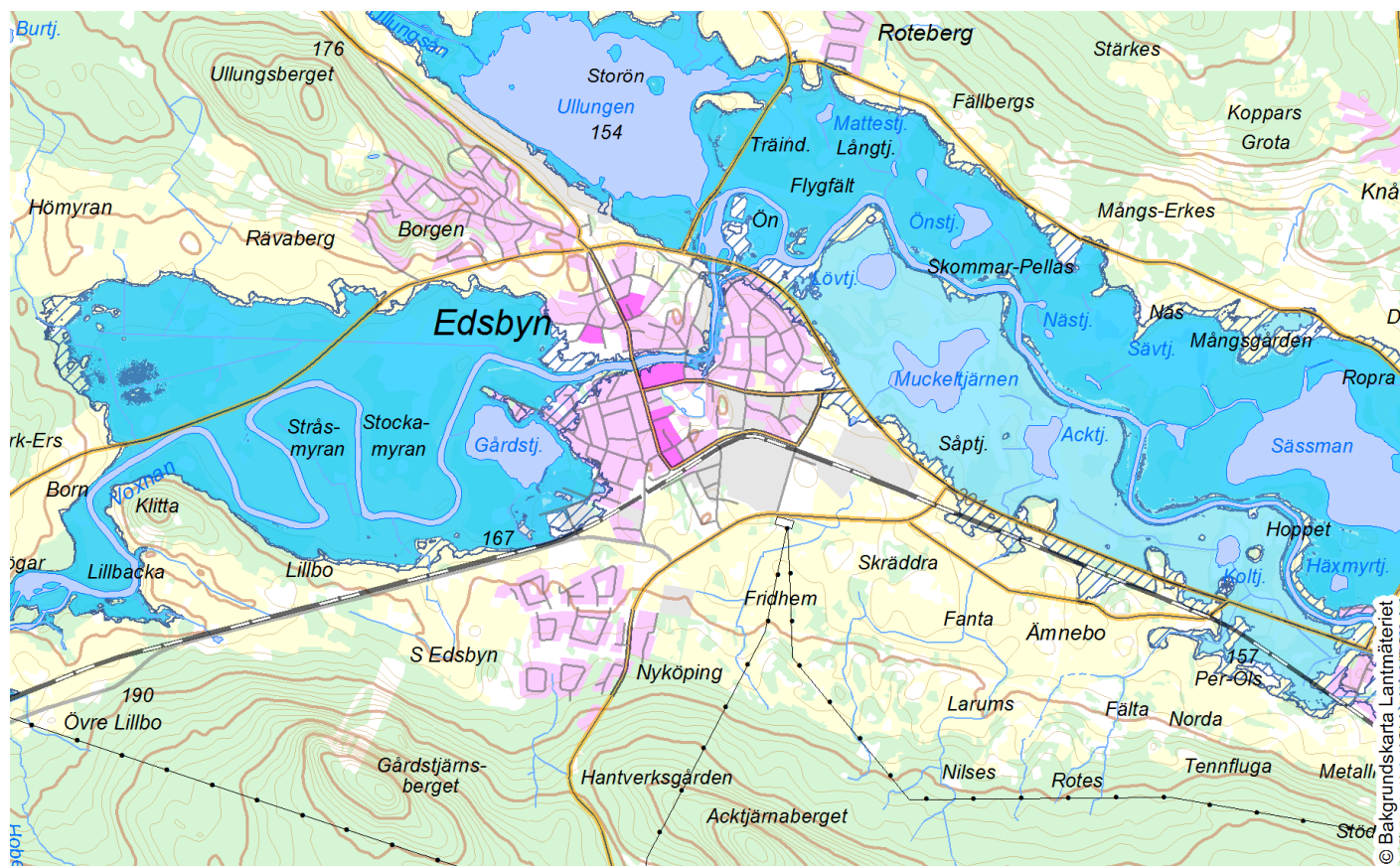




ÖVERSVÄMNINGSKARTERING UTMED VOXNAN

Med detaljerad översvämningskartering för det identifierade området med betydande översvämningsrisk, Edsby-området

Sträckan från Gryckåns inflöde till sammanflödet med Ljusnan

Rapport nr: 14, 2013-06-27

Projekt: Uppdaterad översvämningskartering

Arbetet är utfört på uppdrag av

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 651 81 Karlstad, Tel 0771-240 240,
av DHI Sverige AB, Drakegatan 6, 412 50 Göteborg, Tel 031-80 87 90, Fax 031-15 21 20

Att mångfaldiga det innehåll i denna rapport som tillhör Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, helt eller delvis, är tillåtet förutsatt att MSB anges som källa.

Lantmäteriet har rättigheterna till bakgrundskartorna i rapporten.

MSB diariennr 2013-3000
Konsult ärendenr 12802078

Innehållsförteckning

1. Inledning	6
2. Allmänt om översvämningskartering	7
2.1 Flöden och återkomsttid	7
2.2 Uppdatering av den översiktliga översvämningskarteringen	8
2.3 Framtagning av nya detaljerade översvämningskartor för Edsbyn	9
2.4 Användning av översvämningskartor	9
2.4.1 Användning av detaljerade översvämningskartor	9
2.5 Immateriella rättigheter	9
3. Beräkningar - förutsättningar och genomförande	11
3.1 Beräkning av flöden	11
3.2 Modellbeskrivning av vattendraget	13
3.3 Hydrauliska beräkningar	14
3.3.1 Antaganden	14
3.3.2 Kalibrering	16
3.4 Framtagning av översvämningskartor	17
4. Resultat	18
4.1 Modell- och vattenståndsberäkningar	18
4.1.1 50-årsflöde för det detaljerade området	18
4.1.2 100-årsflöde	18
4.1.3 200-årsflöde	18
4.1.4 Beräknat högsta flöde	19
4.1.5 Sammanställning av överströmmade dammar och broar	19
4.2 Diskussion	20
5. Litteraturförteckning	22
 Bilaga 1: Beskrivning av uppdaterade översvämningskikt producerade med endimensionell (1D) hydraulisk modell som levereras i digitalt format	 23
ArcGIS (ArcView) format:	24
MapInfo-format:	25
 Bilaga 2: Detaljerad översvämningskartering för identifierat område med betydande översvämningsrisk. Kartering utförd med tvådimensionell (2D) hydraulisk modell.	 26
 Bilaga 3: Kartor med utbredningsområden för hela vattendraget, kartering med både endimensionell och tvådimensionell hydraulisk modell.	 27

Bilaga 4: Kartor med detaljerade utbredningsområden/översvämningskartering för tätorten Edsbyn. Kartering med tvådimensionell hydraulisk modell.	37
Bilaga 5: Detaljerad översvämningskartering för tätorten Edsbyn. Vattendjup.....	40
Bilaga 6: Detaljerad översvämningskartering för tätorten Edsbyn. Flödes hastighet	49
Bilaga 7: Kompletta flödestabeller.....	59

Till denna rapport hör en cd-skiva där översvämningszonerna finns i ArcInfo-, ArcView- och MapInfo-format för GIS-användning. På skivan återfinns även denna rapport i pdf-format.

Sammanfattning

DHI Sverige AB har av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) fått en beställning av en uppdaterad översvämningskartering längs Voxnan för sträckan från Gryckåns inflöde till sammanflödet med Ljusnan (se bilaga 3).

Kartläggningen är detaljerad och kan användas för planering av räddningstjänstens insatsarbete och som underlag vid kommunens riskhantering och samhällsplanering.

Slutprodukten är kartor med översvämningszoner vid 100-årsflöde, 200-årsflöde och beräknat högsta flöde (BHF). För Edsbyn som har identifierats enligt förordningen (2009:956) om översvämningsrisker finns också en karta med översvämningszoner för 50-årsflödet, 100-årsflödet och 200-årsflödet har anpassats till förväntade flöden år 2098.

BHF-flödet är beräknat enligt Flödeskommitténs riktlinjer för dammdimensionering (dammar i Flödesdimensioneringsklass 1) [1].

Översvämningszonerna levereras som kartor i denna rapport, samt som kartskikt i digital form för hantering i Geografiska InformationsSystem (GIS). Kartskikten levereras i format för ArcGIS (ArcInfo, ArcView) och MapInfo.

Ur tvärsektionsfilen kan information om nivåer för vattenstånd för respektive flöde utläsas för den del av vattendraget som karteras med endimensionell modell (1D-modell).

För den enligt förordningen (2009:956) om översvämningsrisker identifierade tätorten Edsbyn har en tvådimensionell modell (2D-modell) använts. Uppgifter om vattenstånd, vattendjup samt vattenhastighet för respektive flöde anges i en rasterfil.

Alla skikt levereras i koordinatsystemet SWEREF99 och i höjdsystemet RH2000. De digitala kartorna ska användarna kunna använda tillsammans med egna digitala bakgrundskartor för analyser och presentationer.

Vid användning av detaljerade översvämningskartor rekommenderas för den endimensionella delen en högsta upplösning i skala 1:10 000 och för den tvådimensionella delen 1:5 000 då beräkningarna av översvämningszoner baseras på en beskrivning av vattendragets och det omkringliggande landskapets topografi och egenskaper.

Den hydrauliska datamodell som tas fram under karteringsarbetet kan användas under en pågående översvämnning för att beräkna aktuella vattenståndsnivåer för kritiska områden utmed vattendraget.

1. Inledning

Rapporten innehåller den enligt förordningen (2009:956) om översvämningsrisker detaljerade hotkartan för den identifierade tätorten med betydande översvämningsrisk. Rapporten innehåller även den för vattendraget uppdaterade översiktliga översvämningskarteringen.

Översvämningskarteringen omfattar enbart naturliga flöden, d.v.s. inte flöden uppkomna genom till exempel dammbrott och isdämningar. I arbetet med översvämningskarteringen ingår normalt inga inmätningar i fält, utan som underlag till arbetet används tillgängliga högflödesuppgifter, tillgängligt kartmaterial samt insamlade beskrivningar och ritningar över framför allt broar och dammar. De vattennivåer som erhålls ur de hydrauliska beräkningarna läggs ut på en digital höjdmodell och översvämningsens utbredning skapas. Utbredningarna redovisas som ett separat skikt för varje flöde.

Karteringsarbetet består av flera delmoment som omfattar flödesberäkningar, hydrauliska modellberäkningar och GIS-hantering. Flödesberäkningarna har utförts av SMHI. De hydrauliska beräkningarna har utförts av Dick Karlsson, Maria Aneljung, Martin Misik och Ola Nordblom, DHI. GIS-arbete och kartframställning har utförts av Jürgen Rusch, DHI. Lars-Göran Gustafsson och Ola Nordblom har samordnat projektet och svarat för rapporten.

2. Allmänt om översvämningskartering

För att kunna beräkna vattennivåer och utbredningen av en översvämning för ett flöde med en viss återkomsttid används en hydraulisk datamodell. Modellen innehåller information om flöden, höjddata och strukturer i vattendraget såsom broar och dammar samt andra fysiska strukturer som påverkar vattnets rörelser. Modellen innehåller också uppgifter om vattendragets övriga egenskaper som lutning och bottenfriktion samt landskapets topografi, geometri och friktion. Slutligen kalibreras modellen mot tidigare mätningar av vattenstånd och vattenföring.

Kartläggning av översvämmat område sker med hjälp av GIS. I karteringen används Lantmäteriets digitala höjdmodell Ny Nationell Höjdmodell (NNH) [2] för beskrivning av topografin. Vattenstånden längs hela vattendragssträckan interpoleras fram mellan tvärsektionerna. Genom att jämföra nivåer hos den simulerade vattenytan med nivåer i NNH får man fram det översvämmade området.

2.1 Flöden 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 ska överskridas under en längre tidsperiod. Ett flöde med återkomsttiden 100 år har till exempel 40 % sannolikhet att inträffa under en 50-årsperiod och ett flöde med återkomsttiden 10 000 år har 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	1 000 år
20-årsflöde	40	92	99	100	100	100
50-årsflöde	18	64	87	98	100	100
100-årsflöde	10	40	63	87	99	100
200-årsflöde	5	22	39	63	92	99
1 000-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 (1 000 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 tre nivåer samt en fjärde nivå för Edsbyn. Dessa nivåer motsvarar ett flöde med 100 års återkomsttid (100-årsflödet), 200 års återkomsttid (200-årsflödet) respektive beräknat högsta flöde. För Edsbyns tätort har även ett flöde med 50 års återkomsttid (50-årsflödet) använts.

100-årsflödet och 200-årsflödet har klimatanpassats för den flödessituation som förväntas gälla vid slutet av seklet.

Beräkning av 50-årsflöde, 100-årsflöde och 200-årsflöde görs normalt genom statistisk analys av observerade vattenföringsserier.

När det gäller beräknat högsta flöde blir en sådan uppskattning alltför osäker då det inte finns tillgång till tillräckligt långa observationsserier. Istället har framtagning av beräknat högsta flöde skett i enlighet med Flödeskommitténs riktlinjer för dammdimensionering (dammar i Flödesdimensioneringsklass I), [1], beräknat i en hydrologisk modell. Beräkningen bygger på en systematisk kombination av kritiska faktorer som bidrar till ett flöde (regn, snösmältning, hög markfuktighet, högt vattenstånd i sjöar samt magasinsfyllning i reglerade vattendrag). Någon återkomsttid kan inte anges för detta flöde, den ligger dock i storleksordningen cirka 10 000 år.

2.2 Uppdatering av den översiktliga översvämningskarteringen

Sedan de översiktliga översvämningskarteringarna framställdes har en rad olika förutsättningar ändrats och efterfrågan på översvämningskarteringar har ökat. Efter att Klimat- och sårbarhetsutredningen presenterades har ett omfattande arbete påbörjats med att anpassa samhället till ett förändrat klimat, bland annat har nya klimatscenarier och modeller utvecklats. En ny detaljerad höjdmodell (NNH) har tagits fram för det karterade området och har använts i arbetet. De hydrauliska modellerna har förbättrats vilket ger noggrannare resultat. Dessutom kan lokala förutsättningar längs vattendraget ha ändrats sedan den översiktliga karteringen utfördes. Även referenssystemen har förändrats och de nya karteringarna redovisas därför i SWREF99 TM och RH2000. Detta sammantaget innebär att de gamla karteringarna behöver uppdateras för att kunna utgöra ett användbart beslutsunderlag i samhället.

Hela översvämningskarteringen uppdateras med en endimensionell modell förutom för Edsbyn där en tvådimensionell modell har använts. De endimensionella sträckorna karteras med ett 100-årsflöde, 200-årsflöde och det beräknade högsta flödet. 100-årsflödet och 200-årsflödet har klimatanpassats för den flödessituation som förväntas gälla vid slutet av seklet.

2.3 Framtagning av nya detaljerade översvänningskartor för Edsbyn

Voxnan rinner genom tätorten Edsbyn för vilken en detaljerad översvänningskartering har framställts med en tvådimensionell modell.

Flöden för vilka utbredningsområden karteras är i detta fall 50-årsflöde (dagens klimat), 100-årsflöde (klimatanpassat), 200-årsflöde (klimatanpassat) och beräknat högsta flöde (dagens klimat).

Den tvådimensionella modellen beräknar vattennivåer och utbredning i ett rutnät. Resultatet presenteras i en rasterfil (se bilaga 2). Rasterfilen innehåller även information om vattendjup och vattenhastighet.

2.4 Användning av översvänningskartor

Kartläggningen är detaljerad och kan användas för planering av räddningstjänstens insatsarbete och som underlag vid kommunens riskhantering och samhällsplanering.

Den hydrauliska datamodellen kan användas under en pågående översvämning. Den kalibreras efter de aktuella flödena. Vattenstånd för den pågående översvämningen kan beräknas för kritiska områden utmed vattendraget och de nya uppgifterna levereras till räddningstjänster och övriga berörda.

Vid användning av översvänningskartorna rekommenderas en högsta upplösning i skala 1:10 000 för den endimensionella delen.

100-årsflödet och 200-årsflödet har anpassats till ett förväntat klimat år 2098 vilket måste tas hänsyn till vid användning av informationen.

2.4.1 Användning av detaljerade översvänningskartor

De detaljerade översvänningskartorna kan användas som ett noggrannare beslutsunderlag för det karterade området. Vid användning av översvänningskartorna rekommenderas en högsta upplösning i skala 1:5 000 för den tvådimensionella delen.

100-årsflödet och 200-årsflödet har anpassats till ett förväntat klimat år 2098 vilket måste tas hänsyn till vid användning av informationen.

2.5 Immateriella rättigheter

MSB har upphovsrätt till de av MSB framtagna översvänningskarteringarna som skyddas av upphovsrättslagen (1960:729). Innehållet i rapporter och cd-skivor får mångfaldigas, helt eller delvis, förutsatt att MSB anges som källa.

Allt ansvar vid nyttjandet av rapporterna och cd-skivorna vilar på användaren. MSB fråntar sig allt ansvar för produktens funktion eller användbarhet för något visst ändamål. Vid användning av översvämningskartorna rekommenderas för den endimensionella delen en högsta upplösning i skala 1:10 000 och för den tvådimensionella delen 1:5 000.

Rättigheter till underlagskartor i rapporten tillhör Lantmäteriet och får inte nyttjas utan Lantmäteriets tillstånd.

3. Beräkningar - förutsättningar och genomförande

3.1 Beräkning av flöden

Flöden för respektive återkomsttid beräknas med hjälp av flödesdata från en hydrologisk station i vattendraget eller med modellberäknade flödesdata.

50-årsflödet, 100-årsflödet och 200-årsflödet

SMHI förvaltar ett rikstäckande observationsnät med hydrologiska stationer för vilka historiska flödes- och vattenståndsserier har tagits fram. Flöden med en återkomsttid på 50, 100 och 200 år har tagits fram med individuella beräkningar för varje plats och bygger på frekvensanalys av vattenföringsserierna från stationsnätet. Saknas mätstation i det karterade vattendraget har statistik från närbelägna stationer i liknande vattendrag använts. Beräkningsmetodiken uppfyller kraven som ställs på dimensioneringsunderlag för klass II-dammar enligt Flödeskommitténs riktlinjer [1].

Osäkerheten i de framtagna flödena blir större med ökad återkomsttid.

Klimatkompenserade flöden

100-årsflödet och 200-årsflödet har klimatanpassats för att motsvara förväntade flöden med samma återkomsttid år 2098. Klimatpåverkan har beräknats enligt en metodik beskriven av Andréasson m.fl. [3]. Beräkningarna har gjorts med 16 regionala klimatscenarier för perioden fram till 2050 och 12 motsvarande scenarier fram till 2098. Dessa har skalats ner med bästa tillgängliga teknik och därefter anpassats till hydrologisk modellering.

De hydrologiska beräkningarna har gjorts med en nationellt täckande och regionalt kalibrerad hydrologisk modell bestående av 1001 delområden där förändringar av flöden mellan valda tidsperioder beräknats. Resultaten för det delavrinningsområde som bedömts som mest representativt för den aktuella punkten har sedan redovisats och rapporterats.

Beräknat högsta flöde

Beräknat Högsta Flöde (BHF) beräknas med en hydrologisk modell avsedd för högvattenföringar. Vid SMHI:s beräkningar används normalt HBV-modellen [4]. Beräkningsmetodiken motsvarar den teknik som används för vattenkrafts- och gruvindustrins dimensionering av högriskdammar (klass 1) [1].

Flöden använda i karteringen

Flödena i karteringen har tagits fram för nedanstående platser i Tabell 2 [5]. I bilaga 7 finns en utökad tabell som också innehåller värden för 100-årsflöden och 200-årsflöden i dagens klimat. I den utökade tabellen anges även om de klimatanpassade 100- och 200-årsflödena når ett maxvärde under någon klimatperiod innan 2098.

Flöden med en återkomsttid på 50, 100 och 200 år är framräknade med hjälp av frekvensanalys på vattenföringsserier längs de aktuella vattendragen. Även stationer från närliggande vattendrag ligger till grund för beräkningen.

Beräknat högsta flöde har erhållits genom beräkning i HBV-modellen [4].

Flödena samt deras hydrografer har använts som inflöde till den hydrauliska modellen och har arealviktats för att utnyttjas vid skattning av tillrinnande biflöden.

Tabell 2

På följande platser har 50-årsflöden, 100-årsflöden, 200-årsflöden och beräknade högsta flöden enligt Flödeskommitténs riktlinjer för dammar i Flödesdimensioneringsklass I beräknats.

Plats för beräknat flöde	50-årsflöde [m ³ /s]	100-årsflöde år 2098 [m ³ /s]	200-årsflöde år 2098 [m ³ /s]	BHF [m ³ /s]
Nybro Qstn 740		261	285	450
Vallhaga krv (Ovan Älmån)		270	294	520
Bornforsen krv (Nedan Älmån)		276	300	530
Österforsen krv (Tätort Edsbyn)	260	280	305	530
Alfta krv Qstn 1890		323	352	620
Runemo (Nedstr Norrsjön)		344	375	685
Lenninge krv (Uppströms Varpen nära Sunnerstaholm)		361	393	740

3.2 Modellbeskrivning av vattendraget

I översvämningskarteringen av Voxnan har både endimensionella och tvådimensionella hydrauliska modeller använts.

I endimensionella hydrauliska modeller beskrivs vattendraget med hjälp av tvärsektioner som läggs vinkelrätt tvärs över huvudfåran och eventuella förgreningar. Tvärsektionerna ska täcka in den översvämmade sektionen vid höga flöden och måste därför sträcka sig tillräckligt långt utanför den normala å- eller älvsektionen. Vattendragets råhet (friktion) beskrivs med en råhetsparameter (vanligen ett s.k. Mannings tal), vilken justeras när modellen kalibreras in mot kända flöden och vattennivåer.

I tvådimensionella hydrauliska modeller beräknas hur vattnet transporteras och hur nivån varierar, inte bara i en dimension (längs vattendraget), utan fördelat över ett tvådimensionellt modellområde. Istället för att använda tvärsektioner beskrivs geometrin med ett beräkningsnät (rutnät) som anger bottennivåer och marknivåer för vattendragsfåran respektive för den omgivande terrängen. Under simuleringen räknar modellen ut hur vattnet flödar från vattendragets normala fåra upp över den omgivande terrängen när vattennivån stiger, samt tillbaka till fåran när vattennivån sjunker. Med en tvådimensionell modell beräknas nivåer och utbredning samtidigt. Förutom maximala vattennivåer räknar modellen också ut strömningshastigheten i två dimensioner, vilket innebär att skillnader i strömhastighet mellan fåran och översvämmat område kan beskrivas.

Fördelen med tvådimensionella modeller framför endimensionella är möjligheten att på ett mer korrekt sätt beskriva översvämningsförlopp i flack terräng som i till exempel deltan eller i kraftigt meandrande vattendrag.

Karteringen av Voxnan innehåller segment med både endimensionella och tvådimensionella beräkningar. För det område som har identifierats ha betydande översvämningsrisk enligt förordningen (2009:956) om översvämningsrisk har tvådimensionella beräkningar använts. Den tvådimensionella modellen sträcker sig från strax nedströms Bornforsens kraftverk till Acktjärnens tillflöde till Voxnan. Sjön Ullungen och intill Voxnan liggande tjärnar är även med i modellen.

Vid beskrivningen av vattendragets endimensionella delsträckor har sektionering utförts med den ekonomiska kartan (skala 1:20 000) [6] och Lantmäteriets digitala höjdmodell NNH [2] som underlag. Tvärsektionerna har digitaliserats i ArcGIS och därefter har höjder erhållits från NNH. Sektionerna har sedan kombinerats med djupinformation för vattenfåran hämtad från den tidigare karteringen [7], samt i viss mån broritningar och för området kring stenvalvsbron i Edsbyn botteninmätningar utförda av kommunen under våren år 2013.

För den karterade sträckan längs Voxnan har fem delområden med höjddata från NNH använts; område 09D028 (skanningsdatum 2010-07-07 till 2010-07-24), område 09D029 (skanningsdatum 2010-06-29 till 2010-07-07), 09D037 (skanningsdatum 2010-09-28 till 2010-10-21), 11E009

(skanningsdatum 2012-06-20 till 2012-07-21) samt 11E010 (skanningsdatum 2012-05-24 till 2012-05-24) [8].

Invallningar finns beskrivna där de innefattas av höjdmodellen eller där tillkommande information har erhållits. Gabionvallar finns på höger sida Voxnan (sett i nedströms riktning) strax uppströms vägbron för Bruggevägen och kort nedströms dammen vid Uraforsvägen på vänster sida. Andra invallningar finns mellan Stråsmýran till vårdcentralen, mellan flygfältet och Önstjärnen samt ytterligare en sträcka nedströms. En viss del av denna sistnämnda sträcka invallas av Gamla Landsvägen. Lokala nedsänkningar av vallkrön har bekräftats, bl.a. söder om Stockamýran.

För det område med detaljerad översvämningskartering där en tvådimensionell modell använts beräknas nivåer och utbredning samtidigt med NNH som underlag.

Modellen över Voxnan omfattar ca 97 km. Totalt redovisas 313 tvärsektioner. I modellen finns 12 dammar och 17 broar inlagda. För beskrivning av broar har sammanställningsritningar använts. Inom Edsbyn tätort har uppgifter från kraftbolaget Elektra och kommunens inmätningar använts som komplement till bro- och dammritningar.

Österforsens damm är uppdaterad i den nya modellen. Likaså är kulvertarna till tre broar i Österforsens kraftverksrännan, som tidigare saknades, tillagda. Kulvertarna under väg 301 samt under bron under Rybbesbovägen är editerade utifrån ny ritningsinformation. Utöver detta har 24 dammkrön och/eller vägbanor editrats utifrån ny information från NNH.

I övrigt har information för dammar och broar hämtats från den tidigare karteringen [7].

3.3 Hydrauliska beräkningar

För vattenståndsberäkningarna har DHI använt de hydrodynamiska modellverktygen MIKE11 och MIKE21. Modellerna är utvecklade av DHI. MIKE11 är en endimensionell modell som bygger på Saint-Venants ekvationer medan MIKE21 är tvådimensionell. För en ingående beskrivning av modellerna hänvisas till MIKE11 Reference Manual [9] och MIKE21 FM User Guide [10].

3.3.1 Antaganden

Följande antaganden har gjorts vid beräkningarna:

- Alla dammar och broar står kvar vid höga flöden.
- Simuleringarna bygger på att vattnet är rent. I verkligheten följer träd, buskar och jord med.
- Ingen tappning sker genom kraftverkens turbiner vid de flöden som har simulerats.

- Vid det simulerade 50-årsflödet har nivån vid sammanflödet med Ljusnan i sjön Varpen satts till +53,7 m i höjdsystem RH2000, vilket motsvarar dagens MHW¹ [11]. Vid framtida 100- och 200-årsflöden samt vid BHF-flödet har nivån vid sammanflödet med Ljusnan satts till +55,3 m, motsvarande dagens HHW². Det saknas uppgifter på ett framtida MHW för Varpen och en tydlig relation mellan flöden och nivåer i Varpen har inte kunnat utläsas för att ansätta ett framtida MHW. I realiteten styr det nedre randvillkoret i Varpen endast nivåerna en liten sträcka uppströms sjön där det ligger en damm som påverkar nivåerna uppströms denna. Ett ansättande av HHW vid framtida 100- och 200-årsflöde har således endast en mycket lokal effekt och påverkar inte resultaten uppströms dammen. I Tabell 3 visas en sammanställning av de flöden och nivåer som har använts i respektive scenario.
- Ingen hänsyn har tagits till vind- och vågpåverkan vid beräkning av vattenstånd.

¹ MHW: medelvärde av varje års högsta vattenstånd

² HHW: högsta uppmätta vattenstånd i en tidsserie, oavsett seriens längd

Tabell 3

Sammanställning av beräkningsscenarier med använda 50-årsflöden, 100-årsflöden, 200-årsflöden och beräknade högsta flöden enligt Flödeskommitténs riktlinjer för dammar i Flödesdimensioneringsklass I, i kombination med nedströms vattenstånd i sammanflödet med Ljusnan.

Plats för beräknat flöde eller vattenstånd	Beräkningsscenario			
	50-årsflöde [m ³ /s], MHW i Varpen [m]	100-årsflöde år 2098 [m ³ /s], HHW i Varpen [m]	200-årsflöde år 2098 [m ³ /s], HHW i Varpen [m]	BHF [m ³ /s], HHW i Varpen [m]
Flöde Nybro Qstn 740		261	285	450
Flöde Vallhaga krv (Ovan Älmån)	251	270	294	520
Flöde Bornforsen krv (Nedan Älmån)	257	276	300	530
Flöde Österforsen krv (Tätort Edsbyn)	260	280	305	530
Flöde Alfta krv Qstn 1890		323	352	520
Flöde Runemo (Nedstr Norrsjön)		344	375	685
Flöde Lenninge krv (Uppströms Varpen nära Sunnerstaholm)		361	393	740
Sammanflödet med Ljusnan (i sjön Varpen)				
Vattenståndsnivå i sjön Varpen	+53,7	+55,3	+55,3	+55,3

3.3.2 Kalibrering

Vid kalibrering försöker man återskapa ett tidigare känt flödestillfälle. I Voxnan har kalibreringsunderlag i form av flödes- och nivådata erhållits för högflödessituationen år 1985. Inmätta vattenstånd finns vid Voxna bruk, Gårdstjärn, Österforsens damm, Ullungen/Norsbron, Ovanåker och Viksjön uppströms Alfta. Uppmätta flöden finns för motsvarande tillfälle vid Voxna bruk, Österforsens damm samt Alfta.

Vid modellens kalibreringspunkter (nivåpunkter) kalibreras vattenståndet in till minst $\pm 0,4$ m noggrannhet.

3.4 Framtagning av översvämningskartor

För de endimensionella delarna har det geografiska informationssystemet ArcGIS med programtillägget Flood Toolbox [12] använts för interpolering av beräknade vattenstånd mellan tvärsektionerna för att beräkna översvämningsens geografiska utbredning. Vattnet tillåts översvämma sidofåror till huvudfårans vattennivå. För beskrivning av topografin har samma höjddata använts som vid konstruktionen av tvärsektioner.

För det område med detaljerad översvämningskartering där en tvådimensionell modell har använts beräknas nivåer och utbredning samtidigt i ett s.k. beräkningsnät baserat på höjdmodellen (NNH), men med grövre upplösning. Därefter överförs resultaten till höjdmodellens finare upplösning (2x2 m) genom interpolering i ArcGIS och Flood Toolbox [12].

4. Resultat

Utbredningsområdet för översvämning vid respektive flöde visas i rapporten på kartor i skala 1:50 000 (bilaga 3). För det detaljerade området visas utbredningen i skala 1:20 000 (bilaga 4). Bakgrundskartan är Terrängkartan i skala 1:50 000 [13], respektive Ekonomiska kartan i skala 1:20 000 [6].

Det geografiska informationssystemet ArcGIS med programtillägget Flood Toolbox [12] har utnyttjats för interpolering mellan tvärsektionerna inför presentation av resultatet på karta.

Resultatet finns också som GIS-skikt för respektive flöde med ett utbredningsområde per GIS-skikt samt ett temaskikt för respektive flöde. GIS-skikten finns på en cd-skiva i ArcInfo-, ArcView- och MapInfo-format för GIS-användning. Uppgifter om vattennivåer i tvärsektionerna finns redovisade i separata GIS-skikt. Cd-skivans innehåll finns beskrivet i bilaga 1-2.

4.1 Modell- och vattenståndsberäkningar

Vid de simuleringar som genomförts har antagits att alla dammar och alla broar står kvar vid de beräknade flödena. Mycket höga flöden kan dock orsaka att vägbankar och broar rasar. 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 kan även påverkas av erosion vilket kan förändra förutsättningarna för vattnets flöde genom vattendraget.

4.1.1 50-årsflöde för det detaljerade området

Med befintliga antaganden och ingångsdata överströmmas vid 50-årsflödet de ej reglerbara dammarna nedströms Alfta kraftverk, Runemodammen samt Sunnerstaholms kraftdamm.

Inga broar överströmmas vid 50-årsflödet.

4.1.2 100-årsflöde

Med befintliga antaganden och ingångsdata överströmmas vid 100-årsflödet de ej reglerbara dammarna nedströms Alfta kraftverk, Runemodammen samt Sunnerstaholms kraftdamm.

Inga broar överströmmas vid 100-årsflödet.

4.1.3 200-årsflöde

Med befintliga antaganden och ingångsdata överströmmas vid 200-årsflödet Österforsens ena kraftdammskibord, de ej reglerbara dammarna nedströms Alfta kraftverk, Runemodammen, Sunnerstaholms kraftdamm samt Lenninge kraftdamm.

Inga broar överströmmas vid 200-årsflödet.

4.1.4 Beräknat högsta flöde

Med befintliga antaganden och ingångsdata överströmmas vid BHF-flödet Vallhanga kraftdamm, Bornforsen kraftdamm, Österforsens ena kraftdammskibord, Alfta kraftdamm, de ej reglerbara dammarna nedströms Alfta kraftverk, Runemodammen, Sunnerstaholms kraftdamm samt Lenninge kraftdamm.

Vid BHF-flödet överströmmas bron vid Gammel-Homna samt bron vid Ryggebovägen över Österforsens kraftverksfåra.

4.1.5 Sammanställning av överströmmade dammar och broar

I Tabell 4 redovisas en sammanställning av överströmmade dammkonstruktioner och broar längs Voxnan vid respektive flödesscenario.

Tabell 4

Sammanställning av överströmmade dammar och broar vid respektive flödesscenario längs Voxnan.

Konstruktion, i ordning från uppströms till nedströms	Överströmmas vid flödesscenario			
	50-årsflöde	100-årsflöde år 2098	200-årsflöde år 2098	BHF
Vägbro Nybrovägen	Nej	Nej	Nej	Nej
Vägbro väg 296 och väg 301 ost-nordost om Råttjärnen	Nej	Nej	Nej	Nej
Vägbro norr om Pottmyran	Nej	Nej	Nej	Nej
Vägbro vid Gammel-Homna	Nej	Nej	Nej	Ja
Vallhanga kraftdamm	Nej	Nej	Nej	Ja
Bornforsen kraftdamm	Nej	Nej	Nej	Ja
Bärstabron	Nej	Nej	Nej	Nej
Österforsen kraftdamm skibord A	Nej	Nej	Nej	Nej
Österforsen kraftdamm skibord B	Nej	Nej	Ja	Ja
Vägbro väg 301 över huvudfåran nedströms Österforsens kraftverk	Nej	Nej	Nej	Nej
Vägbro väg 301 över Österforsens kraftverksfåra	Nej	Nej	Nej	Nej
Vägbro Ryggebovägen över huvudfåran nedströms Österforsens kraftverk	Nej	Nej	Nej	Nej
Vägbro Ryggebovägen över Österforsens kraftverksfåra	Nej	Nej	Nej	Ja

Vägbro väg 301 vid Östanå	Nej	Nej	Nej	Nej
Alfta kraftdamm	Nej	Nej	Nej	Ja
Vägbro väg 301 nedströms Alfta kraftdamm	Nej	Nej	Nej	Nej
Ej reglerbar damm 1/4 nedströms Alfta kraftverk	Ja	Ja	Ja	Ja
Ej reglerbar damm 2/4 nedströms Alfta kraftverk	Ja	Ja	Ja	Ja
Ej reglerbar damm 3/4 nedströms Alfta kraftverk	Ja	Ja	Ja	Ja
Ej reglerbar damm 4/4 nedströms Alfta kraftverk	Ja	Ja	Ja	Ja
Vägbro Långgatan	Nej	Nej	Nej	Nej
Vägbro Långgatan	Nej	Nej	Nej	Nej
Runemodammen	Ja	Ja	Ja	Ja
Vägbro Gäddviksvägen	Nej	Nej	Nej	Nej
Järnvägsbro vid kommungräns Ovanåker-Bollnäs	Nej	Nej	Nej	Nej
Vägbro väg 50 vid Söräng	Nej	Nej	Nej	Nej
Vägbro mellan Norrsjön och Sörbosjön	Nej	Nej	Nej	Nej
Vägbro nedströms Sörbosjön vid Söråkers Golfklubb	Nej	Nej	Nej	Nej
Sunnerstaholm kraftdamm	Ja	Ja	Ja	Ja
Lenninge kraftdamm	Nej	Nej	Ja	Ja
Vägbro nedströms Lenninge kraftverk	Nej	Nej	Nej	Nej
Järnvägsbro nedströms Lenninge kraftverk	Nej	Nej	Nej	Nej
Vägbro väg 83 vid sammanflödet med sjön Varpen	Nej	Nej	Nej	Nej

4.2 Diskussion

Kalibrering har skett mot högflödeshändelsen 1985. Dock har arbeten utförts i Voxnan efter detta, vilket möjligt betyder att den botteninformation som använts i modellen inte alltid överensstämmer med hur botten såg ut 1985. Detta tillför en osäkerhet i modellberäkningarna.

Vad gäller osäkerheten i beräknad översvämningsutbredning så beror den dels på osäkerheten i beräknad nivå, dels på felet i höjdmodellen. Höjdmodellen uppges ha ett generellt medelfel som är mindre än ± 0.5 m i höjd. På plana och väl definierade ytor ska felet vara mindre än ± 0.2 m i höjd [2].

I vissa fall kan den beräknade översvämningsutbredningen underskatta den verkliga utbredningen p.g.a. att det tillgängliga dataunderlaget inte innehåller

den detaljinformation som krävs för att avgöra om naturliga eller anlagda barriärer i terrängen, t.ex. vägbankar, tillåter vattnet att passera igenom via vägtrummor eller liknande.

Noggrannheten i beräknade nivåer ligger inom $\pm 4,0$ decimeter i kalibreringspunkterna, vilket är punkter där vattennivån har observerats under ett tidigare höglöde. Modellens noggrannhet gäller för flöden av ungefär samma storlek som kalibreringsflödet och i kalibreringspunkterna. I andra delar av vattendraget och för övriga flöden, är osäkerheten större. Speciellt är osäkerheten större vid BHF-flödet, jämfört med de tre lägre flödesscenarierna, eftersom BHF-flödet skiljer sig avsevärt från det flöde modellen har kalibrerats för.

5. Litteraturförteckning

- [1] Svensk Energi, Svenska Kraftnät och SveMin (2007). Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar – Nyutgåva 2007.
- [2] Lantmäteriet. <http://www.lantmateriet.se/Kartor-och-geografisk-information/Hojddata/Ny-nationell-hojdmodell/>.
- [3] Andreasson m.fl. (2011). Dammsäkerhet. Dimensionerande flöden för dammanläggningar för ett klimat i förändring – metodutveckling och scenarier. Elforsk rapport 11:25.
- [4] Bergström, S. (1992). The HBV Model – its structure and applications. SMHI RH, No. 4.
- [5] SMHI (2012). Flödesberäkning till översvämningskarteringar. Underlagsmaterial levererat till MSB.
- [6] Lantmäteriet. Gula kartan/Ekonomiska kartan, skala 1:20 000.
- [7] Räddningsverket (1999). Översiktlig översvämningskartering längs Voxnan. SRD diarienummer KD-11137-1-0.
- [8] Lantmäteriets informationstjänst GeoLex, www.geolex.lm.se.
- [9] DHI (2012). MIKE 11, A modelling system for rivers and channels: Reference Manual. Hørsholm, Danmark: DHI.
- [10] DHI (2012). MIKE 21 flow model FM, hydrodynamic module: User Guide. Hørsholm, Danmark: DHI.
- [11] SMHI (2012). Sammanställning av MHW och HHW. Underlagsmaterial levererat till MSB.
- [12] DHI-WASY (2011). Flood Toolbox, Manual Mike 2011 Tools, Manual Flood Estimation Tools: DHI-WASY GmbH.
- [13] Lantmäteriet. Gröna kartan/Terrängkartan, skala 1:50 000.

Bilaga 1: Beskrivning av uppdaterade översvämningsskikt producerade med endimensionell (1D) hydraulisk modell som levereras i digitalt format

Översvämningskarteringarna levereras som digitala geografiska data i koordinatsystem SWEREF99 TM och höjdsystem RH2000. Data levereras som shapefiler (.shp), tabfiler (.tab) samt i gridformat (.adf). Vid användning och bearbetning av data nyttjas förslagsvis GIS-programvarorna ArcGIS (ArcView) eller MapInfo.

För vattendrag som karterats med 1D-hydraulisk modell levereras två ytskikt per flödesscenario och ett linjeskikt per karterat vattendrag. Dessutom levereras tre rasterfiler per flödesscenario. Totalt levereras minst 21 olika skikt per kartering.

För rasterfilerna vilka tillsammans med utbredningsskikten motsvarar den detaljerade översvämningskarteringen för identifierade områden med betydande översvämningsrisk, se vidare i bilaga 2.

Ytskikten består av resultat- och temafilmer.

Filerna "Resultat_Qxxx" redovisar översvämningsytan för respektive flödesscenario samt ytorna för öar/enklaver omgivna av översvämningsytan.

Filerna "Tema_Qxxx" redovisar endast översvämningsytan för respektive flödesscenario. Detta för att möjliggöra att snabbt få en överblick och visualisera den markyta som hotas av en översvämning för respektive flöde.

Linjeskiktet "T_sektion_1D" redovisar tvärsektionerna utmed vattendraget. Varje tvärsektion redovisar vattennivåerna för respektive flöde och innehåller medelvärden för hela tvärsnittet gällande vattennivå och vattenhastighet för respektive flödesscenario.

ArcGIS (ArcView) format:

Ytskikt	Filnamn
Översvämningsytan för 50-årsflöde (Gridcode=1) samt ytor för öar/enklaver (Gridcode=0). Area (m2)	Resultat_Q50.shp
Översvämningsytan för 100-årsflöde* inkl (Gridcode=1) samt ytor för öar/enklaver (Gridcode=0). Area (m2)	Resultat_Q100.shp
Översvämningsytan för 200-årsflöde* (Gridcode=1) samt ytor för öar/enklaver (Gridcode=0). Area (m2)	Resultat_Q200.shp
Översvämningsytan för beräknat högsta flöde (Gridcode=1) samt ytor för öar/enklaver (Gridcode=0). Area (m2)	Resultat_Qbhf.shp
Översvämningsytan för 50-årsflöde (Gridcode=1). Area (m2)	Tema_Q50.shp
Översvämningsytan för 100-årsflöde* (Gridcode=1). Area (m2)	Tema_Q100.shp
Översvämningsytan för 200-årsflöde* (Gridcode=1). Area (m2)	Tema_Q200.shp
Översvämningsytan för beräknat högsta flöde. (Gridcode=1). Area (m2)	Tema_Qbhf.shp

*Klimatanpassat flöde för år 2098.

Linjeskikt	Filnamn
Tvärsektioner för respektive vattendrag	T_sektion_1D.shp

Tvärsektionsfilen **T_sektion_1D** innehåller följande information per sektion:

Attribut	Beskrivning
ID	Unikt ID för varje tvärsektion
Vattendrag	Namn på huvudfåra
Biflöde	Namn på biflöde
Avst	Avstånd längs vattendraget med startvärde = noll vid källan (m)
Bredd	Tvärsektionens bredd (m)
Grans1D_2D	Värde anger gräns mellan 1D och 2D kartering: 0=tvärsektion som inte gränsar till 2D kartering, 1= uppströms gräns, 2= nedströms gräns
50_Z	50-årsflödets höjdvärde i RH 2000 (m.ö.h.)
100_Z	100-årsflödets höjdvärde i RH 2000 (m.ö.h.)*
200_Z	200-årsflödets höjdvärde i RH 2000 (m.ö.h.)*
BHF_Z	Höjdvärdet för beräknat högsta flöde i RH 2000 (m.ö.h.)
50_V	50-årsflödets hastighet, sektionsmedelvärde (m/s)
100_V	100-årsflödets hastighet, sektionsmedelvärde (m/s)*
200_V	200-årsflödets hastighet, sektionsmedelvärde (m/s)*
BHF_V	Hastigheten för beräknat högsta flöde, sektionsmedelvärde (m/s)

*Klimatanpassat flöde för år 2098.

MapInfo-format:

Ytskikt	Filnamn
Översvämningsytan för 50-årsflöde (Gridcode=1) samt ytorna för öar/enklaver (Gridcode=0). Area (m2)	Resultat_Q50.tab
Översvämningsytan för 100-årsflöde* inkl (Gridcode=1) samt ytorna för öar/enklaver (Gridcode=0). Area (m2)	Resultat_Q100.tab
Översvämningsytan för 200-årsflöde* (Gridcode=1) samt ytorna för öar/enklaver (Gridcode=0). Area (m2)	Resultat_Q200.tab
Översvämningsytan för beräknat högsta flöde (Gridcode=1) samt ytorna för öar/enklaver (Gridcode=0). Area (m2)	Resultat_Qbhf.tab
Översvämningsytan för 50-årsflöde (Gridcode=1). Area (m2)	Tema_Q50.tab
Översvämningsytan för 100-årsflöde* (Gridcode=1). Area (m2)	Tema_Q100.tab
Översvämningsytan för 200-årsflöde* (Gridcode=1). Area (m2)	Tema_Q200.tab
Översvämningsytan för beräknat högsta flöde. (Gridcode=1). Area (m2)	Tema_Qbhf.tab

*Klimatanpassat flöde för år 2098.

Linjeskikt	Filnamn
Tvärsektioner för respektive vattendrag	T_sektion_1D.tab

Tvärsektionsfilen **T_sektion_1D** innehåller följande information per sektion:

Attribut	Beskrivning
ID	Unikt ID för varje tvärsektion
Vattendrag	Namn på huvudfåra
Biflöde	Namn på biflöde
Avst	Avstånd längs vattendraget med startvärde = noll vid källan (m)
Bredd	Tvärsektionens bredd (m)
Grans1D_2D	Värde anger gräns mellan 1D och 2D kartering: 0=tvärsektion som inte gränsar till 2D kartering, 1= uppströms gräns, 2= nedströms gräns
50_Z	50-årsflödets höjdvärde i RH 2000 (m.ö.h.)
100_Z	100-årsflödets höjdvärde i RH 2000 (m.ö.h.)*
200_Z	200-årsflödets höjdvärde i RH 2000 (m.ö.h.)*
BHF_Z	Höjdvärdet för beräknat högsta flöde i RH 2000 (m.ö.h.)
50_V	50-årsflödets hastighet, sektionsmedelvärde (m/s)
100_V	100-årsflödets hastighet, sektionsmedelvärde (m/s)*
200_V	200-årsflödets hastighet, sektionsmedelvärde (m/s)*
BHF_V	Hastigheten för beräknat högsta flöde, sektionsmedelvärde (m/s)

*Klimatanpassat flöde för år 2098.

Bilaga 2: Detaljerad översvämningskartering för identifierat område med betydande översvämningsrisk. Kartering utförd med tvådimensionell (2D) hydraulisk modell.

Rasterfilerna redovisar data från den detaljerade översvämningskarteringen enligt förordningen (2009:956) om översvämningsrisk för identifierade områden med betydande översvämningsrisk.

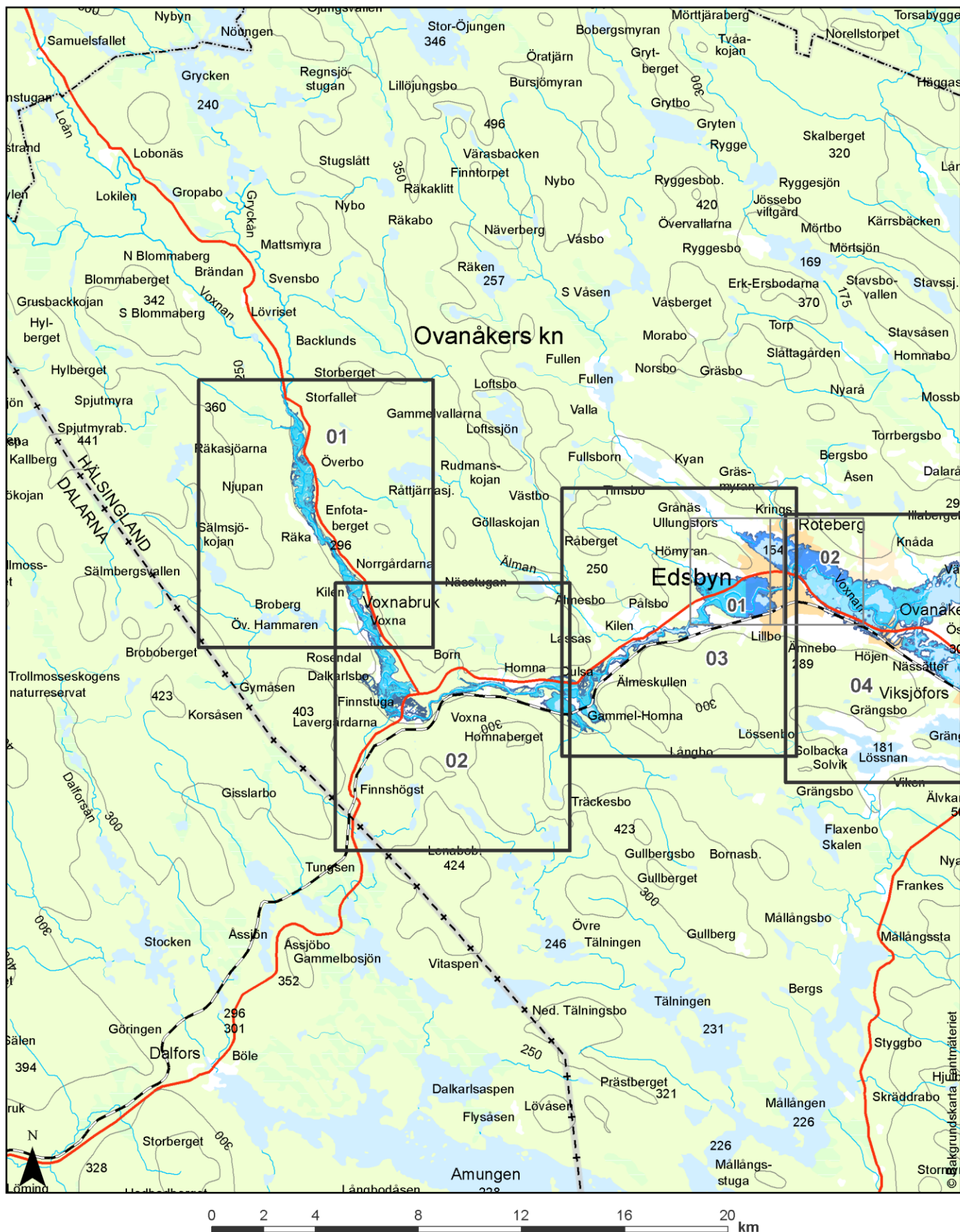
Tre rasterfiler per flödesscenario levereras i gridformat (.adf) som kan läsas av bland annat GIS-programvarorna ArcGIS (ArcView) eller MapInfo.

Data levereras i referenssystem SWEREF99TM och höjdsystem RH2000. Rasterfilernas upplösning är 2 x 2m.

Rasterdata	Filnamn
Vattendjup (m) för 50-årsflödet	q_50_djup
Vattenhastighet (m/s) för 50-årsflödet	q_50_hastigh
Vattenytans nivå (m.ö.h.) för 50-årsflödet	q_50_moh
Vattendjup (m) för 100-årsflödet*	q_100_djup
Vattenhastighet (m/s) för 100-årsflödet*	q_100_hastigh
Vattenytans nivå (m.ö.h.) för 100-årsflödet*	q_100_moh
Vattendjup (m) för 200-årsflödet*	q_200_djup
Vattenhastighet (m/s) för 200-årsflödet*	q_200_hastigh
Vattenytans nivå (m.ö.h.) för 200-årsflödet*	q_200_moh
Vattendjup (m) för bhf-flödet	q_bhf_djup
Vattenhastighet (m/s) för bhf-flödet	q_bhf_hastigh
Vattenytans nivå (m.ö.h.) för bhf-flödet	q_bhf_moh

*Klimatanpassat flöde för år 2098.

Bilaga 3: Kartor med utbredningsområden för hela vattendraget, kartering med både endimensionell och tvådimensionell hydraulisk modell.



Översvämnings-kartering

Voxnan

Kartöversikt



Teckenförklaring:

- Vattenyta, normalvattenstånd
- 50-årsflöde
- 100-årsflöde*
- 200-årsflöde*
- Beräknat högsta flöde

* klimatanpassat flöde för år 2098

Uppdragsgivare:



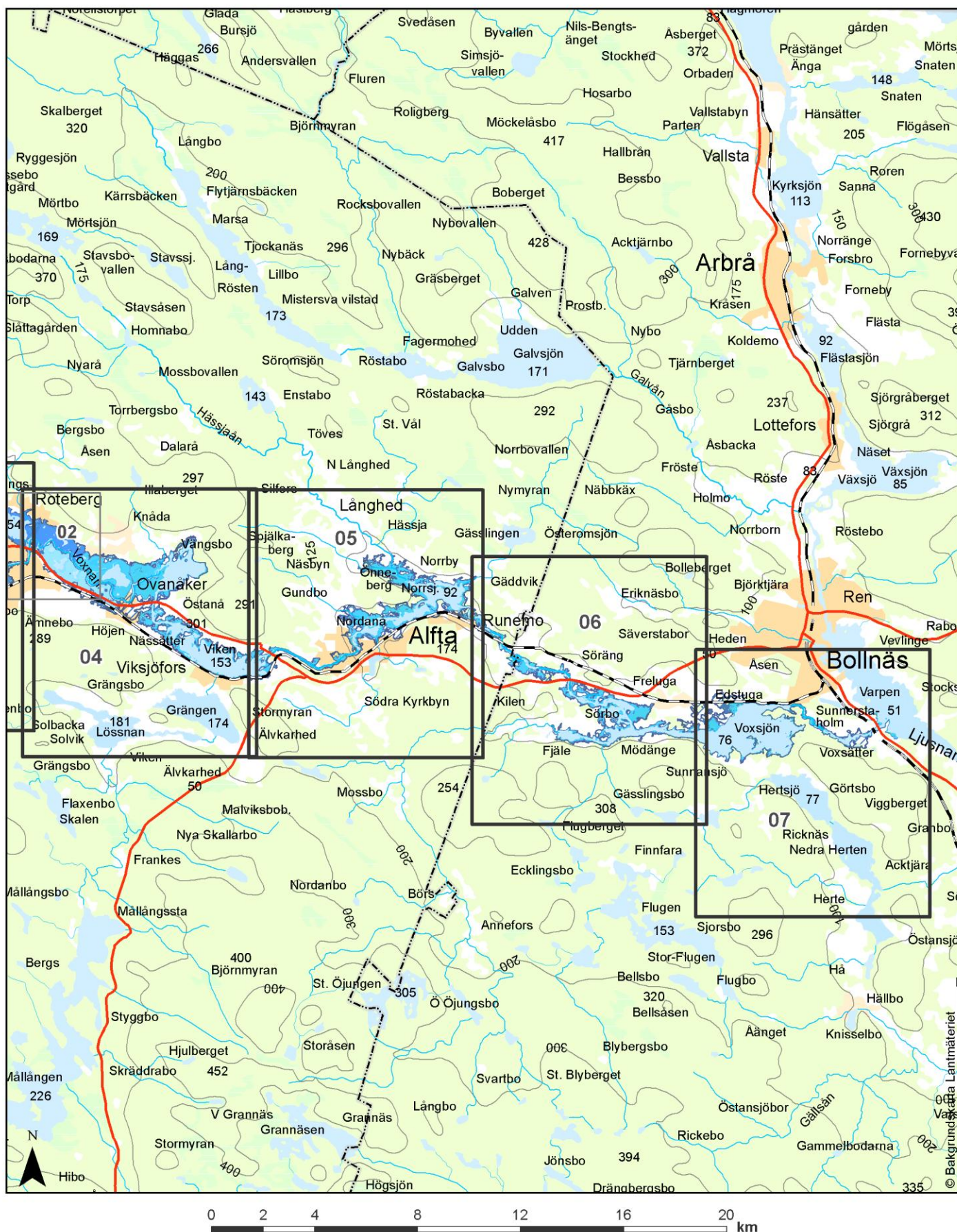
Konsult:



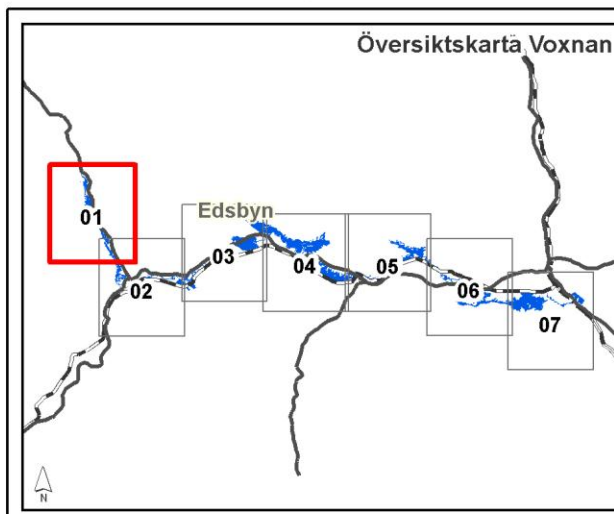
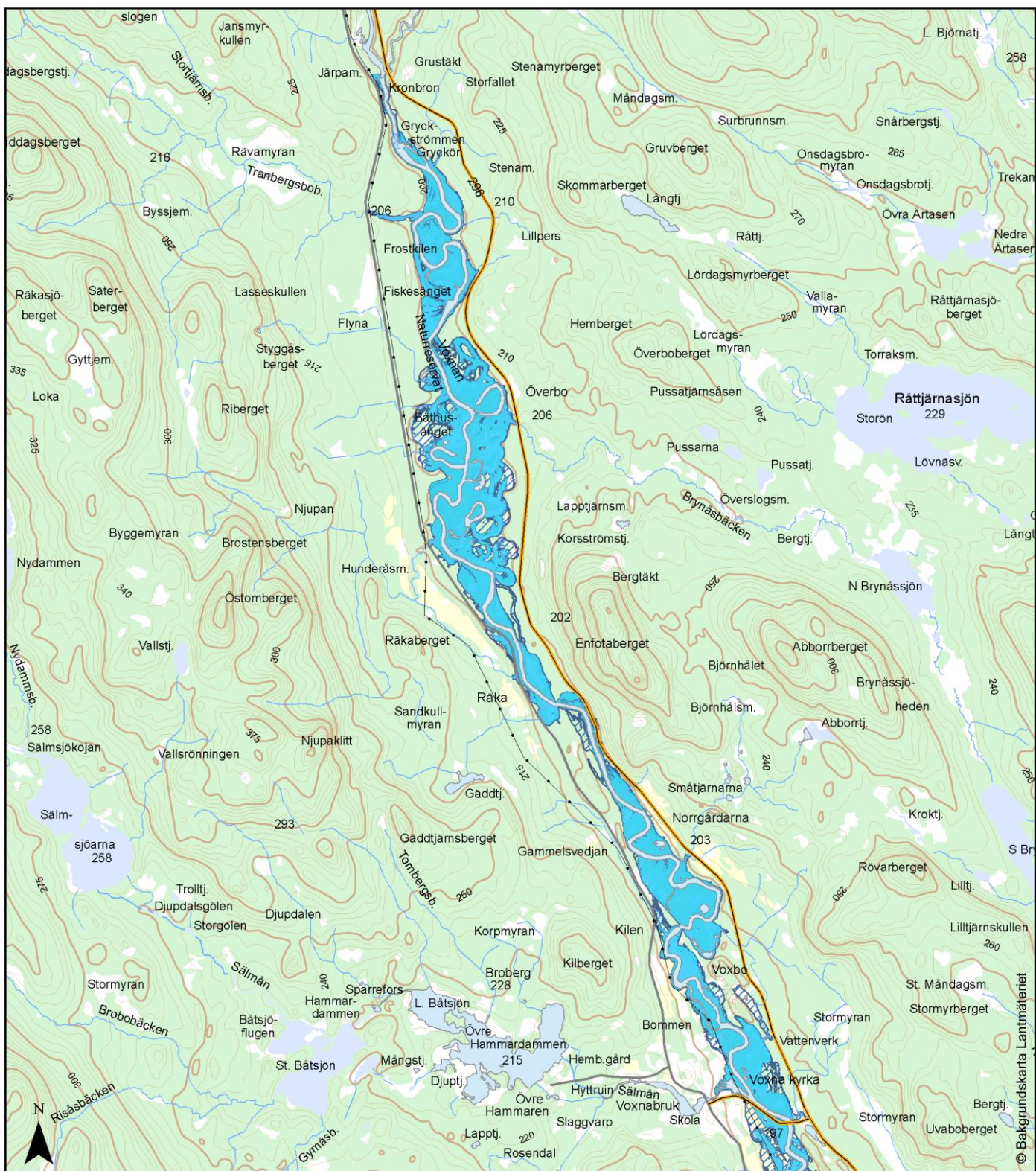
Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum: 2013.07.08

Bilaga 3 Översikt 1/2



Översvännings-kartering Voxnan Kartöversikt 	Teckenförklaring: - Vattenyta, normalvattenstånd 50-årsflöde 100-årsflöde* 200-årsflöde* - Beräknat högsta flöde	Uppdragsgivare: 	Konsult:  DHI Sverige AB
	Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM höjd: RH 2000		
	Datum: 2013.07.08		
	Bilaga 3 Översikt 2/2		
* klimatanpassat flöde för år 2098			



Teckenförklaring:

- Vattenyta, normalvattenstånd
- 50-årsflöde
- 100-årsflöde*
- 200-årsflöde*
- Beräknat högsta flöde

* klimatanpassat flöde för år 2098

Översvämningsskartering

Voxnan

Uppdragsgivare:



Konsult:

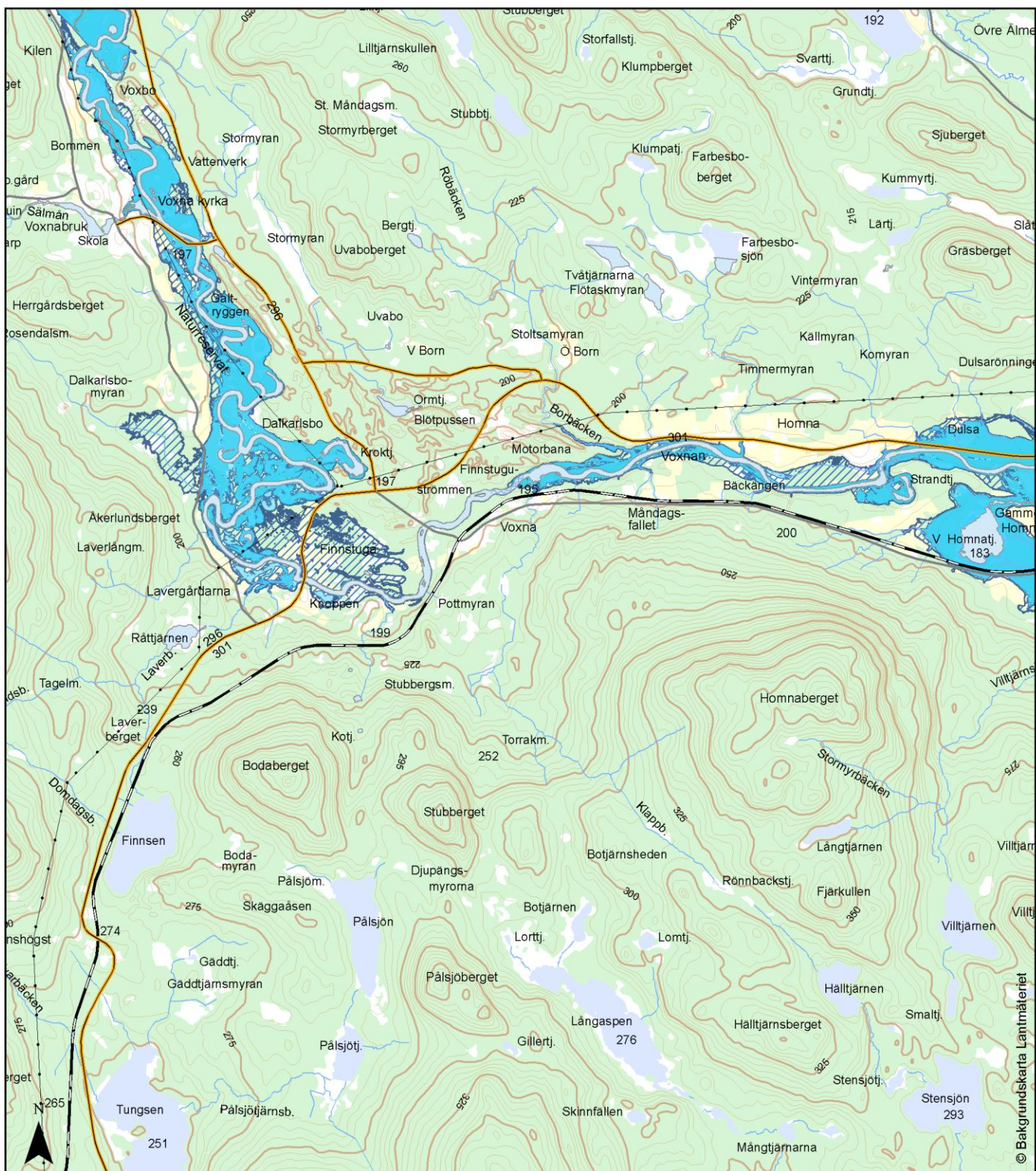


Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum: 2013.07.08

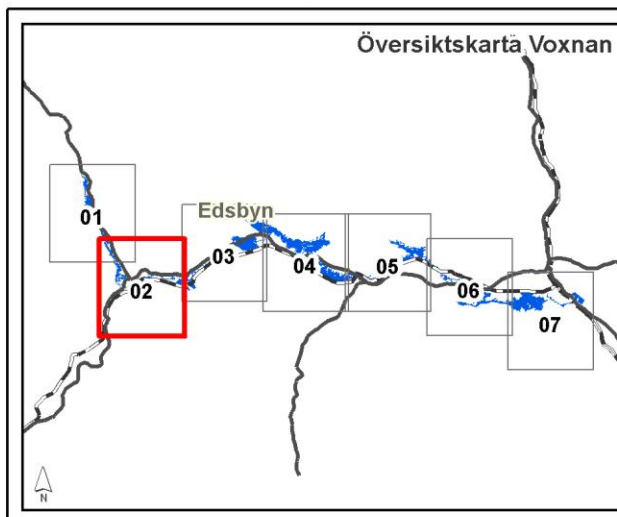
Bilaga 3

01/7



0 0,5 1 2 3 4 5 km

Skala 1:50 000



Teckenförklaring:

- Vattenyta, normalvattenstånd
- 50-årsflöde
- 100-årsflöde*
- 200-årsflöde*
- Beräknat högsta flöde

* klimatanpassat flöde för år 2098

Översvämningsskartering

Voxnan

Uppdragsgivare:



Konsult:

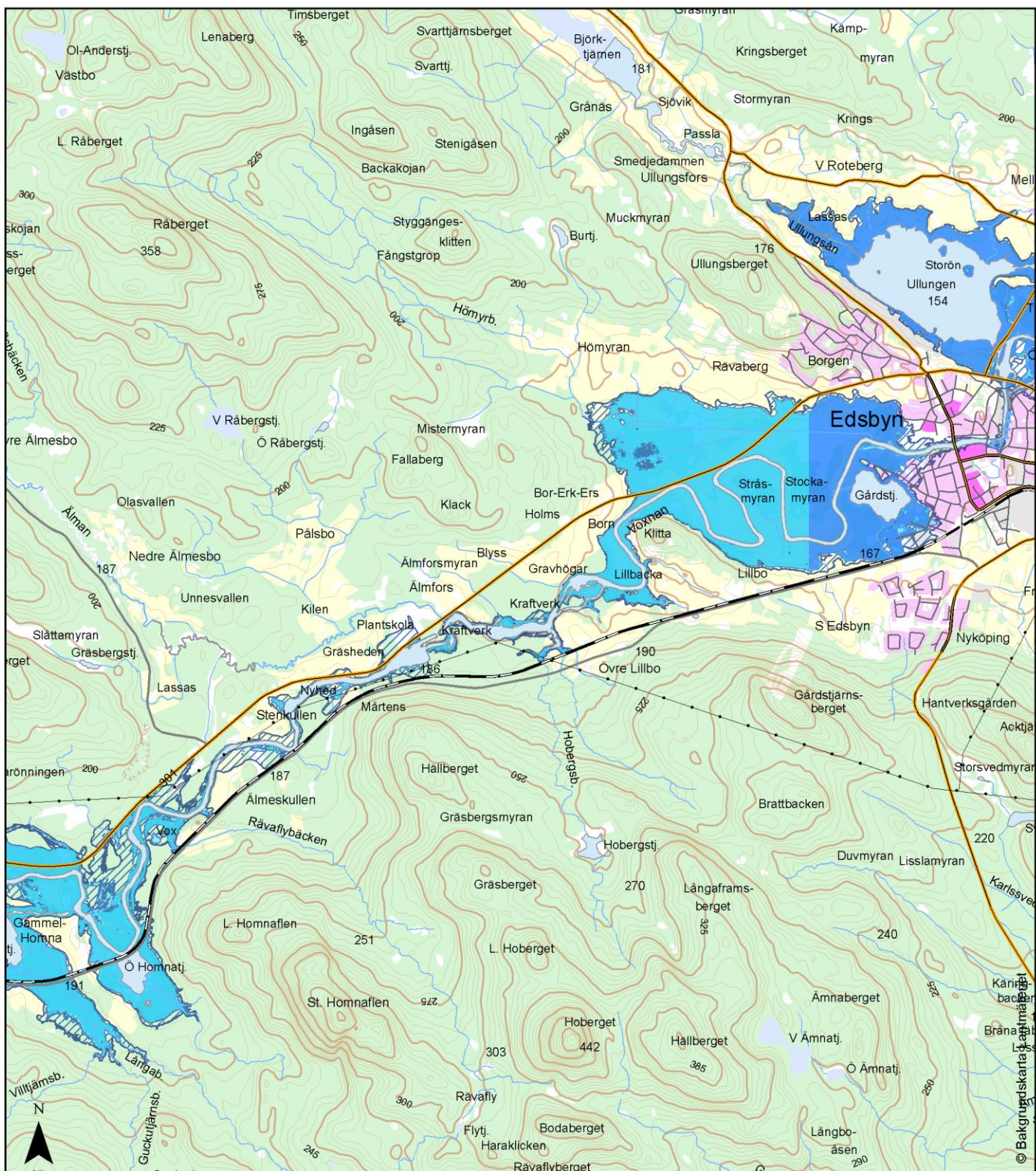


Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum: 2013.07.08

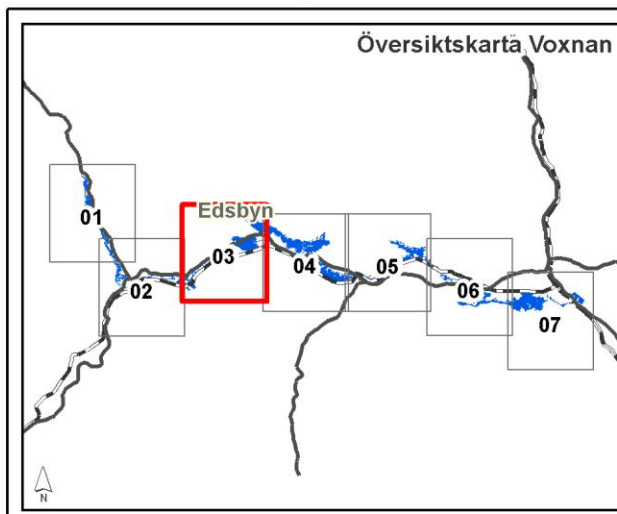
Bilaga 3

02/7



0 0,5 1 2 3 4 5 km

Skala 1:50 000



Teckenförklaring:

- Vattenyta, normalvattenstånd
- 50-årsflöde
- 100-årsflöde*
- 200-årsflöde*
- Beräknat högsta flöde

* klimatanpassat flöde för år 2098

Översvämningsskartering

Voxnan

Uppdragsgivare:



Konsult:



Koordinatsystem plan:
höjd:

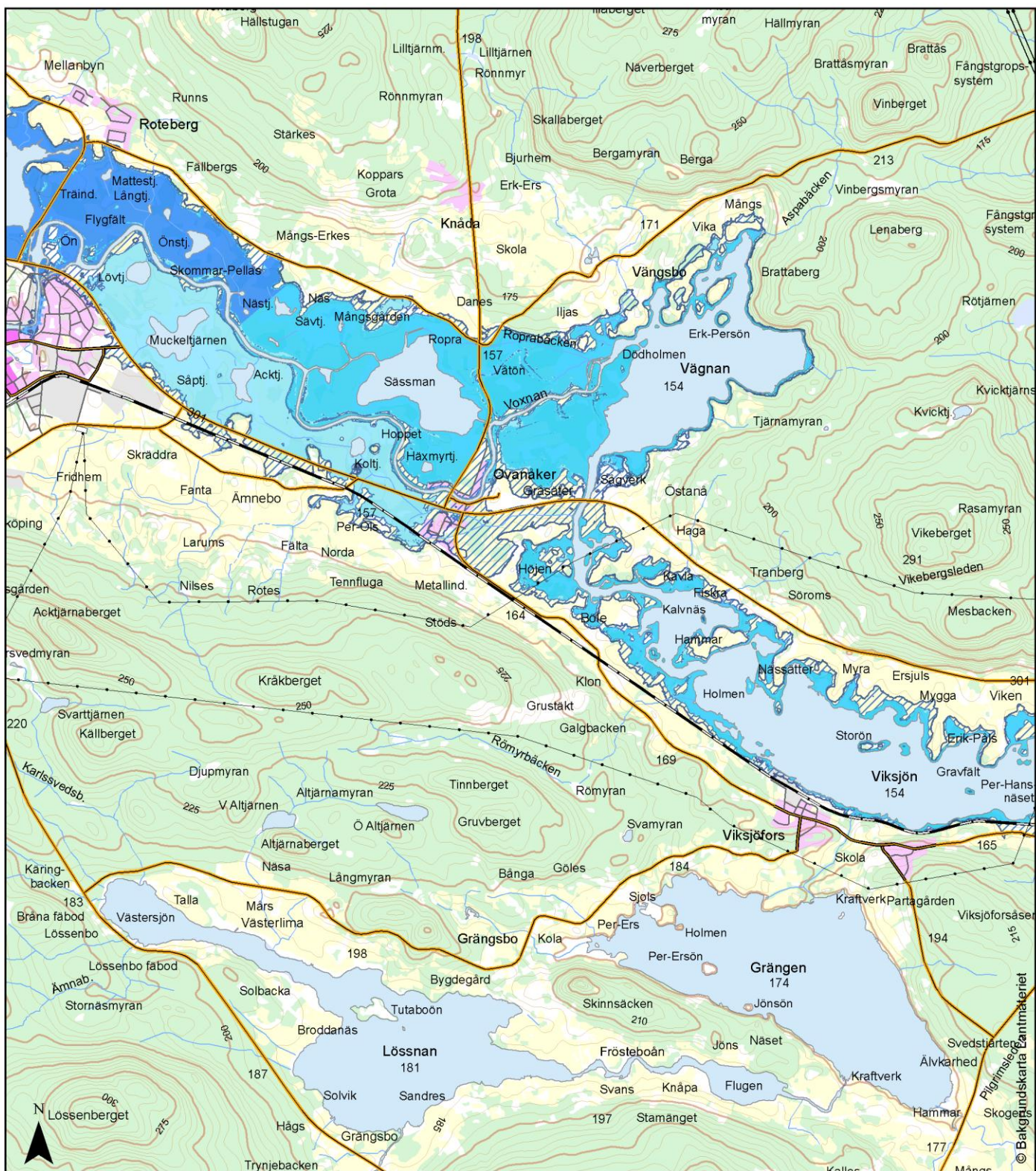
SWEREF99 TM
RH 2000

Datum:

2013.07.08

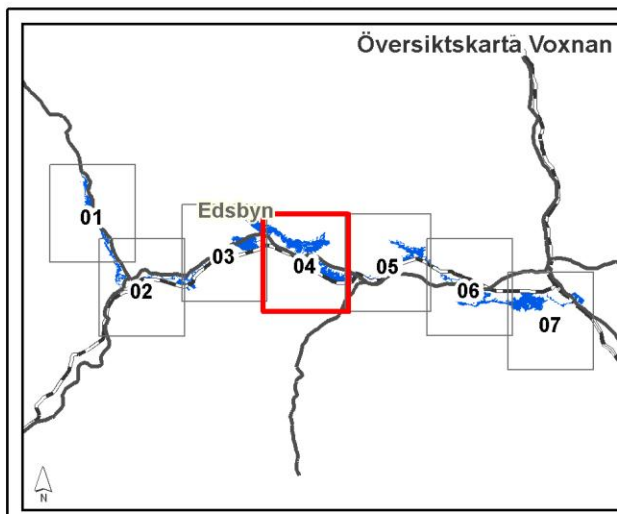
Bilaga 3

03/7



0 0,5 1 2 3 4 5 km

Skala 1:50 000



Teckenförklaring:

- Vattenyta, normalvattenstånd
- 50-årsflöde
- 100-årsflöde*
- 200-årsflöde*
- Beräknat högsta flöde

* klimatanpassat flöde för år 2098

Översvänningskartering

Voxnan

Uppdragsgivare:



Konsult:

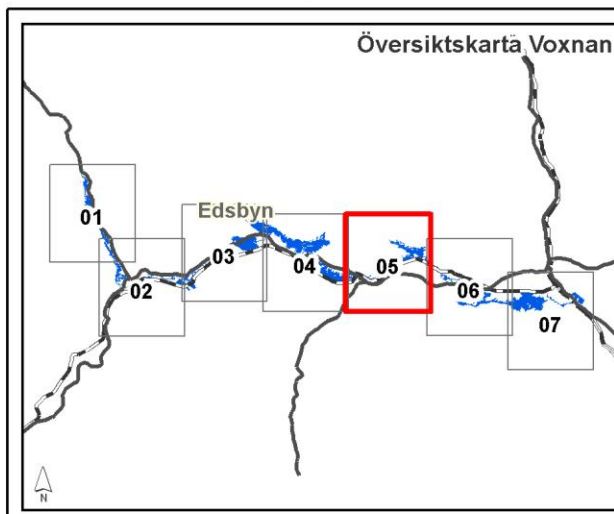
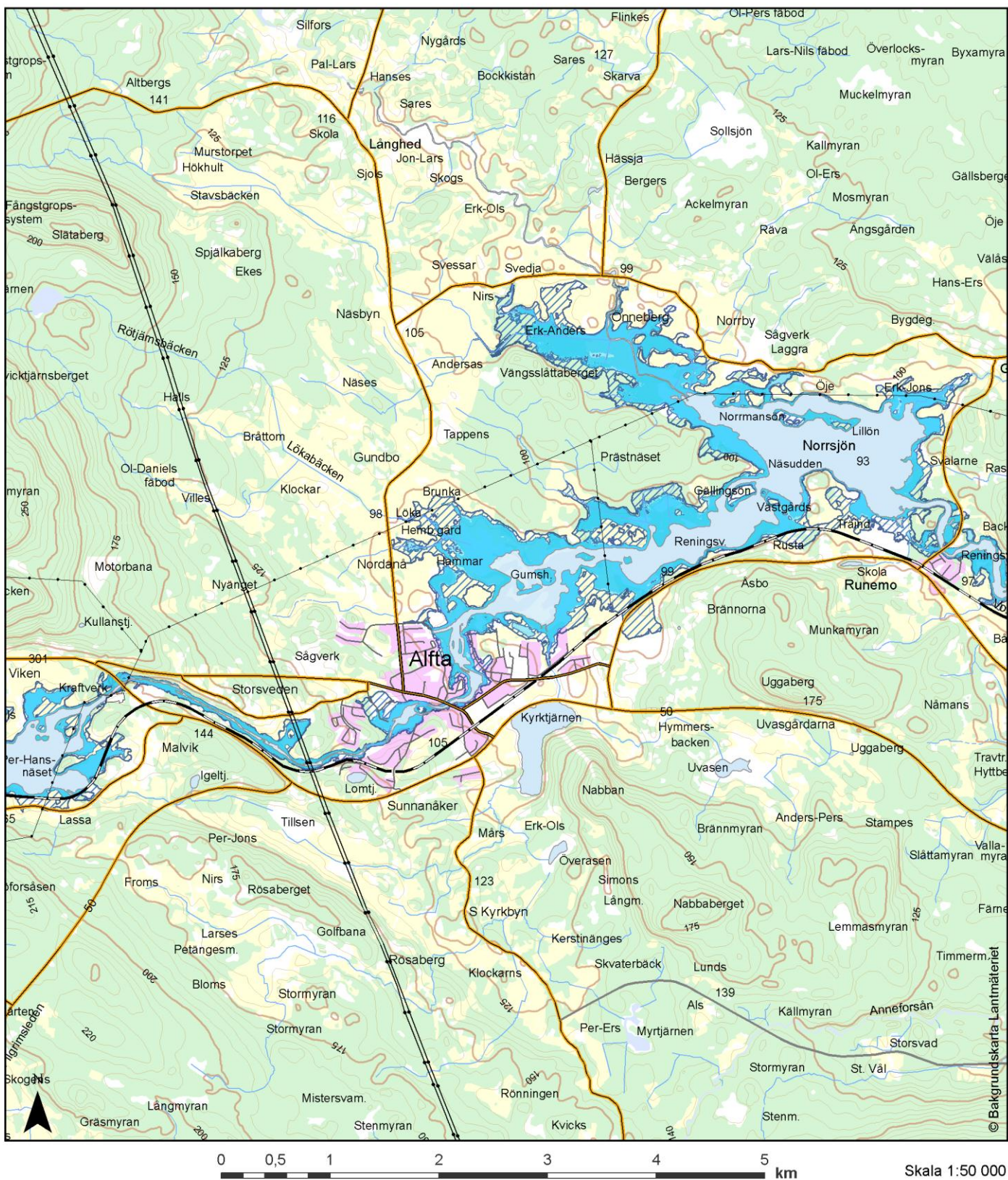


Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum: 2013.07.08

Bilaga 3

04/7



Teckenförklaring:

- Vattenyta, normalvattenstånd
- 50-årsflöde
- 100-årsflöde*
- 200-årsflöde*
- Beräknat högsta flöde

* klimatanpassat flöde för år 2098

Översvämningsskartering

Voxnan

Uppdragsgivare:



Konsult:

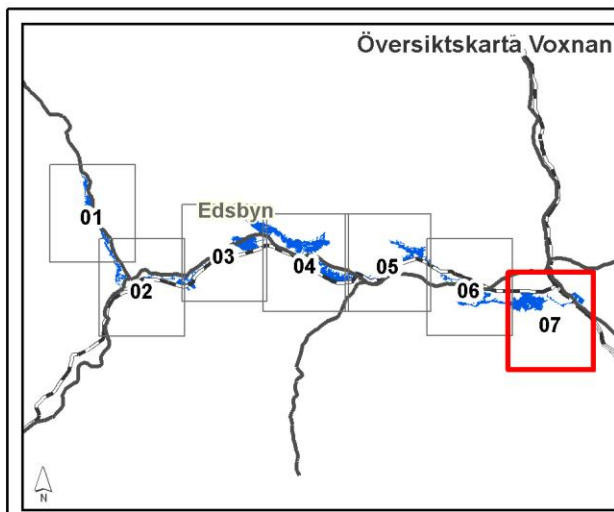
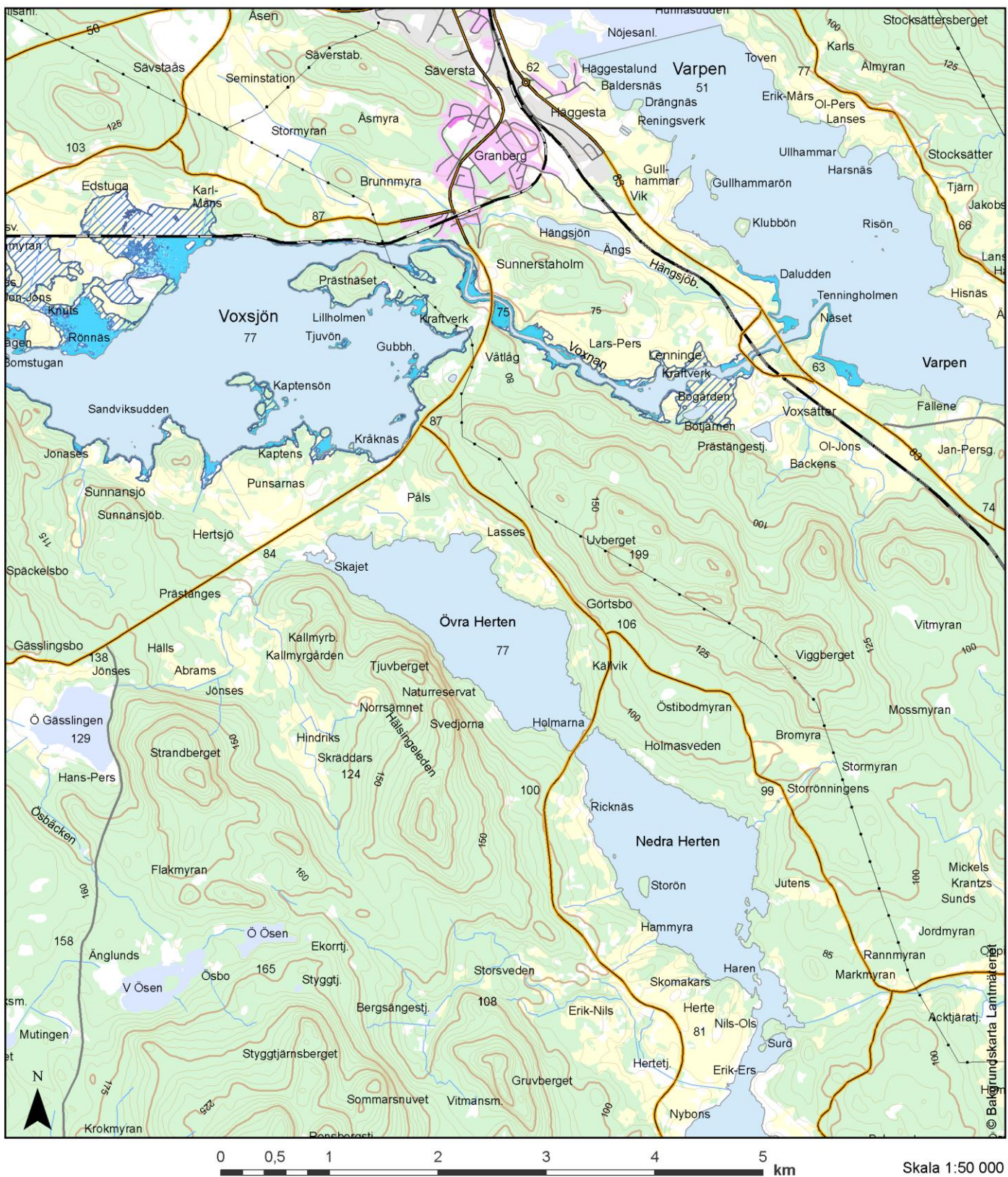


Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum: 2013.07.08

Bilaga 3

05/7



Teckenförklaring:

- Vattenyta, normalvattenstånd
- 50-årsflöde
- 100-årsflöde*
- 200-årsflöde*
- Beräknat högsta flöde

* klimatanpassat flöde för år 2098

Översvämningsskartering

Voxnan

Uppdragsgivare:



Konsult:



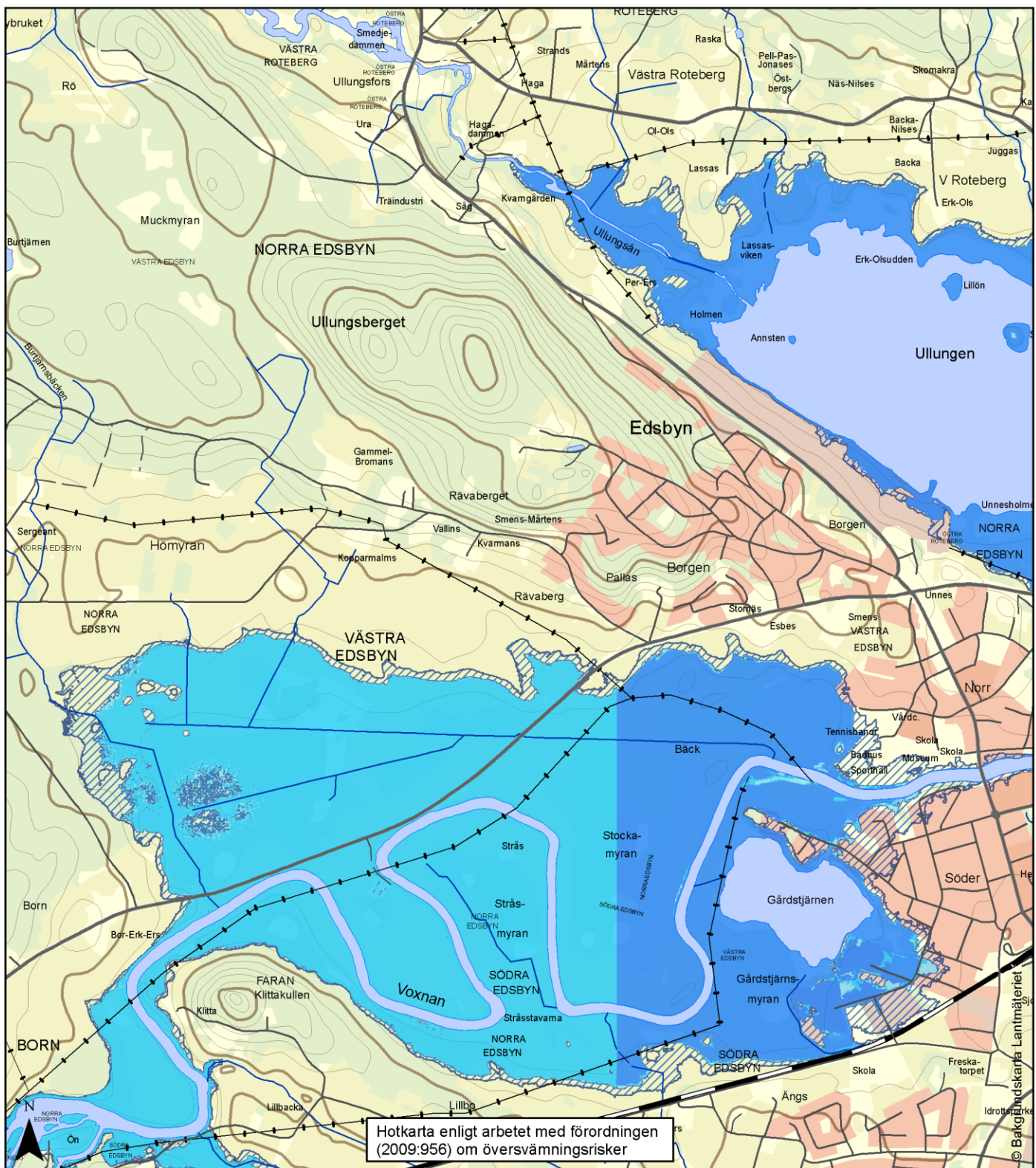
Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum: 2013.07.08

Bilaga 3

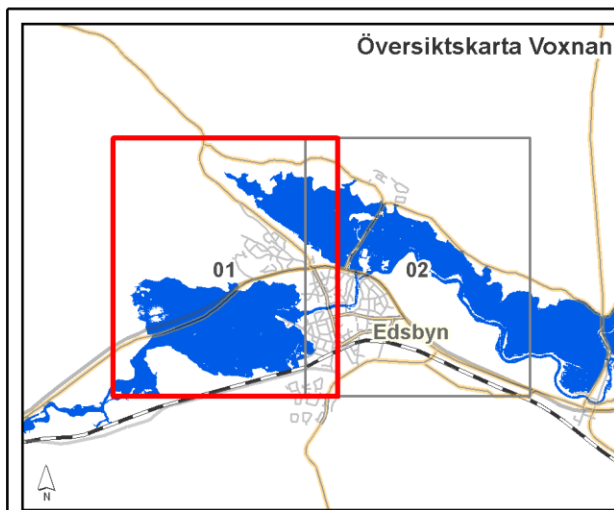
07/7

**Bilaga 4: Kartor med detaljerade
utbredningsområden/översvämningskartering
för tätorten Edsbyn. Kartering med
tvådimensionell hydraulisk modell.**



0 0,25 0,5 1 1,5 2 km

Skala 1:20 000



Teckenförklaring:

- Vattenyta, normalvattenstånd
- 50-årsflöde
- 100-årsflöde*
- 200-årsflöde*
- Beräknat högsta flöde

* klimatanpassat flöde för år 2098

Detaljerad översvämningskartering Edsbyn

Voxnan

Uppdragsgivare:



Konsult:

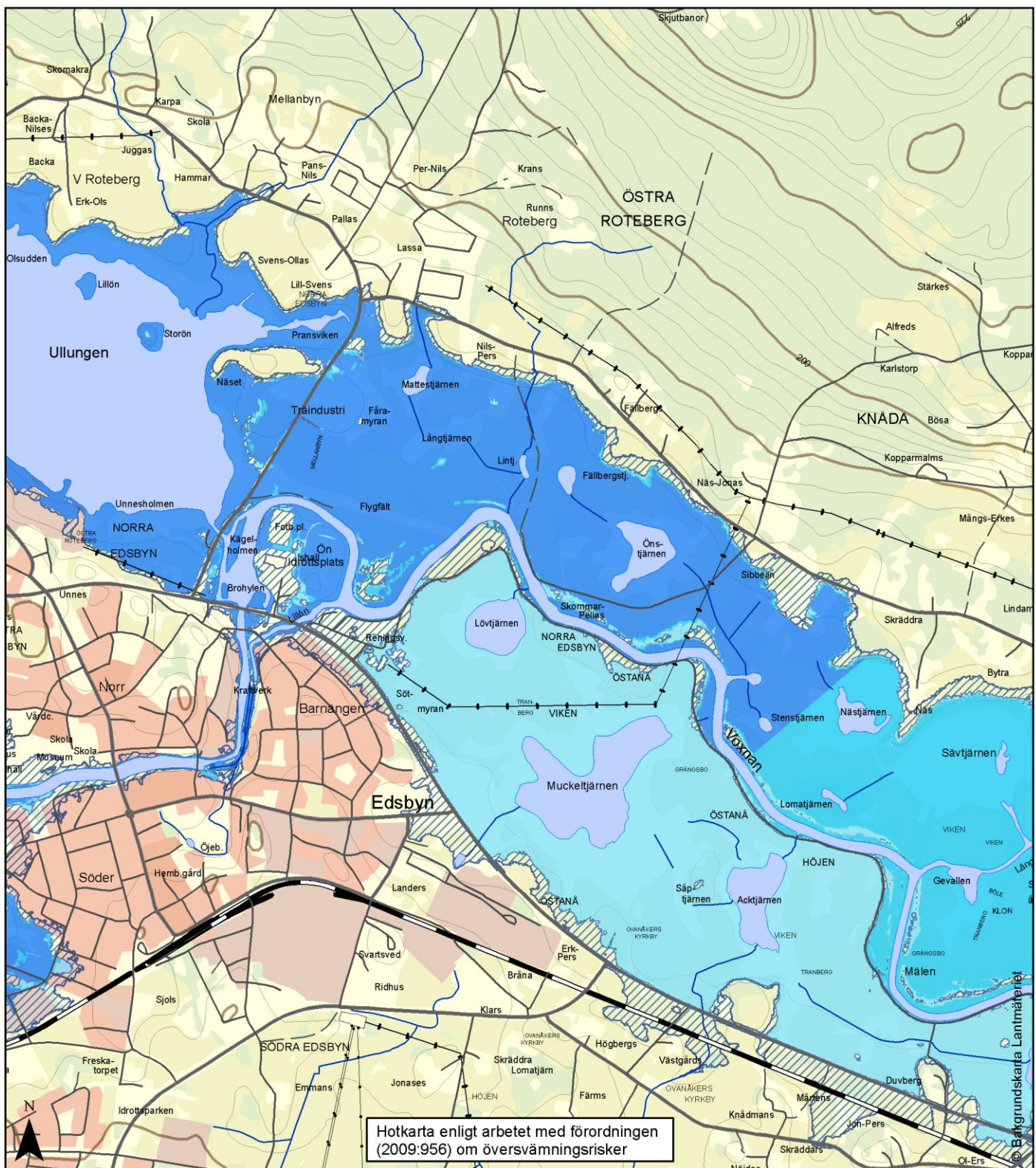


Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum: 2013.07.08

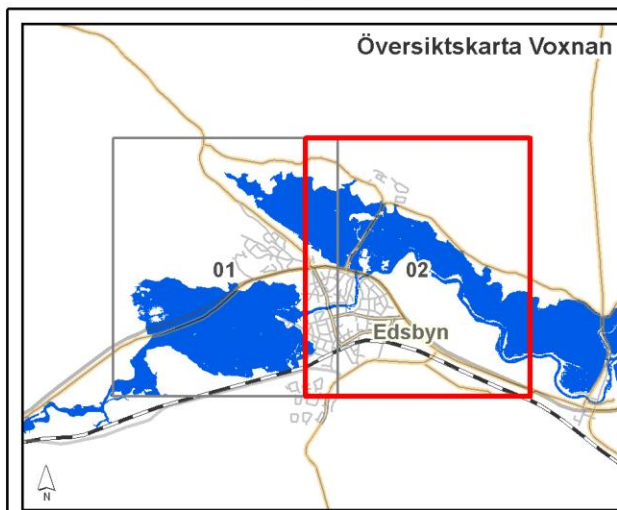
Bilaga 4

01/02



0 0,25 0,5 1 1,5 2 km

Skala 1:20 000



Teckenförklaring:

- Vattenyta, normalvattenstånd
- 50-årsflöde
- 100-årsflöde*
- 200-årsflöde*
- Beräknat högsta flöde

* klimatanpassat flöde för år 2098

Detaljerad översvämningskartering Edsbyn

Voxnan

Uppdragsgivare:



Konsult:



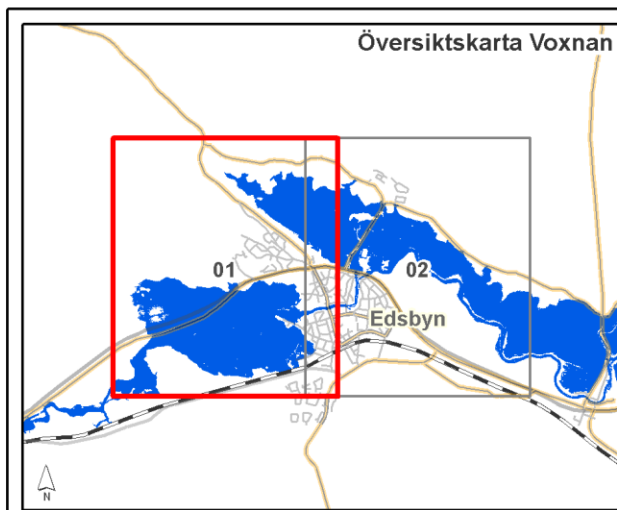
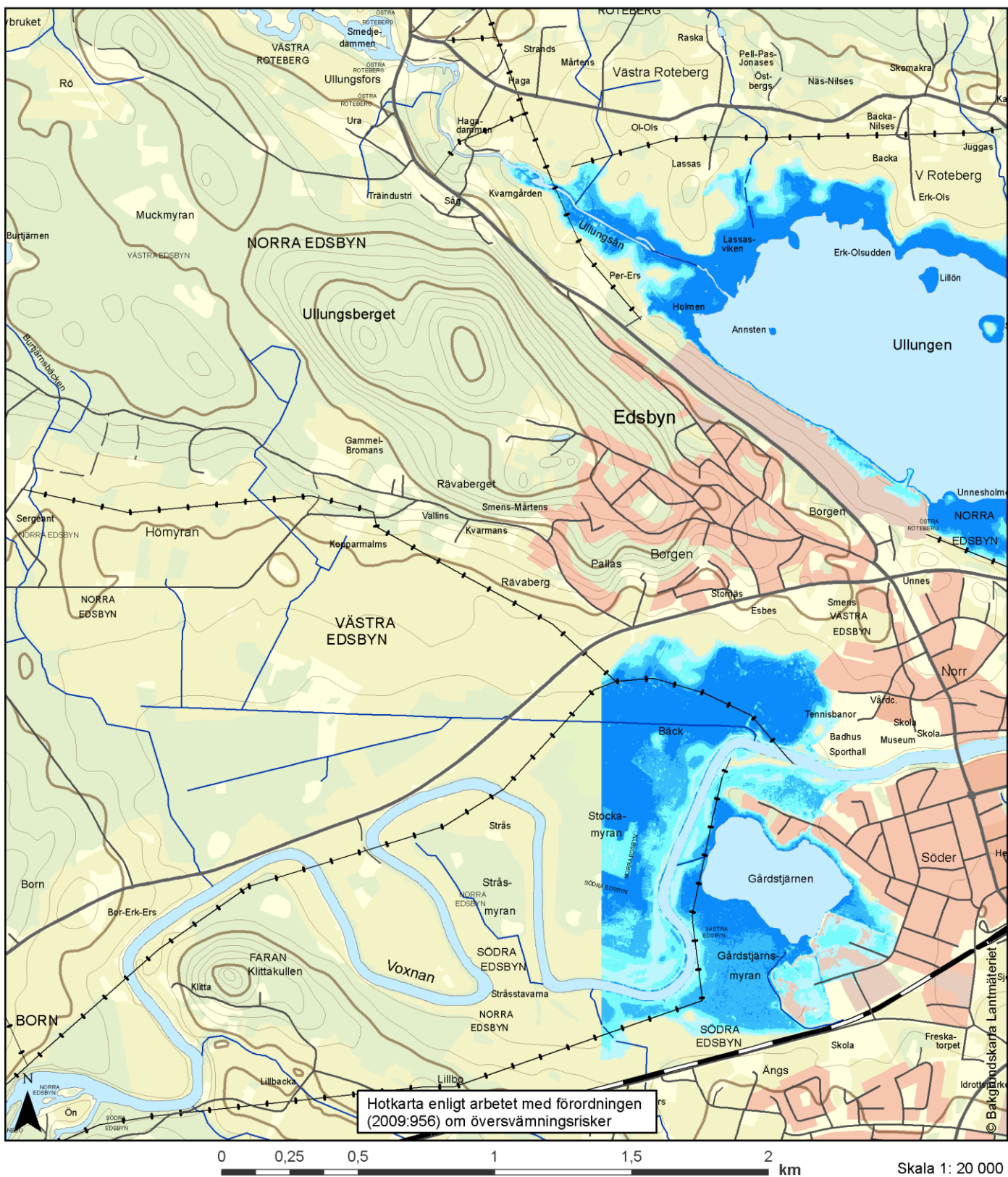
Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum: 2013.07.08

Bilaga 4

02/02

Bilaga 5: Detaljerad översvämningsskartering för tätorten Edsbyn. Vattendjup.



Teckenförklaring:

	Vattenyta, normalvattenstånd
	0 - 0,5 m
	0,5 - 1,0 m
	1,0 - 1,5 m
	> 1,5 m

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Voxnan

Vattendjup 50-årsflöde

Uppdragsgivare:



Konsult:

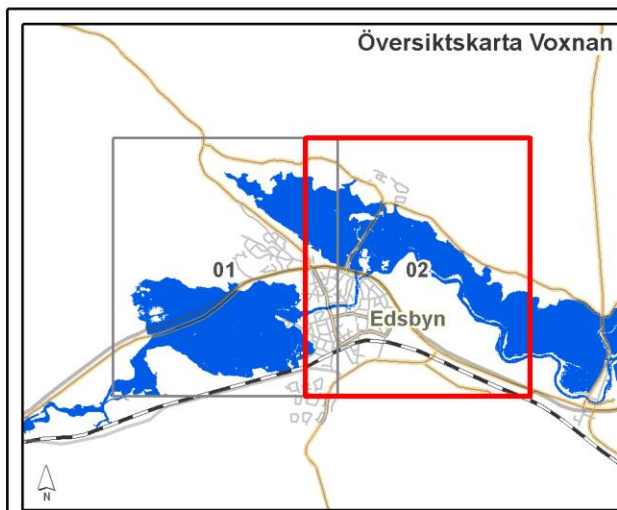
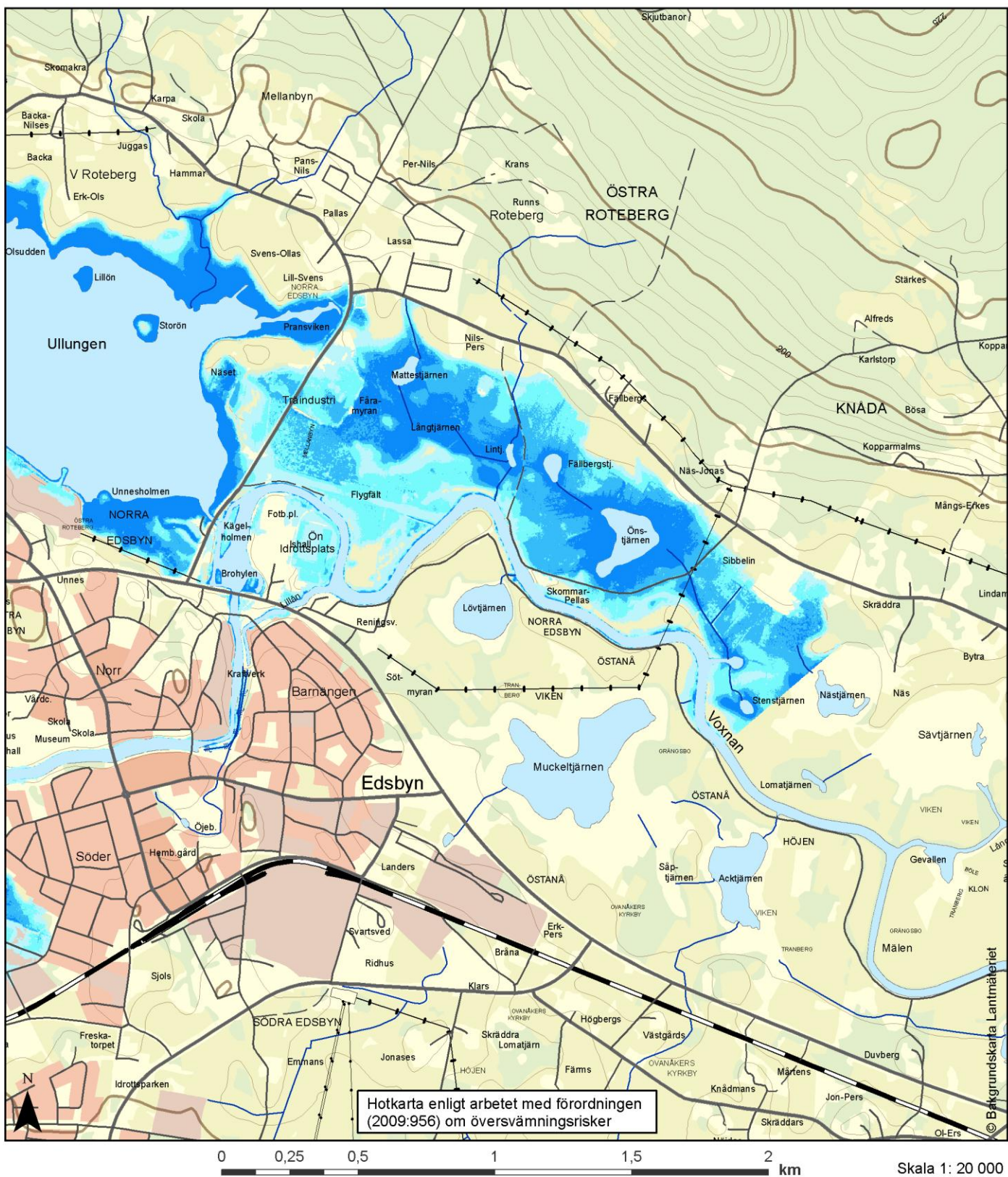


DHI Sverige AB

Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum: 2013.07.15

Bilaga 5 01/02



Teckenförklaring:

- Vattenyta, normalvattenstånd
- 0 - 0,5 m
- 0,5 - 1,0 m
- 1,0 - 1,5 m
- > 1,5 m

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Voxnan

**Vattendjup
50-årsflöde**

Uppdragsgivare:



Konsult:



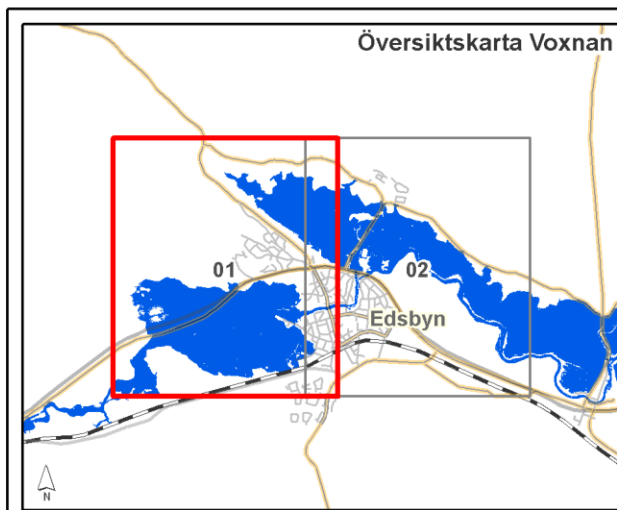
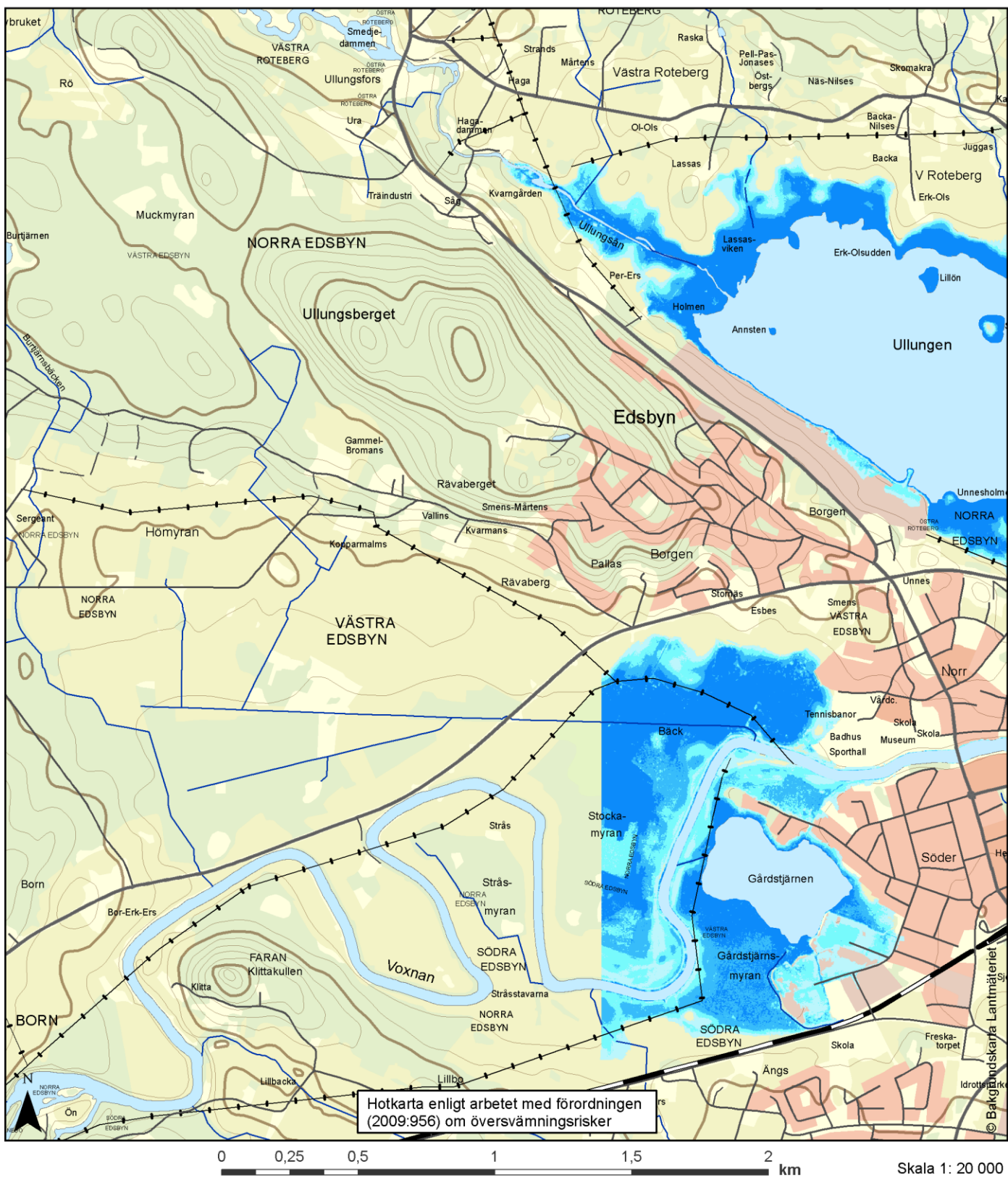
DHI Sverige AB

Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum: 2013.07.15

Bilaga 5

02/02



Teckenförklaring:

	Vattenyta, normalvattenstånd
	0 - 0,5 m
	0,5 - 1,0 m
	1,0 - 1,5 m
	> 1,5 m

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Voxnan

Vattendjup 100-årsflöde

Uppdragsgivare:



Konsult:

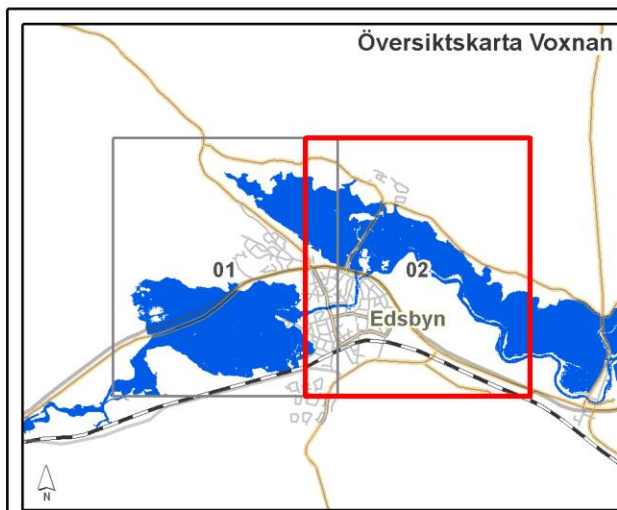
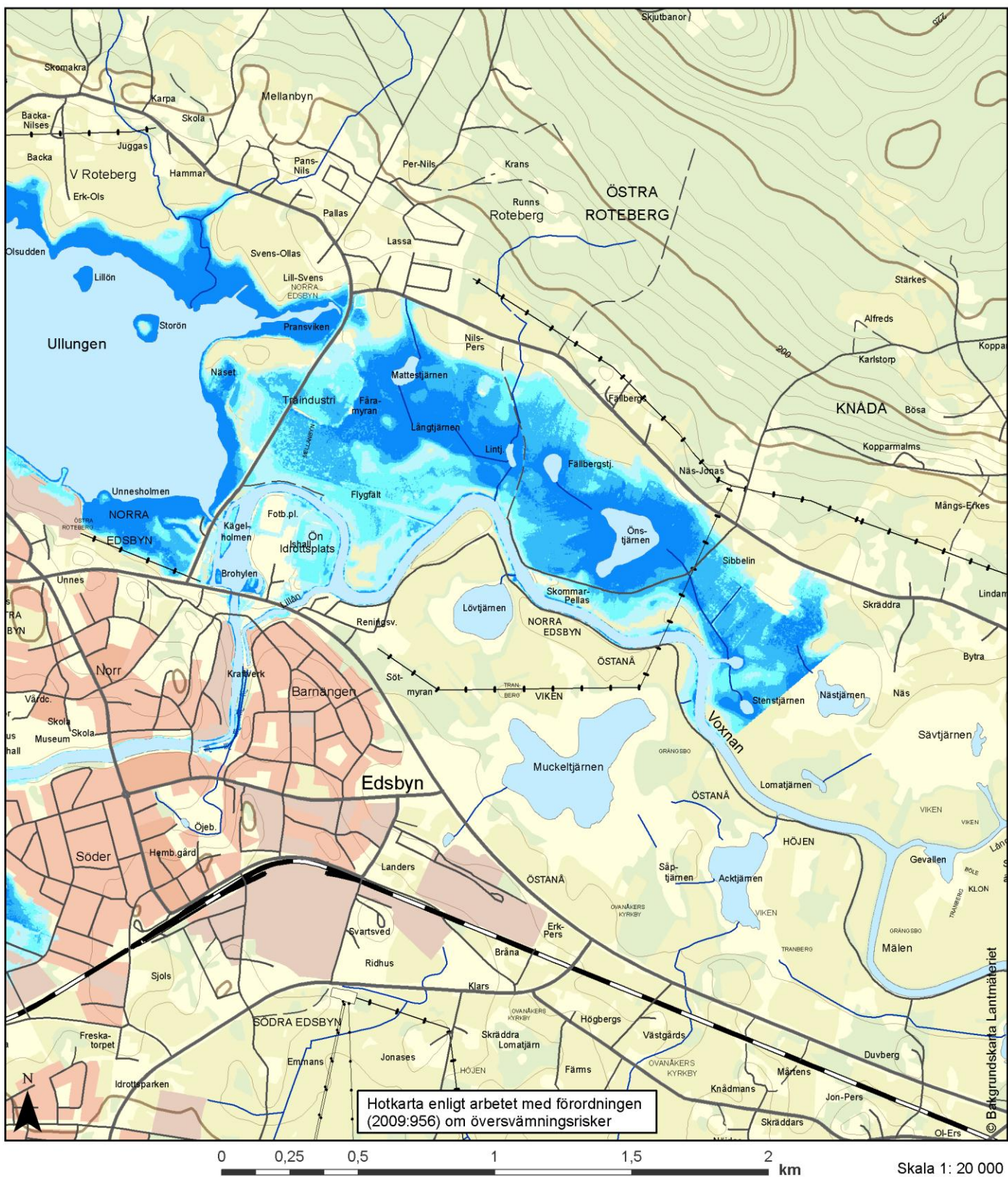


DHI Sverige AB

Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum: 2013.07.15

Bilaga 5 01/02



Teckenförklaring:

- Vattenyta, normalvattenstånd
- 0 - 0,5 m
- 0,5 - 1,0 m
- 1,0 - 1,5 m
- > 1,5 m

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Voxnan

Vattendjup 100-årsflöde

Uppdragsgivare:



Konsult:



Koordinatsystem plan:
höjd:

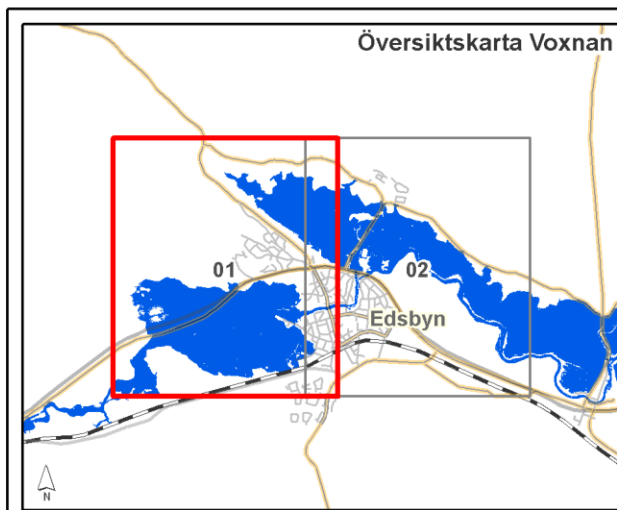
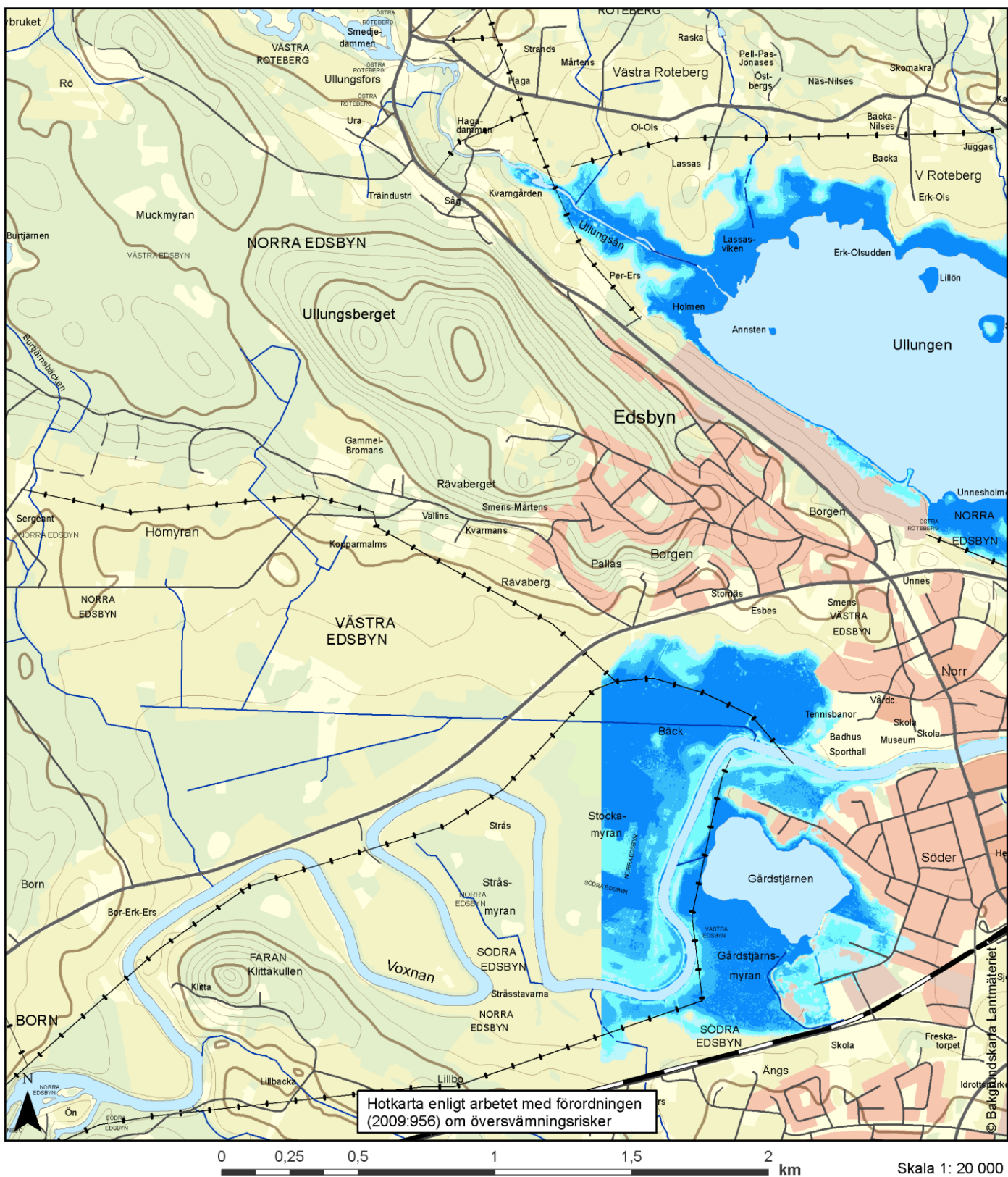
SWEREF99 TM
RH 2000

Datum:

2013.07.15

Bilaga 5

02/02



Teckenförklaring:

	Vattenyta, normalvattenstånd
	0 - 0,5 m
	0,5 - 1,0 m
	1,0 - 1,5 m
	> 1,5 m

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Voxnan

Vattendjup 200-årsflöde

Uppdragsgivare:



Konsult:

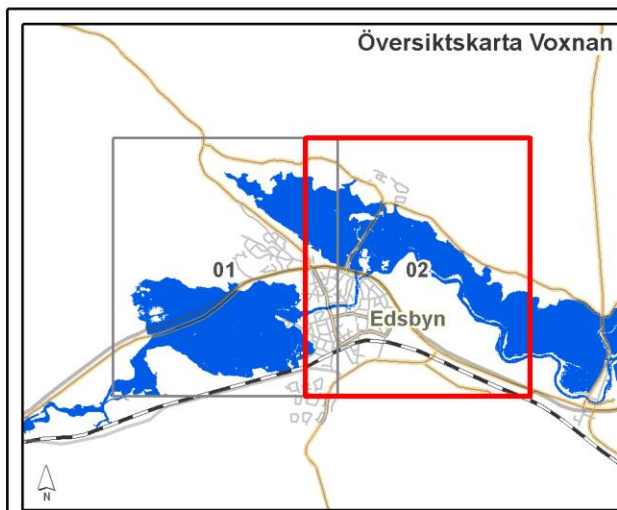
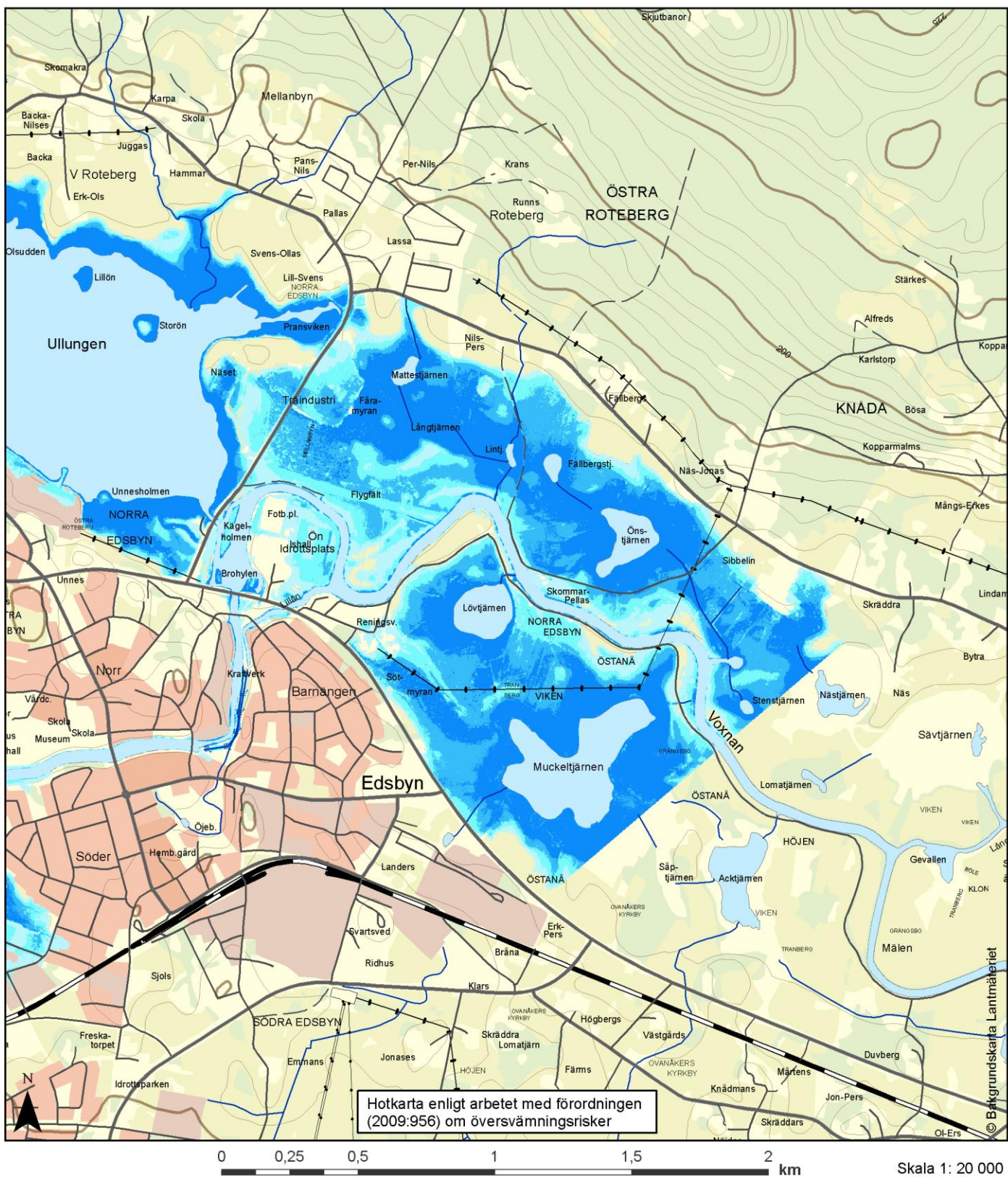


DHI Sverige AB

Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum: 2013.07.15

Bilaga 5 01/02



Teckenförklaring:

	Vattenyta, normalvattenstånd
	0 - 0,5 m
	0,5 - 1,0 m
	1,0 - 1,5 m
	> 1,5 m

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Voxnan

Vattendjup 200-årsflöde

Uppdragsgivare:



Konsult:



Koordinatsystem plan:
höjd:

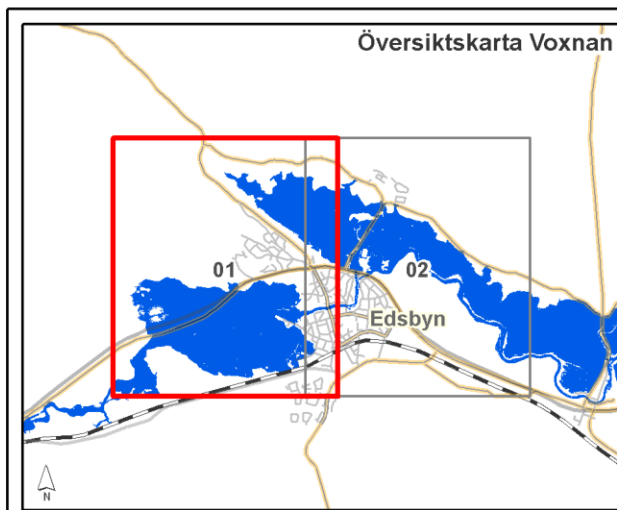
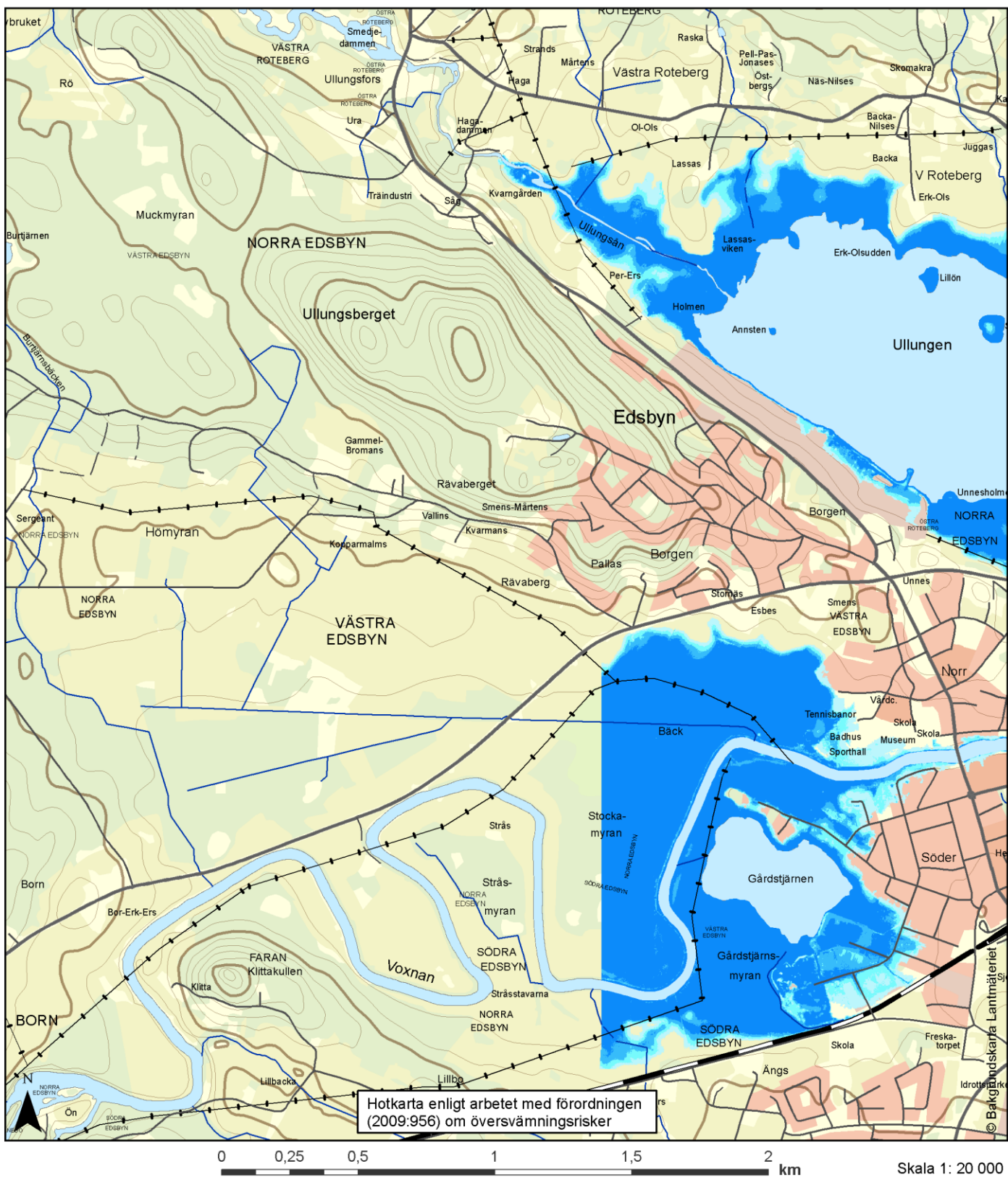
DHI Sverige AB
SWEREF99 TM
RH 2000

Datum:

2013.07.15

Bilaga 5

02/02



Teckenförklaring:

	Vattenyta, normalvattenstånd
	0 - 0,5 m
	0,5 - 1,0 m
	1,0 - 1,5 m
	> 1,5 m

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Voxnan

Vattendjup Beräknat högsta flöde

Uppdragsgivare:



Konsult:

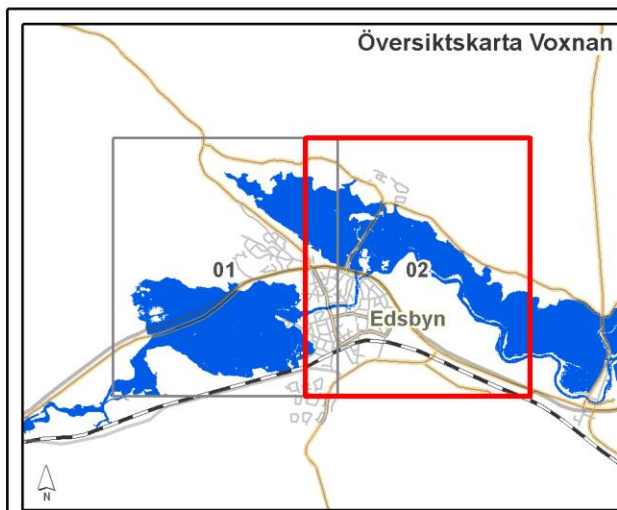
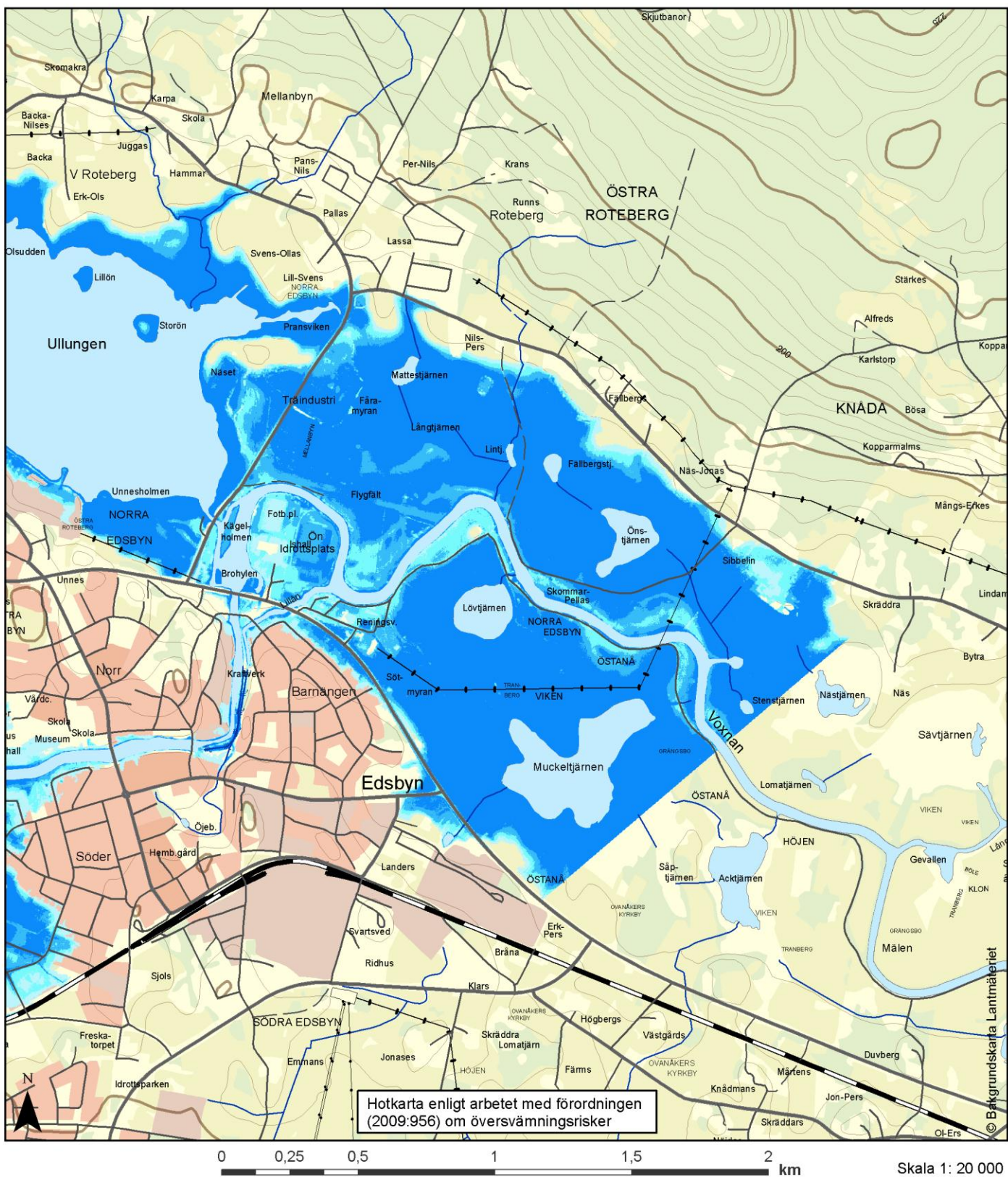


DHI Sverige AB

Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum: 2013.07.15

Bilaga 5 01/02



Teckenförklaring:

- Vattenyta, normalvattenstånd
- 0 - 0,5 m
- 0,5 - 1,0 m
- 1,0 - 1,5 m
- > 1,5 m

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Voxnan

Vattendjup Beräknat högsta flöde

Uppdragsgivare:



Konsult:



Koordinatsystem plan:
höjd:

DHI Sverige AB
SWEREF99 TM
RH 2000

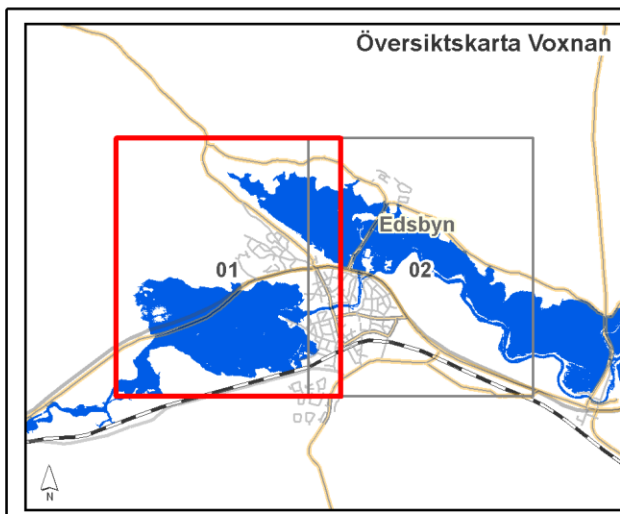
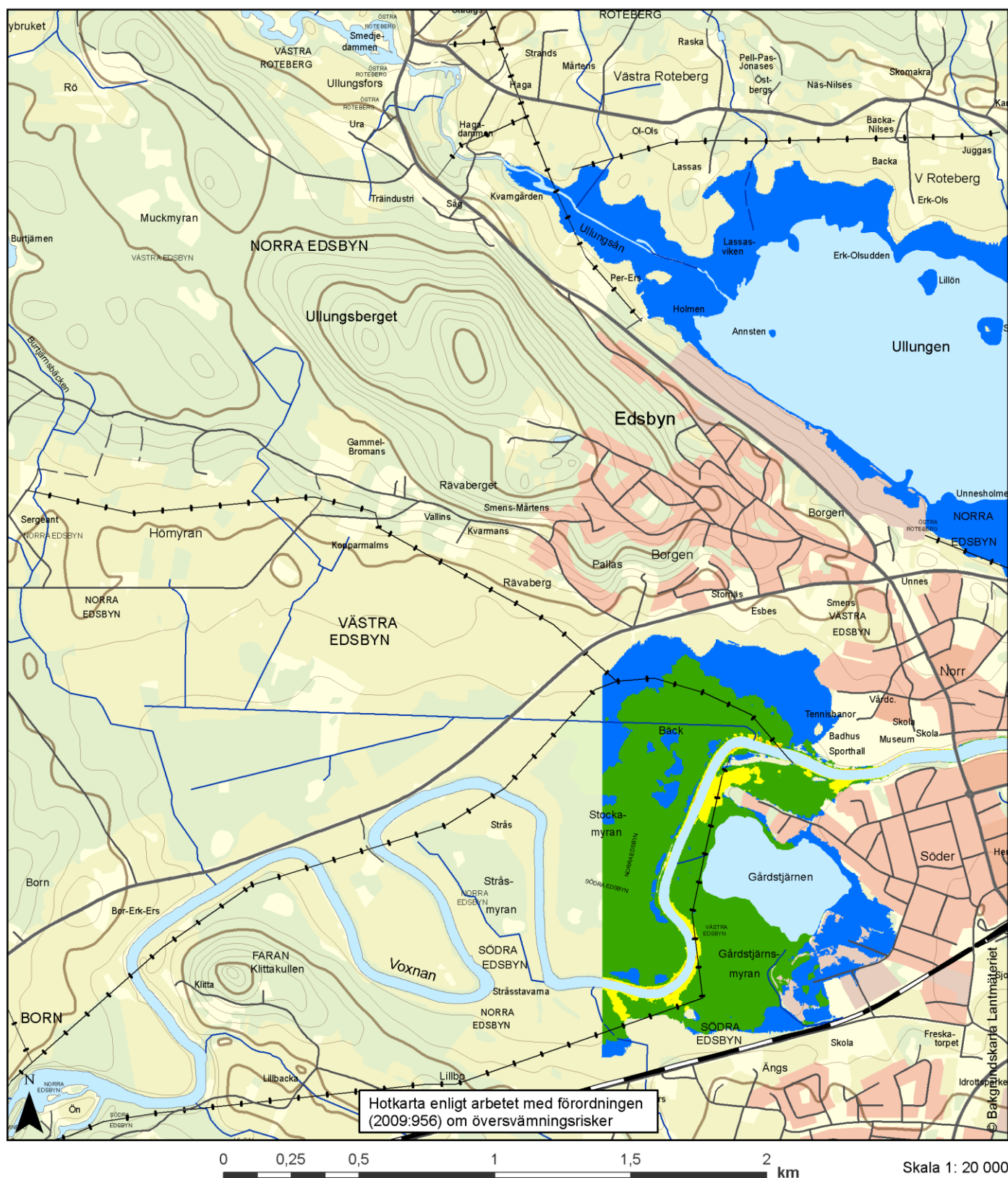
Datum:

2013.07.15

Bilaga 5

02/02

Bilaga 6: Detaljerad översvämningsskartering för tätorten Edsbyn. Flödeshastighet



Teckenförklaring:

- 0,05 - 0,5 m/s
- 0,5 - 1,0 m/s
- 1,0 - 2,0 m/s
- > 2,0 m/s
- 50-årsflöde
- Vattenyta, normalvattenstånd

Detaljerad översvämningskartering Edsbyn

Voxnan

Flödes hastighet 50-årsflöde

Uppdragsgivare:



Konsult:



Koordinatsystem plan:
höjd:

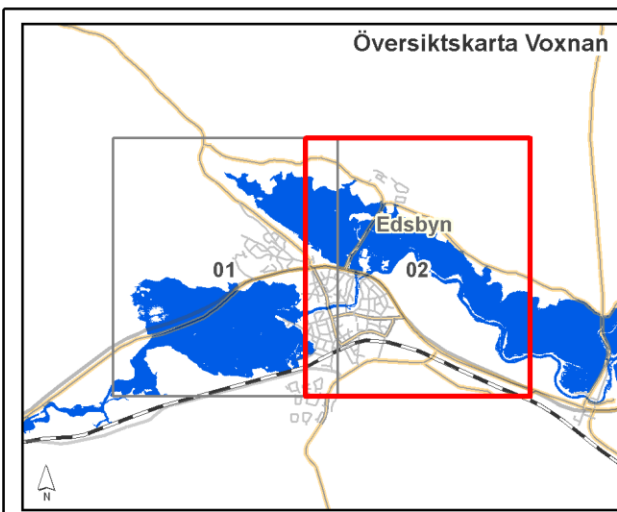
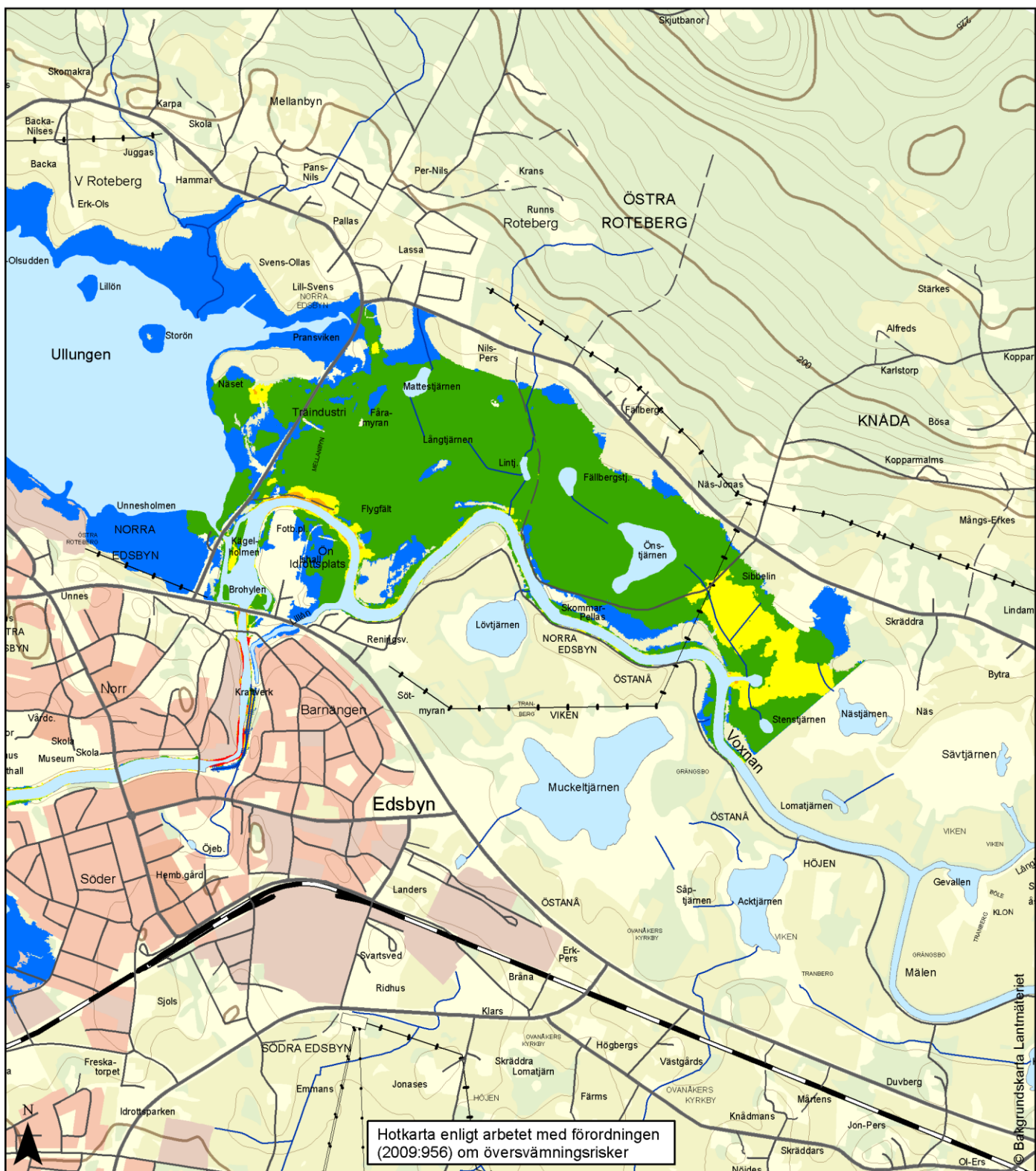
SWEREF99 TM
RH 2000

Datum:

2013.07.08

Bilaga 6

01/02



Teckenförklaring:

- 0,05 - 0,5 m/s
- 0,5 - 1,0 m/s
- 1,0 - 2,0 m/s
- > 2,0 m/s
- 50-årsflöde
- Vattenyta, normalvattenstånd

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Voxnan

Flödes hastighet 50-årsflöde

Uppdragsgivare:



Konsult:



Koordinatsystem plan:
höjd:

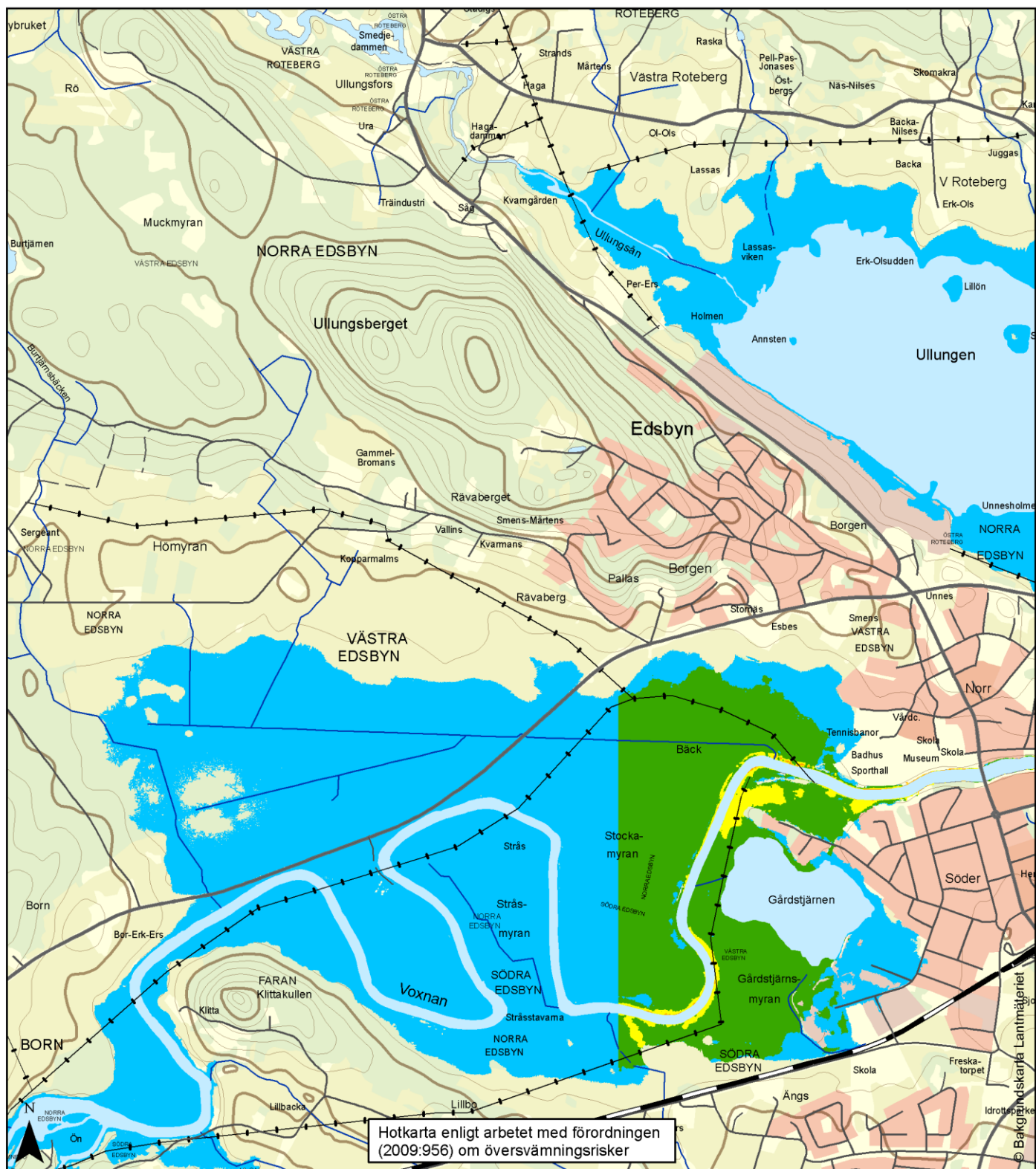
SWEREF99 TM
RH 2000

Datum:

2013.07.08

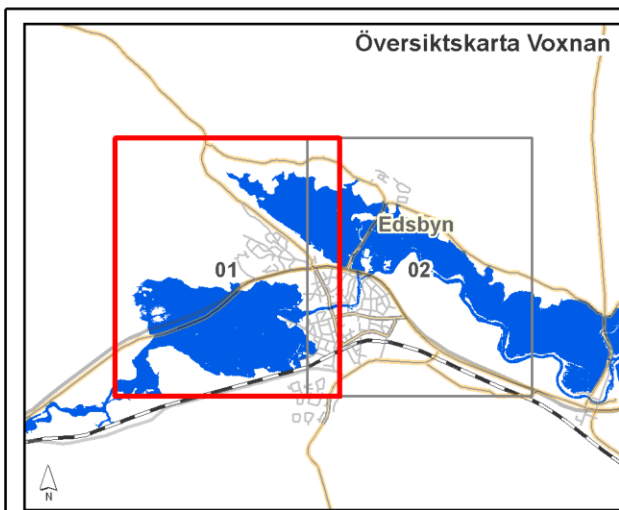
Bilaga 6

02/02



0 0,25 0,5 1 1,5 2 km

Skala 1: 20 000



Teckenförklaring:

0,05 - 0,5 m/s

0,5 - 1,0 m/s

1,0 - 2,0 m/s

> 2,0 m/s

100-årsflöde

Vattenyta, normalvattenstånd

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Västana

Flödes hastighet
100-årsflöde

Uppdragsgivare:



Konsult:



Koordinatsystem plan:
höjd:

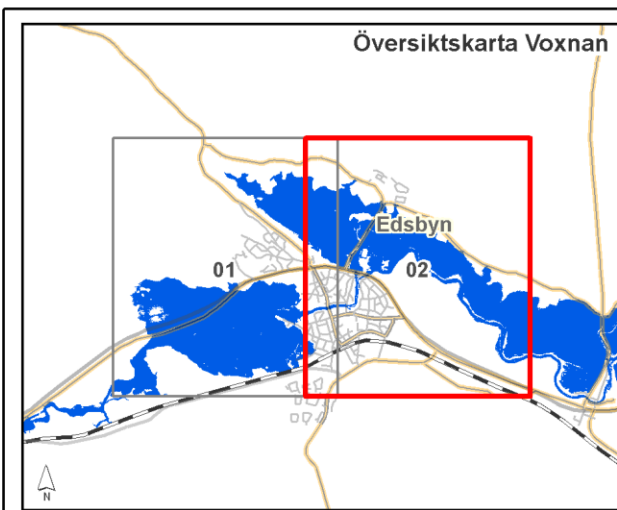
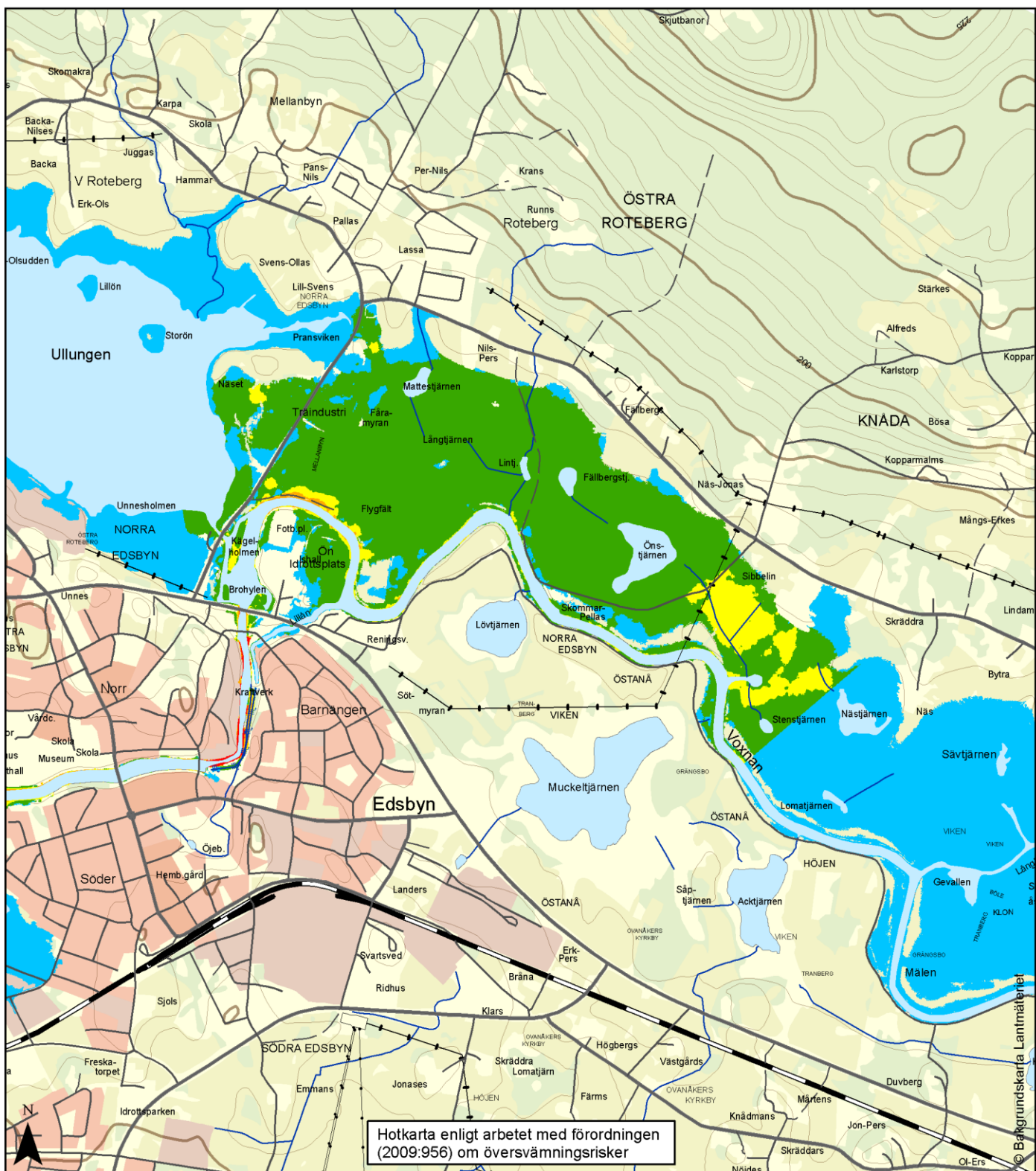
SWEREF99 TM
RH 2000

Datum:

2013.07.08

Bilaga 6

01/02



Teckenförklaring:

- 0,05 - 0,5 m/s
- 0,5 - 1,0 m/s
- 1,0 - 2,0 m/s
- > 2,0 m/s
- 100-årsflöde
- Vattenyta, normalvattenstånd

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Voxnan

Flödes hastighet 100-årsflöde

Uppdragsgivare:



Konsult:



Koordinatsystem plan:
höjd:

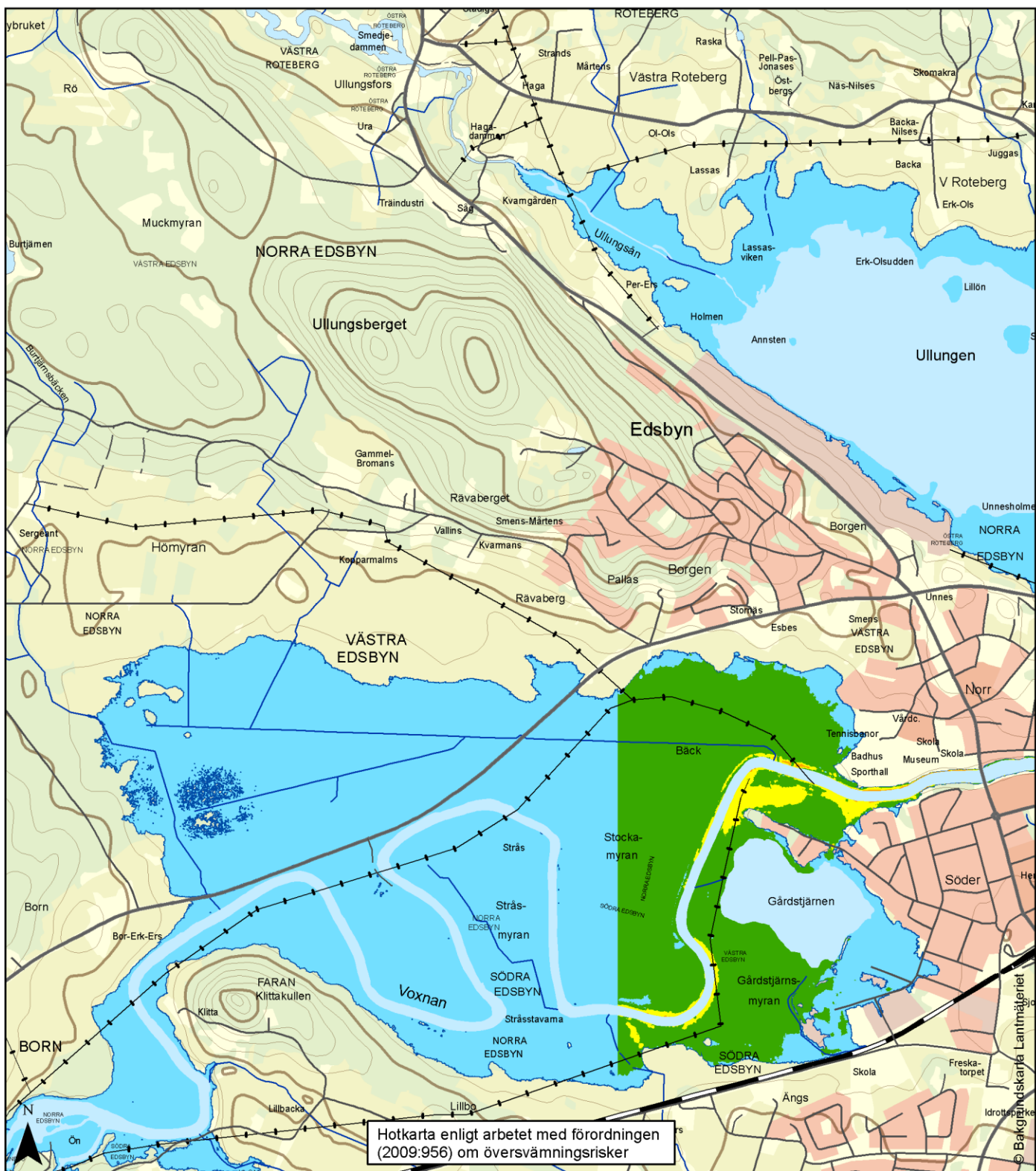
SWEREF99 TM
RH 2000

Datum:

2013.07.08

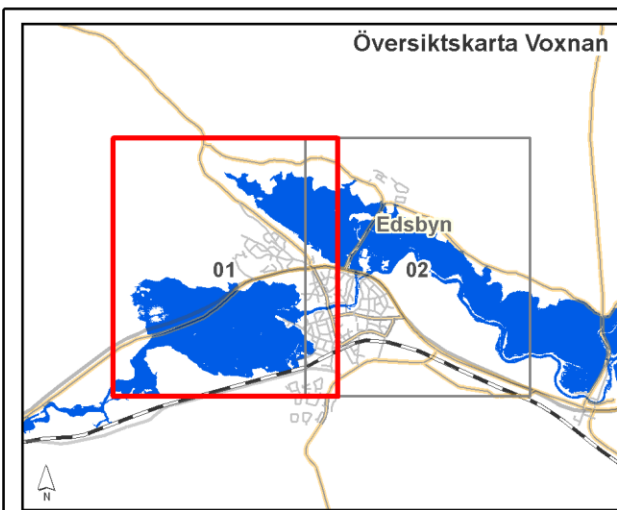
Bilaga 6

02/02



0 0,25 0,5 1 1,5 2 km

Skala 1: 20 000



Teckenförklaring:

- 0,05 - 0,5 m/s
- 0,5 - 1,0 m/s
- 1,0 - 2,0 m/s
- > 2,0 m/s
- 200-årsflöde
- Vattenyta, normalvattenstånd

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Voxnan

Flödes hastighet
200-årsflöde

Uppdragsgivare:



Konsult:

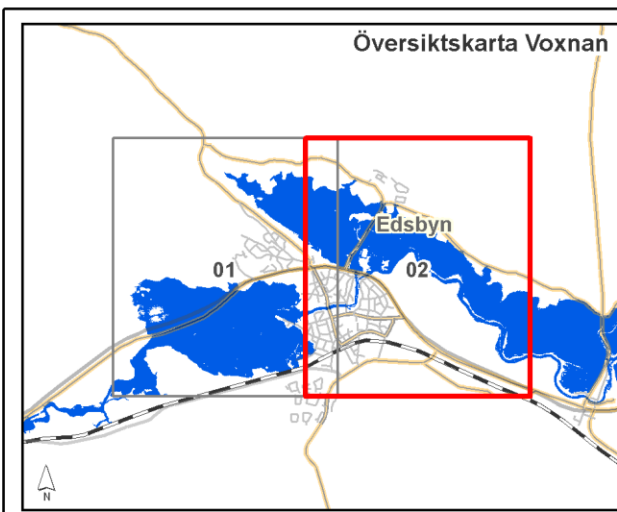


Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum: 2013.07.08

Bilaga 6

01/02



Teckenförklaring:

- 0,05 - 0,5 m/s
- 0,5 - 1,0 m/s
- 1,0 - 2,0 m/s
- > 2,0 m/s
- 200-årsflöde
- Vattenyta, normalvattenstånd

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Vöxnan

Flödes hastighet 200-årsflöde

Uppdragsgivare:



Konsult:



Koordinatsystem plan:
höjd:

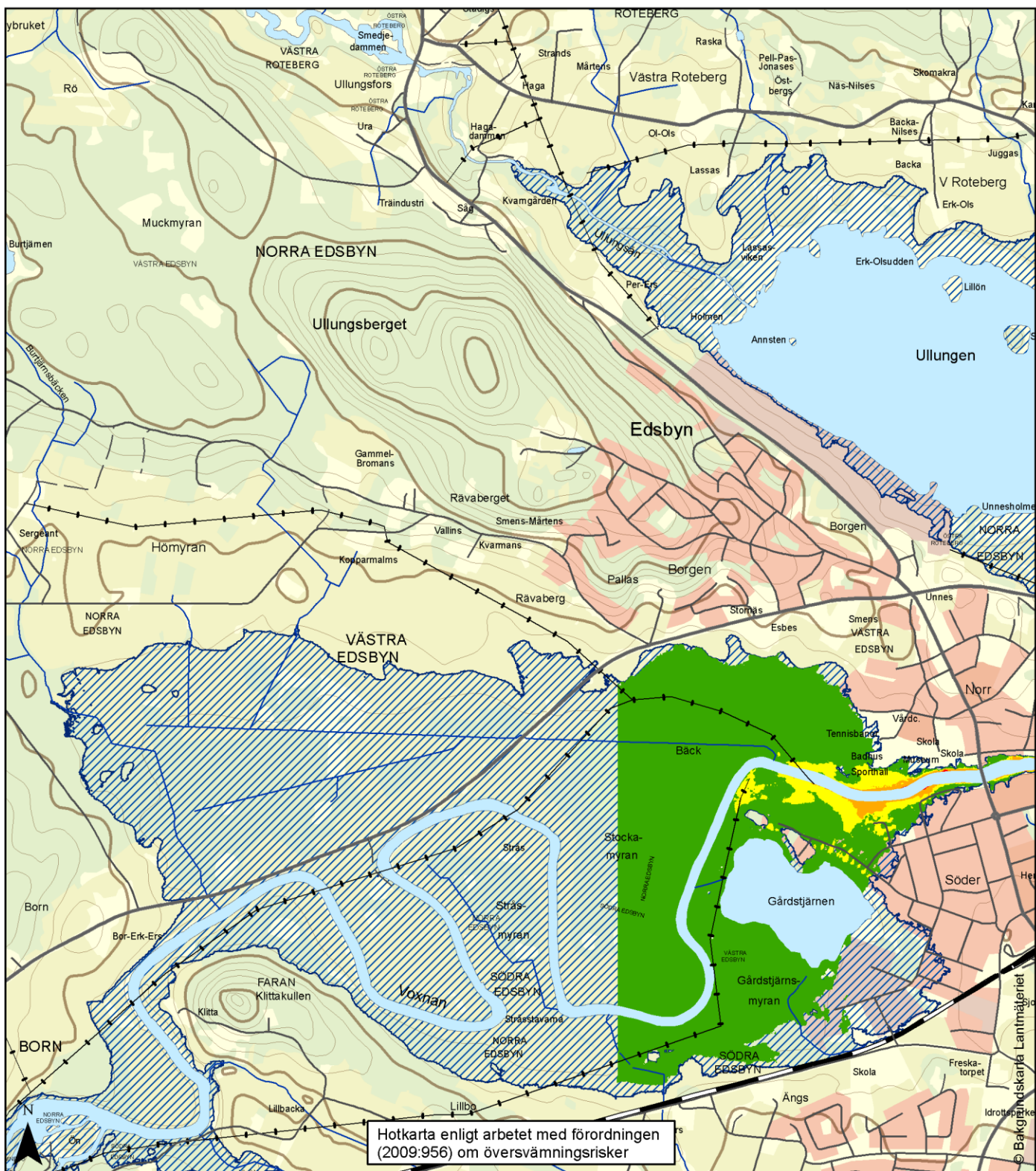
SWEREF99 TM
RH 2000

Datum:

2013.07.08

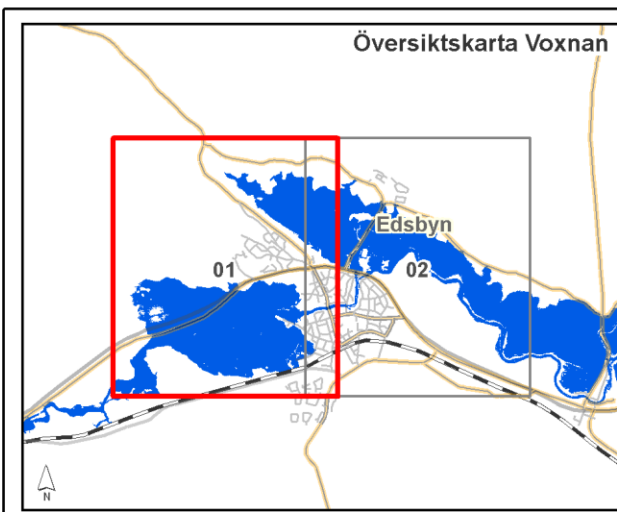
Bilaga 6

02/02



0 0,25 0,5 1 1,5 2 km

Skala 1: 20 000



Teckenförklaring:

0,05 - 0,5 m/s

0,5 - 1,0 m/s

1,0 - 2,0 m/s

> 2,0 m/s

Beräknat högsta flöde

Vattenyta, normalvattenstånd

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Västana

Flödes hastighet

Beräknat högsta flöde

Uppdragsgivare:



Konsult:



DHI Sverige AB

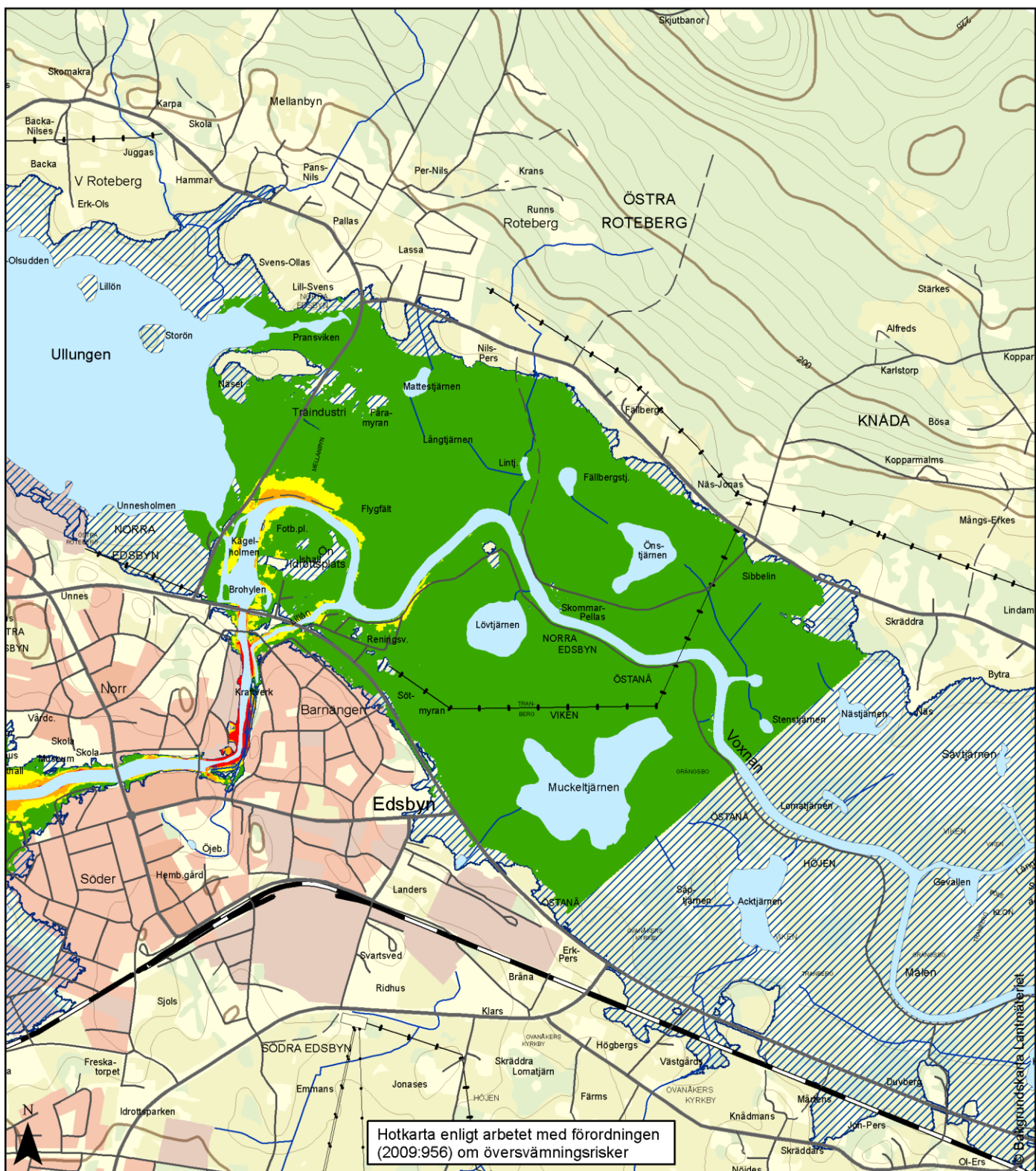
Koordinatsystem plan: SWEREF99 TM
höjd: RH 2000

Datum:

2013.07.08

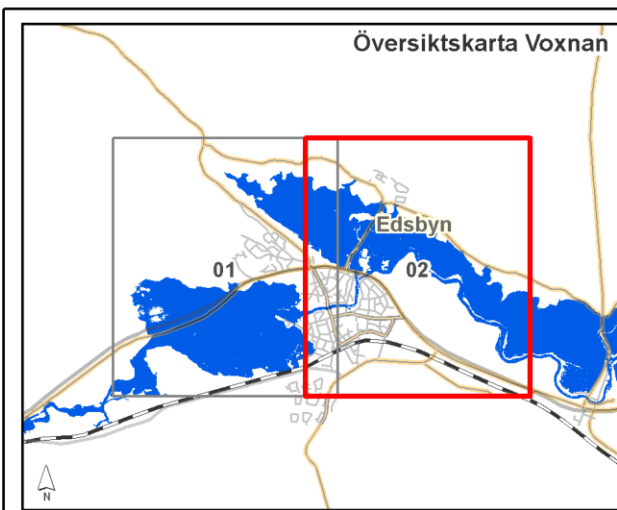
Bilaga 6

01/02



0 0,25 0,5 1 1,5 2 km

Skala 1: 20 000



Teckenförklaring:

- 0,05 - 0,5 m/s
- 0,5 - 1,0 m/s
- 1,0 - 2,0 m/s
- > 2,0 m/s
- Beräknat högsta flöde
- Vattenyta, normalvattenstånd

Detaljerad översvämnings-kartering Edsbyn

Voxnan

Flödes hastighet
Beräknat högsta flöde

Uppdragsgivare:



Konsult:



Koordinatsystem plan:
höjd:

SWEREF99 TM
RH 2000

Datum:

2013.07.08

Bilaga 6

02/02

Bilaga 7: Komplette flödestabell.

Tabellen innehåller samtliga flöden som har tagits fram i arbetet med karteringen. Observera att inga översvämningskartor har producerats för 100-årsflödet och 200-årsflödet i dagens klimat. Kolumnerna för 100-årsflöde högsta och 200-årsflöde högsta visar om dessa flöden når ett max-värde innan 2098.

	Dagens klimat				Med hänsyn till klimatscenarier			
Plats för beräknat flöde	50-årsflöde [m³/s]	100-årsflöde [m³/s]	200-årsflöde [m³/s]	BHF [m³/s]	100-årsflöde högsta [m³/s]	100-årsflöde [m³/s]	200-årsflöde högsta [m³/s]	200-årsflöde [m³/s]
Nybro Qstn 740		275	300	450		261		285
Vallhaga krv (Ovan Älmån)		284	310	520		270		294
Bornforsen krv (Nedan Älmån)		290	316	530		276		300
Österforsen krv (Tätort Edsbyn)	260	295	322	530	316	280	344	305
Alfta krv Qstn 1890		340	371	620		323		352
Runemo (Nedstr Norrsjön)		366	399	685		344		375
Lenninge krv (Uppströms Varpen nära Sunnerstaholm)		380	414	740		361		393

