
Svenskt Vatten

UTVECKLING

Rapport

Nr 2020-15

Dokumentation vid modellering av avloppsledningsnät

Mathias von Scherling

Hans Hammarlund

Daniel Blomquist

Linnéa Siegwán

Svenskt Vatten

UTVECKLING

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området.

Författarna är ensamt ansvariga för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten AB

POSTADRESS BOX 14057, 167 14 Bromma

BESÖKSADRESS Gustavslundsvägen 12, 167 51 Bromma

TELEFON 08-506 002 00

E-MAIL svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se

RAPPORTENS TITEL:	Dokumentation vid modellering av avloppsledningsnät
TITLE OF THE REPORT:	Documentation of sewer network models
FÖRFATTARE:	Mathias von Scherling, RISE, Hans Hammarlund, Tyréns, Linnéa Siegwán, Tyréns, Daniel Blomquist, Sweco.
RAPPORTNUMMER:	2020-15
ANTAL SIDOR:	79
SAMMANDRAG:	Rapporten innehåller rekommendationer och mallar för dokumentation av datormodeller över avloppsledningsnät. Dokumentationen bör vara tillräcklig och transparent, möjliggöra granskning, minska risken för felanvändning samt tillåta framtida påbyggnad av modellen.
SUMMARY:	The report contains recommendations and useful templates for the documentation of computer models over sewer networks. The documentation should be adequate, transparent, allowing for review, reducing the risk of misuse, and allowing for future development of the original model.
SÖKORD:	Dokumentation, hydraulisk modellering, hydraulisk modell, spillvattenförande system, dagvattensystem, avloppssystem, självfallssystem
KEYWORDS:	Documentation, hydraulic modeling, hydraulic model, sewer networks
MÅLGRUPPER:	Personer som beställer eller modellerar eller på annat sätt kommer i kontakt med avloppsnätsmodeller
RAPPORT:	Finns att hämta hem som pdf från Svenskt Vattens webbplats www.svensktvatten.se
UTGIVNINGSÅR:	2020
UTGIVARE:	© Svenskt Vatten AB

Om projektet

PROJEKTNUMMER:	18-117
PROJEKTETS NAMN:	Rekommendationer för redovisning av modellutredningar på avloppsledningsnät
PROJEKTETS FINANSIERING:	Svenskt Vatten Utveckling

Förord

Modeller över avloppsledningsnät kan vara väldigt olika uppbyggda och kan vara svårgranskade, särskilt för den som inte har tillgång till modellverktyget. Oavsett anledning bör även en person utan modelleringskunskap kunna presenteras en dokumentation som gör det möjligt att kontrollera rimligheten hos en modell eller i ett resultat. Det här är ett förslag till en sådan dokumentation.

Denna SVU-rapport är framtagen som ett komplement till SVU-rapport 2016-15, Riktlinjer för modellering av spillvattenförande system och dagvattensystem, och var inledningsvis tänkt att uppdatera den rapporten med ett extra kapitel och rätta och komplettera några detaljer. Till slut blev det ändå en separat rapport som beskriver det framtagna materialet. I bilaga D redovisas några avsedda korrigeringar till den tidigare SVU-rapporten.

Denna rapport har tagits fram av Mathias von Scherling (RISE), Hans Hammarlund och Linnéa Siegwang (Tyréns) och Daniel Blomqvist (Sweco). Dessutom har examensarbetare från Uppsala universitet och SLU bidragit med viktig input till rapporten. Projektet har haft en omfattande referensgrupp sammansatt av både modellörer och beställare som bidragit med viktiga synpunkter. Referensgruppen utgjordes av Christer Silver Holmberg från Botkyrka kommun, Alf Händevik och Edgar Fernandez från Kalmar Vatten, Andrew Wilson från Kretslopp och Vatten Göteborgs stad, Charlotta Magnegård från Mälarenergi, Yuanyuan Dai från Nacka Vatten och Avfall, Sofia Dahl och Sven Bengtsson från NSVA, Jurgita Paknia och Peter Rogberg från Roslagsvatten, Emelie Melander från SAVAB, Rasmus Pierong och Henny Samuelsson från SVOA, Emma Falk från VA Syd, Håkan Strandner från DHI, Anna Landahl och Emma Nilsson Keskitalo från Norconsult, Bo Granlund och Erik Backteman från Ramböll, Patrik Härle, Roya Meydani och Sara Karlsson från Sweco, samt Gunnar Svensson och Maria Näslund från WSP. Ett särskilt tack till Alf Händevik för många kloka synpunkter under arbetets gång.

Författarnas förhoppning är att detta arbete ska bidra till att tydliggöra vad som är en god dokumentation av modellutredningar på avloppsnät och att dessa rekommendationer för modelldokumentation ska bli använda.

Innehåll

Förord.....	2
Innehåll.....	3
Sammanfattning.....	4
Summary.....	5
1 Inledning.....	6
2 Syfte.....	8
3 Avgränsningar.....	9
4 Projektets genomförande.....	10
5 Allt eller ett balanserat urval?.....	11
6 Vad är viktigast att dokumentera – vad har störst betydelse?.....	14
6.1 Examensarbeten som bedrivits i samband med projektet.....	14
7 Hur bedöma en kalibrering?.....	16
7.1 Mätningarnas kvalitet och representativitet.....	16
7.2 Kvaliteten på kalibreringen.....	16
7.3 Viktning av mätdatakvalitet och kvalitet på kalibrering.....	17
8 Delar i dokumentationen.....	18
8.1 Modelldeklaration.....	18
8.2 Modellrapport.....	18
8.3 Kartor.....	18
8.4 Checklista för modellens uppbyggande.....	18
8.5 Självva modellen.....	18
9 Begreppsförklaring.....	20
Referenser.....	21
Bilagor	
Bilaga A – Modelldeklaration (finns även som redigerbar wordfil).....	22
Bilaga B – Modellrapportmall (finns även som redigerbar wordfil).....	25
Bilaga C – Några goda exempel på kartredovisning.....	66
Bilaga D – Errata till SVU Rapport 2016-15.....	77

Sammanfattning

Rapporten innehåller rekommendationer och mallar för dokumentation av datormodeller över avloppsledningsnät. Dokumentationen bör vara tillräcklig och transparent, möjliggöra granskning, minska risken för felanvändning och tillåta framtida påbyggnad av modellen.

Modellering handlar om att i något syfte kraftigt förenkla verkligheten. Det kan handla om att utreda nyanslutning i samband med exploatering, utredning av källaröversvämningar eller utredning av bräddning från ledningsnätet. En datormodell innehåller dels fysiskt kontrollerbara data, dels parametrar som behöver kalibreras fram, till exempel flödesdynamik.

Modellen blir inte bättre än det underlag och den metodik som har använts för att bygga upp den. Därför är det mycket viktigt med tydlig dokumentation av modellens underlag och de användningsområden som den rekommenderas för. Modelldokumentationen bör följa modellen och uppdateras vid ändringar. Även en person som inte har kunskap om modellering ska kunna kontrollera rimligheten hos modell och resultat.

En tidigare SVU-rapport (2016-15, Riktlinjer för modellering av spillvattenförande system och dagvattensystem) pekade på vikten av dokumentation av datormodeller. I den här SVU-rapporten har ett konkret förslag till hur sådan dokumentation bör utformas tagits fram av en arbets- och referensgrupp med till stor del samma personer som i arbetet med den tidigare rapporten. Författarna kommer från forskningsinstitutet RISE och två olika konsultfirmor.

Dokumentation är tidskrävande och det kan upplevas att nyttan inte uppstår förrän i ett senare skede – hos mottagaren av arbetet eller vid framtida uppdateringar. Dokumentationen är dock också en viktig del i modellörens egenkontroll. Därför behöver det göras en avvägning av vad som är tillräcklig dokumentation. En tidsbesparande faktor i sammanhanget är att ha en mall att följa. En strukturerad uppbyggnad av modellen och användning av metadata eller statuskoder kan förenkla dokumentationen och göra den mer kompakt. Metadata är data om data. Det kan vara data som beskriver till exempel källan till underlag eller gjorda antaganden. Användningen av metadata måste beskrivas i modellrapporten.

Projektet har tagit fram några mallar som är avsedda för dokumentation av modeller, samt råd kring redovisning av kalibrering och presentation av kartor. I bilaga A finns en mall för en modelldeklaration som i ett sammanfattande datablad snabbt ger information om modellen. I bilaga B finns en mall till en modellrapport, som är den centrala delen i dokumentationen och ger den mest fullständiga bilden av modellens uppbyggnad, kalibrering och prestanda. Kartor kan bidra till bättre förståelse av modellen, och därför innehåller bilaga C förslag till bra kartor.

Rapporten med bilagor riktar sig till alla som kommer i kontakt med modeller. För beställare är det bra att veta vilken dokumentation som bör efterfrågas, och för modellörer är det bra att få tillgång till förslagsmallar för nödvändig dokumentation. Mallarna i bilagorna A och B går att ladda ner som Wordfiler på [Vattenbokhandeln](#) där rapporten finns. De kan användas eller anpassas till de egna behoven.

Summary

This report includes a proposal on how hydraulic sewer network models should be documented in a way that is adequate and transparent and that allows for review, reduces the risk of misuse and allows future development of the original model.

The report is regarded as a complement to SVU Report 2016-15 Guidelines for modeling wastewater-carrying systems and stormwater systems. The working group and the reference group were partly made up of the same people as during the previous work.

Documentation is time consuming and the benefit does not arise until a later stage - at the recipient of the work or at future updates. It is therefore necessary to determine which level of documentation is sufficient. A time-saving factor in this context is having a template to follow. A structured build up of the model and the use of metadata or status codes to the model's attributes can also simplify the documentation and make it more compact. The use of metadata must then be described in the model report. The model documentation should follow the model and be updated in the event of changes.

Specifically, the project has developed some useful templates as well as advice on presenting calibration results and map presentation. The templates are solely intended to document the model developed and not performed investigations with use of the model. The models for model documentation in Annexes A and B consist of:

- A. a model declaration which on one page summarizes the model brief and clearly model report template
- B. The report with appendices is addressing anyone who deals with sewer models. For those who orders a sewer model build up, it is good to know which documentation should be requested and for modelers it is good to have access to useful templates for the necessary documentation.

The templates can be downloaded in the same place as this report is downloaded and used or adapted to your own needs.

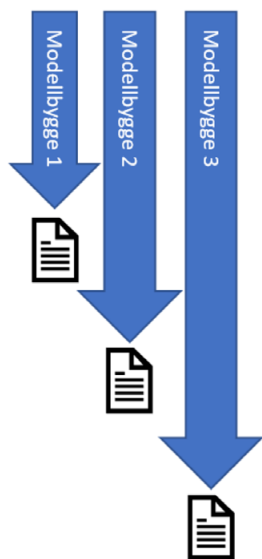
1 Inledning

Hydrauliska modeller är ett vanligt verktyg för att arbeta med såväl dimensionering och utformning av nya ledningsnät som att utreda ansvar och åtgärdsalternativ vid översvämningar. Det är inte ovanligt att de tillräknas stor betydelse och tillskrivs en sanningshalt som de kanske inte alltid besitter. Det har tagits fram riktlinjer för hur modellering av avloppsnät ska genomföras (Blomquist et al. 2016) samt även tidigare råd kring mätning och kalibrering av avloppsnätsmodeller (Granlund och Nilsson, 2000). Mer specifika råd kring hur dokumentationen av modeller ska utformas har saknats. Exempel från Skottland (Scottish Water, 2003) visar på betydligt mer strikta krav på granskning eller så kallad audit av modellarbeten än vad som tillämpas i Sverige. Det finns idag en stor samlad kunskap hos de VA-organisationer och de konsulter som genomför och beställer modellutredningar.

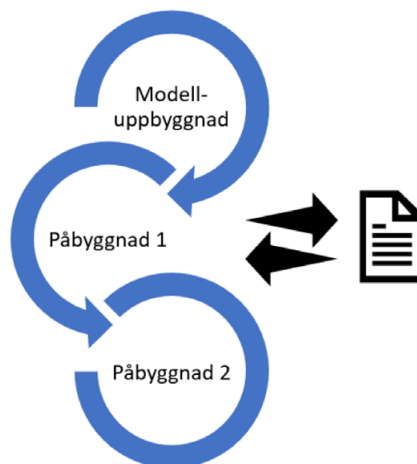
Modellering handlar om att kraftigt förenkla verkligheten i något syfte. Det kan till exempel handla om utredning av nyanslutning i samband med exploatering, utredning av källaröversvämningar eller studier av bräddning från ledningsnätet. Uppbyggnaden av modellen baseras delvis på fysiskt kontrollerbara data medan andra parametrar, som till exempel för att beskriva flödesdynamik, behöver kalibreras fram. Kalibreringen görs för vissa förhållanden och modellen blir då generellt osäker i att beskriva andra typer av förhållanden. Den är också framtagen i ett visst syfte och har därmed sina begränsningar i fråga om användningsområden. Modellen är avbildning av verkligheten som inte blir bättre än det underlag som använts för att bygga upp den. Det är därför av stor vikt att modellens underlag och dess rekommenderade användningsområden dokumenteras tydligt.

Modellarbete är tidskrävande. Modelluppbyggnad kan gå ganska fort om underlaget är bra strukturerat och har bra kvalitet men det leder i regel alltid till en hel del handpåläggning och anpassningar för att få till en körbar modell. Kalibreringsarbetet är också tidskrävande. Att sen utifrån en färdig modell genomföra simuleringar och analysera resultaten är i sammanhanget oftast betydligt mindre tidskrävande. I framtiden kan man komma att vilja bygga vidare på modellen och då blir ofta frågan kring hur modellen är uppbyggd högaktuell – kan man lita på modellen – vilka områden är bra kalibrerade och vilka är endast grovt kalibrerade (om alls)? Är det säkraste att börja om från början? Arbetsminnet är sedan länge tömt men förhoppningsvis har man lagrat på servern för att använda en liknelse. Tankesättet illustreras i Figur 1.1 nedan.

Med bristfällig dokumentation



Med god dokumentation



Figur 1.1

Ta tillvara nedlagt arbete!
En bristfällig dokumentation kan spara arbetsinsats och kostnader för stunden men gör det svårt att bygga vidare på nedlagt arbete. Dokumentationen bör vara strukturerad och kontinuerligt uppdateras under modellarbetet.

Genom en god dokumentation är det möjligt att bygga vidare på tidigare utfört arbete med modellen vid utvidgning eller förändrade användningsområden. Enligt SVU-rapport 2016-15 ”Riktlinjer för modellering av spillvattenförande system och dagvattensystem” (Blomquist et al. 2016) skall en modelldokumentation åtfölja modellen som uppdateras vid varje förändring av modellen.

2 Syfte

Huvudsyftet med detta projekt var att ta fram ett konkret förslag för hur en modelldokumentation bör utformas. Dokumentationen ska ge insyn i det nedlagda modellarbetet, göra det transparent och möjliggöra granskning och felkontroll även för en beställare som kan sakna tillgång till själva programvaran.

Projektet ska ses som ett komplement till tidigare framtagna riktlinjer för modellering i SVU-Rapport 2016-15 (Blomquist et al. 2016) och ta fram användbara mallar för att skapa spridning inom VA-branschen och ge en gemensam bild kring vad som är en god modelldokumentation.

Avvägning behöver göras mellan insatsen för att dokumentera och nyttan av dokumentationen. Projektets förslag ska omfatta vad som är en tillräckligt omfattande dokumentation. Varje detalj behöver inte beskrivas men all relevant information ska gå att återskapa i kombination mellan dokumentationen och modellen i sig och inte försvinna vid ”slutförandets händelsehorisont”.

Dokumentation består delvis i framställande av olika kartor. Projektet har också syftat till att ta fram några generella råd kring detta och sammanställa några exempel på bra och överskådliga kartor.

3 Avgränsningar

Modellrapportsmallen (Bilaga B) och övriga dokument utgår från de vanligaste tillämpningsområdena vid modellutredningar i Sverige. Materialet täcker dock inte alla möjligheter till inställningar och anpassningar av en modell som kan vara önskvärda.

Mike Urban är den vanligaste programvaran för avloppsnätsmodellering i Sverige och rapporten blir ofrånkomligt färgad av detta faktum. I största möjliga mån har programspecifika termer försökt undvikas men ibland har detta inte varit möjligt med bibehållen förståelse för läsaren. Förhoppningen är att materialet och tankesättet ska kunna utgöra en stomme som kan anpassas för andra tillämpningar där så är nödvändigt.

Det har inte ingått i projektet att ta fram riktlinjer för bedömning av en kalibrering. Dock har det skrivits ett stycke i rapporten som lyfter några viktiga aspekter kring kalibrering.

4 Projektets genomförande

Projektet har haft en brett sammansatt referensgrupp från kommuner och konsulter som arbetar med modellering. Referensgruppen har medverkat genom en workshop och ett antal virtuella möten samt en remissrunda. Tre examensarbeten har bedrivits inom ramen för projektet kring vad som har större eller mindre betydelse för en modells uppbyggnad.

Inledningsvis hölls en workshop på VA-mässan 2018 för att fånga upp de viktigaste delarna kring modelldokumentation. Diskussioner hölls kring vad som är en god dokumentation, om vad som är en lagom nivå och hur man ska kunna ge möjlighet till granskning av modellen, även om man saknar modellverktyget. Diskussion kring tvärtomfrågan ”hur gör man det så svårt som möjligt att granska en modell?” gav svaren:

- Det kanske värsta är att modelldokumentation saknas helt (eller ännu värre – är felaktig)
- Hänvisning till annan rapport som inte följer med modelldokumentationen
- Knapphändiga formuleringar som:
 - ”Framtagen enligt riktlinjer”
 - ”Upprättat baserat på erhållet underlag”
- Utelämnande av gjorda antaganden

Andra saker som kom upp var rimlighetskontroller av resultat och hur dokumentationen för modeller som har en lång livstid ska-uppdateras – särskilt när det är olika personer och kanske företag inblandade. Dokumentation är också kostnadskrävande vilket kan vara ett problem när budget är begränsande och resultat önskas snabbt.

5 Allt eller ett balanserat urval?

Att dokumentera ett modellarbete kan tyckas vara en generellt god idé men det kan vara värt att fråga sig varför man ska dokumentera och vilket syfte dokumentationen ska fylla. Dokumentation i sig kräver en stor insats som måste vägas mot nyttan och behovet. Modellen i sig är också en potentiellt stor möjlighet till dokumentation.

Vem är det som ska använda dokumentationen? Man kan utgå från att det är fler än vad man kanske först tänker sig. Det är sannolikt att modellen kommer att användas i framtiden – kanske av en annan användare eller kanske av modellören själv. Resultat och nya modellkörningar kommer användas med mer eller mindre lämplighet av framtida användare. Kort sagt dokumentationen bör vara utformad för alla de som kommer i kontakt med modellen eller dess resultat.

Dokumentation kan göras på olika sätt. Dels genom en modellrapport som beskriver modellens uppbyggnad och dels genom sammanställningar och presentation av modellens data och resultat något som kan sammanställas i något som i denna rapport benämns modelldeklaration. Ifyllda checklistor vid modelluppbyggnad innehåller också viktig information. Kartframställningar underlättar förståelsen. Själva modellen i sig utgör en dokumentation. Genom en strukturerad uppbyggnad och användning av metadata och statuskoder kan många detaljer sparas utan att behöva beskrivas i en rapport, till exempel kan man istället för att lista varje brunn där en vattengång ändrats utifrån ett generellt antagande beskriva den statuskod som används i modellen för de brunnar som ändrats utifrån det generella antagandet.

En modells viktigaste egenskaper enligt VA-Forskrappport 2000-7 (Granlund och Nilsson, 2000) kan sammanfattas med att en modell ska:

- Inge förtroende
- Tydliggöra vad som ska visas
- Ha tillräcklig noggrannhet för sitt syfte
- Vara så enkel som möjligt med hänsyn till problem och mål

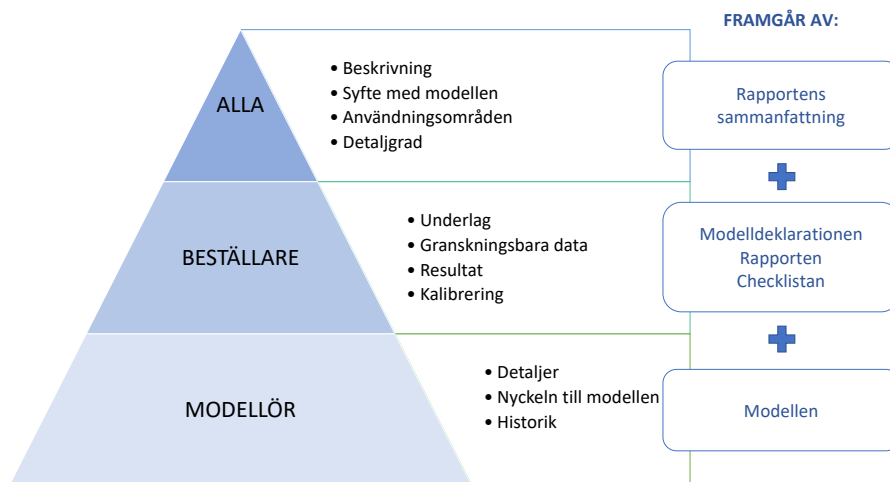
Tidigare utgjorde begränsad datorkapacitet ett skäl för förenkling. Det är inte riktigt fallet idag men den sista punkten i listan ovan kan utvidgas till att beskriva hur mycket möda som ska läggas på olika moment i modelluppbyggnaden med hänsyn till just problemställningen och syftet med modellen. Alla detaljer är inte lika viktiga.

En strukturerad dokumentation bidrar till att öka förtroendet för modellen och minska risken för felanvändning. Genom att tydliggöra syftet undviks överarbetning av detaljer med liten påverkan på modellens funktion.

Utöver de egenskaper som tidigare listas så bör dokumentationen:

- Ge överblick
- Kommunicera utfört arbete
- Ge förklaring till hur man ska "läsa" modellen
- Vara en kontrollstation för att undvika fel
- Möjliggöra att det går att bygga vidare på arbetet
- Ge kunskap om användningsområden
- Ge kunskap om osäkerheter
- Effektivisera analys
- Sätta en slutpunkt för arbetet (kanske framförallt vid internt arbete hos en va-organisation)

De som kommer i kontakt med modellen och dess resultat har olika stora behov av information, Figur 5.1. Det är viktigt att utforma sammanfattningen så att även en person som inte är så insatt lätt kan ta till sig informationen.



Figur 5.1

Olika grupper som kommer i kontakt med en modell behöver olika mycket information. Varje användare har tillgång till all ovanliggande information.

Dokumentation kan vara mycket tidskrävande. Särskilt om man lämnar den till sist. Enligt en engelsk modelleringsguide (CIWEM Urban Drainage Group, 2017) ska modelldokumentationen vara en pågående aktivitet under hela processen och inte lämnas till slutet. På så sätt kan dokumentationen samtidigt vara ett stöd i arbetet.

Kombinationen av modelldokumentation och själva modellen bör kunna ge svar på alla frågor kring modellens uppbyggnad. Man kan välja att endast göra en kortfattad rapportdokumentation men det ställer då extra höga krav på att modellen är strukturerat uppbyggd med metadata och att nyckeln till hur man ska läsa dessa data presenteras i rapporten. En bristfällig dokumentation kan resultera i dubbelarbete då osäkerheten kring hur den är uppbyggd gör att omfattande kontroller av modellen behövs eller att den helt enkelt måste byggas upp på nytt. Observera att även om metadata används flitigt och strukturerat så bör en kort rapport och dokumentation av granskningsbara data redovisas i textform för de som inte har tillgång till modellprogrammet.

I Tabell 5.1 beskrivs en miniminivå på dokumentation i det fall att man väljer att endast göra en kortfattad rapport.

Dokumentationsställe	Omfattning	Kommentar
Modelldeklaration	Fylls i, åtminstone de administrativa fälten samt någon deskriptiv statistik.	
Modellrapport	Kortfattad	Endast relevanta rubriker fylls på. Övriga rubriker får ligga kvar. En beskrivning av hur modellen är strukturerad med metadatanvändning och hur underlaget använts är centralt för att möjliggöra att arbetet kan byggas på i framtiden.
Kartredovisning	Begränsad	
Metadata	Bör användas strukturerat	
Modell	Mycket strukturerad och dokumenterad	En kortfattad dokumentation ställer extra krav på en strukturerad modell där underlag framgår av metadata och scenarion är förklarade väl.

Tabell 5.1

Minimikrav vid en kortfattad dokumentation.

6 Vad är viktigast att dokumentera – vad har störst betydelse?

Allt är naturligtvis inte lika viktigt för modellens resultat. Men vad som är oviktigt i en tillämpning kan vara kritiskt för en annan.

Då avloppsnetzmodeller hanterar vattenflöden i rörledningsnät och vattendrag så är givetvis allt som påverkar flödenas storlek liksom allt som påverkar ledningsnätets kapacitet och utjämningsförmåga de viktigaste parametrarna att få rätt och att tydligt dokumentera.

När det gäller hydrologiska flöden, som på ett eller annat sätt påverkas av nederbörd, så handlar det framförallt om parametrar som beskriver bidragande area till flödesvolymens totala storlek men också på tidskonstanter och dimensioner som ger flödets maximala utveckling.

När det gäller andra flöden så handlar det om deras absoluta storlek men även på parametrar som till exempel ger dygns- vecko- och årstidsvariation.

Ett rörs kapacitet att avleda flöden utan dämning beror framförallt av dess dimension och dess lutning men även friktionsförluster vid olika ledningsråhet har betydelse.

6.1 Examensarbeten som bedrivits i samband med projektet

I samband med detta projekt handledes ett antal examensarbeten på Tyréns i syfte att studera vilka parametrar som är av stor vikt och vilka som kan ha en mindre betydelse. Ofta handlar det om hur mycket möda man ska lägga ned på att inhämta korrekt information till modellen. Nedan redovisas slutsatser från dessa arbeten.

Ansättning av nivådata i det fall det saknas (ej avslutat arbete men slutsatser har ändå kunnat dras under arbetets gång): Att ha korrekt invägda vattennivåer är inte så viktigt för resultatet när det handlar om avrinningsdynamik och vattentransport ifall man har tillförlitliga markhöjder att använda. Men kring platser där det finns kritiska nivåer såsom källargolv eller bräddnivåer så är det viktigt ha tillgång till korrekt nivådata. För modelldokumentationen är det därmed viktigt att man redogör detaljerat för vilket underlag man haft för bräddavloppen. För ledningar och brunnar i övrigt är det viktigt att detaljerat redogöra för underlaget om man behöver beräkna absoluta nivåer, t ex i förhållande till källargolv eller marknivå. För pumpstationer har nivåerna mindre betydelse så länge man gör rimliga antaganden.

Uppdelning av avrinningsområden enligt olika metoder (Johansson, 2019) och ansättning av avrinningskoefficient (Östrand Myrlund, 2019). Indelning i områden och ansättning av avrinningskoefficienter kan göras mer eller mindre komplicerat (och tidskrävande). Slutsatserna var att det är mer motiverat att använda en tidsparande mer generaliserande metod för modeller med låg avrinningsbildning (spillvattennät i områden med låg andel hårdgjorda ytor) än för modeller med hög avrinningsbildning (dagvattennät i områden med stor andel hårdgjorda ytor). Skillnaderna i beräknat vattendjup för ett 10-årsregn har ibland varit mer än 1 m för de olika metoderna. Avvikelserna mellan beräkningsresultaten för de olika metoderna ökade vid ökande avrinningsbildning och högre uppströms i ledningssystemen. Det visade sig att metodval alltså kan ha stor betydelse för resultatet varför också det bör redovisas i modelldokumentationen.

Samtliga examensarbeten kan sägas handla om de antaganden som måste göras för att få en modell komplett innan kalibrering kan genomföras. Även om denna genomförs

med gott resultat så kan det underlag modellen byggts upp på samt de antaganden som gjorts där underlag saknats ha stor påverkan på simulerade flöden och vattennivåer uppströms kalibreringspunkten. Därför är det viktigt att de metoder som använts vid modelluppbyggnaden redovisas i modelldokumentationen.

7 Hur bedöma en kalibrering?

Det finns inget fastslaget sätt att betygsätta kalibreringar och kvaliteten på en kalibrering måste också kopplas till modellens syfte. Olika syften som till exempel att beskriva nederbördspåverkan vid regn eller att beskriva årstidsmässig variation hos basflöden påverkar kraven på vilka parametrar som måste bli bra vid kalibreringen. Är det en modell för att bedöma översvämningssrisk så är förstås nivåer i ledningsnätet i relation till mark- och källargolvsnivåer centralt. Men om modellen syftar till att beskriva inflöden till ett reningsverk så är korrekt nivådata i varje brunn mindre viktigt förutom i närheten av bräddpunkter.

7.1 Mätningarnas kvalitet och representativitet

Mätdatakvalitet: Bör finnas betygsatt och kommenterat i mätrapporten. I vissa fall kan vissa kalibreringstillämpningar avrådas ifrån.

Mätperiodens längd: Det är till exempel viktigt att ha en lång mätperiod som täcker flera olika årstider och gärna också flera år för att kunna ställa in parametrar för RDI flöden.

Antal regntillfällen: För de modeller som ska beskriva snabb regnpåverkan är det viktigt att få med ett tillräckligt antal bra kalibreringsregn. Ofta brukar en ambition vid mätkampanjer vara att åtminstone få tre ”bra regn”. Observera att kalibrering utifrån dessa regn trots allt inte säger mer än hur systemet beter sig under just de förhållanden som rådde då. Kraftigare regn eller regn under en annan period kan ge ett helt annat flödessvar.

Det är viktigt att understryka att en kalibrering i bästa fall blir väldigt bra att beskriva de förhållanden som rådde under mätperioden. I regel blir det alltid aktuellt att bestämma vilka flöden som kalibreringen ska beskriva beroende på vilket syfte utredningen har. Det är viktigt att sen beskriva vad den kalibrerade modellen simulerar bra och vad som simuleras mindre bra.

7.2 Kvaliteten på kalibreringen

Överensstämmelsen mellan simulerade och uppmätta flöden och nivåer är lätt kvantifierbar:

Flödesfel: Det är viktigt att få flödesvolymerna rätt och är ofta det första man försöker kalibrera in. Ett lågt värde eftersträvas.

Flödestoppsfel och nivåtoppsfel: Det är viktigt för alla kalibreringar med syfte att bedöma risk för bland annat översvämningar men kan vara mindre viktiga för kalibreringar som mer syftar till att beskriva variationer i flödet under lång tid. Låga värden eftersträvas.

Korrelation, r²-värde: Känsligt för brus och tidsförskjutningar men om dessa åtgärdas kan det ge ett bra värde på hur väl modellen svarar på till exempel nederbörd (säger dock inget om den träffar rätt). Ett högt värde eftersträvas.

I SVU Rapport 2016-15, s.95 (Blomquist et al. 2016) redovisas ett exempel på bedömningsgrunder (mycket bra, ok, dålig) för r²-värde, volymfel och nivåfel, som har fått en del spridning hos tekniska konsulter.

Bedömning	R ² -värde	Volymfel [%]	Nivåfel [mm]
Mycket bra	> 0,85	± 5	± 10
Ok	0,7-0,85	± 10	± 20
Dålig	< 0,7	± 20	± 50

Tabell 7.1

Exempel på bedömningsgrunder för en kalibrering från SVU Rapport 2016-15, s.95 (Blomquist et al. 2016).

7.3 Viktning av mätdatakvalitet och kvalitet på kalibrering

En betygs- och viktmatrix kan sättas upp för olika kvalitetskriterier och viktas till ett sammanlagt betyg. Parametrarna ovan måste då betygssättas efter vissa gränser. Till exempel: Nivåtoppsfel <10mm = högsta betyg. Man bör också fundera på ifall det ska finnas en lägsta tillåten nivå för de olika delbetygen (d.v.s. att inget betyg får vara lägre än ett visst värde) även om detta kan lösas med viktningen. I Tabell 7.2 visas ett exempel på hur en sådan matrix kan sättas upp. I det fiktiva exemplet nedan viktas betyget ihop till värdet 3,6 av 5.

Parameter	Betyg (1-5)	Vikt (0-100%)	Betyg · Vikt
Mätningarnas kvalitet och representativitet:			
Kvalitet på flödesmätning	3	25%	0,75
Kvalitet på nivåmätning	4	25%	1
..			
SUMMA MÄTNING		50%	1,75
Kvalitet på kalibreringen:			
R ² -värde	2	16%	0,32
Volymfel (%)	5	17%	0,85
Nivåfel (mm)	4	17%	0,68
..			
SUMMA KALIBRERING		50%	1,85
SUMMA TOTAL	-	100%	3,6 (5)

I modellrapportsmallen, se bilaga B, finns en kolumn för kvalitetsbedömning. Det förutsätter förstås att kriterierna för betygssättning fastslås, men det har inte genomförts inom ramen för detta projekt.

Tabell 7.2

Fiktivt exempel på hur en betygs- och viktmatrix för att bedöma kvaliteten hos en kalibrering kan utformas.

8 Delar i dokumentationen

Detta arbete har fokuserat på olika sätt att dokumentera modellens information. Modelldokumentationen bör uppdateras och sparas med nytt datum efter varje större uppdatering eller förändring. Det är viktigt att dokumentationen är kopplad till en modellversion genom angivande av modellnamn. Dokumentationen ska följa modellen och vara tillgänglig för alla användare av modellen. Tre bilagor till stöd för en god dokumentation har tagits fram - Bilaga A, B och C.

8.1 Modelldeklaration - Bilaga A

Sammanställning i ett datablad av ett urval av data som snabbt ger information om modellen. Genom att läsa databladet kan användaren snabbt få information om vad det är för sorts modell. Vilken status den har. Vilka användningsområden. Modellens storheter som area, längd, antal och så vidare. Hur den beter sig utifrån olika input. Sammanställningen gör det lätt att jämföra en modells utveckling mellan olika versioner över tid. (Målgrupp: Modellörer och beställare.)

8.2 Modellrapport - Bilaga B

Den centrala delen i rapporteringen som ger den mest fullständiga bilden av modellens uppbyggnad, kalibrering och prestanda. Rapporten innehåller också nyckeln till hur man ska läsa modellen – hur används metadata i modellen, finns det scenarios? Det rekommenderas att man använder modellrapportsmallens alla rubriker och i de fall de inte är relevanta för modellen i nuläget så ange detta i text under rubriken. (Målgrupp: Alla (inledande delar), modellörer och beställare)

8.3 Kartor - Bilaga C

Kartor kan bidra till en förståelse av modellen som inte kan erhållas med enkla data. Därför innehåller rapporten också en bilaga med förslag för en god kartredovisning. (Målgrupp: Modellörer för utformning av bilder till rapport)

8.4 Checklista för modellens uppbyggande - Del av bilaga B

Egenkontroll för modellörer i syfte att hitta möjliga felaktigheter. (Målgrupp: Modellörer, Granskare, Beställare.)

8.5 Själva modellen

Den fullständiga parameterinformationen finns här – men hur har informationen tillkommit? Det finns möjlighet att med hjälp av metadata märka informationen baserat på datakälla och metodik eller till exempel på funktion och klassificering. Förklaringen till hur metadata använts ska förklaras i Modellrapporten. Modellnamnet konstrueras lämpligen genom att sätta ihop platsinformation med ledningsnätstyp, datum (eller versionsnummer) samt en signatur som till exempel *Byköping_dagv_200106_asx.mup*. (Målgrupp: Modellörer)

Ytterligare en sak som inte ska underskattas är ordning och reda. Städning och rensning av filstrukturer bör göras efter avslutat projekt så att det är tydligt vilken som är den senaste versionen, det aktuella scenariot och så vidare. Modellering genererar ofta en mängd resultatfiler under uppbyggnaden för test som tar stor plats som också ofta är onödiga att spara efter att modelluppbyggnaden är klar. Vill man inte radera filerna så kan man åtminstone lägga dessa i separata mappar eller märka dem som ej gällande.

9 Begreppsförklaring

Nedan förklaras ett antal begrepp och förkortningar som används i dokumentet med tillhörande bilagor. För ytterligare förklaring till termerna hänvisas till programvarornas manualer och/eller hydraulisk och hydrologisk referenslitteratur i allmänhet. Termerna är sorterade ämnesvis och inte i bokstavsordning.

Hydraulisk modell	Rörnätsmodell, modell där hydrauliken modelleras
Hydrologisk modell	Avrinningsmodell, modell där vattnets väg på och i marken modelleras
Ytöversvämningsmodell	Avrinning på ytan simuleras med hjälp av en terrängmodell
1D	1D: Flödesberäkning i en dimension, här i ledningens eller dikets riktning.
2D	2D: Flödesberäkning i två dimensioner. Inkluderar vattenutbredning på ytan.
Snabb avrinningskomponent	Snabb avrinning oftast från hårdgjorda ytor. Kallas ofta för FRC – Fast Runoff Component.
Långsam avrinningskomponent	Långsam avrinning, bland annat från naturmark, snösmältning samt läck- och dränvatten. Kallas ofta RDI – Rainfall Dependent Infiltration. Avser långsamma flöden från till exempel grundvatten och snösmältning. Kan också gå under benämningen SRC – Slow Runoff Component.
Reducerad area	Avser den yta som bidrar med avrinning vid regn. Beräknas genom avrinningsvolym/regndjup eller total area · sammanvägd avrinningskoefficient. Betecknar i regel den snabba avrinningskomponenten. Om den långsamma komponenten avses används ”RDI-area”
Koncentrationstid	Också kallad rinntid. Den tid det tar tills hela avrinningsområdet bidrar med nederbörd. I dimensioneringssammanhang är denna parameter viktig då det är maximala regnintensiteter för denna varaktighet som ger de maximala flödena.
TA-kurva	TA-kurva: Tid-area-kurva (beskriver hur stor andel av aktuell area som är aktiv allt eftersom tiden går)
Trycklinje	Den nivå där en fri vattenyta skulle ställa in sig om det fanns en brunn eller motsvarande på ledningen.
Randvillkor	(Boundary Conditions) är de villkor som sätter ramarna för en hydraulisk modell, till exempel nederbörd, spillvattenbelastning, externa vattennivåer, in- och utströmning, avdunstning och temperatur. I princip handlar det om in- eller utflöden ur modellen.
Nod	Ofta använd benämning då det inte alltid handlar om en faktisk brunn utan utgör en knutpunkt i modellen som vid exempelvis en förändring av ledningsmaterial.
Metadata	”Data om data” = Data som beskriver data – till exempel i form av kvalitet eller underlag. I modeller kan olika statuskoder anges för att beskriva vilket underlag som ligger till grund för olika värden i datamodellen.

Referenser

Blomquist, D., Hammarlund, H., Härle, P., & Karlsson, S. (2016). *Riktlinjer för modellering av spillvattenförande system och dagvattensystem, Rapport 2016-15*. Svenskt Vatten.

CIWEM Urban Drainage Group. (2017). *Code of Practice for the Hydraulic Modelling of Urban Drainage Systems*. CIWEM. Hämtat från <https://www.ciwem.org/assets/pdf/Special%20Interest%20Groups/Urban%20Drainage%20Group/Code%20of%20Practice%20for%20the%20Hydraulic%20Modelling%20of%20Ur.pdf>

Granlund, B., & Nilsson, D. (2000). *Mätningar i avloppsnät samt principer för verifiering av avloppsmodeller*. VA-forsk Rapport. 2000-07. VAV AB.

Johansson, D. (2019). *Avgränsningsmetodens betydelse för hydraulisk modellering av spill- och dagvattennät*. Institutionen för vatten och miljö. Sveriges lantbruksuniversitet. Hämtat från <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1291239/FULLTEXT02.pdf>

Scottish Water. (2003). *Procedural Specification - Audit 1 - v1.0*.

Östrand Myrlund, A. (2019). *Avrinningskoefficientens betydelse vid hydraulisk modellering av spillvattenförande ledningssystem*. Institutionen för geovetenskaper. Uppsala universitet.

Bilaga A

Modelldeklaration

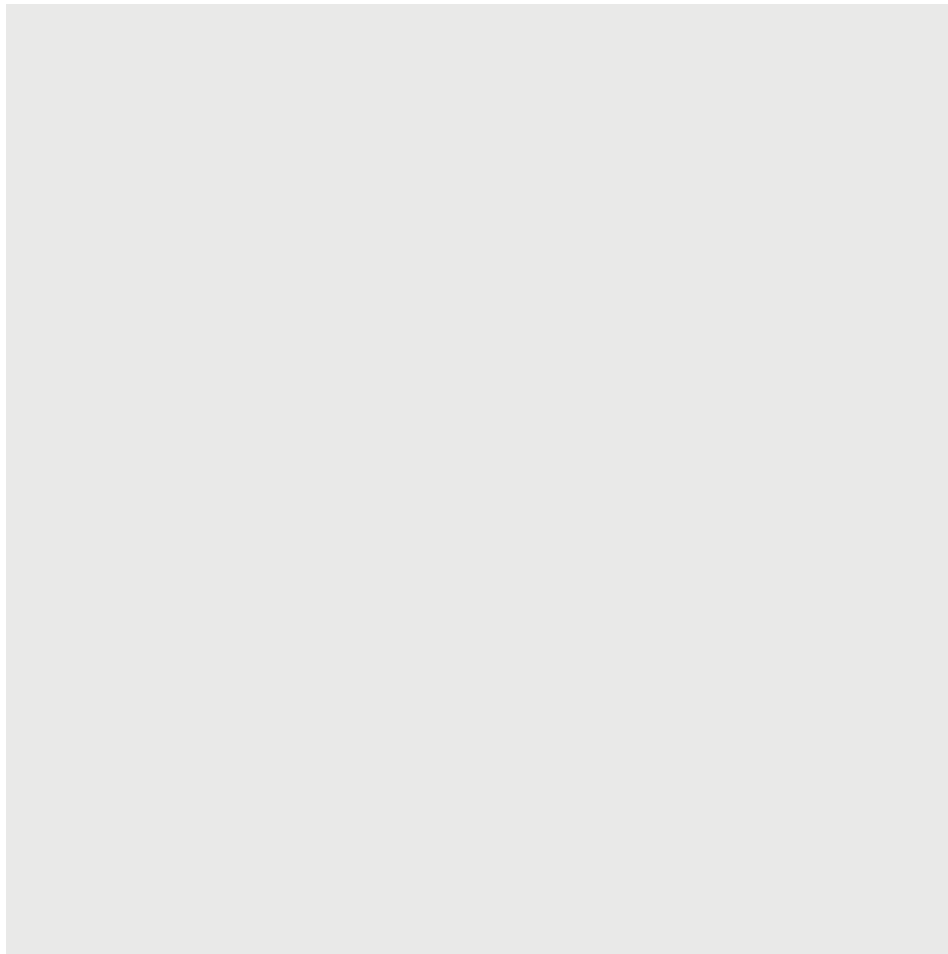
6 Kontrollberäkningar						
Simuleringsförutsättningar:		Hotstart rörnät			Hotstart hydrologi	
Regn	Å	B	R	T_B	T_R	Regnstart
Blockregn						
CDS-regn						
Regnserie hydrologi (RDI)	-	-		-		
Å-återkomsttid, B-blockregnsvolym, R-regnvolym, T_B -Blockvaraktighet, T_R -regnvaraktighet						
Simuleringar:		Simuleringsstart		Sim. tid	V_{tot}	Q_{max}
Torrväder						
Torrväder med hydrologi (RDI)						
Blockregn						
CDS-regn						
Ange var utvärdering av Q_{max} , V_{tot} avser					Övrigt - t.ex. bräddvolym	

Bilaga B

Modellrapportmall

Dokumentation av modelluppbyggnad

Status:



Administrativa uppgifter

Projektnamn

Uppdragsnummer

Utförarens organisation

Namn på uppdragsansvarig

Namn på handläggare

Namn på granskare

Datum för utförd granskning

Beställarens organisation

Namn på beställare

Instruktioner

Dokumentet utgör en struktur för uppbyggnad av en modellrapport och kan behöva anpassas efter specifika behov för just den modell som ska dokumenteras. I det fall att någon rubrik (i nuläget) inte är aktuell föreslås denna ändå få ligga kvar med ifylld text som "Inte aktuellt" eller "Inga [...] finns i modellen". För mycket små modeller kan det dock vara praktiskt att slå ihop en del rubriker som t.ex. Underlag och Modelluppbyggnad samt en del underrubriker.

Utvecklingsperiod	Modellnamn	Utförd av	Kommentar till arbete
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			
-			

Tabell 1.1
Loggbok - modellhistorik.

Sammanfattning

Till sammanfattningen beskrivs det som alla som kommer i kontakt med modellen behöver veta:

- Varför har modellen tagits fram, av vem, när?
- Vilken detaljgrad och utbredning?
- Hur väl är den kalibrerad?
- Vilka användningsområden är lämpliga?
- Vilka osäkerheter och begränsningar finns i modellen?

Utöver det är det lämpligt att ge en kort bakgrund/beskrivning av systemet liksom rekommendation om uppdateringar/kontroller

Innehåll

Dokumentation av modelluppbyggnad	1
Modellnamn.....	1
Instruktioner	2
Sammanfattning.....	4
1 Inledning.....	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Systembeskrivning och omfattning.....	6
1.3 Avgränsningar.....	6
2 Underlag och förutsättningar	7
2.1 Allmänt.....	7
2.2 Förteckning över underlag.....	8
3 Modelluppbyggnad.....	10
3.1 Metadata och dokumentation.....	10
3.2 Generell prioriteringsordning för ansättning av data.....	11
3.3 Ledningsnät	11
3.4 Spillvattenbelastning.....	15
3.5 Avrinningsområden	17
3.6 Scenariohantering	20
4 Kalibrering.....	22
5 Beräkningar och resultat.....	28
5.1 Beräkningsförutsättningar torrväder.....	28
5.2 Resultat torrväder	28
5.3 Beräkningsförutsättningar regn	30
5.4 Resultat regn.....	31
6 Diskussion och slutsats.....	33
6.1 Modellens användningsområden	33
6.2 Osäkerheter och begränsningar i modellen.....	33
6.3 Rekommendation om kompletteringar	33
7 Filförteckning.....	34
7.1 Modellen och dess dokumentation.....	34
7.2 Beräkningar.....	34
7.3 Övrig dokumentation	34
8 Checklista för granskning.....	35
Makro för att radera anvisningstext i dokumentet.....	40

1 Inledning

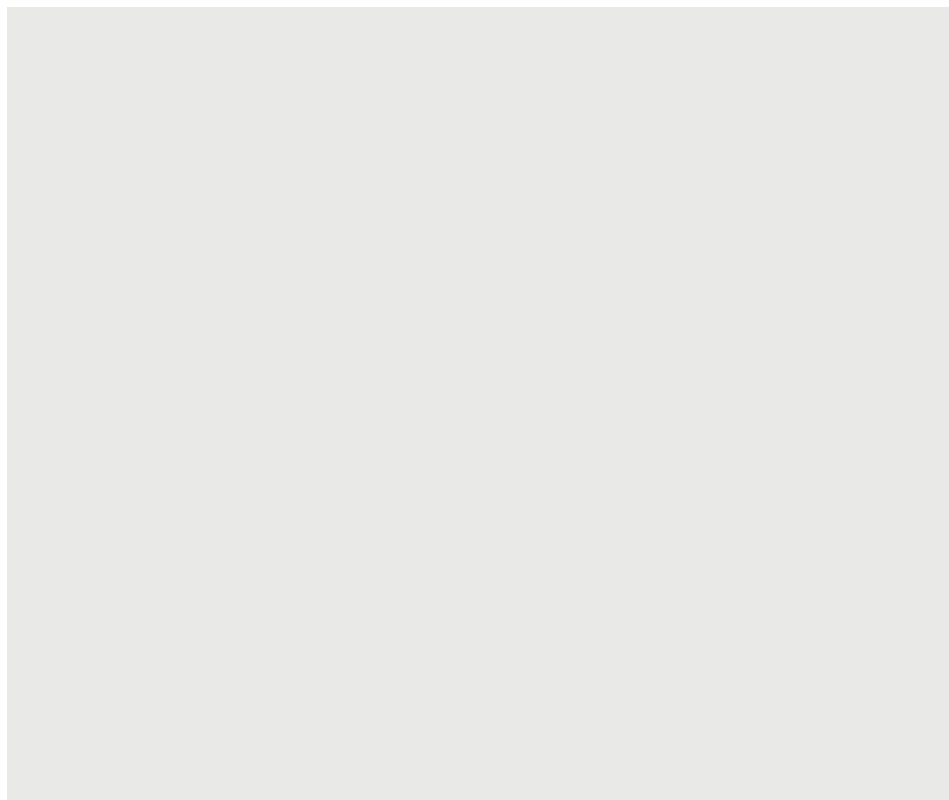
1.1 Bakgrund

Varför har modellen tagits fram, vad den är tänkt att användas till. Är det en ny modell eller är det en vidarearbetning på en befintlig modell? Vem har utfört arbetet på uppdrag av vem?

- Bakgrund
- Syfte
- Utfört av

1.2 Systembeskrivning och omfattning

Under systembeskrivning beskrivs modellens utbredning samt ingående ledningsslag. Hur stort är modellområdet? Finns det några problem inom området som modellen är tänkt att belysa?



Figur 1.1
Översiktskarta som visar
modellområdet.

1.3 Avgränsningar

Finns det avgränsningar i modellens utbredning, områden som beskrivits mindre noggrant? Finns det begränsningar i modellens användningsområden?

2 Underlag och förutsättningar

Rubriken avser endast att förteckna det underlag som använts. Hur modellen byggts upp och gjorda antaganden redovisas under avsnitt 3.

2.1 Allmänt

Beskriv underlaget i allmänna ordalag. Tydliggör om underlaget erhållits från beställaren eller om det är underlag som hämtats in från andra källor. Ange filnamn och datum för de digitala underlag som erhållits. Ange vilket koordinatsystem och höjdsystem som modellen ligger i. Ta endast upp material som faktiskt använts i uppbyggnaden.

Vid behov lägg in underrubriker i underlagskapitlet.

2.2 Förteckning över underlag

Här förtecknas det underlag som modellen byggts utifrån

Datatyp	Källa	Datum	Kommentar
Ledningsnät			
Brunnar			
Ledningar			
Diken (inmätning eller standardsektion?)			
Pumpstationer			
Bräddar/nödutlopp			
Utjämningsmagasin			
Luckor och andra konstruktioner			
Styrning och reglering av luckor, överfall, ventiler och pumpar			
Belastning			
Spillvattenbelastning t.ex. vattenförbrukning			
Topografi			
Höjdkurvor/höjdmodell/ NNH-data			
Baskarta			
Byggnader			
Vägar			
Fastighetsgränser			
Vattenytor			
Vattendrag/diken			
Höjdkurvor			

Datotyp	Källa	Datum	Kommentar
Mätdata			
Recipientnivåer			
Regnfiler			
Flödesfiler (mätkampanjer eller mätdata från stationära mätare i pumpstationer, reningsverk, debiteringsmätare eller dyl.)			
Nivåfiler			
Mätrapport			
Hydrogeologi			
Jordartskarta			
Infiltration			
Övrigt			

Tabell 2.1

Dataunderlag. En rad per datakälla. Lägg till fler rader vid behov.

3 Modelluppbyggnad

Under denna rubrik beskrivs hur modellen byggs upp med hjälp av underlaget som redovisas i avsnitt 2. Ange vilket modellverktyg och vilken version som använts. Kalibrering avhandlas separat i avsnitt 4.

3.1 Metadata och dokumentation

Genom ett smart användande av metadata i modellen kan behovet av textredovisning i rapporten minskas. Metadata kan nyttjas för att beskriva källan till underlag och utförda antaganden. Metadata kan t.ex. användas för att:

- Ange datakälla
- Ange datakvalitet
- Ange metod/antaganden
- Ange kalibreringsinformation
- Ange revideringsinformation och signatur
- Ange funktion till exempel om man vill klassa olika objekt.

Det kan gälla till exempel:

- Nivåer på brunnar och ledningar
- Dimensioner och material
- Pumpkapacitet
- Geometrier
- Mätpunkter

Det finns olika sätt att infoga metadata i modellen. Det finns till exempel vissa kvalitetsfält i de tillhörande tabellerna till objekten i modellen. Problemet är bara att varje objekt har potentiellt många olika attribut som metadata kan syfta på. Det gäller att definiera vad metadata pekar på. Ett annat sätt är att använda prefix eller suffix i objektnamn. Ett tredje sätt är att till exempel nyttja antalet decimaler för att ange datakvalitet t.ex. att 1.001 betyder inmätt, 1.0 betyder från underlag eller att 0.99 är antagen. Det är dock lätt att detta i framtiden glöms bort. Det krävs alltså att man är lite fiffig och dessutom dokumenterar det.

Metadata anges ofta som numeriska koder (trots att de kanske skrivs ut i klartext i tabeller)

Metadatakod	Kategori	Objekttyp	Attribut	Innebörd

Tabell 3.1
Metadatakoder.

3.2 Generell prioriteringsordning för ansättning av data

Ofta är man tvungen att använda flera olika metoder för att få sin modell komplett. Det är bra att beskriva en fallande prioritetsordning. I första hand används förstås den mest pålitliga datakällan. T.ex. kan en sådan ordning se ut som följer för ansättning av vattengång på ledningar.

- I första hand används data direkt från erhållet underlag.
- I andra hand används attribut från närliggande objekt
- I tredje, fjärde, femte... hand används olika metoder och antaganden (ofta svårt att ge en på förhand bestämd ordning)

För vattengång på brunnar kan listan se ut så här:

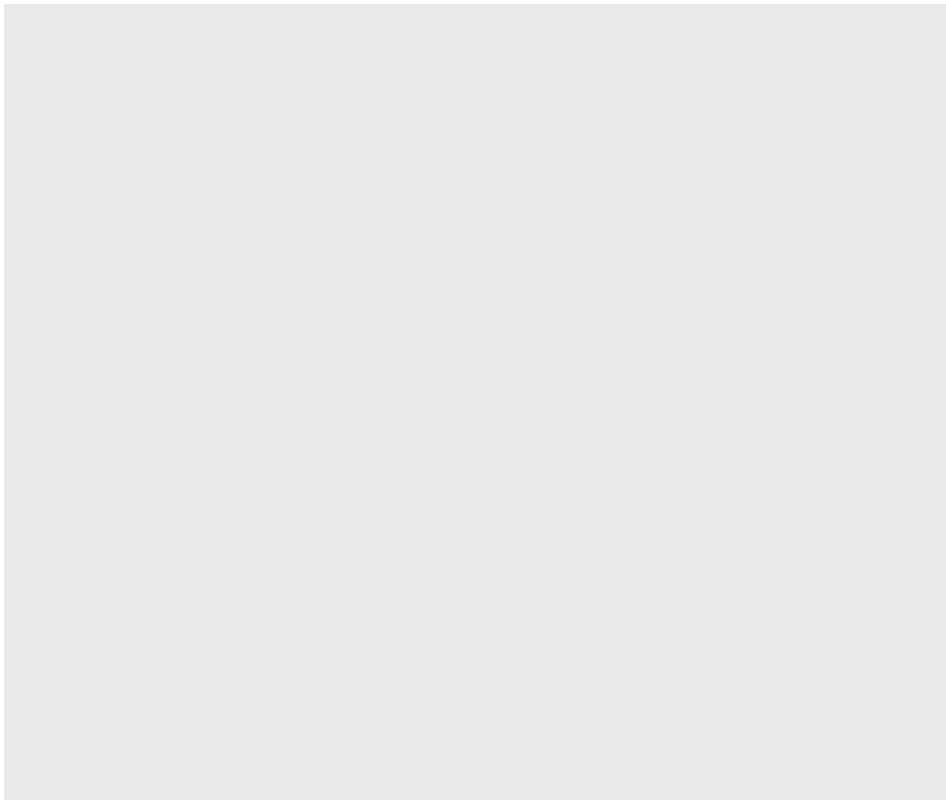
1. Från ledningsdata (shapefil enligt underlag)
2. Från uppströms vattengång på nedströms ledning.
3. Från nedströms vattengång på uppströms ledning.
4. Interpolerad (om så är lämpligt baserat på ledningssträcka med saknade nivåer och topografi)
5. 2 meter under mark.
6. Beräknad med antagande om 10 promilles lutning.
7. Antagen rimlig nivå

Ange de prioritetsordningar som använts för uppbyggnad av modellen (Välj ifall det är lämpligast under detta avsnitt eller under respektive rubrik)

3.3 Ledningsnät

3.3.1 Brunnar

Ange hur brunnsförluster hanterats i modellen. Ligger de på brunnsobjekten eller har de fördelats på ledningarna. Metod?



Figur 3.1

Figur som visar hur botten-
nivåer i brunnar har ansats.

Modellparameter	Datafält i modell	Underlag Ange underlag från avsnitt 2 samt ev. datafält	Ev. antaganden där underlag saknas
ID			
Locknivå			
Bottennivå			
Brunnstyp			
Diameter			

Tabell 3.2

Beskrivning av brunnar i
modell.

3.3.2 Ledningar

Beskriv också hur man tagit hänsyn till eventuella rötter och sediment. Hur har inner-
dimensioner ansats vid exempelvis plastledningar?

Modellparameter	Datafält i modell	Underlag Ange underlag från avsnitt 3 samt ev. datafält	Ev. antaganden där underlag saknas
ID			
Vattengång uppströms			
Vattengång nedströms			
Ledningsdimension			
Material			
Ledningstyp			
Årtal			

Ange underlaget för de olika parametrarna. T.ex. ID i ledningsdatabasen, Nivå 1 och 2 i ledningsdatabasen, dimension från ledningsdatabasen etc.

Tabell 3.3
Beskrivning av ledningar i modell.

Material	Antaget värde på råhet i modell
Material okänt	

3.3.3 Diken

Ange hur diken har definierats i modellen. Hur har råheten ansatts? Redovisa också här eller i bilaga hur tvärsektioner definierats.

Tabell 3.4
Ledningsmaterial och ledningsråhet.

3.3.4 Pumpstationer

För pumpstationer som beskrivs schematiskt presenteras här utförda antaganden samt generella antaganden för alla stationer.

För pumpstationer som beskrivs mer detaljerat sker redovisning i ett eget underavsnitt för respektive pumpstation.

Parameter	Underlag/Antagande
Pumpkapacitet	
Bottennivå	
Startnivå	
Stoppnivå	
Sumpgeometri	
Bräddnivå nödutlopp	
Nivå på inkommande ledning	

Tabell 3.5

Antaganden för pumpstationer där underlag saknas.

3.3.4.1 Pumpstation 1

Utöver data för pumpstationen så beskrivs den också mer detaljerat avseende pumpkurvor m.m.

Parameter	Underlag/Antagande
Pumpkapacitet	
Bottennivå	
Startnivå	
Stoppnivå	
Sumpgeometri	
Bräddnivå nödutlopp	
Nivå på inkommande ledning	

3.3.4.2 Pumpstation 2

Ny rubrik för varje station

3.3.5 Bräddutlopp/Nödutlopp

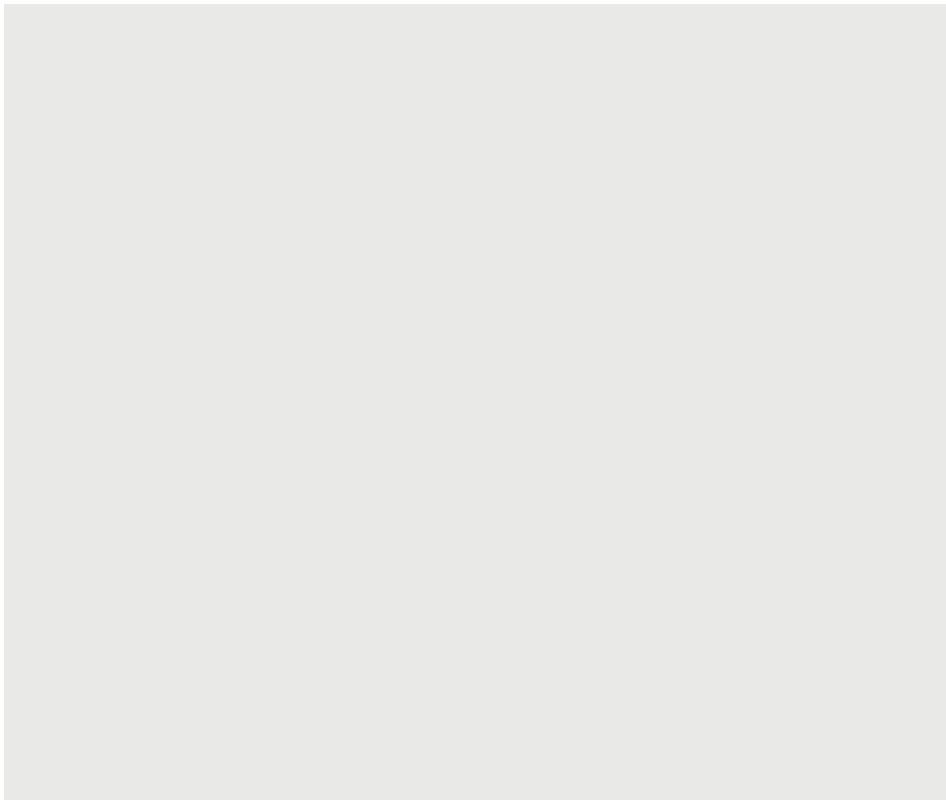
Ange hur dessa lagts in i modellen. Finns uppgifter om nivå och överfallsbredd m.m. Vilken avbördningskoefficient har använts?

3.3.6 Styrning och reglering av luckor, överfall, ventiler och pumpar

Beskriv hur eventuell styrning lagts in i modellen

3.3.7 Utjämningsmagasin

Beskriv hur geometrin för utjämningsmagasin lagts till. Förteckna gärna ritningar, driftinstruktioner och inmätningar som legat till grund för uppbyggnaden.



Figur 3.2

Som visar lokalisering och ID för pumpstationer, bräddutlopp/nödutlopp och utjämningsmagasin.

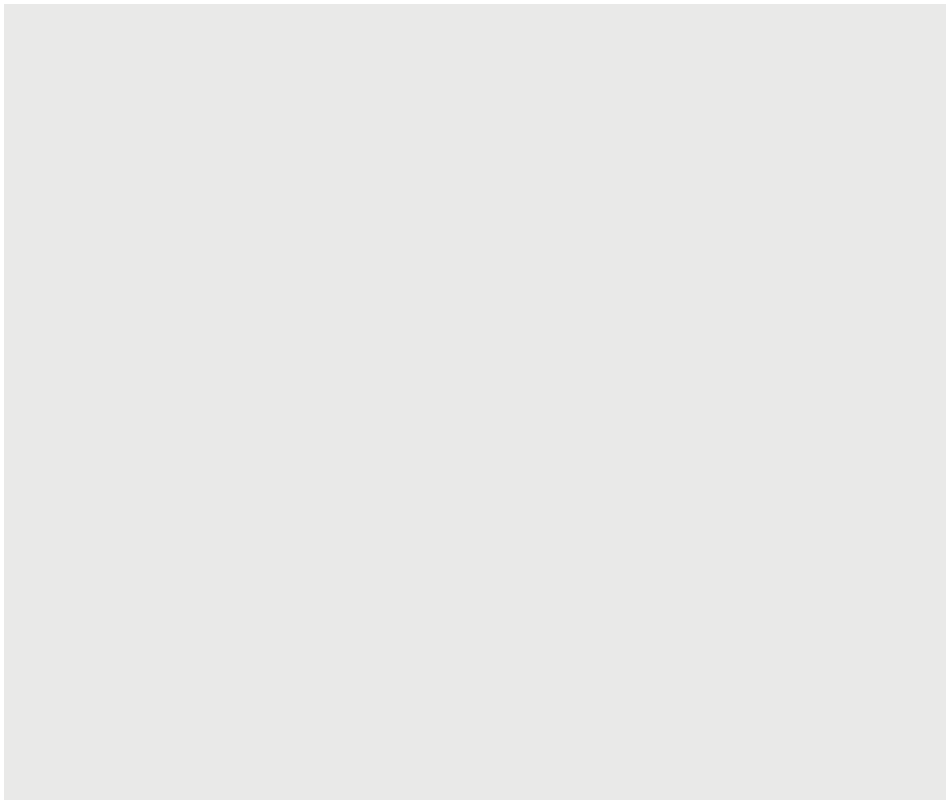
3.4 Spillvattenbelastning

Hur har spillvattenbelastning lagts in i modellen? Om anslutna vattenförbrukningar används – hur har dessa anslutits till ledningsnätet. Har någon manuell efterjustering genomförts? Uppge total spillvattenbelastning i kubikmeter per dygn samt uppskatta även antal personekvivalenter från denna mängd.

Modellparameter	Underlag	Antaganden om underlag saknas
ID		
Vattenförbrukning		
Brukarkategori		

Tabell 3.6

Beskrivning av spillvattenbelastning i modell.

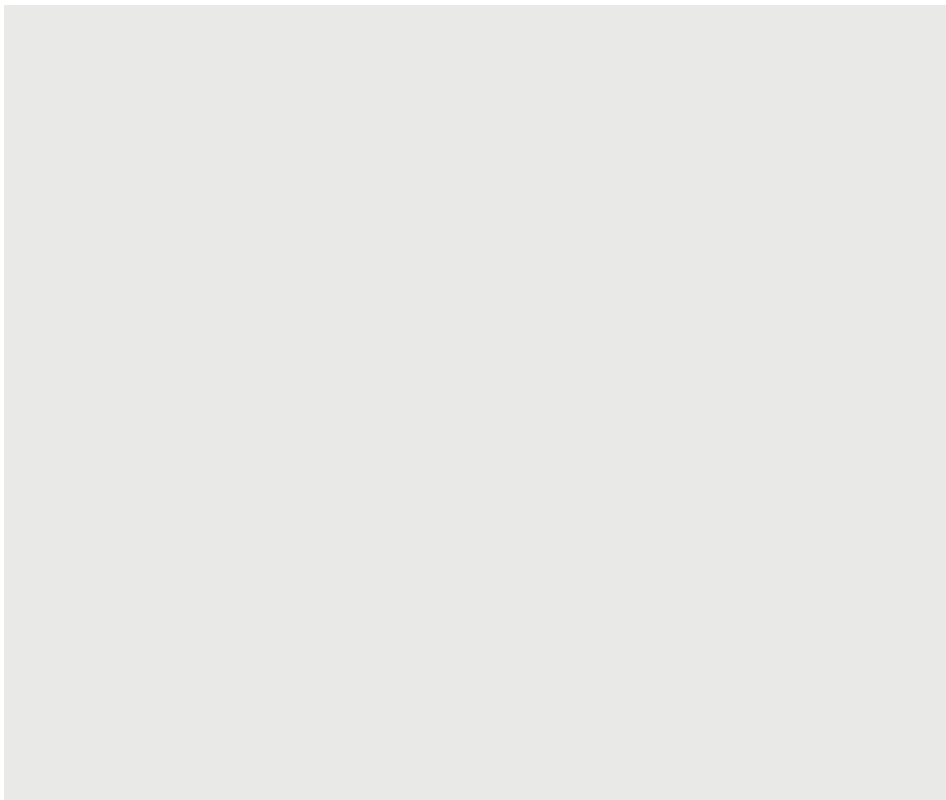


Figur 3.3

Som visar översikt av vattenförbrukning baserat på storlek på vattenförbrukning.

3.4.1 Maxtimme och maxdygn

Ange använda dimensioneringsfaktorer och motiv för val av dessa.



Figur 3.4

Som visar förbrukningsmönster.

Dimensioneringsfaktorer	Faktor	Kommentar
Maxtimfaktor, bostäder		
Maxtimfaktor, allmän		
Maxtimfaktor, verksamhet		
Maxdygnfaktor (nyttjas ej för verksamheter)		

Tabell 3.7
Dimensioneringsfaktorer,
nulägesbelastning.

3.5 Avrinningsområden

Ange vilken avrinningsmodell (t ex tid-area-metoden) som använts?

Hur har koppling till ledningsnätet gjorts?

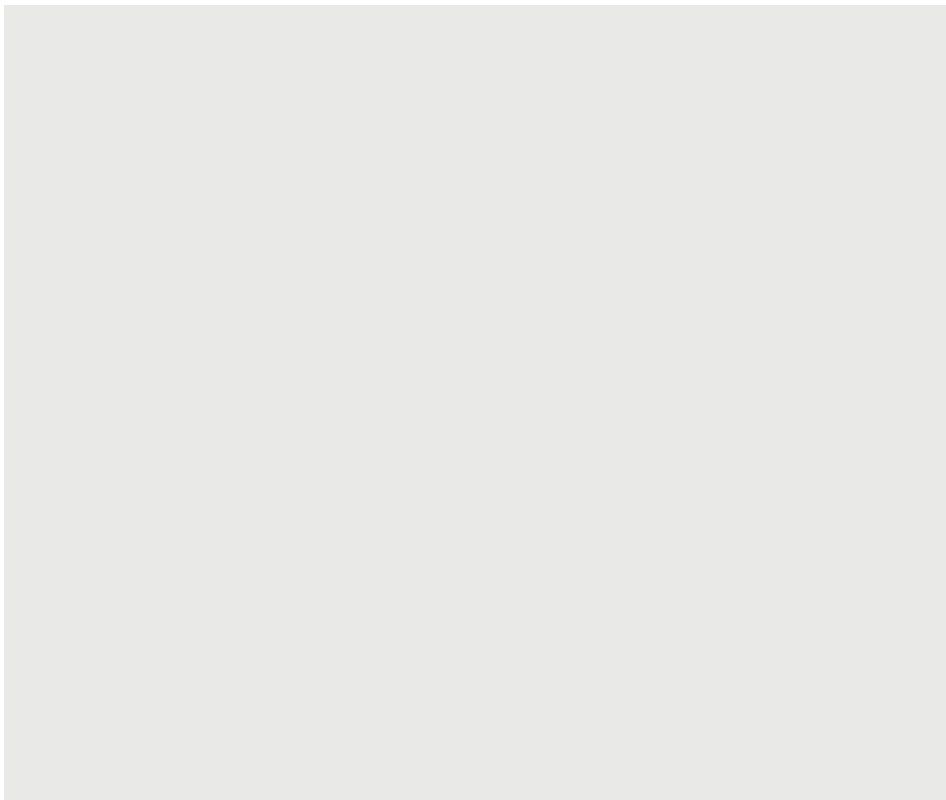
Hur beskrivs eventuell LOD, strypta rännstensbrunnar mm. Hör det till avrinningsområden eller ledningsnät?

Hur beskrivs infiltration?

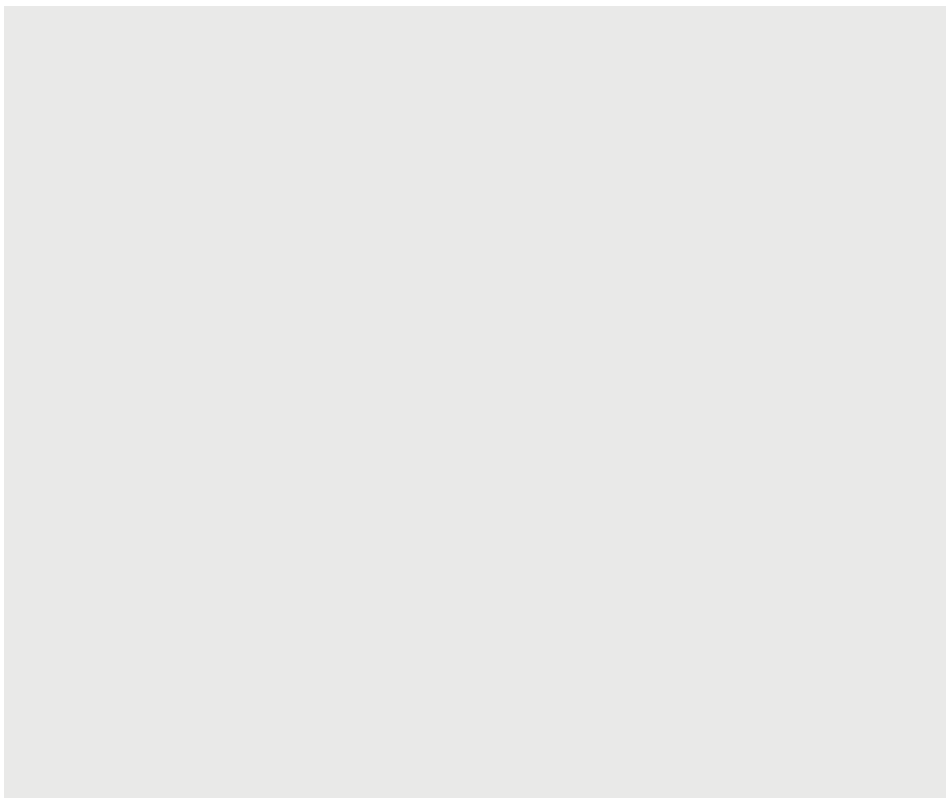
Beskriv metodik och antaganden som nyttjats för etablerande av:

- Avrinningsområden
 - Ange metod, t ex:
 - Fastighetsgränser
 - Thiessen-polygoner
 - Baserat på höjdmodell
 - Annat, beskriv
- Avrinningsparametrar, t ex:
 - Bebyggelse typ och beräkning av hårdgjorda ytor
 - Områdestyp (t ex villa, radhus, flerfamiljshus, centrum) med för området angiven avrinningskoefficient
 - Enligt P110 eller anpassad på annat sätt
 - Kombinerat/separerat
 - Flödesmätning
 - Anslutningskontroll

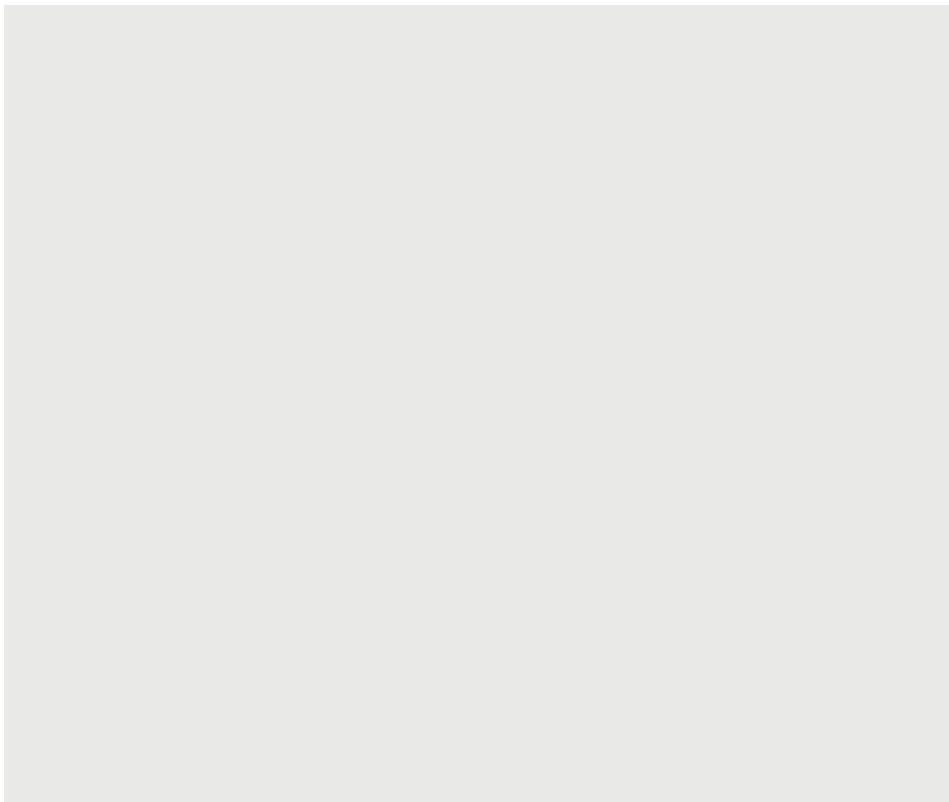
Nedan ges exempel på figurer som är lämpliga att ta fram för att dokumentera hur avrinningsområden tagits fram och hur avrinningsparametrar beräknats/uppskattats. Samtliga figurer kan (om kalibrering genomförts och parametrar ändrats) vara lämpliga att ta fram med en figur som visar läget före kalibrering och en figur efter kalibrering. Exempelen är baserade på att avrinningen beräknats med tid-area-metoden. Om värden valts enhetligt, t ex TA-curve1 för alla avrinningsområden behövs ingen figur. Då kan det skrivas i rapporttexten. Vissa parametrar kan eventuellt lämpligare beskrivas i en tabell.

**Figur 3.5**

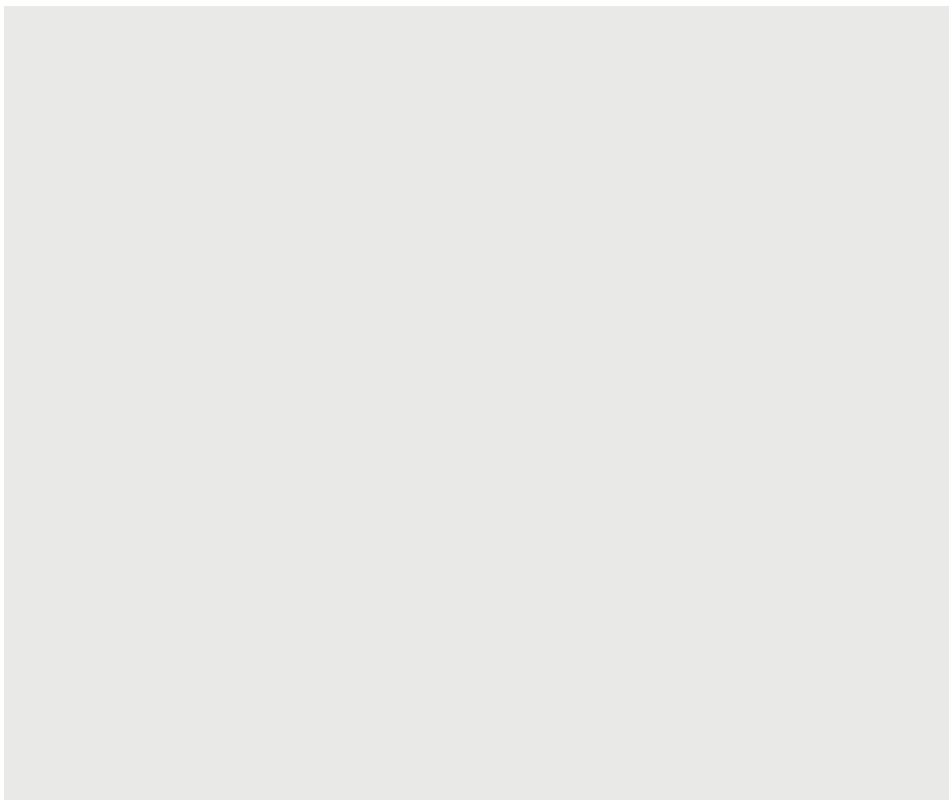
Eventuell Klassning av avrinningsområden som nyttjats för bedömning av avrinningskoefficienter.

**Figur 3.6**

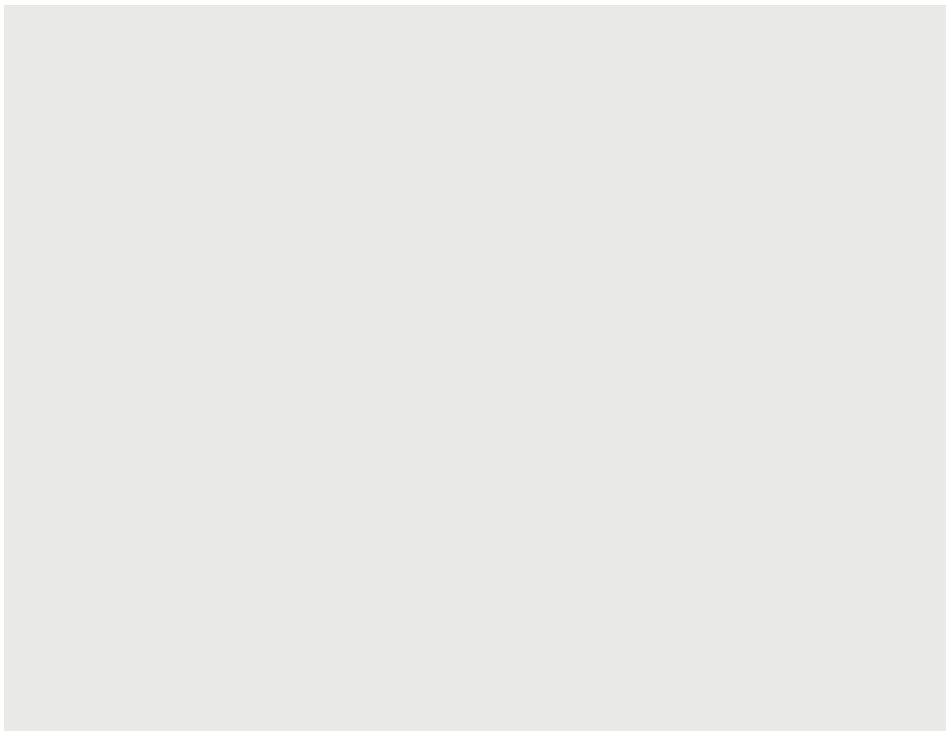
Tabell/Text (min-, max-värden) + FIGUR: Sammanvägd avrinningskoefficient före kalibrering.



Figur 3.7
Tabell/Text/FIGUR:
Koncentrationstid.



Figur 3.8
Tabell/Text/FIGUR:
Tid-area-kurva.



Figur 3.9
FIGUR: RDI-area och
RDI-parametrar.

3.6 Scenariohantering

Under detta stycke beskrivs vilka scenarion eller modellversioner som ingår i modellen. Det kan antingen handla om flera olika modellfiler eller om en inbyggd scenariohanterare i modellprogrammet. Om modellen sparas i olika versioner skall det dokumenteras och det skall tydligt framgå vilket scenario som är grundscenariot. Vid skapande av nya scenarion utgår man i regel från ett scenario och gör därefter förändringar i vissa men inte i alla delar. Det nya scenariot har i övrigt ärvt egenskaper från utgångsscenariot. T.ex. om det görs en modell över nuvarande ledningsnät som sen kompletteras med framtida utbyggnad i några olika alternativ. Men man kan också vilja variera dimensioneringsförutsättningar mellan olika scenarion. Det kan ofta beskrivas i en trädstruktur som i exemplet nedan.

- Nuläge
 - Framtida utbyggnad alternativ 1
 - Befolkningsprognos 1
 - Befolkningsprognos 2
 - Framtida utbyggnad alternativ 2
 - Befolkningsprognos 1
 - Befolkningsprognos 2

I beskrivningen ska det framgå vilka förändringar som gjorts i respektive scenario avseende

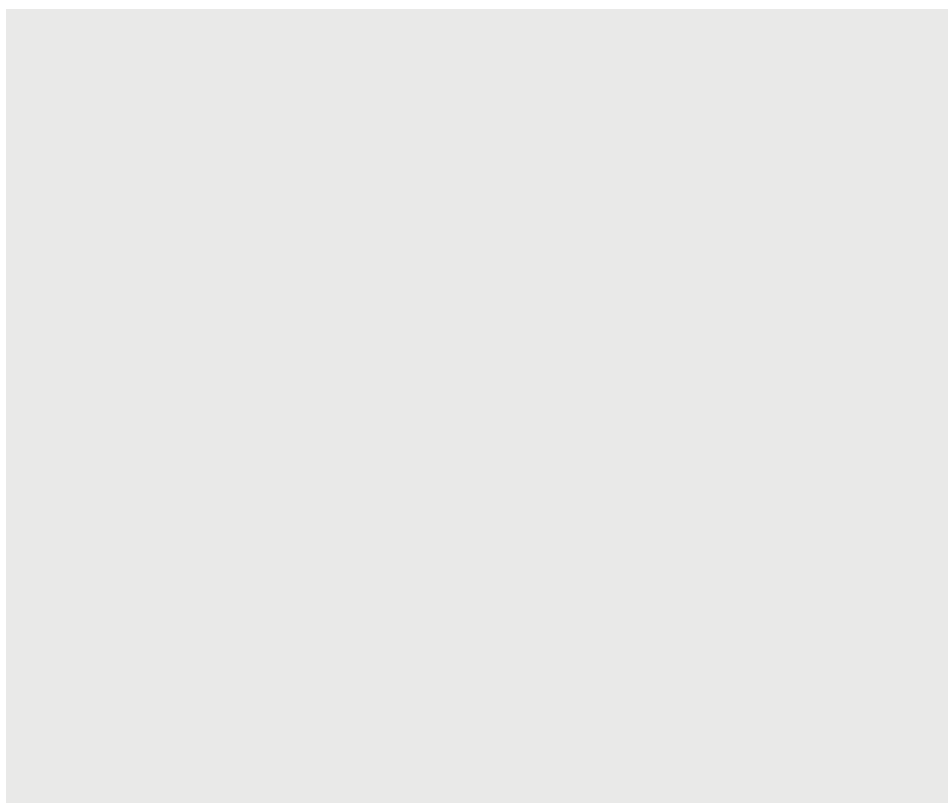
- Ledningsnät
- Avrinningsområden
- Spillvattenbelastning
- Andra förändringar

Ett förslag är att lägga in en tabell enligt nedan. Ett annat alternativ är att klistra in en bild på scenarioträdet ifall ett sådant finns. Det kan i vissa lägen vara enklare att beskriva förändringarna i kolumn 4 i efterföljande textstycken.

Beskrivning av grundscenario:			
Namn:		Beskrivning:	
Scenarionamn:	Utgångsscenario:	Beskrivning:	Förändringar:

4 Kalibrering

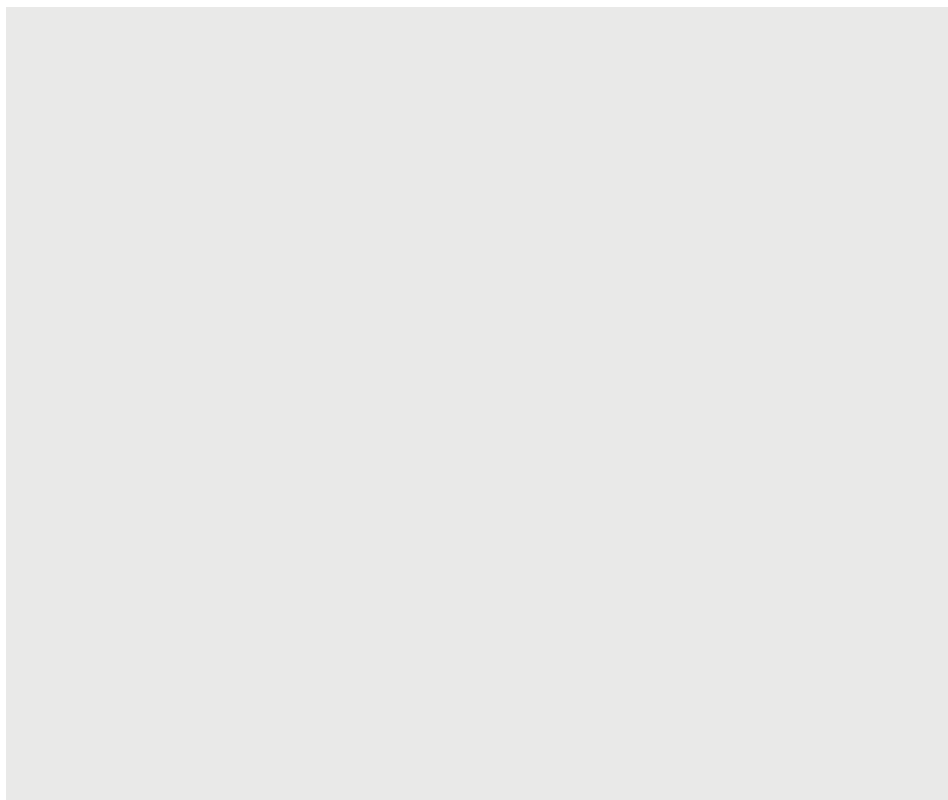
Beskriv modellens kalibreringsstatus allmänt. Antalet figurer kan bli mycket omfattande och det är lämpligt att i rapporten hålla sig på en övergripande nivå. Figurerna kan lämpligen läggas i bilagor. Det är bra att ha allt material samlat men i vissa lägen kan det vara att föredra att hänvisa till separata kalibreringsrapporter. Dock är det bra att sammanfatta resultaten från dessa separata rapporter i denna modellrapport.



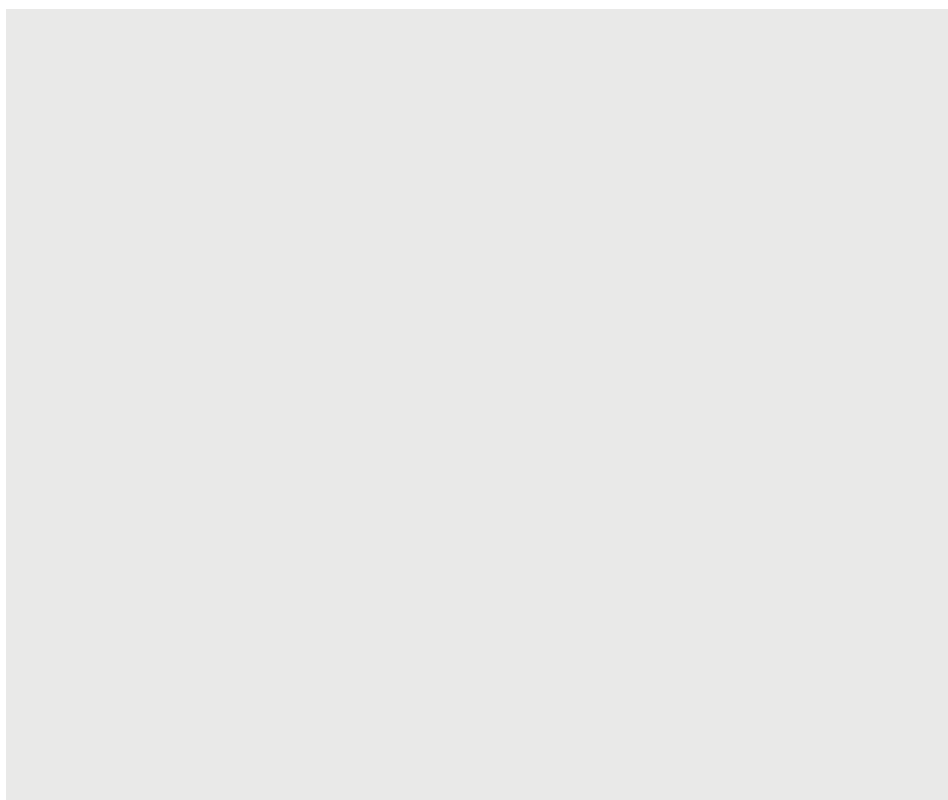
Figur 4.1

Ledningsnät, mätpunkter
och avrinningsområden
per mätpunkt.

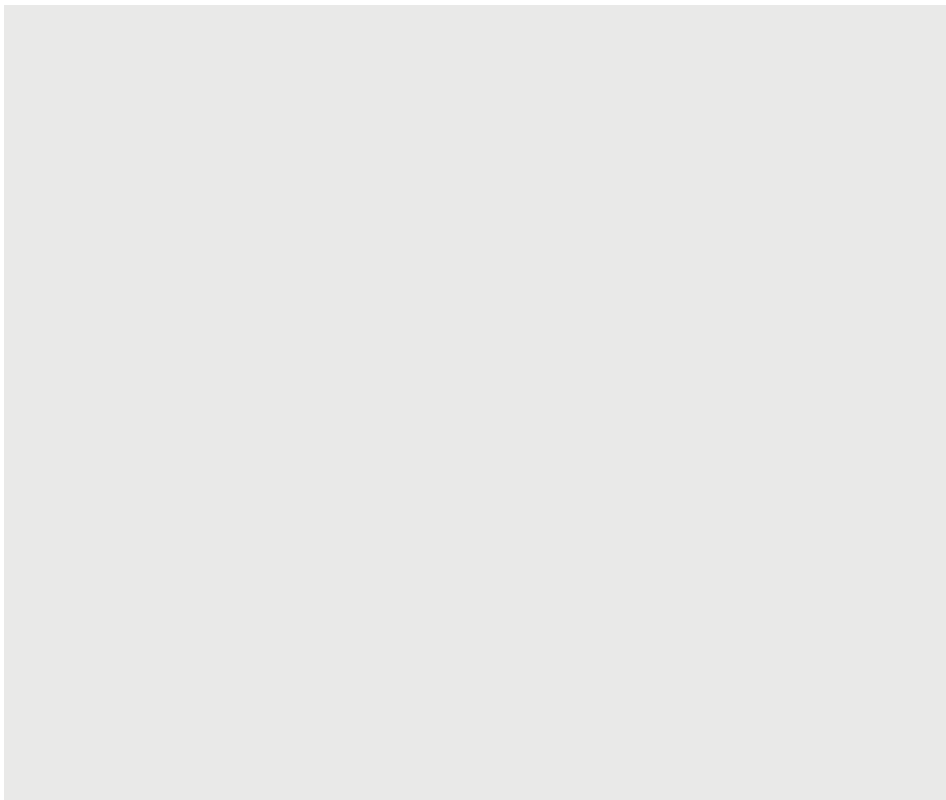
För varje mätpunkt: Kommentera kalibrering (flöde och nivå)



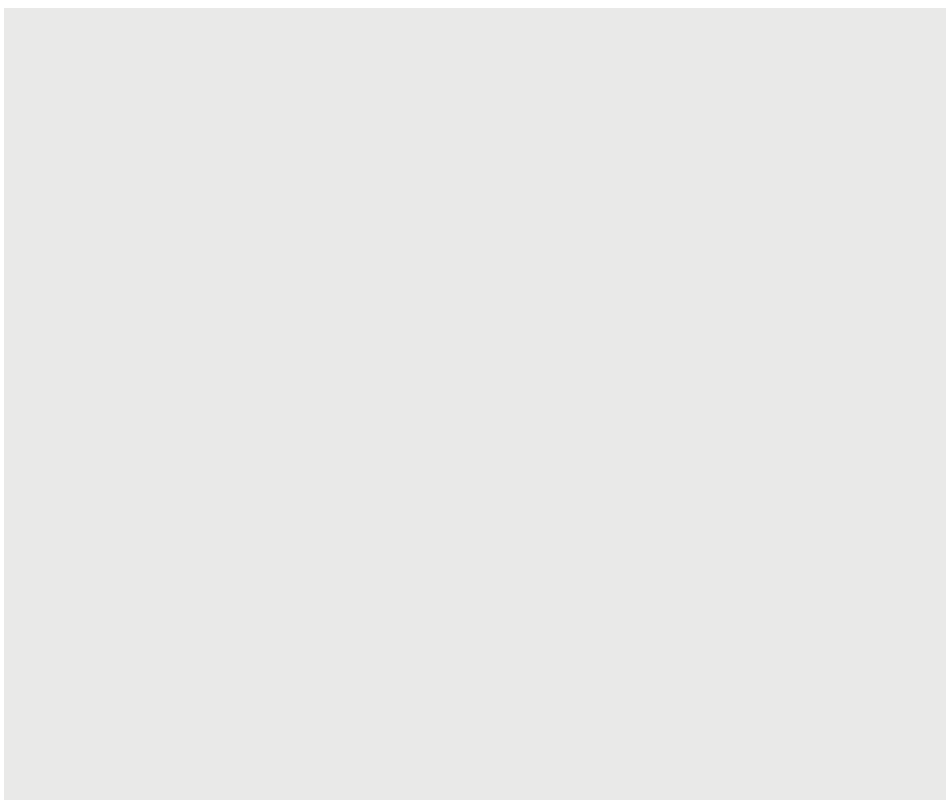
Figur 4.2
Reduktionsfaktor efter
kalibrering.



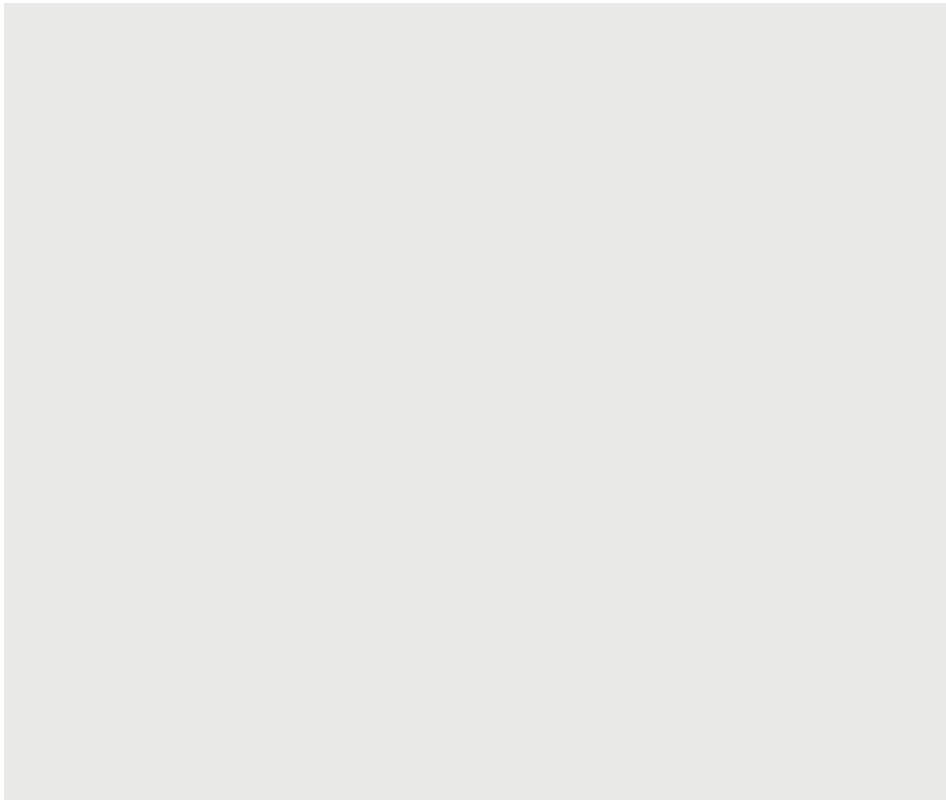
Figur 4.3
Avrinningskoefficient efter
kalibrering.



Figur 4.4
Uppmätt mot beräknat
- hela mätperioden.



Figur 4.5
Uppmätt mot beräknat -
torrväder.



Figur 4.6

Uppmätt mot beräknat
- enskilda regntillfällen.

För att kunna ange många olika parametrars inställning så sker detta i flera tabeller: "Mätpunkter" – mätpunkter definieras med mätperiod och uppströms area; "Parametrar" – tabell som beskriver de parametrar som kalibrerats och deras förkortning; "Kalibreringsjobb" – årtal för kalibrering, utförare, mätpunkt, kalibrerade storheter (flöde, nivå); "Detaljer" – här redovisas parameter för parameter hur modellen kalibrerats för varje mätpunkt och år; Sist följer en tabell med kalibreringsdata för hela modellen efter varje kalibrering.

Mätpunkt	Brunnsid/ ledningsdim	Plats	Mätperiod från	Mätperiod till	Uppströms total area (ha)	Andel av modell %
1	SNB..../500	Örby				
2	SNB.... 225	Lindhagen				
3	KNB.... 400					
4	DNB.... 1000					
5	SNB.... 500					

Tabell 4.1.
Definition av mätpunkter
använda i kalibrering.

Parameter	Förkortning	Beskrivning
Reduktionsfaktor	Rf	
Koncentrationstid	Tr	
Längd	L	
Olika hårdgjordhet	I%	
Initialförlust	IL	

Tabell 4.2
Ange vilka modellparametrar
som har kalibrerats.

År ¹	Mätpunkt	Område	Flöde	Nivå	Annat ange	Antal regn	Betyg ²	Kommentarer
2018	2	Lindhagen	x	x				
2018	3		x	x				

Hjälpstext: Skriv vilka parametrar som kalibrerats och för vilka där defaultvärden i programvara behållits.

Tabell 4.3
Loggbok kalibrering: Ange: 1.
Årtal då kalibreringen gjordes
2. Vilken mätpunkt, se
tabell ovan. 3. Vilket område
som kalibrerats? 4, 5, 6 vad
har kalibrerats. 7. Vem som
kalibrerat. 8 kommentar till
kalibrering.

¹ Året då kalibrering gjordes.

² Kräver att man satt upp ett betygssystem för kalibreringens kvalitet. Se rapportdelen avsnitt 7.

År	Mät punkt	Parameter	Medel	Max	Min
innan kalibrering	1	Rf	0.9	0.9	0.9
2018	1	Rf	0.76	1.2	0.2

Tabell 4.4

Detaljer kring kalibrering. Sortera per mätpunkt och parameter i kronologisk ordning. År 0 avser initialförhållanden.

Kalibreringsår	Mät punkt	Reducerad Area	Total RDI area	koncentrations tid medel	Fler..
innan kalibrering	1				
2018	2				
2018	3				

Tabell 4.5

Mätetal avseende utförda kalibreringar.

5 Beräkningar och resultat

Under detta avsnitt redovisas ett antal standardsimuleringar med modellen. Redovisning sker med kontinuitetsbalans för beräkningarna och lämpliga planfigurer. Presentation av beräkningsresultat ska ses som en del av kvalitetssäkringen. Det gäller såväl att visa att modellen ger rimliga resultat som att någon som tar över modellen i framtiden ska kunna se att resultaten går att återskapa med samma förutsättningar.

5.1 Beräkningsförutsättningar torrväder

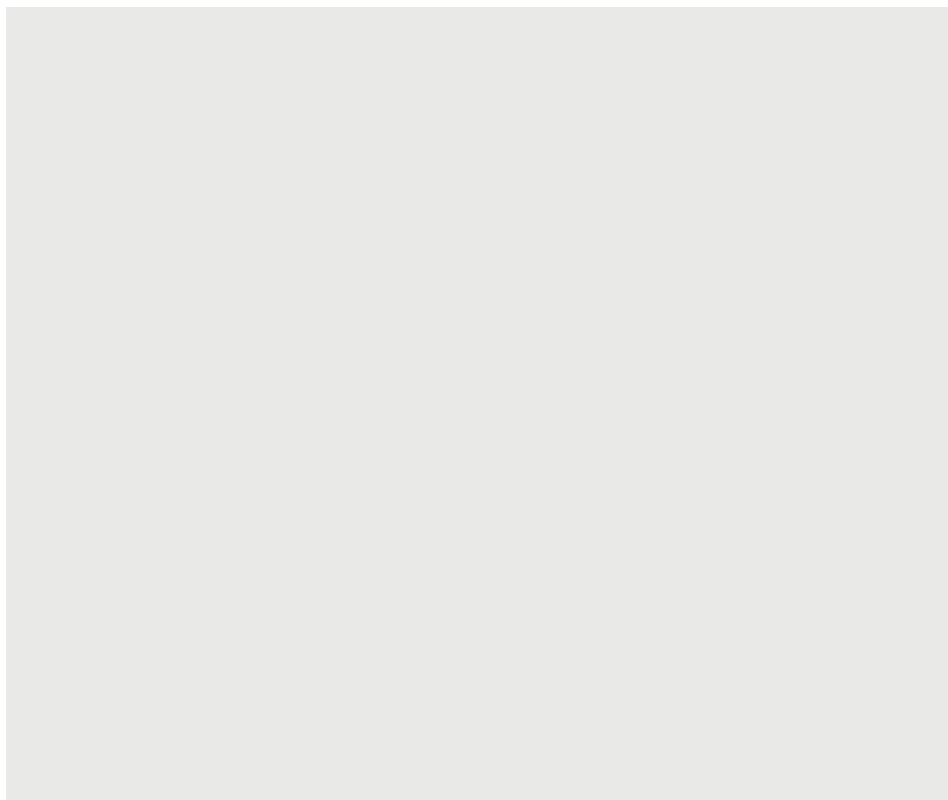
Här anges förutsättningarna för torrvädersberäkningarna. Fyll på hjälptext.

5.2 Resultat torrväder

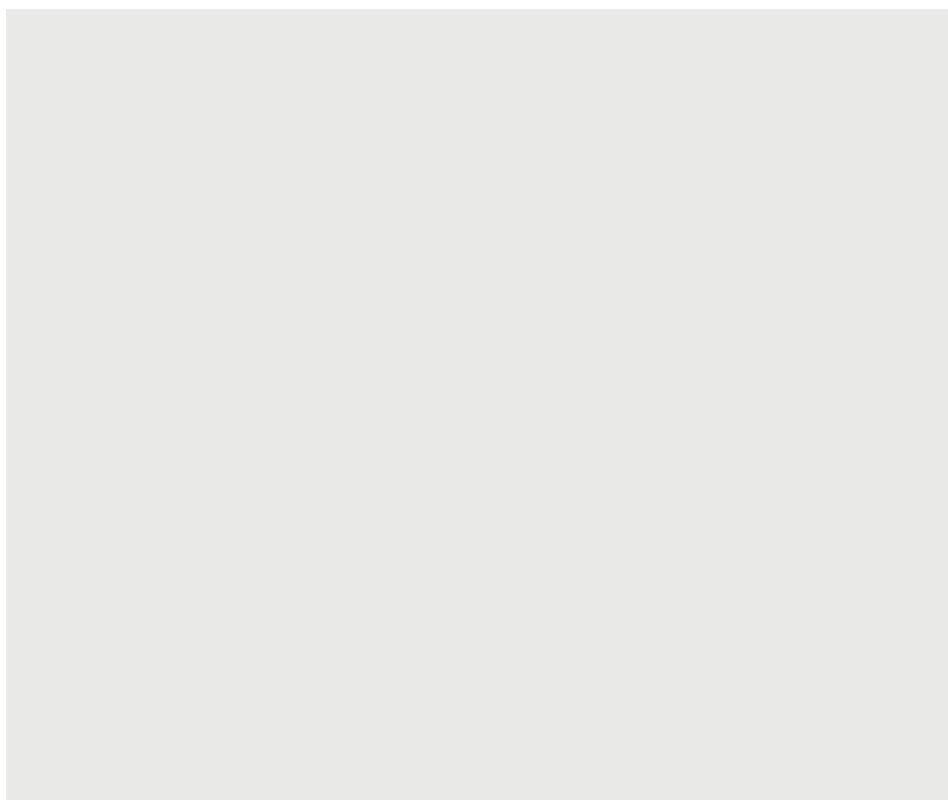
Simulering	nr	Medeldygn	Maxdygn	Mindygn
Simuleringstid	Från			
	Till			
	Tid (h)			
Kontinuitetsbalans	1. Startvolym			
	2. Slutvolym			
	3. Totalt inflöde			
	4. Totalt utflöde			
	5. Vatten genererat i modell			
	$(2 - 1) - (3 - 4 + 5) =$			
	% av inflöde			

Tabell 5.1
Kontinuitetsbalans för
torrväderskörning.

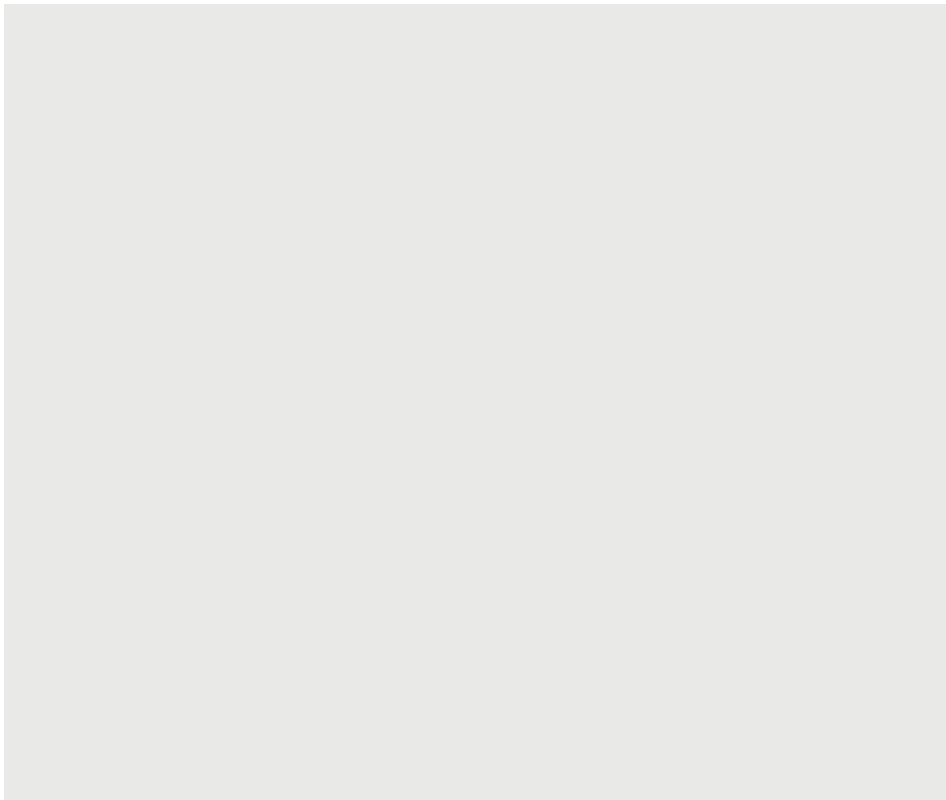
Förslag på exempelfigurer:



Figur 5.1
Maximal fyllnadsgrad
ledningar medeldygn.



Figur 5.2
Maximal fyllnadsgrad
ledningar maxdygn.



Figur 5.3
Maximal vattenhastighet
ledningar mindygn.

Kontrollera och redovisa eventuell bräddning som förekommer vid torrväder (bräddning till recipient)

5.3 Beräkningsförutsättningar regn

Beskriv vilket regn som använts – regnserie/typregn, total regnvolym, total regnvaraktighet, maxintensitet. Om RDI beskriv temperatur och evaporation.

Beskriv simuleringsperiod. Beskriv hotstart.

Nr	Typ Regn, temp, evap...	Tillkomst Uppmätt, Syntetiskt	Enhet mm, °C	Total mängd mm, °C	Från tidpunkt	Till tidpunkt	Beskrivning
1							
2							
3							

Tabell 5.2
Tidsserier som randvillkor
till beräkningar.

Simulering nr	från	till	Randvillkor Separerade med ”,”	Hotstart	Beskrivning
1	2019-01-01	2019-01-02	1,3,4	Ja, 24h torrväder	CDS-regn 1år10min1h

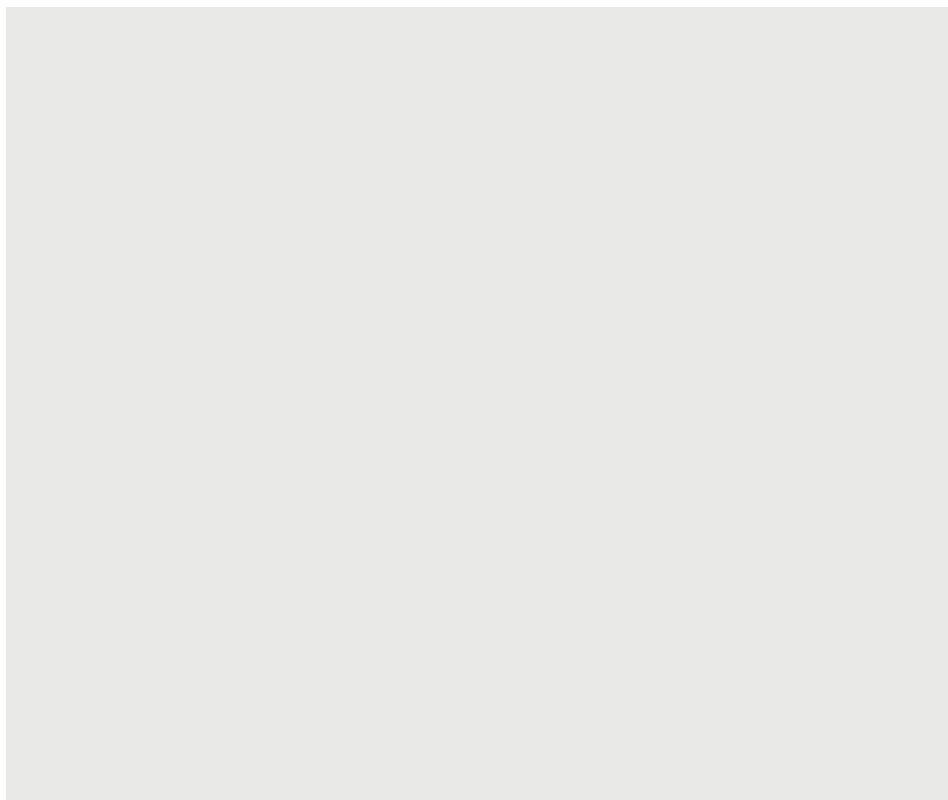
Tabell 5.3
Simuleringar vid regn.

5.4 Resultat regn

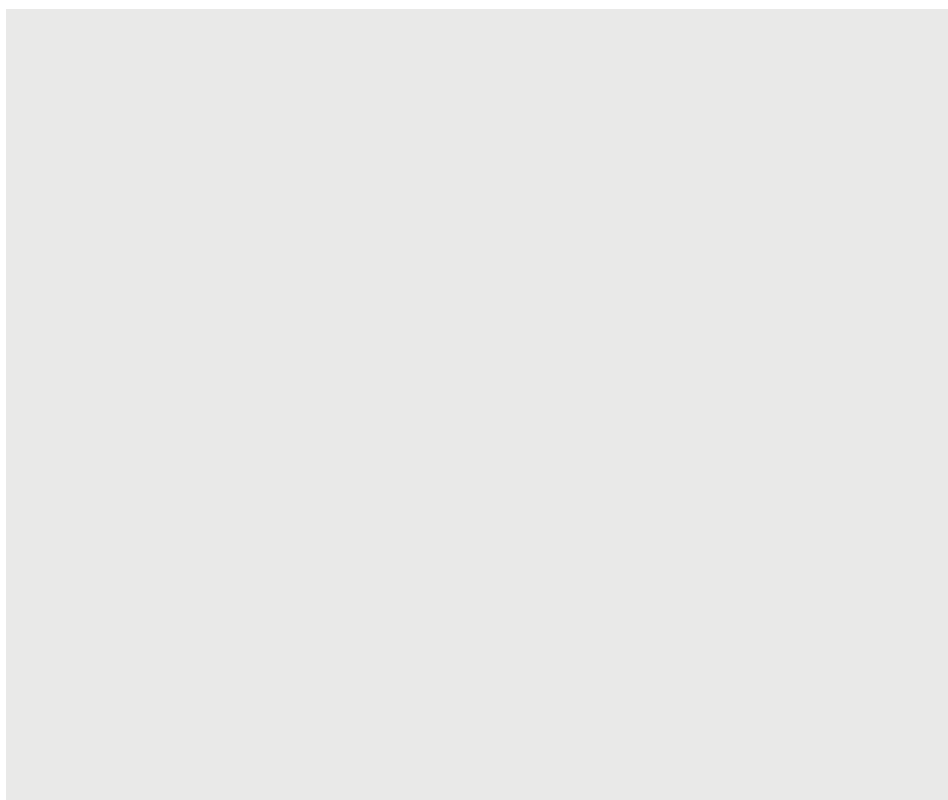
Simulering	nr	1	2	3
Simuleringstid	Från			
	Till			
	Tid (h)			
Kontinuitetsbalans	1. Startvolym			
	2. Slutvolym			
	3. Totalt inflöde			
	4. Totalt utflöde			
	5. Vatten genererat i modell			
	$(2 - 1) - (3 - 4 + 5) =$			
	% av inflöde			

Tabell 5.4
Kontinuitetsbalans för
körningar vid regn.

Förslag på exempelfigurer:



Figur 5.4
Maximalt tryck i lednings-
nätet vid regn.



Figur 5.5
Maximal översvämning i
ledningsnätet vid regn.

6 Diskussion och slutsats

Övergripande kommentarer om systemet, exempelvis:

- Vilka flaskhalsar finns?
- Vilka flöden anses vara dimensionerande (högintensiva regn, snösmältning, maxdygn+maxtimme...)?

6.1 Modellens användningsområden

Modeller är ofta framtagna för vissa syften vilket påverkar dess inställningar. Till exempel kan belastningar lagts på för att vara "på den säkra sidan" vilket kan ge felaktiga slutsatser vid nulägesbedömningar.

6.2 Osäkerheter och begränsningar i modellen

Exempelvis:

- Kvaliteten för olika delar i modellen
- Osäkerheter i underlag som kan påverka resultatet
- Osäkerheter i utförd kalibrering
- Osäkerhet i antaganden
- Hur kan modellen nyttjas/inte nyttjas

6.3 Rekommendation om kompletteringar

Exempelvis:

- Behöver detaljeringsgraden ökas i något område för att kunna nyttja modellen för fler syften?
- Behövs inmätningar/inspektioner i fält?
- Behövs flödesmätningar för kalibrering/kompletterande kalibrering?
- Behöver uppgifter kring pumpstationer kontrolleras?
- Rekommenderas åtgärder för att minska beräkningstiden?

7 Filförteckning

7.1 Modellen och dess dokumentation

Under denna rubrik listas alla filer och dokument som hör till och alltid ska åtfölja modellen.

- Denna rapport: Modellrapportsmall.docx
- Modellfil(er) (inkl. filändelse):
- Konfigurationsfiler (t.ex. dhiapp.ini el liknande.):

7.2 Beräkningar

Under denna rubrik listas resultatfiler och indata till modellen för att kunna reproducera resultatet.

- Indatafiler till beräkningar (t.ex. mex-filer)
- Resultatfiler (t.ex. PRF-/CRF-filer eller res1d-filer)
- Regn (Regnserier, CDS-regn, blockregn)

7.3 Övrig dokumentation

Under denna rubrik listas övriga relevanta dokument rörande modellens tillkomst men som inte måste åtfölja modellen då listan kan bli lång i slutänden.

- Kalibreringsrapport(er):
- Mätrapport(er):
- Övriga filer som ingår (t.ex. höjdmodell, inmätningar...)

8 Checklista för granskning

Det är lämpligt att gå igenom en checklista för att dokumentera kvalitetsgranskningen.

I Tabell 8.1 ges ett exempel på hur en sådan kan utformas.

Tabell 8.1. Checklista för modelluppbyggnad (anpassad efter Tyréns)

Granskningschecklista	Ingår ej	Egenkontroll + kommentar	Granskare	Åtgärdat
	✓	✓ = ok	✓ = ok - = anm.	✓ = klar
Automatisk programgranskning Kör automatiskt granskningsverktyg (om det finns). Gå igenom <i>Fel</i> och åtgärda. Notera <i>Varningar</i> och åtgärda vid behov.				
LEDNINGSNÄT				
Riktning ledningar Kontrollera att inga ledningar har negativ ackumulerad volym. Förslagsvis körs kontrollberäkning genom att belasta samtliga noder i modellen med ett litet flöde genom att lägga in en lista med randvillkor.				
Felaktiga nivåer och för små ledningsdimensioner Kör en kontrollberäkning genom att belasta samtliga noder i modellen med ett litet flöde genom att lägga in en lista med randvillkor.– samma beräkning som i föregående steg kan nyttjas. Rita ut resultatet som vattennivå över ledningshjassa. Där det sker dämning över ledningshjassan beror det ofta på bakfall eller att någon ledning fått en felaktigt liten dimension. T ex är det vanligt att nivåer interpoleras felaktigt i förgreningar. Gå igenom områden med uppdämning och korrigera vid behov nivåer som ansatts (interpolerats, ansatts från marknivå, ansatts manuellt).				
Felaktigt införda stora dimensioner Sök ut ledningar som är större än 2 meter eller mindre än 50 mm: Kontrollera rimligheten hos dessa manuellt.				
Felaktiga dimensioner på ledningar i underlaget Ett vanligt "fel" i underlaget är att ledningar är angivna med ytterdimension medan modellerna kräver innerdimension för att räkna rätt. Vanligtvis är det plastledningar varför felsökning efter detta fel kan begränsas till dessa. Om ledningsmaterialet saknas för många ledningar går det dock inte att göra urvalet på material. Då kan i stället vanligt förekommande dimensioner undersökas. T ex kan dimensionerna 200, 280, 315, 450 och 630 mm antas ange ytterdimension på plastledningar. För andra dimensioner, t ex 250 och 400 mm är det svårare att bara utifrån dimensionen anta att det är ytterdiameter. Ledningens ålder och material på andra ledningar i området kan ge ledtrådar.				

Granskningschecklista	Ingår ej	Egenkontroll + kommentar	Granskare	Åtgärdat
	✓	✓ = ok	✓ = ok - = anm.	✓ = klar
Korta ledningar - Modellprogrammen kan ha en gräns för kortast tillåtna ledningar. Gränsen är införd för att minska risken för instabilitet i beräkningarna. (I Mike Urban är gränsen satt till 10 meter. Detta kan dock ändras i filen dhiapp.ini) Om värdet väljs kortare än 10 meter ökar risken för instabilitet samtidigt som energiförlusten över korta ledningar blir mer korrekt beräknad. Ett alternativ till att tillåta ledningar kortare än 10 meter är att beskriva ledningen som en öppning eller en längre ledning men med en motsvarande friktionsförlust som den korta verkliga ledningen. - Korta och branta ledningar ger ökad risk för instabilitet. Kontrollera om det finns orimligt korta ledningar i modellen. En utgångspunkt för ledningar som måste åtgärdas kan vara: Ledningar som är kortare än 2 m och som har >100 promilles lutning bör åtgärdas. Åtgärd: - Kontrollera om nivåerna i ledningarna stämmer. - Om nivåerna i ledningarna kan antas korrekta föreslås att dessa korta ledningar, och noden uppströms raderas, och att ledningen uppströms ansluts till noden nedströms den korta ledningen. Nedströmsnivån på ledningen som kopplas om behålls så att ett stalp skapas.				
BRÄDDAVLOPP OCH PUMPSTATIONER				
- Kontrollera vilket underlag har använts. Krävs kompletterande uppgifter för viktiga punkter? Ledningskartor ger ofta ett otillräckligt underlag. Ritningar ger ett bättre underlag men om de är gamla kan ombyggnader ha skett. - I bräddavlopp framgår sällan sättar, strypningar på utgående flöde m.m. av kartor och ritningar och kan behöva kontrolleras i fält. - För pumpstationer saknar ledningskartorna ofta uppgift om nivå på inkommande ledning. Även tryckledningar saknar ofta nivåer. Inkommande ledning kan i modellen ha anslutits till pumpsumpens botten vilket ofta är fel. - Start- och stoppnivåer kan vara svårt att få korrekta uppgifter om. Det har ofta ganska liten betydelse. Men en felaktig startnivå nära eller över bräddnivån kan ge stora fel. - Om det finns tre pumpar i stationen kan underlaget ha gett startnivåer för alla tre. Men i verkligheten kanske styrsystemet begränsar driften till högst två samtidigt. - Dubbelkolla rimlighet på bräddflöden vid torrväder respektive 10-årsregn. Sannolikt är bräddavlopp inte aktiva vid torrväder men många aktiveras vid 10-årsregn.				

Granskningschecklista	Ingår ej	Egenkontroll + kommentar	Granskare	Åtgärdat
	✓	✓ = ok	✓ = ok - = anm.	✓ = klar
BELASTNING				
Spillvattenbelastning - Genomför en beräkning för ett dygn med enbart spillvattenbelastning. Vilken volym blir det ut från modellen. Antag specifik förbrukning, t ex 200 l/pe,dygn. Dividera beräknad volym med specifik förbrukning. Är det antal (pe) som då erhålls rimligt i förhållande till områdets storlek. <i>Industrier, handelsområden mm måste också beaktas.</i> Kontrollera att volym i underlag stämmer överens med volym i beräkningsresultatet. - Kontrollera att volym i underlag stämmer överens med volym i beräkningsresultatet. - Kontrollera att ingen orimlig dämning sker.				
Dagvattenbelastning - Kontrollberäkna att sammanlagd regnvolum multiplicerat med reducerad, hårdgjord yta ger ungefär samma dagvattenvolym som resultatfilen. - Dagvattennät är traditionellt sett ofta dimensionerade för regn med återkomsttid 2 år eller 5 år. Kör modellberäkningar med 2-, 5- och 10-årsregn och göra statistiska sammanställningar och markera alla brunnar med trycknivå över markytan och dämningförhållanden. Det ger en bra överblick och förståelse för rimlighet i beskrivna avrinningsområden och rimlighet att ledningsnätet bör fungera som det ska.				
Ansluten yta - Kontrollera avrinningskoefficienterna för avrinningsområdena. I första hand kontrolleras ett antal områden med de högsta respektive lägsta avrinningskoefficienterna. Är de rimliga för respektive område. T ex avrinningskoefficient 0,6 i ett grönområde eller 0,1 i stadskärnan. Höga avrinningskoefficienter i villaområden eller områden som i princip är separerade men där felkopplingar förekommer är ett varningstecken. - Att rita ut avrinningsområdena på en karta med ett flygfoto som bakgrund kan vara ett snabbt sätt att hitta felaktigheter.				
BERÄKNINGAR				
- Volymkontroll och stabilitetskontroll efter en beräkning, utlopp - Om ett utlopp ligger (för) lågt i modellen kommer vatten att rinna in i modellen om recipientnivån överstiger lägsta tröskelnivå. Med tröskelnivå avses den lägsta nivån som krävs för att vatten från ett utlopp ska kunna rinna in bakvägen i modellen, vanligtvis nivån för ett bräddavlopp eller nödutlopp. - Kontrollera om modellen får in flöden via utlopp				

Granskningschecklista	Ingår ej	Egenkontroll + kommentar	Granskare	Åtgärdat
	✓	✓ = ok	✓ = ok - = anm.	✓ = klar
Volymkontroll och stabilitetskontroll efter en beräkning, pumpstationer - Pumpstationer som beskrivs i modellen kan orsaka stora fiktiva flödestillskott om de är felaktigt beskrivna, t ex om instabilitet uppstår i tryckledningen. Om pumpens stoppnivå ligger precis över pumpsumpens botten kan en fiktiv volym skapas då modellen blir instabil. - Kontrollera att pumpstationerna inte tömmer pumpsumpen helt samt att flödet ut från tryckledningen är detsamma som pumpas in i tryckledningen				
Volymkontroll och stabilitetskontroll efter en beräkning, massbalansen - Kontrollera massbalansen efter beräkningen. Massbalansen jämförs med totalt in- och utflöde i modellen. Ett massbalansfel på <1% får anses mycket bra och värden upp till 10% kan anses vara acceptabla. Massbalansfelet kan variera under beräkningen och därför bör tidsserien över massbalansen studeras. Om den ökar eller sjunker mycket snabbt under vissa tider, t ex under ett regn, är det ett tecken på att beräkningen inte varit stabil under dessa perioder trots att massbalansen totalt sett ser bra ut. - Genomför instabilitetskontroll i MIKE View.				
Tidssteg vid beräkningarna - Modeller kan ge dålig massbalans vid långa beräkningstidssteg. Ett sätt kan vara att sänka beräkningstidssteget. Dock ger ett kort beräkningstidssteg längre beräkningstid. Om det krävs mycket korta beräkningstidssteg, 2 sekunder eller lägre, så är det lämpligt att istället ta reda på vad det är som orsakar behovet av detta och göra justeringar i modellen så att ett högre beräkningstidssteg kan användas. - Kontrollera att valt beräkningstidssteg ger stabila beräkningar				
Rimlighetsbedömning Om beräkning skett för olika scenarion bör beräkningsresultatet jämföras (jämför tex fyllnadsgrad eller trycknivå). Kontrollera tex att framtidsscenario har högre belastning än nuläggsscenario.				

Granskningschecklista	Ingår ej	Egenkontroll + kommentar	Granskare	Åtgärdat
	✓	✓ = ok	✓ = ok - = anm.	✓ = klar
DOKUMENTATION				
Städa i uppdraget - Kontrollera att dokumentation finns kring modellens uppbyggnad och alla utförda förändringar i modell - Lägg alla modeller utom den/om som är aktuella i en gammalt-mapp - Lägg annat material som är inaktuellt i gammalt-mapp (beräkningar, PM osv) - Kontrollera att mappstruktur och namngivning av filer gör det lätt att hitta material för någon som öppnar uppdraget långt senare (inställnings-filer, bakgrundsfiler, beräkningsresultat, PM, figurer osv) och att det går att se när filer skapats och av vem - Gå igenom bilaga 1 och fyll i filnamn och länk till mapp där materialet är lokaliserat. Allt material som levererats ska finnas i: Sökväg mapp leverans (mappen ska uppdateras kontinuerligt under uppdragets gång). - Allt underlag som erhållits ska finnas i: Sökväg mapp underlag (mappen ska uppdateras kontinuerligt under uppdragets gång). Underlaget ska vara i sitt ursprungliga skick och ska alltså ej ha modifierats. - Checklistor för egenkontroll och granskning ska finnas här: Sökväg mapp kvalitetsgranskning				
KALIBRERING				
Kontroll av tid (inställning av klocka) Välj några regntillfällen och skriv upp starttiden för regn respektive nederbördspåverkat flöde/nivå. Om det konsekvent verkar skilja ungefär en timme mellan vissa av dessa har klockan antagligen varit inställd en timme annorlunda. Då måste tiden för dessa mätserier justeras med en timme.				
Kontroll av flödesvärden Plotta alla flödesserier som är uppmätta i samma ledningssystem. De som ligger nedströms ska ha en större uppmätt volym än de som ligger uppströms. Undantag kan finnas. Tex om flödet i en punkt uppströms stryps hårt och bräddar bort.				
Val av regn Plotta ackumulerad regnvolym för samtliga regnmätare. Välj till kalibrering i första hand de regn där regnen från alla regnmätare har ungefär lika stor regnvolym. Lägg in figur med ackumulerad volym i kalibreringsrapporten samt ange vilka regn som bedömts vara bäst till kalibrering.				

Bilaga C

Några goda exempel på kartredovisning

1 Generella tips

1.1 Gör det enkelt

Det finns några tumregler för att förbättra läsbarheten i en kartbild:

1. Ha inte för mycket information på en karta
2. Tona ned bakgrundsinformation
3. Var intuitiv
4. Använd flera sätt att kommunicera samtidigt – storlek, färg, text
5. Underlätta jämförelse

Ha inte för mycket information Det är ofta svårt att begränsa sig och i och med att möjligheterna till symbolisering och färgsättning är många så är det lätt att man trycker in för mycket. ”Håll dig till ämnet” kan hjälpa till att göra nödvändiga begränsningar. T.ex. om det handlar om pumpstationer och bräddpunkter så kanske det inte är nödvändigt att samtidigt visa olika ledningsmaterial med olika färger och storlekssymbolisera ledningsnätet. Handlar det om att visa modellens utbredning så är den enda nödvändiga informationen något som visar utbredning (t.ex. ledningsnät eller avrinningsområden) och en bakgrundskarta.

Tona ned bakgrundsinformation Bakgrundsinformation handlar endast om att kunna orientera sig och det är inte alltid viktigt att denna har någon större detaljgrad. Att till exempel visa bakgrunden med ljusa färger med låg färgmättnad och utan konturer kan vara ett sätt.

Var intuitiv – presentera på ett sätt som alla känner igen och är vana vid. Vad som är intuitivt för olika personer är förstås subjektivt men genom att följa den förförståelse som finns tack vare de bilder vi matas med dagligen så minskar man risken för missförstånd. Den kanske mest utbredda färgskalan är trafikljusens färger rött, gult och grönt. Men det finns också inom VA-branschen en symbologi som redan används med rött, grönt, brunt, blått för spillvatten, dagvatten, kombinerat och dricksvatten. De kartor vi ser dagligen i olika kartvisare är också exempel som är bra att följa när det gäller markanvändning.

Använd flera sätt att kommunicera samtidigt Genom att vara smart så kan man få in mer information utan att det upplevs för plottrigt. Dimension kan kommuniceras med storlek, samtidigt som färgen kan visa ledningsslag samtidigt som symboler kan visa olika objekt. Text är ytterligare ett sätt. Var dock observant så att det inte blir ett medel till att trycka in för mycket information. Kommunicera en egenskap på ett och samma sätt – d.v.s. väljer du att kommunicera ledningsslag med färg så bör du inte samtidigt använda färg för att visa olika transportsätt etc.

Underlätta jämförelse De färg och storleksskalor som används bör användas konsekvent och inte skilja från olika bilder. Ett exempel är automatisk färgsymbolisering som ofta anpassas utifrån datats fördelning vilket leder till att före- och efterbilder kan råka få samma utseende om olika skalor används vid jämförelsen. Färger som visar andelar bör ha fasta skalintervall. Också om man producerar fler bilder är det lämpligt att använda samma kartutsnitt så syns skillnaden bättre.

1.2 Symbolisering

Kombinationen av färg och symboler är det som utgör kartan. Möjligheten finns att symbolisera ett och samma objekt där ett attribut färgsymboliseras medan ett annat attribut styr val av symbol.

Bifoga alltid teckenförklaring.

Symboler

Symboler ska vara tydliga och är lätta att förstå. Just förståelsen hänger mycket ihop med vad man redan är van vid.

För att visa olika ledningsdimensioner så rekommenderas att använda en enkel storlekssymbolisering i några olika klasser för hela det förekommande spannet.

Nyttja publikation P109 Koder och symboler för VA-ledningssystem (Svenskt Vatten, 2015)

- Ledningsslag: linjetyp för ledningsslag (eller färg – se nästa sida)
- Symbolisera transportsätt (tryck eller självfall)
- Symbolisera diken
- Symbolisera gärna dräneringsledning

Det kan vara en god idé att särskilt symbolisera andra ledningstvärsnitt än cirkulära rör t.ex. tunneltvärsnitt

Färger

Sträva efter att använda intuitiva färger och färgskalor – markanvändning kan t.ex. symboliseras som lantmäteriets terrängkarta. Antalet nyanser bör vara max 3 per färg så det går att urskilja lätt om det t.ex. går från blått till rött så totalt max 6-7 st.

När det gäller färger för olika ledningsslag så finns en SVU-publikation p109 (Svenskt Vatten, 2015) som är lämplig att använda¹.

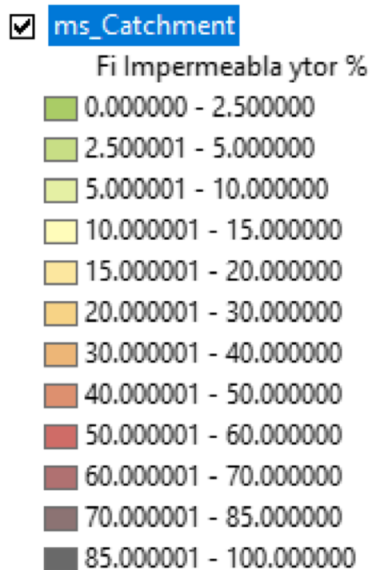
Använd samma färgskala när före och efterbilder används t.ex. före och efter kalibrering/bearbetning m.m. Färgspråk: ljus = lite, mörkt = mycket. Mörkgrått och rött också färger för "mycket"

Förslag till fast färgskala för avrinningskoefficienter:

- hydrologi impermeabla ytor ϕ :
 - grönt-gul (0-10%), gul-orange (10-30%), orange-röd (30-60%), röd-mörkgrå (60-100%). Se Figur 1-1.
- hydrologi permeabla ytor ϕ :
 - Samma som ovan fast andra nyanser för färgerna (för att visuellt särskilja vad som redovisas)
- hydrologi RDI/dräneringsarea
 - Vit-grön (0-50%), grön – blå (50-100%), röd-mörkgrått (100%→)

När det gäller olika resultat som t.ex. översvämning kan en skala från blått/grönt till rött där mitten är neutral definieras med gränserna "med marginal", "nära", "precis", "något över", "markant"

¹ Obs dock visas fel färg för kombinerat i den pdf-version som finns att ladda ned från <https://www.svensktvatten.se/globalassets/rornat-och-klimat/hallbar-nyanlaggning/p109-bilaga-1.pdf> (2020-04-29) RGB koden anger den avsedda bruna nyansen men den är ritad med en orange nyans i dokumentet.



Figur 1-1

Förslag till färgskala för avrinningskoefficient, fi, avseende impermeabla ytor.

1.3 Utsnitt, skala och läsbarhet

Välj ett identiskt kartutsnitt på flera olika kartor och ha hellre flera kartor än att banka in allt i en karta

Kartan ska vara läsbar i det format som levereras. Det är lämpligt att lägga kartor i bilaga. A3-format fungerar bra att vika in i en rapport. Ännu högre upplösning kan levereras digitalt i pdf-format.

Använd gärna en jämn skala i bilagor så att det går att mäta (1:1000, 1:30 000). Lägg in skalstock (samt norrpil ifall utsnittet är vridet).

Tona ned de lager som endast finns för referens och orientering

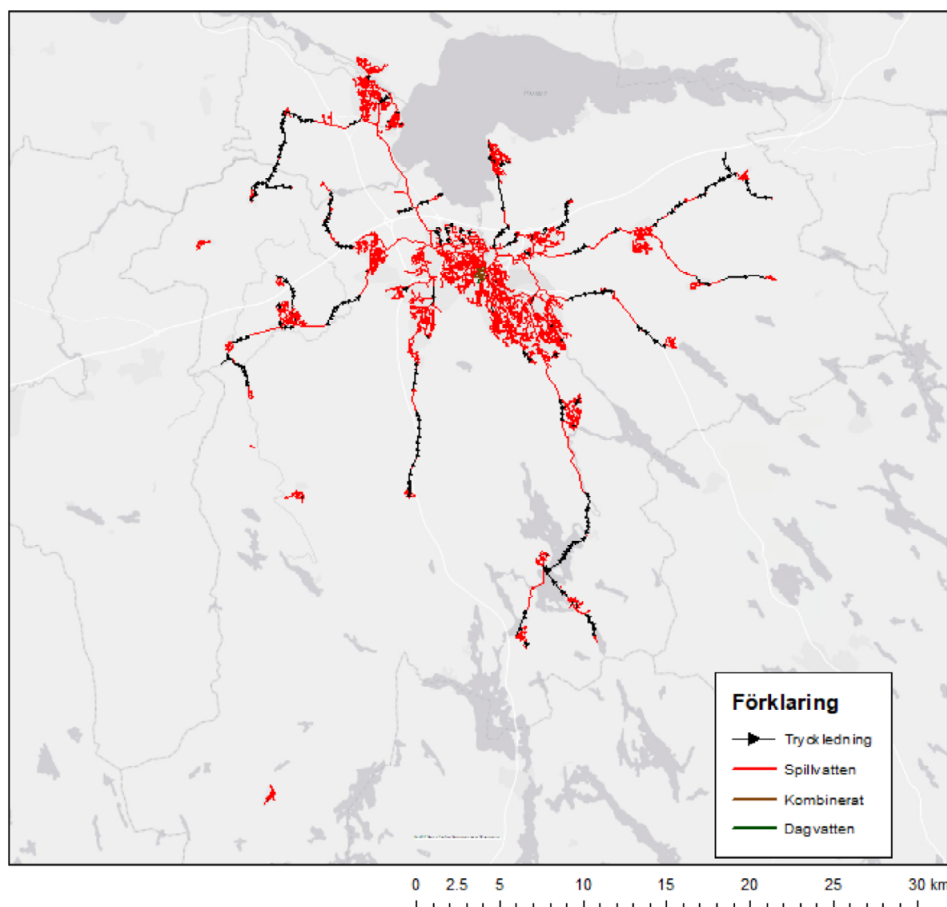
2 Olika typer av kartframställningar

I samband med modellredovisning finns det ett antal olika typer av kartor som brukar redovisas. Nedan listas några exempel (det finns givetvis fler men dessa är de vanligt förekommande)

- I. Översikt – visa modellens geografiska utbredning och förstå vad det är för modell.
- II. Underlagskartor – visa vilka data som modellen byggts utifrån
- III. Kalibrering – visa mätpunkter och tillhörande kalibreringsområden
- IV. Ledningsnätets uppbyggnad – visa brunnar och ledningar, dimensioner, material, egenskaper, avloppssystem, pumpstationer och bräddpunkter.
- V. Randvillkor – visa t.ex. kopplade vattenförbrukningar och övriga anslutna flöden, regnmätare liksom eventuella vattennivåer.
- VI. Hydrologi – se hur andel av arealen som belastar ledningsnätet
- VII. Resultat och prestanda – visa modellens resultat

I följande avsnitt ges några exempel på kartframställningar för respektive kategori och ska ses som just exempel och inte det enda rätta. Obs, kartorna är baserade på verklig ledningsnätdata, som i vissa fall helt fritt modifierats för syftet att ge ett exempel på kartframställning. Detta medför att det t.ex. kan finnas kombinerade ledningar och bräddpunkter i kartan där det inte finns i verkligheten.

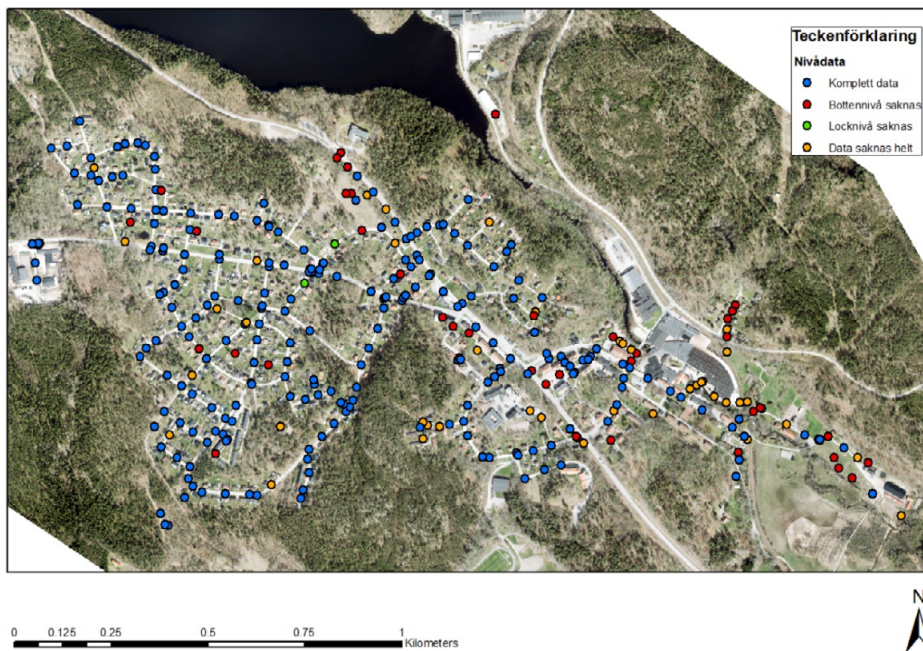
2.1 Översikt



Figur 2-1

Översiktskartans huvudsyfte är endast att ge orientering och visa utbredning och behöver inte visa detaljer. Om ledningsnätet inte får visas så kan det räcka med att visa avrinningsområdets utbredning.

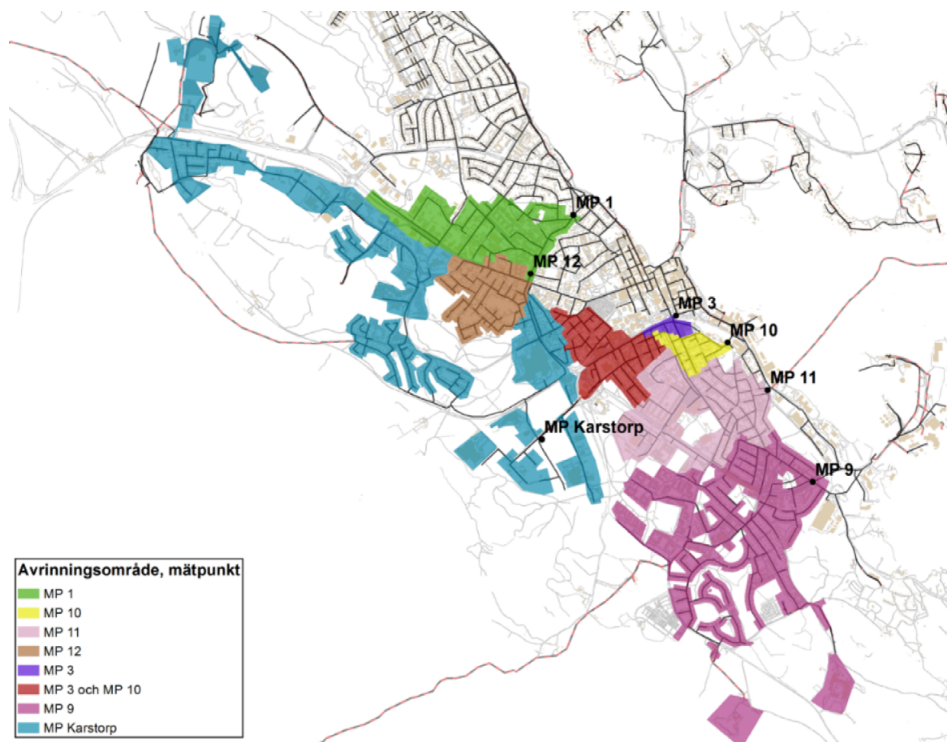
2.2 Underlag



Figur 2-2

Exempel på redovisning av tillgänglig information för att bygga modellen.

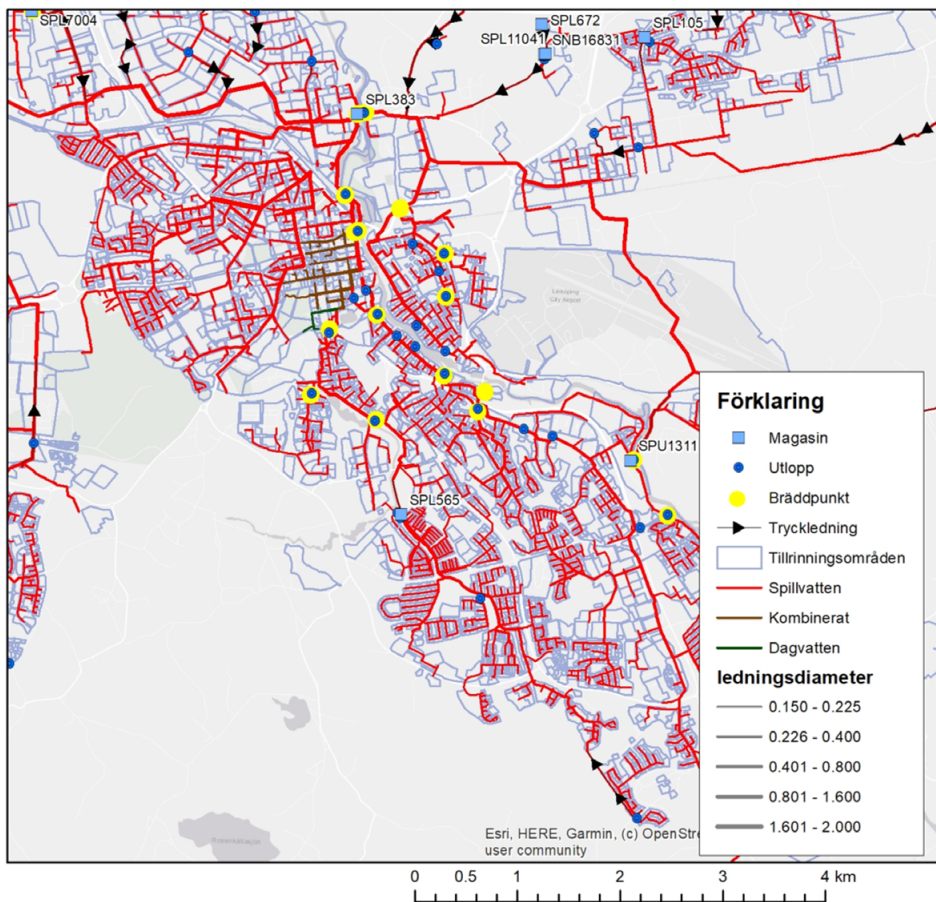
2.3 Kalibrering



Figur 2-3

Viktigt att man i kalibreringskartan kan koppla mät punkt till respektive kalibrerade område. I detta fall finns kopplingen i kartförklaringen.

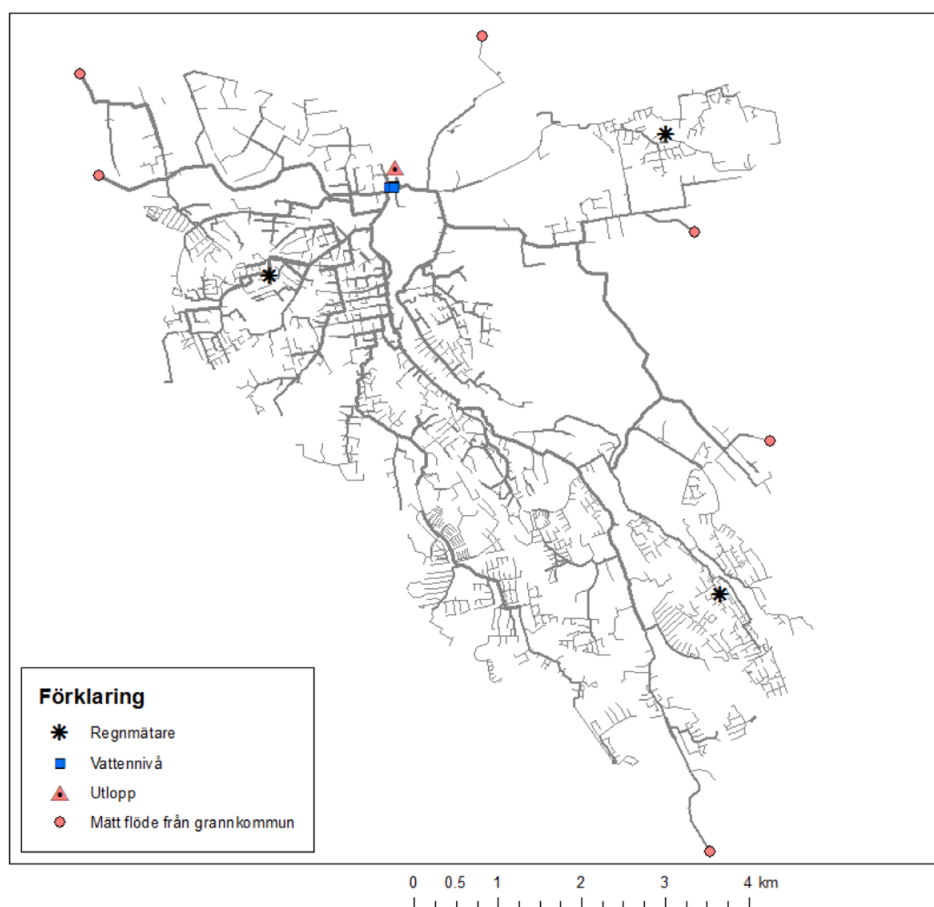
2.4 Ledningsnätets uppbyggnad



Figur 2-4

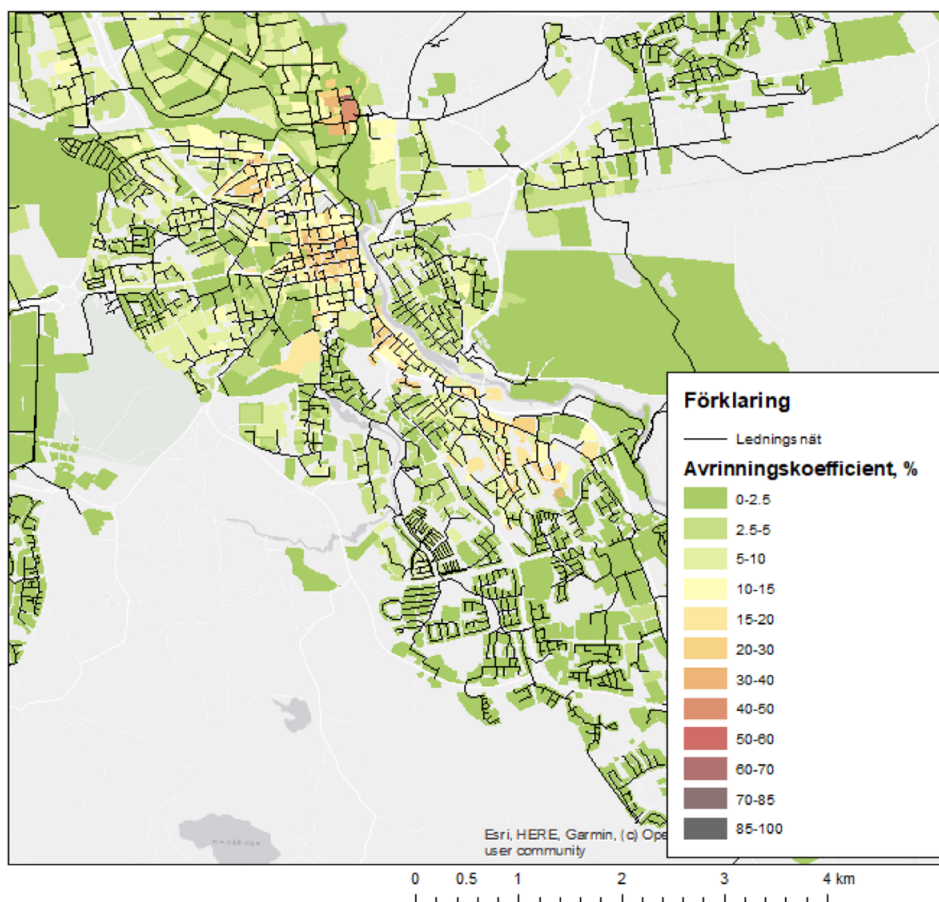
Bra om uppbyggnaden visar olika systemtyper, transportsätt m.m.

2.5 Randvillkor



Figur 2-5

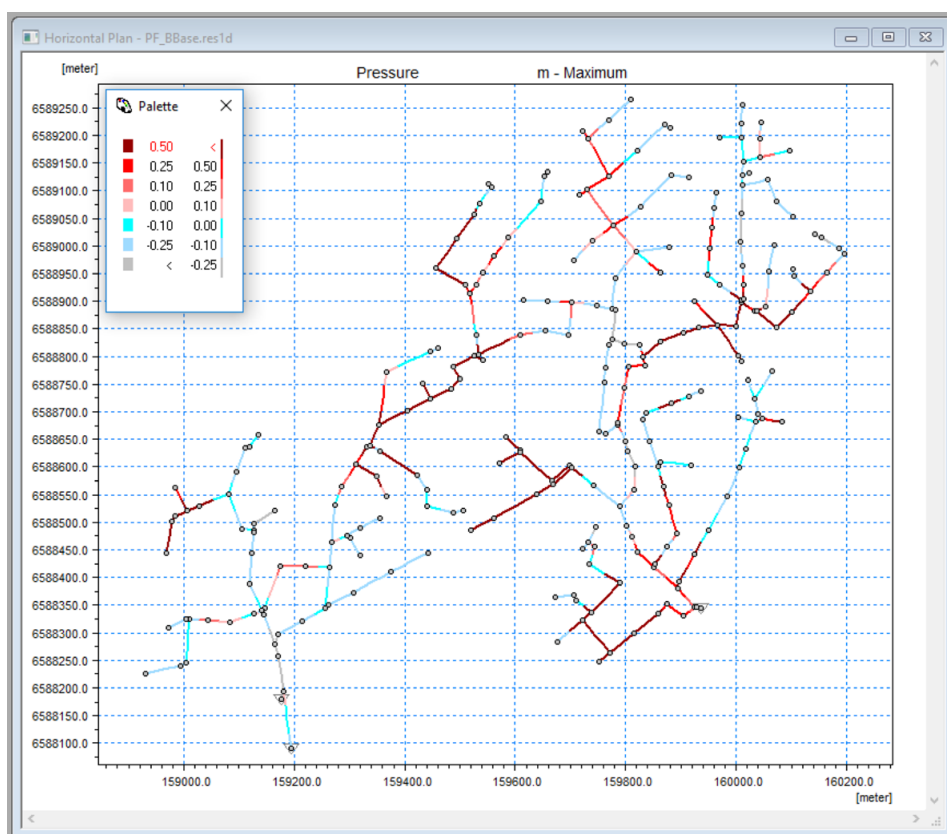
Viktigt att randvillkor visas som t.ex. punkter där mätta flöden kopplas in i tabellen eller punkter där externa vattennivåer kan påverka.



Figur 2-6

Genom färgsymbolisering av till exempel avrinningskoefficient erhålls en snabb bild av nederbördspåverkan för olika delavrinningsområden i modellen.

2.7 Resultat och prestanda



Figur 2-7

Det finns många sätt att visa resultat. Här visas ledningar under tryck i ledningsnätet. Bra om man har exakt samma utsnitt på olika resultatbilder vilket gör det lättare att jämföra olika simuleringar med varandra.

3 Referenser

Svenskt Vatten. (2015). *Koder och symboler för VA-ledningssystem. P109*. Svenskt Vatten.

Bilaga D

Errata till SVU Rapport 2016-15

Föreslagna korrigeringar i blå text.

Ämne	Avsnitt, sida	Beskrivning
Bestämning av hårdgjorda arealer	21.1.1 Underlag s.54	SVU-rapporten 2016-15 har missat en viktig metod för att ansätta hårdgjorda ytor i modeller. Det gäller fallet där det finns en inventering gjord av anslutna stuprör, rännstensbrunnar etc., via t ex rökanalys. Det får väl ses som den "bästa" metoden. Bör läggas till. Tillkommande text: Finns det tillgång till stuprörsinventeringar och inventeringar av hur rännstensbrunnar är kopplade bör de användas vid bestämning av påkopplade hårdgjorda ytor. Detaljeringsgraden på redovisning av stuprörsinventeringar kan variera kraftigt men det är ändå ett mycket bra underlag vid bedömning av vilka ytor som bidrar med flöde. Det är dock viktigt att vara uppmärksam på om den genomförda inventeringen har lett till åtgärder som att hårdgjorda ytor kopplats bort från spillvattensystemet och i stället avleds till dagvattenssystemet. Om åtgärder har gjorts måste det beaktas.
Referenser	26.1.7 Brunnsförluster s. 76 nedre delen av sidan	P90 nämns på nedre delen av sidan. Bör bytas mot P110.
Energiförluster	26.1.7 Brunnsförluster s.77: Lathund för val av energiförluster i brunnar för modeller i Mike Urban	Det står under rubriken: "Vanlig" energiförlust (Weighted Inlet Energy, med km = 0,25): När en ledning eller trumma mynnar ut i ett dike, damm eller dylikt. Lägg till: Om ledningen mynnar i ett dike med samma bredd och riktning som ledningen kan energiförlusten dock försummas (No CRS changes).
Tydighet i systembeskrivning	Bilaga 2 s.125	Förklaringen är felaktig, se nedan. Text: K= kombinerat system S= Spillvattensystem utan utbyggt dagvattensystem S+D=Spillvattensystem i område med utbyggt dagvattensystem. Det ska stå: K = Kombinerat system S = Spillvattensystem med dagvattensystem utbyggt i gatan, inga dagvattenserviser (dvs gatan är separerad men fastigheterna har sannolikt kombinerat avlopp) S+D = Spillvattensystem med dagvattensystem och dagvattenserviser
Felaktiga värden i ansättning av anslutna ytor		I tabellen för "Innerstad/Höghus förort" Under rubrik "S" står det 0,80 för "Gatuyta". Det ska vara 0,00

Ämne	Avsnitt, sida	Beskrivning
Initialförhållanden vid simulering	28 Uppskattning av initialvärden för olika parametrar i modellen s.86-87	Det bör finnas en rekommendation om hur startvillkoren ska ansättas när en RDI-modell belastas med ett typregn t.ex. CDS-regn. Alltså vilket datum bör regnet falla för att RDI-flödet ska vara representativt. Förslag: Nytt Avsnitt 28.1.3. Kombination av långsam nederbördspåverkan och snabb avrinning Om ett kombinerat system kalibrerats och det är tydligt att RDI-flödet är av helt underordnad storlek på sommaren så behöver inte hänsyn tas till RDI-flödet vid belastning med CDS-regn eller blockregn. System med mycket tillskottsvatten kan dock vara starkt påverkade av RDI-flödet även under sommaren. Eftersom ett dimensionerande regn mest sannolikt inträffar under senare delen av juli (ungefär 10-30 juli) bör modellen belastas med CDS-regnet under denna period. Det går inte att säga att något specifikt datum är mer intressant än något annat. För att få relevanta RDI-förhållanden kan ett representativt år och ett representativt datum väljas under det året. Därefter ersätts det dygnets nederbörd (eller avsaknad av nederbörd) med ett CDS-regn. Sedan körs avrinningsberäkningen lämpligen med RDI från 1 jan året innan.

Svenskt Vatten

UTVECKLING

Svenskt Vatten Utveckling
Svenskt Vatten AB

POSTADRESS BOX 14057, 167 14 Bromma

BESÖKSADRESS Gustavslundsvägen 12, 167 51 Bromma

TELEFON 08-506 002 00

E-MAIL svensktvatten@svensktvatten.se

www.svensktvatten.se