstallationer inom kombinerade områden.

I befintliga kombinerade ledningsnät bör möjligheten att ändra dämningnivå från källarnivå till markytan undersökas. Detta skulle innebära ett förbud mot anslutning av spillvatteninstallationer från källare med självfall utan skyddsanordning till kombinerade ledningar. Detta innebär att ansluten fastighet ges en ökad säkerhet.

3.2.1 Säkerhetshöjande åtgärder mot källaröversvämningar inom kombinerade avloppssystem kan vara:

- *Fördröjning av dagvattenavrinningen* genom byggande av ytliga fördröjningsmagasin, översvämningssytor för dagvatten, underjordiska utjämningsmagasin eller stora tunnelmagasin. Ormen i Stockholm och Regnbågen i Sundsvall är exempel på tunnelmagasin.

- *Minskning av hårdgjorda ytor* som avleds direkt till den kombinerade ledningen, exempelvis tak-, gårds- och gatuvatten som i stället leds ut på gräsytor.
- *Avlastning av dagvattenflöden* kan ske genom komplettering med en dagvattenledning. Om inte allt dagvatten på både privat och allmän mark kopplas om till den nya ledningen blir systemet ett mellanting mellan kombinerat och duplikat. Systemet kan betraktas som ett avlastat kombinerat system tills alla hårdgjorda ytor och husgrundsdräneringar kopplats bort från den spillvattenförande ledningen.
- *Ökning av kapaciteten*
- *Omläggning av det kombinerade systemet* till ett duplikat avloppssystem.
- *Skydd mot bakvattenströmning*. Ett sätt att skydda källare mot översvämningar är att installera så kallade bakvattenventiler eller pumpning på fastigheternas servisledning.

I Danmark finns det krav i bygglovgivningen att fastighetsägare skall skydda sig mot uppdämning från avloppssystem för att undvika källaröversvämningar (Faldager, personlig kommunikation 2015). I Tyskland kan installation av backvattenventiler vara en förutsättning för att hemförsäkringen skall gälla vid källaröversvämningar, (Svenskt Vatten 2013).

3.3 Separerade äldre avloppssystem

Med separerade avloppssystem avses att dagvatten skall avledas skilt från spillvattnen. Systemutformningen har gradvis förändrats under olika utbyggnadstider. Det går att urskilja tre principiellt olika lösningar innan dagens rekommenderade systemlösning mer allmänt började tillämpas under slutet av 1990-talet.

Äldre separerade systemlösningar är:

- Separatsystem med spillvattenledning som även hanterar dränvatten. Dagvatten avleds i diken.
- Duplikatsystem med dränvatten anslutet till spillvattensystem.
- Duplikatsystem med dränvatten anslutet med självfall till dagvattensystem.

I samband med större förnyelseprojekt av äldre avloppssystem bör man överväga vilka förbättringar som kan behöva göras av systemlösningen. Behov av åtgärder kommer också att aktualiseras i allt högre grad för att minska skador vid översvämningar, både med avseende på dagens klimat och inför ett befarat förändrat framtida klimat.

Det är viktigt att ha ett helhetsperspektiv vid problemidentifieringen och att åtgärder kan utföras där de är mest effektiva. Helhetsbilden vad gäller systemlösningar måste omfatta både det privata servisledningsnätet och det allmänna avloppssystemet.

Förbättringar av dagvattenhantering behöver också lösas i ett större perspektiv där alla aktörer som påverkar dagvattenavrinningen måste bidra till effektiva lösningar, se även kapitel 1.3.

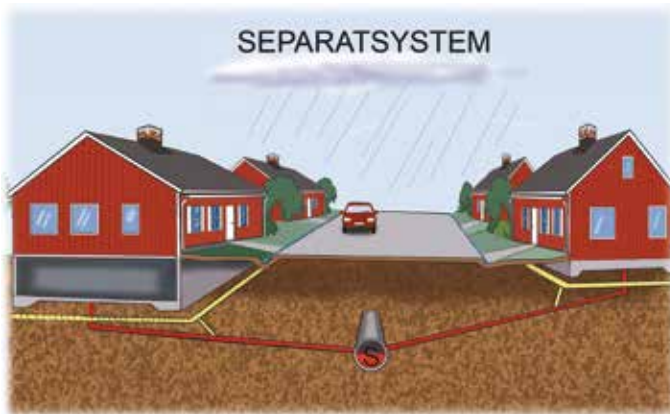
I verkligheten fungerar inte systemlösningarna såsom redovisats ovan utan vattnet finner sina egna vägar beroende på fel och brister, som felkopplingar och otätheter. En olämplig utformning av dräneringsfunktionen kan också leda till kraftiga belastningar på spillvattenledningsnätet.

Trots att dagvatten i dessa system inte skall avledas till spillvattenledningsnäten så är det mycket vanligt med en kraftig nederbördspåverkan i spillvattenflödet till följd av så kallat tillskottsvatten, se även kapitel 1.2.3.

3.3.1 Separatsystem med spillvattenledning för spill- och dränvatten samt dagvatten i diken

Dessa äldre avloppssystem byggdes ut under första hälften av 1900-talet i samhällenas mer glest exploaterade småhusområden. Under 1950-talet gavs vissa statsbidrag för att komplettera med dagvattenledningar för gatuvattnet. Dagvatten från tak och gårdar inom privata fastigheter kopplades därmed inte på detta system.

Separatsystemet har vissa likheter med de nyare öppna dagvattenssystemen, men med skillnaden att dränvattnet tilläts belasta spillvattenledningen, se figur 3.5. Det kan finnas risk för att gamla dagvattendiken fyllts igen på grund av okunskap och att dagvatten felaktigt belastar spillvattenledningen.



Figur 3.5
Schematisk illustration av
systemuppbyggnaden i
separatsystem.

Om överbelastning sker från spillvattenledningen beror detta på fel och brister på de privata eller allmänna ledningarna. Det kan finnas risk att takytor med tiden felaktigt har anslutits till spillvattenledningen, antingen direkt eller via dränvattenledningen.

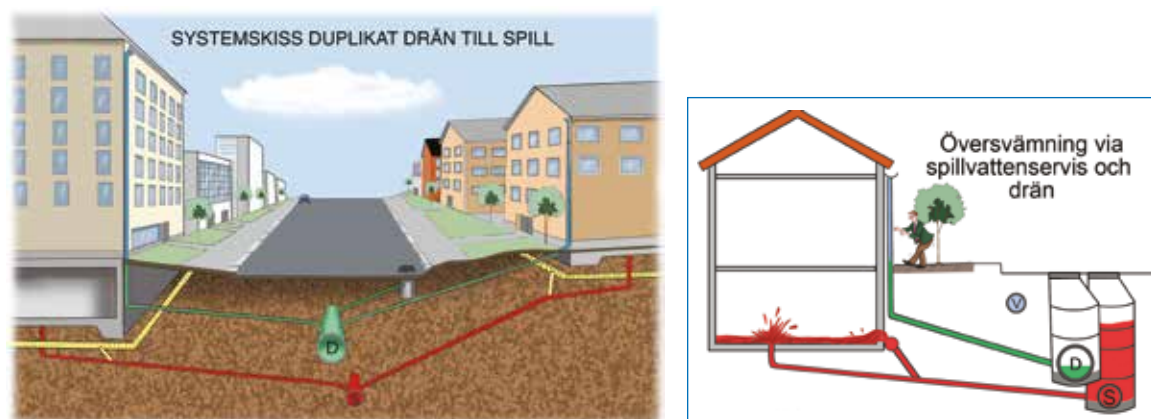
Olämplig utformning av utkastare från tak kan medföra att takvatten avleds längs grundmuren till dräneringsledningen, som i sin tur avleds till spillvattenledningen. Vid grundvattenytor över husgrundsdräneringen i genomsläppliga jordarter kan mycket stora dränvattenmängder belasta spillvattensystemet, se även P105, bilaga 4.

Åtgärder för att höja säkerhetsnivån i separatsystem kan vara:

- Identifiering av källorna till extrem belastning av tillskottsvatten.
- Säker utformning av stupröskastare med avledning till gräsyta.
- Säkerställa att spillvattenledningen inte belastas med punktkällor från näraliggande vattendrag.
- Säkerställa att dagvattendiken har tillräcklig kapacitet.
- Öka kapaciteten.

3.3.2 Duplikatsystem med dränvattenledning ansluten till spillvattensystem

Duplikata avloppssystem började användas efter det kombinerade systemet. Det normala förfarandet var att vatten från husgrundsdräneringar tilläts anslutas till den lägst belägna spillvattenledningen. Avloppssystemet var den dominerande utformningen fram till cirka 1980–1990-talet. En grov uppskattning är att 60–70 procent av Sveriges dränvattenledningar kan vara kopplade till den spillvattenförande ledningen, se figur 3.6.



Figur 3.6 Schematisk illustration av systemuppbyggnad för duplikata avloppssystem där dräneringen anslutits till spillvattenledningen samt konsekvenser vid uppdämning i spillvattenledningen.

Om spillvattenledningen blir överbelastad innebär det att den avsedda systemfunktionen inte kan upprätthållas på grund av fel och brister i privata eller allmänna ledningar.

Åtgärder för att höja säkerhetsnivån i spillvattenledningen kan vara att:

- Identifiera källorna till extrem belastning av tillskottsvatten.
- Ändra dräneringsfunktionen och pumpa dränvattnet till dagvattenledningen.
- Säkerställa att spillvattenledningen inte belastas med punktkällor från näraliggande vattendrag.
- Öka kapaciteten.

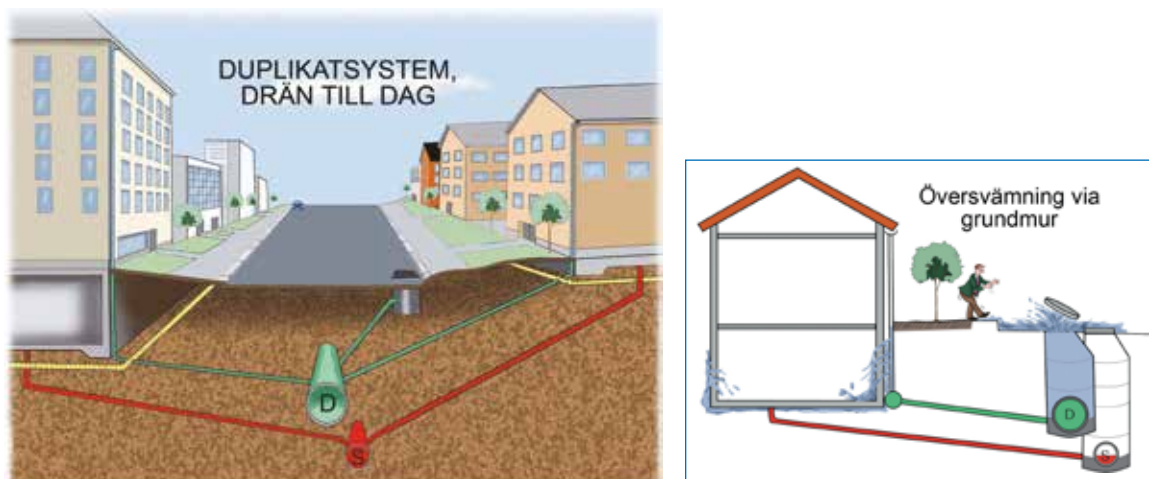
Åtgärder för att höja säkerhetsnivån i dagvattensystem kan vara att:

- Koppla bort direktavledning av takvatten till dagvattenledningen och istället leda ut takvattnet på gräsytor, se även P105 kapitel 9.3.2.
- Säkerställa att det finns ytliga vattenvägar så att gatuvatten inte rinner in på fastigheter när dagvattenledningen är överbelastad.
- Försöka hitta möjligheter att tröga upp och minska belastningen till dagvattenledningen från uppströms liggande områden.
- Skapa översvämningssytor där stora regnvolymer tillfälligt kan magasineras i samband med skyfall.
- Öka kapaciteten.

Om dagvattenledningen blir överbelastad kommer till slut vattennivån att nå gatunivån och dagvattnet behöva hanteras på markytan. Om höjdsättning av byggnaderna är utförd på ett säkert sätt avseende byggnad – gata och omgivande mark finns möjlighet för en ytledes avledning av dagvatten utan allvarigare konsekvenser. När så inte är fallet finns risk för att dagvatten ytledes leds in mot byggnader med skador som följd.

3.3.3 Duplikatsystem med dränvatten anslutet med självfall till dagvattensystem

Under 1970-1980-talet startade en diskussion där man ifrågasatte avledning av dräneringsvatten till reningsverken. På vissa håll infördes en förändring där dränvattnet istället skulle avledas till dagvattenledning med självfall. Lösningen innebär en riskkonstruktion såvida inte fastighetens grundmur tål dämning när dagvattenledningens kapacitet överskrids, se figur 3.7.



Figur 3.7 Schematisk illustration av systemuppbyggnad i duplikata avloppssystem där dräneringen anslutits till dagvattenledningen med självfall samt konsekvenser vid upp-dämning i dagvattenledningen.

Problembilden vid överbelastade spill- och dränvattenledningar överensstämmer i stora drag med beskrivningarna i kapitel 3.3.1 och 3.3.2 med undantag för dräneringsfunktionen.

Ett sätt att motverka risker med dämning mot husgrund är ändrad dräneringsfunktion och krav på att dräneringsvattnet pumpas till dagvattenledning.

4. Litteraturförteckning

Gemensam litteraturförteckning för del 1 och del 2

Arnell, V, Melin, H, 1984, Rainfall data for the design of sewer detention basins, Geohydrologiska forskningsgruppen, Chalmers tekniska högskola, Göteborg, Meddelande nr 76.

ATV, 1999, Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, Arbeitsblatt ATV – A118, ATV-regelverk, Tyskland.

Bengtsson, L. et al, 2005, Hydrological function of a thin extensive green roof in southern Sweden, Nordic Hydrology Vol 36 No 3 pp 259–268, IWA Publishing 2005.

Bengtsson, L, Nilsson, L, 1981, Snösmältningsintensitetskurvor, WREL, Högskolan i Luleå, TULEA 1981:09.

Boverket, 2010. Mångfunktionella ytor – Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönsstruktur.

Dahlström, B, 1979, Regional fördelning av nederbördsintensitet – en klimatologisk analys, Byggeforskningen, Rapport R18:1979.

Dahlström, B, 2010, Regnintensitet - en molnfysikalisk betraktelse, SVU-rapport 2010-05.

Byggeforskningsrådet, 1997, Stadens tekniska system – Naturresurser i kretslopp. Birgitta Johansson, T17:1997.

EU, 2013, Direktiv 2013/39/EU vad gäller prioriterade ämnen på vattenpolitikens område.

Faldager, personlig kommunikation 2015, Inge Faldager, Rørcentret, Teknologisk Institut, Taastrup, Danmark.

Hall, K, Steen Kronborg, S, 2015, VA SYD, Föredrag vid Boverkets webbseminarium, 11 juni 2015.

Hogland, W, Berndtsson, R, Larson, M, 1986, Bräddavlopp, Byggeforskningsrådet, T13:1986.

Häggström, S, 2011, Hydraulik för samhällsbyggnad, Liber AB, Stockholm 2011. (ISBN 978-91-47-09344-1).

IDA Spildevandskomiteen, 2014, Oppdaterede klimafaktorer og dimensionsgivende regnintensiteter, Skrift nr 30, IDA Spildevandskomiteen, Danmark.

Jerdén, A, 1927, Dränering av byggnadsgrunder och avlopp från källarvåningar, Svenska Komunal-Tekniska Föreningen, (nuvarande SKT), Festskrift med anledning av föreningens 25-åriga tillvaro, sid 145–153.

Jordbruksverket 2013, Jordbrukets markavvattningsanläggningar i ett nytt klimat. Rapport 2013:14. Kan laddas ner från www.jordbruksverket.se

Nilsdal, J-A, Sjöberg, A, 1979, Dimensionerande regn vid höga vattenstånd i Göta Älv, Inst. för vattenbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola.

Lindvall, G., 1986, Energiförluster i ledningsbrunnar – Laboratoriemätningar, Geohydrologiska forskningsgruppen, Chalmers tekniska högskola, Göteborg, Meddelande nr 81.

LRF, 2014, Äga och förvalta diken och andra vattenanläggningar i jordbrukslandskapet, Kan laddas ner från www.jordbruksverket.se och www.lrf.se

Lyngfelt, S, 1981, Dimensionering av dagvattensystem – Rationella metoden, Geohydrologiska forskningsgruppen, Chalmers tekniska högskola, Göteborg, Meddelande nr 56.

Länsstyrelsen i Jönköpings län, 2015, Skyfallskartering i GIS – Arbetssätt och metod i ArcMAP 10.1–10.3.

Länsstyrelserna i Västra Götaland och Värmland, 2011, Stigande vatten – en handbok i fysisk planering i översvämningshotade områden.

Malmö Högskola, 2014, Fakulteten för kultur och samhälle, Implementering av öppna dagvattenanläggningar i innerstaden – en studie för att undersöka lämpligheten med dagvattenlösningar i det befintliga stadsrummet, Magisteruppsats av S. Stenberg och E. Johansson, juni 2014.

Mentens, J., Raes, D. & Hermy, M., 2006, Green roofs as a tool for solving the rain-water runoff problem in the urbanized 21st century?, *Landscape and Urban Planning* 77 (2006) 217–226, Elsevier.

MSB, 2013, Pluviala översvämningar. Konsekvenser vid skyfall över tätorter. En kunskapsöversikt.

MSB, 2014, Kartläggning av skyfallspåverkan på samhällsviktig verksamhet, Framtagande av metodik för utredning på kommunal nivå.

Naturvårdsverket, 2014, Rening av avloppsvatten i Sverige. Kan laddas ned från www.naturvardsverket.se

NOU 2015:16 Overvann i byer og tettsteder – Som problem og ressurs, Norsk offentlig utredning, 2015.

Pedersen, F, Mark, O, 1990, Head losses in storm sewer manholes: Submerged jet theory, *Journal of Hydraulic Engineering*, Vol. 116, No. 11.

Perrusquía, G, Lyngfelt, S, Sjöberg, A, 1986, Flödeskapacitet hos avloppsledningar delvis fyllda med sediment, Report, Series B:48, Institutionen för vattenbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.

Reinius, E, 1963, Vattenbyggnad del 2, Hydrologi och vattenreglering, Stockholm.

Sjöberg, A, Mårtensson, N, 1982, Regnenvelopemetoden. Geohydrologiska forskningsgruppen, Chalmers tekniska högskola, Göteborg, Meddelande nr 64.

SIS, 2000, SS-EN 12056-1, Gravity draining systems inside buildings, Part 1, General and performance requirements.

SIS, 2008, SS-EN 752, Drain and sewer systems outside buildings. Part 2, Performance requirements.

SMHI, 2013, Extrem korttidsnederbörd i klimatprojektioner för Sverige, *Klimatologi* Nr 6, 2013.

SMHI, 2015, Sveriges framtida klimat, *Klimatologi* Nr 14, 2015.

Statens offentliga utredningar, 2007, SOU 2007:60. Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter.

StormTac, 2015, Stormtac databas, www.stormtac.com

Svensk Försäkring, 2015, Vem tar ansvar för klimatanpassningen? – klimatanpassning ur ett försäkringsperspektiv, Rapport nr 2015:1

Svenskt Vatten, 2004a, Publikation P90, Dimensionering av allmänna avloppsledningar.

Svenskt Vatten, 2004b, Stahre, P. En långsiktigt hållbar dagvattenhantering. Planering och exempel.

Svenskt Vatten, 2007a, Klimatförändringarnas inverkan på allmänna avloppssystem. Meddelande M134.

Svenskt Vatten 2007b, Publikation P94, ABVA 07, Allmänna bestämmelser för användandet av kommuns allmänna vatten- och avloppsanläggning samt Information till fastighetsägare – textförslag med kommentarer.

Svenskt Vatten, 2011a, Publikation P104 – Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.

Svenskt Vatten, 2011b, Publikation P105 – Hållbar dag- och dränvattenhantering. Råd vid planering och utformning.

Svenskt Vatten 2013, Tydligt ansvar för privata fastighetsägare i Tyskland. Svenskt Vatten nr 1, 2013.

Svenskt Vatten 2015a, Skyfallsutmaningen kräver nationella regler, Svenskt Vatten nr 2, 2015.

Svenskt Vatten 2015b, Det är dags att göra rent hus i dagvattenfrågan, Svenskt Vatten nr 3, 2015.

Svenskt Vatten 2015c, Tillämpad hydraulik för VA-ingenjörer, U11.

Svenskt Vatten Utveckling, 2004, Dagvattendammars avskiljningsförmåga – påverkande faktorer och metodik för bedömning, SVU- rapport 2004-11.

Svenskt Vatten Utveckling, 2010, Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt vissa övriga ämnen i dagvatten, SVU-rapport 2010-06.

Svenskt Vatten Utveckling, 2011a, Handbok i förnyelseplanering av VA-ledningar, SVU-rapport 2011-12.

Svenskt Vatten Utveckling, 2011b, Material och åldersfördelning för Sveriges VA-nät och för framtida förnyelsebehov, SVU-rapport 2011-13.

Svenskt Vatten Utveckling, 2011c, Rörmaterial i svenska VA-ledningar – egenskaper och livslängd, SVU-rapport 2011-14.

Svenskt Vatten Utveckling, 2012a, Undersökningsmetoder för att hitta källorna till tillskottsvatten, SVU-rapport 2012-13.

Svenskt Vatten Utveckling, 2012b, NOS-dagvatten – Uppföljning av dagvattenanläggningar i fem Stockholmskommuner, SVU-rapport 2012-02.

Svenskt Vatten Utveckling, 2014a, Juridisk och ekonomisk hantering av tillskottsvatten som sker till spillvattenförande ledning innanför förbindelsepunkt, SVU-rapport 2014-11.

Svenskt Vatten Utveckling, 2014b, Bräddning från ledningsnät – vägledning för att kontrollera, rapportera och bedöma miljöbelastning på recipient, SVU-rapport 2014-01.

Trafikverket, 2014a, Trafikverkets tekniska krav för avvattning – TK Avvattning, TDOK 2014:0045

Trafikverket, 2014b, Avvattningsteknisk dimensionering och utformning – MB 310, TDOK 2014:0051.

- Trafikverket, 2014c, Trafikverkets tekniska råd för avvattning –TR Avvattning, TDOK 2014:0046.
- Tyréns, 2014, PM om verktyg för översvämningsanalyser i Jönköping, Gunnar Svensson.
- Umeå universitet, Miljöövervakning av utgående vatten & slam från svenska avloppsreningsverk. Data från 2011.
- VA-Forsk, 1993, Indirekt nederbördspåverkan i spillvattensystem, Hans Bäckman, Björn Marklund, Rune Olsson, Bengt-Lennart Peterson och Tore Wästlin, Rapport nr 1993-08.
- VA-Forsk, 1996a, Bedömningsgrunder för ovidkommande vatten i avloppsnät, Ann-Marie Gustafsson och Gilbert Svensson, Rapport nr 1996-06.
- VA-Forsk 1996b, Snösmältningspåverkan på avloppssystem inom urbana områden, Claes Hernebring, Rapport nr 1996-07.
- VA-Forsk 1997, Läck- och dräneringsvatten i spillvattensystem, Hans Bäckman, Bengt Göran Hellström, Anders Jaryd och Åke Jonsson, Rapport nr 1997-15.
- Vatten, 2001, Statistisk bearbetning av regnserier från Malmö 1980–1999, Ola Jonasson, VATTEN. Årgång 57, nr 1/2001, s. 39.
- Vatten, 2015, Skyfallet i sydvästra Skåne 2014-08-31, Hernebring et al, VATTEN, nr 2/2015, s 85.
- VAV P46, 1983, Lokalt omhändertagande av dagvatten-LOD, Anvisningar och kommentarer, Svenskt Vatten Publikation P46.
- VAV P49, 1985, Källaröversvämnings – Ansvar, Åtgärder, Ersättning, Svenskt Vatten Publikation P49.
- VAV P75, 1995, Servisledningar – Råd och anvisningar för allmän och enskild del av VA-serviser, Svenskt Vatten Publikation P75.
- VAV P83, 2001, Allmänna vattenledningsnät – Anvisningar för utformning, förnyelse och beräkning, Svenskt Vatten Publikation P83.

5. Begreppsförklaringar

Gemensam begreppsförklaring för del 1 och del 2

Avloppsvatten

Vatten, i regel förorenat, som avleds i rörledning, dike eller dylikt. Det kan bestå av spillvatten, processvatten, kylvatten, dagvatten och dränvatten.

Avrinningsområde

Område från vilket avloppsvatten kan avledas med självfall eller genom pumpning till en och samma punkt. I ett avloppssystem bildar de naturliga höjderna – vattendelarna – områdesgränser för såväl spill- som dagvattenledningssystemen.

Avrinningskoefficient

Avrinningskoefficienten (φ) är ett mått på den maximala andel av ett avrinningsområde som kan bidra till avrinningen. Den beror förutom på exploateringsgrad och hårdgörningsgrad även på områdets lutning samt regnintensiteten. Ju större lutning och ju högre intensitet, desto större avrinningskoefficient.

Avrinningsstråk

Stråk inom ett bebyggt område där vatten tillåts rinna på ytan i samband med regn eller snösmältning.

Bräddutlopp

Bräddutlopp ingår som en nödvändig komponent i kombinerade avloppssystem för att avlasta dem och förhindra källaröversvämningar. Anordnat utlopp från fördröjningsmagasin då mer vatten än magasinet är dimensionerat för tillförs.

Bräddavloppsvatten

Orenat eller ofullständigt renat avloppsvatten som släpps ut från ledningsnät för spillvatten eller reningsverk, och som inte leds via en provtagningspunkt som används för behandlat utgående avloppsvatten.

Dagvatten

Ytligt avrinnande regnvatten och smältvatten.

Dränering

Avvattning av mark genom avledning av vatten i den omättade zonen och grundvatten i rörledning, dike eller dräneringsskikt.

Dränvatten

Vatten som avleds genom dränering.

Duplikatsystem

Separerat avloppssystem med skilda ledningar för spillvatten och dagvatten.

Dämningsnivå

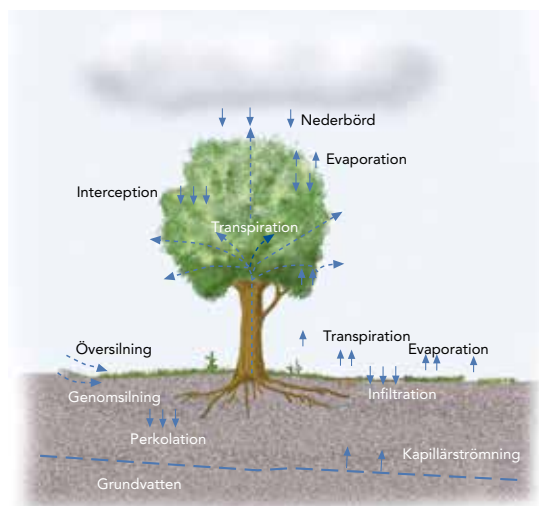
Se trycklinje enligt nedan.

Förbindelsepunkt

Punkt där fastighetens servisledning kopplas till allmän VA-anläggning.

Fördröjningsmagasin

Magasin för tillfällig fördröjning av avrinnande dagvatten.



Hydrologiska begrepp

Hydrologiska begrepp
(Efter Statens Naturvårdsverk
Vegetationen i dagvatten-
hanteringen, 1980).

Anslutna personer, [p]

Antal personer inom ett avrinningsområde vars bebyggelse är ansluten till avloppsledningsnät.

Hållbar dagvattenhantering

Hållbar dag- och dränvattenhantering, ett samlingsbegrepp för det som tidigare benämndes Lokalt Omhändertagande av Dagvatten (LOD).

Infiltration

Inträngning av vätska i poröst eller sprickigt material, till exempel vatten som tränger in i jord eller berg.

Inströmningsområde

Ett område där grundvatten bildas genom infiltration.

Instängt område

Område varifrån dagvatten ytledes inte kan avledas med självfall.

Kombinerat system

Avloppssystem med gemensam ledning för spillvatten, dagvatten och dränvatten.

Koncentrationstid

Se Rinntid.

LOD

Lokalt Omhändertagande av Dagvatten (LOD). En förkortning, som historiskt använts som ett samlingsnamn för olika typer av lokal hantering av dagvatten. Begreppet har emellanåt misstolkats, se Svenskt Vatten P105, kapitel 1.3. I denna skrift används Hållbar dagvattenhantering som en synonym till det tidigare använda begreppet LOD.

LTA

Lätt tryckavlopp. Tryckavloppssystem med små ledningsdimensioner och med en avloppspump för varje fastighet eller mindre grupp av fastigheter.

Lågstråk

Stråk inom ett bebyggt område dit vatten kommer att söka sig vid avrinning ytledes.

Läck- och dränvatten

Samlingsbegrepp för markvatten, grundvatten och annat vatten som kommer in i avloppssystemet via otätheter eller som medvetet dräneras via spillvattensystemet.

Maxdygnsfaktor

Förhållande mellan maxdygnsavrinning och medeldygnsavrinning.

Maxtimfaktor

Förhållande mellan maxtimavrinning och medeltimavrinning under årsmedeldygn.

Mindygnsfaktor

Förhållande mellan mindygnavrinning och medeldygnavrinning.

Nödutlopp

Ett nödutlopp är en anordning i spillvattenledningen i separerade system, som tillåter att avloppsvatten avleds till recipient, direkt eller via dagvattenledning, när tillflödet överskrider avledningskapaciteten. Nödavledning kan bero på extrem flödesbelastning eller driftstopp i till exempel pumpstationer eller ledningar, och tillgrips för att minska risken för källaröversvämningar eller annan egendomsskada. Nödavledning kan även förekomma i kombinerade system via bräddavlopp i samband med driftstopp i pumpstation eller ledning.

Personekvivalent, [pe]

Tal för att beskriva belastningen från såväl allmän verksamhet och industri som från hushåll på exempelvis en reningsanläggning eller ett ledningsnät. Antal pe för en given komponent, till exempel spillvattenflöden, beräknas genom att det totala flödet, [l/d] divideras med ett antaget specifikt avloppsflojde per person, [l/p·d].

Reducerad area

Den del av ett avrinningsområde som medverkar till avrinningen. Produkten av avrinningskoefficienten och bruttoarean.

Regnbädd

Samlingsnamn för mindre ytliga utjämningsmagasin för dagvatten. I magasinet planteras växter, jämför engelska Rain Gardens.

Regnintensitet

Regnintensiteten har historiskt sett uttryckts som liter per sekund och hektar. Denna enhet skrivs matematiskt som l/s/ha. I VA-litteraturen över åren har en mängd varianter att skriva enheten använts. De vanligaste är: l/s o ha, l/s och ha, l/s·ha eller l/s ha. Alternativa begrepp för regnintensitet anvisas i kapitel 1.8.2. Även i denna skrift förekommer olika varianter i text respektive diagram.

Rinntid, [min]

Den maximala tid det tar för regn som faller inom avrinningsområdet att rinna till den punkt där allt dagvatten från området avleds. Rinntidens längd är en kombination av den sträcka det avrinnande vattnet skall tillryggalägga samt den hastighet vattnet har. Ett annat ord för rinntid är koncentrationstid, från engelskans "time of concentration". Rinntiden kan sägas vara den tid det tar att koncentrera all avrinning till en punkt.

Separerade system

Samlingsbegrepp för duplikatsystem och separatsystem.

Separatsystem

Separerat system med rörledning för spillvatten samt rännsten eller dike för dagvatten.

Spillvatten

Förorenat vatten från hushåll, industrier, serviceanläggningar och liknande.

Hushållspillvatten

Spillvatten från bostäder, kontor, restauranger, skolor, vårdinrättningar och andra anläggningar av icke-industriell typ.

Industrispillvatten

Spillvatten från industriell verksamhet, bestående av processpillvatten och ibland även spillvatten från omklädningsrum, toaletter, kök och liknande inom industriområdet.

Stalp

Nivåskillnad mellan in- och utgående lednings vattengång i nedstigningsbrunnar eller inspektionsbrunnar.

Svackdike

Ett grunt dike som medger avrinning men som även kan tillåta infiltration av dagvatten.

Tillskottsvatten

Samlingsbegrepp för vatten, som utöver spillvattnet avleds i spillvattenförande avloppsledning. Tillskottsvatten kan således vara dagvatten, dränvatten, inläckande sjö- eller havsvatten med mera. Tillskottsvatten har tidigare benämnts ovidkommande vatten.

Trycklinje

Trycklinjen förbinder nivåer till vilka en fri vattenyta kan stiga. Ett exempel är en ledning med trycklinjen ovanför hjässan på ledningen, som innebär att vattnet i en anslutande ledning kan stiga till den nivå som motsvarar trycklinjens nivå.

Trög avledning

Trög avledning innebär att dagvattnet så långt möjligt hanteras inom de ytor där regnet faller innan det avleds i öppna system eller rörsystem. I Svenskt Vatten Publikation 105 redovisas sätt att åstadkomma en trög avledning genom infiltration, perkolation eller lokal utjämning/fördröjning av dagvattnet. Målet är att åstadkomma en långsiktigt hållbar dag- och dränvattenhantering.

Tätortsbebyggelse

Begreppet tätortsbebyggelse är inte väldefinierat men används för att beskriva högt exploaterade områden där översvämningar får stora konsekvenser. Jämför begreppet "citycenters/industrial/commercial areas" i SS-EN 752.

Uppdämningsnivå

Uppdämningsnivån är den högsta nivå till vilken trycklinjen kan nå vid ett givet regntillfälle, som synonym används även dämningnivå.

Utströmningsområde

Ett område där grundvattnet strömmar upp mot markytan och avdunstar eller avrinner som ytvatten.

Vattengång

Den lägsta nivån i ett ledningstvärssnitt.

Ytliga vattenvägar

Dessa utgörs av ytliga avvattningsstråk som reserverats för att kunna avleda dagvatten och dränvatten ytledes.

Ytvattenmagasin

Den del av dagvattenavrinningen som samlas i vattenpölar och andra mindre gropar i en yta, och som aldrig rinner bort utan avdunstar efter ett regn.

Ytvattendelare

Topografiskt betingad gräns mellan två avrinningsområden.

Återkomsttid

Tidsintervall (i medeltal, sett över en längre tidsperiod) mellan regn- eller avrinnings-tillfällen för en viss given intensitet och varaktighet.

Svenskt Vattens skrifter beställs via:

www.svensktvatten.se

Svenskt Vattens distribution

Box 262

591 23 Motala

Svenskt Vatten P110 – Del I kan laddas

ned utan kostnad från www.svensktvatten.se

© Svenskt Vatten AB

ISSN nr 1651-4947

Svenskt Vatten P110 – Del I

2016-01



Box 14057, 167 14 Bromma

Tel 08 506 002 00

Fax 08 506 002 10

E-post svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se

Errata - Rättningslista

Svenskt Vatten publikation:

P110 – Avledning av dag-, drän- och spillvatten

Redigerad senast: 20 jan 2017

Redigerad av: Hans Bäckman, Svenskt Vatten

Sida	Rad/stycke	Står	Skall stå
34 (32)	Stycke 5, sista raden	120 mm	120 min
74	Tabell 4.11	Avvattnad red. area	Avvattnad area
74	Stycke 6, rad 1	fem hektar reducerad area	med en area på fem hektar
34 (32)	Fig 1.24, skala x-axeln	0-20-30-60-etc	0-20-40-60-etc
103	Kap 6.3.3, stycke 2	Ref till ekv 5.11	Ref till ekv 4.17

Sid 119 ekv 9.1 ändras till:

$$V = 0,06 \cdot \left[i_{\text{regn}} \cdot t_{\text{regn}} - K \cdot t_{\text{regn}} - K \cdot t_{\text{rinn}} + \frac{K^2 \cdot t_{\text{rinn}}}{i_{\text{regn}}} \right] \quad (9.1)$$

OBS Sidnummerangivelsen i tabellen ovan avser numrering i den fullständiga versionen av P110. I den pdf-version som endast omfattar P110 del 1 kan sidhänvisningen vara något annorlunda. För aktuella rättelser visas pdf-versionens sidnummer inom parantes.