
RAPPORT

UPPDRAGSNUMMER 1832403

ÖVERSVÄMNINGSUTREDNING PINGLA STRÖM



2018-05-14

SWECO ENERGUIDE AB

LISA CARLSSON

GRANSKNING: CAROLINE LUNDBERG

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	1
1.1	Tidigare utredning	3
2	Metodik	4
2.1	Höjdmodell	4
2.2	Inmätningar	4
2.2.1	Tidigare inmätningar	4
2.2.2	Inmätningar bottennivåer, vattennivåer och strukturer	4
2.2.3	Flödesmätningar	5
2.3	Hydraulisk modell	6
2.4	Strukturer	8
2.5	Randvillkor	12
2.6	Hydraulisk resistans	12
2.7	Känslighetsanalys	16
3	Beräkningar	17
3.1	Kalibrering	17
3.2	Flödesscenarier	19
4	Resultat	23
4.1	Beräknade vattennivåer och översvämningskartering	23
4.2	Känslighetsanalys	29
5	Diskussion och slutsatser	34
6	Rekommendationer	35
7	Referenser	36

Bilaga 1 – Översvämningskartering utmed Pingla ström

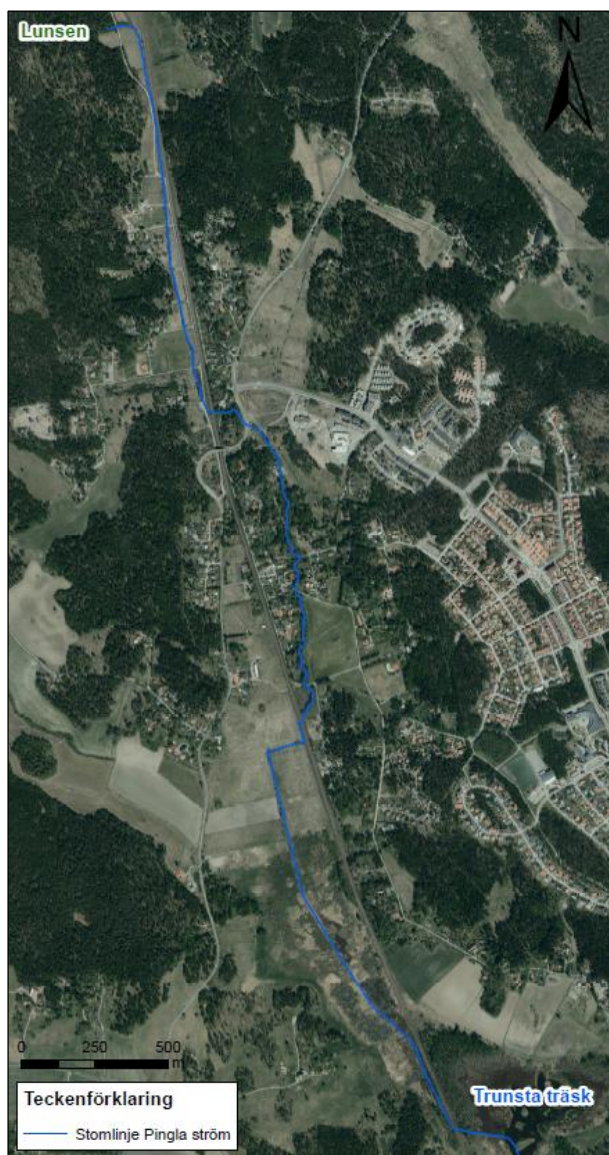
RAPPORT
2018-05-14

rap001.docx 2015-10-05

1 Bakgrund

Samtliga nivåer redovisas i höjdsystemet RH2000 ifall inget annat anges.

Pingla ström är ett vattendrag som har sina källflöden i naturreservatet Lunsen, lokaliserat ca 8 km söder om Uppsala. Vattendraget är knappt 5 km långt och rinner genom Alsike tätort innan det mynnar i Trunsta träsk (Figur 1).



Figur 1. Den blå linjen visar vattendraget Pingla ström, från utloppet ur naturreservatet Lunsen till mynningen i Trunsta träsk.

Syftet med föreliggande utredning var att utreda översvämningsrisken för Pingla ström vid framförallt de befintliga fastigheter som ligger söder om exploateringsområdet Alsike Nord Etapp 2 samt vid våtmarken nordväst om Trunsta träsk där det tidigare har varit problem med att banvallen har svämmat över (Figur 2).



Figur 2. Det streckade blå området visar planområdet för det nya exploateringsområdet Alsike Nord Etapp 2. Med röda cirklar visas de två områden som är av särskilt intresse vad gäller utredning av översvämningsrisker, d.v.s. de befintliga fastigheter som ligger söder om exploateringsområdet Alsike Nord Etapp 2 samt våtmarken nordväst om Trunsta träsk.

Följande tre flödesscenarier studerades i föreliggande utredning:

- Medelvattenföringen (MQ)
- Klimatanpassat 50-årsflöde (Q_{50} klimat)
- Klimatanpassat 100-årsflöde (Q_{100} klimat)

1.1 Tidigare utredning

År 2016 utförde Structor Miljöbyrå, på uppdrag av Sweco Environment, en utredning i syfte att undersöka kapaciteten i den del av Pingla ström som ligger nedströms det planerade exploateringsområdet Alsike Nord Etapp 2 och uppströms Trunsta träsk (Structor, 2016).

Föreliggande utredning är en utökad utredning jämfört med den som Structor Miljöbyrå utförde år 2016. En del information som togs fram inom ramen för Structors utredning har använts som underlag i föreliggande utredning, såsom exempelvis inmätta bottennivåer och inmätta dimensioner av trummor/broar lokaliserade i vattendraget.

2 Metodik

2.1 Höjdmodell

En höjdmodell baserad på högupplöst laserskannad höjddata från Lantmäteriet skapades med hjälp av ArcGIS. Höjdmodellen omfattar hela det studerade området, d.v.s. från Pingla ströms utlopp ur naturreservatet Lunsen ned till Pingla ströms mynning i Trunsta träsk. Laserskanning utförs från flygplan och punkttätheten i skanningen är mellan 0,5–1 punkt per kvadratmeter. Medelfelet i höjd på plana hårdgjorda ytor beräknas vara mindre än 10 cm. I kuperad terräng kan noggrannheten vara något mindre (Lantmäteriet, 2018). Laserskannad höjddata innefattar bara information om höjder ovan den nivå som vattenytan låg på vid tillfället för laserskanningen. I höjdmodellen saknas således information om vattendragets batymetri. Batymetri beskriver terrängen under vattenytan och är motsvarigheten till topografi på land. För att beskriva vattendragets batymetri utfördes en manuell bearbetning av den hydrauliska modellens tvärsektioner utifrån inmätningar av bottenivåer (se Avsnitt 2.2 samt 2.3). Höjdmodellen låg till grund för både de hydrauliska beräkningarna och karteringen av vattenutbredningen.

2.2 Inmätningar

2.2.1 Tidigare inmätningar

Inom ramen för Structors utredning år 2016 utfördes en inmätning av ett antal sektioner och broar/trummor i vattendraget. Inmätningen utfördes i juli år 2016 av Vattenfall Services Nordic (Structor, 2016). Resultatet från inmätningen utgjorde underlag i föreliggande utredning. För beskrivning av vilka strukturer (d.v.s. trummor eller broar) som mättes in inom ramen för Structors utredning se Tabell 2.

2.2.2 Inmätningar bottenivåer, vattennivåer och strukturer

Inom ramen för föreliggande utredning utfördes kompletterande inmätningar av bottenivåer, vattennivåer och dimensioner på broar och trummor. Inmätningarna utfördes den 3, 4, 12, 17 samt 27 april år 2018 av Peter Evertsson, mättekniker på Knivsta Kommun (Knivsta Kommun, 2018). Inmätningarna av bottenivåer och trummor/broar utfördes främst i norra delen av studieområdet, d.v.s. mellan Pingla ströms utlopp ur Lunsen och Alsike tätort. Ett fåtal inmätningar utfördes även söder om Alsike tätort, vid gamla Alsike IP. I våtmarksområdet uppströms Trunsta träsk gick det emellertid inte att utföra några inmätningar p.g.a. att det var för blött och för svårt att ta sig fram till vattendraget. För beskrivning av vilka strukturer som mättes in inom ramen för föreliggande utredning se Tabell 2.

Vid första inmätningstillfället (2018-04-03) var det fortfarande snö och is kvar längs vissa delsträckor av vattendraget, framförallt i de norra delarna av Pingla ström. Snö och is längs och utmed vattendraget bidrar till en ökad osäkerhet i inmätningarna vilka utfördes under denna dag.

2.2.3 Flödesmätningar

Inom ramen för föreliggande utredning mättes flödet i Pingla ström in vid två tillfällen, 2018-04-03 samt 2018-04-12 (Rodhe, 2018). Flödet mättes in av Allan Rodhe som är professor emeritus i hydrologi vid Uppsala Universitet och engagerad i en lokal naturvårdssatsning, ett s.k. LONA-projekt, som heter *Lär Känna Knivstaån* (Figur 3). Flödet mättes in vid Pingla ströms utlopp ur Lunsen samt i södra Alsike, precis nedströms struktur nr. 21 (Figur 6). 2018-04-03 var det emellertid för mycket snö och is vid Pingla ströms utlopp ur Lunsen för att det skulle vara möjligt att utföra flödesmätningar vid den platsen (Tabell 1). Flödena som mättes in 2018-04-12 användes vid kalibreringen av den hydrauliska modellen, se Avsnitt 3.1.

Tabell 1. Flödesmätningar utförda av Allan Rodhe 2018-04-03 samt 2018-04-12.

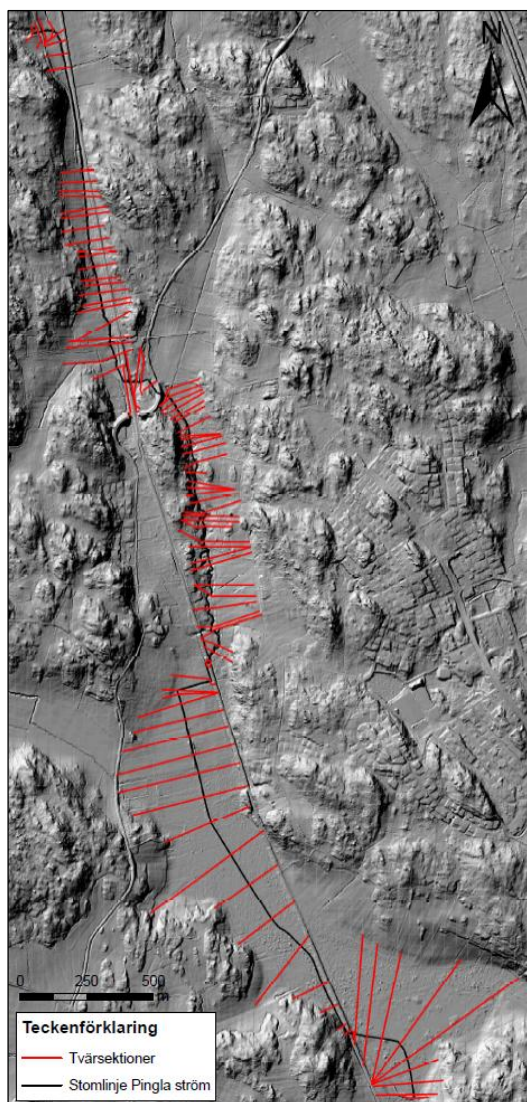
Datum	Plats	Vattennivå [RH2000]	Vattenföring [m ³ /s]
2018-03-04	Pingla ströms utlopp ur Lunsen	-	-
2018-03-04	Alsike syd	+13,61	0,04
2018-04-12	Pingla ströms utlopp ur Lunsen	+28,97	0,34
2018-04-12	Alsike syd	+14,17	0,40



Figur 3. Flödesmätningar i södra Alsike, precis nedströms struktur nr. 21, 2018-04-03. Foto: Lisa Carlsson, 2018-04-03.

2.3 Hydraulisk modell

För att studera vattennivåer i Pingla ström vid de olika flödesscenarierna upprättades en hydraulisk modell över vattendraget längs en sträcka av knappt 5 km, från platsen där Pingla ström kommer ut ur naturreservatet Lunsen ned till Pingla ströms mynning i Trunsta träsk. Den hydrauliska modellen upprättades i det endimensionella beräkningsprogrammet MIKE11. Den studerade vattendragssträckan beskrivs av 97 stycken tvärsektioner (Figur 4). I de områden där vattendraget ändrar form eller har en slingrande flödesväg placerades tvärsektionerna tätare, detta för att beskriva vattendragets batymetri och flödeskaraktistik så bra som möjligt. Det är i tvärsektionerna som vattenföring och vattennivå beräknas.

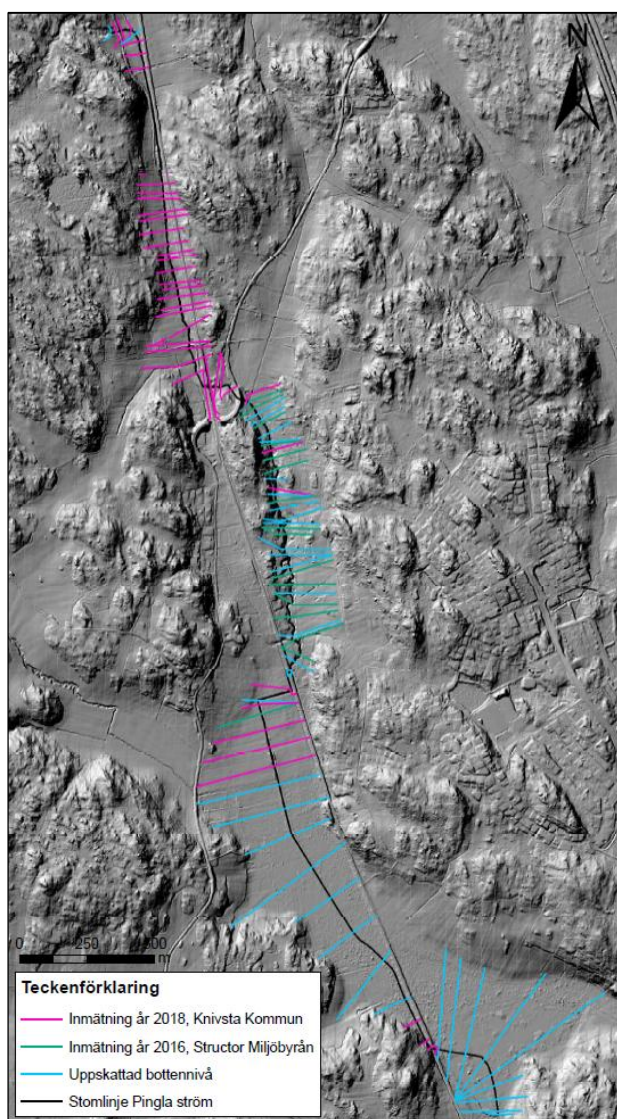


Figur 4. Den svarta linjen visar den hydrauliska modellens sträckning, från Pingla ströms utlopp ur Lunsen ned till Pingla ströms mynning i Trunsta träsk. De röda linjerna visar de 97 st. tvärsektioner som beskriver vattendraget. I grått visas en terrängskuggning av höjdmodellen.

6(37)

RAPPORT
2018-05-14

Höjdinformation i tvärsektionerna i Pingla ström baserades på inmätta sektioner i vattendragsfåran (batymetri) samt på Lantmäteriets högupplösta laserskannade höjddata, d.v.s. höjdmodellen, utanför vattendraget (topografi). Inmätning av bottennivåer i Pingla ström utfördes dels år 2016, inom ramen för Structors utredning (Structor, 2016), dels inom ramen för föreliggande utredning (Knivsta Kommun, 2018). I de sektioner där inmätta bottennivåer saknades anpassades bottennivåerna utifrån inmätta nivåer i intilliggande sektioner. Inmätta bottennivåer saknades framförallt i området nedströms gamla Alsike IP eftersom det ej gick att genomföra inmätningar där p.g.a. att vattendraget löper genom ett våtmarksområde (se Avsnitt 2.2.2). För redovisning av vilket underlag som ligger till grund för respektive tvärsektion i den hydrauliska modellen se Figur 5.



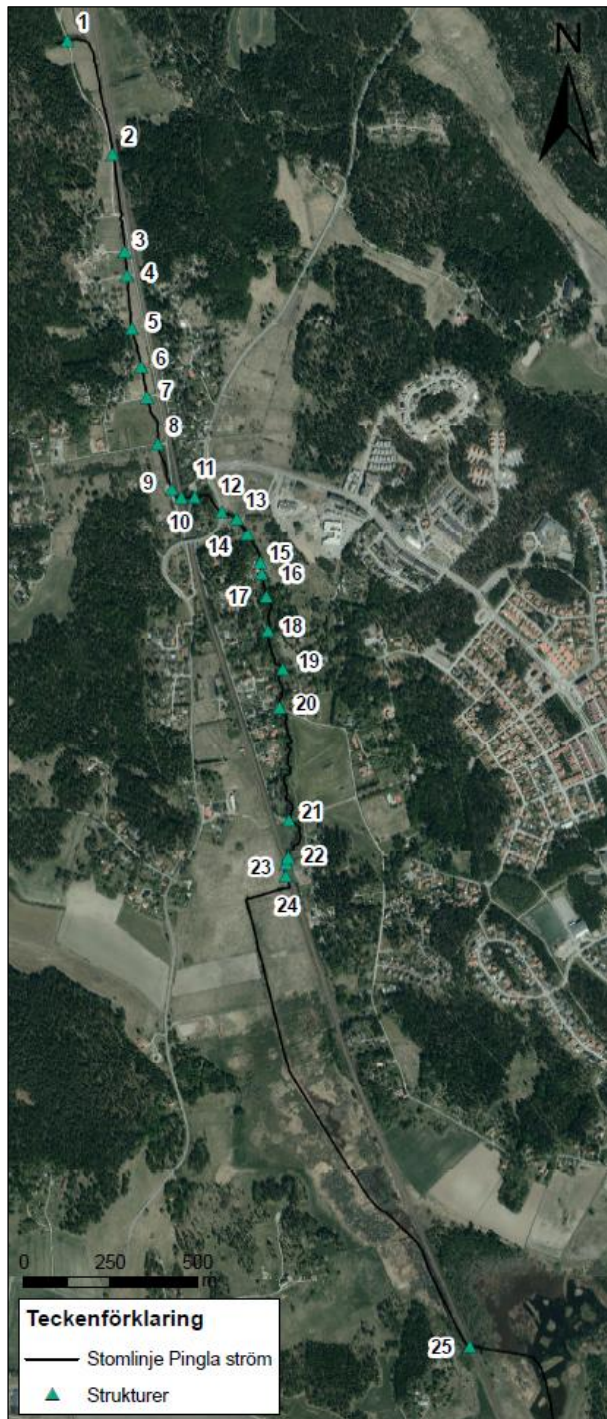
Figur 5. Redovisning av vilket underlag som ligger till grund för respektive tvärsektion i den hydrauliska modellen. I grått visas en terrängskuggning av höjdmodellen.

2.4 Strukturer

25 stycken strukturer lades in i den hydrauliska modellen, vilka listas i Tabell 2 nedan. I tabellen ges en kort beskrivning av strukturen, därtill anges tidpunkten för inmätningen av strukturens dimensioner. Strukturernas lokalisering visas i Figur 6.

Tabell 2. Beskrivning av de 25 st. strukturer vilka lades in i den hydrauliska modellen.

Nr.	Typ	Inmätning
1	Cirkulär plåttrumma, $\varnothing = 1,0$ m	2018-04-12/2018-04-17
2	Cirkulär betong/plåttrumma, $\varnothing = 1,0$ m	2018-04-03 samt 2018-04-12/2018-04-17
3	Cirkulär betongtrumma, $\varnothing = 1,0$ m	2018-04-03
4	4 parallella plåttrummor samt en halvbågeformad trumma under dessa	2018-04-03
5	Cirkulär betongtrumma, $\varnothing = 1,0$ m	2018-04-03
6	Cirkulär plåttrumma, $\varnothing = 1,0$ m	2018-04-03
7	Cirkulär betongtrumma, $\varnothing = 1,2$ m	2018-04-03
8	Rektangulär betong/stenbro	2018-04-12/2018-04-17
9	Cirkulär plåttrumma, $\varnothing = 1,6$ m	2018-04-03
10	Rektangulär betong/stenbro	2018-04-03
11	Rektangulär betong/stenbro	2018-04-04
12	Cirkulär betongtrumma, $\varnothing = 1,5$ m	2018-04-12/2018-04-17
13	Cirkulär plåttrumma, $\varnothing = 1,2$ m	Structors utredning år 2016
14	2 parallella betongtrummor, $\varnothing = 1,0$ m respektive 1,18 m	Structors utredning år 2016
15	Cirkulär plats/plåttrumma, $\varnothing = 1,18$ m	Structors utredning år 2016
16	Raserad betongbro	Structors utredning år 2016 samt 2018-04-12/2018-04-17
17	Cirkulär betongtrumma, $\varnothing = 1,5$ m	Structors utredning år 2016
18	Cirkulär plåttrumma, $\varnothing = 1,43$ m	Structors utredning år 2016
19	Träbro med betongsidor	Structors utredning år 2016
20	Halvbåge/valvtrumma i plåt	Structors utredning år 2016
21	Cirkulär betongtrumma, $\varnothing = 1,5$ m	Structors utredning år 2016
22	Cirkulär betongtrumma, $\varnothing = 1,2$ m	Structors utredning år 2016
23	Rektangulär stenbro	2018-04-12/2018-04-17
24	Cirkulär betongtrumma, $\varnothing = 1,2$ m	Structors utredning år 2016
25	Rektangulär stenbro	2018-04-27



Figur 6. De turkosa triablarna visar lokaliseringen av de 25 st. strukturer som lades in i den hydrauliska modellen över Pingla ström.

Genomströmningsarean vid struktur nr. 4 och nr. 16 var inte helt enkelt att bestämma. Vid struktur nr. 4 var en av plåttrummorna deformerad och diametern reducerades därför från den uppmätta diametern 0,5 m till 0,3 m. Vid struktur nr. 16 gjordes en grov uppskattning av genomströmningsarean. I Figur 7 och Figur 8 visas bilder på struktur nr. 4 och struktur nr. 16, d.v.s. de parallella plåttrummorna samt den raserade sten/betongbron.



Figur 7. Struktur nr. 4. Fyra stycken parallella plåttrummor samt en halvbågeformad trumma under dessa. Den andra trumman till höger i bild är lite deformerad och diametern för denna trumma har således reducerats från uppmätt 0,5 m till 0,3 m. Foto: Lisa Carlsson, 2018-04-03.



Figur 8. Struktur nr. 16. Raserad betongbro under en befintlig stenbro. Genomströmningsarean var svår att fastställa vid mätningar och den är således endast en grov uppskattning. Foto: Lisa Carlsson, 2018-04-03.

Vid platsbesök 2018-04-03 observerades en bäverdamm vilken är lokaliserad precis uppströms gamla Alsike IP, på västra sidan av järnvägen. Bäverdammen är en tröskel och en s.k. begränsande sektion vilken inkluderades i modellen i form av en modifierad/upphöjd tvärsektion (Figur 9).



Figur 9. Bäverdammen lokaliserad precis uppströms gamla Alsike IP. Bäverdammen är en tröskel/begränsande sektion vilken inkluderades i den hydrauliska modellen i form av en modifierad tvärsektion.

2.5 Randvillkor

Uppströms randvillkor utgjordes av vattenföringen (konstanta flöden) i Pingla ström och nedströms randvillkor utgjordes av en beräknad Q/h-relation för tröskeln lokaliserad vid Trunsta träsk utlopp. Ytterligare två randvillkor användes i den hydrauliska modellen, inflödet (dike) precis uppströms gamla Alsike IP samt ett distribuerat inflöde från gamla Alsike IP ner till Trunsta träsk vilket motsvarar tillrinningen som sker längs sträckan.

2.6 Hydraulisk resistans

Den hydrauliska resistansen i vattendraget beskrevs med Mannings tal. Höga värden på Mannings tal beskriver vattendrag med slät botten och låga värden på Mannings tal

12(37)

RAPPORT
2018-05-14

beskriver vattendrag med tät vegetation eller skrovlig botten, d.v.s. att råheten och därmed även flödesmotståndet är stort. Mannings tal ansattes till $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ i vattendragsfåran och $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ på översvämningssytorna. Valet av Mannings tal baserades på observationer från platsbesök (Figur 10–13) och referensvärden för Mannings tal (Garcia, 2005 och US Army Corps of Engineers, 2016).



Figur 10. Avverkning av sly som sedan har lämnats kvar i vattendragsfåran. Grenarna som ligger kvar i vattendragsfåran utgör ett stort motstånd mot vattenflödet. Grenarna minskar därtill vattendragets kapacitet och kan orsaka uppdämning. Foto: Lisa Carlsson, 2018-04-03.



Figur 11. Dämmande bråte i form av gamla bildäck som ligger i vattendragsfåran precis nedströms struktur nr. 12. Foto: Lisa Carlsson, 2018-04-03.



Figur 12. I området väster om järnvägen, precis uppströms gamla Alsike IP, är vattendraget längs vissa delar av sträckan tätt bevuxet med buskar och mindre träd. Foto: Lisa Carlsson, 2018-04-03.



Figur 13. Området väster om järnvägen uppströms våtmarksområdet och Trunsta träsk är tätt bevuxet av vass. Foto: Lisa Carlsson, 2018-04-03.

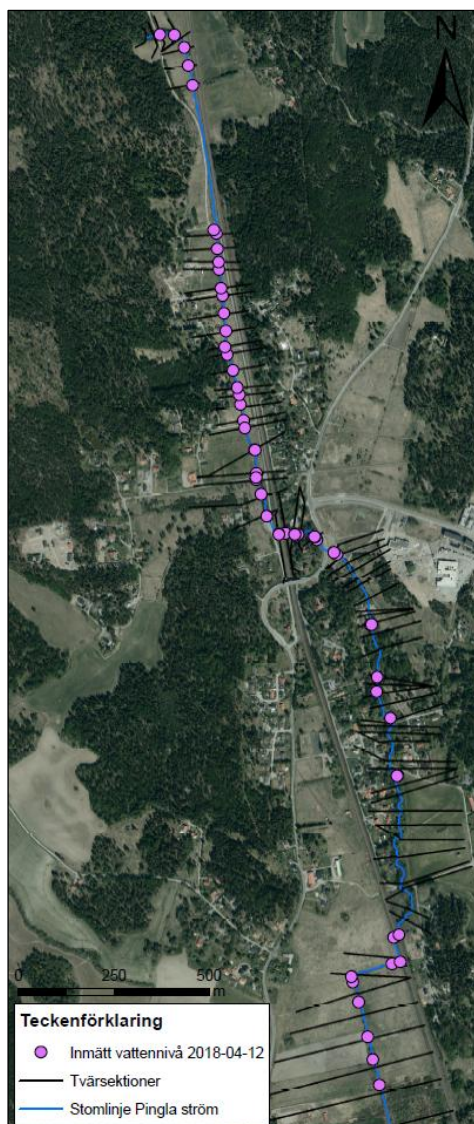
2.7 Känslighetsanalys

För att studera hur valet av Mannings tal påverkar beräknade vattennivåer och således också vattenutbredningen utfördes en känslighetsanalys där Mannings tal ansattes till $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ både i vattendragsfåran och på översvämningstorna till skillnad från vid simuleringarna med Mannings tal $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ i vattendragsfåran och Mannings tal $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ på översvämningstorna (se Avsnitt 2.6). Ett Mannings tal som är $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ innebär en slätare geometri, d.v.s. mindre motstånd mot vattenflödet, jämfört med ett Mannings tal som är $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

3 Beräkningar

3.1 Kalibrering

Kalibreringen av den hydrauliska modellen baserades på vattennivåer som mättes in av Peter Evertsson, mättekniker på Knivsta Kommun, 2018-04-12. Vattennivåer mättes in vid 45 punkter längs Pingla ström, från Pingla ströms utlopp ur Lunsen ner till gamla Alsike IP (Figur 14).



Figur 14. De lila punkterna markerar platserna där vattennivån mättes in 2018-04-12.

Vid dagen för inmätningen var vattenföringen i Pingla ström $0,34 \text{ m}^3/\text{s}$ vid utloppet ur naturreservatet Lunsen och $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ i södra Alsike (se Avsnitt 2.2.3). Vid kalibreringen

användes således vattenföringen 0,34 m³/s som uppströms randvillkor och sedan distribuerades flödet 0,06 m³/s längs sträckan mellan Lunsen och södra Alsike för att erhålla det uppmätta flödet 0,4 m³/s i södra Alsike. Flödet som var rådande 2018-04-12 är ungefär i samma storleksordning som medelvattenföringen (se Tabell 4).

Vid kalibreringen ansattes Mannings tal till 5 m^{1/3}/s i vattendragsfåran och 15 m^{1/3}/s på översvämningsytorna baserat på observationer i fält och referensvärden för Mannings tal (Garcia, 2005 och US Army Corps of Engineers, 2016).

Vid kalibreringen jämfördes uppmätt vattennivå med beräknad vattennivå i den tvärsektion som är lokaliserad närmast den aktuella mätpunkten. Den genomsnittliga avvikelser mellan uppmätt och beräknad vattennivå är mindre än +/- 10 cm. I ett fåtal punkter är avvikelser större än 20 cm (Tabell 3). Beräknad vattennivå ligger i de flesta punkter lägre än uppmätt vattennivå. Att beräknad vattennivå generellt är lägre än inmätt vattennivå bedöms vara rimligt eftersom botten på vattendraget längs delar av den studerade vattendragssträckan utgörs av trädrötter och steniga partier där avverkade grenar och kvistar, bildäck och annan dämmande bråte har ansamlats vilket är svårt att ta hänsyn till i den hydrauliska modellen.

I de norra delarna av Pingla ström har sly och mindre träd avverkats utmed vattendraget längs en sträcka av drygt 500 m. Längs denna sträcka varierar avvikelser mellan uppmätt och beräknad vattennivå mellan ca 5 och 30 cm (Tabell 3). Att den generella avvikelser är störst i detta område beror på att det är väldigt svårt att i den hydrauliska modellen beskriva och ta hänsyn till de avverkade grenar och kvistar som lämnats kvar i vattendragsfåran (se Figur 10). Beräknade vattennivåer blir således lägre än uppmätta trots att ett lågt Mannings tal, d.v.s. stor råhet och således stort flödesmotstånd, har ansatts för själva vattendragsfåran.

Tabell 3. Resultatet av kalibreringen av den hydrauliska modellen.

Längdkoordinat i den hydrauliska modellen [m]	Uppmätt vattennivå 2018-04-12 [RH2000]	Beräknad vattennivå [RH2000]	Skillnad [m]
44	28,42	28,43	-0,01
79	27,86	27,75	0,12
130	27,64	27,46	0,18
177	27,33	27,16	0,17
230	26,75	26,44	0,31
630	25,52	25,36	0,16
671	25,12	24,97	0,15
706	24,91	24,76	0,15
726	24,80	24,75	0,06
775	24,49	24,37	0,12
795	24,27	24,23	0,04
845	23,90	23,80	0,10
894	23,54	23,50	0,04

933	23,14	23,03	0,11
952	22,93	22,83	0,10
998	22,51	22,58	-0,06
1045	22,44	22,48	-0,04
1065	22,36	22,47	-0,10
1096	22,30	22,29	0,01
1134	21,96	21,71	0,25
1154	21,71	21,69	0,02
1220	21,39	21,38	0,01
1283	21,01	20,95	0,06
1303	20,77	20,78	-0,01
1351	20,61	20,54	0,07
1400	20,25	20,30	-0,05
1461	20,11	19,88	0,23
1481	20,01	19,87	0,14
1500	19,83	19,79	0,05
1520	19,78	19,78	0,01
1569	19,36	19,29	0,07
1643	19,04	19,13	-0,08
1857	18,16	18,16	0,00
2007	17,31	17,20	0,10
2054	17,17	17,09	0,09
2142	17,03	16,55	0,48
2282	15,89	15,91	-0,02
2815	13,11	13,07	0,04
2831	13,09	13,06	0,03
2905	13,01	13,02	-0,01
3030	12,88	12,89	-0,02
3082	12,57	12,55	0,02
3206	12,26	12,24	0,02
3281	12,19	12,10	0,09
3351	12,00	11,81	0,19

3.2 Flödesscenarier

Tre olika flödesscenarier simulerades, medelvattenföringen (MQ), klimatanpassat 50-årsflöde (Q_{50} klimat) samt klimatanpassat 100-årsflöde (Q_{100} klimat). Vattenflödena beräknades med Vägverkets metodik beskriven i rapporten *VVMB 310 – Hydraulisk dimensionering* (Vägverket, 2008). Metodiken bygger på nederbörds- och flödesanalys för perioden 1961–1990. Nedan redovisas de formler som användes för att beräkna de flöden som användes som randvillkor i den hydrauliska modellen.

$$MQ = Mq * N * 10^{-3} \quad (\text{Punkt 5, sid. 18})$$

$$MHQ = MQ * \left(1,3 + \frac{17,5}{N} + \frac{29}{P_k + 3,5} \right) \quad (\text{Formel 112, sid. 19})$$

$$MHQ_{just} = MHQ * \text{justeringsfaktor} \quad (\text{Figur 2.2, sid. 21})$$

$$HHQ50 = MHQ_{just} * \left(3 - \frac{P_k - 5}{15} \right) \quad (\text{sid. 23})$$

$$HHQ100 = HHQ50 * 1,1 \quad (\text{sid. 24})$$

där

N = avrinningsområde (km²)

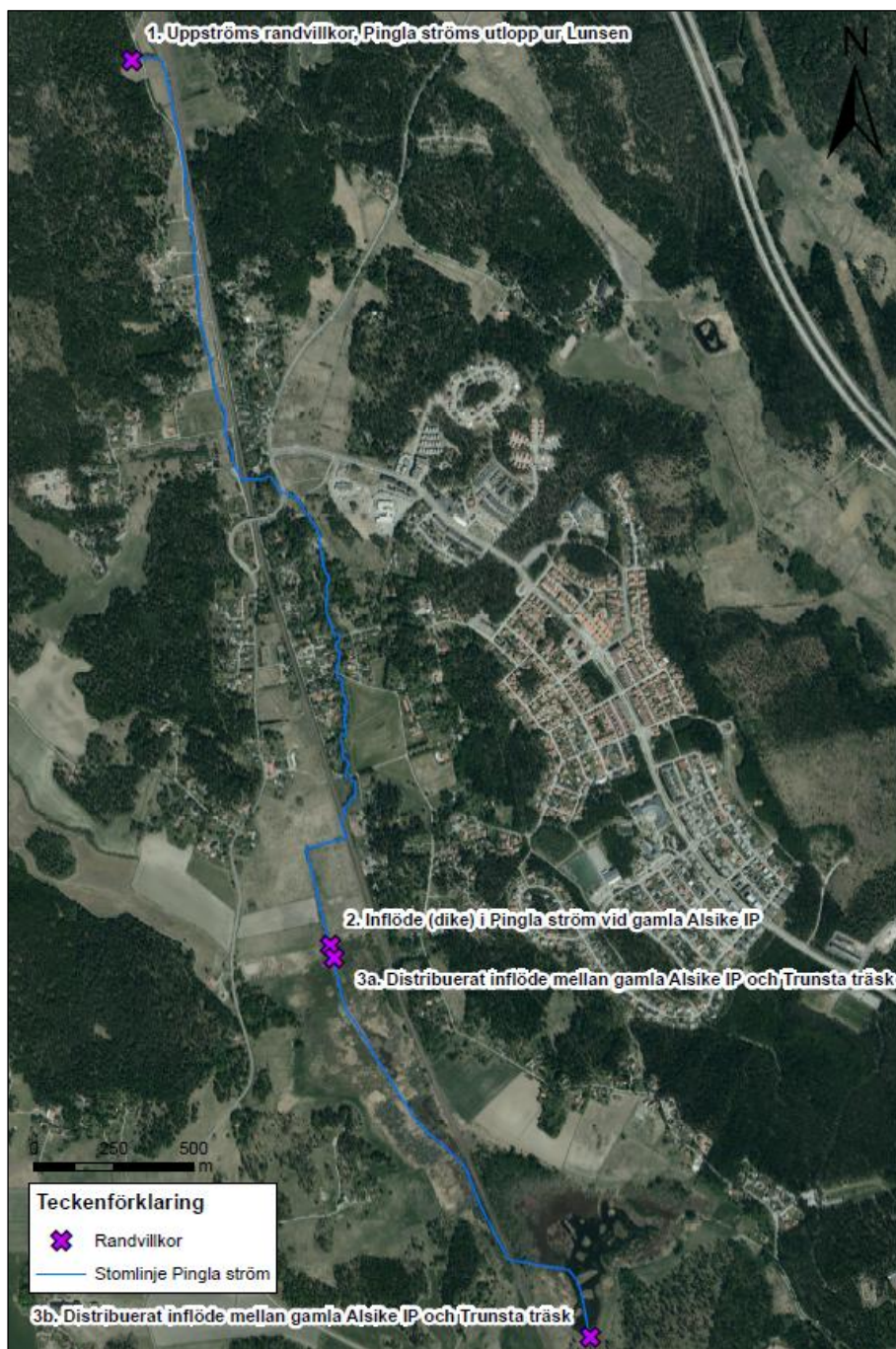
Mq = specifik medelavrinning (l/s*km²)

P_k = korrigerad sjöprocent (%)

I Tabell 4 nedan redovisas de flöden som användes som randvillkor i den hydrauliska modellen. Lokaliseringen av inflödena redovisas i Figur 15.

Tabell 4. Vattenflöden (m³/s) som användes som randvillkor i den hydrauliska modellen.

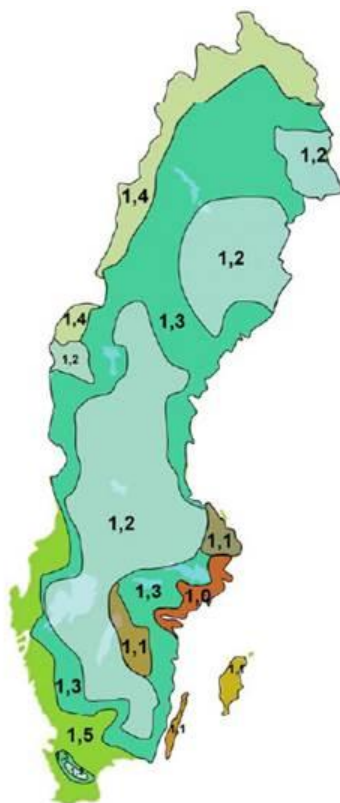
Beskrivning	MQ (m ³ /s)	Q ₅₀ klimat (m ³ /s)	Q ₁₀₀ klimat (m ³ /s)
Uppströms randvillkor, Pingla ströms utlopp ur Lunsen	0,10	4,44	4,89
Inflöde (dike) i Pingla ström vid Alsike IP	0,04	2,78	3,05
Distribuerat inflöde mellan Alsike IP och Trunsta träsk	0,04	0,85	0,93



Figur 15. Lokaliseringen av inflödena som utgjorde randvillkor i den hydrauliska modellen.

Vid flödesberäkningarna togs hänsyn till framtida klimatförändringar. Det går att läsa följande i Vägverkets rapport: "En pågående klimatförändring medför bl.a. en förändring av dimensionerande förutsättning för vissa ställen, från att tidigare ha varit vårflood i samband

med snösmältning till att övergå till mer långvariga och intensiva regn. Detta innebär att framräknade högvattenföringar bör justeras med en faktor beroende på var i landet avrinningsområdet är beläget". De i Vägverkets rapport angivna justeringsfaktorerna visas i Figur 16. Justeringsfaktorerna ska ses som riktlinjer och de beskriver i vilka delar av landet ökade flöden kan förväntas (Vägverket, 2008).



Figur 16. Justeringsfaktorer avseende förväntat förändrat klimat för beräkning av medelhögvattenföringar (MHQ). Gäller vattendrag med avrinningsområde <math>< 150 \text{ km}^2</math> (Vägverket, 2008).

Figur 16 användes för att bestämma justeringsfaktorn som sedermera användes vid flödesberäkningarna. Justeringsfaktorn sattes till 1,3 vilket innebär att framtida vattenflöden kan förväntas vara 30 % högre.

50-årsflödena som beräknades utifrån Vägverkets metod och användes som randvillkor i föreliggande utredning är genomgående högre än SMHI:s modellerade flöden för samma delavrinningsområden (SMHI, 2018). 50-årsflödena framtagna med Vägverkets metod är ca 4 gånger så stora som SMHI:s modellerade flöden. Det bör emellertid noteras att SMHI:s värden inte är justerade för framtida klimatförändringar. SMHI:s flöden är därtill inte heller baserade på mätningar utan modelleringar och modellosäkerheten uppges vara 39–43 % för de aktuella delavrinningsområdena. Att använda 50- och 100-årsflödena beräknade utifrån Vägverkets metod bedömdes vara en konservativ men rimligt ansats.

4 Resultat

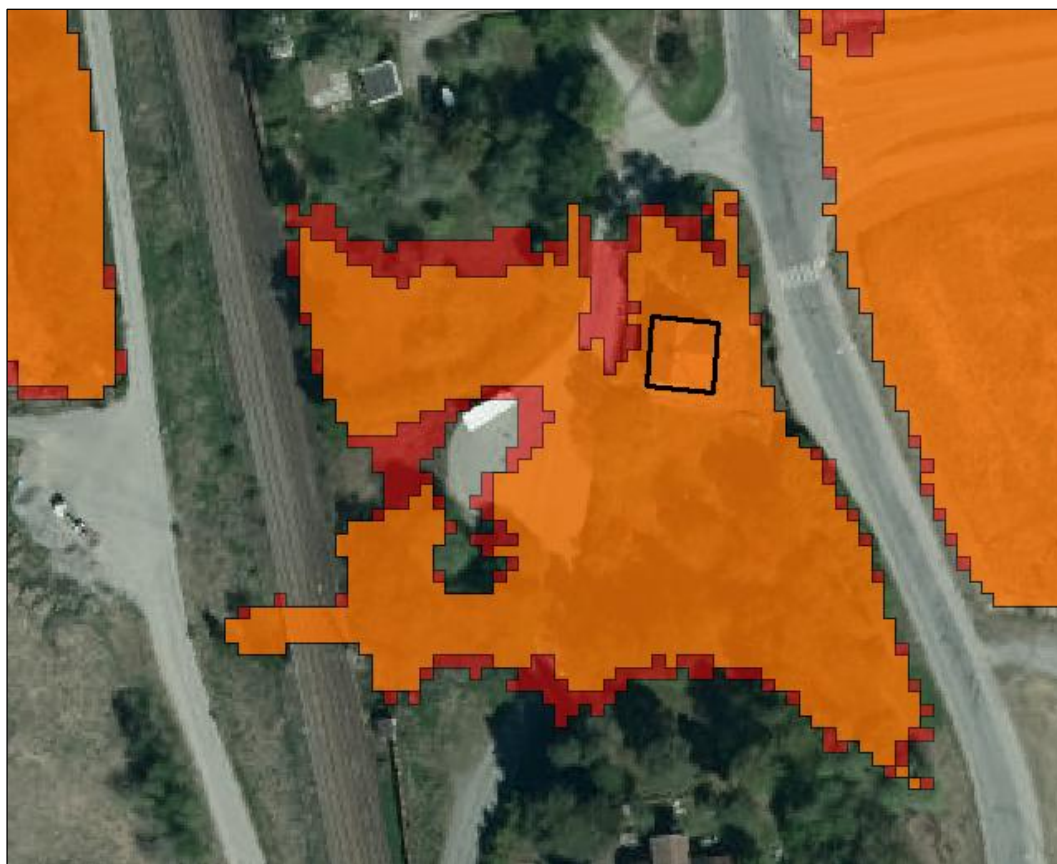
4.1 Beräknade vattennivåer och översvämningskartering

Vid flödesscenerierna Q_{50} klimat och Q_{100} klimat svämmar vattendraget över längs hela den studerade sträckan, från Pingla ströms utlopp ur Lunsen ner till Trunsta Träsk (se Bilaga 1). I de norra delarna av Pingla ström översvämmas åkermarken utmed vattendraget och ett antal mindre vägar vilka leder till fastigheterna lokaliserade utmed skogskanten vid naturreservatet Lunsen överströmmas (Figur 17).



Figur 17. Översvämningsarna i de norra delarna av Pingla ström. I orange visas vattenutbredningen vid ett 50-årsflöde och i rött visas vattenutbredningen vid ett 100-årsflöde. Skillnaden mellan vattenutbredningen vid 50- respektive 100-årsflödet är liten.

Inne i Alsike tätort påverkas ett bostadshus av översvämningen både vid 50- och 100-årsflödet. En person står skriven på den aktuella adressen, Boängsvägen 2 (Figur 18). Utmed bostadshusets sidor varierar vattendjupet mellan ca 0,05 och 0,45 m vid 50-årsflödet och mellan ca 0,2 m och 0,6 m vid 100-årsflödet. I övrigt bedöms inga bostadshus påverkas utmed sträckan mellan Boängsvägen och Vrå Herrgårdsväg trots att vattendraget översvämmas, vilket beror på att dalgången som vattendraget löper igenom inne i gamla Alsike tätort är relativt väldefinierad. Tomtmark översvämmas emellertid och det kan således inte uteslutas att skador på uthus, garage eller andra liknande byggnader uppkommer (Figur 19).

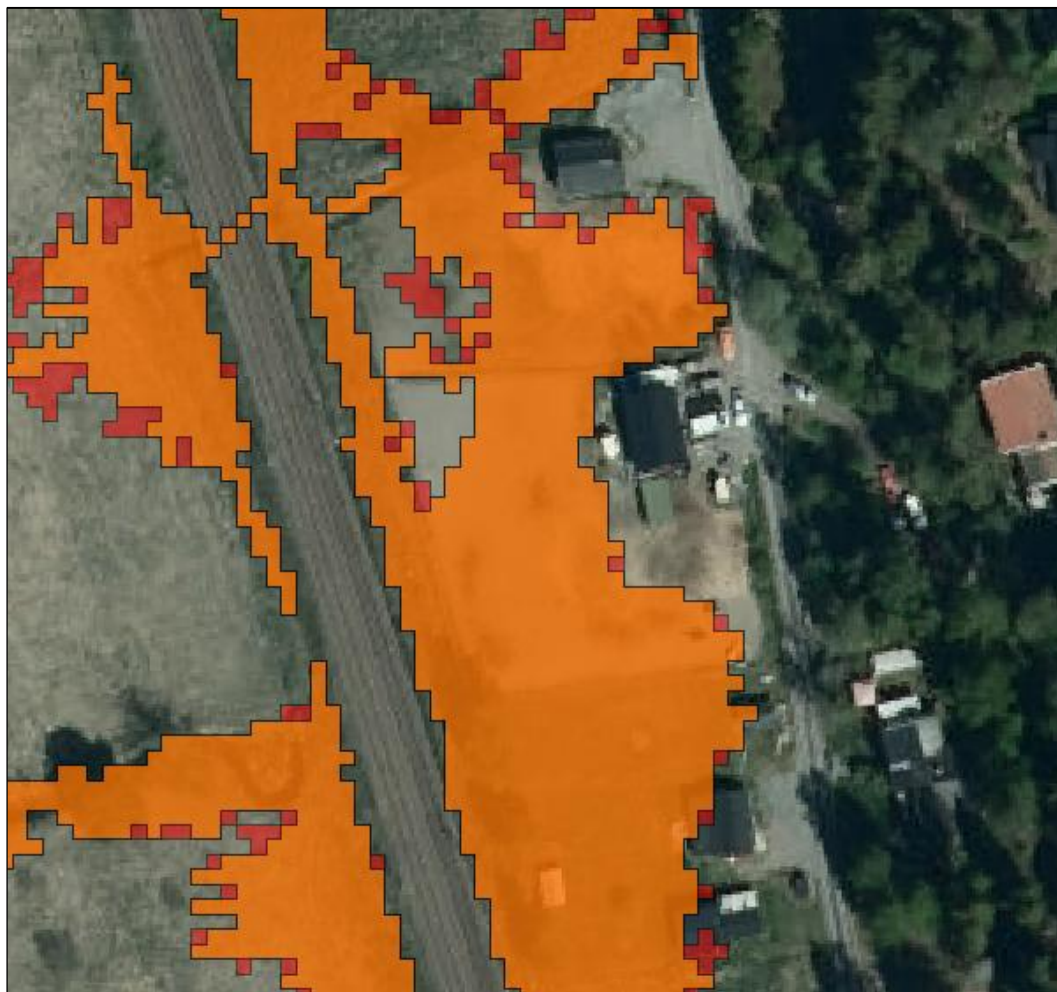


Figur 18. Det översvämmade bostadshuset lokaliserat på adressen Boängsvägen 2. I orange visas vattenutbredningen vid ett 50-årsflöde och i rött visas vattenutbredningen vid ett 100-årsflöde. Den svarta fyrkanten representerar bostadshuset.



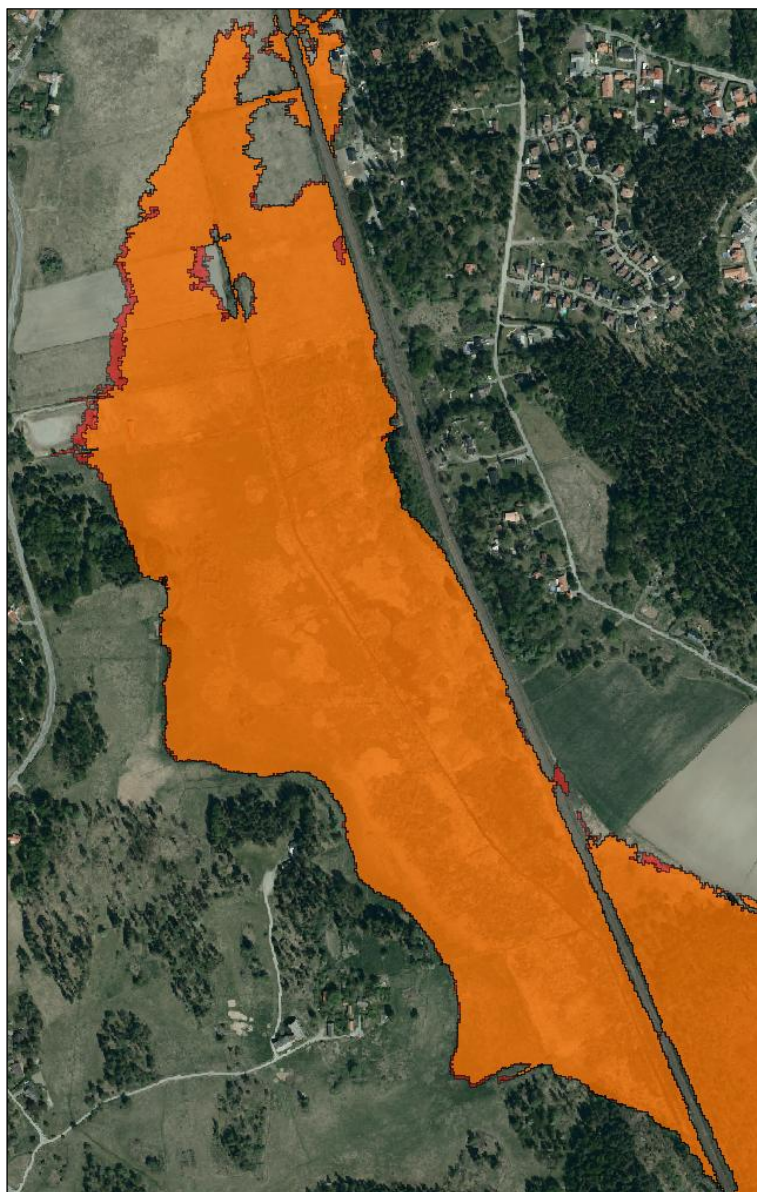
Figur 19. Översvämningen utmed Pingla ström i gamla Alsike tätort. I orange visas vattenutbredningen vid ett 50-årsflöde och i rött visas vattenutbredningen vid ett 100-årsflöde.

Mellan bron vid Vrå Herrgårdsväg och kulverten under järnvägen påverkas två fastigheter av översvämningen, Vrå 1:199 och Vrå 1:198. Det går ej att utesluta att byggnaderna på fastigheterna, vilka är lokaliserade närmast vattendraget, påverkas av översvämningen (Figur 20). Det står personer skrivna på fastigheterna men det är emellertid oklart om byggnaderna närmast vattendraget utgör bostadshus eller endast garage och/eller uthusbyggnader.



Figur 20. Byggnaderna lokaliserade på fastigheterna Vrå 1:199 och Vrå 1:198. I orange visas vattenutbredningen vid ett 50-årsflöde och i rött visas vattenutbredningen vid ett 100-årsflöde.

Åker- och våtmarksområdet väster om järnvägen vid gamla Alsike IP översvämmas både vid 50- och 100-årsflödet. Översvämningarna i detta område beror främst på att åkrarna och våtmarksområdet är väldigt låglänt men även på att ett tillflöde i form av ett större dike mynnar i vattendraget i detta område. Vattnet står mot banvallen längs stora delar av sträckan mellan södra Alsike och Trunsta träsk och det bedöms ej vara orimligt att översvämningen påverkar banvallen så pass mycket att det i sin tur påverkar tågtrafiken utmed sträckan. I det här området är det klimatanpassade 50-årsflödet $7,22 \text{ m}^3/\text{s}$ och det klimatanpassade 100-årsflödet $7,94 \text{ m}^3/\text{s}$ vilket medför liten skillnad i vattenutbredning mellan de båda flödesscenerierna (Figur 21).

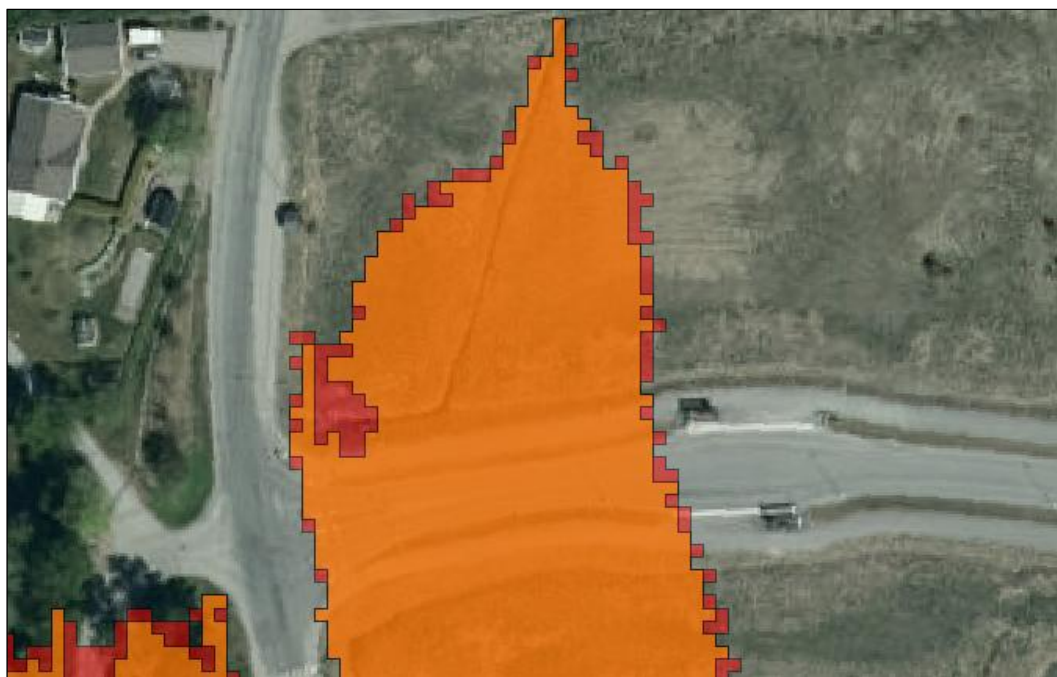


Figur 21. Översvämningarna längs järnvägen. I orange visas vattenutbredningen vid ett 50-årsflöde och i rött visas vattenutbredningen vid ett 100-årsflöde.

Brunnbyvägen, vilken löper genom de nyare delarna av Alsike tätort, är en relativt ny väg och den finns således ej med i laserskannad höjddata från Lantmäteriet (Figur 22). Att vägbanans ej finns med i höjddata medför att vägen karteras som översvämmad vilket den kanske ej skulle vara i verkligheten (Figur 23). För att fastställa huruvida vägen översvämmas eller ej vid händelse av ett 50- respektive 100-årsflöde behöver nivån för vägbanan mätas in och jämföras mot beräknade vattennivåer i området utmed vägen.

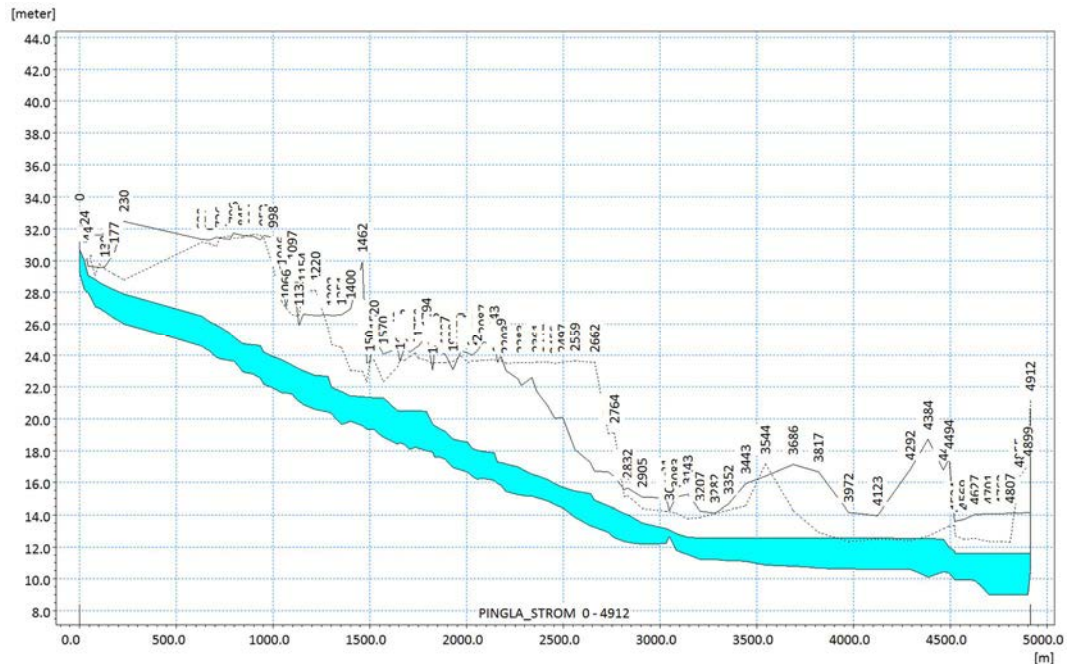


Figur 22. Till vänster visas ett ortofoto där Brunnbyvägen är den väg som syns mitt i bilden. Till höger visas en terrängskuggning över samma område och där syns det att vägen ej är med i höjddata från Lantmäteriet (ingen upphöjning för vägbanan).



Figur 23. Vattenutbredningen såsom den karteras mot använd höjddata. I orange visas vattenutbredningen vid ett 50-årsflöde och i rött visas vattenutbredningen vid ett 100-årsflöde. I verkligheten är det ej säkert att Brunnbyvägen översvämmas.

Vattennivåerna i Pingla ström vid ett 100-årsflöde varierar mellan ca +30,7 m (vid utloppet ur Lunsen) och ca +11,6 m (vid Trunsta träsk) längs den studerade sträckan. I Figur 24 visas en vattenståndsprofil över Pingla ström vid flödesscenarioet Q₁₀₀ klimat.



Figur 24. Vattenståndsprofil över Pingla ström vid flödesscenarioet Q₁₀₀ klimat.

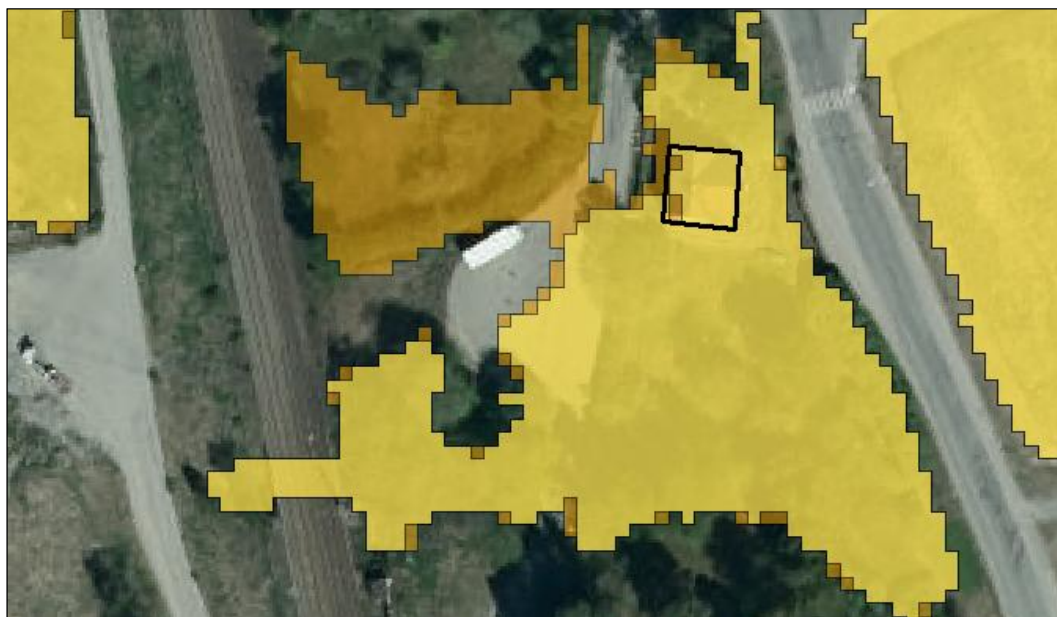
4.2 Känslighetsanalys

Vid simuleringarna där Mannings tal ansattes till 15 m^{1/3}/s i vattendragsfåran och på översvämningsytorna blev beräknade vattennivåer lägre och vattenutbredningen således mindre både vid flödesscenarioet Q₅₀ klimat och flödesscenarioet Q₁₀₀ klimat, se exempel i Figur 25 samt redovisning av hela vattendragssträckan i Bilaga 1.

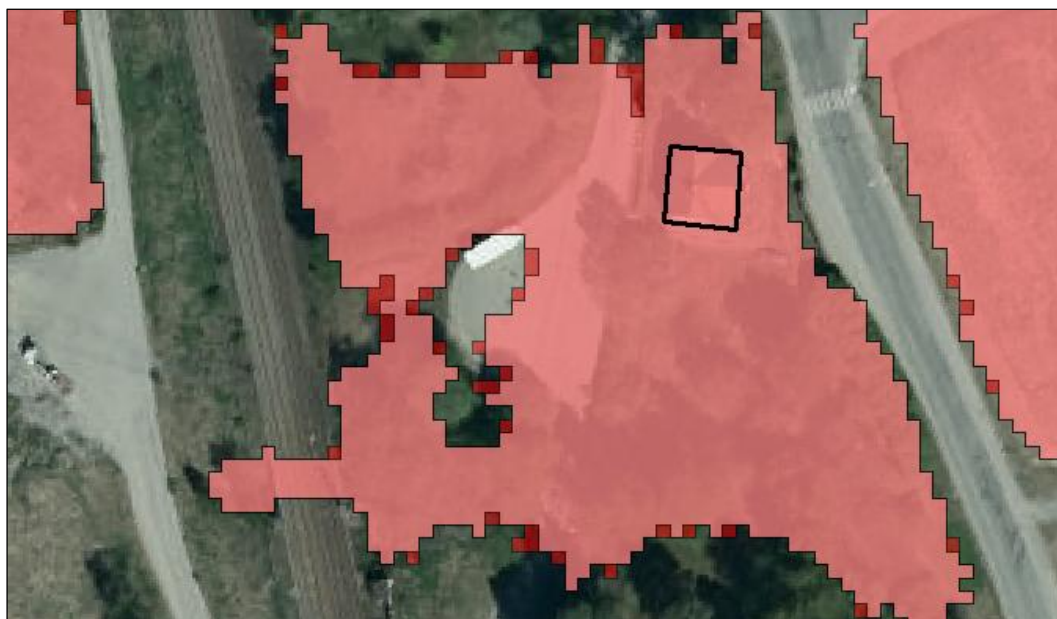


Figur 25. I bilden till vänster visas översvämningsutbredningen vid Q_{50} klimat med Mannings tal = $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ i vattendragsfåran i gult och med Mannings tal = $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ i vattendragsfåran i orange. I bilden till höger visas översvämningsutbredningen vid Q_{100} klimat med Mannings tal = $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ i vattendragsfåran i rosa och med Mannings tal = $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ i vattendragsfåran i rött. Ett högre Mannings tal i vattendragsfåran leder till lägre beräknade vattennivåer och således mindre vattenutbredning.

Bostadshuset, lokaliserat på Boängsvägen 2, påverkas emellertid av översvämnigen även vid simuleringarna med Mannings tal = $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ både i vattendragsfåran och på översvämningsytorna (Figur 26 och Figur 27). Vattendjupet vid bostadshuset varierar mellan ca 0,01 och 0,4 m vid 50-årsflödet och mellan ca 0,15 m och 0,55 m vid 100-årsflödet.



Figur 26. Det översvämmade bostadshuset lokaliserat på adressen Boängsvägen 2. I gult visas vattenutbredningen vid ett 50-årsflöde med Mannings tal = $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ i vattendragsfåran och i orange visas vattenutbredningen vid ett 50-årsflöde med Mannings tal = $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ i vattendragsfåran. Den svarta fyrkanten representerar bostadshuset.

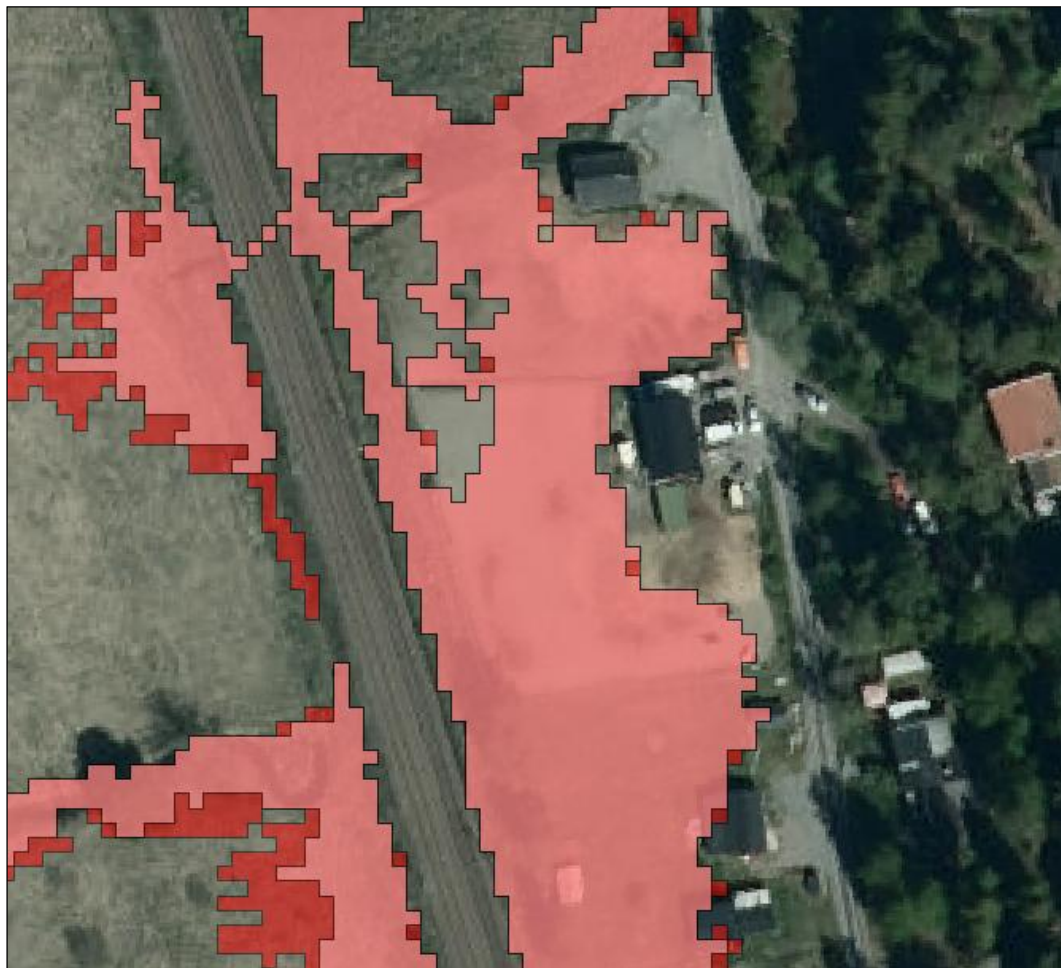


Figur 27. Det översvämmade bostadshuset lokaliserat på adressen Boängsvägen 2. I rosa visas vattenutbredningen vid ett 100-årsflöde med Mannings tal = $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ i vattendragsfåran och i rött visas vattenutbredningen vid ett 100-årsflöde med Mannings tal = $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ i vattendragsfåran. Den svarta fyrkanten representerar bostadshuset.

Vid fastigheterna Vrå 1:199 och Vrå 1:198 blev vattenutbredningen mindre vid simuleringarna med högre Mannings tal i vattendragsfåran. Fastigheterna påverkas emellertid fortfarande av översvämning både vid 50- och 100-årsflödet (Figur 28 och Figur 29). Såsom tidigare nämnts är det emellertid oklart om byggnaderna närmaste vattendraget är bostadshus där personer står skrivna eller endast garage och/eller uthusbyggnader.



Figur 28. Byggnaderna lokaliserade på fastigheterna Vrå 1:199 och Vrå 1:198. I gult visas vattenutbredningen vid ett 50-årsflöde med Mannings tal = $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ i vattendragsfåran och i orange visas vattenutbredningen vid ett 50-årsflöde med Mannings tal = $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ i vattendragsfåran.



Figur 29. Byggnaderna lokaliserade på fastigheterna Vrå 1:199 och Vrå 1:198. I rosa visas vattenutbredningen vid ett 100-årsflöde med Mannings tal = $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ i vattendragsfåran och i rött visas vattenutbredningen vid ett 100-årsflöde med Mannings tal = $5 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ i vattendragsfåran.

5 Diskussion och slutsatser

Osäkerheter i den hydrauliska modellen och således också i beräkningsresultatet består i att beräknade vattennivåer vid kalibreringen generellt är något låga jämfört med de vattennivåer som mättes in 2018-04-12. Den skillnad som föreligger mellan beräknade och inmätta vattennivåer har accepterats eftersom att det är i det närmaste omöjligt att beakta alla kvistar, grenar och övrig dämmande bråte som finns i vattendragsfåran. Känslighetsanalysen visar att Mannings tal påverkar beräknade vattennivåer och således också vattenutbredningen. Den hydrauliska modellen och noggrannheten i framförallt simuleringarna av högflödesscenarierna (Q_{50} klimat och Q_{100} klimat) skulle kunna förbättras om vattennivån och flödet i Pingla ström mäts in vid ett högflödestillfälle. Inmätt flöde och vattennivå skulle sedan kunna användas som valideringsunderlag.

Baserat på rådande förutsättningar och tillgängligt underlag bedöms beräkningsresultaten i föreliggande utredning vara rimliga och konservativa.

6 Rekommendationer

För att förhindra att grenar, kvistar och annan dämmande bråte minskar vattendragets kapacitet samt orsakar uppdämning och således bidrar till en ökad risk för översvämning alternativt att naturligt förekommande översvämningar förvärras bör vattendraget rensas (från exempelvis de avverkade grenar och kvistar som lämnats kvar i de norra delarna av Pingla ström). Känslighetsanalysen visar att mindre motstånd mot vattenflödet, d.v.s. en slätare geometri, ger mindre omfattande översvämningar, se Figur 25 samt Bilaga 1.

Ny bebyggelse bör inte planeras i flacka områden närmast vattendraget. Vattenståndprofilen för det klimatanpassade 100-årsflödet som visas i Figur 24 är en rimlig dimensionerande vattennivå. För att tillskapa marginal eller minska risken för skador om vattendraget bräddar över kan bebyggelsen planeras med okänslig verksamhet i bottenplan, såsom parkeringsplatser eller dylikt.

7 Referenser

Garcia, 2005. *Analysis of Manning coefficient for small-depth flows on vegetated beds*.

Knivsta Kommun, 2018. *Inmätning av bottennivåer och vattennivåer samt strukturer i Pingla ström*. Inmätningarna utfördes den 3, 4, 12, 17 samt 27 april år 2018 av Peter Evertsson, mättekniker på Knivsta Kommun.

Lantmäteriet, 2018. *Laserdata NH*. Tillgängligt på: <<https://www.lantmateriet.se/sv/Kartor-och-geografisk-information/Hojddata/Laserdata/laserdata-nh/>>. [Hämtat: 2018-04-30].

Rodhe, 2018. *Inmätning av vattenflöden i Pingla ström inom ramen för en lokal naturvårdssatsning som heter Lär Känna Knivstaån*. Inmätningarna utfördes den 3 och 12 april år 2018 av Allan Rodhe, professor emeritus i hydrologi vid Uppsala Universitet.

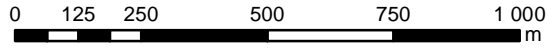
SMHI, 2018. SMHI Vattenwebb – Modelldata per område. Tillgängligt på: <<https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>>. [Hämtat: 2018-03-09].

Structor, 2016. *Hydraulisk modellering Pingla ström*. 2016-10-05.



US Army Corps of Engineers, 2016. *HEC-RAS River Analysis System - Hydraulic Referens Manual*. Version 5.0. February 2016.

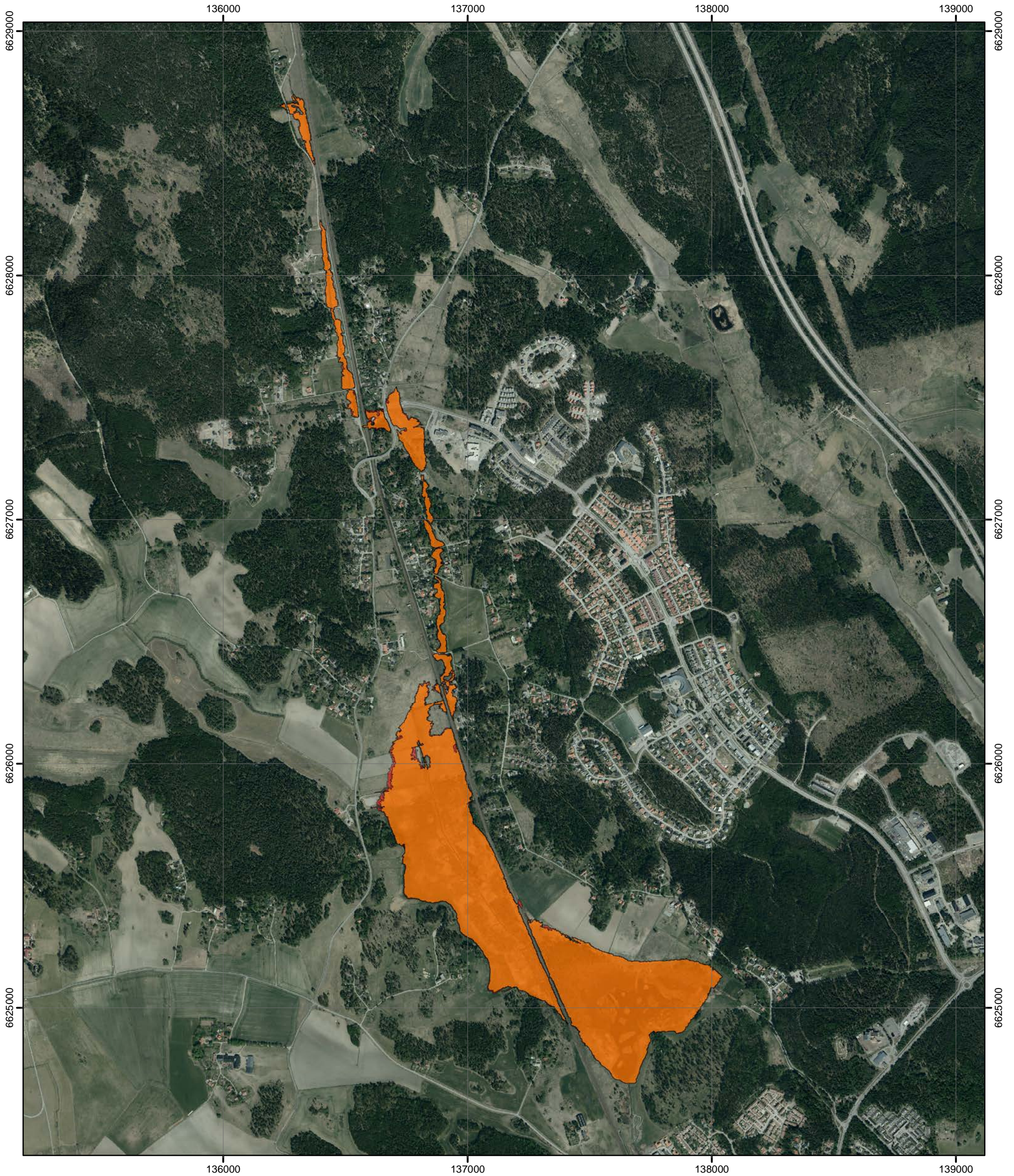
Vägverket, 2008. *VVMB 310 – Hydraulisk dimensionering*. Publikation 2008:61.

Bilaga 1 – Översvämningsskartering utmed Pingla ström



Teckenförklaring

-  Vattenutbredning vid klimatanpassat 50-årsflöde
-  Vattenutbredning vid klimatanpassat 100-årsflöde



Karta 1 (12) - Översiktsbild
Vattenutbredning utmed Pingla ström vid klimatanpassat 50- respektive 100-årsflöde

SWECO Energuide AB
Gjörwellsgatan 22, Box 34044, 100 26 Stockholm
Telefon 08-695 60 00, Telefax 08-695 60 60



UPPRÄTTAD FÖR
Alsike Fastighets AB

UPPDRAG NR.
1832403

RITAD/KONSTR AV
Lisa Carlsson

HANDLÄGGARE
Lisa Carlsson

BESTÄLLARENS OMBUD
Rolf Almstedt

DATUM
2018-05-09

ANSVARIG/GRANSKNING
Caroline Lundberg

DATUM | GRANSKAD AV BESTÄLLAREN

DATUM | GODKÄND AV BESTÄLLAREN



SKALA
1:15 000 (A3)

REFERENSSYSTEM
Sweref 99 18 00

BET



Teckenförklaring

-  Vattenutbredning vid klimatanpassat 50-årsflöde
-  Vattenutbredning vid klimatanpassat 100-årsflöde

136000

137000



6628000

6628000

136000

137000

Karta 2 (12) - Detaljbild
Vattenutbredning utmed Pingla ström vid klimatanpassat 50- respektive 100-årsflöde

SWECO Energuide AB
Gjörwellsgatan 22, Box 34044. 100 26 Stockholm
Telefon 08-695 60 00, Telefax 08-695 60 60



UPPRÄTTAD FÖR
Alsike Fastighets AB

UPPDRAG NR. 1832403
RITAD/KONSTR AV Lisa Carlsson
HANDLÄGGARE Lisa Carlsson

BESTÄLLARENS OMBUD
Rolf Almstedt

DATUM 2018-05-09
ANSVARIG/GRANSKNING Caroline Lundberg



DATUM | GRANSKAD AV BESTÄLLAREN | DATUM | GODKÄND AV BESTÄLLAREN

SKALA 1:4 500 (A3) REFERENSSYSTEM Sweref 99 18 00

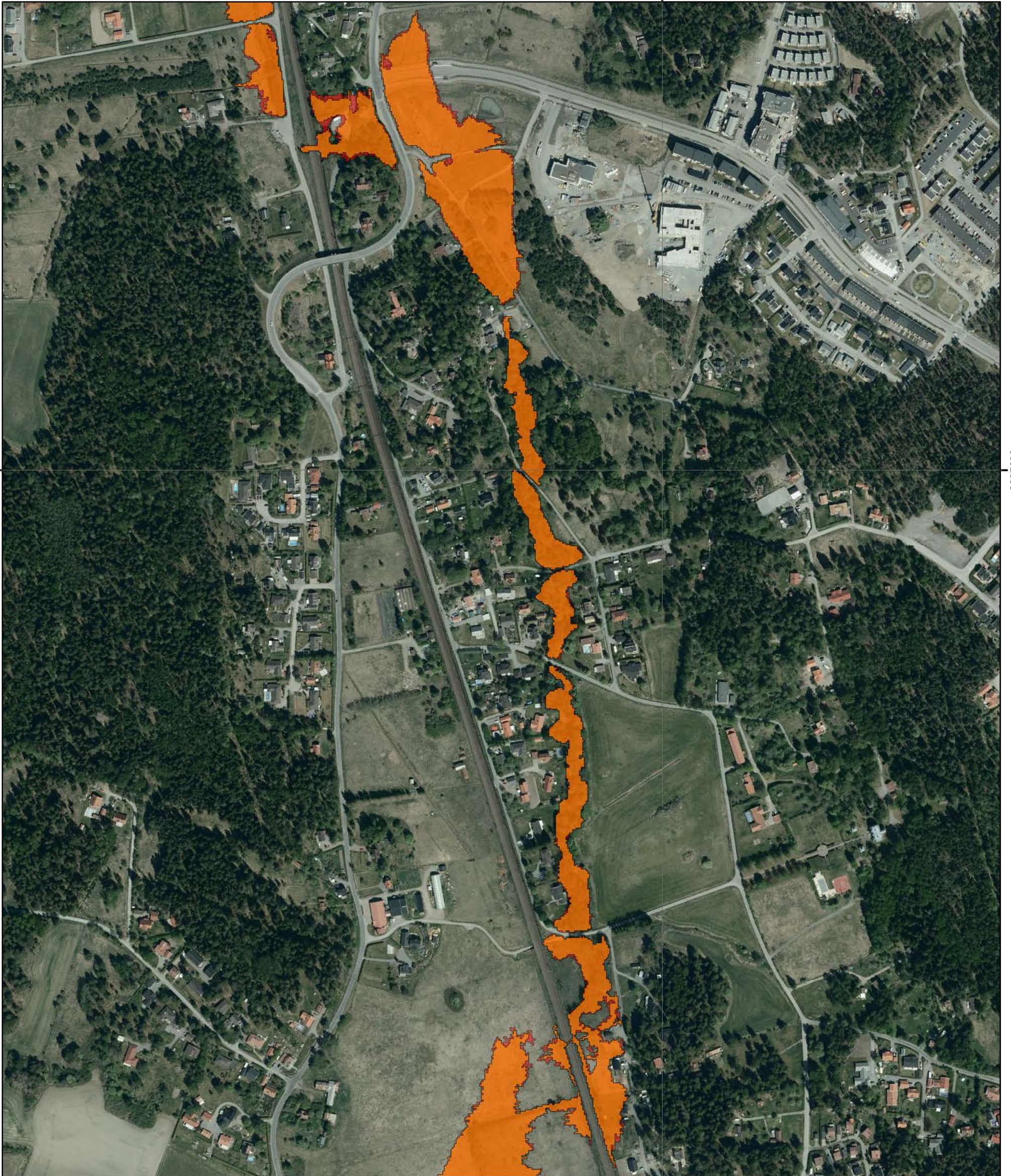
BET



Teckenförklaring

-  Vattenutbredning vid klimatanpassat 50-årsflöde
-  Vattenutbredning vid klimatanpassat 100-årsflöde


137000

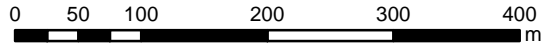


6627000



6627000

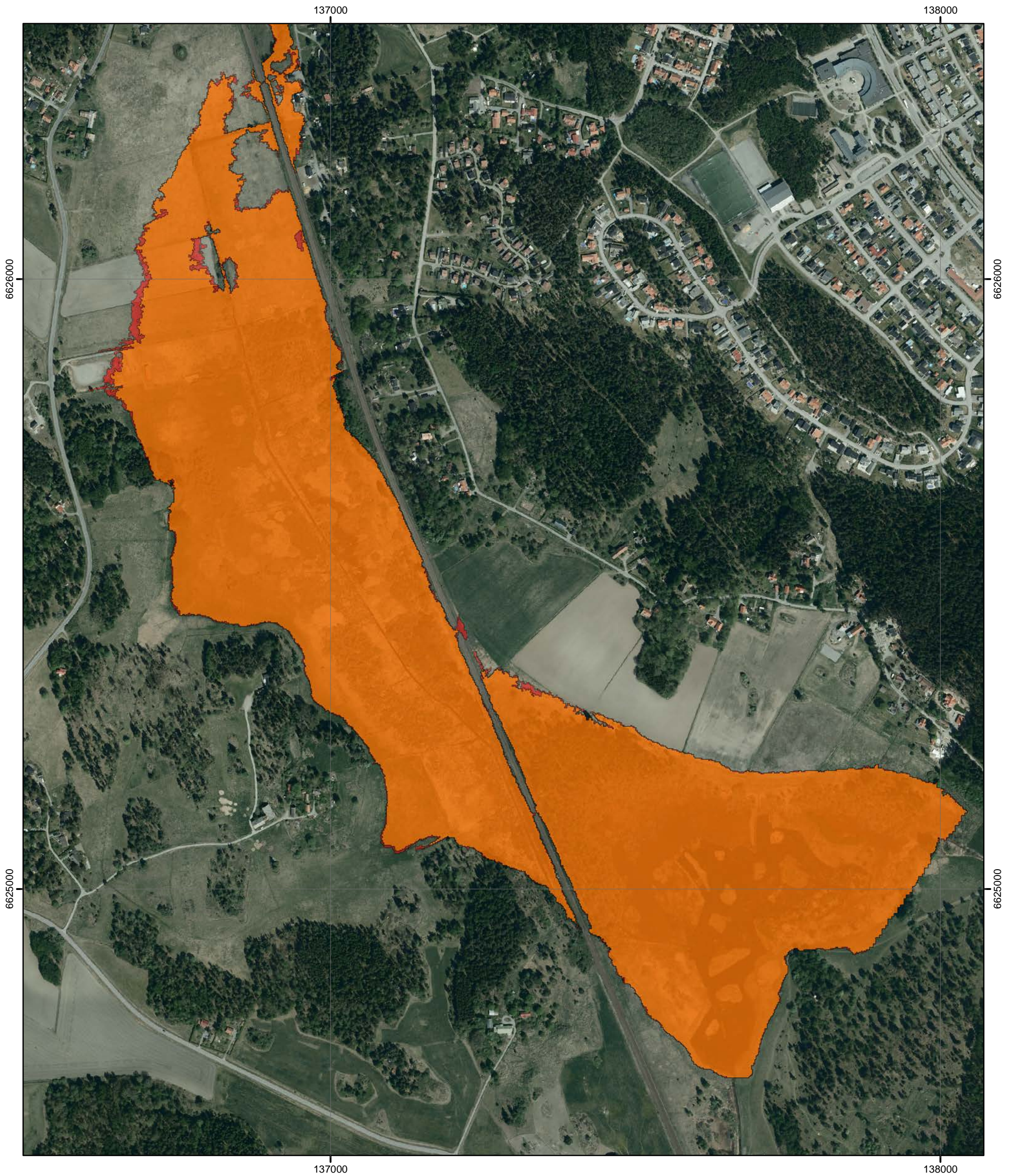
137000

Karta 3 (12) - Detaljbild Vattenutbredning utmed Pingla ström vid klimatanpassat 50- respektive 100-årsflöde		SWECO Energuide AB Gjörwellsgatan 22, Box 34044. 100 26 Stockholm Telefon 08-695 60 00, Telefax 08-695 60 60				
UPPRÄTTAD FÖR Alsike Fastighets AB		UPPDRAG NR. 1832403	RITAD/KONSTR AV Lisa Carlsson	HANDLÄGGARE Lisa Carlsson		
BESTÄLLARENS OMBUD Rolf Almstedt		DATUM 2018-05-09	ANSVARIG/GRANSKNING Caroline Lundberg			
DATUM	GRANSKAD AV BESTÄLLAREN	DATUM	GODKÄND AV BESTÄLLAREN	SKALA 1:4 500 (A3)	REFERENSSYSTEM Sweref 99 18 00	BET



Teckenförklaring

-  Vattenutbredning vid klimatanpassat 50-årsflöde
-  Vattenutbredning vid klimatanpassat 100-årsflöde



Karta 4 (12) - Detaljbild
Vattenutbredning utmed Pingla ström vid klimatanpassat 50- respektive 100-årsflöde

SWECO Energuide AB
Gjörwellsgatan 22, Box 34044, 100 26 Stockholm
Telefon 08-695 60 00, Telefax 08-695 60 60



UPPRÄTTAD FÖR
Alsike Fastighets AB

UPPDRAG NR.
1832403

RITAD/KONSTR AV
Lisa Carlsson

HANDLÄGGARE
Lisa Carlsson

BESTÄLLARENS OMBUD
Rolf Almstedt

DATUM
2018-05-09

ANSVARIG/GRANSKNING
Caroline Lundberg

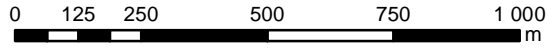
DATUM | GRANSKAD AV BESTÄLLAREN

DATUM | GODKÄND AV BESTÄLLAREN



SKALA
1:6 000 (A3)

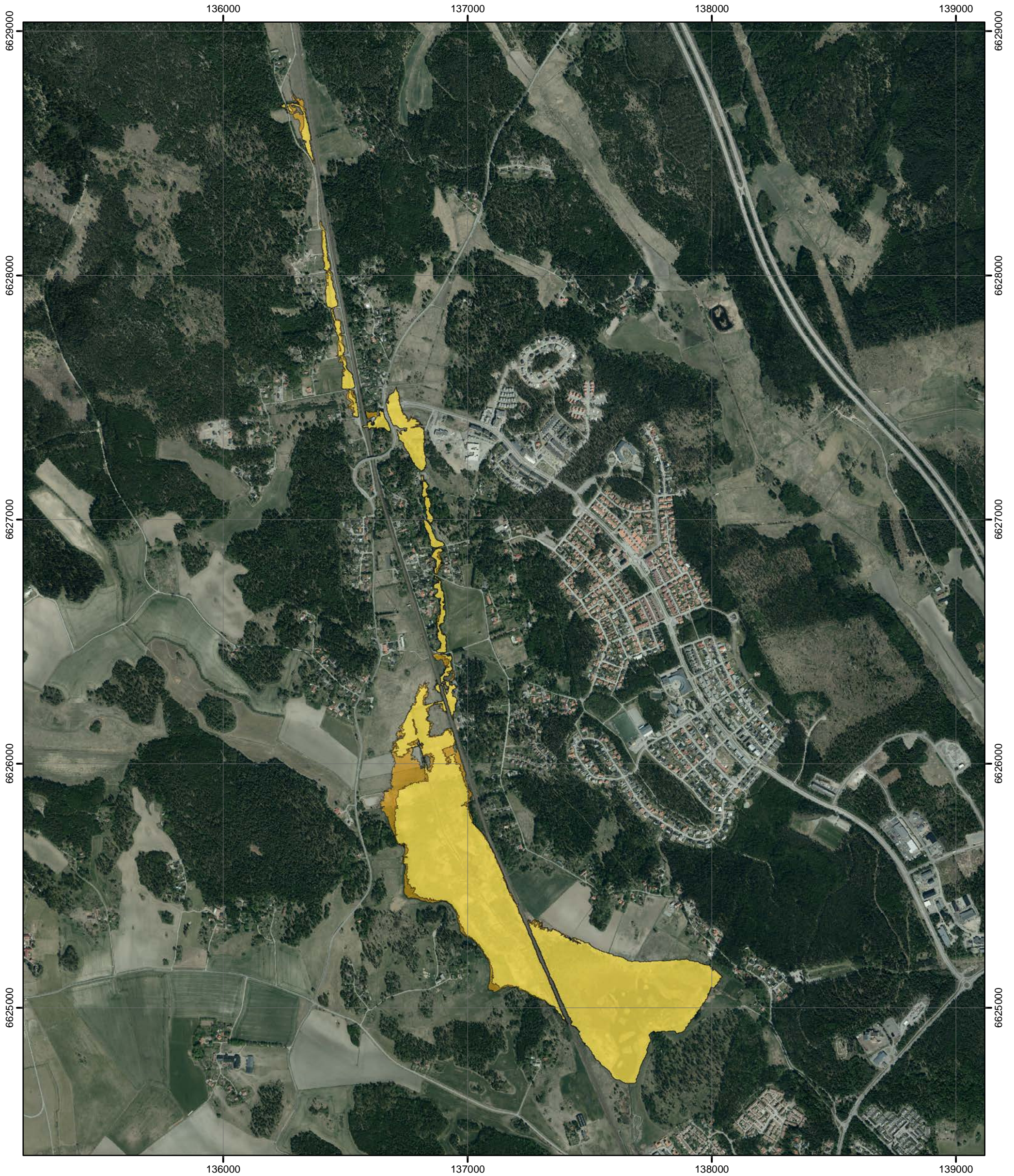
REFERENSSYSTEM
Sweref 99 18 00

BET



Teckenförklaring

-  Vattenutbredning vid Q50klimat, M = 15 i vattendragsfåran
-  Vattenutbredning vid Q50klimat, M = 5 i vattendragsfåran



Karta 5 (12) - Översiktsbild
Känslighetsanalys - Vattenutbredning vid Q50klimat med olika Mannings tal i vattendraget

SWECO Energide AB
Gjörwellsgatan 22, Box 34044, 100 26 Stockholm
Telefon 08-695 60 00, Telefax 08-695 60 60



UPPRÄTTAD FÖR
Alsike Fastighets AB

UPPDRAG NR.
1832403

RITAD/KONSTR AV
Lisa Carlsson

HANDLÄGGARE
Lisa Carlsson

BESTÄLLARENS OMBUD
Rolf Almstedt

DATUM
2018-05-09

ANSVARIG/GRANSKNING
Caroline Lundberg

DATUM | GRANSKAD AV BESTÄLLAREN

DATUM | GODKÄND AV BESTÄLLAREN



SKALA
1:15 000 (A3)

REFERENSSYSTEM
Sweref 99 18 00

BET



Teckenförklaring

-  Vattenutbredning vid Q50klimat, M = 15 i vattendragsfåran
-  Vattenutbredning vid Q50klimat, M = 5 i vattendragsfåran

136000

137000



6628000

6628000

136000

137000

Karta 6 (12) - Detaljbild
Känslighetsanalys - Vattenutbredning vid Q50klimat med olika Mannings tal i vattendraget

SWECO Energuide AB
Gjörwellsgatan 22, Box 34044, 100 26 Stockholm
Telefon 08-695 60 00, Telefax 08-695 60 60



UPPRÄTTAD FÖR
Alsike Fastighets AB

UPPDRAG NR. 1832403
RITAD/KONSTR AV Lisa Carlsson
HANDLÄGGARE Lisa Carlsson

BESTÄLLARENS OMBUD
Rolf Almstedt

DATUM 2018-05-09
ANSVARIG/GRANSKNING Caroline Lundberg



DATUM | GRANSKAD AV BESTÄLLAREN | DATUM | GODKÄND AV BESTÄLLAREN

SKALA 1:4 500 (A3) REFERENSSYSTEM Sweref 99 18 00 BET

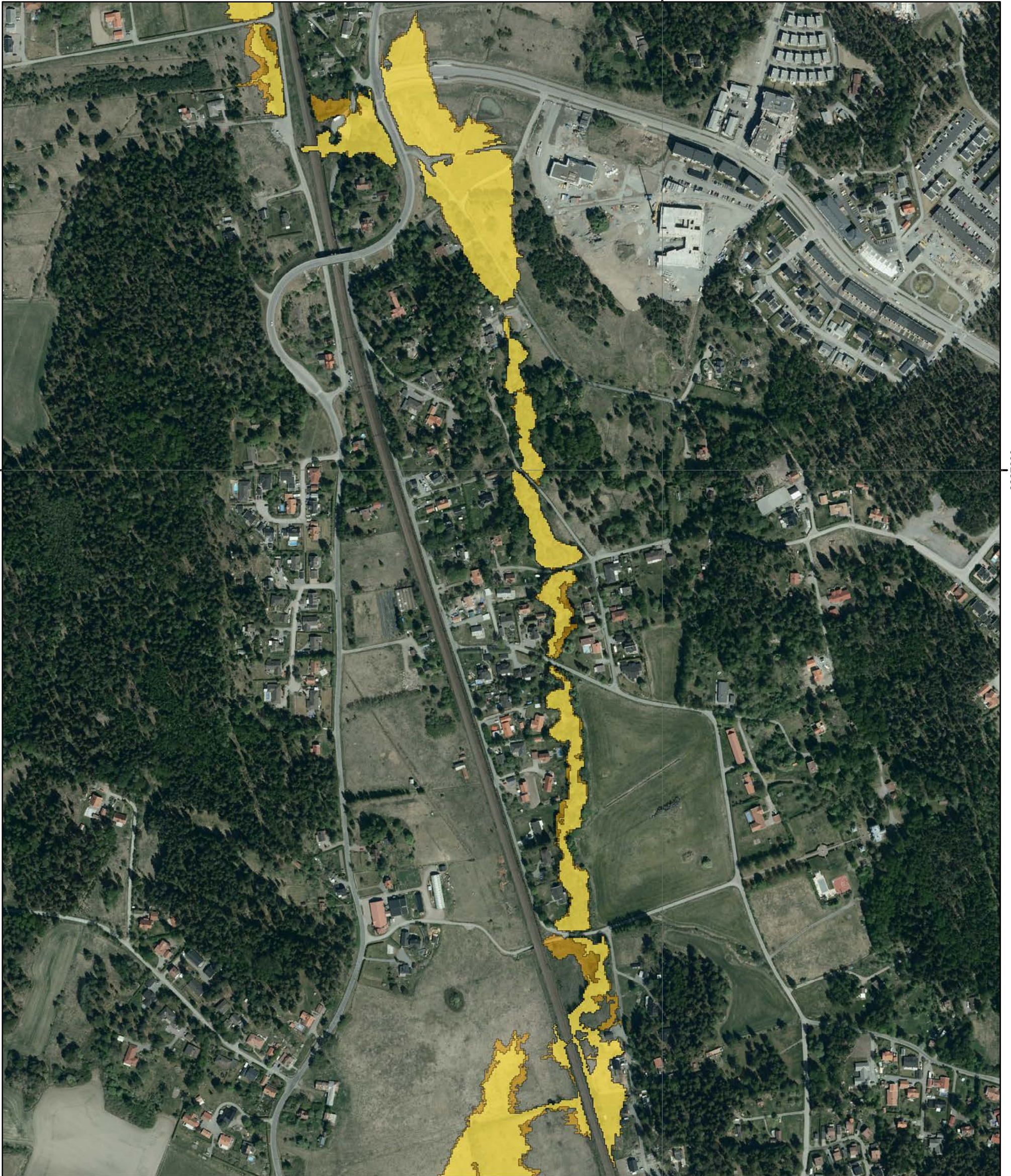


0 100 200 300
m

Teckenförklaring

-  Vattenutbredning vid Q50klimat, M = 15 i vattendragsfåran
-  Vattenutbredning vid Q50klimat, M = 5 i vattendragsfåran

137000



6627000

6627000

137000

Karta 7 (12) - Detaljbild
Känslighetsanalys - Vattenutbredning vid Q50klimat med olika Mannings tal i vattendraget

SWECO Energuide AB
Gjörwellsgatan 22, Box 34044. 100 26 Stockholm
Telefon 08-695 60 00, Telefax 08-695 60 60



UPPRÄTTAD FÖR
Alsike Fastighets AB

UPPDRAG NR.
1832403

RITAD/KONSTR AV
Lisa Carlsson

HANDLÄGGARE
Lisa Carlsson

BESTÄLLARENS OMBUD
Rolf Almstedt

DATUM
2018-05-09

ANSVARIG/GRANSKNING
Caroline Lundberg

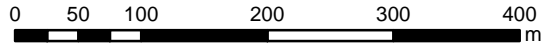
DATUM | GRANSKAD AV BESTÄLLAREN

DATUM | GODKÄND AV BESTÄLLAREN



SKALA
1:4 500 (A3)

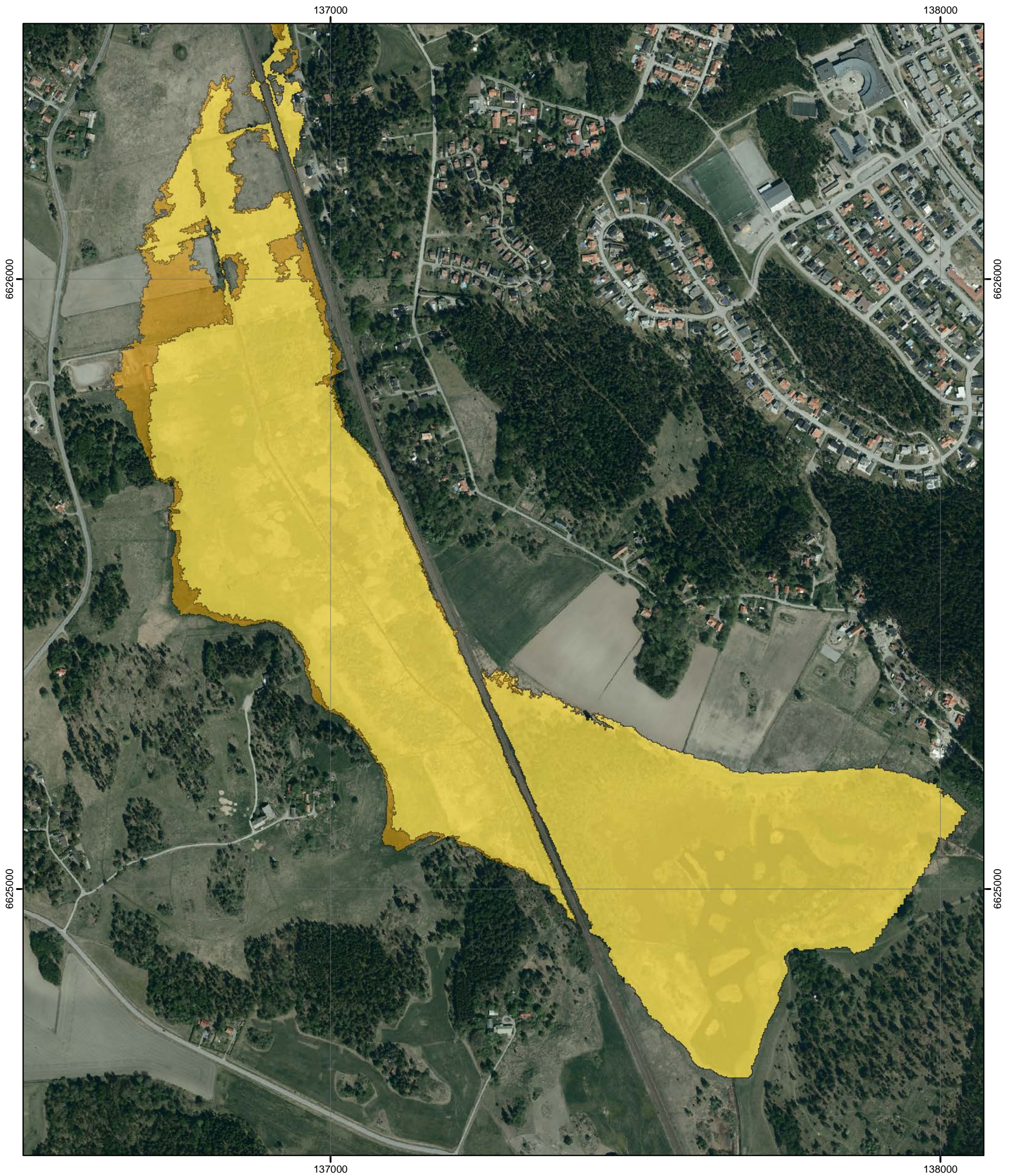
REFERENSSYSTEM
Sweref 99 18 00

BET



Teckenförklaring

-  Vattenutbredning vid Q50klimat, M = 15 i vattendragsfåran
-  Vattenutbredning vid Q50klimat, M = 5 i vattendragsfåran



Karta 8 (12) - Detaljbild
Känslighetsanalys - Vattenutbredning vid Q50klimat med olika Mannings tal i vattendraget

SWECO Energide AB
Gjörwellsgatan 22, Box 34044, 100 26 Stockholm
Telefon 08-695 60 00, Telefax 08-695 60 60



UPPRÄTTAD FÖR
Alsike Fastighets AB

UPPDRAG NR. 1832403
RITAD/KONSTR AV Lisa Carlsson
HANDLÄGGARE Lisa Carlsson

BESTÄLLARENS OMBUD
Rolf Almstedt

DATUM 2018-05-09
ANSVARIG/GRANSKNING Caroline Lundberg

DATUM | GRANSKAD AV BESTÄLLAREN | DATUM | GODKÄND AV BESTÄLLAREN



SKALA 1:6 000 (A3) REFERENSSYSTEM Sweref 99 18 00

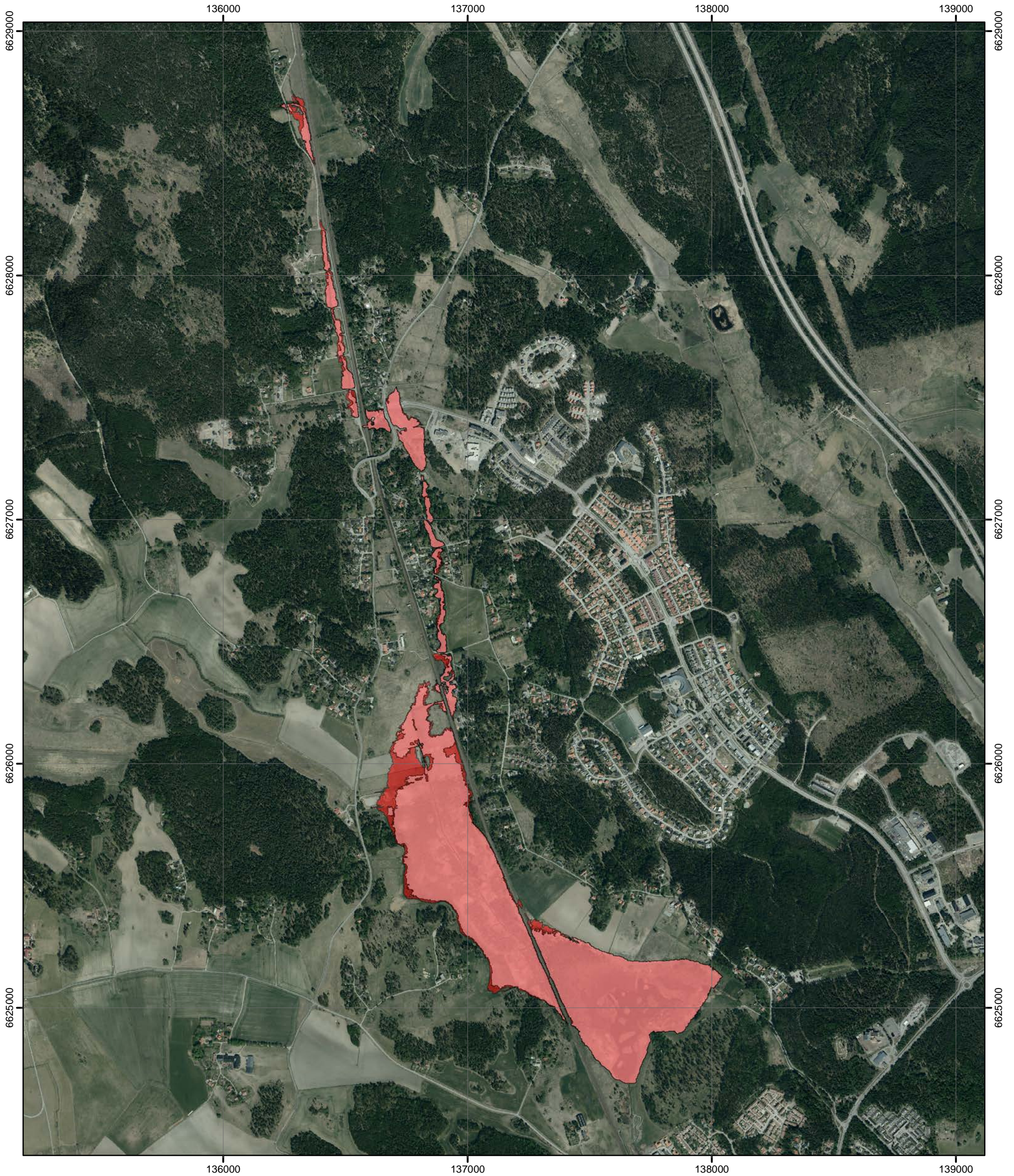
BET



0 125 250 500 750 1 000
m

Teckenförklaring

-  Vattenutbredning vid Q100klimat, M = 15 i vattendragsfåran
-  Vattenutbredning vid Q100klimat, M = 5 i vattendragsfåran



Karta 9 (12) - Översiktsbild
Känslighetsanalys - Vattenutbredning vid Q100klimat med olika Mannings tal i vattendraget

SWECO Energuide AB
Gjörwellsgatan 22, Box 34044, 100 26 Stockholm
Telefon 08-695 60 00, Telefax 08-695 60 60



UPPRÄTTAD FÖR
Alsike Fastighets AB

UPPDRAG NR.
1832403

RITAD/KONSTR AV
Lisa Carlsson

HANDLÄGGARE
Lisa Carlsson

BESTÄLLARENS OMBUD
Rolf Almstedt

DATUM
2018-05-09

ANSVARIG/GRANSKNING
Caroline Lundberg

DATUM | GRANSKAD AV BESTÄLLAREN

DATUM | GODKÄND AV BESTÄLLAREN



SKALA
1:15 000 (A3)

REFERENSSYSTEM
Sweref 99 18 00

BET



Teckenförklaring

-  Vattenutbredning vid Q100klimat, M = 15 i vattendragsfåran
-  Vattenutbredning vid Q100klimat, M = 5 i vattendragsfåran

136000

137000



6628000

6628000

136000

137000

Karta 10 (12) - Detaljbild
Känslighetsanalys - Vattenutbredning vid Q100klimat med olika Mannings tal i vattendraget

SWECO Energuide AB
Gjörwellsgatan 22, Box 34044, 100 26 Stockholm
Telefon 08-695 60 00, Telefax 08-695 60 60



UPPRÄTTAD FÖR
Alsike Fastighets AB

UPPDRAG NR.
1832403

RITAD/KONSTR AV
Lisa Carlsson

HANDLÄGGARE
Lisa Carlsson

BESTÄLLARENS OMBUD
Rolf Almstedt

DATUM
2018-05-09

ANSVARIG/GRANSKNING
Caroline Lundberg

DATUM | GRANSKAD AV BESTÄLLAREN

DATUM | GODKÄND AV BESTÄLLAREN

SKALA
1:4 500 (A3)

REFERENSSYSTEM
Sweref 99 18 00

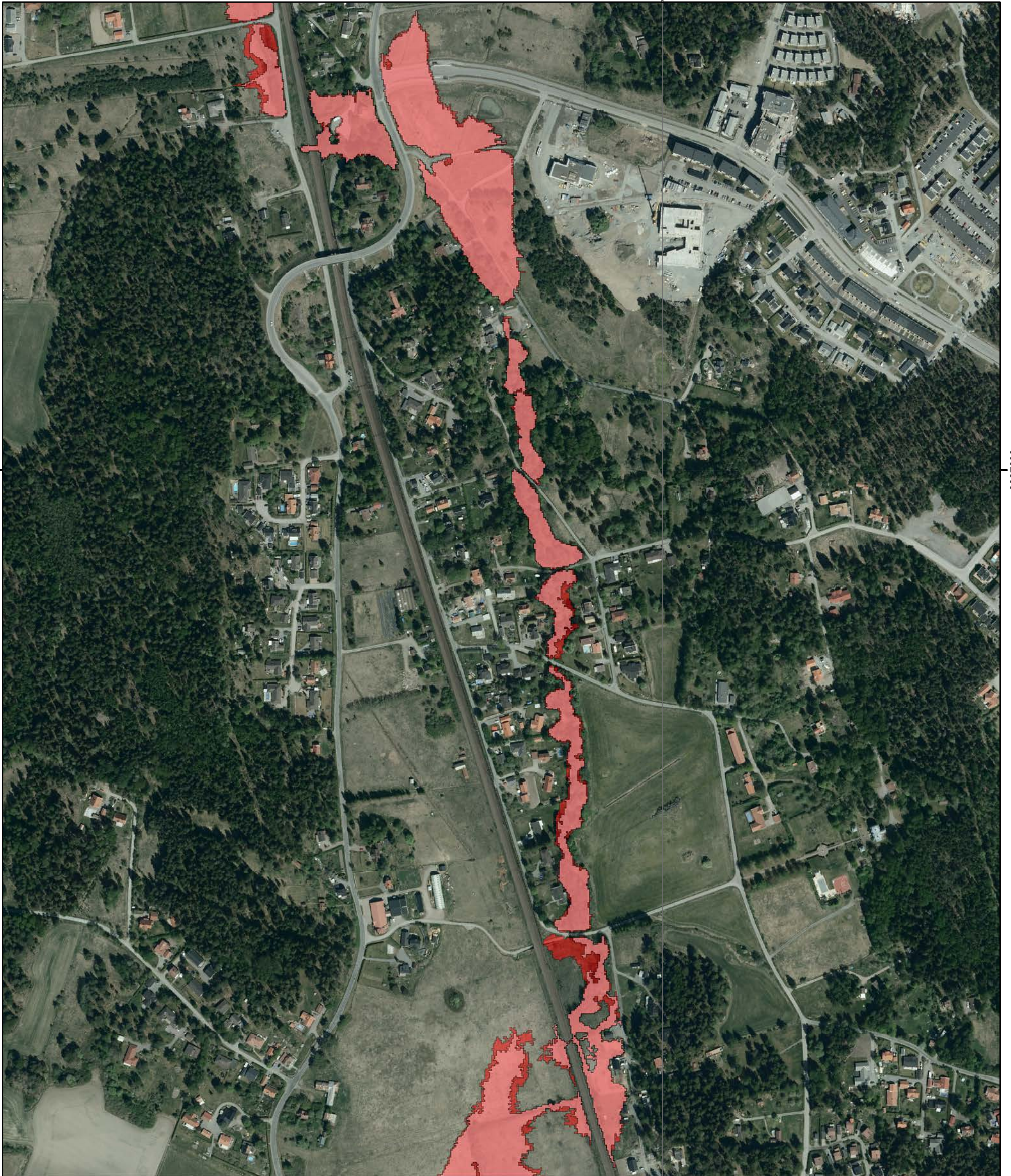
BET



Teckenförklaring

- Vattenutbredning vid Q100klimat, M = 15 i vattendragsfåran
- Vattenutbredning vid Q100klimat, M = 5 i vattendragsfåran

137000



6627000

6627000



137000

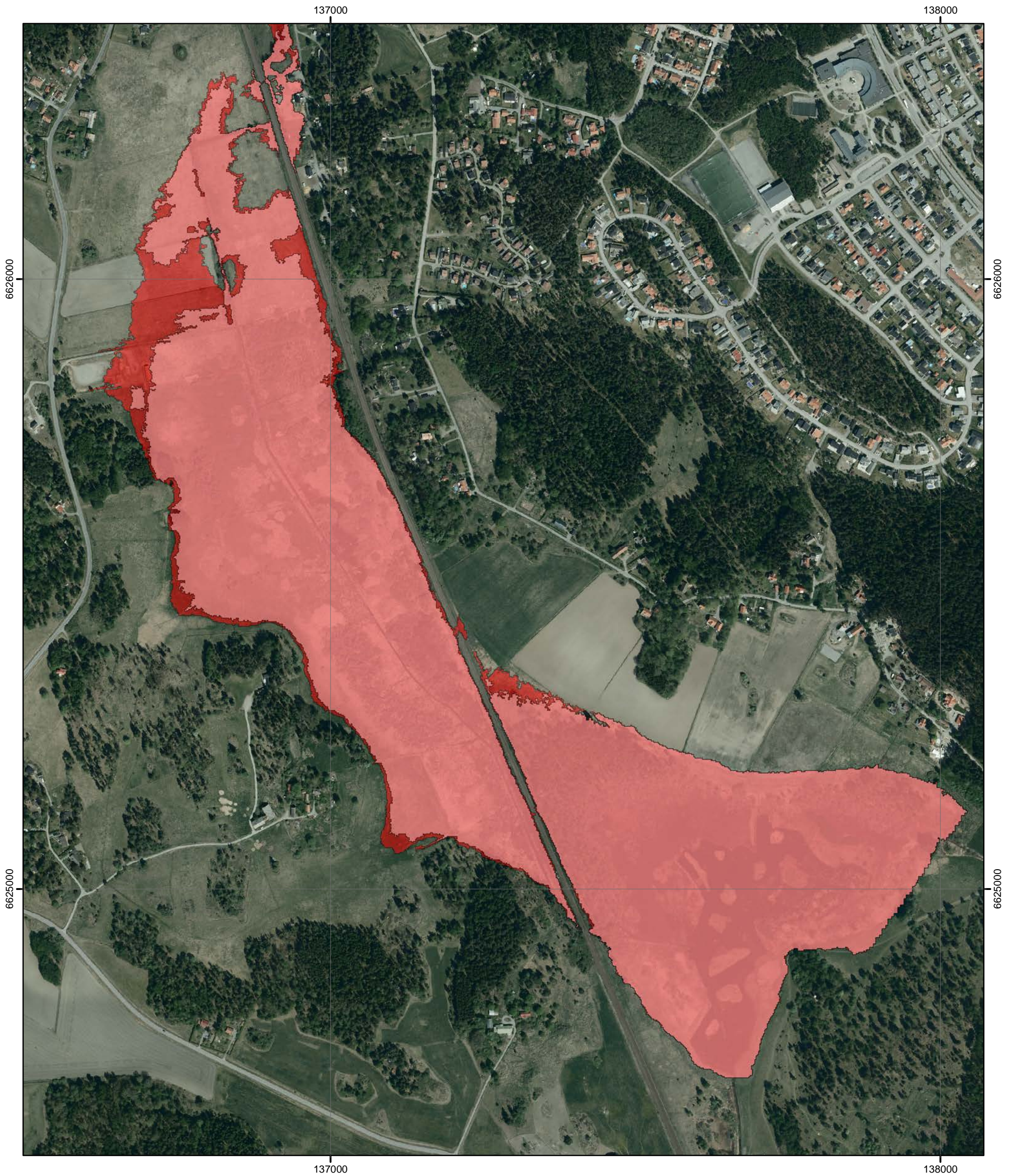
Karta 11 (12) - Detaljbild Känslighetsanalys - Vattenutbredning vid Q100klimat med olika Mannings tal i vattendraget		SWECO Energuide AB Gjörwellsgatan 22, Box 34044. 100 26 Stockholm Telefon 08-695 60 00, Telefax 08-695 60 60				
UPPRÄTTAD FÖR Alsike Fastighets AB		UPPDRAG NR. 1832403	RITAD/KONSTR AV Lisa Carlsson	HANDLÄGGARE Lisa Carlsson		
BESTÄLLARENS OMBUD Rolf Almstedt		DATUM 2018-05-09	ANSVARIG/GRANSKNING Caroline Lundberg			
DATUM	GRANSKAD AV BESTÄLLAREN	DATUM	GODKÄND AV BESTÄLLAREN	SKALA 1:4 500 (A3)	REFERENSSYSTEM Sweref 99 18 00	BET



0 50 100 200 300 400
m

Teckenförklaring

-  Vattenutbredning vid Q100klimat, M = 15 i vattendragsfåran
-  Vattenutbredning vid Q100klimat, M = 5 i vattendragsfåran



Karta 12 (12) - Detaljbild
Känslighetsanalys - Vattenutbredning vid Q100klimat med olika Mannings tal i vattendraget

SWECO Energide AB
Gjörwellsgatan 22, Box 34044, 100 26 Stockholm
Telefon 08-695 60 00, Telefax 08-695 60 60



UPPRÄTTAD FÖR
Alsike Fastighets AB

UPPDRAG NR.
1832403

RITAD/KONSTR AV
Lisa Carlsson

HANDLÄGGARE
Lisa Carlsson

BESTÄLLARENS OMBUD
Rolf Almstedt

DATUM
2018-05-09

ANSVARIG/GRANSKNING
Caroline Lundberg

DATUM | GRANSKAD AV BESTÄLLAREN | DATUM | GODKÄND AV BESTÄLLAREN

SKALA
1:6 000 (A3)

REFERENSSYSTEM
Sweref 99 18 00

BET