Nr 98, 2005

SMHI

Hydrologi

Detaljerad översvämningskarta för Eskilstunaån. Ett projekt inom KRIS-GIS ®

Tahsin Yacoub, Ylva Westman,
Håkan Sanner, Bernth Samuelsson

Omslagsbild: Rosenfors spegeldamm
Foto: Tashin Yacoub, SMHI
2000-08-28

Hydrologi
Nr 98, 2005

Detaljerad översvämningskarta för Eskilstunaån. Ett projekt inom KRIS-GIS ®

Tahsin Yacoub, Ylva Westman,
Håkan Sanner, Bernth Samuelsson

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning 2

2 Inledning 3

3 Allmänt om översvämningskartering 3

Översvämningskarta och återkomsttid 3

Produktion av översvämningskartor 4

Användning av detaljerade översvämningskartor 5

4 Beräkningsförutsättningar och genomförande av beräkningar .. 6

Flöden 6

Modellbeskrivning av vattendraget 6

4.1.1 Laserskannade höjddata 7

4.1.2 Ekolodade djupdata i Eskilstunaån 7

Hydrauliska beräkningar 7

4.1.3 Antaganden 8

4.1.4 Kalibrering 8

5 Resultat 8

Modellberäkningar 8

Översvämningskartor 9

6 En jämförelse mellan den detaljerade och den översiktliga översvämningskarteringen. 9

Skillnad i förutsättningar 9

6.1.1 Underlag vid den översiktliga översvämningskarteringen 9

6.1.2 Underlag vid den detaljerade översvämningskarteringen 9

Resultat 10

6.1.3 Skillnad i vattenstånd 10

6.1.4 Skillnad i översvämmat område 12

7 Slutsatser 15

8 Referenser 16

9 Bilagor 17

Bilaga 1, Beskrivning av de kartskikt som levereras i digitalt format 17

Bilaga 2, Kartor med detaljerade översvämningszoner .....

Bilaga 3, Jämförelse mellan detaljerad och översiktlig översvämningskarta vid 100 årsflödet, ...

Bilaga 4, Jämförelse mellan detaljerad och översiktlig översvämningskarta vid BHF. .....

Bilaga 5, Vattenståndsskillnader mellan olika detaljerad beskrivning av vattendraget i den hydrauliska modellen .....

Bilaga 6, Dammar och broar som används i beräkningarna .....

1 Sammanfattning

SMHI har gjort en detaljerad översvämningskarta för en 23 km lång sträcka längs Eskilstunaån, från utloppet av Närsjöfjärden och ned till mynningen i Mälaren. Arbetet har drivits som ett projekt inom KRIS-GIS ® och finansierats till hälften av KBM (via Lantmäteriets Totalförsvarsenhet) och till häften av SMHI.

En jämförelse mellan den framtagna detaljerade översvämningskarteringen och den av Räddningsverket finansierade översiktliga översvämningskarteringen för Eskilstunaån har också genomförts.

En laserskannad höjdmodell med hög noggrannhet har tagits fram och en ekolodning av Eskilstunaån har genomförts. Med bland annat detta underlagsmaterial har den detaljerade karteringen genomförts.

De hydrauliska beräkningarna har förbättrats av den mer detaljerade höjddatabasen och djupmätningarna.

Vattenståndsberäkningarna i den översiktliga översvämningskarteringen är oftast förvånansvärt bra, men stora fel kan finnas på kortare sträckor längs vattendraget. Det beror på och är beroende av mängden och kvalitén på extrainformationen som inhämtas, såsom broritningar, dammuppgifter, vattenståndsuppgifter från tidigare flöden och tidigare inventeringar.

De översvämmade områdena skiljer relativt mycket mellan den detaljerade och den översiktliga översvämningskarteringen. Den huvudsakliga orsaken är skillnaden mellan höjddatabaserna.

2 Inledning

Eskilstunaån är ett reglerat vattendrag som börjar vid Hjälmarens utlopp och flyter ut i Mälaren efter 37 km. Ån rinner i ett relativt flackt landskap med en total fallhöjd på 20 m. Hjälmaren regleras av Hyndevads damm. Totalt finns det 8 dammar och ett antal broar längs Eskilstunaån. Invallningar har byggts på båda sidor om ån på sträckan mellan Faktoridammar och Torshälla.

Totalförsvarssamverkan inom sektorn geografisk information skall bidra till att tillgodose samhällets behov av samordnad och samverkande geografisk information i fredstida kriser, vid höjd beredskap och i krig. Samverkan inom sektorn skall även bidra till att samhällets krishanteringsförmåga utvecklas.
Totalförsvarssektorn geografisk information verkar inom ramen för *Förordningen (2002:472) om åtgärder för fredstida krishantering och höjd beredskap.*

De myndigheter som samverkar i sektorn (samverkansgruppen) är Lantmäteriverket (LMV), som är sammankallande och samverkansansvarig myndighet, Sveriges geologiska undersökning (SGU), Sjöfartsverket (SjöV), Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), Vägverket (VV) och Statens geotekniska institut (SGI). Som adjungerade deltar Krisberedskapsmyndigheten (KBM).

Inom ramen för denna sektorssamverkan har konceptet KRIS-GIS ® utvecklats kring frågor rörande krishantering och uppbyggnad av stöd för krishantering. I konceptet ingår bland annat att belysa den geografiska informationens betydelse för krishantering, utbildning och information om GIS för krishantering, utveckling av metodik för att beskriva behovet av relevant geografisk information och övning i hur samverkande information kan utgöra planerings- och beslutsunderlag. Inom KRIS-GIS ® bedrivs även en forsknings- och utvecklingsverksamhet och som en del i den verksamheten har en detaljerad översvämningskartering längs Eskilstunaån genomförts. En laserskannad höjdmodell med hög noggrannhet har tagits fram och en ekolodning av Eskilstunaån har genomförts. Med bland annat detta underlagsmaterial har den detaljerade karteringen genomförts. Den detaljerade översvämningskarteringen omfattar enbart naturliga flöden, dvs. inte flöden uppkomna genom t.ex. dammbrott och isdämningar.

Arbetet med flödesmodellering, hydraulisk modellering, och framtagning av översvämningskartor har finansierats till hälften av KBM (via Lantmäteriets Totalförsvarsenhet) och till häften av SMHI. En jämförelse mellan den framtagna detaljerade översvämningskarteringen och den av Räddningsverket finansierade översiktliga översvämningskarteringen för Eskilstunaån har också genomförts.

3 Allmänt om översvämningskartering

Översvämningskarta och återkomsttid

Som mått på översvämningsrisken används ofta begreppet återkomsttid, vilket betecknar den genomsnittliga tiden mellan två översvämningar av samma omfattning. Begreppet återkomsttid ger dock en falsk känsla av säkerhet, eftersom det anger sannolikheten för ett enda år och inte den sammanlagda sannolikheten för en period av flera år. Tabell 1 visar den sammanlagda sannolikheten för att ett

flöde med en viss återkomsttid skall överskridas under en längre tidsperiod. Ett flöde med återkomsttiden 100 år har t.ex. 40% sannolikhet att inträffa under en 50-årsperiod och ett flöde med återkomsttiden 10 000 år 1% sannolikhet att inträffa under en 100-årsperiod.

Tabell 1: Sannolikhet för ett visst flöde uttryckt i % under en period av år.

Flöde	Period av år					
	10 år	50 år	100 år	200 år	500 år	1000 år
20 årsflöde	40	92	99	100	100	100
100 årsflöde	10	40	63	87	99	100
1000 årsflöde	1	5	10	18	39	63
10 000 årsflöde	0.1	0.5	1	2	5	9.5

Det är svårt att beräkna flöden med mycket långa återkomsttider (1000 år eller mer) och osäkerheten blir mycket stor. Normalt finns det mindre än 100 års observationer att utgå ifrån och i reglerade system är de observerade vattenföringsserierna betydligt kortare.

Översvämningskartorna har producerats för två nivåer. Dessa nivåer motsvarar ett flöde med 100 års återkomsttid respektive beräknat högsta flöde (BHF). Framtagningen av beräknat högsta flöde har skett i enlighet med Flödeskommitténs riktlinjer för dammdimensionering (dammar i riskklass I) (1), som bygger på en systematisk kombination av alla kritiska faktorer (regn, snösmältning, hög markfuktighet, högt vattenstånd i sjöar samt magasinsfyllning i reglerade vattendrag) som bidrar till ett flöde. För dammdimensionering benämns detta flöde det dimensionerande flödet. Någon återkomsttid kan inte anges för detta flöde, men den är betydligt större än 100 år och ligger i storleksordningen 10 000 år.

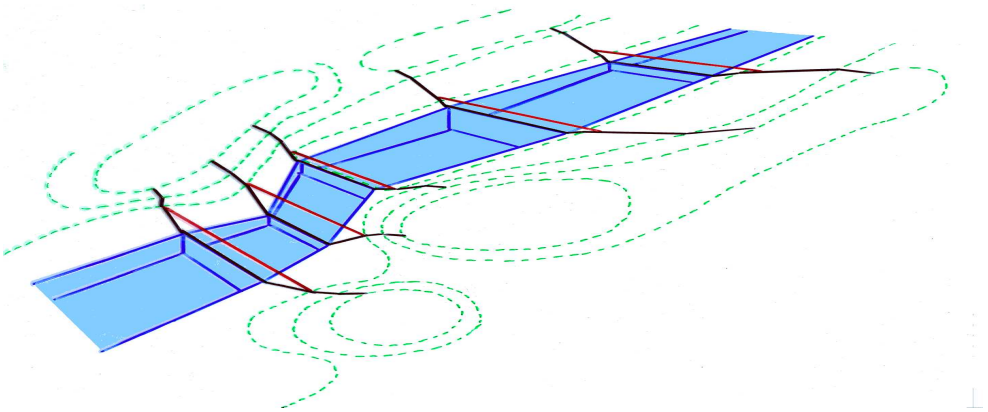
Produktion av översvämningskartor

Produktion av en översvämningskarta består av tre huvudmoment. Dessa är:

- *Beräkning av flöden, i detta fall 100-års och beräknat högsta flöde, för vilka översvämningszoner skall karteras.*

  Beräkning av 100-års flöde görs normalt genom statistisk analys av observerade vattenföringsserier. När det gäller beräknat högsta flöde blir en sådan uppskattning alltför osäker. Beräkningen sker i stället enligt Flödeskommitténs riktlinjer för dammdimensionering (riskklass-I dammar) (1). Vid beräkningen används en hydrologisk datamodell, som matas med maximalt ogynnsamma förutsättningar när det gäller nederbörd, snösmältning och markvattenförhållanden. På så sätt kan beräknat högsta flöde simuleras.
- *Beräkning av vattenstånd motsvarande ovan nämnda flöden i vattendraget.*

Beräkning av vattenstånd utifrån beräknade flöden genomförs med en hydrodynamisk datamodell. En modell av vattendraget skapas med hjälp av sektioner som läggs tvärs över vattendraget, där vattendragets och flodplanets geometri förändras. Modellbeskrivningen av vattendragets bottentopografi sker med hjälp av damm- och broritningar, uppgifter och uppskattningar av vattendragets egenskaper (bl.a. lutning och bottenfriktion) samt det omkringliggande landskapets topografi och råhet. I den här detaljerade översvämningskarteringen har uppmätt bottendjup och omgivningens detaljerade beskrivning gjort att sektionerna är väl beskrivna. Resultatet blir för varje tvärsektion ett vattenstånd för respektive flöde. Modellen kalibreras in mot tidigare mätningar av vattenstånd och vattenföring.



Figur 1 Fördelning av tvärsektioner och beskrivning av vattendraget i en hydraulisk modell.

- *Kartläggning av översvämmat område för vattendragssträckan.*
  Kartläggning av översvämmat område sker med hjälp av GIS. SMHI har använt en laserskannad höjdmodell med hög noggrannhet och uppgifter från en ekolodning av Eskilstunaån för beskrivning av topografin. Vattenstånden längs hela vattendragsträckan interpoleras fram. Genom att jämföra nivåer hos den simulerade vattenytan med nivåer i den detaljerade höjdmodellen får man det översvämmade området.

Användning av detaljerade översvämningskartor

Den detaljerade översvämningskarteringen är avsedd för övergripande och detaljerad insatsplanering av räddningstjänstens arbete samt som detaljerat underlag vid kommunernas planering. Den avser hela den aktuella vattendragssträckan och ger en tydlig bild av eventuella översvämningsproblem i samhällen samt känsliga lägen för t.ex. vägar och järnvägar.

4 Beräkningsförutsättningar och genomförande av beräkningar

Flöden

Flödet med 100 års återkomsttid samt beräknat högsta flöde enligt Flödeskommitténs riktlinjer för riskklass-I dammar har tagits fram för nedanstående platser i tabell 2. Beräknat högsta flöde har erhållits genom beräkning i HBV-modellen (3). Flöden med återkomsttid 100 år är framräknade med hjälp av frekvensanalys på vattenföringsserier och baseras främst på serien från Övre Hyndevad (61-138) (4,5). Flödena samt deras hydrografer har använts som inflöde till den hydrodynamiska modellen och har arealviktats för att utnyttjas vid skattning av tillrinnande biflöden.

Tabell 2: 100-årsflöden, beräknade högsta flöden/tillrinning och beräknat högsta vattenstånd enligt Flödeskommitténs riktlinjer för riskklass-I dammar.

Plats för beräknat flöde och vattenstånd	100-årsflöde [m^3/s]	Beräknat högsta flöde [m^3/s]	Beräknad högsta tillrinning [m^3/s]
Eskilstunaån utlopp Hjälmaren	122		
Eskilstunaån vid Hyndevad	123	198	2072
Eskilstunaån Mynning vid Mälaren	125		

Modellbeskrivning av vattendraget

Den detaljerade hydrauliska modellen har anpassats för en 23 km lång sträcka längs Eskilstunaån. Från utloppet av Närsjöfjärden, där vattendraget gör en 90 graders sväng strax uppströms Hyndevads regleringsdamm, ned till mynningen i Mälaren.

Vattendragets stomlinje och sektionerna har digitaliserats på samma ställen som i den översiktliga översvämningskarteringen, för att möjliggöra en jämförelse, men med detaljerade höjddata som underlag.

Inga uppgifter från den översiktliga karteringen har använts annat än sådant som är tillgängligt genom det allmänt tillgängliga materialet i rapporten (8) och cd-skivan från den översiktliga översvämningskarteringen.

Framtagning av bottenprofil och djup i tvärsektionerna har gjorts med hjälp av utförd djuplodning, damm- och broritningar. Inga invallningar har tagits med vid uppsättningen av modellen.

Den karterade sträckan av Eskilstunaån representeras av 41 tvärsektioner. Dammprotokoll och inventeringsuppgifter har används för beskrivning av dammar och deras avbördningsförmåga i modellen. Kompletteringar och uppdaterade

indata har fåtts direkt från dammägarna, se tabell i bilaga 5. 12 broritningar har använts varav 8 broar lagts in i modellen, se tabell i bilaga 5. Enbart de broar som bedöms kunna dämma vid höga flöden är medtagna i modellen. För beskrivning av broar har sammanställningsritningar använts.

4.1.1 Laserskannade höjddata

På uppdrag av projektet KRIS-GIS® har TopEye AB i Göteborg utfört en laserskanning av Eskilstunaån , sträckan Skogstorp till Torshälla. Laserskanningen utfördes den 13 april 2004 med TopEye system S/N 4. Mätningen utfördes på flyghöjden 300 m och den resulterade i ca 41 milj. laserpunkter motsvarande ca 2 punkter/m². Utgående från detta material har TopEye AB filtrerat bort vegetation mm och skapat ett dataset som representerar markytan. Datasetet innehåller ca 4,6 milj. så kallade ”Model Key Points”. TopEye AB har även genomfört en kvalitetskontroll som visar att de i uppdraget uppställda kraven har uppfyllts, dvs. en noggrannhet i plan som är ≤ 0,5 m och i höjd som är ≤ 0,15 m.

Ur det laserskannade datasetet har Lantmäteriets Totalförsvarsenhet skapat en digital höjdmodell DEM (Digital Elevation Model) . Höjdmodellen har sedan levererats till SMHI i form av ett TIN (Triangulated Irregular Network). Utgående från TIN:et har SMHI skapat ett GRID (ett regelbundet rutnät med höjdvärden) med upplösningen 2*2 meter. Detta GRID har sedan används som indata i det forsatta arbetet med den detaljerade översvämningskarteringen.

Den detaljerade höjddatabasen täcker hela den karterade sträckan på en bredd som varierar mellan 600 m och 1500 m. På några ställen har det behövts ytterligare höjddata för att innefatta hela det översvämmade området. Dessa höjddata har erhållits från Eskilstuna kommun.

4.1.2 Ekolodade djupdata i Eskilstunaån

På uppdrag av Eskilstuna kommun har Myrica AB i Värnamo genomfört djupkartering av Eskilstunaån mellan Närsöfjärden och Mälaren. Djupmätningen har skett med ekolod från båt mellan den 14 och 16 juni 2004. Mätningen omfattar 12 127 lodskott med individuell GPS- positionering. Noggrannheten i plan är ≤ 5 m och i höjd ≤ 0,2 m, enligt uppgifter från Myrica AB. Den nominella noggrannheten för lodskotten är 0,1 m, men sedan tillkommer ev. lutning på båten mm. Djupdatasetet har används som indata till den hydrauliska modellen MIKE-11 vid beräkningen av vattenstånden längs Eskilstunaån.

Hydrauliska beräkningar

För vattenståndsberäkningarna har SMHI använt modellverktyget MIKE11. Modellen är utvecklad av DHI Water & Environment. Det är en endimensionell modell som bygger på S:t Venants ekvationer. För mer ingående beskrivning av modellen hänvisas till MIKE11s Reference Manual (6) och MIKE11 User Manual (7).

Vid framtagandet av översvämningskartor beräknas vattenstånden enbart för den karterade huvudfåran, men vattnet tillåts översvämma sidofåror till huvudfårans vattennivå.

4.1.3 Antaganden

Följande antaganden har gjorts vid beräkningarna:

- Alla dammar och större broar står kvar vid höga flöden.
- Vid dammar har antagits att tappning motsvarande produktionstappning sker upp till dämningsgräns, däröver antas att alla utskov är helt öppna.
- Ingen tappning sker genom kraftverkens turbiner vid 100-års och beräknat högsta flöde.
- Ingen hänsyn är tagen till vind och vågpåverkan.
- Vattenståndet i Mälaren har valts utifrån den nivå som rådde under högflödestillfället 1977 (+1.14 meter) och för beräknat högsta flöde +2.00 meter i höjdsystem RH70.

4.1.4 Kalibrering

Eskilstunaån har kalibrerats mot sommarflödet år 2000. Modellen har då kalibrerats mot uppmätta vattenstånd och vattenföringar vid dammarna och mätpunkter längs vattendraget. Avvikelserna mellan uppmätta och simulerade vattenstånd var mindre än 0,2 m**.** Den största avvikelse var 0,18 m vid Tunafors damm. För övriga kalibreringspunkterna var skillnaden ≤ 0,1 m.

5 Resultat

Översvämningszonerna visas i rapporten på kartor i skala 1:30 000 (bilaga 2). Observera att i dessa bilagor kan det blå vattendraget på bakgrundskartan ha en felaktig bredd i förhållande till verkligheten. Bakgrundskartan är den digitala Terrängkartan (1:50 000), vilken innehåller generaliserade vattendrag.

Resultatet finns också som kartskikt för respektive flöde med en översvämningszon per kartskikt samt ett temaskikt för resp. översvämningsskikt. Översvämningsskikten finns på en CD-romskiva i ArcGIS-format (shape) för vidare bearbetning. Shape-formatet kan läsas av GIS-systemen ARC/INFO-, ArcView- och MapInfo. Även vattenstånden i tvärsektionerna kan hämtas fram av dessa program. CD-romskivans innehåll finns beskrivet i bilaga 1.

Modellberäkningar

Vid de simuleringar som genomförts har antagits att alla dammar och alla större broar står kvar vid de beräknade flödena. Mycket höga flöden kan dock orsaka att vägbankar och broar rasar ihop. De simuleringar som är gjorda bygger även på att vattnet är rent. I verkligheten följer buskar, träd och jord med i vattnet vid de högsta flödena, vilket kan ge extra dämningar. Vattendragsfåran påverkas även av erosion och det kan förändra förutsättningarna för vattnets flöde genom vattendraget.

Vid 100-årsflödet överströmmas inga dammar eller broar.

Vid beräknat högsta flöde stiger vattenståndet upp mot brobanan på broarna vid Skogstorp, Vilsta och Rådhusbron.

Översvämningskartor

Det geografiska informationssystemet ARC/INFO utnyttjas för interpolering mellan tvärsektionerna inför presentation av resultatet på karta. Den detaljerade digitala höjdmodellen (DEM) baseras på ett höjdvärde var annan meter i ett regelbundet rutnät. Den geometriska noggrannheten i plan är ≤ 0,5 m och i höjd ≤ 0,15 m

Längs vattendraget är inga invallningar och vägbankar inlagda i modellen. Det innebär att översvämningszonerna på kartan kommer att sträcka sig över eventuella vägbankar, som i verkligheten kan hindra överströmning.

De detaljerade översvämningszonerna grundar sig på vattenståndet i vattendragets huvudfåra. Eventuella översvämningar i biflödena orsakade av höga flöden i dessa finns inte redovisade på kartorna.

6 En jämförelse mellan den detaljerade och den översiktliga översvämningskarteringen.

Ett av syftena med det här projektet var att jämföra noggrannheten mellan den översiktliga översvämningskarteringen och en kartering baserad på mer detaljerad information. Betydelsen av en noggrann beskrivning av bottenprofilerna har också undersökts genom att göra en hydraulisk beräkning med detaljerade höjddata men utan djupuppgifterna från ekolodningen och en med både detaljerad höjddata och djupdata.

Skillnad i förutsättningar

6.1.1 Underlag vid den översiktliga översvämningskarteringen

Eskilstunaån var en av de prioriterade vattendrag inom den överskickliga översvämningskarteringen som SMHI utförde på uppdrag av Räddningsverket under perioden 1998-2002. Den översiktliga översvämningskarteringen av Eskilstunaån utfördes under år 2000. Vid karteringen användes Lantmäteriets befintliga digitala höjddatabas som underlag för digitalisering av tvärsektioner, stomlinje och produktion av översvämningskartor. Lantmäteriets rikstäckande digitala GSD-Höjddata (2) baseras på ett höjdvärde var 50:e meter i ett regelbundet rutnät. En geometrisk noggrannhet i höjd motsvarande ett medelfel av ± 2,5 m eftersträvas.

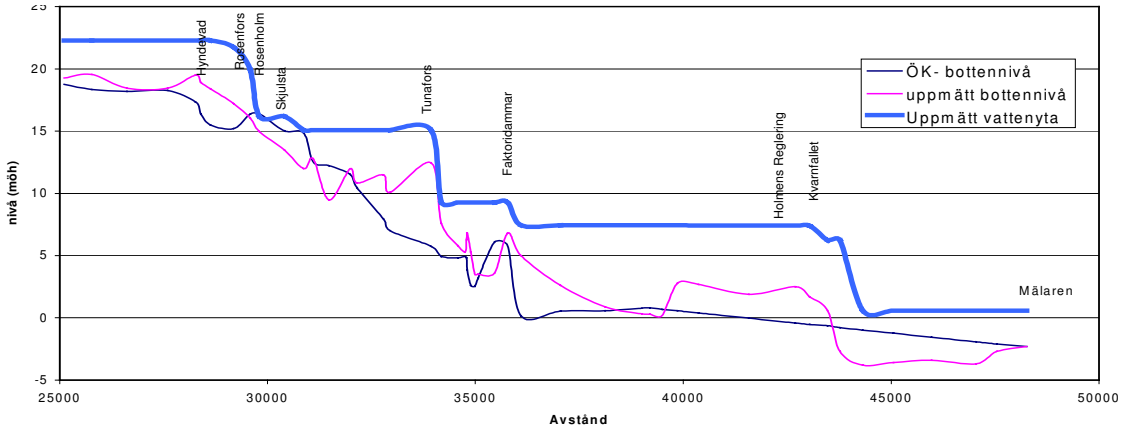
Utifrån tillgängliga uppgifter från broritningar och dammprotokoll har bottennivå i sektionerna justerats. Bottennivån i sektionerna mellan dammar och broar har interpolerats fram. Inga fältmätningar har gjorts, men ett fältbesök gjordes i augusti 2000.

6.1.2 Underlag vid den detaljerade översvämningskarteringen

Den detaljerade digitala höjdmodellen som använts har upplösningen 2*2 meter och en noggrannhet i plan som är ≤ 0,5 m och i höjd som är ≤ 0,15 m.

Utifrån djupmätningar, broritningar och dammprotokoll har bottennivån i sektionerna hämtats. Bottennivån i sektionerna mellan dammar och broar har hämtats från djupkarteringen. Noggrannheten i djupmätningarna är i plan ≤ 5 m och i höjd ≤ 0,2 m.

Figur 2 visar den skattade bottennivån i den översiktliga översvämningskarteringen och den uppmätta bottennivån som använts i den detaljerade karteringen.



Figur 2 Vattenyta och bottennivå längs Eskilstunaån.
Den kraftiga blå linjen visar vattenytans nivå den 14-16 juni 2004.
Den rosa linjen visar den uppmätta bottennivån.
Den tunna mörkblå linjen visar den bottennivå som använts vid den översiktliga översvämningskarteringen.

Resultat

6.1.3 Skillnad i vattenstånd

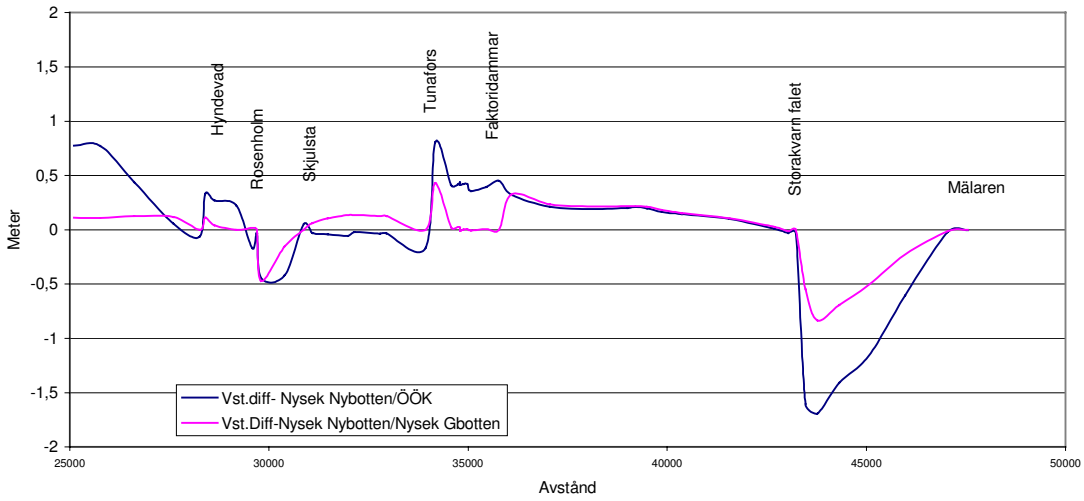
Den mest detaljerade beräkningen, med både detaljerad höjddata och djupmätning, har jämförts med beräknade vattenstånd vid den översiktliga översvämningskarteringen respektive bara detaljerad höjddata.

Skillnaden i vattenstånd vid 100 års flödet visas i figur 3. På sträckan Faktoridammar – Stora kvarnfallet är skillnaderna små mellan de tre beräkningarna, medan stora skillnader kan noteras i tre områden:

- Rosenholm regleringsdamm - Skjulsta damm
- Tunafors damm - Faktoridammar
- Stora kvarnfallet – Mälaren

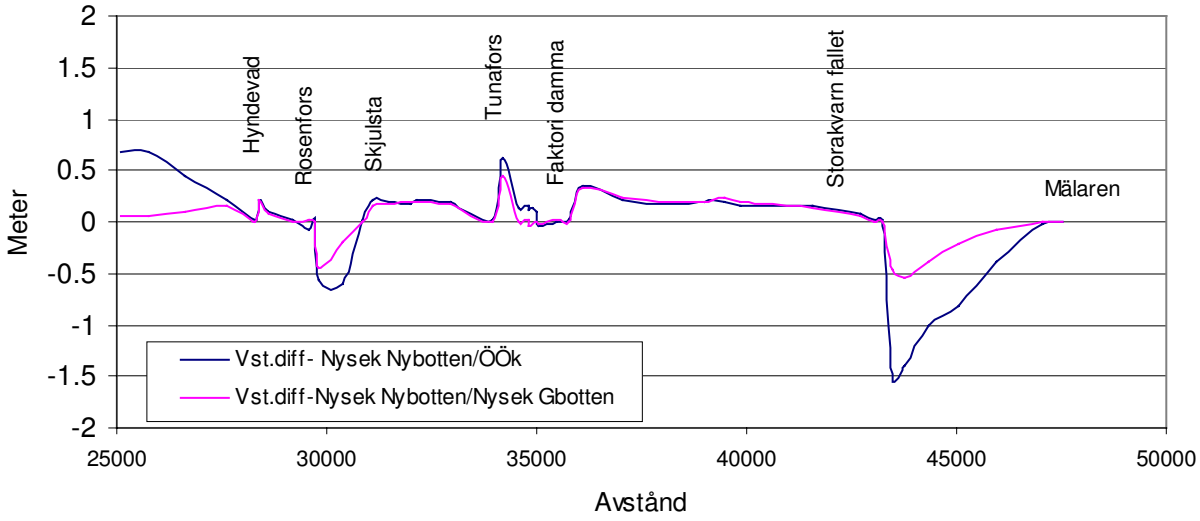
Man ser också tydligt att skillnaden är störst mellan den detaljerade beräkningen och den översiktliga beräkningen, men att detaljerad information om bottennivån är betydelsefull.

Den största skillnaden mellan vattenståndet i den detaljerade och översiktliga beräkningen är 1.41 m och medianvärdet av absolutfelet är 0,21 m. Skillnaden mellan den detaljerade beräkningen och beräkningen utan djupmätningar är 0.83 och medianvärdet av absolutfelet är 0,11 m, se tabellerna i bilaga 6 för mer detaljer.



Figur 3. Vattenståndsskillnad mellan den detaljerade beräkningen och den översiktliga översvämningskarteringen resp. beräkning utan djupmätningar vid 100 års flödet.
Den mörkblå linjen visar skillnaden mellan detaljerad beräkning och den översiktliga översvämningskarteringen.
Den rosa linjen visar skillnaden mellan detaljerad beräkning och beräkningen utan djupmätningar.

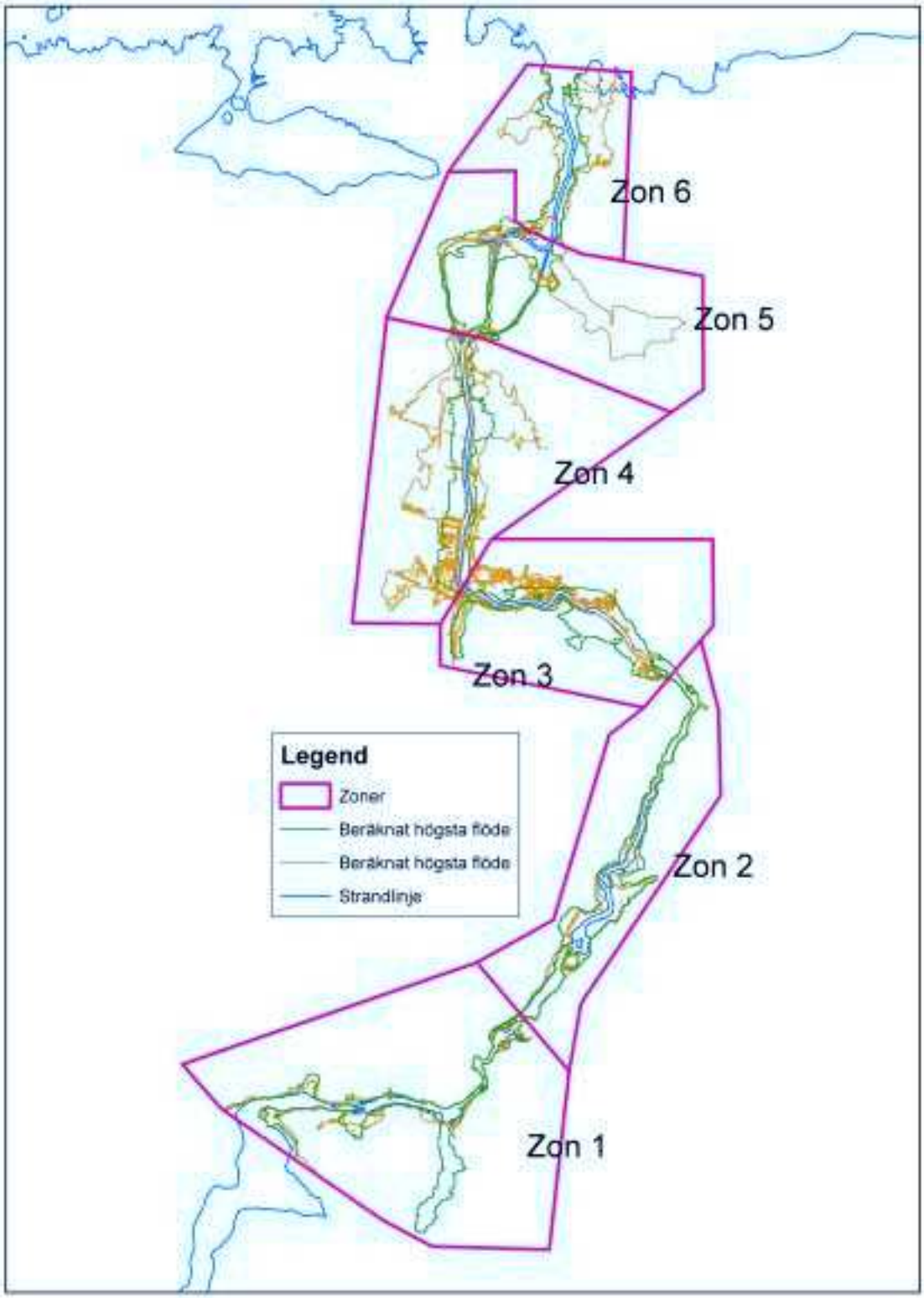
Skillnaden i vattenstånd vid BHF visas i figur 4. Bilden är liknande den för 100 årsflödet men skillnaden har minskat kraftigt för den översiktliga översvämningsberäkningen på sträckan Tunafors – Faktoridammar. Den största skillnaden mellan vattenståndet i den detaljerade och översiktliga beräkningen är 1.54 m och medianvärdet av absolutfelet är 0,16 m. Skillnaden mellan den detaljerade beräkningen och beräkningen utan djupmätningar är 0.55 och medianvärdet av absolutfelet är 0,08 m,, se tabellerna i bilaga 6 för mer detaljer.



Figur 4. Vattenståndsskillnad mellan den detaljerade beräkningen och den översiktliga översvämningskarteringen resp. beräkning utan djupmätningar vid BHF.
Den mörkblå linjen visar skillnaden mellan detaljerad beräkning och den översiktliga översvämningskarteringen.
Den rosa linjen visar skillnaden mellan detaljerad beräkning och beräkningen utan djupmätningar.

6.1.4 Skillnad i översvämmat område

Kartbilderna i bilaga 3 och 4 visar utbredning av vattenyta vid 100 årsflödet resp. BHF för den översiktliga översvämningskarteringen och den detaljerade karteringen (med detaljerade höjddata och bottendjup). Resultaten visar att den detaljerade översvämningskartan har större totalt översvämmad yta längs med hela Eskilstunaån, men bilden är olika på olika delsträckor. Därför har Eskilstunaån delats in i 6 zoner, se figur 5.



Figur 5. Zonindelning av Eskilstunaån.

Vid 100 årsflödet är det översvämmade området något större i zon 1 till 3 i den översiktliga översvämningskarteringen, men i övriga zoner är det tvärsom, se tabell 2. Den största skillnaden finns i zon 4 och beror till stor del på skillnad i beräkningsförutsättningar. I den översiktliga översvämningskarteringen har vallarna i zon 4 tagits med i GIS-beräkningen av översvämmat område, men det har inte gjorts i den detaljerade karteringen. Det påverkar skillnaden mellan karteringarna tydligt vid 100 årsflödet, men inte vid BHF eftersom vallarna då överströmmas. I zon 5 är skillnaden också stor trots att skillnaden i vattenstånd inte är så stor (< 0,3 m), se bilaga 6.. Det antyder att utbredningen av översvämningsområden styrs mer av noggrannheten i höjddatabasen än av den förbättrade hydrauliska modellen.

Tabell 2 Översvämmad yta längs Eskilstunån vid 100årsflöde.
Endast Ö.Ö.K.: Yta som endast översvämmas i den översiktliga översvämningskartan.
Endast D.Ö.K.: Yta som endast översvämmas i den detaljerade översvämningskartan
Totalt Ö.Ö.K.: Den totala ytan som översvämmas i den översiktliga översvämningskartan
Totalt D.Ö.K.: Den totala ytan som översvämmas i den detaljerade översvämningskartan
Skillnad: Differensen mellan den detaljerade och den översiktliga översvämningskartan

Zon	Gemensam yta	Endast Ö.Ö.K	Endast D.Ö.K	Totalt Ö. Ö. K. Km^2	Totalt D.Ö.K. Km^2	Skillnad Km^2
1	0,761	0,355	0,204	1,116	0,965	-0,151
2	0,821	0,269	0,081	1,09	0,902	-0,188
3	0,268	0,261	0,078	0,529	0,346	-0,183
4	0,18	0,016	1,602	0,196	1,782	1,586
5	0,22	0,275	0,824	0,495	1,044	0,549
6	0,282	0,079	0,303	0,361	0,585	0,224
Totalt	2,532	1,255	3,092	3,787	5,624	1,837

Vid BHF är skillnaderna, liksom vid 100 års flödet, störst i zon 4 och 5. En skillnad är att den detaljerade karteringen visar på betydligt större översvämmat område, än den översiktliga karteringen, vid Eskilstunåns utlopp i Mälaren (zon 6), se tabell 3. Även vid BHF flödet är skillnaderna små i vattenstånd vid zon 4 och 5. I zon 6 är situationen mer komplicerad. Där är skillnaden stor, men vattenståndet är lägre (-1,54 m). Trots det blir det översvämmade området större, vilket visar att den detaljerade höjddatabasen ligger betydligt lägre här än Lantmäteriets rikstäckande höjddatabas, som används i den översiktliga karteringen, se bilaga3. I det här fallet skulle en överlagring av vattenstånden från den översiktliga översvämningsberäkningen på den detaljerade höjddatabasen antagligen ge ett mycket stort fel i översvämmat område.

Tabell 3. Översvämnings area skillnad vid BHF flöde.
Endast Ö.Ö.K.: Yta som endast översvämmas i den översiktliga översvämningskartan.
Endast D.Ö.K.: Yta som endast översvämmas i den detaljerade översvämningskartan
Totalt Ö.Ö.K.: Den totala ytan som översvämmas i den översiktliga översvämningskartan
Totalt D.Ö.K.: Den totala ytan som översvämmas i den detaljerade översvämningskartan
Skillnad: Differensen mellan den detaljerade och den översiktliga översvämningskartan

Zon	Gemensam yta	Endast Ö.Ö.K	Endast D.Ö.K	Totalt Ö. Ö. K. Km^2	Totalt D.Ö.K. Km^2	Skillnad Km^2
1	0,918	0,46	0,271	1,378	1,189	-0,189
2	0,942	0,245	0,099	1,187	1,041	-0,146
3	0,545	0,656	0,288	1,201	0,833	-0,368
4	1,018	0,185	1,77	1,203	2,788	1,585
5	0,46	0,302	0,882	0,762	1,342	0,580
6	0,73	0,042	0,723	0,772	1,453	0,681
Totalt	4,613	1,89	4,033	6,503	8,646	2,143

7 Slutsatser

De hydrauliska beräkningarna har förbättrats av den mer detaljerade höjddatabasen och djupmätningarna. Djupmätningarna tillför inte så mycket information längs långa sträckor men vid oväntade förändringar av bottendjupet kan betydande förbättringar erhållas, vilket också ger en säkerhet i beräkningsresultaten och en stabil modell.

Vattenståndsberäkningarna i den översiktliga översvämningskarteringen är oftast förvånansvärt bra, men stora fel kan finnas på kortare sträckor längs vattendraget. Det beror på och är beroende av mängden och kvalitén på extrainformationen som inhämtas, såsom broritningar, dammuppgifter, vattenståndsuppgifter från tidigare flöden och tidigare inventeringar.

De översvämmade områdena skiljer relativt mycket mellan den detaljerade och den översiktliga översvämningskarteringen. Den huvudsakliga orsaken är skillnaden mellan höjddatabaserna.

8 Referenser

(1) Statens vattenfallsverk, Svenska Kraftverksförening, Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, 1990, Riktlinjer för bestämning av dimensionerade flöden för dammanläggningar, Slutrapport från Flödeskommittén,

(2) Lantmäteriet, Sveriges Geologiska Undersökning, SMHI och Sjöfartsverket, Kartplan 2001,

(3) Bergström, S, 1992, The HBV Model – its structure and applications, SMHI RH, No, 4,

(4) Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, 1980, Hydrologiska iakttagelser i Sverige, SMHI, Årsbok, Band 62, del 3,1,

(5) Gotthardsson, M,, Rystam, P, och Westman, S-E, 1992, Svenskt Vattenarkiv, Hydrologiska stationsnät, SMHI Hydrologi nr 36,

(6) Danish Hydraulic Institute, 1995, Mike 11 Reference Manual,

(7) Danish Hydraulic Institute, 1995, Mike 11 Users Manual,

(8) Räddningsverket, 2001, Översiktlig översvämningskartering längs Svartån-Hjälmaren—Eskilstunaån , Rapport 18,

(9) Lantmäteriet, Topografiska kartan, skala 1:50 000

9 Bilagor

Bilaga 1, Beskrivning av de kartskikt som levereras i digitalt format

Översvämningszonerna levereras som kartskikt i ArcGIS-format (shape), Kartskikten finns på CD-romskiva i koordinatsystem RT90 2,5 gon V, För att kunna använda GIS -filerna behöver man ha tillgång till ArcGIS, ArcInfo, ArcView eller MapInfo,

På CD-romskivan finns ingen bakgrundsinformation, Avsikten är att användaren själv skall lägga in lämplig digital karta (t,ex, topografisk karta i skala 1:50 000 (9)),

Filerna ”Temaskikt” redovisar endast översvämningszonerna för respektive flöde,

Filerna ”Översvämningsskikt” redovisar översvämningszonerna för respektive flöde med bibehållen GIS-funktionalitet och måste kodsättas,

Filen ”Tvärsektioner” redovisar tvärsektionerna utmed vattendraget, Varje tvärsektion är uppdelad i tre linjesegment med nodpunkter vid vattendragets strandlinje, När man klickar på en sektion i filen med tvärsektioner i t,ex, ArcView erhålls en tabell och i den återfinns w100_moh och wdim_moh, som visar beräknat vattenstånd vid 100 årsflödet resp, beräknat högsta flöde i m ö h i RH70 vid den aktuella sektionen,

ArcGIS shape-format:

<table>
<tr><th>Skikt</th><th colspan="2">Filnamn samt Kod/Innehåll</th></tr>
<tr><td>Temaskikt med översvämmad yta vid 100 årsflöde, endast det översvämmade området</td><td colspan="2">tema-100,shp, tema-100,shx, tema-100,dbf</td></tr>
<tr><td>Temaskikt med översvämmad yta för beräknat högsta flöde enligt Flödeskommitténs riktlinjer för dammdimensionering (klass 1 dammar), endast det översvämmade området</td><td colspan="2">tema-dim,shp, tema-dim,shx, tema-dim,dbf</td></tr>
<tr><td>Översvämningsskikt för 100 årsflöde med bibehållen GIS-funktionalitet,</td><td>r100,shp
r100,shx
r100,dbf</td><td rowspan="2">I attributdata finns kolumnen GRID-CODE , som anger vad som är översvämningszon,
GRID-CODE= 1: översvämningszonen
GRID-CODE = 0: ej översvämmat område</td></tr>
<tr><td>Översvämningsskikt för beräknat högsta flöde enligt Flödeskommitténs riktlinjer för dammdimensionering (klass 1 dammar) med bibehållen GIS-funktionalitet,</td><td>rdim,shp
rdim,shx
rdim,dbf</td></tr>
<tr><td>Tvärsektioner med beräknade vattenstånd för respektive flöde,</td><td colspan="2">tsekt,shp, tsekt,shx, tsekt,dbf</td></tr>
</table>

I attributdata till tvärsektionsfilen finns kolumnerna: avst, w100_moh och wdim_moh, d

avst: ett avstånd i meter längs vattendraget från karteringens utgångspunkt, där start-värdet i regel är satt till 10 000

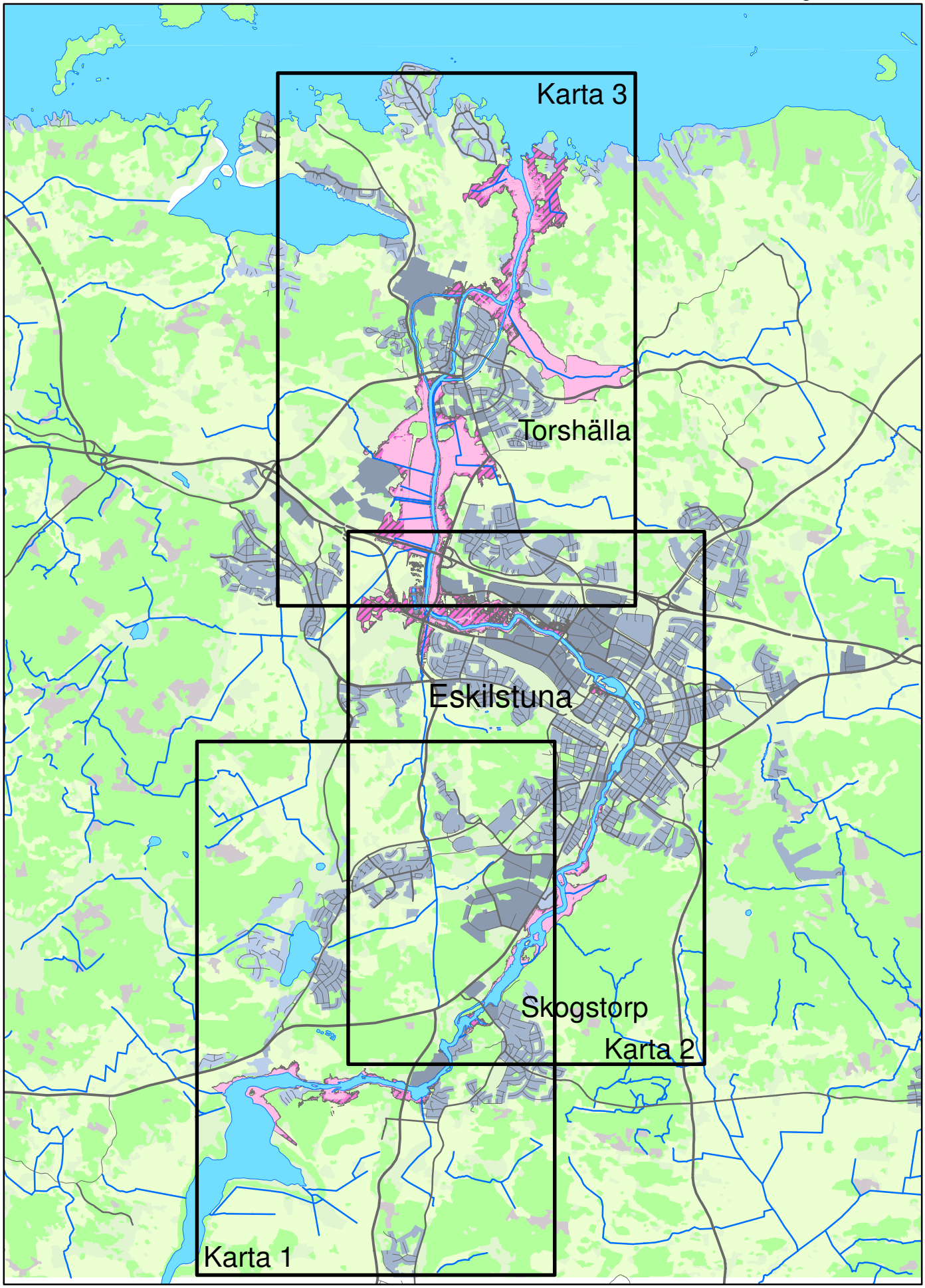
w100_moh: vattenståndet (m,ö,h,, RH70) i tvärsektionen för 100 års flödet

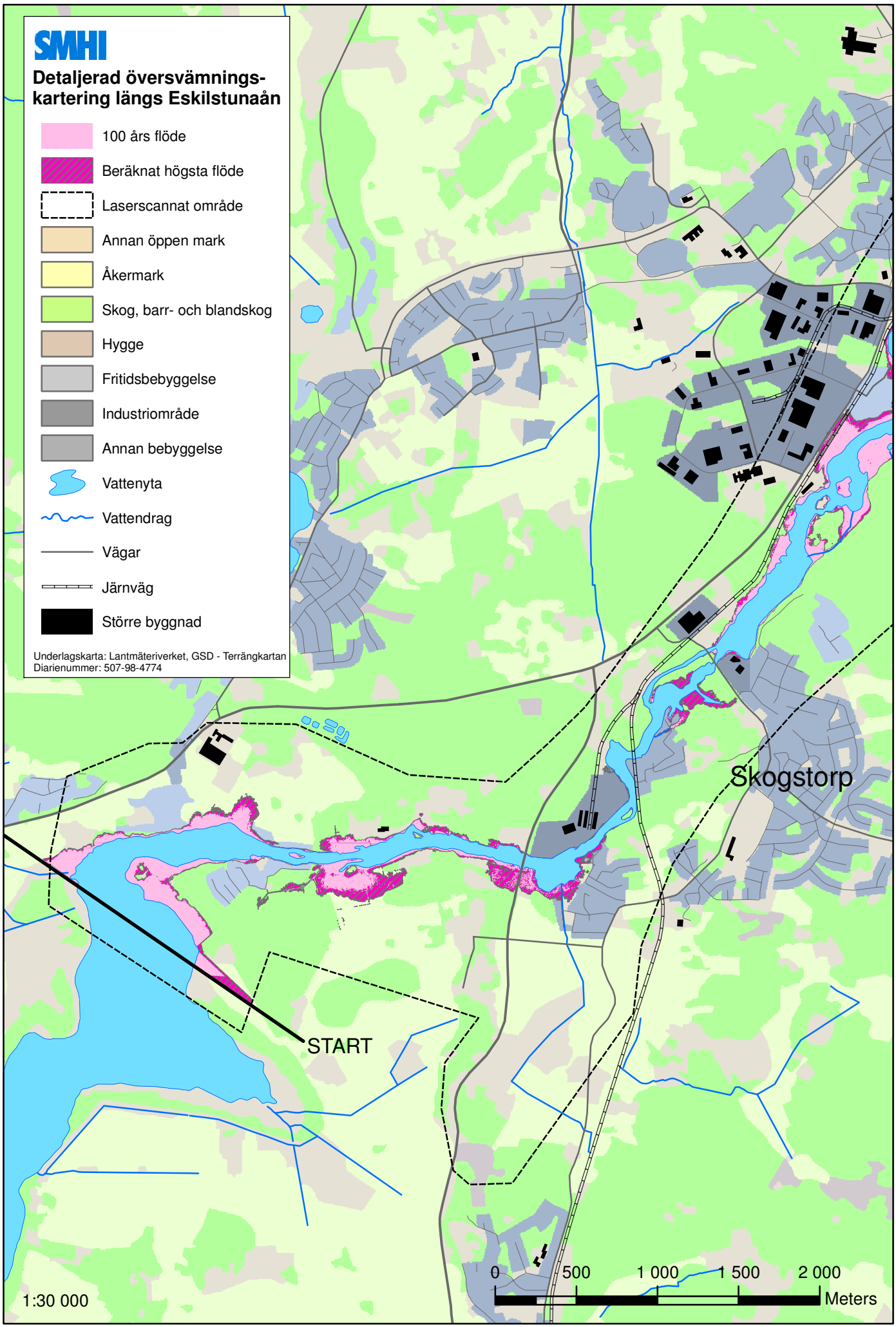
wdim_moh: vattenståndet (m,ö,h,, RH70) i tvärsektionen för beräknat högsta flöde enligt Flödeskommitténs riktlinje för riskklass I-dammar

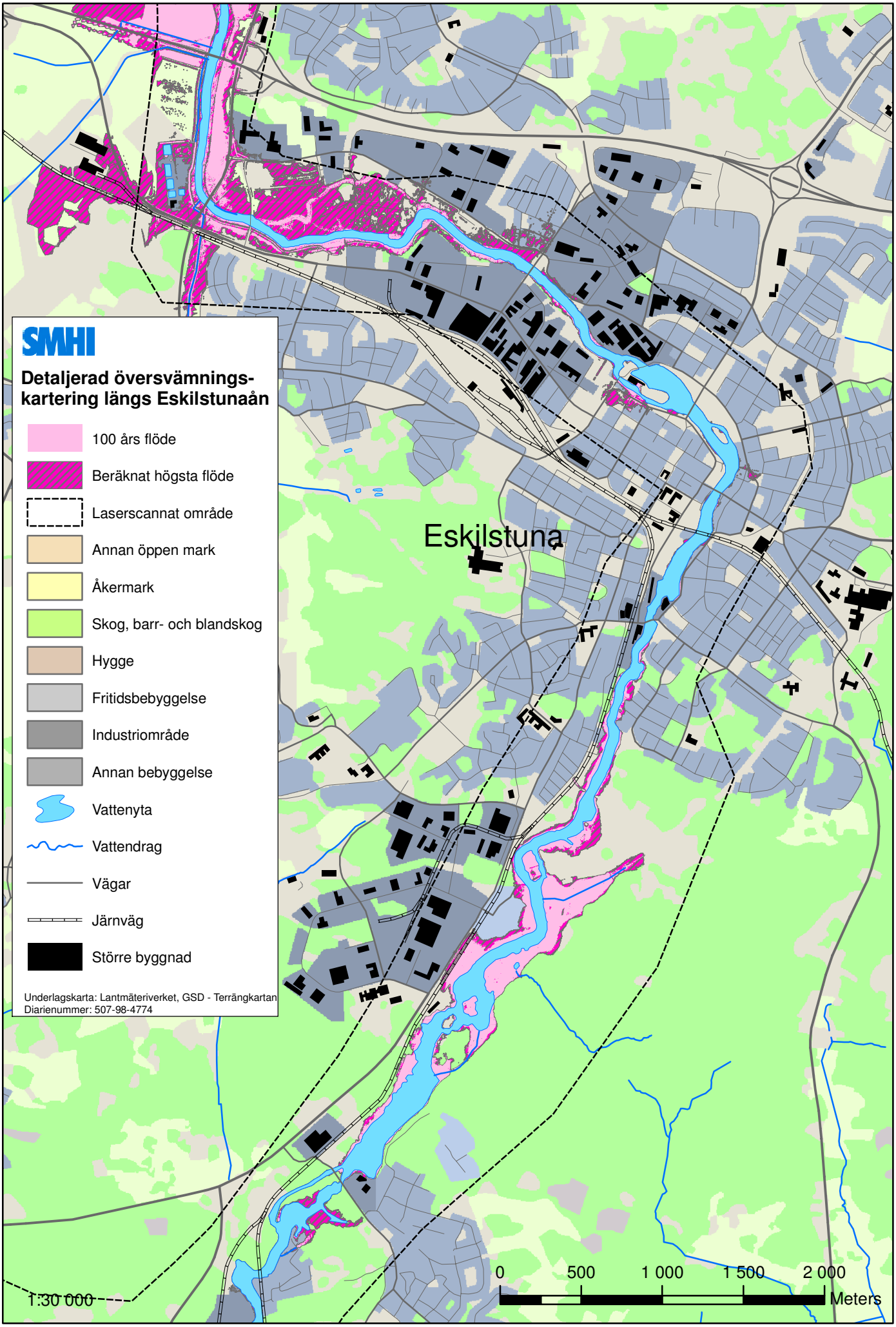
Övriga värden i tabellen är interna modellvariabler,

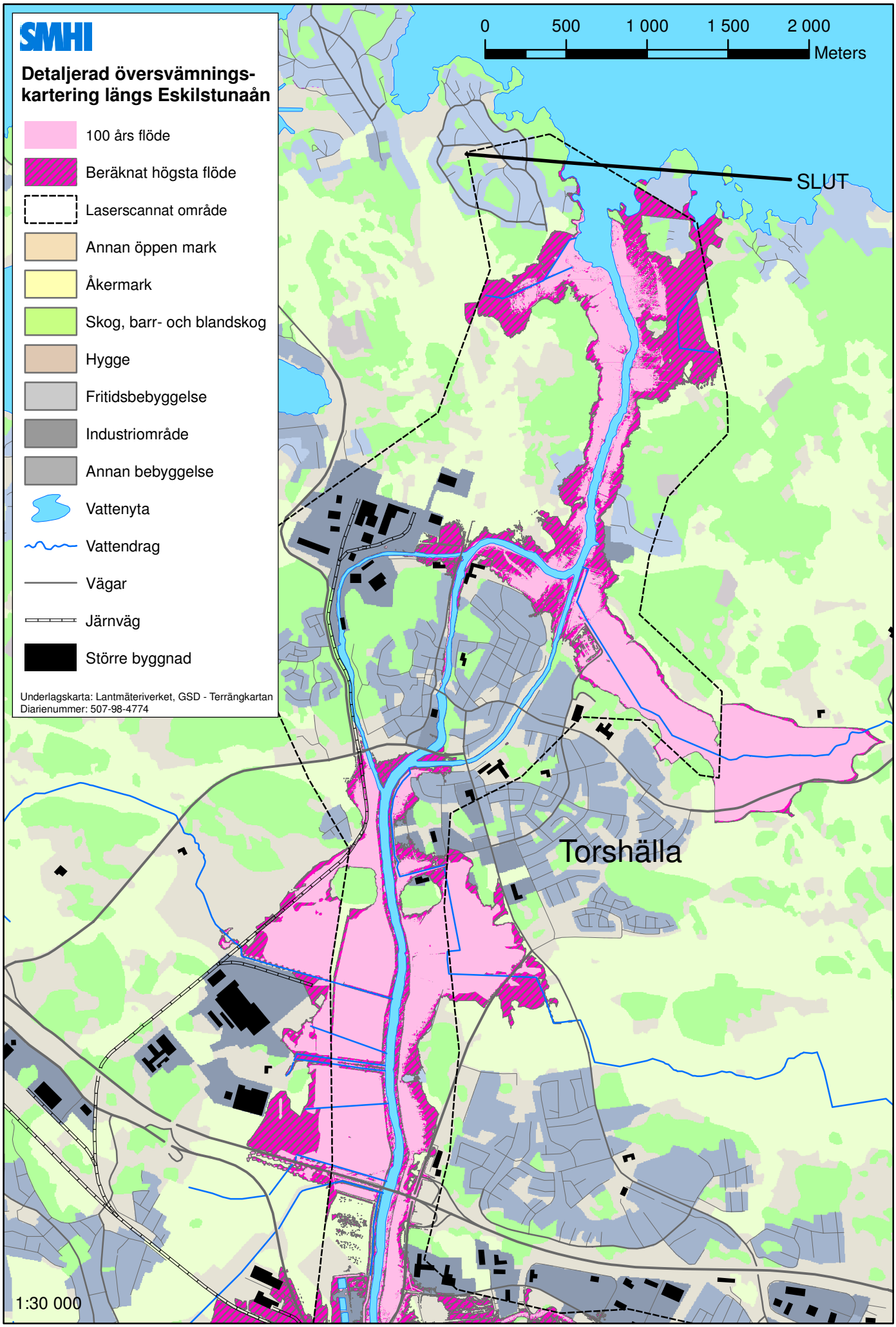
Bilaga 2, Kartor med detaljerade översvämningszoner

Bilaga 2, karta 1



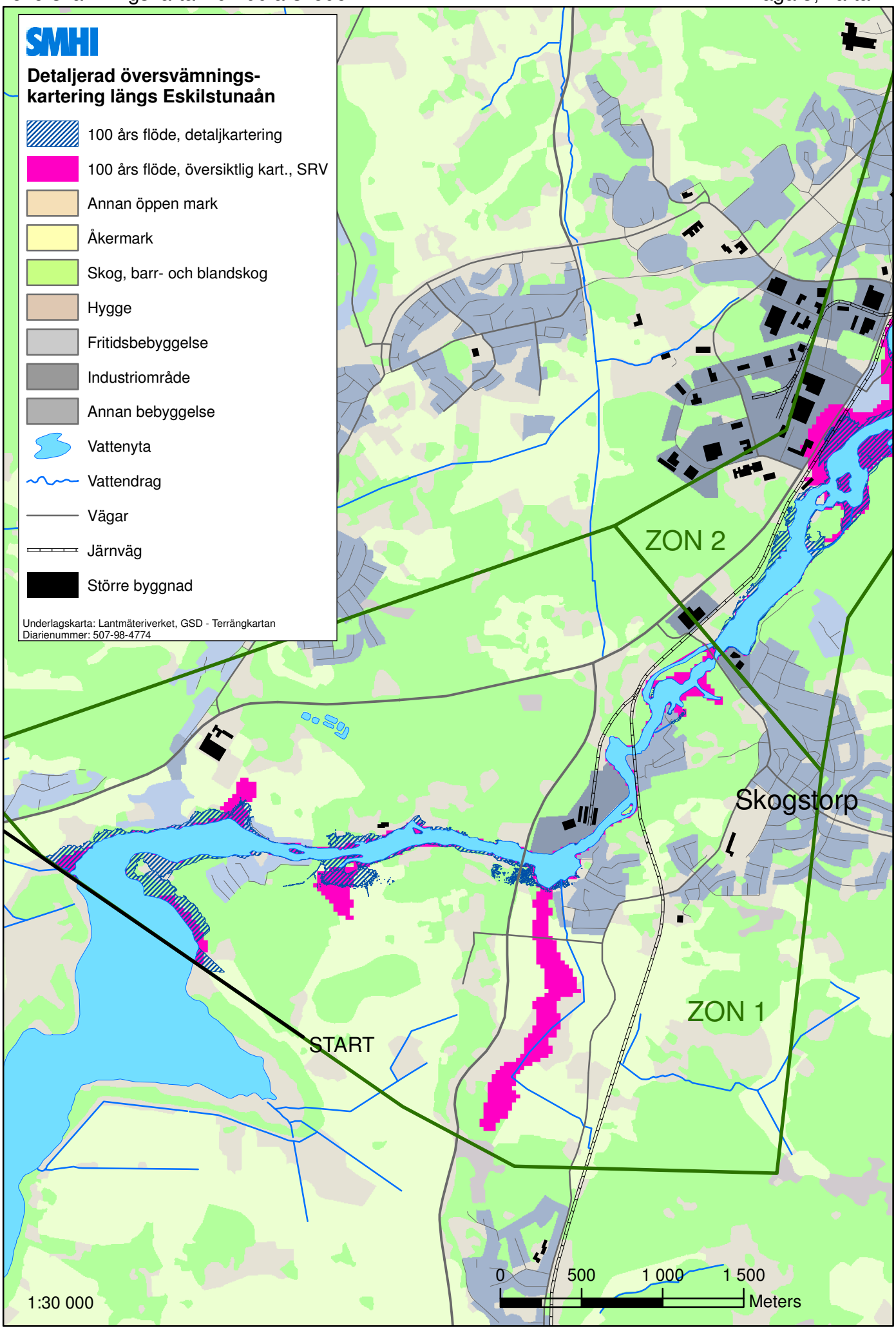

SMHI
Detaljerad översvämnings-
kartering längs Eskilstunaån
100 års flöde
Beräknat högsta flöde
Laserscannat område
Annan öppen mark
Åkermark
Skog, barr- och blandskog
Hygge
Fritidsbebyggelse
Industriområde
Annan bebyggelse
Vattenyta
Vattendrag
Vägar
Järnväg
Större byggnad
Underlagskarta: Lantmäteriverket, GSD - Terrängkartan
Diarienummer: 507-98-4774
Skogstorp
START
0
500
1 000
1 500
2 000
Meters
1:30 000

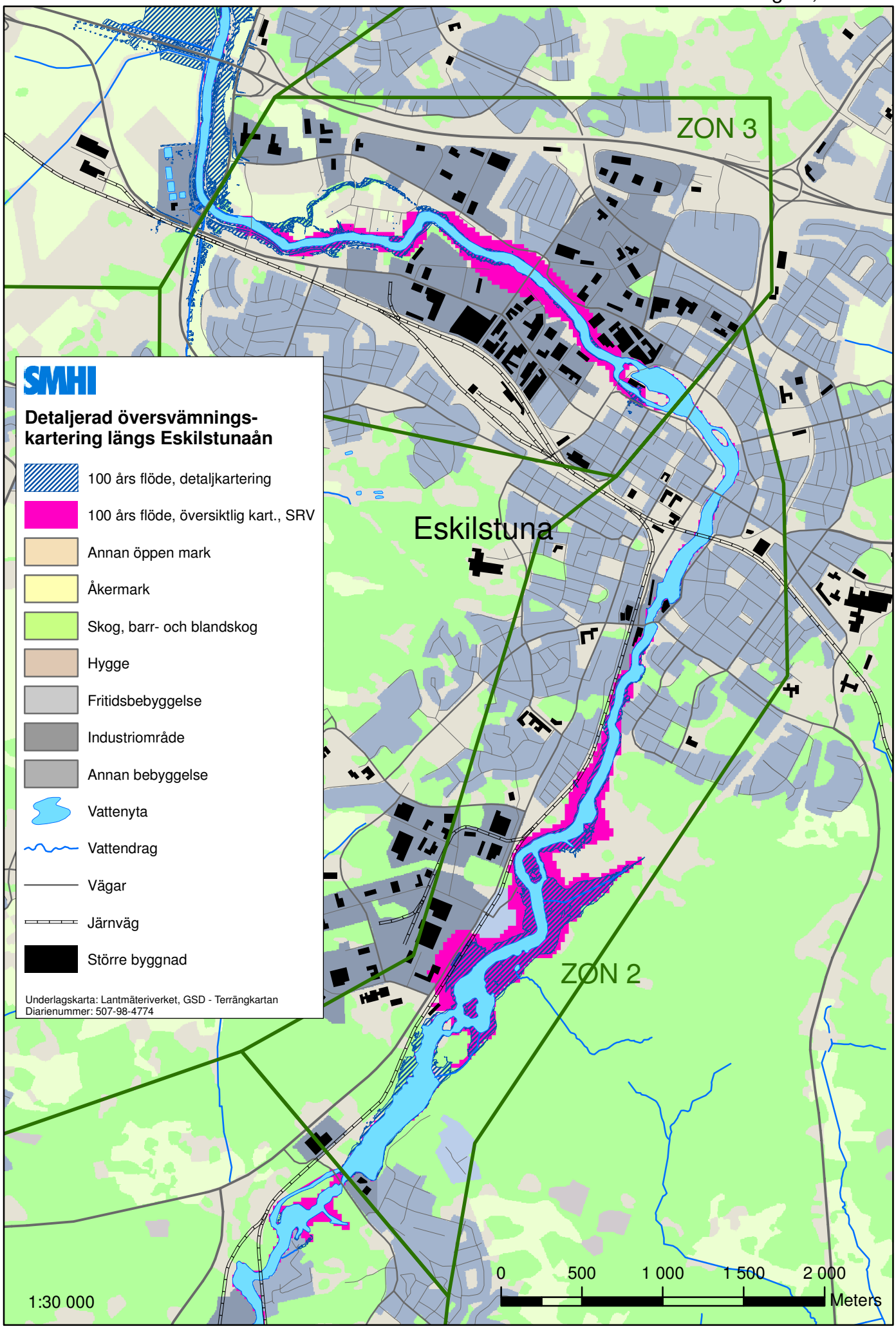

SMHI
Detaljerad översvämnings-
kartering längs Eskilstunaån
100 års flöde
Beräknat högsta flöde
Laserscannat område
Annan öppen mark
Åkermark
Skog, barr- och blandskog
Hygge
Fritidsbebyggelse
Industriområde
Annan bebyggelse
Vattenyta
Vattendrag
Vägar
Järnväg
Större byggnad
Underlagskarta: Lantmäteriverket, GSD - Terrängkartan
Diarienummer: 507-98-4774
Eskilstuna
1:30 000
0
500
1 000
1 500
2 000
Meters

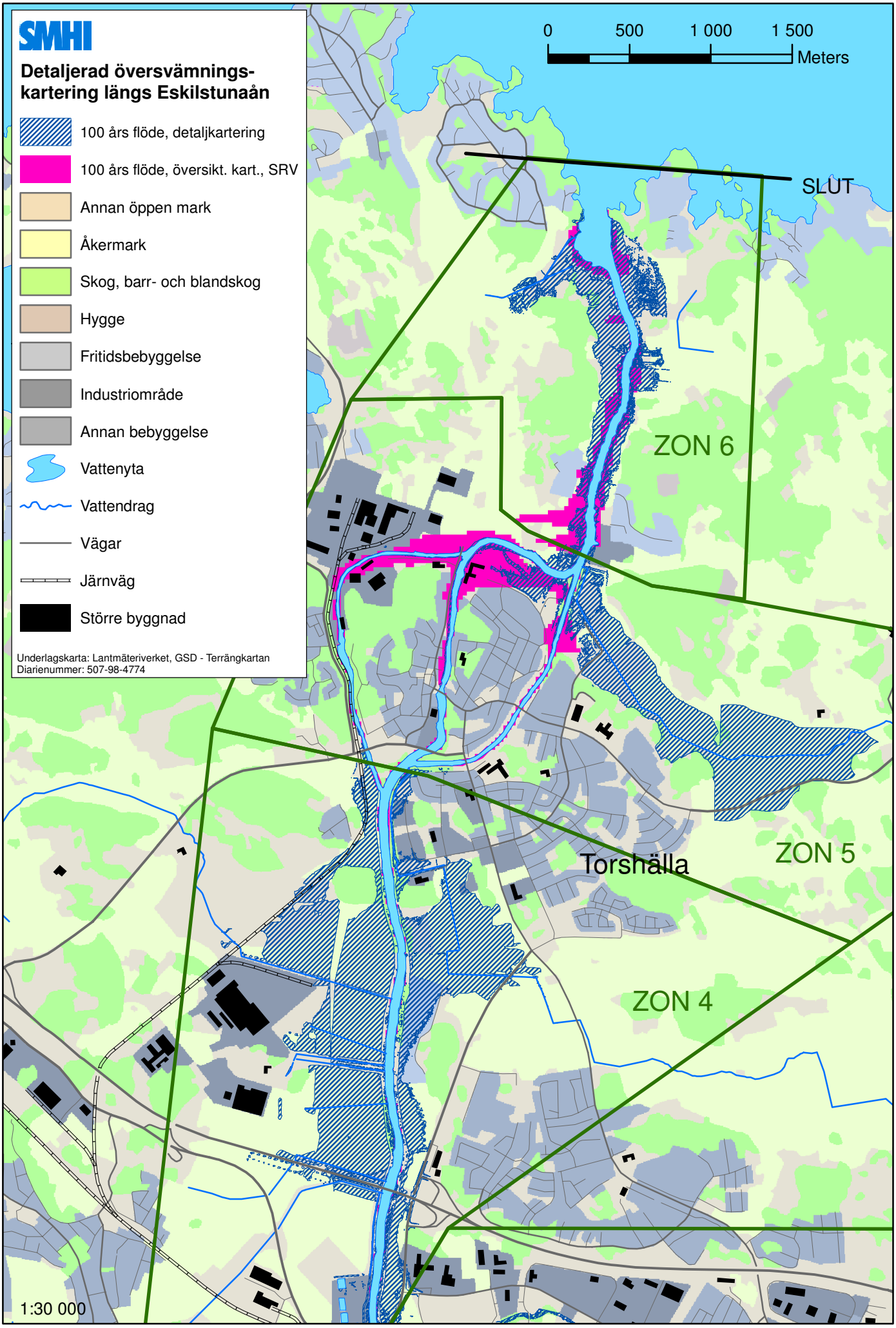

SMHI
Detaljerad översvämnings-
kartering längs Eskilstunaån
100 års flöde
Beräknat högsta flöde
Laserscannat område
Annan öppen mark
Åkermark
Skog, barr- och blandskog
Hygge
Fritidsbebyggelse
Industriområde
Annan bebyggelse
Vattenyta
Vattendrag
Vägar
Järnväg
Större byggnad
Underlagskarta: Lantmäteriverket, GSD - Terrängkartan
Diarienummer: 507-98-4774
0
500
1 000
1 500
2 000
Meters
SLUT
Torshälla
1:30 000

Bilaga 3, Jämförelse mellan detaljerad och översiktlig översvämningskarta vid 100 årsflöde.

Bilaga 3, karta 1

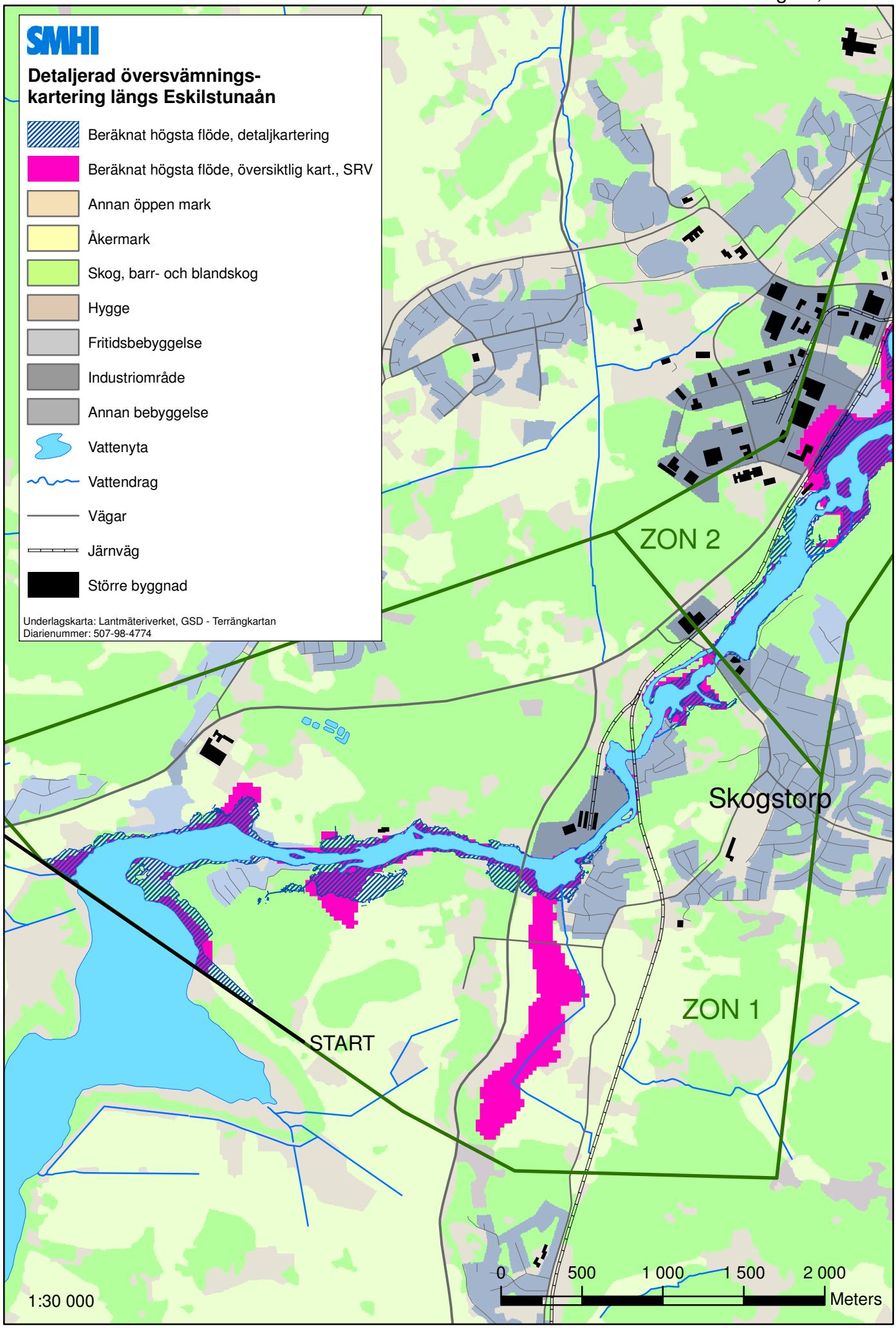


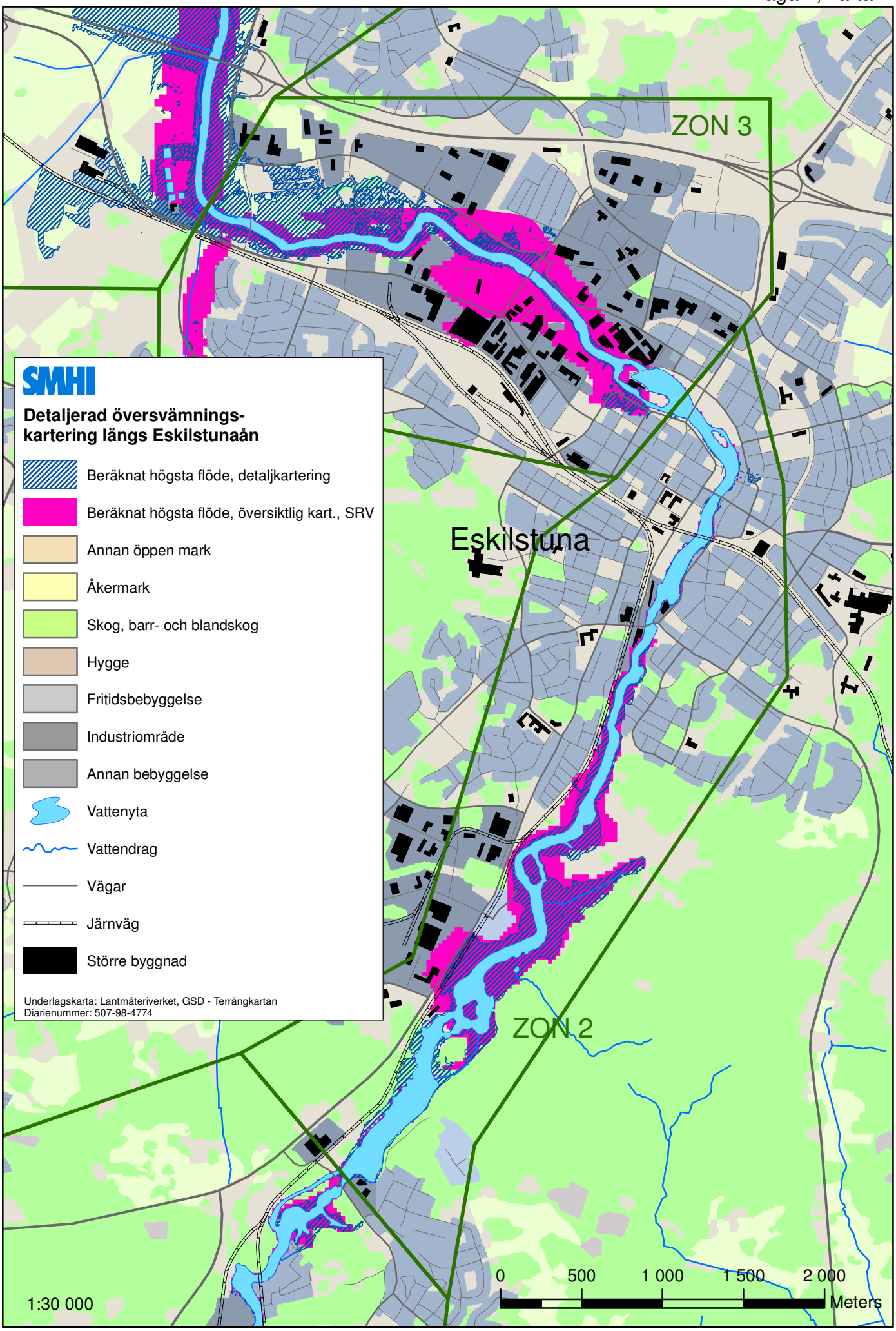

SMHI
Detaljerad översvämnings-
kartering längs Eskilstunaån
100 års flöde, detaljkartering
100 års flöde, översiktlig kart., SRV
Annan öppen mark
Åkermark
Skog, barr- och blandskog
Hygge
Fritidsbebyggelse
Industriområde
Annan bebyggelse
Vattenyta
Vattendrag
Vägar
Järnväg
Större byggnad
Underlagskarta: Lantmäteriverket, GSD - Terrängkartan
Diarienummer: 507-98-4774
ZON 3
Eskilstuna
ZON 2
1:30 000
0
500
1 000
1 500
2 000
Meters

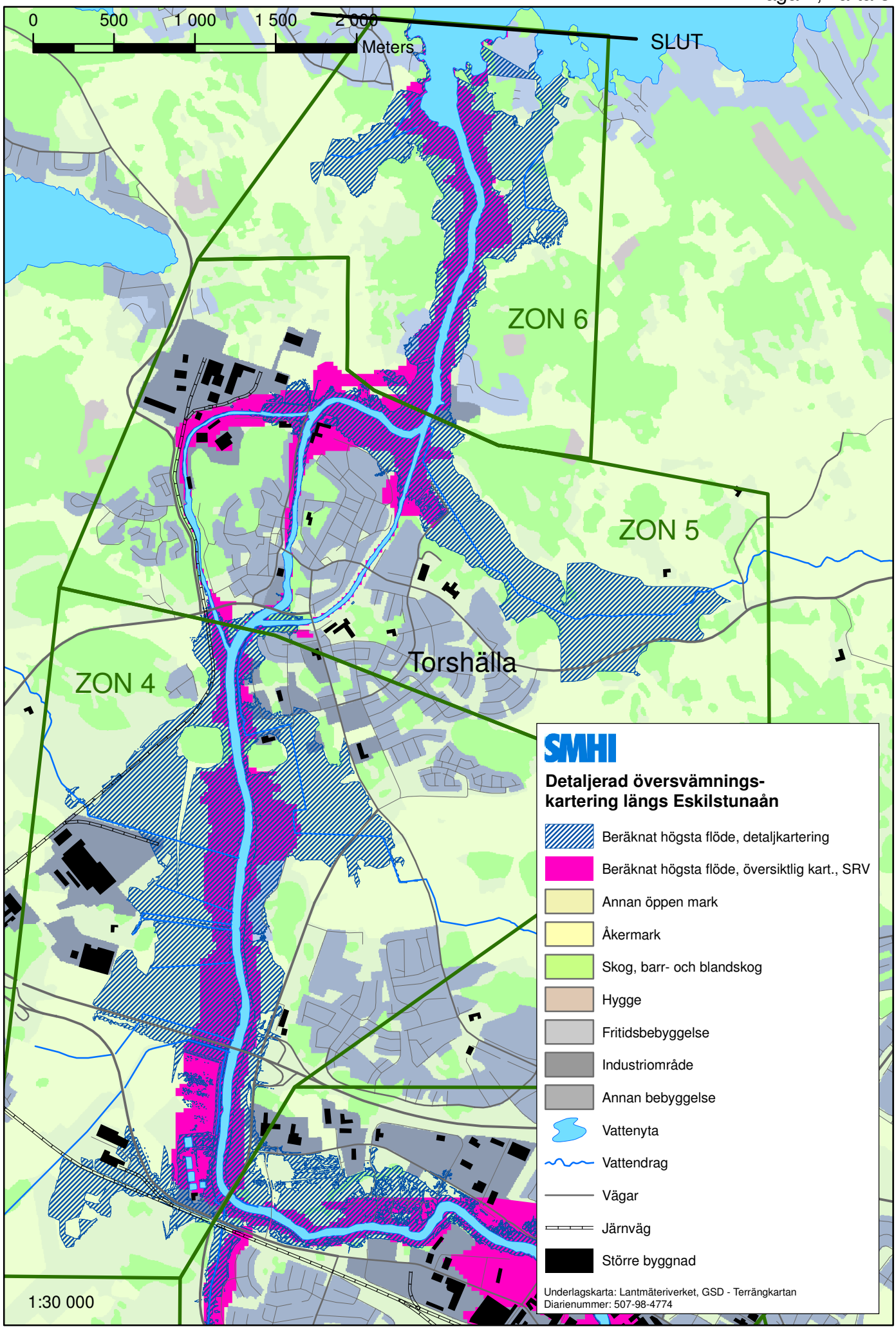

SMHI
Detaljerad översvämnings-
kartering längs Eskilstunaån
100 års flöde, detaljkartering
100 års flöde, översikt. kart., SRV
Annan öppen mark
Åkermark
Skog, barr- och blandskog
Hygge
Fritidsbebyggelse
Industriområde
Annan bebyggelse
Vattenyta
Vattendrag
Vägar
Järnväg
Större byggnad
Underlagskarta: Lantmäteriverket, GSD - Terrängkartan
Diarienummer: 507-98-4774
0
500
1 000
1 500
Meters
SLUT
ZON 6
ZON 5
Torshälla
ZON 4
1:30 000

Bilaga 4, Jämförelse mellan detaljerad och översiktlig översvämningskarta vid Beräknat högsta flöde.

Bilaga 4, karta 1




ZON 3
Eskilstuna
ZON 2
SMHI
Detaljerad översvämnings-
kartering längs Eskilstunaån
Beräknat högsta flöde, detaljkartering
Beräknat högsta flöde, översiktlig kart., SRV
Annan öppen mark
Åkermark
Skog, barr- och blandskog
Hygge
Fritidsbebyggelse
Industriområde
Annan bebyggelse
Vattenyta
Vattendrag
Vägar
Järnväg
Större byggnad
Underlagskarta: Lantmäteriverket, GSD - Terrängkartan
Diarienummer: 507-98-4774
1:30 000
0
500
1 000
1 500
2 000
Meters


0
500
1 000
1 500
2 000
Meters
SLUT
ZON 6
ZON 5
ZON 4
Torshälla
SMHI
Detaljerad översvämnings-
kartering längs Eskilstunaån
Beräknat högsta flöde, detaljkartering
Beräknat högsta flöde, översiktlig kart., SRV
Annan öppen mark
Åkermark
Skog, barr- och blandskog
Hygge
Fritidsbebyggelse
Industriområde
Annan bebyggelse
Vattenyta
Vattendrag
Vägar
Järnväg
Större byggnad
Underlagskarta: Lantmäteriverket, GSD - Terrängkartan
Diarienummer: 507-98-4774
1:30 000

Bilaga 5, Dammar och broar som används i beräkningarna

Broläge	Ritning nr,	I modellen
Vid Ryningsberg å väg 214	D 119	27747
Vid Skogstorps krv, över kraft kanalen,	D 118	29691
Vid Skogstorps krv, över huvud grenen,	D 261 b	29720
Vid Vilsta på Vilstavägen	171756	32067
Gångbro vid Vilsta	926	32861
SJ bro i Eskilstuna	5300-521	34787
Rådhusbron i Eskilstuna	01138	34935
Vid Gasverket i Eskilstuna	972-1	36545
Västerleden i Eskilstuna	15363	39255

Damm	I modellen
Hyndevadsdammen	28341
Rosenholm regleringsdamm,	29300
Rosenfors hålldammen	29691
Skjulsta damm	30983
Tunafors damm	34057
Faktoridammarna	35928
Holmens regleringsdamm	43137
Stora kvarnfallet	43350

Bilaga 6, Vattenståndsskillnader mellan olika detaljerad beskrivning av vattendraget i den hydrauliska modellen,

Tabell 1 Vattenståndsskillnader vid 100 årsflödet

Tabellen visar skillnaden i vattenstånd mellan den detaljerade beräkningen och översiktliga översvämningsberäkningen resp, en beräkning med detaljerade höjduppgifter men utan information från djupmätningarna,

Diff, nysek nybotten – ÖÖK: Anger skillnaden i vattenstånd mellan den detaljerade beräkningen och översiktliga översvämningsberäkningen,
Diff, nysek nybotten – nysek, utan djupmät: Anger skillnaden i vattenstånd mellan den detaljerade beräkningen och en beräkning med detaljerade höjduppgifter men utan information från djupmätningarna,

Avstånd	Diff, nysek nybotten-ÖÖK	Diff, nysek nybotten - nysek utan djupmät,	Anmärkningar
25106	0,78	0,11	
25766	0,77	0,11	
26619	0,44	0,12	
27597	0,06	0,12	
28266	-0,06	0,00	Hyndevads damm
28400	0,33	0,11	
28631	0,27	0,04	
29180	0,22	0,00	Rosenholm regleringsdamm
29580	-0,17	0,02	Rosenfors spegeldamm
29700	-0,03	0,00	
29801	-0,44	-0,47	
30399	-0,42	-0,15	
30873	0,05	0,00	Skjulsta damm
31096	-0,03	0,06	
31479	-0,04	0,10	
31987	-0,06	0,14	
32148	-0,02	0,14	
32787	-0,04	0,13	
32947	-0,03	0,13	
33933	-0,17	0,00	Tunafors damm
34182	0,81	0,43	
34577	0,41	0,02	
34750	0,42	0,03	
34790	0,44	0,02	
34806	0,41	-0,01	

Avstånd	Diff, nysek nybotten-ÖÖK	Diff, nysek nybotten - nysek utan djupmät,	Anmärkningar
34885	0,42	0,00	
34985	0,42	0,00	
35064	0,36	-0,01	
35460	0,39	0,01	
35778	0,45	0,00	Faktori dammarna
36095	0,32	0,33	
37048	0,21	0,23	
38120	0,19	0,22	
39005	0,20	0,22	
39200	0,21	0,22	
39490	0,20	0,21	
39867	0,16	0,18	
40369	0,15	0,15	
41573	0,10	0,11	
42693	0,01	0,03	
43044	-0,03	-0,01	Holmens regleringsdamm
43230	-0,02	0,00	Stora kvarnfallet
43473	-1,61	-0,55	
43772	-1,69	-0,83	
44318	-1,41	-0,69	
45055	-1,16	-0,51	
45975	-0,61	-0,23	
47044	-0,02	-0,01	
47547	0,00	0,00	

Tabell 2 Vattenståndsskillnader vid beräknat högsta flöde (BHF),

Tabellen visar skillnaden i vattenstånd mellan den detaljerade beräkningen och översiktliga översvämningsberäkningen resp, en beräkning med detaljerade höjduppgifter men utan information från djupmätningarna,

Diff, nysek nybotten – ÖÖK: Anger skillnaden i vattenstånd mellan den detaljerade beräkningen och översiktliga översvämningsberäkningen,
Diff, nysek nybotten – nysek, utan djupmät: Anger skillnaden i vattenstånd mellan den detaljerade beräkningen och en beräkning med detaljerade höjduppgifter men utan information från djupmätningarna,

Avstånd	Diff, nysek nybotten-ÖÖK	Diff, nysek nybotten - nysek utan djupmät,	Anmärkningar
25106	0,67	0,06	
25766	0,67	0,05	
26619	0,45	0,10	
27597	0,21	0,16	
28266	0,01	0,00	Hyndevads damm
28400	0,21	0,21	
28631	0,10	0,07	
29180	0,01	0,00	Rosenholm regleringsdamm
29580	-0,07	0,01	Rosenfors spegeldamm
29700	0,03	0,00	
29801	-0,57	-0,44	
30399	-0,60	-0,20	
30873	0,01	0,00	Skjulsta damm
31096	0,21	0,15	
31479	0,20	0,17	
31987	0,18	0,19	
32148	0,21	0,19	
32787	0,19	0,18	
32947	0,19	0,17	
33933	0,01	0,00	Tunafors damm
34182	0,61	0,46	
34577	0,14	0,01	
34750	0,15	0,02	
34790	0,16	0,02	
34806	0,11	-0,03	
34885	0,13	-0,02	
34985	0,10	0,01	
35064	-0,03	-0,01	
35460	0,01	0,01	
35778	0,02	0,00	Faktori dammarna
36095	0,36	0,34	
37048	0,22	0,23	
38120	0,17	0,20	
39005	0,19	0,20	
39200	0,21	0,22	
39490	0,19	0,23	

Avstånd	Diff, nysek nybotten-ÖÖK	Diff, nysek nybotten - nysek utan djupmät,	Anmärkningar
39867	0,15	0,20	
40369	0,16	0,17	
41573	0,16	0,15	
42693	0,08	0,07	
43044	0,01	0,00	Holmens regleringsdamm
43230	0,01	0,00	Stora kvarnfallet
43473	-1,54	-0,46	
43772	-1,40	-0,55	
44318	-1,01	-0,38	
45055	-0,81	-0,22	
45975	-0,38	-0,08	
47044	-0,01	0,00	
47547	0,00	0,00	

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 Norrköping
Tel 011 -495 80 00 · Fax 011-495 80 01

ISSN 0283-7722