



ÖVERSVÄMNINGSUTREDNING FÖR OMRÅDET MELLAN FLYGPLATSEN OCH BERGLUNDA

Rapport

2016-02-09

Upprättad av: Frida Blomér, Erik Hultsten, Jenny Johansson

Granskad av: Maria Näslund

Godkänd av: Jenny Johansson

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningssutredning för området mellan flygplatsen och Berglunda Rapport	
Daterad: 2016-02-09		
Reviderad:		
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

ÖVERSVÄMNINGSUTREDNING FÖR OMRÅDET MELLAN FLYGPLATSEN OCH BERGLUNDA

KUND

Örebro Kommun, Stadsbyggnad
Box 33400, 701 35 Örebro
Magnus Carlberg
Tel: 019-21 13 79
E-post: magnus.carlberg@orebro.se

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad
Box 8094
700 08 Örebro
Besök: Krontorpsgatan 1
Tel: +46 10 722 5000
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
www.wspgroup.se

KONTAKTPERSONER

Carolina Herder	Stadsbyggnad, Örebro kommun	019-21 13 01
Frida Blomér	WSP Samhällsbyggnad	010-722 77 36
Erik Hultsten	WSP Samhällsbyggnad	010-722 57 65
Jenny Johansson	WSP Samhällsbyggnad	010-722 77 09

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området mellan flygplatsen och Berglunda Rapport	
Daterad: 2016-02-09		
Reviderad:		
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	4
Utredning	4
Förslag	4
BAKGRUND	4
Syfte	4
FÖRUTSÄTTNINGAR	5
BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	5
GIS-ANALYS	7
YTAVRINNINGSMODELL	8
Terrängmodell	9
Nederbördsbelastning	9
Markytans råhet	10
Trummor	11
Modelleringsresultat	11
UTREDNINGENS FÖRSLAG FÖR EXPLOATERING	12
UTREDNINGENS FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING	15
Beräkningar	15
Befintlig markanvändning	16
Planerad markanvändning	17
Placering fördröjningsåtgärder	17
Reningsåtgärder	19
REFERENSER	20
BILAGOR	20

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningensutredning för området mellan flygplatsen och Berglunda Rapport	
Daterad: 2016-02-09		
Reviderad:		
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

SAMMANFATTNING

Denna översvämningensutredning har utförts inför Örebro kommuns framtagande av planprogram för området mellan Örebro flygplats och Berglunda. Utredningen ska visa var det är lämpligt att exploatera med hänsyn till framtida dagvattenavledning och översvämningensrisker vid intensiva regn.

Utredning

Utredningen omfattar en inledande GIS-analys som ger en översikt över var regnvatten kan bli stående i instängda områden (lågpunkter) på grund av områdets topografi. Den visar även vilken väg vattenflöden tar på markytan när området är oexploaterat och vattnet följer lågt belägna stråk. Därefter utfördes en ytavrinningsmodellering för ett 100-årsregn. Den visar vilket vattendjup som kan uppstå i lågpunkterna och hur stora flödena blir i samband med ett intensivt regn (100-årsregn). I resultatet kan det avläsas vilka områden som enligt denna utredning bör undvikas för exploatering.

Förslag

Utifrån GIS-analys och ytavrinningsmodellering har ett förslag tagits fram för vilka ytor som lämpar sig för bebyggelse och vilka som bör undvikas med hänsyn till översvämningensrisker, se bilaga 5.

De områden som ej föreslås bebyggas bör istället (under förutsättning att t.ex. geoteknisk undersökning inte avråder) användas för framtida dagvattenhantering. Anläggande av dammar, översvämningensytor, breddande av befintliga diken och utförande av översilningensytor och rain gardens är åtgärder som föreslås. För att bedöma reningsgrader vid olika alternativ kan beräkningsprogram avsedda för detta användas. En förutsättning är dock att kategori av verksamheter som ska exploatera är relativt klart.

BAKGRUND

Örebro kommun ska under 2016 ta fram ett planprogram för området mellan Örebro flygplats och Berglunda. Planprogrammet ska ge en översiktlig bild av lämpliga områden för verksamhetstomter. Programmet ska även fungera som stöd i kommande detaljplaneläggning och som verktyg för att förmedla en framtida helhetsbild av området.

WSP:s uppdrag är att utreda översvämningensriskerna för framtida exploateringsområden för verksamheter mellan flygplatsen och Berglunda. Uppdraget omfattar lämplig placering av exploatering, höjdsättning av densamma, lågpartier och naturliga avrinningsstråk. WSP ska även redovisa recipienter och föreslå dagvattenlösningar och lämpliga reningsåtgärder.

Syfte

Utredningens syfte är att redogöra för vattensituationen i området och hur det kan utformas på bästa sätt för att undvika översvämningar i och runt exploaterade ytor i framtiden.

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området mellan flygplatsen och Berglunda Rapport	
Daterad: 2016-02-09		
Reviderad:		
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

FÖRUTSÄTTNINGAR

För utredningen har följande underlag använts:

- Höjdmodell 2x2 m, NNH (data från oktober 2011)
- Ortofoto
- Fastighetskarta
- Utredningsområde
- Exploateringsområde (Örebro kommun, Stadsbyggnad)

Utredningen omfattar ett utredningsområde framtaget av Örebro kommun, Stadsbyggnad. I denna rapport benämns detta som "utredningsområde". Inför ytavrinningsmodelleringen kompletterade Örebro kommun underlaget med det område inom vilket exploatering i första hand önskas, här kallat exploateringsområde. Detta var lokaliserat inom utredningsområdets norra och östra del samt ett stråk i anslutning till Örebro flygplats och längs E20 i öster.

I utredningen har koordinatsystem Sweref 99 1500 och höjdsystem RH2000 använts.

Antaganden:

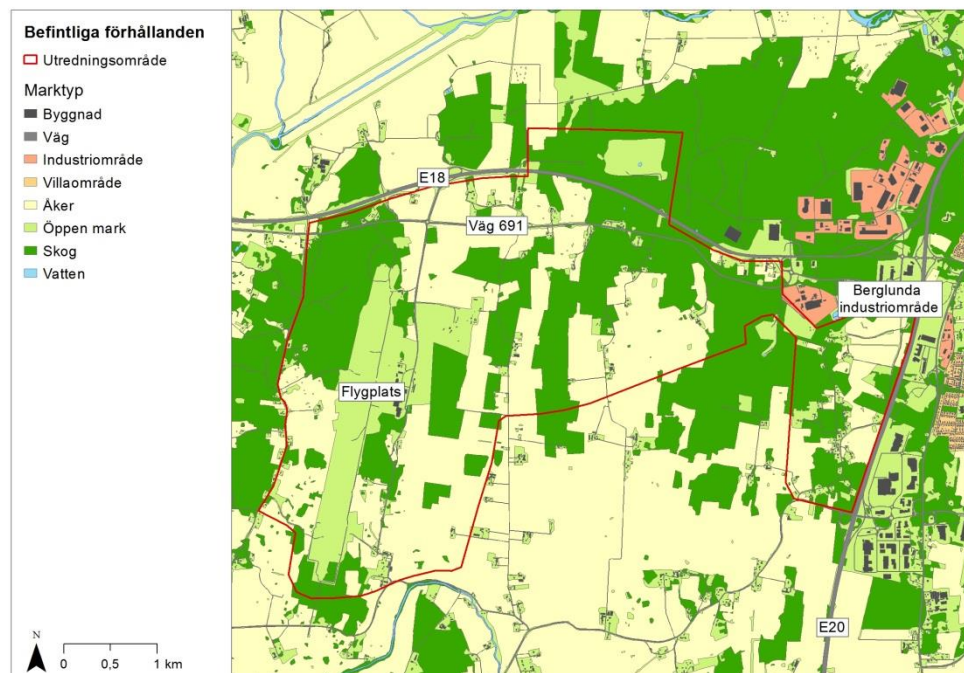
- Marken antas vara mättad med vatten, vilket kan vara fallet efter lång tid med ihängande nederbörd.
- Recipienterna Svartån och Täljeån antas kunna leda undan tillrinnande vatten från utredningsområdet. (Recipienternas förmåga att avleda vatten bör utredas vidare i samband med detaljplanearbetet eftersom t.ex. Täljeån redan idag är hårt belastad).
- Vattengång i trummor har antagits vara densamma som marknivån i höjdmodellen.

I denna utredning har inga geotekniska undersökningar ingått.

BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

Idag består de största delarna av marken i området av åkermark och skog men det förekommer även en del partier med obrukad öppen mark. Området är relativt flackt och genomkorsas av E18 samt landsväg 691 (gamla E18). Det förekommer verksamheter i form av bostäder, jordbruksfastigheter och även andra verksamheter, exempelvis flygplatsen Örebro Airport och Berglunda industriområde. I Figur 1 nedan visas utredningsområdet och befintlig markanvändning.

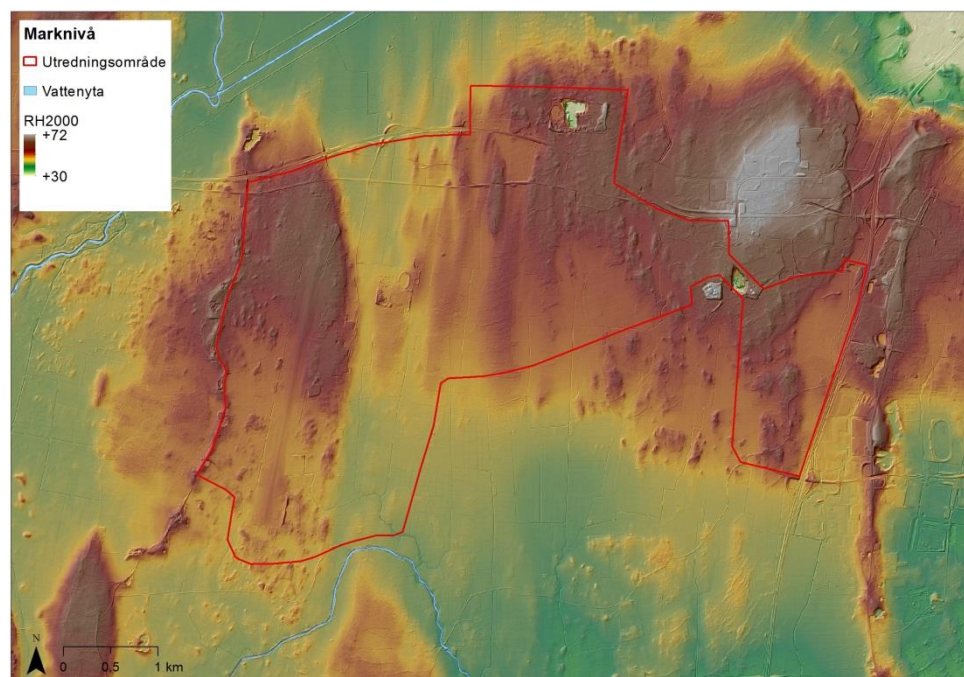
Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området mellan flygplatsen och Berglunda Rapport	
Daterad: 2016-02-09		
Reviderad:		
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	



Figur 1. Utredningsområdet och befintlig markanvändning

Området avvattnas idag av ett flertal diken. De flesta går i nord-sydlig riktning och mynnar så småningom antingen i Täljeån (söderut) eller Svartån (norrut).

En översiktlig bild av områdets topografi ges i Figur 2 nedan.



Figur 2. Topografisk karta över utredningsområdet

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området mellan flygplatsen och Berglunda Rapport	
Daterad: 2016-02-09		
Reviderad:		
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

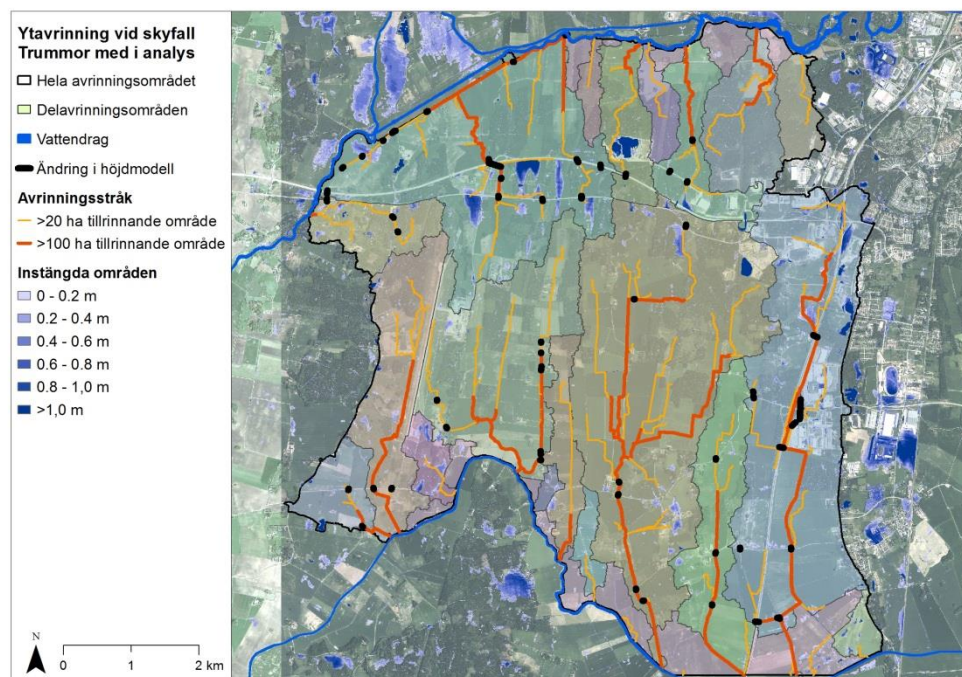
Recipienten Täljeån som ligger söder om utredningsområdet (se Figur 3 nedan) har i dagsläget en otillfredsställande ekologisk status. Ån är känslig på grund av morfologiska förändringar och övergödning. (VISS, 2016) Recipienten Svartån som ligger nordost om utredningsområdet (se Figur 3 nedan) har också en otillfredsställande ekologisk status. Ån är känslig på grund av övergödning, kontinuitet samt morfologiska förändringar. (VISS, 2016)

Ovanstående innebär att tillförande av ytterligare föroreningar till dessa recipienter måste begränsas.

GIS-ANALYS

Utifrån höjdmodellen har en enklare GIS-analys gjorts av topografin. Analysen ger en översiktlig bild av avrinningsstråk, instängda områden (lågpunkter) och avrinningsområden, se Figur 3. Avrinningsstråken har begränsats så tillvida att endast de med tillrinnande område över 20 ha och över 100 ha redovisas. GIS-analysen tar inte hänsyn till storleken av nederbörd men ger en bra bild av vilka områden som är extra utsatta för skyfall.

I analysen har ändringar gjorts i höjdmodellen där det funnits trummor och tunnlar, för att möjliggöra att vatten kan rinna genom dessa. Analysen visar då den normala flödesvägen då trummorna har tillräcklig kapacitet.



Figur 3. Delavrinningsområden, avrinningsstråk och instängda områden (lågpunkter) från GIS-analysen. Ändringar har gjorts i höjdmodellen för att tillåta vatten att rinna genom trummor och tunnlar i analysen.

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området	
Daterad: 2016-02-09	mellan flygplatsen och Berglunda	
Reviderad:	Rapport	
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

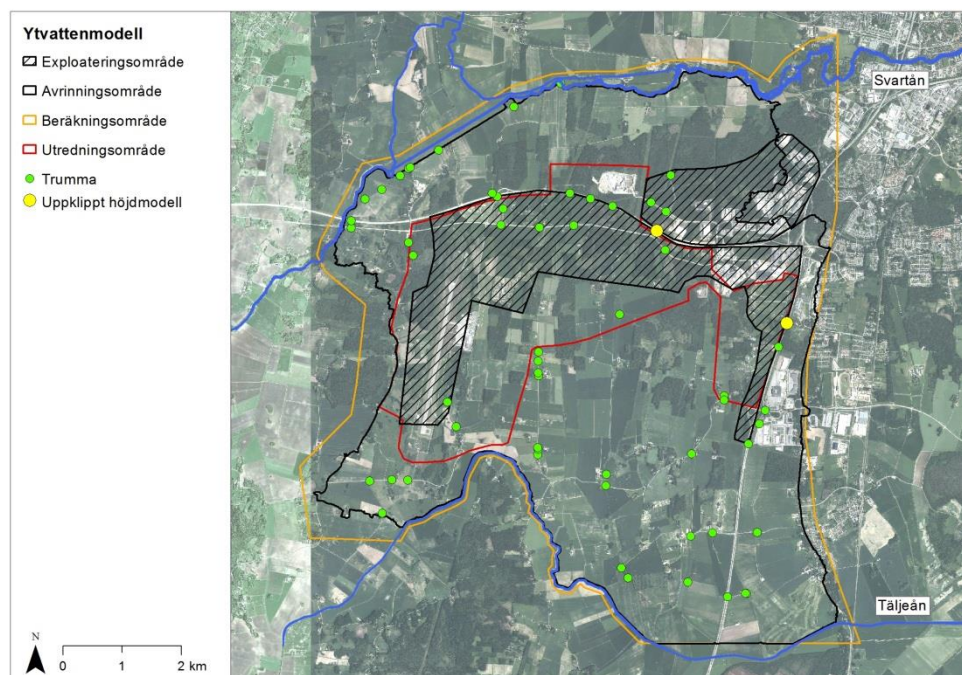
Det identifierade avrinningsområdet från analys är det område som kan få ett ökat vattenflöde från en exploatering inom utredningsområdet. Strax söder om E18 delas avrinningen mot Svartån och mot Täljeån. I Figur 3 framgår med flödesvägar vilka delavrinningsområden som rinner mot Svartån eller Täljeån. De största instängda områdena ligger kring E18 med avrinning mot Svartån.

Efter genomförandet av denna översvämningsutredning har Länsstyrelsen i Örebro redovisat att de tagit fram liknande GIS-analyser för hela länet.

YTAVRINNINGSMODELL

En hydraulisk modell har upprättats över området som till skillnad från GIS-analysen tar hänsyn till kvantiteten på nederbörden. I modellen beräknas vattennivå- och flödesförhållanden vid ett skyfall med specifik varaktighet och intensitet. I modellen tar flödet alternativa vägar om exempelvis en trumma ej har tillräcklig kapacitet.

Modellen har byggts upp i programvarorna Mike Urban och Mike FLOOD. Det området som modellen täcker visas i Figur 4.



Figur 4. Ytvattenmodell med exploateringsområde, avrinningsområde, beräkningsområde, utredningsområde och samt trummor och uppklippt höjdmödel (t.ex. gångtunnlar).

Modellens beräkningsområde är något större än det avrinningsområde som togs fram i GIS-analysen. Resultatet från modellen är dock ej tillförlitligt i området mellan beräkningsområde och avrinningsområde utan bör bara studeras inom avrinningsområdets gräns. Som recipient och yttre gräns för modellen har Svartån och Täljeån använts. Dessa har i simuleringen antagits ha tillräcklig kapacitet för att leda undan tillrinnande vatten från avrinningsområdet.

I modellen har två scenarier beräknats, befintligt och exploaterat. Det ena visar nu-läge med dagens markanvändning och kallas scenario BEF. Det andra visar ett

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området mellan flygplatsen och Berglunda Rapport	
Daterad: 2016-02-09		
Reviderad:		
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

framtida läge där föreslagen exploatering har byggts ut helt och kallas scenario EXP.

Modellen har byggts upp utifrån följande data:

- **Terrängmodell.** Höjdmodell inom beräkningsområdet.
- **Nederbördsbelastning.** Bidragande nederbörd till avrinning.
- **Markytans råhet.** Hur snabbt vatten avrinner från de olika typerna av ytor.
- **Trummor.** De ställen där vattnet passerar genom och förbi högre belägna ytor.

Terrängmodell

Terrängmodellen är uppbyggd utifrån erhållen höjdmodell från laserskanning utförd 2011. Upplösningen på höjdmodellen var 2x2 m stora celler. Med hänsyn till områdets storlek och beräkningstid för simulering gjordes upplösningen om till 4x4 m. Det medför en sämre noggrannhet än i grunddatat. Området är dock relativt flackt över stora delar vilket gör att hög upplösning inte är lika viktigt.

I terrängmodellen har byggnader lagts till med en höjd på 5 m. Byggnader är hämtade från fastighetskartan.

I terrängmodellen kan ex broar, tunnlar och kulvertar hindra vatten från att passera. De flesta broar var redan borttagna i höjdmodellen, men i de fall de var kvar har terrängmodell modifierats genom att sänka markytan till samma nivå som omkringliggande celler. Modifierad markyta visas med gula punkter i Figur 4 ovan.

Nederbördsbelastning

För att få resultat motsvarande en extrem situation har regn med återkomsttid 100 år valts. Modellen har belastats med ett blockregn med återkomsttid 100 år och varaktighet 120 min. Varaktigheten är uppskattad utifrån områdets storlek. För att ta hänsyn till eventuellt ökad nederbörd i framtiden har en klimatfaktor på 20 % använts. Intensiteten har beräknats enligt Svenskt Vattens publikation P104 (Svenskt Vatten, 2011a) till 109 l/s,ha.

Allt regnvatten som landar på marken rinner inte vidare. En del tas upp av marken (infiltreras) andra delar fastnar på vegetation och i markbeläggning. För att beräkna stora vattenmängder som avrinner används avrinningskoefficienter för de olika marktyperna. Varje marktyp har tilldelats en avrinningskoefficient baserad på Svenskt Vattens publikation P90 (Svenskt Vatten, 2004) och Applied hydrology (Chow, Maidment och Mays, 1988) där ett medelvärde mellan dessa har tagits för de olika ytorna. Värdena visas i Tabell 1 nedan. Varje cell i terrängmodellen har tilldelats en avrinningskoefficient utefter vilken marktyp cellen har och sedan multiplicerats med nederbördsintensiteten.

I scenario 2 har hela exploateringsytan ersatts med en avrinningskoefficient på 0,85 med 45 % byggnad, 45 % asfalt och 10 % öppen mark.

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området mellan flygplatsen och Berglunda Rapport	
Daterad: 2016-02-09		
Reviderad:		
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

Tabell 1. Avrinningskoefficienter för olika marktyper

Marktyp	P90	Applied Hydrology	Antagande
		100 år	100 år
Byggnad	0,9	0,97	0,95
Väg	0,8	0,95	0,90
Industriområde (ej väg & tak)	0,7	0,9	0,80
Villaområde (ej väg & tak)	0,1	0,36	0,30
Åker	0,1	0,47	0,30
Öppen mark	0,1	0,41	0,25
Skog	0,1	0,39	0,25
Övrigt	0,1	0,39	0,25
Vatten			1
Scenario EXP			
Exploateringsyta			0,85

Markytans råhet

Markens råhet styr hur snabbt vatten kan rinna över ytan och kan beskrivas med Mannings tal, M. Ett lågt tal innebär att det är svårt för vattnet att rinna över ytan medan ett högt medför att vattnet rinner lätt. I modellen har de olika marktyperna tilldelats olika Mannings tal som uppskattats utifrån Vägverkets publikation VVMB 310 (Vägverket, 2008). För exploateringsytan har Mannings tal vägts samman på samma sätt som för avrinningskoefficienten. Värdena visas i Tabell 2 nedan.

Tabell 2. Mannings tal för olika marktyper

Marktyp	Mannings tal
	M
Byggnad	70
Väg	70
Industriområde (ej väg & tak)	60
Villaområde (ej väg & tak)	30
Åker	20
Öppen mark	20
Skog	5
Övrigt	20
Vatten	40
Scenario EXP	
Exploateringsyta	65

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området	
Daterad: 2016-02-09	mellan flygplatsen och Berglunda	
Reviderad:	Rapport	
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

Trummor

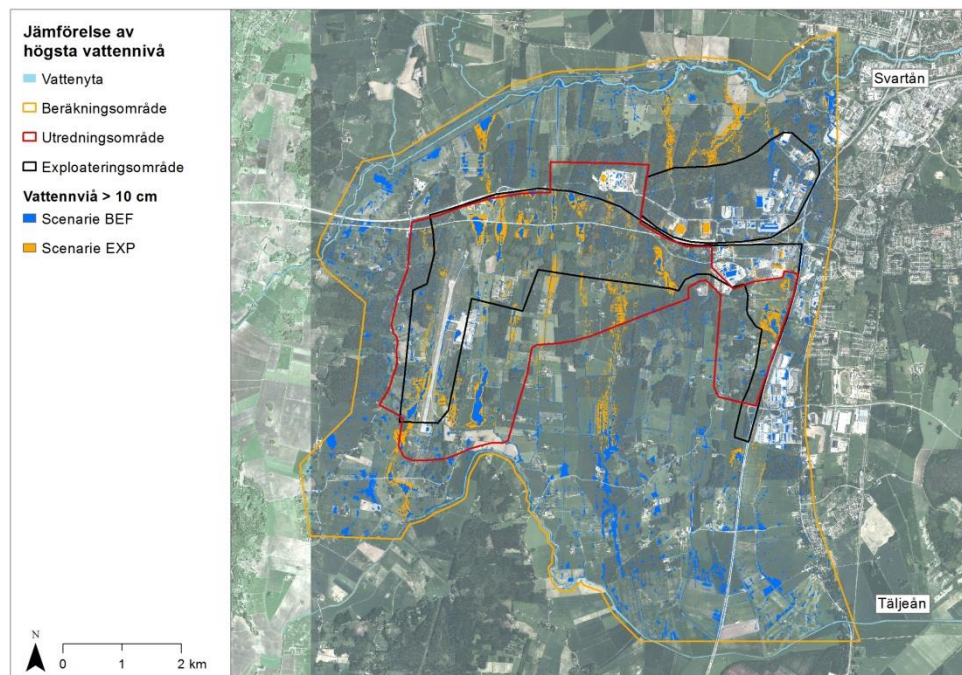
I modellen har de trummor som identifierats vid platsbesök eller via antaganden utifrån höjdmodellen lagts in. Trummorna i modellen är markerade med grönt i Figur 4.

Dimensionerna på trummor som identifierats under fältbesöket har mätts upp i den mån de varit tillgängliga och har uppskattats i övrigt. De som endast har identifierats i höjdmodellen har antagits ha dimension 1000 mm. Vattengångar har ej mätts in utan har lagts i nivå med marknivån i höjdmodellen.

Utöver trummorna har inget ledningsnät för dagvatten lagts in i modellen.

Modelleringsresultat

Vid simulering har högsta vattennivå och flöde från varje cell studerats. I Figur 5 visas utbredningen av vattenytan där djupet någon gång under de två scenariernas simuleringar överstiger 10 cm. Höjdmodellens noggrannhet tillsammans med andra osäkerheter i modellen medför att nivåer grundare än 10 cm blir alltför osäkra att redovisa. Den blå färgen visar nivån för befintligt läge och den orangea färgen visar hur mycket större utbredningen av vattenytan skulle bli efter exploatering. Utbredningen ökar mest inom exploateringsområdet men det sker även en kraftig ökning längs några avrinningsstråk mot Svartån. I de södra delarna av beräkningsområdet är skillnaderna mindre.



Figur 5. Markyta som får en vattennivå som överstiger 10 cm för de två scenarierna.

I Bilaga 1 och 2 visas det största vattendjupet som uppstår för de två scenarierna. För scenario BEF uppgår vattendjupet på flera ställen upp mot 0,5 m. Det är nästan enbart diken som överstiger 0,5 m. För scenario EXP går nivån upp mot 1,0 m på många områden.

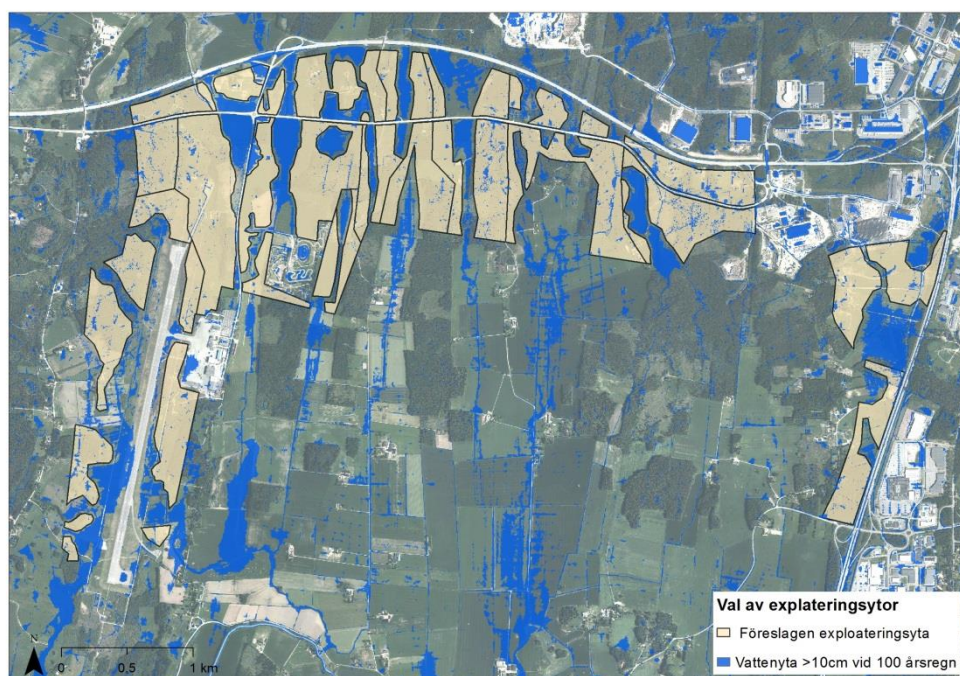
Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området mellan flygplatsen och Berglunda Rapport	
Daterad: 2016-02-09		
Reviderad:		
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

I Bilaga 3 och 4 visas de största flödena som uppstår. Exploateringen medför generellt en kraftig ökning av flödena i området. De största förändringarna sker från flygplatsen med avrinning söderut. Även områdena längs E18 och E20 ökar kraftigt.

UTREDNINGENS FÖRSLAG FÖR EXPLOATERING

De förslag för framtida exploatering som denna utredning redovisar avgränsas till de delar av kommunens önskade exploateringsområde som är belägna inom denna rapport utredningsområde, se områdesgränser i figur 5.

I Figur 6 nedan redovisas förslag på lämplig framtida exploatering inom området mellan flygplatsen och Berglunda. Föreslagna exploateringsytor, som är markerade med gula ytor, återfinns även i Bilaga 5.



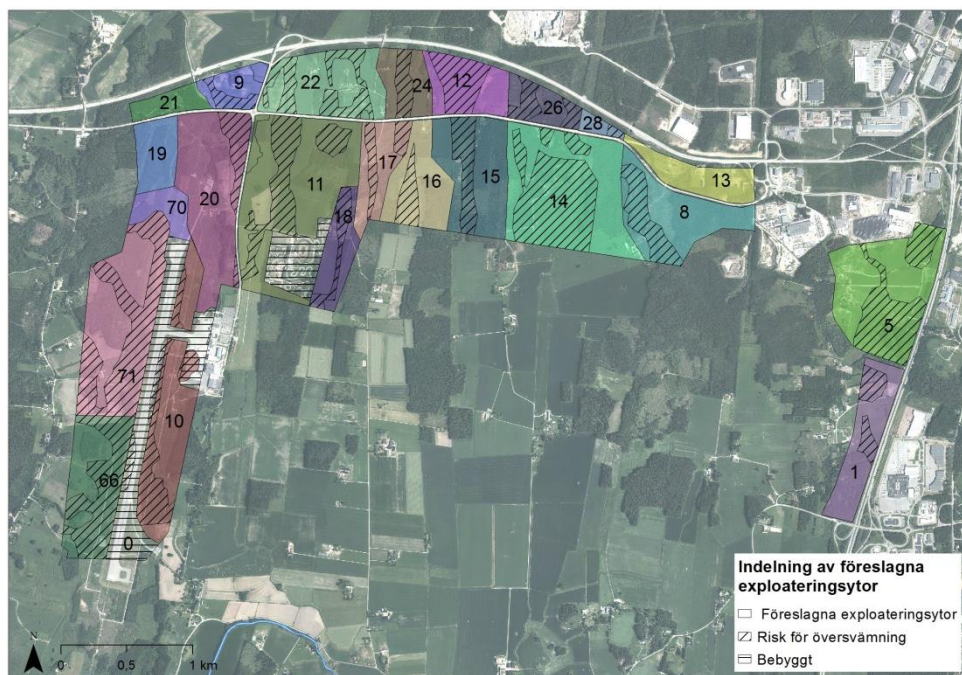
Figur 6. Föreslagna exploateringsytor och höga vattenytor

Tillvägagångssättet för framtagande av förslag för framtida exploatering redovisas nedan.

Med hjälp av höjdmodellen avgränsades mindre avrinningsområden kommunens önskade exploateringsområde. Dessa områden studerades vidare och (med hjälp av både GIS-analysen och ytmodelleringens resultat som komplement) identifierades ytor lämpade för exploatering. En sammanställning av exploateringsytorna och dess storlek ses i Figur 7 och i

Tabell 3 nedan.

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området	
Daterad: 2016-02-09	mellan flygplatsen och Berglunda	
Reviderad:	Rapport	
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	



Figur 7. Föreslagna exploateringsytor

Tabell 3. Föreslagna exploateringsytor

Område	Yta (ha)	Storlek på föreslagen exploateringsyta (ha)
1	30	22
5	63	34
8	43	29
9	13	9
10*	51	0
11	78	54
12	17	4
13	20	20
14	80	37
15	43	32
16	29	23
17	21	14
18	19	13
19*	16	0
20*	58	0
21*	10	0
22	42	27
24	19	13
26	15	8
28	4	3
66	43	16
70*	11	0
71	72	30
Totalt	797	387

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området mellan flygplatsen och Berglunda Rapport	
Daterad: 2016-02-09		
Reviderad:		
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

**Inom område 10, 19, 20, 21 och 70 föreslås ingen exploatering i denna rapport. Dessa är belägna i direkt närhet till den utbyggnad av landningsbana för Örebro flygplats som just nu är under projektering. Säkerheten kring landningsbana, sikt från flygtorn och instrumentlandningssystem innebär begränsningar i exploateringsmöjligheterna i området.*

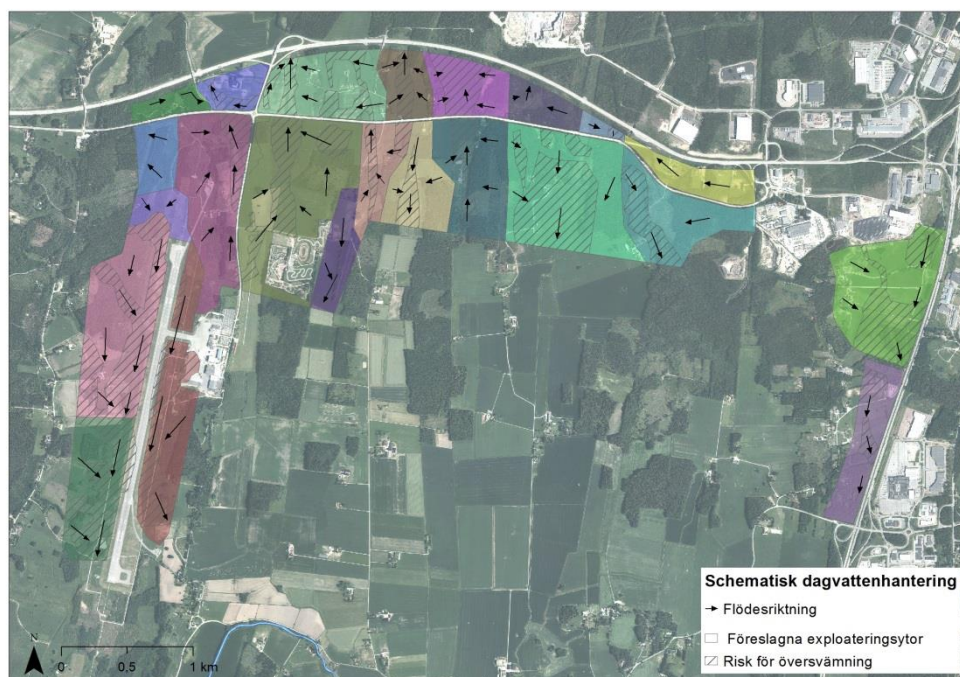
För att undvika framtida problem med översvämnningar är det, precis som anges i Svenskt Vattens publikation P105 (Svenskt Vatten, 2011b), viktigt med en väl genomtänkt höjdsättning inom blivande exploateringsområden. Inom aktuellt utredningsområde har (i denna rapport) lågt belägna ytor som översvämmas vid ett 100-årsregn utelämnats från föreslagen exploatering. Likaså ytor där naturliga rinnstråk finns, se Figur 3 från GIS-analysen.

De befintliga naturliga rinnstråken bör i första hand behållas. Detta eftersom de är placerade i terrängens lågpunkter och det är dit vattnet avrinner idag. Flera av dessa ytor föreslås istället för att bebyggas nyttjas för fördröjning och eller rening av dagvatten samt för avledning vid extrema flöden. Det är av största vikt att stråk för avledning av extrema flöden sparas i samband med exploatering. Inom dessa bör vatten kunna avrinna på markytan utan att skada närliggande byggnader och anläggningar.

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området	
Daterad: 2016-02-09	mellan flygplatsen och Berglunda	
Reviderad:	Rapport	
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

UTREDNINGENS FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING

Förslagen för dagvattenhantering inom framtida möjliga exploateringsområden har sin utgångspunkt i vart vattnet inom området naturligt avrinner idag. Höjdmodellen har studerats djupare och en översiktlig sammanställning kan ses i Figur 8 nedan.



Figur 8. Flödesriktningar inom föreslagna exploateringsytor och dess avvattningsstråk.

I denna utredning har 10-års regn valts för att dimensionera fördröjningsåtgärder. Detta innebär att avrinningen från utredningsområdet, vid ett 10-årsregn, ska inte tillåtas öka efter exploatering. Beräkningar har således utförts för både flöden från befintlig markanvändning och flöden samt fördröjningsvolymen för en framtida exploatering.

De fördröjningsvolymen som redovisas i beräkningar nedan är tänkta att ge en översiktlig bild av hur stor fördröjning som skulle krävas om respektive område bebyggs enligt förslag i tabell 3. Detta innebär att i kommande detaljplaneskede krävs mer detaljerade studier av både volymen och fördröjningsåtgärder och dessa är beroende av respektive områdes utformning och utbyggnadsgrad.

Beräkningar

För framtida dagvattenhantering beräknas flöden och volymen med utgångspunkt i regn med återkomsttid 10 år. Intensiteten har kompletterats med en klimataffaktor på 20 % för att inkludera eventuella framtida förändringar i nederbörd.

Godkänt utflöde från området ska enligt Örebro kommun maximalt motsvara flödet från området med befintlig markanvändning (vid ett 10-årsregn).

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området mellan flygplatsen och Berglunda Rapport	
Daterad: 2016-02-09		
Reviderad:		
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

Befintlig markanvändning

De områden som redan idag är bebyggda (t.ex. Örebro Flygplats) inkluderas inte i nedanstående beräkningar. Dessa förutsätts fungera med fördröjning och dagvat-
tenavledning och några förändringar inom dessa ytor föreslås inte i denna rapport.

30 minuters varaktighet har valts för den befintliga markanvändningen. Vid beräk-
ningar av maxflödet från de oexploaterade ytorna används en avrinningskoefficient
på 0,1 och en regnvaraktighet på 30 minuter enligt Svenskt Vattens publikation P90
(Svenskt Vatten, 2004). Regnintensiteten vid 30 minuters varaktighet och ett 10-
årsregn har som tidigare nämnts kompletterats med en klimatfaktor vilket gav en
regnintensitet på 139 l/s,ha. Maxflöden (även kallat bakgrundsflöden) redovisas i
Tabell 4 nedan. För att se beräkningarna mer utförligt, se Bilaga 6.

Tabell 4. Bakgrundsflöden för de olika områdena

Område	Yta (ha)	Bakgrundsflöde (l/s)
1	30	400
5	63	850
8	43	600
9	13	200
10	51	700
11	78	1100
12	17	250
13	20	300
14	80	1100
15	43	600
16	29	400
17	22	300
18	19	250
19	16	250
20	58	800
21	10	150
22	42	600
24	19	250
26	15	200
28	4	50
66	43	600
70	11	150
71	72	1000
Totalt	797	11100

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningssutredning för området mellan flygplatsen och Berglunda Rapport	
Daterad: 2016-02-09		
Reviderad:		
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

Planerad markanvändning

10 minuters varaktighet har bedömts som rimlig för den exploaterade ytan. Regnintensitet vid 10 minuters varaktighet och ett 10-årsregn har som tidigare nämnts kompletterats med en klimatkoefficient vilket ger en regnintensitet på 274 l/s,ha.

Avrinningskoefficienten för verksamhetsområdet har satts till 0,78, vilket är grundat på att inte hela området kommer att asfalteras eller bebyggas med byggnader, utan kommer innehålla gröna ytor som drar ner avrinningskoefficienten.

Fördröjningsvolymen för varje område har beräknats med hjälp av varje områdes hårdgjorda yta och bakgrundsflödet. Resultatet av beräkningarna kan ses i Tabell 5 nedan.

Tabell 5. Fördröjningsvolym för de olika exploateringsytorna.

Område	Yta (ha)	Bakgrundsflöde (l/s)	Fördröjningsvolym (m ³)
1	30	400	3900
5	63	850	5550
8	43	600	5050
9	13	200	1550
10	51	700	5550
11	78	1100	9200
12	17	250	550
13	20	300	3700
14	80	1100	6000
15	43	600	5600
16	29	400	4000
17	22	300	2450
18	19	250	2150
19	16	250	3050
20	58	800	8550
21	10	150	1800
22	42	600	4800
24	19	250	2200
26	15	200	1250
28	4	50	500
66	43	600	2400
70	11	150	2050
71	72	1000	4800
Totalt	798	11100	86650

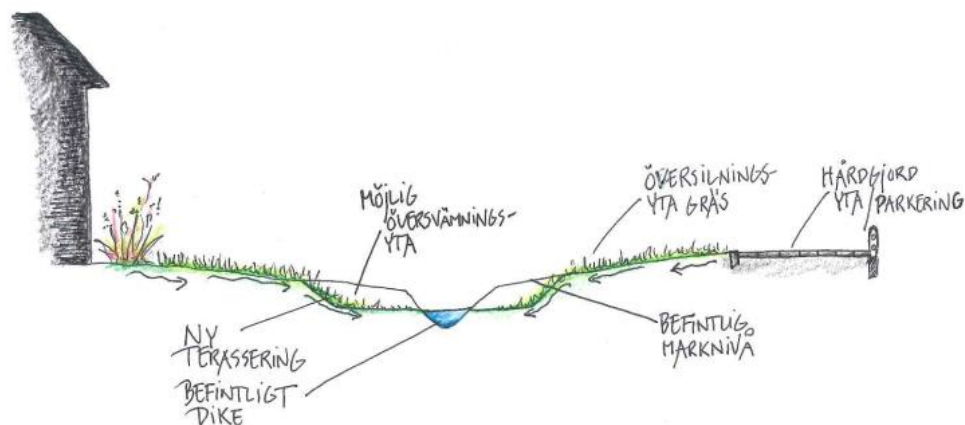
Placering fördröjningsåtgärder

Ett flertal av de föreslagna exploateringsytorna genomkorsas av, eller är lokaliserade i närhet till, befintliga avrinningsstråk. Eftersom dessa är belägna i lågpartier är det lämpligt att behålla dem i sina nuvarande lägen. I Svenskt Vattens publikation P105 (s30) föreslås dessa även ges en ordentlig bredd så att de upplevs som grönstråk genom bebyggelse.

För att möjliggöra fördröjning av mer dagvatten kan vattendragen terrasseras och breddas så att de vid ett normalflöde fungerar som idag men vid extremare regn kan ta emot större flöden, se Figur 9. Bebyggelse och eventuella andra skyddsvärda

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området	
Daterad: 2016-02-09	mellan flygplatsen och Berglunda	
Reviderad:	Rapport	
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

objekt bör därför hålla ett visst avstånd från vattendragen. Genom att omringa vattendragen av svagt sluttande gräs/grönytor skapas översilningsytor där rening av dagvatten också kan ske. (Detta förutsätter ytlig avrinning på mark eller i diken.)



Figur 9. Översvämnings- och översilningsytor längs befintligt dike (Skiss, WSP)

På de ställen där marken är naturligt låg och där beräkningarna visar områden med större ansamling av vatten lär det lämpliga att utreda förutsättningarna för dagvattendamm. Dammar kan utformas för både renings- och fördröjningssyften.

Generellt är det viktigt att möjliggöra för fördröjning även uppströms i exploateringsområdena. Att fördröja nära källan och inte avleda allt vatten till en stor fördröjningsanläggning. Problem med avledningen uppstår när alltför stora vattenmängder samtidigt ska ledas genom ett område. För förhindra att allt vatten forsar fram samtidigt föreslås att dagvatten avleds inom områdena i "tröga system" så som öppna diken eller ytliga svackdiken med underliggande krossfyllt dräneringsdike. Exempel på hur ett gräsklätt svackdike i ett bebyggt område kan se ut visas i Figur 10 och Figur 11 nedan.

Inom bebyggelse kan även Rain Gardens vara en lösning för fördröjning och rening av dagvatten. Placeringar av dessa får analyseras i senare skeden. De lämpar sig exempelvis för avvattnings av gator där även gröna inslag önskas. Ett exempel på hur en Rain Garden kan se ut visas i Figur 10 nedan.



Figur 10. Exempel på hur ett gräsklätt svackdike och en Rain Garden kan se ut (Stahre, 2004 samt Jefferson County, 2016)

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området	
Daterad: 2016-02-09	mellan flygplatsen och Berglunda	
Reviderad:	Rapport	
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	



Figur 11. Exempel på hur en översvämningsyta i stadsmiljö kan se ut och fungera (Gustafsson, 2004)

Geotekniska utredningar bör planeras att utföras i ett senare skede, vilket innebär att förslagen ovan inte tagit hänsyn till infiltrationsförutsättningar mm. Inför fortsatt planering krävs utredningar kring både markens egenskaper och grundvattennivåer. Markegenskaperna påverkar vilka avvattningslösningar som är lämpliga. Exempelvis kräver infiltration god genomsläpplighet i mark och att grundvattennivån inte ligger ytligt. Mätningar avseende grundvattennivåer bör påbörjas i god tid, flera år innan exploatering. Grundvattennivån kommer variera under året och även från år till år.

Reningsåtgärder

Samtliga ovanstående fördröjningsåtgärder medför även rening av dagvatten i varierande omfattning. Recipienterna har i dagsläget otillfredsställande ekologisk status och reningsåtgärderna måste vara så bra att statusen inte försämras. Då det i detta skede inte är känt vilka verksamheter som kan komma att bli aktuella i området så föreslås i nästa skede att beräkningar för reningsgraden genomförs. Programmet Stormtac eller liknande kan användas både för föroreningsberäkningar och för dimensionering av anläggningar för dagvattenfördröjning och rening. Utöver ovanstående fördröjningsåtgärder så föreslås även installation av oljeavskiljare vid de verksamheter där en ökad risk för oljeutsläpp uppstår.

Uppdragsnr: 10221378	Översvämningsutredning för området mellan flygplatsen och Berglunda Rapport	
Daterad: 2016-02-09		
Reviderad:		
Handläggare: F Blomér, E Hultsten	Status: Slutversion	

REFERENSER

Chow, Maidment och Mays. (1988). Applied Hydrology.

Svenskt Vatten. (2004). P90 Dimensionering av allmänna avloppsledningar.

Svenskt Vatten. (2011a). P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.

Svenskt Vatten. (2011b). P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering.

VISS (2016). Vatteninformationssystem Sverige. Utskrift från
<http://www.viss.lansstyrelsen.se>
tillgänglig 2016-01-21

Vägverket. (2008). VVMB 310 Hydraulisk dimensionering.
Publikationsnummer: 2008:61. ISSN: 1401-9612.

Bildreferenser

Gustafsson, K. (2004). Dagvatten som resurs för stadsbild och biologisk mångfald.
Växjö Dagvatten.

Stahre, P. (2004). En långsiktig hållbar dagvattenhantering.
Utgivare: Svenskt Vatten. ISBN 91-85159-17-4

Jefferson County Department of Community Development Introduction to Bioretention, Utskrift från
http://www.co.jefferson.wa.us/commdevelopment/PDFS/SquareONE/LID_bioretention_Sq1.pdf

tillgänglig 2016-01-21

BILAGOR

Bilaga 1: Högsta vattennivå för scenario BEF

Bilaga 2: Högsta vattennivå för scenario EXP

Bilaga 3: Flödesväg för scenario BEF

Bilaga 4: Flödesväg för scenario EXP

Bilaga 5: Val av exploateringsytor

Bilaga 6: Beräkningar dagvattenhantering

Bilaga 1
Scen BEF
Högsta vattennivå
100 år

 Utredningsområde

 Trummor

Vattennivå, m

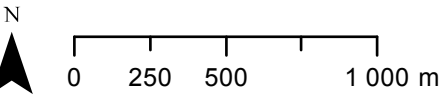
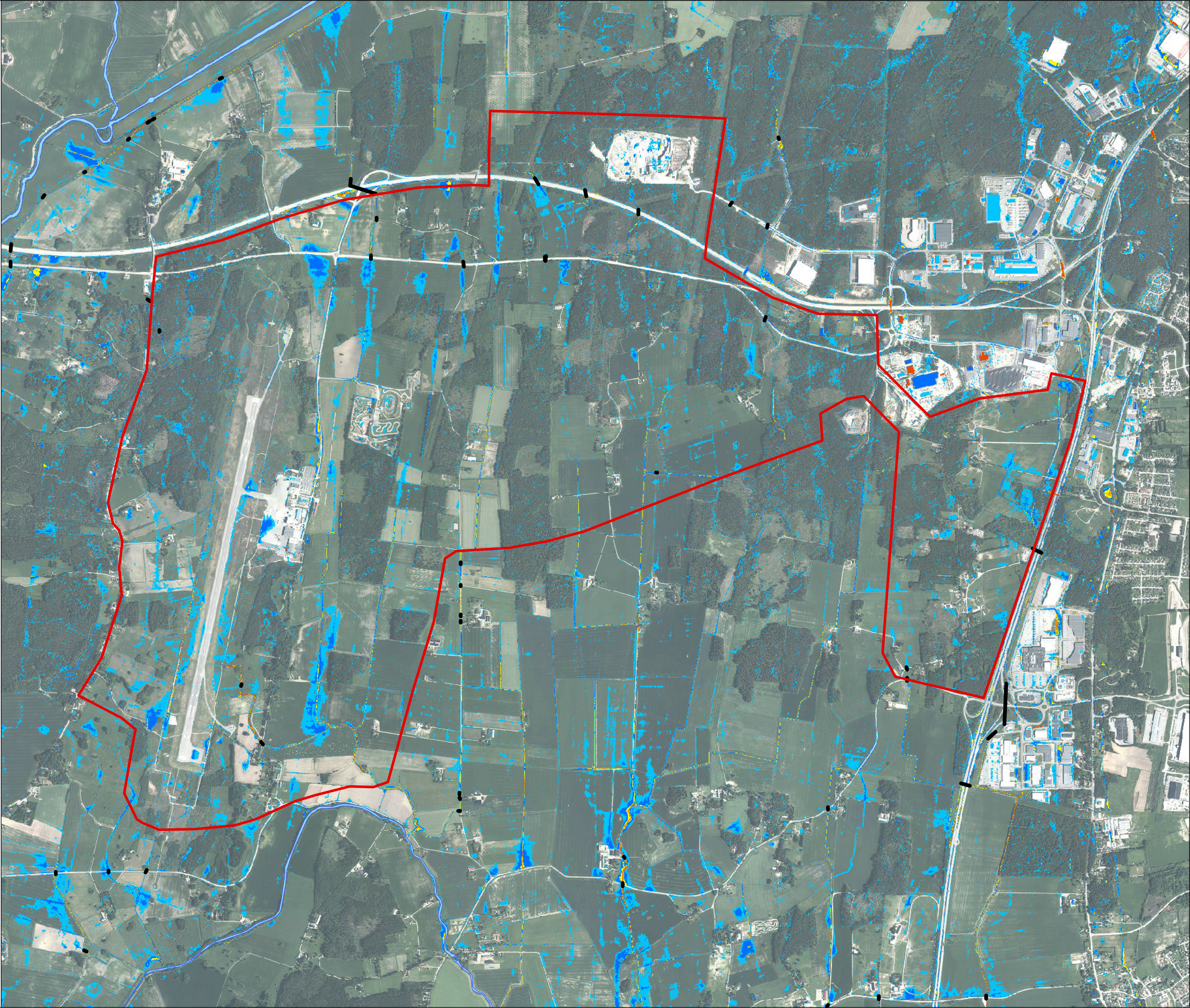
 0,10 - 0,25

 0,25 - 0,50

 0,50 - 0,75

 0,75 - 1,00

 1,00 <



Bilaga 2
Scen EXP
Högsta vattennivå
100 år

 Utredningsområde

 Trummor

Vattennivå, m

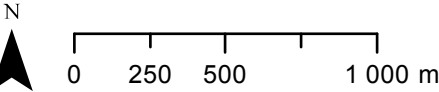
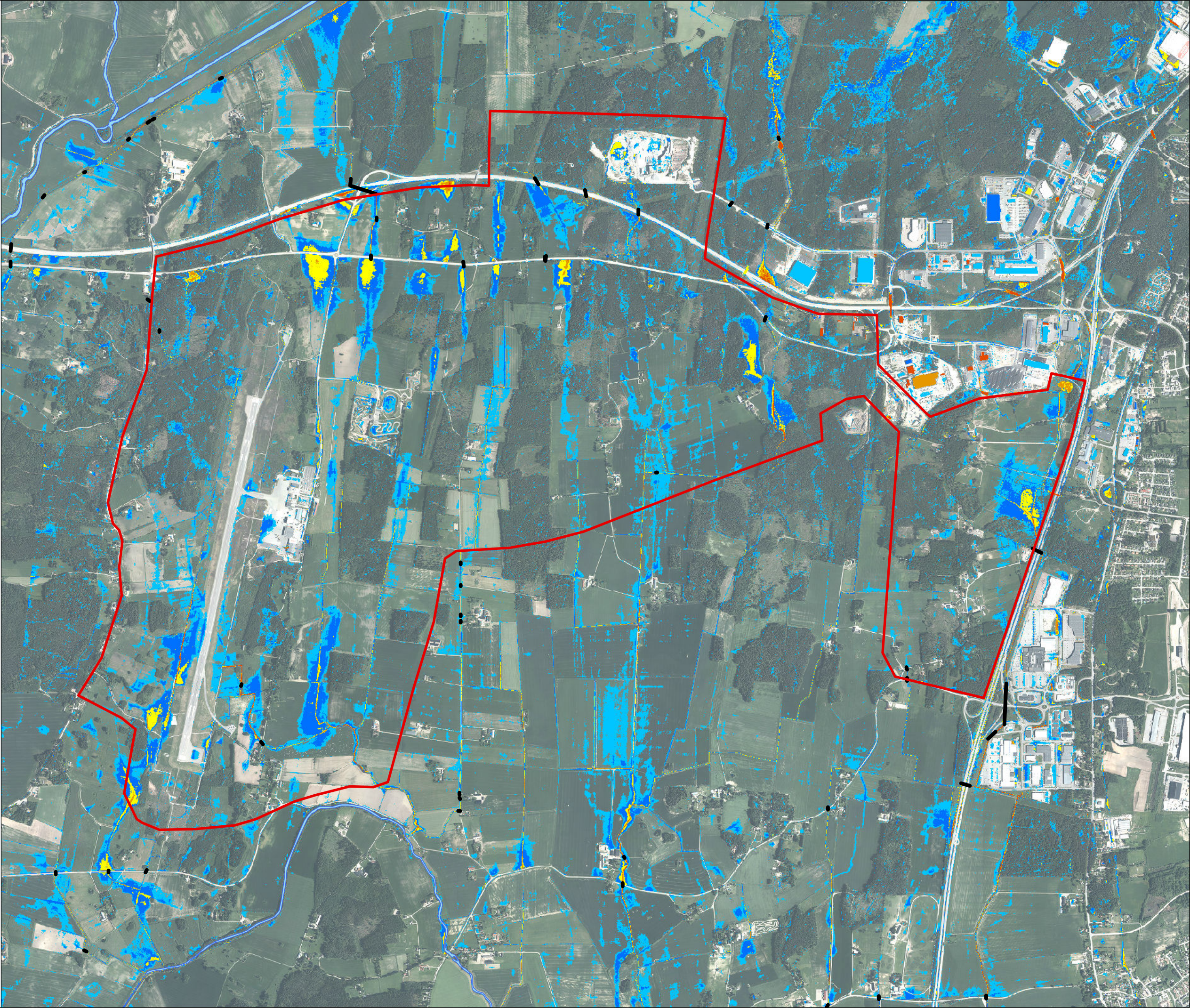
 0,10 - 0,25

 0,25 - 0,50

 0,50 - 0,75

 0,75 - 1,00

 1,00 <

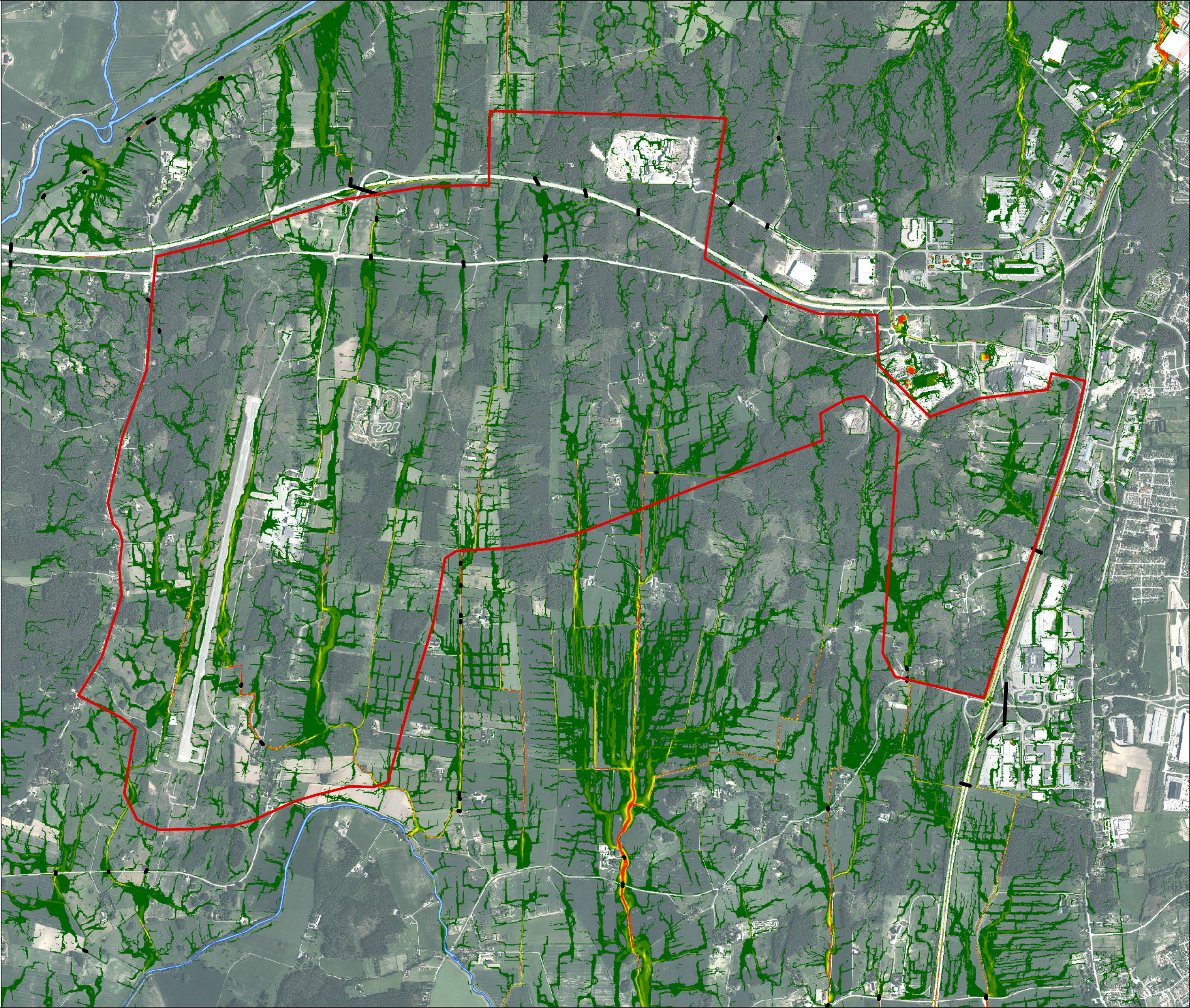
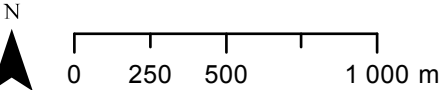
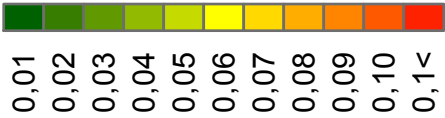


Bilaga 3
Scen BEF
Flödesvägar
100 år

Utredningsområde

Trummor

Maxflöde/cell, m3/s,m

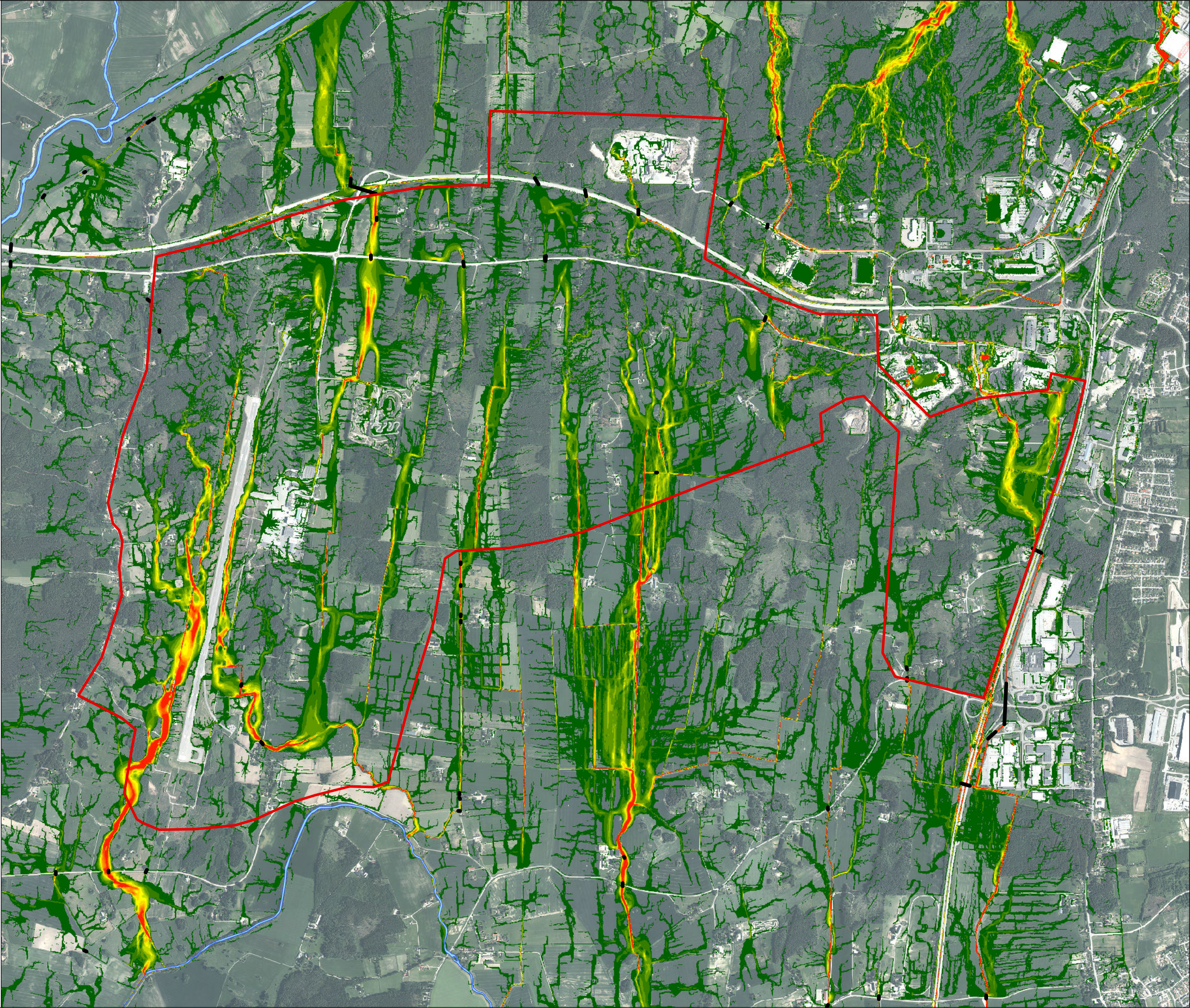
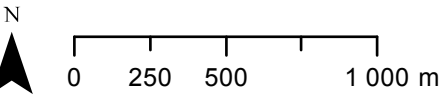
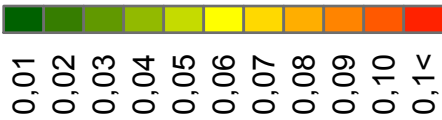


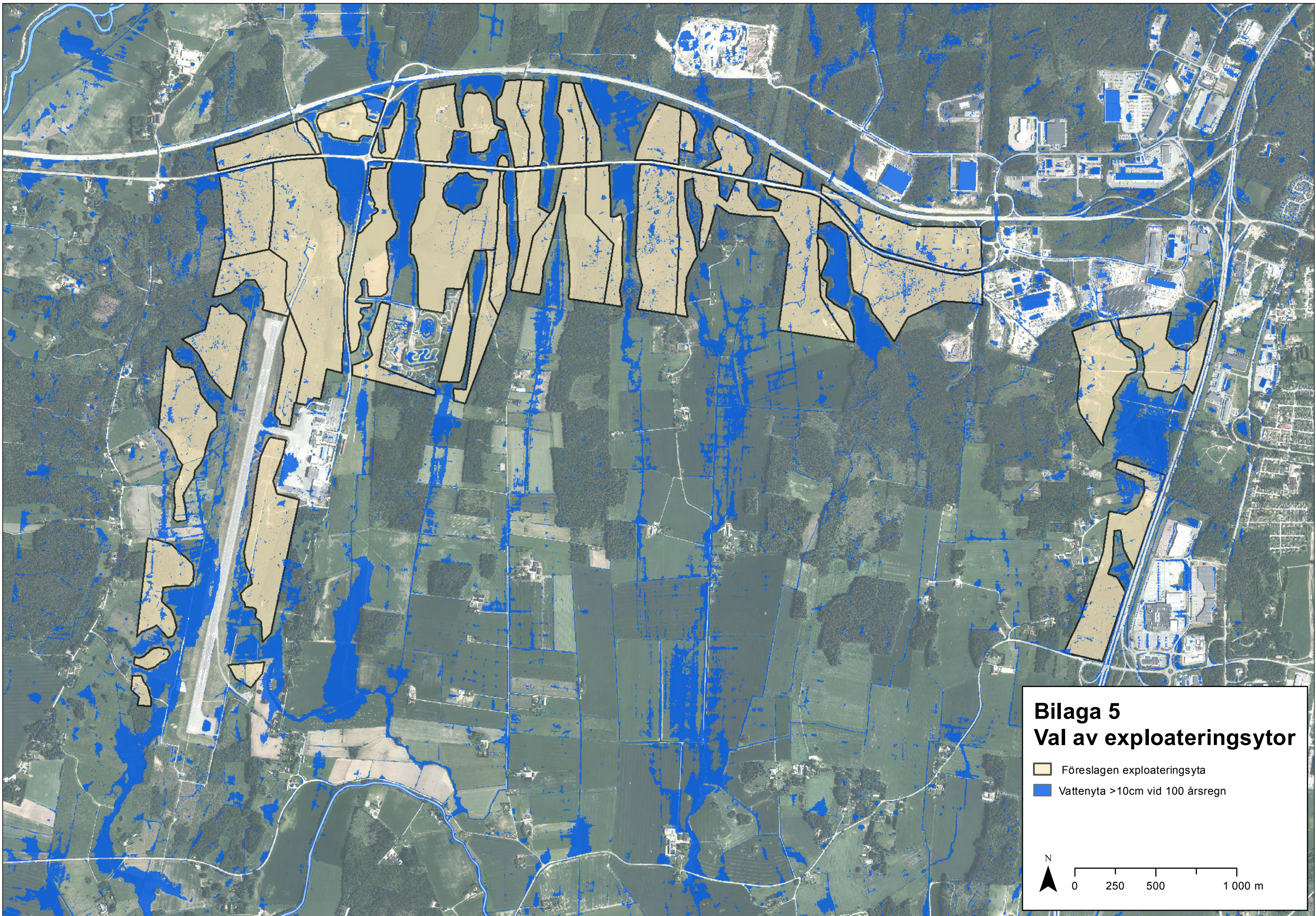
Bilaga 4
Scen EXP
Flödesvägar
100 år

 Utredningsområde

 Trummor

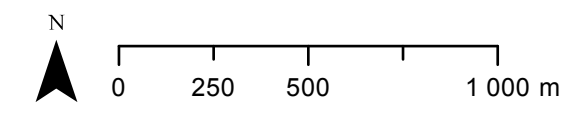
Maxflöde/cell, m3/s,m





Bilaga 5 Val av exploateringsytor

- Föreslagen exploateringsyta
- Vattenyta >10cm vid 100 årsregn



Bilaga 6 – Beräkningar dagvattenhantering

10års-regn, oexploaterat

Område	Yta ha	Avrinn.koef -	Red area ha	Varaktighet min	Intensitet inkl klimatfaktor l/s,ha	Bakgrundsflöde l/s	Fördröjningsvolym m ³
1	29,5	0,1	2,95	30	139	409	3900
5	62,6	0,1	6,26	30	139	870	5540
8	42,6	0,1	4,26	30	139	592	5050
9	13,1	0,1	1,31	30	139	182	1540
10	50,9	0,1	5,09	30	139	707	5550
11	78,1	0,1	7,81	30	139	1086	9210
12	17,2	0,1	1,72	30	139	239	530
13	19,8	0,1	1,98	30	139	276	3700
14	80,2	0,1	8,02	30	139	1114	6000
15	43,4	0,1	4,34	30	139	603	5620
16	29,3	0,1	2,93	30	139	407	4020
17	21,5	0,1	2,15	30	139	298	2440
18	19,2	0,1	1,92	30	139	267	2170
19	16,4	0,1	1,64	30	139	228	3070
20	57,7	0,1	5,77	30	139	803	8570
21	9,6	0,1	0,96	30	139	134	1800
22	42,4	0,1	4,24	30	139	590	4810
24	18,6	0,1	1,86	30	139	259	2180
26	14,9	0,1	1,49	30	139	207	1250
28	3,7	0,1	0,37	30	139	51	490
66	43,2	0,1	4,32	30	139	601	2400
70	11,0	0,1	1,10	30	139	152	2050
71	72,0	0,1	7,20	30	139	1001	4780
Totalt	797		79,7			11077	86670

10års-regn, exploaterat

(expl=exploaterat, oexpl=oexploaterat).

Område	Yta ha	Avrinn.koef -	Red area ha	Varaktighet min	Intensitet inkl klimatfaktor l/s,ha	Flöde l/s
1 - expl	22,3	0,78	17,41	10	274	4771
1 - oexpl	7,1	0,1	0,71	10	274	195
Total yta	29,5		18,12			4966
5 - expl	33,7	0,78	26,30	10	274	7205
5 - oexpl	28,9	0,1	2,89	10	274	792
Total yta	62,6		29,19			7997
8 - expl	29,4	0,78	22,93	10	274	6283
8 - oexpl	13,2	0,1	1,32	10	274	360
Total yta	42,6		24,25			6643
9 - expl	9,0	0,78	6,99	10	274	1916
9 - oexpl	4,1	0,1	0,41	10	274	113
Total yta	13,1		7,41			2029
10 - expl	32,8	0,78	25,56	10	274	7003
10 - oexpl	18,1	0,1	1,81	10	274	497
Total yta	50,9		27,37			7500
11 - expl	53,6	0,78	41,83	10	274	11462
11 - oexpl	24,5	0,1	2,45	10	274	671
Total yta	78,1		44,28			12133
12 - expl	3,6	0,78	2,82	10	274	772
12 - oexpl	13,6	0,1	1,36	10	274	371
Total yta	17,2		4,17			1143
13 - expl	19,8	0,78	15,47	10	274	4239
14 - expl	37,4	0,78	29,15	10	274	7988
14 - oexpl	42,8	0,1	4,28	10	274	1172
Total yta	80,2		33,43			9160
15 - expl	32,2	0,78	25,15	10	274	6890
15 - oexpl	11,2	0,1	1,12	10	274	306
Total yta	43,4		26,26			7196
16 - expl	22,8	0,78	17,81	10	274	4881
16 - oexpl	6,5	0,1	0,65	10	274	177
Total yta	29,3		18,46			5058
17 - expl	14,3	0,78	11,13	10	274	3049
17 - oexpl	7,2	0,1	0,72	10	274	197
Total yta	21,5		11,85			3246
18 - expl	12,7	0,78	9,94	10	274	2724
18 - oexpl	6,5	0,1	0,65	10	274	177
Total yta	19,2		10,59			2901
19 - expl	16,4	0,78	12,80	10	274	3506
20 - expl	48,1	0,78	37,55	10	274	10289
20 - oexpl	9,6	0,1	0,96	10	274	263
Total yta	57,7		38,51			10552
21 - expl	9,6	0,78	7,50	10	274	2055
22 - expl	26,7	0,78	20,81	10	274	5703
22 - oexpl	15,8	0,1	1,58	10	274	432
Total yta	42,4		22,39			6134

Fortsättning följer på nästa sida.

Område	Yta ha	Avrinn.koef -	Red area ha	Varaktighet min	Intensitet inkl klimatfaktor l/s,ha	Flöde l/s
24 - expl	12,7	0,78	9,90	10	274	2713
24 - oexpl	5,9	0,1	0,59	10	274	163
Total yta	18,6		10,50			2876
26 - expl	7,7	0,78	5,98	10	274	1639
26 - oexpl	7,2	0,1	0,72	10	274	198
Total yta	14,9		6,70			1837
28 - expl	2,8	0,78	2,19	10	274	599
28 - oexpl	0,9	0,1	0,09	10	274	24
Total yta	3,7		2,27			623
66 - expl	15,5	0,78	12,12	10	274	3322
66 - oexpl	27,7	0,1	2,77	10	274	758
Total yta	43,2		14,89			4081
70 - expl	11,0	0,78	8,55	10	274	2342
71 - expl	30,2	0,78	23,57	10	274	6458
71 - oexpl	41,8	0,1	4,18	10	274	1145
Total yta	72,0		27,75			7603