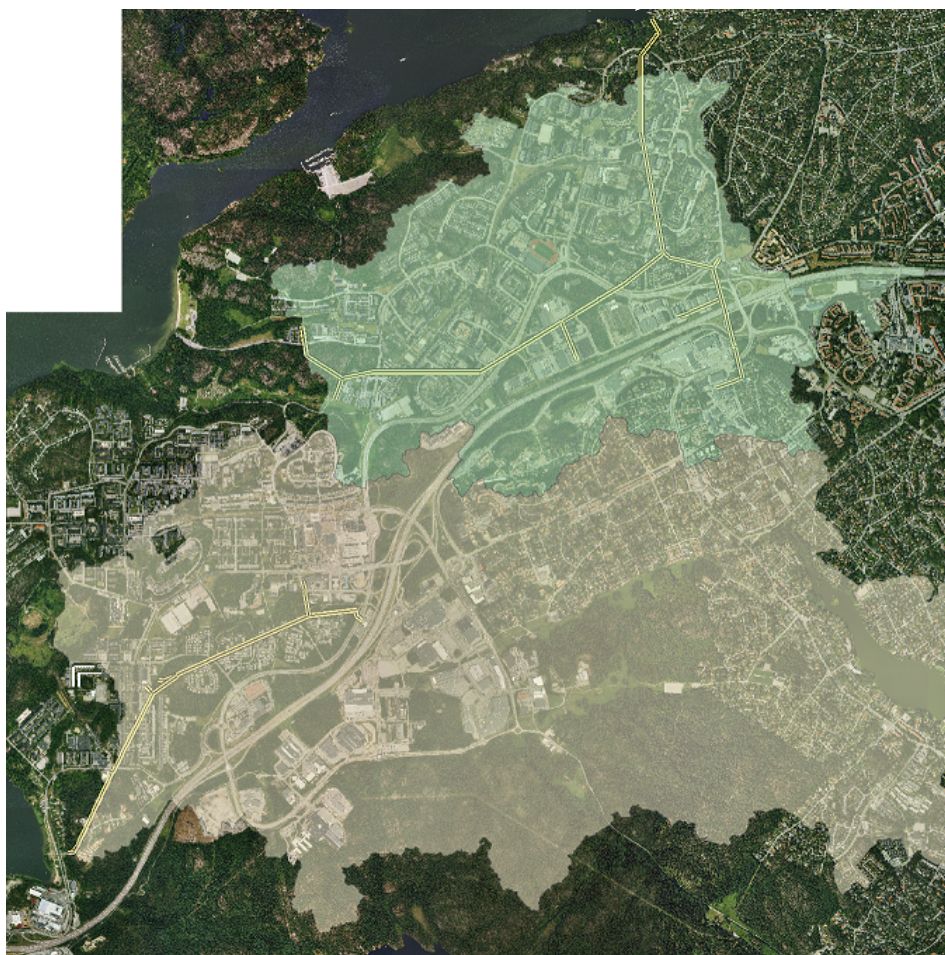



Stockholm Vatten VA AB

Kartering av tillrinningsområden för Vårby-tunneln och Skärholmen-Mälarhöjdstunneln



Uppdragsnummer
12800105

Växjö 2008-12-19

		LEDNINGSSYSTEM FÖR KVALITET <i>DHI har under 2006-2007 infört ett Ledningssystem för kvalitet enligt ISO 9001:2000. Certifiering pågår under 2008.</i>	
Uppdragets namn: Kartering av tillrinningsområde för dagvattentunneln Vårby och Skärholmen-Mälardöden		Beställare Stockholm Vatten VA AB	
Uppdragsledare: Lars-Göran Gustafsson	Uppdragsnr.: 12800105		
Kvalitetsansvarig: Lars-Göran Gustafsson		Beställarens ombud Christer Lännergren	
Handläggare: Stefan Ahlman, Ulrika Sabel			
Rapport: Kartering av tillrinningsområden för Vårbytunneln och Skärholmen-Mälardödstunneln		Granskad av: <i>US</i>	Datum: <i>2008-08-21</i>
Författare Stefan Ahlman		Godkänd av kvalitetsansvarig: <i>LGG</i>	Datum: <i>2008-09-02</i>

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Bakgrund	2
2.1	Tillrinningsområden i stadsmiljö.....	2
2.2	Områdesbeskrivning.....	2
3	Metod	4
3.1	Verktyg.....	4
3.2	Skapande av höjdmodeller.....	4
3.3	Tillrinningsområden.....	4
4	Indata	7
5	Resultat	8
5.1	Vårbytunneln.....	8
5.2	Skärholmen-Mälarhöjdstunneln.....	9
6	Diskussion och slutsatser	10
7	Framtida användning av resultat	11
8	Referenser	12

1 Inledning

I Stockholm finns få sjöar och vattendrag vars tillrinningsområden är naturliga och bestäms enbart av topografin. Naturliga tillflöden har avletts och andra flöden har tillkommit via ledningar och tunnlar. De tekniska lösningarna måste därför inkluderas vid kartering av tillrinningsområden.

För att kunna modellera och beräkna belastningar till en sjö eller ett vattendrag i Storstockholm räcker det inte att arbeta med en rent geografisk och topografisk bestämning av vattendelare och tillrinningsområden. Ledningsdragningar och tunnelsträckningar inom deltillrinningsområden och de verksamheter som pågår inom dessa måste också vara kända.

I miljömiljardsprojektet ”Stockholms Sjöar” har tekniker tagits fram för kartering av tillrinningsområden med målsättning att erhålla ett effektivt underlag för beslut i plan- och vattenvårdsarbete. I ett delprojekt inom ”Stockholms Sjöar” har DHI Sverige AB tagit fram en metodik för kartering av naturliga och tekniska till- och deltillrinningsområden med programvaran MIKE BASIN. DHI har därefter fått i uppdrag av Stockholm Vatten att kartera till- och deltillrinningsområden för två dagvattentunnlar – Vårby och Skärholmen-Mälardöjden. Föreliggande rapport beskriver hur den framtagna metodiken har använts i den aktuella studien samt presenterar resultatet av karteringen för dagvattentunnlarna. De framtagna tillrinningsområdena har också levererats till Stockholm Vatten i digitalt format som Shape-filer.

2 Bakgrund

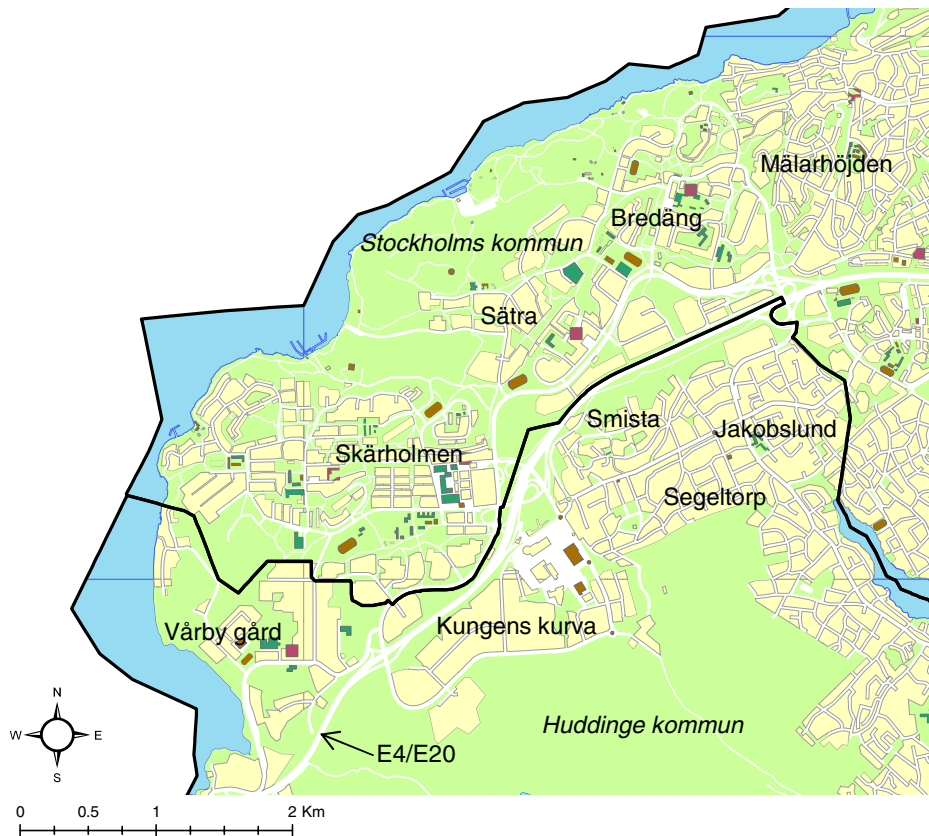
2.1 Tillrinningsområden i stadsmiljö

Eftersom de hydrologiska förhållandena i dagens stadsmiljö kan vara mycket annorlunda än vad de skulle ha varit naturligt kan inte sjöar och vattendrags egentliga tillrinningsområden bestämmas enbart utifrån topografin i dessa områden. Det naturliga (topografiska) tillrinningsområdet beskriver inte den yta som i realiteten dräneras och därför kan detta inte heller ligga till grund för planering i området. Istället krävs det att man känner till det tekniska tillrinningsområdet där man även tagit hänsyn till dagvattenssystemet.

Tekniska tillrinningsområden kan tas fram manuellt men sådan kartering är tidskrävande och därmed också kostsam. Genom att använda en effektiv metod för automatisk kartering kan processen göras mer kostnadseffektiv och också mer objektiv. I miljömiljöprojektet "Stockholms Sjöar" har verktyget MIKE BASIN utvärderats för kartering av topografiska och tekniska tillrinningsområden. Metoden som togs fram tillämpades på Kyrksjön och Råcksta Träsk och resultaten från karteringen av de tekniska områdena jämfördes med manuellt karterade områden. MIKE BASIN visade sig vara ett mycket användbart och tillförlitligt verktyg.

2.2 Områdesbeskrivning

Detta uppdrag gäller kartering av tillrinningsområden för två dagvattentunnlar inom Stockholm Vattens verksamhetsområde. Tunnlarna benämns Vårbytunneln och Skärholmen-Mälardödstunneln. Tunnlarnas tillrinningsområden ligger i både Stockholms och Huddinge kommun. Vårbytunneln mynnar i Vårbyfjärd, en del av Mälaren. Skärholmen-Mälardödstunnelns tillrinningsområde mynnar i nordöstra delen av Fiskarfjärden, även den en del av Mälaren. Omgivningarna består av blandad stadsbebyggelse med en viss andel grönområden. Bostadsområdena Vårby Gård, Skärholmen, Sättra, Bredäng och Mälardöden ingår i tunnarnas tillrinningsområden. Även bostadsbebyggelsen i Smista, Jakobslund och Segeltorp liksom industri- och verksamhetsområdet kring Kungens kurva ingår i tillrinningsområdet. Den starkt trafikerade motorvägen E4/E20 går igenom båda tillrinningsområdena. Kartan nedan är ett utdrag ur den digitala stadskartan.



Figur 2-1 Karta över området kring Vårby, Skärholmen och Mälärhöjden samt kommungräns.

3 Metod

3.1 Verktyg

MIKE BASIN är ett verktyg för hydrologisk modellering och planering utifrån avrinningsområden (MIKE by DHI, 2008). MIKE BASIN utnyttjar ArcGIS som plattform och uppbyggnad och korrigering av en modell sker direkt på skärmen. Eftersom MIKE BASIN även behandlar data i form av tidsserier är det möjligt att analysera geografisk data i både tid och rum. Möjligheten att variera tidsstegen gör att verktyget kan användas för att beräkna situationen under en längre period eller för att simulera enskilda händelser.

En MIKE BASIN-modell består av ett nätverk av individuella vattendrag som kopplas samman med noder. Noderna representerar de platser där vattendrag möts, men kan också sättas ut där andra aktiviteter påverkar flödet eller där man vill kunna plocka ut resultat från modellen. Alla beräkningar sker vid noderna och det är också här ett avrinningsområde kopplas till nätverksmodellen.

I MIKE BASIN finns ett verktyg för automatisk indelning av avrinningsområden utifrån en digital höjddata. En närmare beskrivning av metoden finns i kapitel 3.3.

Viss bearbetning av data samt skapandet av höjddata har skett i programmet ArcGIS version 9.2 (ESRI, 2008). Vilket arbete som skett i ArcGIS framgår i metodbeskrivningen nedan.

3.2 Skapande av höjddata

För att skapa en digital höjddata (DEM) till underlag för karteringen i MIKE BASIN kombinerades laserscannad höjddata i punktform med höjddata. Detta var nödvändigt eftersom det inte fanns laserscannad höjddata för Huddinge kommun. Den kombinerade höjddatan interpolerades sedan med metoden *Topo to Raster* i ArcGIS (Spatial Analyst Tools) till en DEM med rutstorlek 2x2 meter. *Topo to Raster* är specifikt utformad för att skapa korrekta hydrologiska höjddata. Vid interpoleringen fylls de hål som finns i höjddata, t.ex. bortklippta byggnader och vegetation.

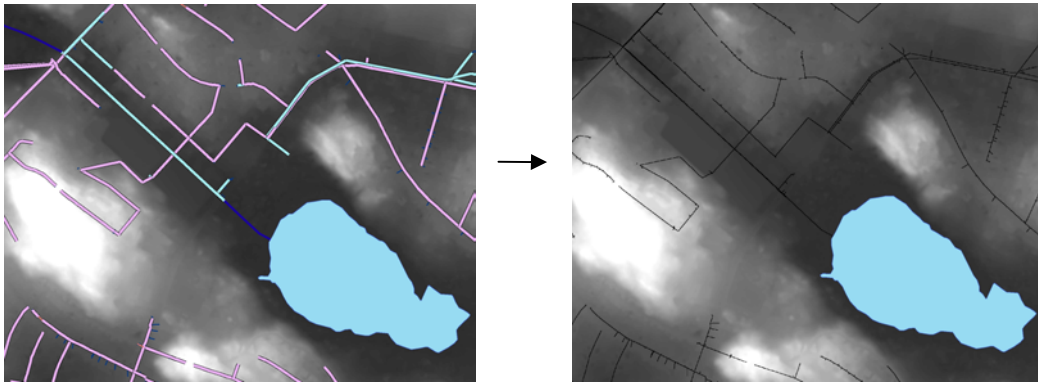
3.3 Tillrinningsområden

Nedan följer en allmän beskrivning av den metodik som används för att ta fram tekniska tillrinningsområden för sjöar och vattendrag. För att illustrera metoden har bilder från en tidigare kartering av Kyrksjöns avrinningsområde använts. En mer utförlig beskrivning av metoden finns i rapporten Stockholms Sjöar (DHI, 2008).

I städer finns det dagvattenledningar och kombinerade ledningar som förändrar avrinningsförhållandena och leder vatten till eller bort från det naturliga tillrinningsområdet vilket gör att även dagvattenförande ledningar måste tas med i avgränsningen. Det krävs då att ledningsnätet finns att tillgå digitalt och att ledningens funktion finns redovisad, det vill säga att man vet vilken typ av ledning det rör sig om. Endast dagvattenförande ledningar skall inkluderas och det är dessutom viktigt att ledningarna verkligen har kontakt med marken i det aktuella området, och inte bara korsar det. Ledningar utan kontakt

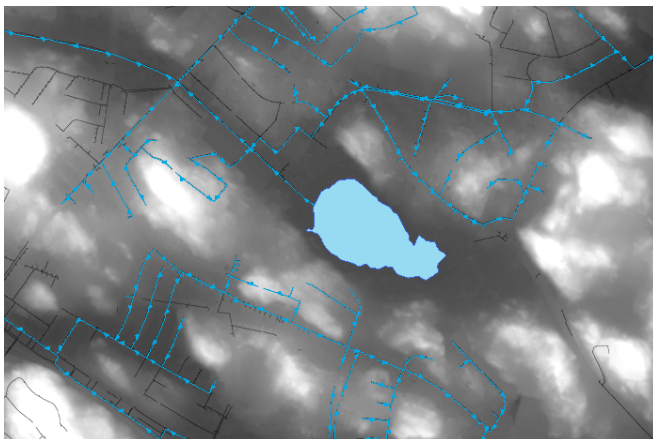
med marken skall tas bort ur studien innan arbetet fortsätter. Information om dagvattensystemet skall finnas för ett större område än vattendragets naturliga tillrinningsområde täcker eftersom det tekniska tillrinningsområdet kan vara större än det naturliga.

Den höjdmmodell som ska användas tas in i MIKE BASIN. Om det finns vattendrag i området är det första steget att dessa sänks eller ”bränns” ner i topografin så att de utgör terrängens lägsta punkt. Ledningsnätet för dagvatten bränns sedan ner i terrängen på samma sätt som gjordes med vattendrag. Genom manuell kontroll identifieras de ledningar som leder vatten in mot tunneln och de som leder bort vatten.



Figur 3-1 Ledningsnätet i området sänks ner till terrängens lägsta punkt.

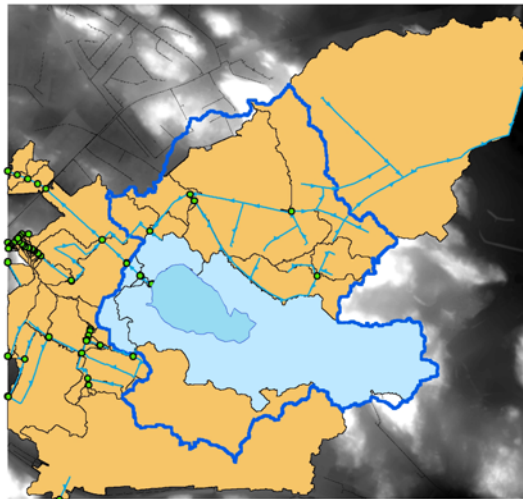
När höjdmodellen justerats skapas ett rasterskikt som visar flödesriktningen för varje cell och därefter kan MIKE BASIN-modellen börja byggas upp. Punkter sätts ut manuellt längst uppströms i ledningarna. Ett nätverk av ledningar och noder skapas därefter automatiskt genom att modellen söker ut ledningens sträckning där höjdmodellen erbjuder minst motstånd, det vill säga där topografin är som lägst. Eftersom ledningarna tidigare sänks ner i höjdmodellen kommer minsta motståndet att sammanfalla med de ursprungliga ledningarna. En vektorlinje som representerar ledningen genereras och flödesriktningen bort från uppströmspunkterna markeras med pilar. Processen upprepas för alla ledningar i området och på de ställen där två grenar möts uppstår automatiskt en nod.



Figur 3-2 Utifrån de nedsänkta ledningarna söker MIKE BASIN ut ett nätverk som motsvarar dagvattensystemet.

När dräneringsnätet är komplett definieras utloppspunkten för sjön eller vattendraget (i det här fallet den tunnel som studeras) och markeras med en nod. Utifrån flödesriktningen som räknades ut tidigare söker modellen sedan ut det område som dräneras till utloppspunkten.

Eftersom ledningsnätet inte följer topografin på samma sätt som det naturliga dräneringsnätet är det viktigt att ledningarna hänger ihop för att de sträckningar som modellen automatiskt söker ut verkligen skall hamna på samma plats som de nedsänkta ledningarna. Om nätet är osammanhängande förlorar man effekten av att sänka ner det eftersom avbrotten skapar motstånd och modellen eventuellt hittar vägar som erbjuder mindre motstånd. Utloppspunkter sätts sedan på olika platser i ledningsnätet och tillrinningsområden till dessa punkter tas fram. Antalet punkter som krävs varierar och processen upprepas tills det är tydligt vilken yta som dräneras av varje ledning. Att ledningsnätet inte följer topografin har betydelse även i detta moment eftersom det gör det svårare att fånga stora tillrinningsområden och många punkter kan krävas för att avgränsa dräneringen till en ledning.



Figur 3-3 Utloppspunkter har satts ut på ledningsnätet och tillrinningsområden för dessa har skapats. De ytor som är markerade med orange dräneras till ledningar som för vatten bort från sjön. Blått område dräneras till sjön och den mörkblå linjen markerar det topografiska tillrinningsområdets utbredning.

Det tekniska tillrinningsområdet kan nu bestämmas genom att de ytor som dräneras till ledningar som leder vatten ut ur det naturliga tillrinningsområdet tas bort. De utanföriggande områdena varifrån vatten leds inåt inkluderas istället. Om det återstår områden inom det naturliga tillrinningsområdet som inte dräneras till någon ledning läggs denna area till den som via ledningar dräneras till sjön och därmed är det tekniska avrinningsområdet definierat.

4 Indata

I projektet har följande data använts (samtliga i Shape-format):

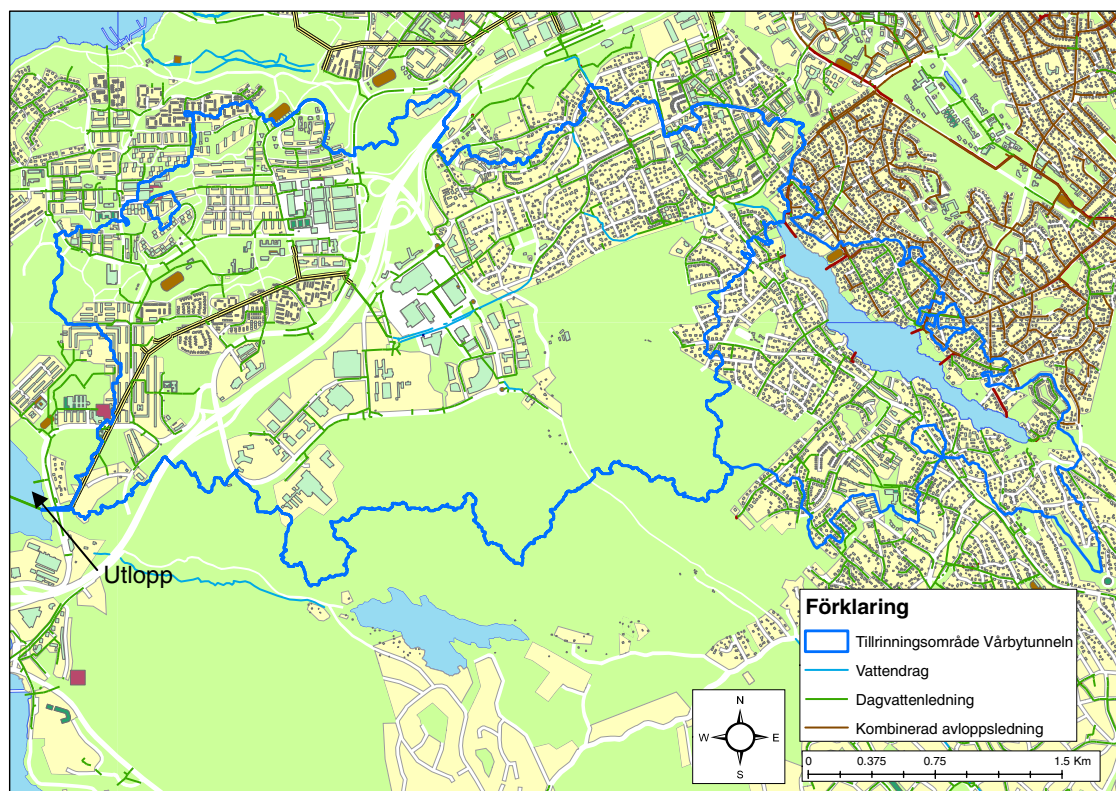
- Laserscannad höjddata i punktform (en punkt per 2x2 meter)
- Höjdkurvor, ekvidistans 1 meter
- Ledningsnät som inkluderar dagvatten- och kombinerade ledningar, dagvattentunnlar samt relevanta torra kulvertar
- Stads-karta över Stockholm där bland annat lägena för sjöar och vattendrag ingår
- Ortofoton

5 Resultat

Nedan följer en beskrivning av resultaten från den karteringsmetod av tillrinningsområden som beskrivs i kapitel 3.3 tillämpad på Vårbytunneln och Skärholmen-Mälärhöjdstunneln.

5.1 Vårbytunneln

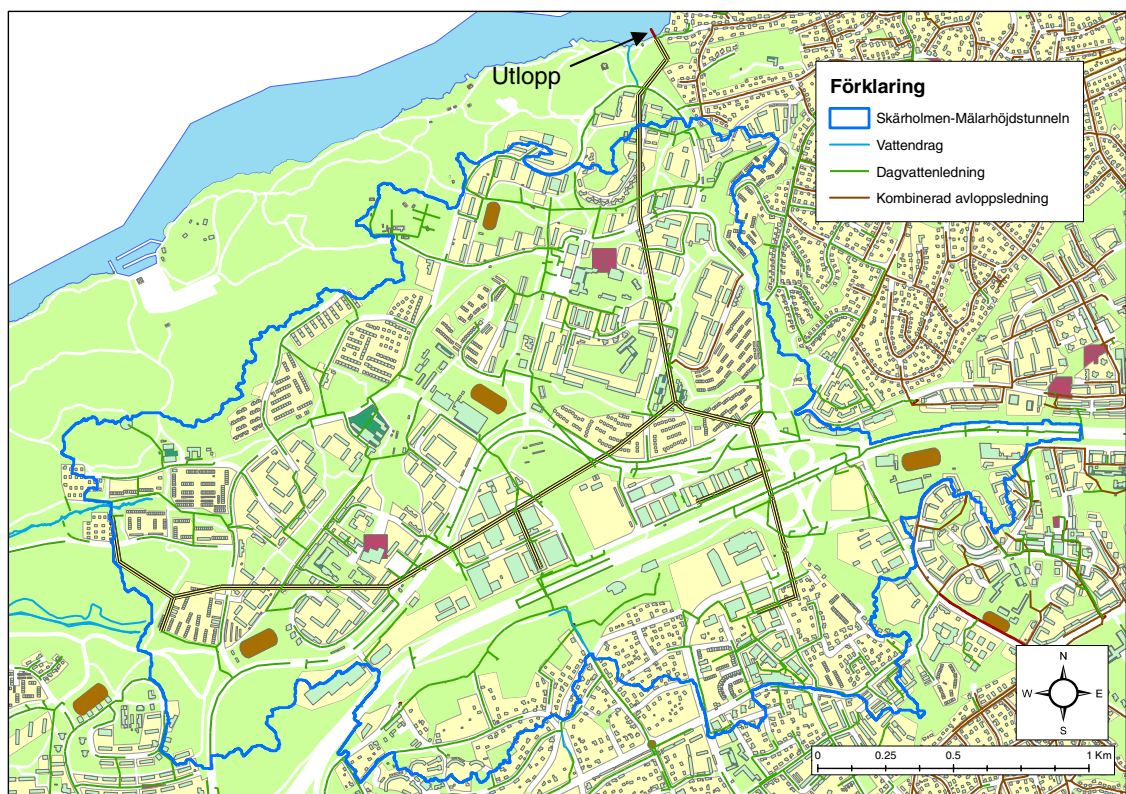
Den totala ytan för det tekniska tillrinningsområdet för Vårbytunneln är 1113 ha. Av denna yta har 855 ha karterats med DHI:s metod. Övriga 258 ha runt Långsjön har karterats tidigare av Stockholm Vatten. I östra delen av området tillförs vatten från Långsjöns avrinningsområde samt bostadsområdena Smista, Segeltorp och Jakobsdal. Dessa områden dräneras med dagvattenledningar och ett antal mindre vattendrag till tunnelpåslaget vid Kungens kurva. Till detta påslag avvattnas även industri- och verksamhetsområdet vid Kungens kurva samt naturmark i områdets södra del. Större delen av Skärholmen samt Vårby gård avvattnas också till Vårbytunneln. I Skärholmen Centrum sker en del av dagvattentransporten i ledningar som är dragna i torra kulvertar. Motorvägens (E4/E20) sträckning i tillrinningsområdet är ca 2,7 km exklusive av- och påfarter. Stockholmsdelen utgör 24 % (262 ha) och Huddingedelen 76 % (851 ha) av det totala tillrinningsområdet för Vårbytunneln. I Huddinge kommuns del av tillrinningsområdet ingår dock en större andel naturmarksavrinning.



Figur 5-1 Tekniskt tillrinningsområde för Vårbytunneln.

5.2 Skärholmen-Mälärhöjdstunneln

Den totala karterade ytan för det tekniska tillrinningsområdet för Skärholmen-Mälärhöjdstunneln är 493 ha. Norr om E4/E20, som i detta område utgör gräns mellan Stockholms och Huddinge kommun, avvattnas områdena Sättra och Bredäng, samt vissa delar av Mälärhöjden som ligger i Stockholms kommun. Söder om E4/E20 avvattnas delar av områdena Smista och Segeltorp som ligger i Huddinge kommun. Övriga delar av Smista och Segeltorp avvattnas till Vårbytunneln. Dagvattenavledning till Skärholmen-Mälärhöjdstunneln sker i huvudsak via dagvattenledningar; inga andra betydande vattendrag finns i området. Motorvägens (E4/E20) sträckning i tillrinningsområdet är ca 2,9 km exklusive av- och påfarter. Stockholmsdelen utgör 79 % (388 ha) och Huddingedelen 21 % (105 ha) av det totala tillrinningsområdet för Skärholmen-Mälärhöjdstunneln.



Figur 5-2 Karterat tekniskt tillrinningsområde för Skärholmen-Mälärhöjdstunneln.

6 Diskussion och slutsatser

Den metodik som tidigare tagits fram har i detta projekt visat sig fungera mycket bra även för att kartera tekniska tillrinningsområden för dagvattentunnlar i stadsmiljö. Den stora fördelen med att ta fram tillrinningsområden med MIKE BASIN istället för med manuell kartering är att det förstnämnda går betydligt fortare och samtidigt ger pålitliga objektiva resultat. Noggrannheten på det tekniska området kan bli minst lika bra som med manuell bedömning men det kräver att ledningsnätet är väl karterat.

Eftersom MIKE BASIN karterar tillrinningsområden utifrån topografin är det viktigt att höjddata är av bra kvalitet och tidigare studier har visat att det uppstår märkbara skillnader om olika upplösningar används. I detta projekt har i huvudsak laserscannad höjddata i punktform med horisontell upplösning på 2x2 meter använts. Detta är den lägsta upplösning som rekommenderas för metoden. En lägre upplösning på höjddata gör att viktiga sänkor och barriärer i topografin smetas ut vilket kommer att ge ett felaktigt karteringsresultat. I den södra delen av tillrinningsområdet för Vårbytunneln saknades högupplöst höjddata eftersom laserscanningen inte utförts inom Huddinge kommun. Laserscanningen överlappar ändå kring kommungränsen så det är i princip bara för naturmarken i söder som höjdkurvor har använts som komplement till uppbyggnad av höjddata. Således bedöms detta inte ha påverkat noggrannheten av karteringen i någon hög grad.

Avgörande för metodens effektivitet är annars kvaliteten på ledningsdata. Ofullständig information om dagvattensystemet gör att manuell tolkning måste finnas med i processen. Sådan ofullständig information inkluderar t.ex. saknade vattengångar och ej entydiga ledningsriktningar. Metoden är dock ändå snabbare och mer objektiv än en helt manuell kartering.

7 Framtida användning av resultat

När en kartering är utförd av tillrinningsområden inom en stad blir det möjligt att använda denna information som beslutsunderlag i framtida plan- och vattenvårdsarbete. Här ges några exempel:

1. Beräkna föroreningsbelastning till recipient samt reningsåtgärder

Utifrån delavrinningsområden, markanvändning och nederbörd beräknas belastning av t.ex kväve, fosfor, koppar till recipienten från dagvattnet. Detta kan t.ex. utföras med programvarorna MIKE BASIN alternativt MIKE URBAN Storm Water Quality (SWQ). Beskrivs en hydraulisk modell i MIKE URBAN i anslutning till detta kan det även tas hänsyn till belastning från spillvatten vid bräddning. Det finns även möjlighet i MIKE URBAN SWQ att utvärdera olika strategier för att minska föroreningsbelastningen, t.ex. genom att anlägga dagvattendammar.

2. Riskvärdering vid t.ex en olycka

Informationen om tillrinningsområden är också viktig vid akuta händelser. När det sker en olycka, t.ex. ett utsläpp från en tankbil, kan informationen om delavrinningsområden ge underlag till svar på frågor som:

- Hur lång tid tar det för föroreningen att nå recipienten?
- Vilken transportväg har föroreningen?

Informationen om delavrinningsområden är också viktig när Räddningstjänsten ska bedöma i vilken recipient släckvattnet från en brand hamnar.

8 Referenser

DHI. (2008). *Stockholms Sjöar. Delprojekt: Metodik och verktyg för kartering av till- och deltillrinningsområden för Kyrksjön och Råcksta träsk*. Proj. Nr. 6058. 2008-03-04.

ESRI. (2008). Internet: <http://www.esri.com/software/arcgis/index.html>.
Besökt: 2008-07-09

MIKE by DHI. (2008). Internet:
<http://www.dhi.se/DHIsoftware/Vattenresurs/MIKEBASIN.aspx>
Besökt: 2008-07-09