

## Dagvattenutredning Nordkroken



Vänersborgs kommun

Rapport

Maj 2016

Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningssystem  
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas

ISO 9001  
Management System Certification

BUREAU VERITAS  
Certification Denmark A/S



## Dagvattenutredning Nordkroken

Framtagen för Vänerns borgs kommun  
Kontaktperson Anders Dahlberg



*Dike i vinterskrud, Nordkroken januari 2016*

Projektledare	Cecilia Wennberg
Kvalitetsansvarig	Lars-Göran Gustafsson
Handläggare	Maria Roldin
Uppdragsnummer	12803110
Godkänd datum	2016-05-03
Version	Slutrapport
Klassificering	Öppen
	<b>Öppen</b> betyder att dokumentet kan delas både inom och utom DHI.





## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1</b>	<b>Sammanfattning .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrund .....</b>	<b>4</b>
2.1	Vänersborgs kommuns dagvattenpolicy .....	4
<b>3</b>	<b>Beskrivning av utredningsområdet.....</b>	<b>6</b>
3.1	Tidigare utredningar .....	7
3.2	Riksintressen och allmänna intressen .....	7
3.3	Naturvärden .....	8
<b>4</b>	<b>Metodik .....</b>	<b>10</b>
4.1	Modellverktyget MIKE SHE.....	10
4.2	Beskrivning av underlag och indata till modellen.....	11
4.2.1	Avrinningsområde .....	11
4.2.2	Topografi .....	12
4.2.3	Kvarntorpsbäcken samt befintliga diken i Nordkroken.....	13
4.2.4	Markanvändning.....	16
4.2.5	Jordarter och berggrund .....	17
4.2.6	Meteorologisk indata .....	20
4.3	Hydrologiska situationer.....	21
4.4	Utbyggnadsscenarier .....	24
<b>5</b>	<b>Geohydrologisk beskrivning av Nordkroken .....</b>	<b>25</b>
5.1	Naturliga förhållanden .....	25
5.1.1	Vattenbalans, in- och utflöden till Nordkroken .....	25
5.1.2	Grundvatten och ytvatten i Nordkroken under naturliga förutsättningar .....	26
5.2	Befintliga förutsättningar (B) .....	30
5.2.1	In- och utflöden i befintligt område.....	30
5.2.2	Ytvatten- och grundvattennivåer i befintligt område .....	31
<b>6</b>	<b>Förslag till framtida hantering av markvatten, grundvatten och dagvatten .....</b>	<b>37</b>
6.1	Beskrivning av övergripande förslag.....	37
6.2	Alternativ 1: Grävda diken.....	39
6.2.1	Detaljerad beskrivning av Alternativ 1.....	39
6.2.2	Påverkan och konsekvenser för dagvatten, ytvatten och grundvatten av Alternativ 1. ....	42
6.3	Alternativ 2: Sprängda diken.....	48
6.3.1	Detaljerad beskrivning av Alternativ 2.....	49
6.3.2	Påverkan och konsekvenser för dagvatten, ytvatten och grundvatten av Alternativ 2. ....	50
<b>7</b>	<b>Administrativa, tekniska och ekonomiska uppgifter .....</b>	<b>52</b>
7.1	Förslag till eventuella begränsningar som ska införas som planbestämmelse .....	52
7.2	Förslag till höjdsättning för att föreslagna åtgärder skall vara genomförbara.....	53
7.3	Lämplig placering och kombination av renings- och fördröjningsanläggningar på allmän plats och/eller kvartermark .....	55
7.4	Kostnader.....	57
<b>8</b>	<b>Övergripande frågeställningar .....</b>	<b>58</b>
8.1	Juridiska och finansiella aspekter .....	58
8.2	Bedömning om föreslagen dagvattenlösning kräver tillstånd för markavvattning .....	58

8.3	Klimatanpassning av området .....	59
8.4	Värdering av påverkan för föreslagen lösning .....	59

<b>9</b>	<b>Referenser.....</b>	<b>62</b>
----------	------------------------	-----------

## FIGURER

Figur 3-1	Karta över Nordkroken, med verksamhetsområde och planområde .....	6
Figur 4-1	Beskrivning av modellverktyget MIKE SHE och de olika hydrologiska processer som ingår. ....	10
Figur 4-2.	Avrinningsområden till Nordkroken.....	11
Figur 4-3	Topografi inom Nordkrokens avrinningsområde.....	12
Figur 4-4	Topografi i den nedre delen av Nordkrokens avrinningsområde.....	13
Figur 4-5	Kvarntorpsbäcken i Nordkroken, inklusive biflöde.....	14
Figur 4-6	Antaget tvärsnitt för Kvarntorpsbäckens bottenfåra .....	15
Figur 4-7	Kartbild över befintliga diken och dagvattenledningar i Nordkroken .....	16
Figur 4-8	Markanvändning inom Nordkrokens avrinningsområde .....	17
Figur 4-9	Jordarter inom Nordkrokens avrinningsområde .....	18
Figur 4-10	Jordarter i nedre delen av Nordkrokens avrinningsområde. ....	19
Figur 4-11	Nederbörd och temperatur (dygnsmedel) för Vänersborg under 2014. ....	20
Figur 4-12	Antagen potentiell evapotranspiration (avdunstning och transpiration) för Nordkroken.....	21
Figur 4-13	Regnintensitet för dimensionerande typregn med 30 respektive 100 års återkomsttid och totalt 6 h varaktighet .....	22
Figur 4-14	Regnintensitet för dimensionerande typregn med 10 års återkomsttid och totalt 24 h varaktighet. ....	22
Figur 5-1.	In- och utflöden till Nordkrokens avrinningsområde nedanför Halleberg för år 2014 och naturliga förhållanden. Pilarnas bredd är proportionell mot det ackumulerade flödet. Svart linje markerar verksamhetsområdet, röd linje planområdet. Befintlig bebyggelse är markerad i svart för orienteringens skull men är inte inkluderad i beräkningarna. ....	26
Figur 5-2.	Beräknat maximalt ytvattendjup under naturliga förhållanden för ett 10-årsregn på hösten när grundvattennivåer är höga. Befintliga vägar och byggnader är markerade på kartan för orientering men dessa är inte inkluderade i beräkningen. ....	27
Figur 5-3	Beräknat maximalt ytvattendjup under naturliga förhållanden för ett 30-årsregn på sommaren när grundvattennivåer är låga. Befintliga vägar och byggnader är markerade på kartan för orientering men dessa är inte inkluderade i beräkningen. ....	28
Figur 5-4.	Beräknat maximalt ytvattendjup under naturliga förhållanden för ett 100-årsregn på sommaren när grundvattennivåer är låga. Befintliga vägar och byggnader är markerade på kartan för orientering men dessa är inte inkluderade i beräkningen. ....	29
Figur 5-5.	Beräknat maximalt ytvattendjup under befintliga förhållanden för ett 10-årsregn på hösten när grundvattennivåer är höga.....	32
Figur 5-6.	Beräknat maximalt ytvattendjup under befintliga förhållanden för ett 30-årsregn på sommaren när grundvattennivåer är låga.....	33
Figur 5-7.	Beräknat maximalt ytvattendjup under befintliga förhållanden för ett 100-årsregn på sommaren när grundvattennivåer är låga.....	34
Figur 5-8.	Beräknade maximala nivåer i dikessträcka 1, västra verksamhetsområdet (se infälld kartbild, turkos markering visar aktuell sträcka). Dikets botten är inritat med svart linje, marknivå med grön linje. Röd, orange och blå linje visar maximala nivåer i diket/bäcken vid de tre olika regnsituationerna (30- och 100-årsregn sommartid och 10-årsregn under senhösten). ....	35
Figur 5-9.	Beräknade maximala nivåer i dikessträcka 2, centrala verksamhetsområdet (se infälld kartbild, turkos markering visar aktuell sträcka). Dikets botten är inritat med svart linje, marknivå med grön linje. Röd, orange och blå linje visar maximala nivåer i diket/bäcken vid de tre olika regnsituationerna (30- och 100-årsregn sommartid och 10-årsregn under senhösten). ....	35

Figur 5-10.	Beräknade maximala nivåer i dikessträcka 3, östra verksamhetsområdet (se infälld kartbild, turkos markering visar aktuell sträcka). Dikets botten är inritat med svart linje, marknivå med grön linje. Röd, orange och blå linje visar maximala nivåer i diket/bäcken vid de tre olika regnsituationerna (30- och 100-årsregn sommartid och 10-årsregn under senhösten). .....	36
Figur 6-1	Systemförslag för dagvattenhantering i Nordkroken. Gröna linjer visar befintliga diken, dessa föreslås fördjupas och breddas så att de är 1 m djupa med släntlutning 1:1. Ljusblå linjer visar föreslagna diken som syftar till att sammanlänka befintlig dikesstruktur samt att avleda vatten från de områden där diken inte finns idag. Dessa föreslås också få 1 m djup och släntlutning 1:1. Inom det orangemarkerade området är jordtäcket tunt och här kan eventuellt sprängning behövas om dikena ska kunna bli 1 m djupa. Två alternativa förslag för detta område har därför tagits fram, se avsnitt 6.2 och 6.3. ....	38
Figur 6-2.	Föreslagna diken och bottenivåer för Alternativ 1, Grävda diken. Västra delen av verksamhetsområdet. ....	40
Figur 6-3.	Föreslagna diken och bottenivåer för Alternativ 1, Grävda diken. Östra delen av verksamhetsområdet. ....	41
Figur 6-4.	Beräknat maximalt ytvattendjup vid framtida förhållanden för ett 10-årsregn på hösten när grundvattennivåer är höga, inklusive dagvattenlösningen "Alternativ 1". ....	43
Figur 6-5.	Beräknat maximalt ytvattendjup vid framtida förhållanden för ett 30-årsregn på sommaren när grundvattennivåer är låga, inklusive dagvattenlösningen "Alternativ 1". ....	44
Figur 6-6.	Beräknat maximalt ytvattendjup vid framtida förhållanden för ett 100-årsregn på sommaren när grundvattennivåer är låga, inklusive dagvattenlösningen "Alternativ 1". ....	45
Figur 6-7	Längdprofil med beräknade maximala vattennivåer för dikesstråk från Kvarntorpsbäckens utlopp upp genom västra/centrala delarna av verksamhetsområdet och ut i det huvudsakliga utloppet mot norr, för föreslaget dagvattensystem (Alternativ 1). Turkos markering i infälld kartbild visar aktuell sträcka. Dikets botten är inritat med svart linje, marknivå med grön linje. Röd, orange och blå linje visar maximala nivåer i diket/bäcken vid de tre olika regnen. ....	46
Figur 6-8.	Längdprofil med beräknade maximala vattennivåer för dikesstråk i östra delarna av verksamhetsområdet, för föreslaget dagvattensystem (Alternativ 1). Turkos markering i infälld kartbild visar aktuell sträcka. Dikets botten är inritat med svart linje, marknivå med grön linje. Röd, orange och blå linje visar maximala nivåer i diket/bäcken vid de tre olika regnen. ....	46
Figur 6-9.	Beräknat maximalt flöde (m <sup>3</sup> /s) i dikena vid framtida förhållanden och Alternativ 1, för 30-årsregnet på sommaren. ....	47
Figur 6-10.	Bedömd möjlig lutning på servisedningar från byggnader till närmaste dike, vid alternativ 1 (Grävda diken) .....	48
Figur 6-11	Föreslagna dikessträckor och nivå på diketsbotten för Alternativ 2, Sprängda diken. Sträckningar är samma som för Alternativ 1, enda skillnaden ligger i vilket dikesdjup som antas vara möjligt inom området med tunt jordtäckte. ....	49
Figur 6-12.	Bedömning av möjlig lutning på servisedningar från byggnad till närmaste dike, för Alternativ 2 – sprängda diken. ....	51
Figur 7-1	Område som ligger under framtida dimensionerande nivå för Väneren .....	54
Figur 7-2	Områden som blir vattentäckta med mer än 1 dm vatten vid ett 10-årsregn på hösten och framtida situation. ....	56
Figur 8-1	Naturvärden inom området. ....	61

## BILAGOR

### BILAGA A

#### Kostnadsberäkning



## 1 Sammanfattning

Vänersborgs kommun fick år 2012 av Länsstyrelsen ett föreläggande om att ordna verksamhetsområde för kommunalt VA i området Nordkroken. I området pågår arbetet med att fastställa detaljplan för Nordöstra Nordkroken. Detaljplanen har varit ute på samråd i mars 2014.

Vid ett samrådsmöte under 2015 med Länsstyrelsen, så blev det klargjort, från Länsstyrelsens sida, att de i sitt föreläggande även avsåg att dagvatten skulle ingå i det kommunala verksamhetsområdet.

Detta medför betydligt större utmaningar än att endast ansluta fastigheterna inom området till kommunalt vatten och spillvatten.

Vänersborgs kommun har därefter anlitat DHI för att göra en dagvattenutredning.

Dagvattenutredningen skall ge förslag på hur man kan lösa dagvattenhanteringen inom verksamhetsområdet för befintlig bebyggelse, vid exploatering enligt förslag till detaljplan och vid utbyggnad utav befintlig bebyggelse

Nordkroken är beläget intill Vänern, cirka 5 km öster om Vänersborgs tätort. De östra delarna av Nordkroken har kommunalt VA redan idag och dagvattnet från detta område leds ut i Kvarntorpsbäcken, som därefter passerar väster om verksamhetsområdet innan utloppet till Vänern. Kvarntorpsbäckens källa är Hallsjön som är belägen på Halleberg, ett platåberg precis öster om Nordkroken.

De västra delarna av området har idag eget vatten via vattenförening och spillvattnet avleds till eget reningsverk. Verksamhetsområdet omfattar ca 36 ha och är beläget relativt lågt i förhållande till Vänern. Området är delvis instängt av en vall som går parallellt med strandlinjen.

Planområdet omfattar ett 15 ha stort område beläget i de sydöstra delarna av verksamhetsområdet.

Fyra objekt med naturvärden är avgränsade inom området, varav 3 (påtagligt naturvärde) utgör naturvärdesklass 3 och ett utgör naturvärdesklass 4 (visst naturvärde).

Vid Vänern finns en badstrand.

Det nuvarande dikessystemet har idag en viktig funktion när det gäller att avleda grundvatten som står i eller mycket nära markytan. Vid kraftiga regn bildas marköversvämning i området och det finns en otillräcklig kapacitet att avvattna dagvattnet, särskilt vid hydrologiska situationer med högt grundvattenstånd.

Utredningen har baserats på en metodik där en geohydrologisk modell över området upprättast och olika hydrologiska situationer och olika utbyggnadsalternativ för dagvattensystemet studerats.

Med utgångspunkt i Nordkrokens geohydrologiska förutsättningar samt beräkningsresultaten för de befintliga förhållandena föreslås ett system för dagvattenhantering som baseras i första hand på fördjupning och förlängning/förtätning av den befintliga dikesstrukturen. Öppna dagvattensystem har generellt en bättre kapacitet att avleda dagvatten än ledningar under mark, i synnerhet vid högre flöden där kapaciteten kan utgöra ett problem. De har dessutom en ytvattendränerande funktion i de fall där översvämning erhålls på grund av utströmmande grundvatten, vilket är en fördel då det i Nordkroken tidvis är grundvatten snarare än regnvatten som skapar översvämningar. En jämförelse mellan beräkningsresultaten för befintliga förhållanden och naturliga förhållanden visar att de diken som finns i området idag har en tydligt



förbättrande effekt när det kommer till att minska omfattningen av ytliga översvämningar vid kraftiga regn och höga grundvattennivåer.

Med detta förslag avses dagvattnet inom området kunna hanteras för olika typer av hydrologiska situationer, såväl dimensionerande 10-års regn och kraftigare regn vid höga grundvattennivåer som skyfall (100-års regn).

Föreslaget utbyggnadsalternativ bedöms kunna genomföras med ringa eller ingen påverkan på de allmänna intressen som finns i området. Frågan om dagvattnets föroreningsbelastning har värderats i lösningen.

Föreslagen lösning bedöms inte utgöra markavvattning vilket skulle föranleda tillståndsprövning.

Föreslagen lösning utgår från lokala öppna lösningar på fastighetsmark, i enlighet med de riktlinjer och den policy som Vänersborgs kommun har för dagvattenhanteringen i kommunen.

Klimatsäkringen av området för framtida nivåer i Vänern belyses i utredningen.



## 2 Bakgrund

Vänersborgs kommun fick år 2012 av Länsstyrelsen ett föreläggande om att ordna verksamhetsområde för kommunalt VA i området Nordkroken. I området pågår arbetet med att fastställa detaljplan för Nordöstra Nordkroken. Detaljplanen har varit ute på samråd i mars 2014.

Kommunen fick anstånd på slutdatum och det fastställdes till innan 2015 år slut. Vänersborgs kommun arbetade fram en projektering utav området med avseende på att ansluta fastigheterna i det berörda området till kommunalt vatten och spillvatten. Samråd med länsstyrelsen angående nyanläggning av VA-ledningar har skett.

Vid ett samrådsmöte under 2015 med Länsstyrelsen, så blev det klargjort, från Länsstyrelsens sida, att de i sitt föreläggande även avsåg att dagvatten skulle ingå i det kommunala verksamhetsområdet. Detta förtydligas senare i svar på uppkomna frågor vid samrådsmötet.

Detta medför betydligt större utmaningar än att endast ansluta fastigheterna inom området till kommunalt vatten och spillvatten.

Vänersborgs kommun har därefter anlitat DHI för att göra en dagvattenutredning.

Dagvattenutredningen skall ge förslag på hur man kan lösa dagvattenhanteringen inom verksamhetsområdet för:

- Befintlig bebyggelse
- Vid exploatering enligt förslag till detaljplan
- Vid utbyggnad utav befintlig bebyggelse

### 2.1 Vänersborgs kommuns dagvattenpolicy

Vänersborgs kommun har antagit en policy för dagvattenhantering, se ref./1/. med tillhörande riktlinjer

I policyn redovisas att:

- Dagvatten skall ses som en estetisk, biologisk och hydrologisk resurs och omhändertas på ett för platsen lämpligt sätt.
- Dagvatten skall hanteras på ett säkert, miljöanpassat och kostnadseffektivt sätt så att god bebyggelse- och naturmiljö kan uppnås. Dagvattnet skall användas som en resurs för närmiljön och synliggöras där så är möjligt och motiverat.
- Den naturliga vattenbalansen skall eftersträvas, så att dagvattnet även efter bebyggelse kan tränga ner i marken istället för att rinna av på ytan och orsaka stora flöden.
- Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) skall genomföras där så är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.
- Vid exploatering och planläggning av större områden skall en särskild dagvattenutredning utföras i tidigt skede.
- Tillförseln av dagvatten i ledningssystem skall minska.
- Förorening av dagvatten skall begränsas, främst vad gäller metall- och petroleumprodukter. Åtgärder för att minska föroreningar skall genomföras i första hand vid föroreningarnas källor där så är tekniskt möjligt och ekonomiskt rimligt.

- Förorenat dagvatten skall där så är möjligt och motiverat separeras från rent dagvatten.

I riktlinjerna för dagvattenhanteringen anges huvudprinciperna såsom att i turordning arbeta utifrån principen med trestegsmodellen:

1. Lokalt omhändertagande av dagvatten.
2. Flödesutjämning och rening – här förordas användning av öppna dagvattensystem.
3. Avledning.

Beträffande ansvarsfrågan så redogörs i riktlinjerna också för att:

- Samhällsbyggnadsnämnden ansvarar för de allmänna dagvattenledningarna och öppna dagvattensystem på allmän plats.
- Privat fastighetsägaren ansvarar för det dagvatten som uppstår på den egna fastigheten.

### 3 Beskrivning av utredningsområdet

Nordkroken är beläget intill Vänern, cirka 5 km öster om Vänersborgs tätort. Figur 3-1 visar en karta över utredningsområdet, där även det planerade verksamhetsområdet samt detaljplaneområdet framgår. De östra delarna av Nordkroken har kommunalt VA redan idag och dagvattnet från detta område leds ut i Kvarntorpsbäcken, som därefter passerar väster om verksamhetsområdet innan utloppet till Vänern. Kvarntorpsbäckens källa är Hallsjön som är belägen på Halleberg, ett platåberg precis öster om Nordkroken.

De västra delarna av området har idag eget vatten via vattenförening och spillvattnet avleds till eget reningsverk.

Verksamhetsområdet omfattar ca 36 ha och är beläget relativt lågt i förhållande till Vänern. Området är delvis instängt av en vall som går parallellt med strandlinjen.

Planområdet omfattar ett 15 ha stort område beläget i de sydöstra delarna av verksamhetsområdet.



Figur 3-1 Karta över Nordkroken, med verksamhetsområde och planområde



## 3.1 Tidigare utredningar

Följande underlag har varit tillgänglig för utredningens genomförande:

- Policy och riktlinjer för dagvattenhanteringen i Vänersborgs kommun, se ref./1/
- Tidigare utredningar för dagvattenfrågan i Nordkroken, se ref./2/
- Planhandlingar, se ref./3/
- Naturvärdesbedömning, se ref./4/
- Beslut Samråd Länsstyrelsen, se ref. /5/

## 3.2 Riksintressen och allmänna intressen

Nedan beskrivning är hämtad från Planbeskrivningen, se ref./3/ och omfattar olika allmänna intressen som pekats ut av Länsstyrelsen och andra organisationer.

### Riksintressen

*Vänern* är av riksintresse enligt 3 kap 5 § *Miljöbalken* för yrkesfisket. Detta kommer inte att påverkas av den aktuella detaljplanen. Nordkroken ligger enligt 4 kap 2 § i *Miljöbalken* inom riksintresset för *Vänern med öar och strandområden*. Inom detta riksintresse ska turismens och friluftslivets, främst det rörliga friluftslivets, intressen särskilt beaktas vid bedömningen av tillåtligheten av exploateringsföretag eller andra ingrepp i miljön. Bestämmelsen utgör inte något hinder för utvecklingen av befintliga tätorter eller av det lokala näringslivet eller för utförande av anläggningar för totalförsvaret. Se vidare under rubriken strandskydd nedan. *Halleberg* öster om Nordkroken är av riksintresse enligt 3 kap 6 § i *Miljöbalken* för kulturminnesvärden, naturvärden och det rörliga friluftslivet. Den nordöstra delen av planområdet sträcker sig delvis in i eller gränsar till dessa riksintresseområden.

### Strandskydd

I *Miljöbalkens kapitel 7* behandlas bland annat frågan om strandskydd, det vill säga att nya byggnationer och förändrad markanvändning inte tillåts i strandnära läge om detta försämrar allmänhetens tillgång till vattnet eller livsvillkor för djur- och växtlivet där. Strandskyddsområdet för *Vänern* är 300 meter brett på land och i vattnet. Detta har hittills inte gällt inom området eftersom detaljplanens regler för byggande går före de allmänna strandskyddsbestämmelserna.

Men när nu en ny detaljplan ska upprättas måste också en ny prövning för strandskydd göras. Särskilda skäl, som beskrivs i *Miljöbalken 7 kap 18 §*, krävs då för att den nya planen ska kunna tillåta ökad bebyggelse närmare än 300 meter från stranden. Detta berör ett antal av de fastigheter som föreslås för ny eller utökad bebyggelse.

En diskussion om strandskyddet fördes under programarbetet. Då motiverades nya och utökade byggrätter med följande argument:

- Det är ett angeläget allmänt intresse att fler ges möjlighet att bo nära sjö och natur och befintlig infrastruktur.
- När det gäller sedan tidigare bebyggda tomter har marken där redan tagits i anspråk på ett sätt som gör att den saknar betydelse för strandskyddets syften.
- När det gäller sydvästra delen är det avskilt från stranden genom befintlig bebyggelse längs med och söder om strandvallen. Därmed innebär ny byggnation på tidigare

obebyggda tomter ingen försämring av tillgången till stranden. Det är dock viktigt att passager ned mot vattnet säkerställs.

- När det gäller de tidigare obebyggda tomterna i nordöstra delen längs Nordkroksvägen görs bedömningen att det inte skulle försämma tillgången till vattnet om dessa bebyggs. De obebyggda tomterna kan ses som luckor i ett i övrigt sammanbyggt stråk, men enligt programmet fyller dessa luckor ingen viktig funktion vare sig för tillgängligheten eller för växt och djurlivet. Den föreslagna detaljplanen säkerställer ändå en passage från Nordkroksvägen upp mot berget, vilket det framfördes önskemål om under programarbetet.

### Naturresevat och Natura 2000

Länsstyrelsen beslutade den 12 december 2007 att utvidga naturresevatet för Halle- och Hunnebergs branter. Beslutet ersatte Länsstyrelsens beslut den 25 januari 1982 att bilda detta naturresevat. De båda bergens rasbranter är även ett Natura 2000-område, efter regeringsbeslut som innebär att det har en särskild bevarandeplan (se *Bevarandeplan för Natura 2000-område*, Länsstyrelsen i Västra Götalands län 2005-12-20). Gränsen för planområdet ligger i nordöstra delen av planen nära eller tangerar naturresevatet/Natura 2000-området.

### Kulturhistoriskt värdefulla byggnader

Älvsborgs länsmuseum genomförde 1999 *Kulturhistorisk byggnadsinventering nr 46 för Vänersnäs och Västra Tunhems socknar*. Inventeringen redovisar tre kulturhistoriskt värdefulla byggnader inom området för den aktuella detaljplanen som också redovisas i planprogrammet. Vid ett uppföljande besök konstaterade Västarvets byggnadsantikvarie att en av dessa byggnader, på fastigheten Nordkroken 1:50, efter en renovering förlorat en betydande del av sitt kulturhistoriska värde. Dessutom identifierades vid besöket ytterligare några byggnader och byggnadsmiljöer inom detaljplanområdet som förtjänar att lyftas fram för sina kulturhistoriska värden.

### Fornlämningar

Enligt Riksantikvarieämbetets inventeringar finns vid Nordkrokens badstrand ett fornlämningsområde som sträcker sig in i kanten av detaljplanens område. I detaljplanen föreslås ingen byggnation inom detta område och planen bedöms inte påverka fornlämningsområdet.

## 3.3 Naturvärden

En naturvärdesinventering, se ref./4/ som underlag för detaljplanen har genomförts. I området finns naturvårdsintressanta arter, framförallt fåglar dock huvudsakligen kopplade till Väners vatten och stränder. Mindre hackspett har rapporterats inom området.

I övrigt finns inga naturvårdsintressanta eller skyddsvärda miljöer eller arter noterade inom undersökningsområdet.

Fyra objekt med naturvärden är avgränsade inom området, varav 3 (påtagligt naturvärde) utgör naturvärdesklass 3 och ett utgör naturvärdesklass 4 (visst naturvärde). Objekten utgörs av:

- Lövskog (klass 3) i väster med aldominerande sumpskog med bedömd rik mark artsammansättning.
- Lövskog (klass 3) i norr, björkdominerad.
- Betad blandskog (klass 4) med björk, hassel och asp samt tall, gran och bok. Stenrösen inom objektet.

- Bäckmiljö/lövskog (klass 3) med liten bäck som kan ha betydelse för fisk, trumma utgör partiellt vandringshinder.

Två rödlistade arter återfanns inom området, skogsalm och ask. Äldre och grövre träd saknas i undersökningsområdet.

## 4 Metodik

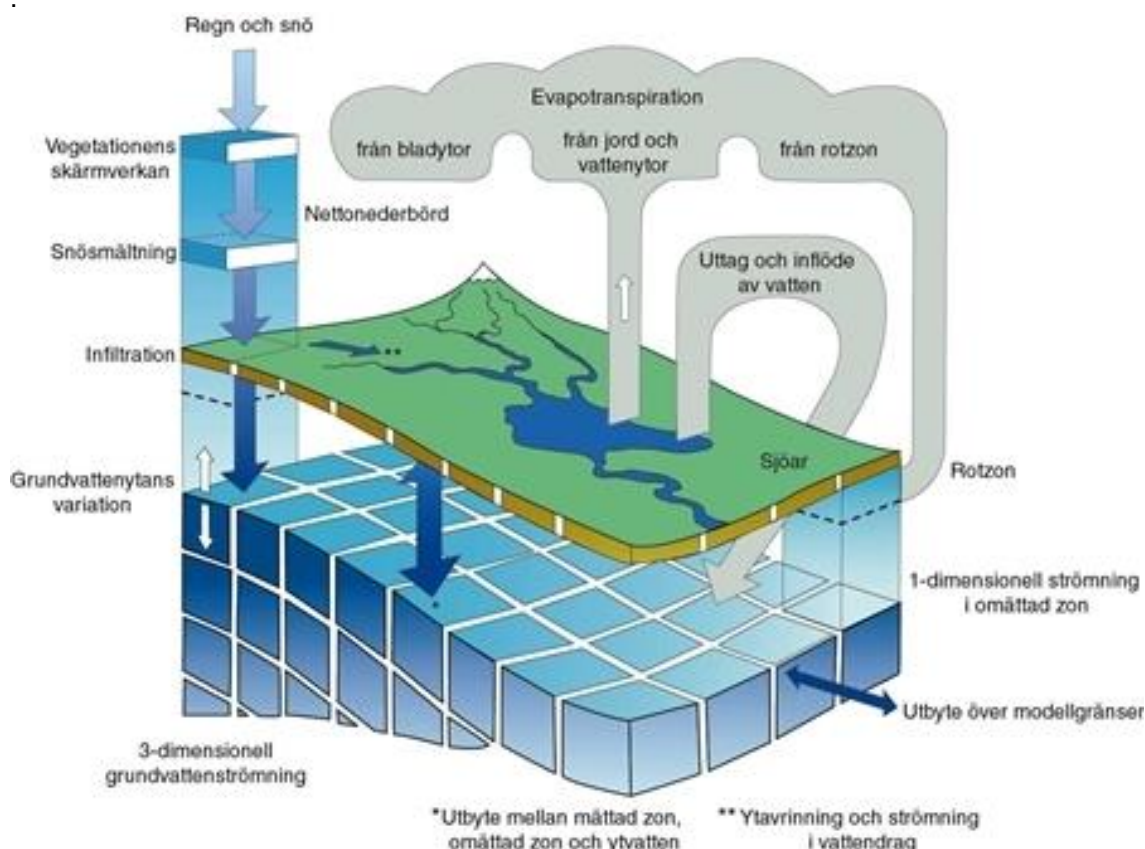
Utredningsmetodikerna baseras till stor del på analyser med en hydrogeologisk modell som har satts upp för området i modellverktyget MIKE SHE (se nedan). Modellen beskriver och beräknar alla huvudsakliga komponenter inom hydrogeologi, som nederbörd, avdunstning, avrinning, infiltration och grundvattenflöden.

Med modellbeskrivningen över området kan såväl helt naturliga förhållanden såväl som olika grader av exploatering, dräneringar, och andra utbyggnader beskrivas och vattenbalansen och avrinningen för dessa olika förhållanden studeras. Därmed kan konsekvenser av olika förslag, lösningar och åtgärder analyseras och värderas som underlag för slutligt föreslagen dagvattenlösning för området.

I detta avsnitt beskrivs underlaget som använts vid framtagandet av modellen, samt översiktligt hur modellverktyget MIKE SHE fungerar. Dessutom beskrivs de tre olika hydrologiska situationer som har utvärderats med modellen.

### 4.1 Modellverktyget MIKE SHE

MIKE SHE är ett numeriskt modellverktyg med vilket man kan simulera de landbaserade huvudprocesserna i det hydrologiska kretsloppet, det vill säga nederbörd, infiltration, avdunstning, samt vattenflöden på markytan och i den omättade respektive mättade zonen. Beräkningsalgoritmerna i MIKE SHE baseras på fysikaliska lagar, och indata kan varieras i både tid och rum. En illustration av de olika processerna som är inkluderade i modellverktyget visas i Figur 4-1. Beskrivning av modelluppsättning för Nordkrokens avrinningsområde ges i avsnitt 4.2



Figur 4-1 Beskrivning av modellverktyget MIKE SHE och de olika hydrologiska processer som ingår.

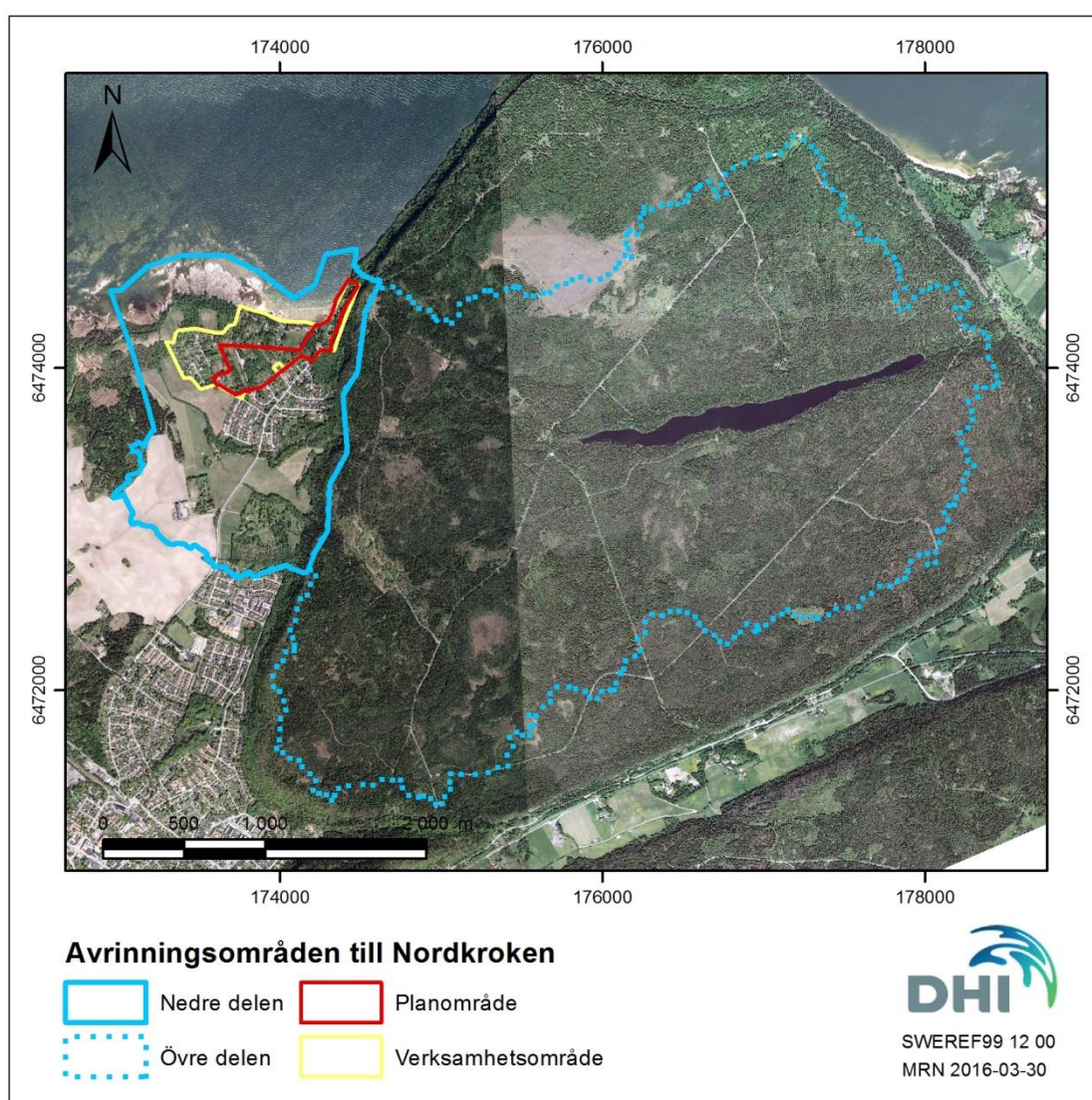


## 4.2 Beskrivning av underlag och indata till modellen

### 4.2.1 Avrinningsområde

Avrinningsområdet för ytvatten har avgränsats med hjälp av topografin (se punkt 4.2.2), och avrinningsområdet för grundvatten har antagits vara samma som för ytvatten. Två avrinningsområden har tagits fram, ett som inkluderar Halleberg och ett som endast inkluderar området nedanför branten. Det stora området har använts vid beräkningar av hela områdets hydrogeologi och för att kvantifiera flöden i Kvarntorpsbäcken samt över branten, och det nedre delområdet har använts för detaljstudier av dagvatten- och grundvattenflöden i befintligt och framtida bostadsområde.

Figur 4-2 visar avrinningsområdena.

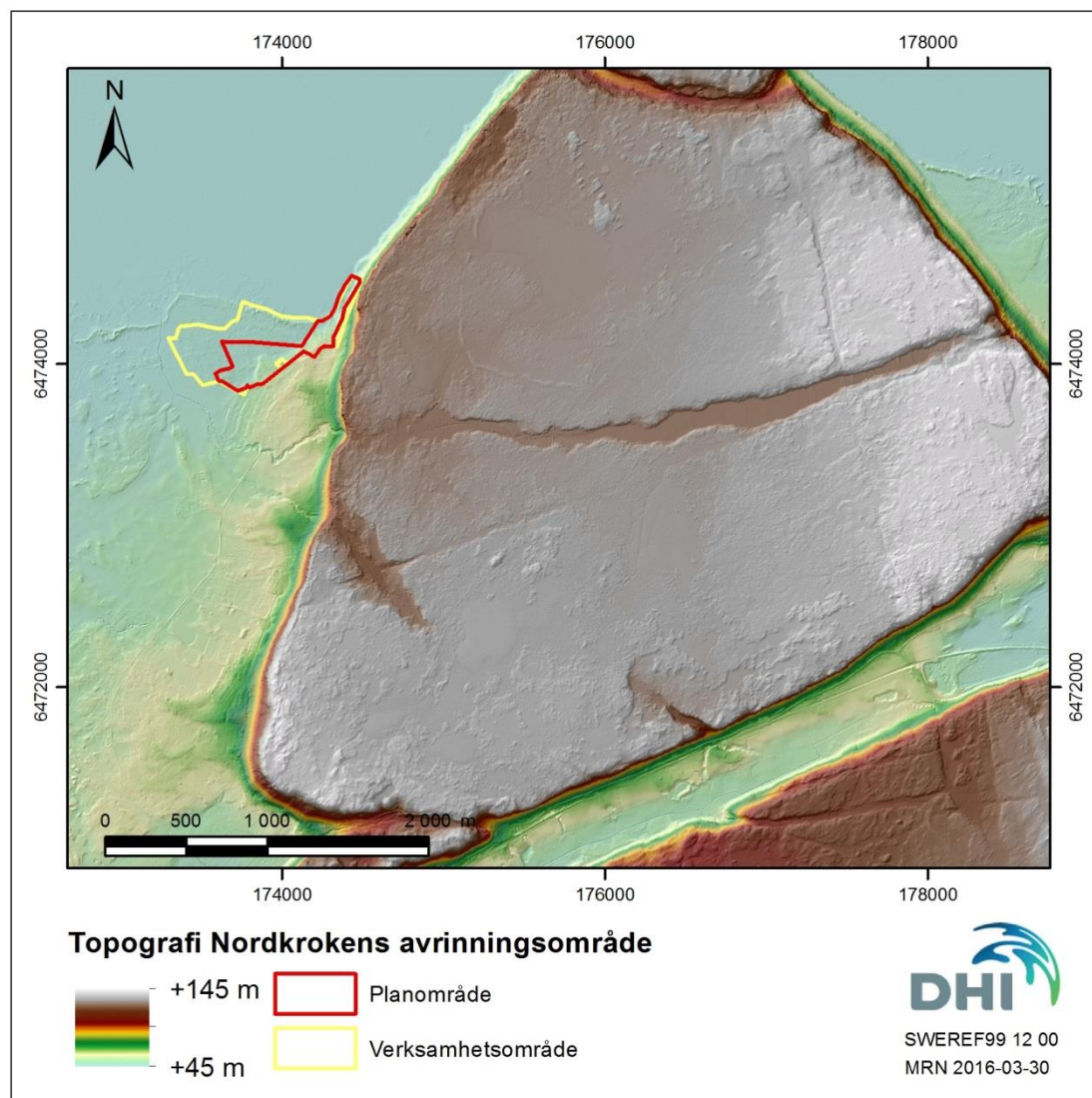


Figur 4-2. Avrinningsområden till Nordkroken.

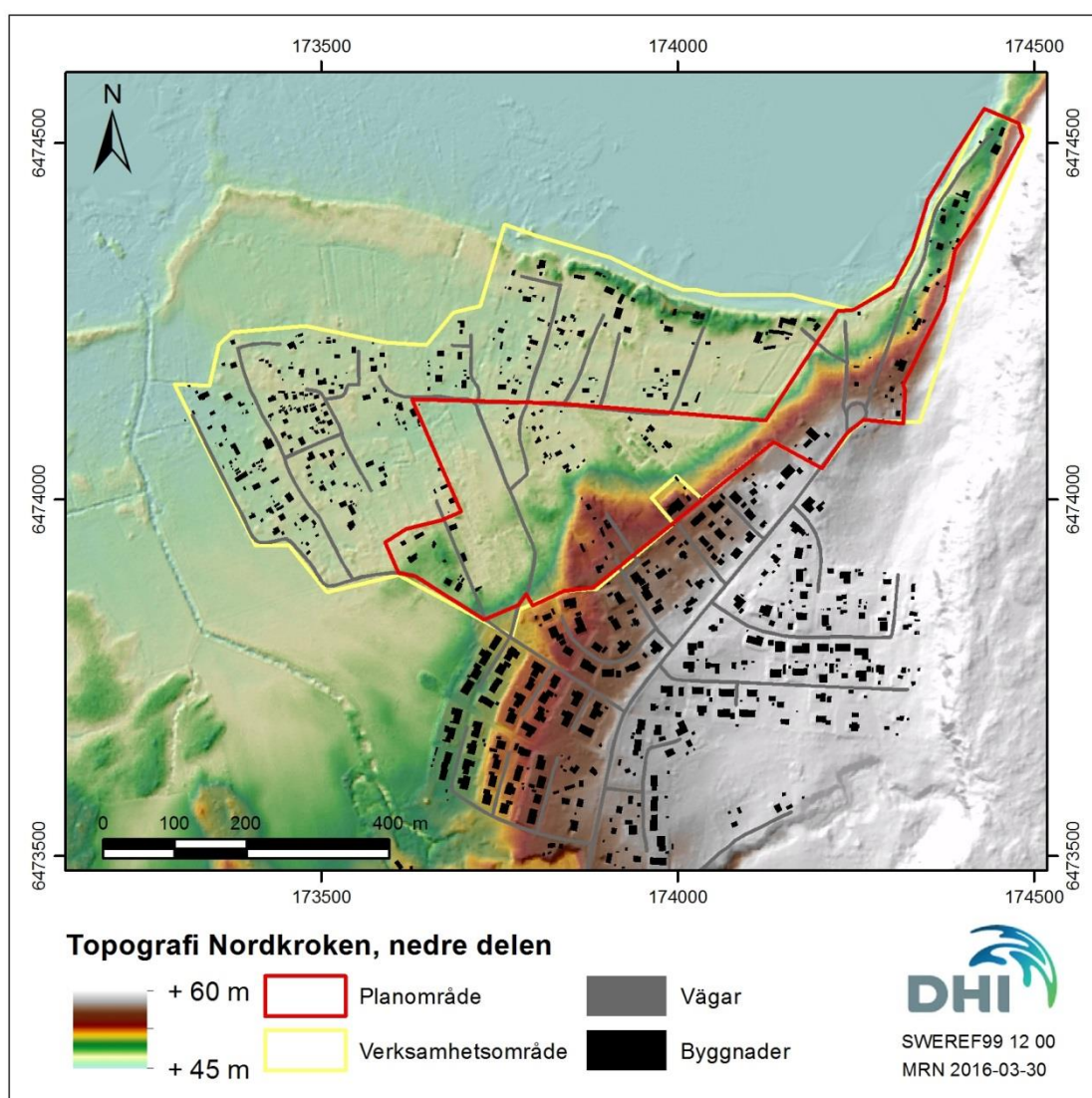


## 4.2.2 Topografi

Områdets topografi har hämtats från Lantmäteriets Nya nationella höjdmödel, som baseras på laserscannad höjddata med 2 m upplösning i horisontalld. Topografien illustreras i Figur 4-3, och utmärkande för avrinningsområdet är dels de stora höjdskillnaderna (från ca +150 m i öster till ca +45 m i nordväst) och den skarpa branten där Halleberg slutar. I utredningsområdet Nordkroken är lutningarna jämförelsevis väldigt, små, området är låglänt (+45 till +50 m), och mellan bebyggelsen och Vänern finns en vall längs med stora delar av stranden. En detaljbild över den lokala topografien kring Nordkroken visas i Figur 4-4.



Figur 4-3 Topografi inom Nordkrokens avrinningsområde

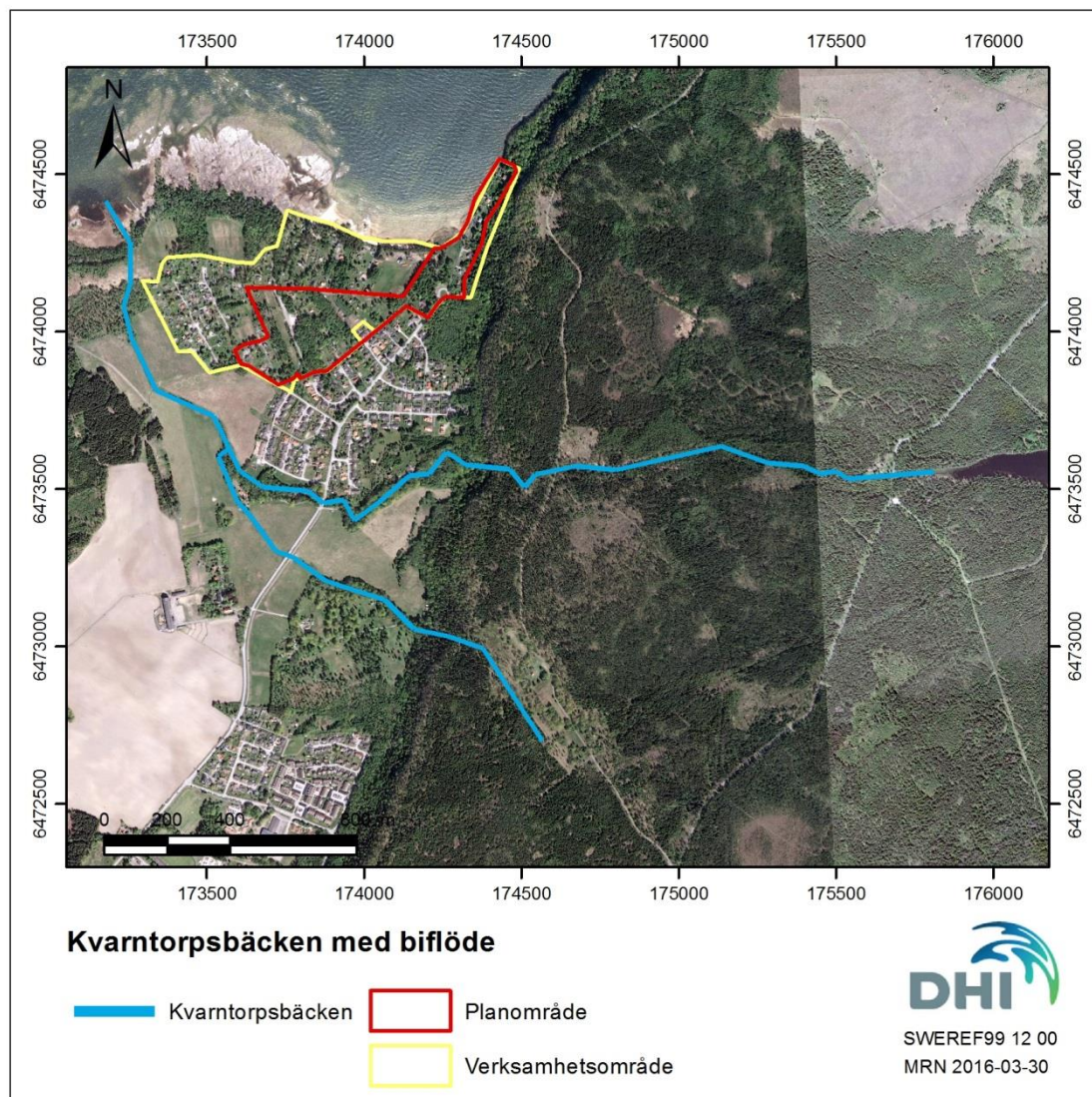


Figur 4-4 Topografi i den nedre delen av Nordkrokens avrinningsområde

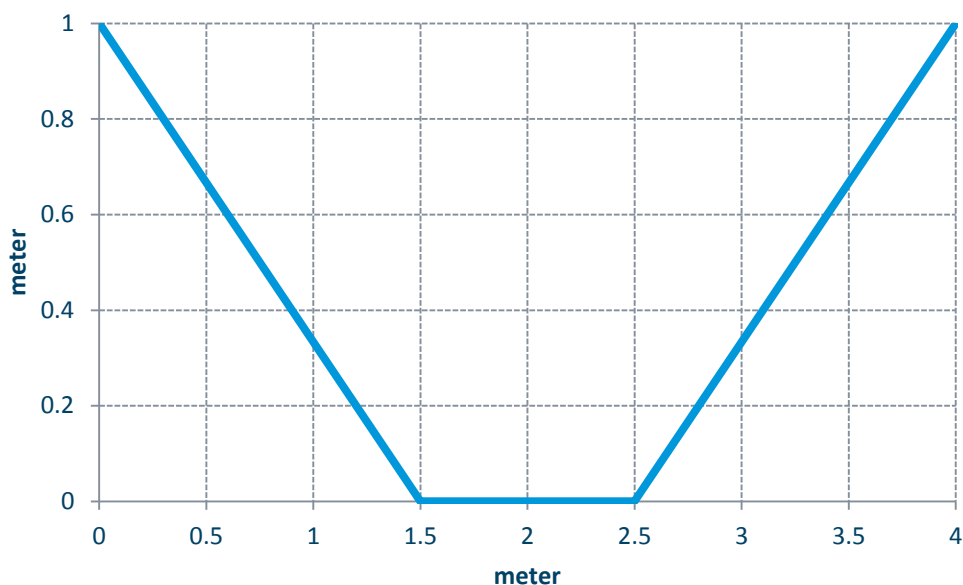
### 4.2.3 Kvarntorpsbäcken samt befintliga diken i Nordkroken

Kvarntorpsbäckens sträckning har lagts in baserat på dels underlag från primärkarta, där ytliga vattendrag finns inritade, samt ortofoto och höjddata. Huvudfåran är inlagd från Hallsjön ner till Vänern, därutöver är ett biflöde inlagt, enligt vad som visas i Figur 4-5. Några inmätningar av bäckfårans tvärsnitt har inte funnits tillgängligt, därför har ett tvärsnitt antagits baserat på höjddata (samma längs med hela bäcken). Tvärsnittet visas i Figur 4-6. Bäckens bottennivåer har antagits utifrån höjddata, och på vissa ställen modifierats manuellt för att få en jämnare lutning. En kulverterad sträcka har lagts in för biflödet, med antagen kulvertdiameter 3 m, och för huvudfåran har passagen under Nordkroksvägen antagits till ett rektangulärt tvärsnitt med bredd 4 m och höjd 1 m, vilket är baserat på en uppskattning gjord vid ett fältbesök 2016-01-19.





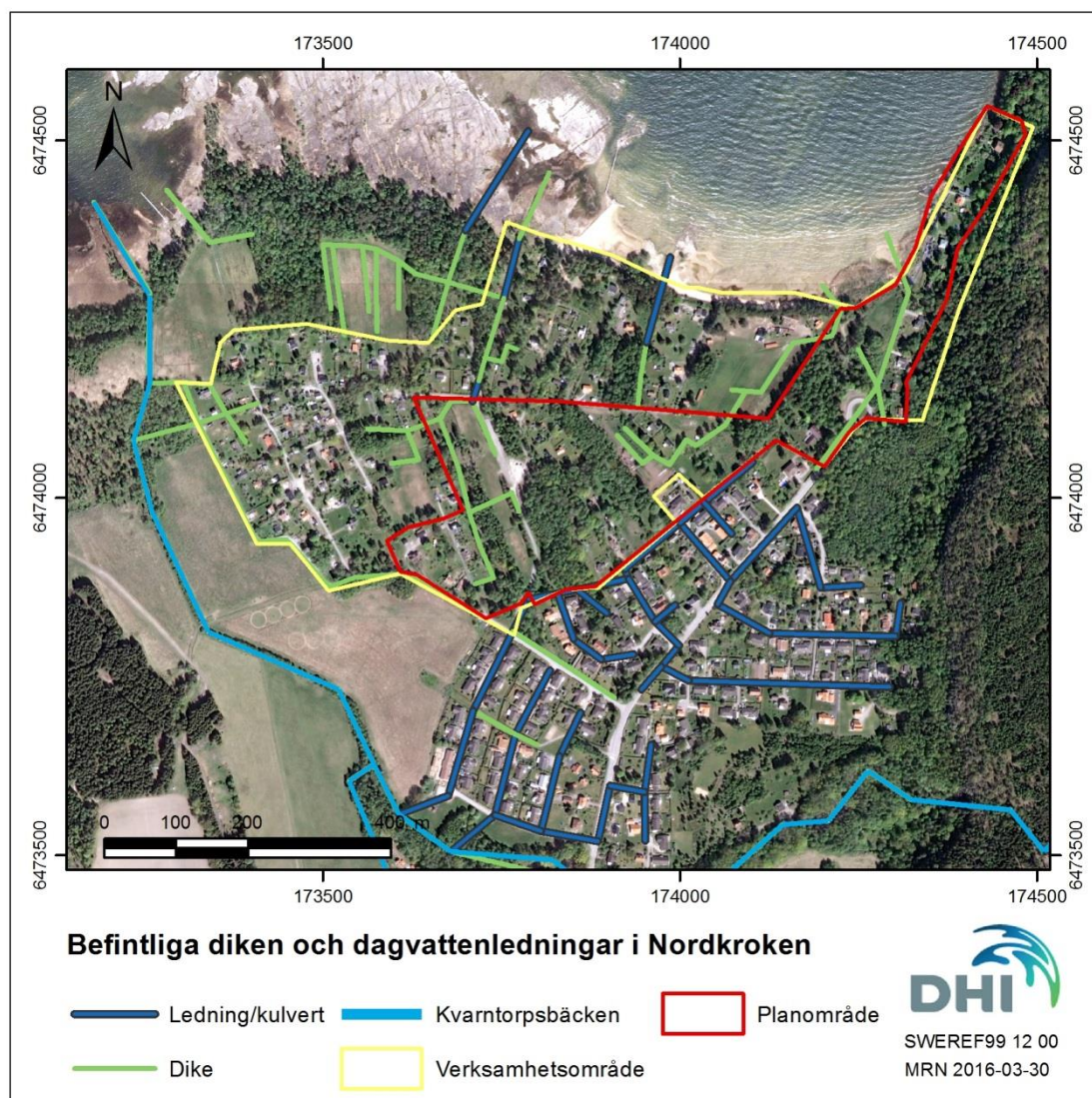
Figur 4-5 Kvarntorpsbäcken i Nordkroken, inklusive biflöde.



Figur 4-6 Antaget tvärsnitt för Kvarntorpsbäckens bottenfåra

Befintliga diken i Nordkoken har lagts in baserat på samma underlag som Kvarntorpsbäcken. Sträckningen för dessa samt för inlagda kulvertar och ledningar visas i Figur 4-7. Tvärsnitten för diken har antagits vara v-formade med en bredd  $B=1.0$  m i markytan och släntlutning  $S= 1:1$ . Kulvertar under vägar mellan diken inom det framtida verksamhetsområdet har antagits till dimensionen 500 mm baserat på ögonmått från fältbesök 2016-01-19, och sträckningar för kulvertar har också lagts in baserat på observationer från detta besök.

Befintliga dagvattenledningar i området i sydost har lagts in i modellen med utlopp till Kvarntorpsbäcken. Ledningarnas sträckning har baserats på underlag från kommunen, denna innehöll dock ingen information om nivåer eller dimensioner, varför en ledningsdiameter på 500 mm och ett djup på 1 m under marknivå antagits för samtliga ledningar.

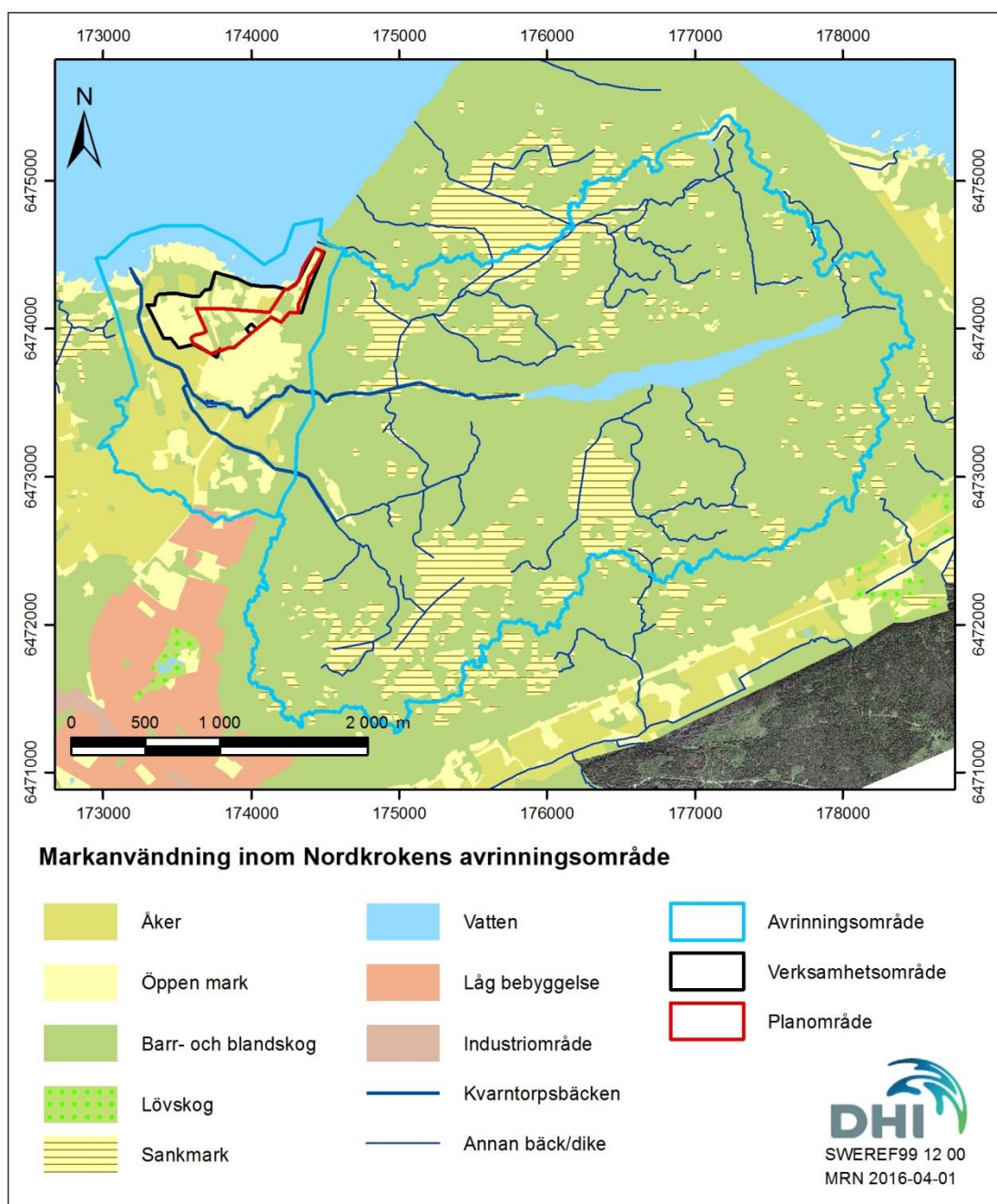


Figur 4-7 Kartbild över befintliga diken och dagvattenledningar i Nordkroken

#### 4.2.4 Markanvändning

Markanvändningen, dvs markens egenskaper och beskaffenhet påverkar hur infiltration och avdunstning beräknas, och har lagts in i modellen baserat på underlag från primärkartan. Figur 4-8 visar en karta över markanvändningen.

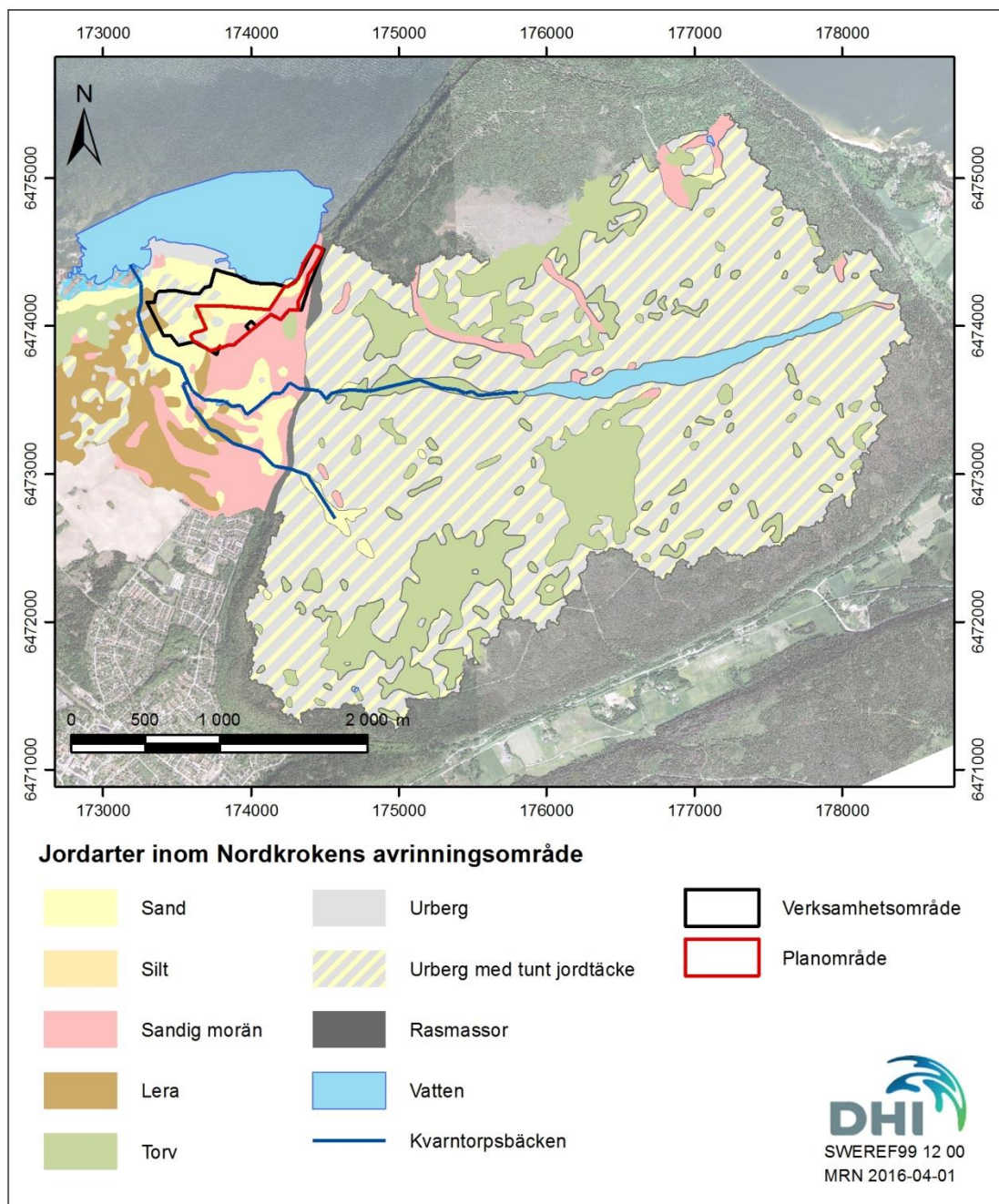




Figur 4-8 Markanvändning inom Nordkrokens avrinningsområde

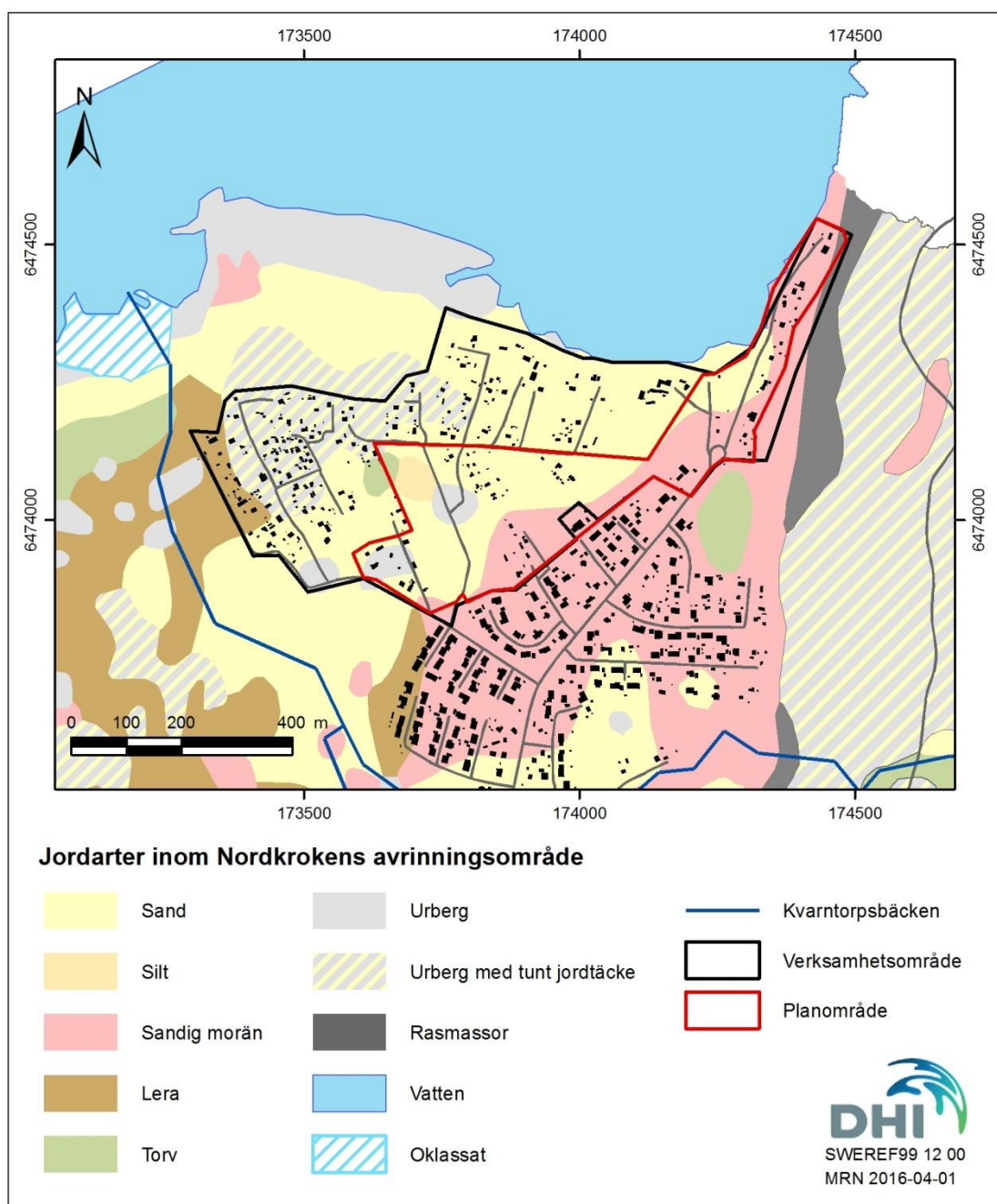
#### 4.2.5 Jordarter och berggrund

Jordartskarta från SGU har använts som underlag vid bedömning av jordarter och berggrund i området, och denna visas i Figur 4-9 (hela avrinningsområdet) och Figur 4-10 (detaljarta för nedre delen). För stora delar av Halleberg samt för ett mindre område inom Nordkroken karakteriseras jordlagret som tunt eller osammanhängande. I dessa områden har jorddjupet antagits till 0.5 m. I övrigt har jorddjupet antagits till 5 m, förutom i delarna väster om branten där jorddjupet antagits vara högre (baserat på muntlig kommunikation från kommunen, 2016-01-19). För områden där jordart anges till urberg har ett jorddjup på 0 m antagits (berg i dagen).



Figur 4-9 Jordarter inom Nordkrokens avrinningsområde





Figur 4-10 Jordarter i nedre delen av Nordkrokens avrinningsområde.

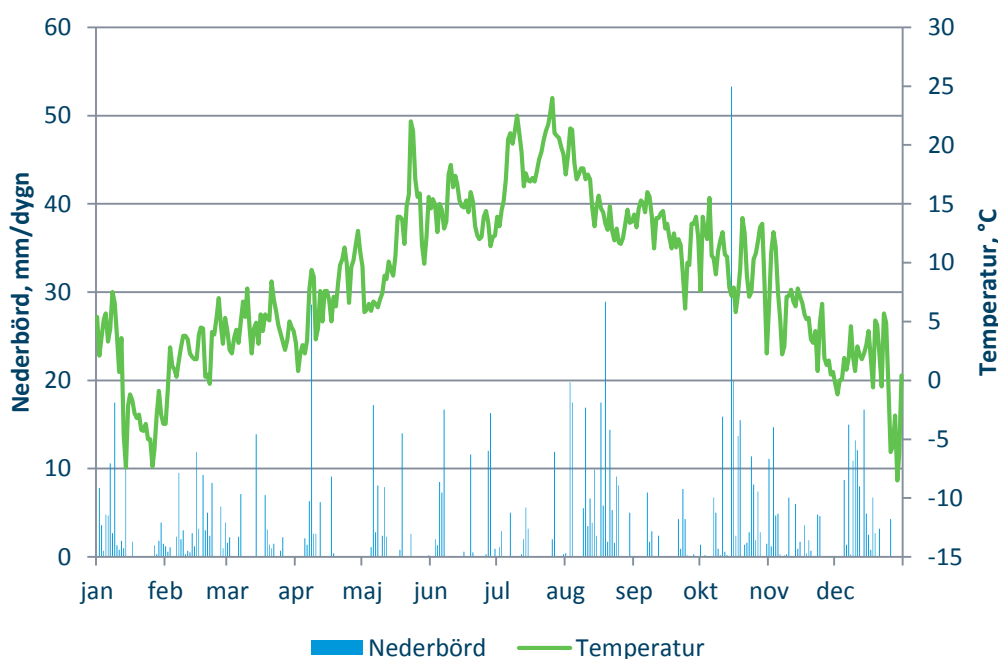
Därutöver har en sammanvägning gjorts av jordarterna i SGU:s karta till sju huvudsakliga jordartsklasser, vilka listas i Tabell 4-1. Här visas även de slutgiltigt antagna värdena på horisontell och vertikal konduktivitet (infiltrationskapacitet). Dessa värden har tagits fram baserat på standardiserade värden för olika jordarter, samt modifierats under utredningens gång baserat på preliminära modellberäkningar, med syftet att försöka beskriva grundvattenströmningarna så korrekt som möjligt i området. Eftersom inga uppmätta data eller tidsserier för grundvattennivåer har funnits att tillgå så har utvärderingen av modellresultaten för grundvattennivåer gjorts baserat på muntlig information om var det brukar bli blött och hur mycket vatten det då står. Av naturliga skäl är sådan information relativt oprecis och beräkningarna för grundvattennivåer innehåller därför ett visst mått av osäkerhet, som dock inte påverkar utredningens slutsatser och rekommendationer.

Tabell 4-1 Klassificering av jordarter samt antagna värden på horisontell och vertikal konduktivitet

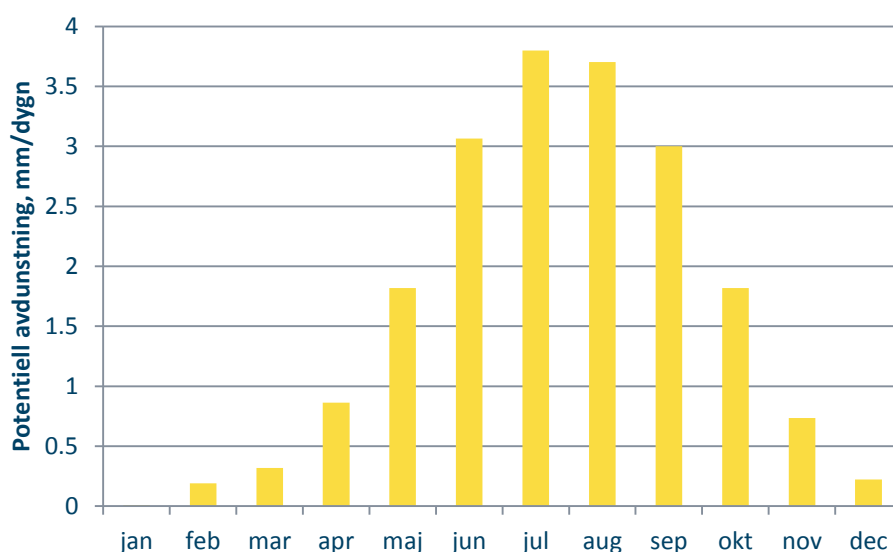
Jordart	Horisontell konduktivitet (m/s)	Vertikal konduktivitet (m/s)
Sand	$10^{-4}$	$10^{-4}$
Finsand	$5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$
Silt	$5 \cdot 10^{-6}$	$10^{-6}$
Morän	$5 \cdot 10^{-6}$	$10^{-6}$
Lera	$5 \cdot 10^{-7}$	$10^{-7}$
Torv	$3 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-7}$
Berg	$10^{-8}$	$10^{-8}$
Grus/vatten	$10^{-4}$	$10^{-4}$

#### 4.2.6 Meteorologisk indata

Tidsserier för temperatur och nederbörd (dygnsvärden) har hämtats från SMHI:s webbtjänst. I Figur 4-11 visas dessa serier för år 2014. Total nederbörd under 2014 är 1006 mm, och medeltemperatur för hela året 8.6 °C. Potentiell avdunstning (evapotranspiration) har antagits till 600 mm per år, fördelat på 12 månadsvisa medelvärden enligt Figur 4-12 nedan.



Figur 4-11 Nederbörd och temperatur (dygnsmedel) för Vänersborg under 2014.



Figur 4-12 Antagen potentiell evapotranspiration (avdunstning och transpiration) för Nordkroken.

Snösmältning har antagits ske med en hastighet på 2 mm per plusgrad och dygn.

Vänerns nivå har antagits till +44.64 m, vilket motsvarar medelvattennivån.

## 4.3 Hydrologiska situationer

För att utvärdera och kvantifiera dagvatten- grundvatten- och övriga vattenflöden inom Nordkroken har fyra olika hydrologiska situationer definierats.

Grunden för val av vilka hydrologiska situationer som studerats baseras på:

Klargöra vattenbalans och dagvattnets avledning i området vid hög resp låg grundvattennivå

Klargöra vattenbalans och dagvattnets avledning i området vid 10-års respektive 30-års regn vilka återfinns som riktlinjer för dimensionering av dagvattensystemet, se ref./6/.

Klargöra vattenbalans och dagvattnets avledning i området för dagvattensystemet vid skyfall, 100-års regn utifrån skydd av området/fastigheter mm..

Dessa beskrivs i listan nedan.

### 1. År 2014

För att bedöma områdets vattenbalans och vilka in- och utflöden som passerar genom området över ett år, samt för att bedöma om de antaganden som gjorts är rimliga, har beräkningar gjorts för hela avrinningsområdet (inklusive Halleberg) för ett helt år. För dessa beräkningar valdes år 2014, vilket dels var ett ovanligt blött år (1006 mm nederbörd), och dels hade en mycket torr sommar, och därmed kan anses representera både en torr och en blöt situation.

### 2. 10-årsregn på hösten

Ett typregn med återkomsttid på 10-år, med total volym 62 mm och varaktighet 24 h fördelat på 18 h med lägre intensitet och 6 h med högre intensitet, har lagts in i modellen i början på november när grundvattennivåerna är höga. Denna situation ligger till grund för att bedöma/dimensionera åtgärder relaterade till grundvatten.

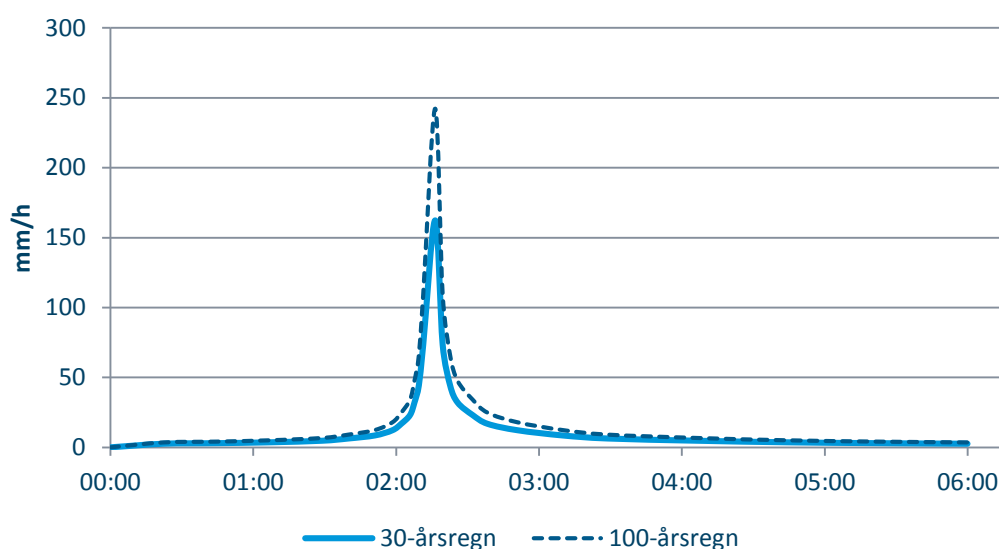
### 3. 30-årsregn på sommaren

Ett typregn med återkomsttid på 30-år, med total volym 58 mm och varaktighet 6h har lagts in i modellen i början på augusti när grundvattennivåerna är som lägst. Detta antas motsvara ett kraftigt sommarregn och ligger till grund för att bedöma/dimensionera åtgärder relaterade till dagvatten.

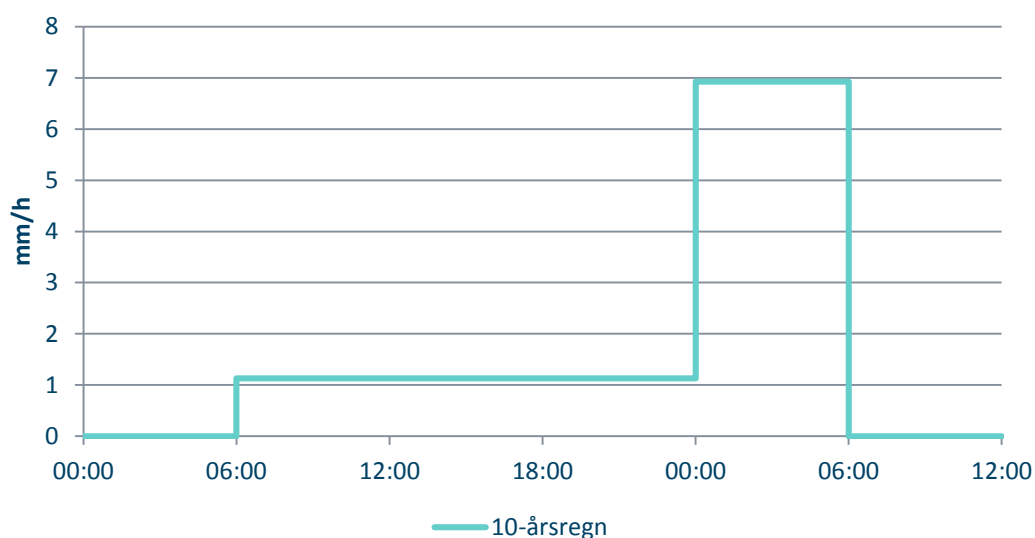
#### 4. 100-årsregn på sommaren

Ett typregn med återkomsttid på 100-år, med totalvolym 85 mm och varaktighet 6h, har lagts in i modellen i början på augusti när grundvattennivåerna är som lägst. Detta antas motsvara ett extremt skyfall och används inte som grund för dimensionering utan för att kontrollera effekterna vid denna typ ett extremt regn.

Figur 4-13 och Figur 4-14 visar intensitet som funktion av tid för de tre fiktiva regnen. En jämförelse av skalorna i de två figurerna visar tydligt den korta och intensiva karaktär som sommarregnen har jämfört med höstregnet.



Figur 4-13 Regnintensitet för dimensionerande typregn med 30 respektive 100 års återkomsttid och totalt 6 h varaktighet



Figur 4-14 Regnintensitet för dimensionerande typregn med 10 års återkomsttid och totalt 24 h varaktighet.





## 4.4 Utbyggnadsscenarier

För att kunna bedöma områdets hydrogeologiska förutsättningar, såväl för befintlig dagvattensituation som framtida situation, har tre olika modellversioner skapats som beskriver tre olika utbyggnadsscenarier. Dessa beskrivs nedan.

### A. Naturliga förhållanden.

Detta modellscenario beskriver oexploaterade förhållanden, dvs helt utan nuvarande bebyggelse, och omfattar både övre och nedre delen av avrinningsområdet

### B. Befintliga förhållanden

Detta modellscenario beskriver befintliga förhållanden, med befintlig bebyggelse och befintliga diken. Scenariot omfattar endast nedre delen av avrinningsområdet, och flöden från området ovanför branten hämtas från beräkningar med modell A.

### C. Framtida förhållanden

Detta modellscenario beskriver framtida förhållanden, inklusive utbyggt dagvattensystem inom verksamhetsområdet, samt planerad bebyggelse och förändrade marknivåer inom planområdet. Utökad bebyggelse utanför planområdet (utökade byggrätter) är inte inkluderade, men modellresultaten från detta scenario ligger till grund för att bedöma vilka möjligheter som finns att ge utökade byggrätter inom verksamhetsområdet.

## 5 Geohydrologisk beskrivning av Nordkroken

De geohydrologiska förutsättningarna för Nordkroken har beskrivits och bedömts med hjälp av beräkningsmodellen för de olika utvalda hydrologiska förhållanden och för både naturliga förhållanden (utan bebyggelse) och för befintliga förhållanden (inklusive bebyggelse). Resultaten från beräkningarna redovisas nedan och utgör grunden som det framtagna föreslagna framtida dagvattensystemet baseras på.

### 5.1 Naturliga förhållanden

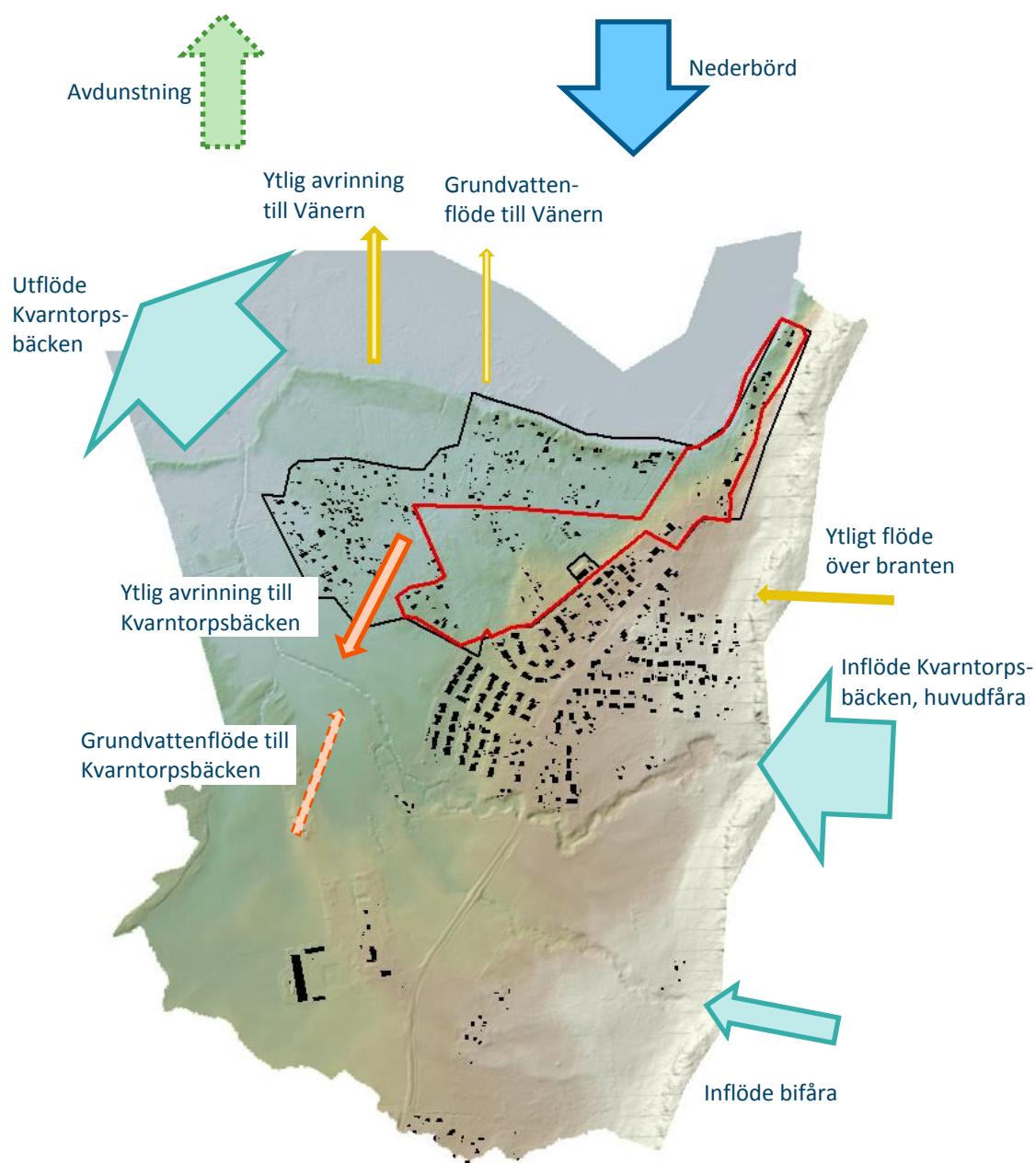
Modellscenariot (A) som beskriver naturliga förhållanden för hela avrinningsområdet, inklusive Halleberg, har använts för att beräkna en vattenbalans för hela år 2014, dvs vilka in- och utflöden som passerar genom området, hur stor andel av nederbörden som avdunstar, infiltrerar, mm och även hur stora flöden som Halleberg bidrar med till området nedanför branten.

I detta scenario är Kvarntorpsbäcken och biflödet inkluderade, men inga diken eller ledningar inom Nordkroken, inte heller någon bebyggelse.

Förutom en beräkning för hela år 2014 har modellen för utbyggnadsscenario A även körts för de tre regnen (10-årsregn, 30-årsregn och 100-årsregn) enligt beskrivningen i avsnitt 4.3, med syftet att bedöma hur stora flöden som sker över branten (via ytavrinning, grundvatten och i Kvarntorpsbäcken) för de tre situationerna, samt att bedöma de naturliga förhållandena för grund- och ytvatten inom verksamhetsområdet.

#### 5.1.1 Vattenbalans, in- och utflöden till Nordkroken

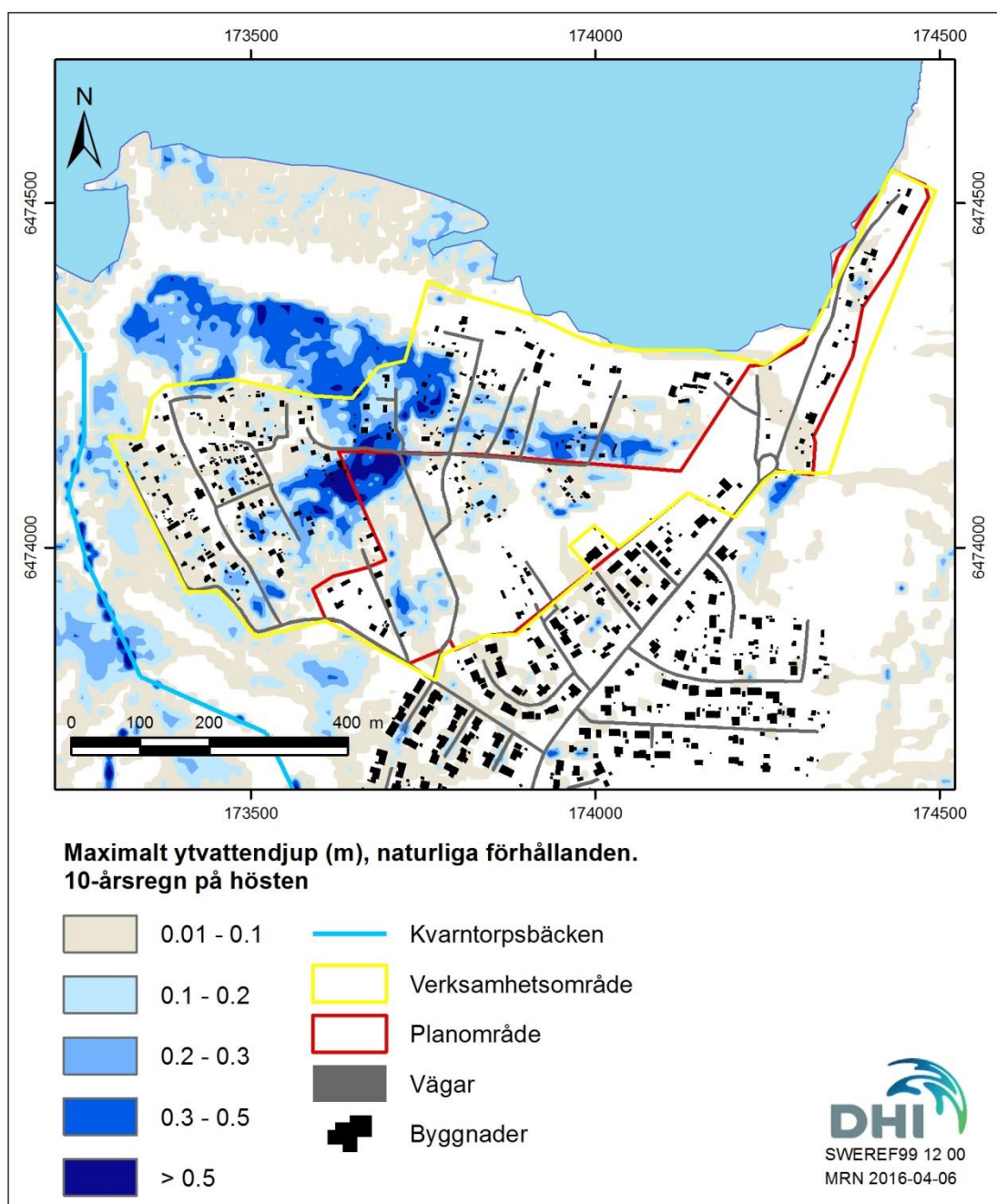
Figur 5-1 redovisar in- och utflöden till Nordkroken för scenario A, naturliga förhållanden. Pilarnas bredd är proportionell mot det ackumulerade flödet för 2014. Av den årliga nederbörd som faller över området avgår nära 60 % i avdunstning och transpiration. Omkring 30 % av nederbörden bildar yttlig avrinning, och resterande drygt 10 % bildar grundvatten som leds ut via Kvarntorpsbäcken eller direkt i Väneren. Inflödet från Halleberg kommer till allra största delen via Kvarntorpsbäcken, och det ackumulerade inflödet från Halleberg till Nordkroken är större än den totala nederbördsmängden över Nordkroken.



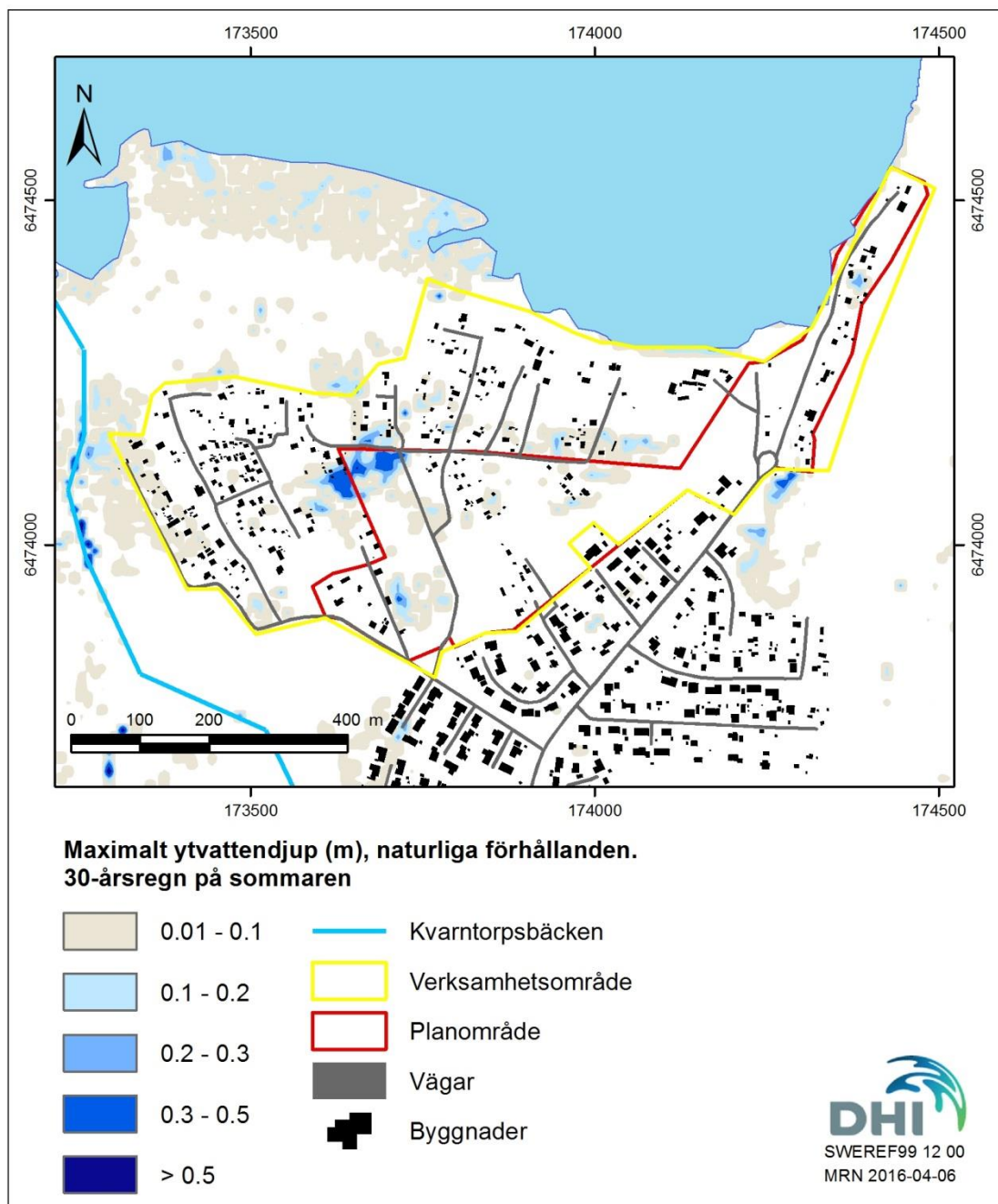
Figur 5-1. In- och utflöden till Nordkrokens avrinningsområde nedanför Halleberg för år 2014 och naturliga förhållanden. Pilarnas bredd är proportionell mot det ackumulerade flödet. Svart linje markerar verksamhetsområdet, röd linje planområdet. Befintlig bebyggelse är markerad i svart för orienteringens skull men är inte inkluderad i beräkningarna.

### 5.1.2 Grundvatten och ytvatten i Nordkroken under naturliga förutsättningar

Figur 5-2 - Figur 5-4 visar kartbilder med maximala beräknade ytvattendjup vid de tre olika regnsituationerna. Hus och vägar är inkluderade på kartan för att underlätta orienteringen, men bebyggelsen är inte inkluderad i modellberäkningarna för detta scenario.

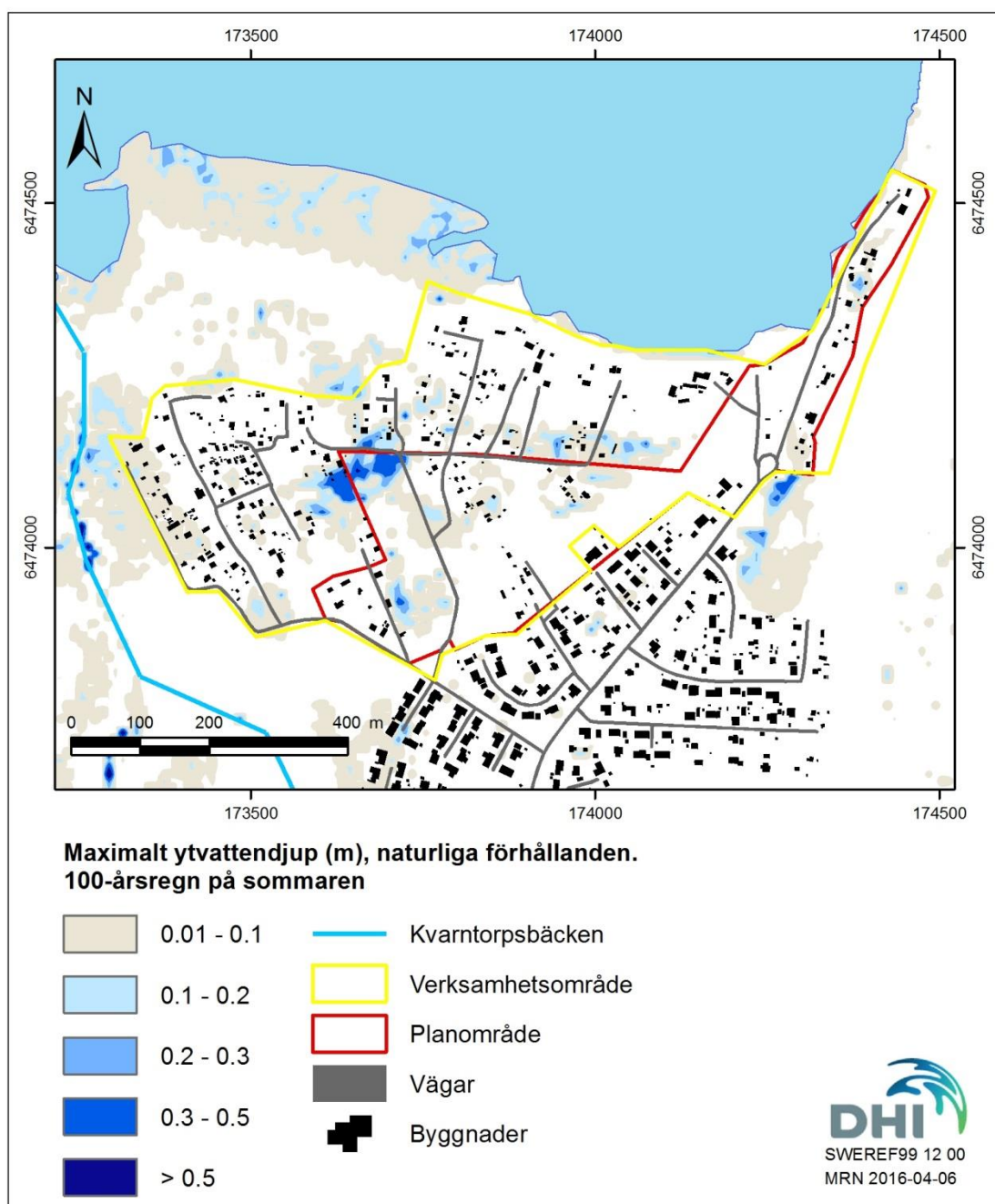


Figur 5-2. Beräknat maximalt ytvattendjup under naturliga förhållanden för ett 10-årsregn på hösten när grundvattennivåer är höga. Befintliga vägar och byggnader är markerade på kartan för orientering men dessa är inte inkluderade i beräkningen.



Figur 5-3 Beräknat maximalt ytvattendjup under naturliga förhållanden för ett 30-årsregn på sommaren när grundvattennivåer är låga. Befintliga vägar och byggnader är markerade på kartan för orientering men dessa är inte inkluderade i beräkningen.





Figur 5-4. Beräknat maximalt ytvattendjup under naturliga förhållanden för ett 100-årsregn på sommaren när grundvattennivåer är låga. Befintliga vägar och byggnader är markerade på kartan för orientering men dessa är inte inkluderade i beräkningen.

Figur 5-2 visar att stora ytor blir översvämmade vid ett 10-årsregn på hösten vid naturliga förhållanden. Ytvattnet är till stor del grundvatten som står över markytan, i detta scenario finns inga diken inlagda utan enda utloppet till Vänern är Kvarntorpsbäcken. Vallarna i norr hindrar ytvattnet från att rinna ut från området, och den lerhaltiga jorden i väster bidrar till att grundvattenflödet ner mot Kvarntorpsbäcken blir begränsat.

Vid de två sommarregnen (Figur 5-3 och Figur 5-4) är översvämningarna betydligt mindre. Grundvattennivåerna är då förhållandevis låga, och stora delar av regnvolymen kan infiltrera i marken. En tydlig ansamling av vatten sker i de centrala delarna av verksamhetsområdet, och planområdets nordvästra hörn, vilket beror på att det är ett instängt låglänt område.

## 5.2 Befintliga förutsättningar (B)

Modellen som beskriver Nordkroken med befintliga förutsättningar – inklusive existerande dagvattenledningar, diken, kulvertar och bebyggelse – är upprättad för den nedre delen av avrinningsområdet, nedanför Hallebergets brant. Inflöden till området från branten, både ytlig avrinning, grundvattenflöde och flöde i Kvarntorpsbäcken, har hämtats från modellberäkningarna för naturliga förhållanden (A).

Detta utbyggnadsscenario har körts för de tre regnen (10-årsregn, 30-årsregn och 100-årsregn) men inte för hela år 2014. Syftet med beräkningarna har varit att bedöma behov, omfattning och utformning av åtgärder inom verksamhetsområdet och planområdet för att på så sätt kunna utforma ett förslag till hantering av dagvatten och ytvatten.

### 5.2.1 In- och utflöden i befintligt område

Inflödet till området från Halleberg är lika stort som vid oexploaterade förhållanden, men flödena inom området är annorlunda fördelade. Dagvatten (dvs avrinning från hårdgjorda ytor) är större, på grund av bebyggelsen, och flödet av grundvatten och ytvatten ut från området är snabbare på grund av de diken som anlagts inom Nordkroken. I Tabell 5-1 visas en sammanställning över flöden in och ut från området nedanför branten, för scenario A (naturliga förhållanden) och scenario B (befintliga förhållanden).

Tabell 5-1 Sammanställning av in- och utflöden till Nordkroken under och efter kraftiga regn, vid naturliga förhållanden respektive befintliga förhållanden.

Flöde (ackumulerat över 48 h från regnstart)	10-årsregn Scenario A	10-årsregn Scenario B	30-årsregn Scenario A	30-årsregn Scenario B
Nederbörd	67 mm	67 mm	58 mm	58 mm
Ytavrinning gröna ytor	15 mm	25 mm	2 mm	2 mm
Ytavrinning hårda ytor (dagvatten) samt dränvatten	0 mm	3 mm	0 mm	2 mm
Infiltration och grundvattenbildning	39 mm	31 mm	47 mm	44 mm
Kvar som ytvatten (översvämning) i området	13 mm	7 mm	4 mm	4 mm
Övrigt (avdunstning, avrundningsfel mm)	0 mm	1 mm	5 mm	6 mm

Tabellen visar att ytavrinningen förbättras väsentligt vid befintliga förhållanden jämfört med naturliga, när möjligheterna att infiltrera är begränsade, det vill säga vid 10-årsregnet. Detta är en effekt av de diken som är inkluderade i beskrivningen för befintliga förhållanden. Resultatet blir att ytliga översvämningar minskar. Vid torra förhållanden (30-årsregnet), när infiltrationsmöjligheterna är goda, syns ingen skillnad i avrinning från gröna ytor mellan befintliga och naturliga förhållanden, inte heller i hur stor andel av nederbörden som skapar ytlig översvämning. Den tydligaste skillnaden här är att en liten andel av nederbörden avgår som dagvatten istället för att infiltrera till grundvattnet.

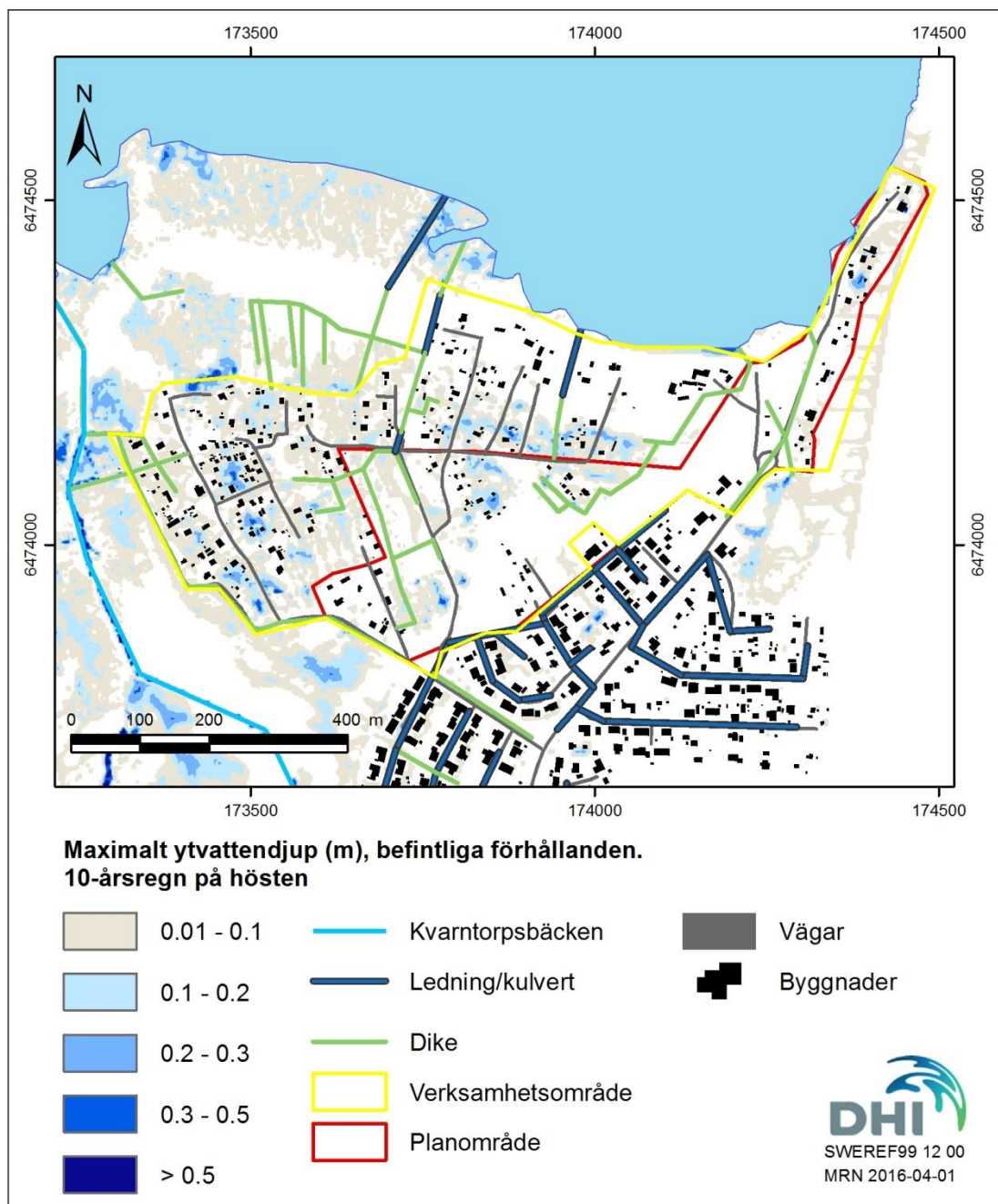
## 5.2.2 Ytvatten- och grundvattennivåer i befintligt område

Figur 5-5 - Figur 5-7 visar beräknade maximala ytvattendjup för befintliga förhållanden i Nordkroken och de tre hydrologiska situationerna som beskrivs i avsnitt 4.3

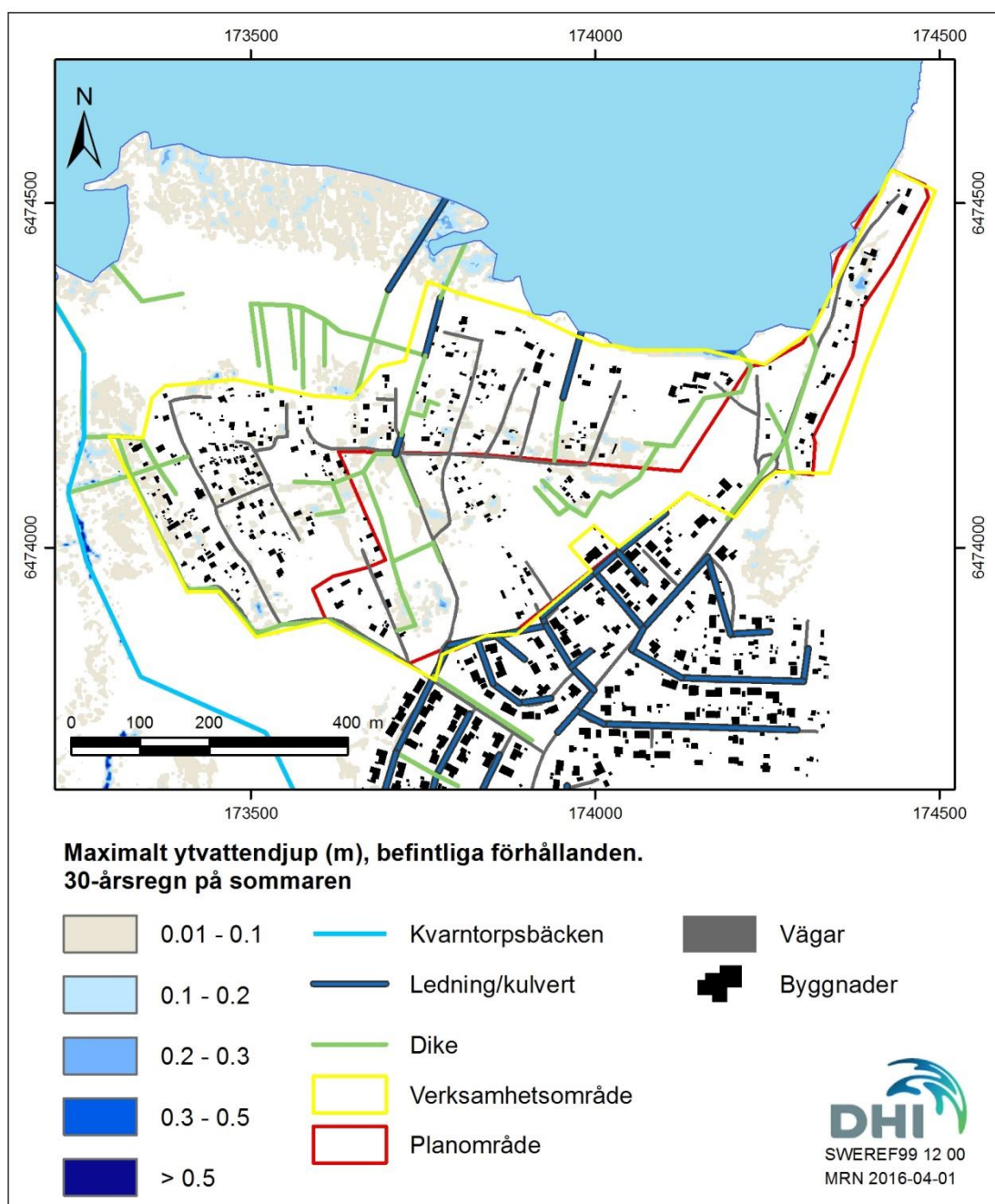
I jämförelse med resultaten för naturliga förhållanden syns en tydlig minskning av ytvattendjup för alla tre regn, i synnerhet för situationen med 10-årsregn på hösten. Detta är i huvudsak en effekt av de befintliga diken i området, som skapar avledningsvägar för ytvatten och även har en dränerande funktion.

Dikena, som i enlighet med beskrivningen i avsnitt 4.2.3 har antagits vara 0.5 m djupa och 1 m breda, har generellt sina högsta flöden och nivåer vid 10-årsregnet när grundvattennivåerna är höga. Detsamma gäller för Kvarntorpsbäcken. Figur 5-8 - Figur 5-10 visar längdprofiler för tre huvudsakliga dikesstråk.

Sammantaget visar kartbilderna och dikenas längdprofiler att det nuvarande dikessystemet har en viktig funktion när det gäller att avleda grundvatten som står i eller mycket nära markytan.

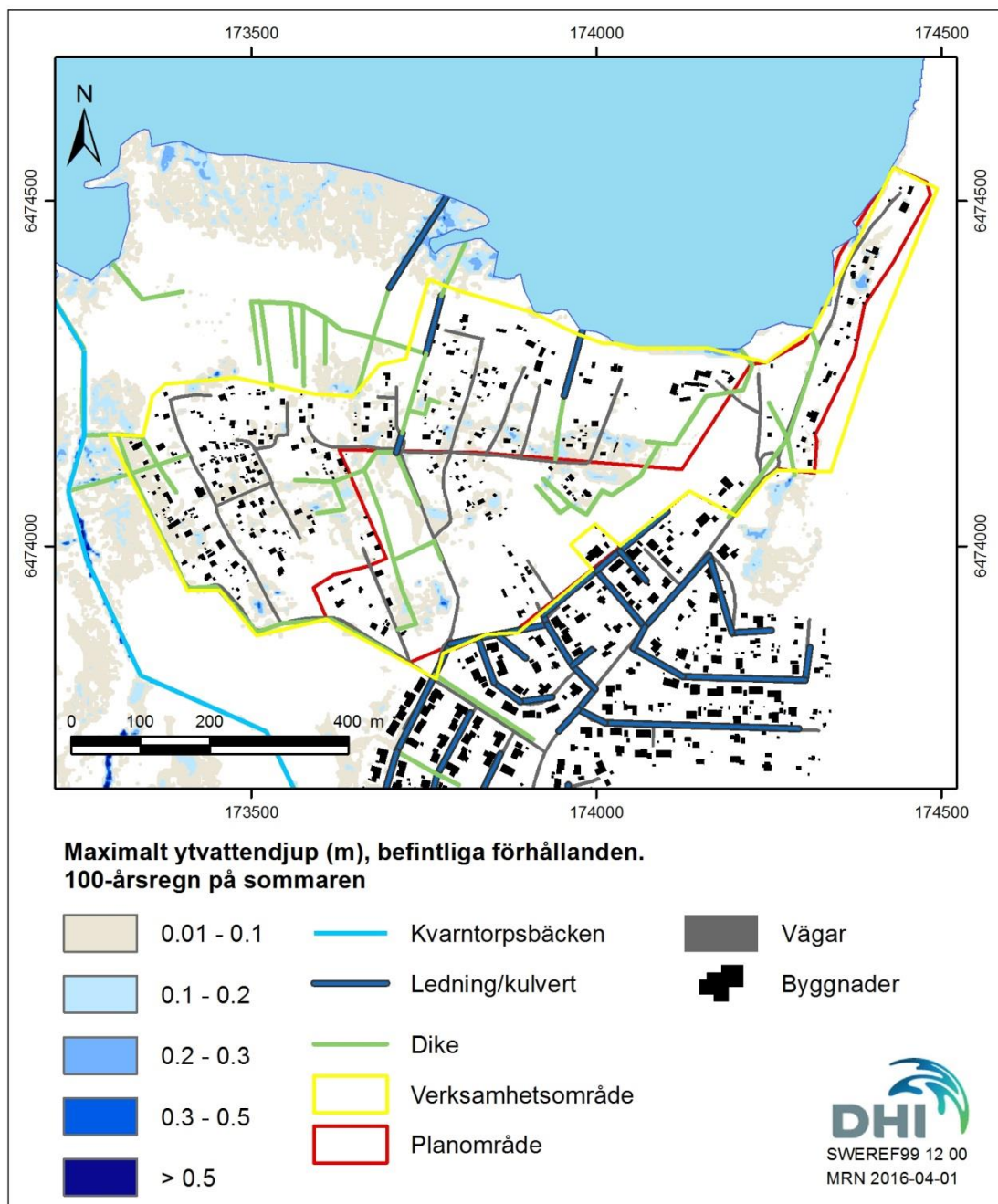


Figur 5-5. Beräknat maximalt ytvattendjup under befintliga förhållanden för ett 10-årsregn på hösten när grundvattennivåer är höga.

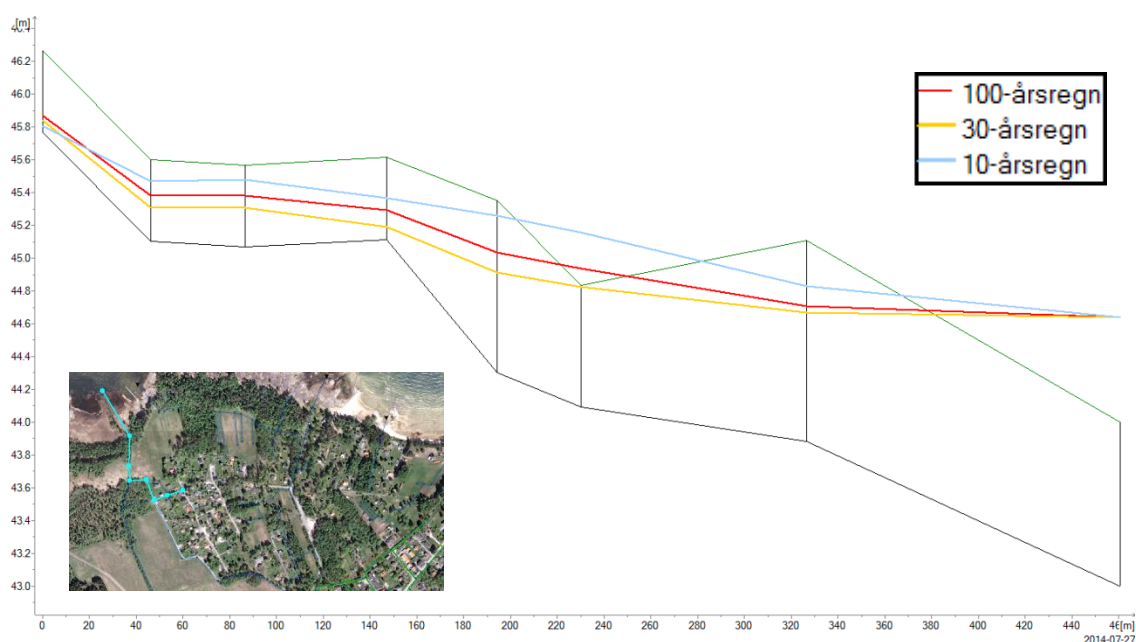


Figur 5-6. Beräknat maximalt ytvattendjup under befintliga förhållanden för ett 30-årsregn på sommaren när grundvattennivåer är låga.

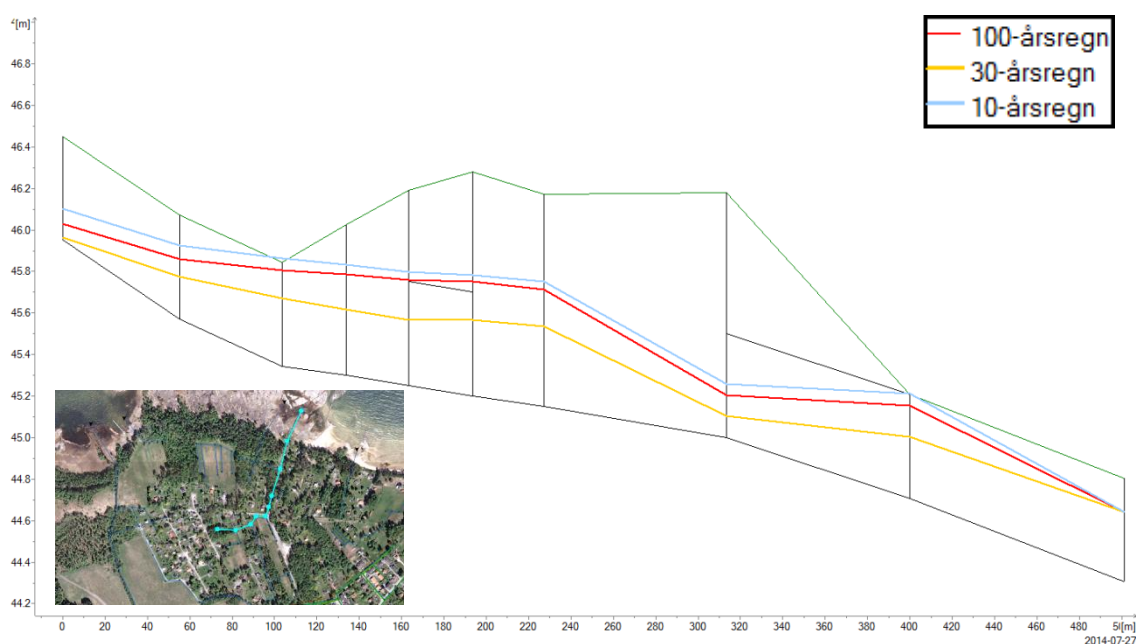




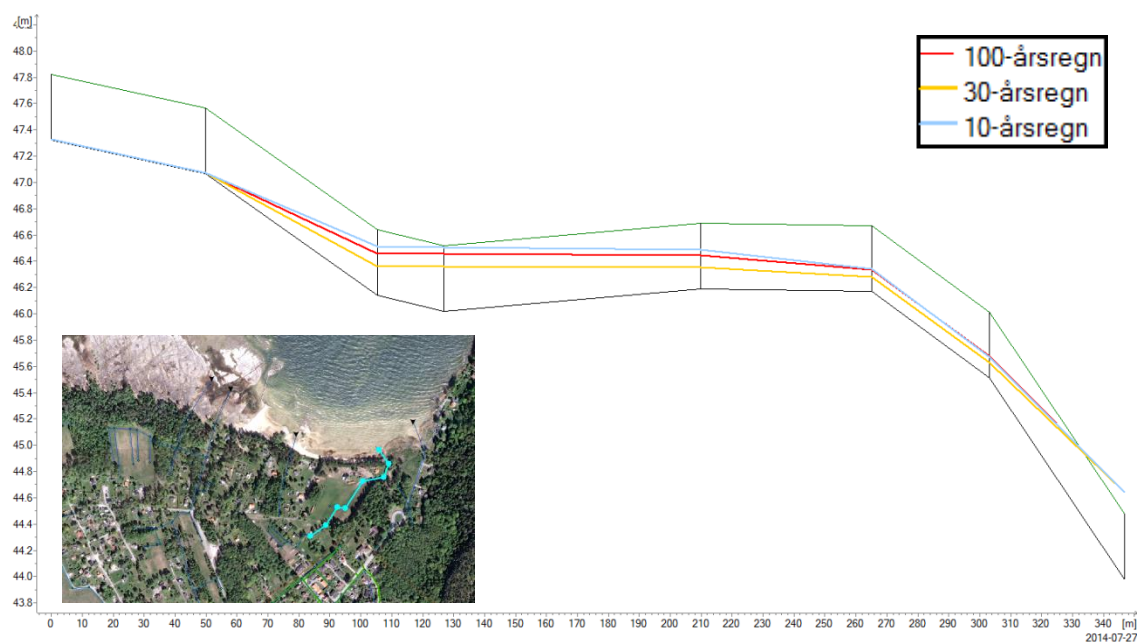
Figur 5-7. Beräknat maximalt ytvattendjup under befintliga förhållanden för ett 100-årsregn på sommaren när grundvattennivåer är låga.



Figur 5-8. Beräknade maximala nivåer i dikessträcka 1, västra verksamhetsområdet (se infälld kartbild, turkos markering visar aktuell sträcka). Dikets botten är inritat med svart linje, marknivå med grön linje. Röd, orange och blå linje visar maximala nivåer i diket/bäcken vid de tre olika regnsituationerna (30- och 100-årsregn sommartid och 10-årsregn under senhösten).



Figur 5-9. Beräknade maximala nivåer i dikessträcka 2, centrala verksamhetsområdet (se infälld kartbild, turkos markering visar aktuell sträcka). Dikets botten är inritat med svart linje, marknivå med grön linje. Röd, orange och blå linje visar maximala nivåer i diket/bäcken vid de tre olika regnsituationerna (30- och 100-årsregn sommartid och 10-årsregn under senhösten).



Figur 5-10. Beräknade maximala nivåer i dikessträcka 3, östra verksamhetsområdet (se infälld kartbild, turkos markering visar aktuell sträcka). Dikets botten är inritat med svart linje, marknivå med grön linje. Röd, orange och blå linje visar maximala nivåer i diket/bäcken vid de tre olika regnsituationerna (30- och 100-årsregn sommartid och 10-årsregn under senhösten).

## 6 Förslag till framtida hantering av markvatten, grundvatten och dagvatten

Ett förslag för framtida hantering av markvatten, grundvatten och dagvatten har tagits fram baserat på beräkningsresultaten för befintliga förhållanden. Det framtida systemet har lagts in i beräkningsmodellen för att utvärdera systemets funktion vid olika regn och grundvattennivåer. Modellen har även kompletterats med de förändringar som detaljplanen väntas ge upphov till i form av utökad bebyggelse och lokal höjning av marken.

### 6.1 Beskrivning av övergripande förslag

Med utgångspunkt i Nordkrokens geohydrologiska förutsättningar samt beräkningsresultaten för de befintliga förhållandena föreslås ett system för dagvattenhantering som baseras i första hand på fördjupning och förlängning/förtätning av den befintliga dikesstrukturen. Öppna dagvattensystem har generellt en bättre kapacitet att avleda dagvatten än ledningar under mark, i synnerhet vid högre flöden där kapaciteten kan utgöra ett problem. De har dessutom en ytvattendrainerande funktion i de fall där översvämning erhålls på grund av utströmmande grundvatten, vilket är en fördel då det i Nordkroken tidvis är grundvatten snarare än regnvatten som skapar översvämningar. En jämförelse mellan beräkningsresultaten för befintliga förhållanden och naturliga förhållanden visar att de diken som finns i området idag har en tydligt förbättrande effekt när det kommer till att minska omfattningen av ytliga översvämningar vid kraftiga regn och höga grundvattennivåer.

Alternativet med anläggande av konventionellt ledningssystem under mark innebär tekniska utmaningar i ett område med Nordkrokens karaktär, sannolikt krävs pumpning från fastigheter och systemet blir känsligare för kraftiga regn och höga nivåer, över dimensionerande krav. Det bedöms därmed också bli ett betydligt dyrare alternativ.

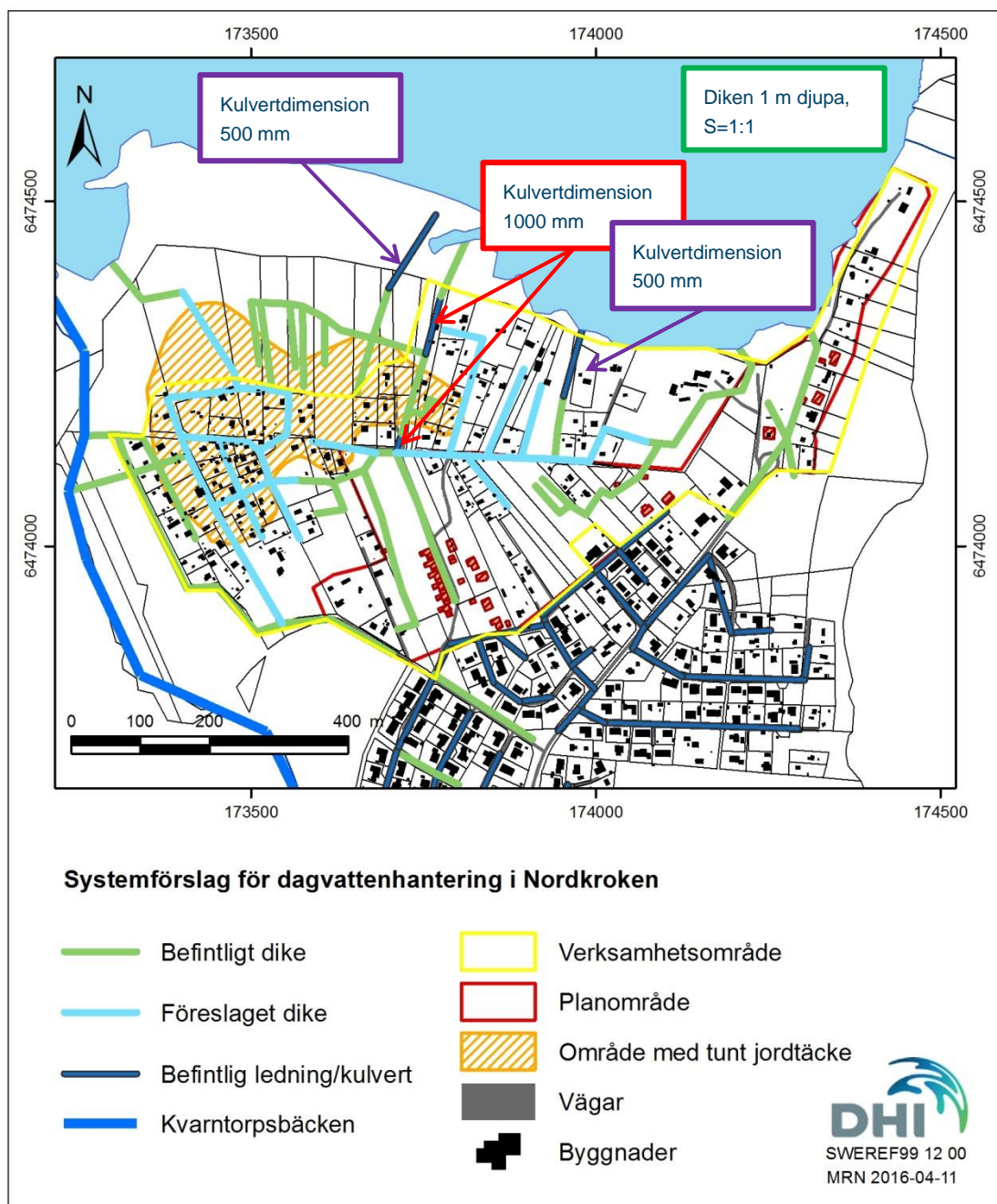
Den föreslagna framtida dikesstrukturen redovisas i Figur 6-1. Befintliga diken, som har antagits ha ett triangulärt V-format tvärsnitt med djupet 0.5 m och släntlutning 1:1, föreslås breddas och fördjupas så att de får djupet 1 m och släntlutning 1:1. Nya diken föreslås få samma dimensioner. Någon detaljerad projektering av möjliga dikesbredder har inte gjorts, men i avsnitt 6.2.2 diskuteras var i systemet kapacitetsbegränsning kan tänkas vara ett problem, och var det sannolikt är möjligt att anlägga smalare diken utan att det får negativa konsekvenser. Två av de befintliga kulvertarna som ligger centralt i området i det stråk där utflödet är störst (förutom i Kvarntorpsbäcken), föreslås få en utökad dimension för att inte begränsa utflödet, dessa är markerade i Figur 6-1.

Liksom för diken i modellen för befintlig situation så har dikesdjupet på några ställen (där markytan ligger lite högre) utökats för att diken ska luta åt rätt håll och inte ligga med bakfall. Nya diken har i första hand anlagts längs med vägar, samt längs med fastighetsgränser i de områden där beräkningsresultaten för befintlig situation visar på risk för ytlig översvämning.

I delar av verksamhetsområdet är jordtäcket tunt och/eller osammanhängande enligt jordartskartan från SGU. I dessa områden är det osäkert om det går att skapa 1 m djupa diken utan att spränga. Med anledning av detta har två alternativa förslag tagits fram. Det första förslaget, "Alternativ 1", som har testats med modellberäkning (resultat redovisas i avsnitt 6.2) innebär att de föreslagna diken endast är 0.5 m djupa (v-formade och med släntlutning 1:1) i de områden som anges ha tunt jordtäck, dvs detta förslag utgår från att sprängning inte ska utföras. Det andra förslaget innebär att alla diken får djupet 1 m (v-formade och med släntlutning 1:1, och utgår från att sprängning behövs i de områden där jordtäcket är tunt). Det sistnämnda förslaget, "Alternativ 2", har inte testats med modellberäkningar, men en diskussion kring vilken betydelse de utökade dikesdjupen kan ha för resultaten finns i avsnitt 6.3.2.

För befintliga ledningar har föreslagits och beräkningarna baseras på dimensioner enligt fig 6-1.





Figur 6-1 Systemförslag för dagvattenhantering i Nordkroken. Gröna linjer visar befintliga diken, dessa föreslås fördjupas och breddas så att de är 1 m djupa med släntlutning 1:1. Ljusblå linjer visar föreslagna diken som syftar till att sammanlänka befintlig dikesstruktur samt att avleda vatten från de områden där diken inte finns idag. Dessa föreslås också få 1 m djup och släntlutning 1:1. Inom det orangemarkerade området är jordtäcktet tunt och här kan eventuellt sprängning behövas om diken ska kunna bli 1 m djupa. Två alternativa förslag för detta område har därför tagits fram, se avsnitt 6.2 och 6.3.

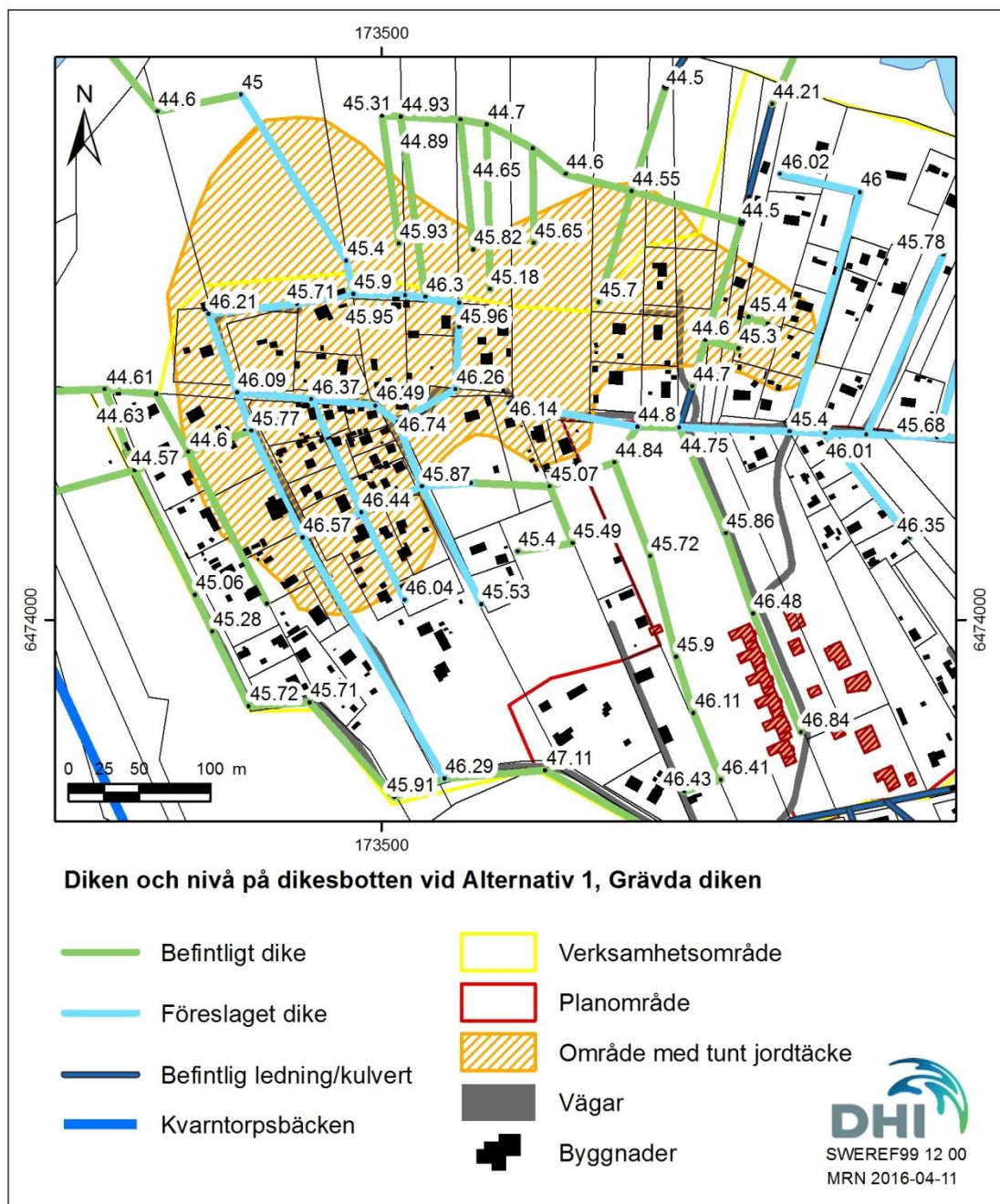


## 6.2 Alternativ 1: Grävda diken

Detta alternativ utgår från att ingen sprängning av diken görs, och att diken i det område som klassats som tunt jordtäckte endast kan vara 0.5 m djupa. Med den föreslagna släntlutningen  $S=1:1$  blir då bredden i markytan på dessa diken 1 m, och bredden i markytan på de 1 m djupa diken blir 2 m.

### 6.2.1 Detaljerad beskrivning av Alternativ 1

Figur 6-2 och Figur 6-3 visar befintliga (fördjupade) diken och framtida föreslagna diken för detta alternativ, med föreslagen nivå på dikesbotten i ett antal punkter. Dikesbotten följer huvudsakligen terrängen, med viss justering vid höga marknivåer för att få ett jämnare fall. Befintliga diken ligger med genomsnittligt fall ca 6 ‰ och nya diken har anlagts med genomsnittligt fall ca 4 ‰.



Figur 6-2. Föreslagna diken och bottenivåer för Alternativ 1, Grävda diken. Västra delen av verksamhetsområdet.



Figur 6-3. Föreslagna diken och bottenivåer för Alternativ 1, Grävda diken. Östra delen av verksamhetsområdet.

## 6.2.2 Påverkan och konsekvenser för dagvatten, ytvatten och grundvatten av Alternativ 1.

Figur 6-4 - Figur 6-6 visar beräknade maximala ytvattendjup för de tre regnen inklusive framtida dagvattensystem med grävda diken och framtida bebyggelse enligt detaljplaneförslag. Dessa visar en tydlig minskning av ytvatten på de flesta ställen, vilket innebär att det föreslagna systemet fungerar så som det är tänkt.

I Figur 6-7 och Figur 6-8 visas maximala beräknade vattennivåer i längdprofil för två olika dikesstråk för framtida förhållanden (och utbyggt dagvattensystem enligt Alternativ 1). Profilerna visar att kapaciteten i dikenas huvudstråk generellt är tillräcklig, och att det sannolikt finns utrymme för en viss utbyggnad innan diken uppnår sin maximala kapacitet.

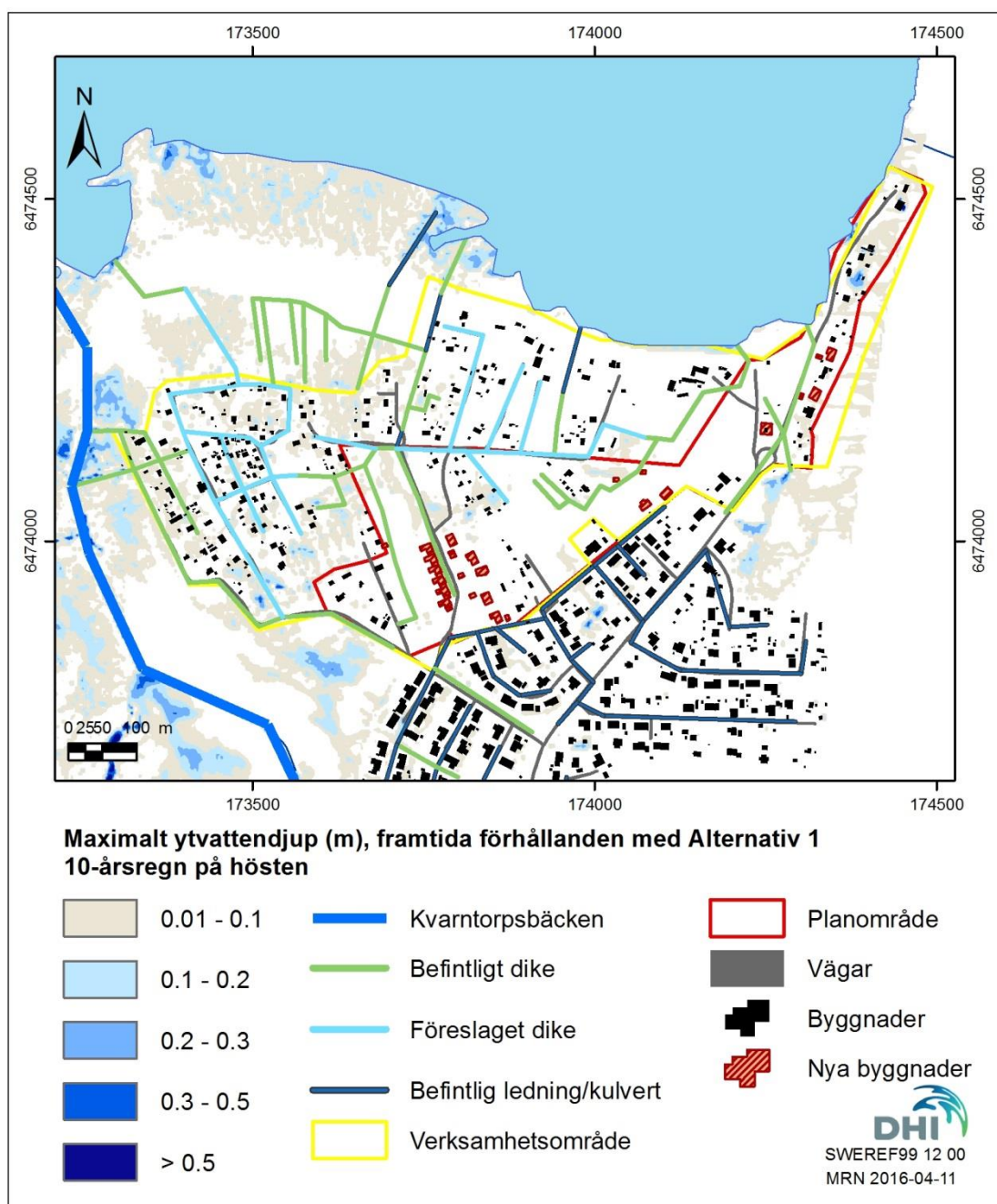
På en del ställen kan det vara svårt att få plats med föreslagen dikesbredd på 2 m i markytan, och det är därför viktigt att identifiera de stråk som har högst flöden och där dikenas kapacitet kan bli begränsande om dikesbredden minskas. Särskilt har detta påpekats för det nya föreslagna diket i nord-sydlig riktning i den västra delen av området. Här kan ev makadamfyllda diken vara ett alternativ. Figur 6-9 visar maximala flöden för 30-årsregnet, och enligt denna figur är det många dikesstråk, framförallt inne bland den lite tätare bebyggelsen, där flödet aldrig når över 10 l/s vilket innebär att även ett smalare dike (beroende på lutning) sannolikt kan fungera lika bra. Detta bör dock utredas mer noggrant i samband med detaljprojektering av dagvattensystemet.

Modellberäkningarna visar således att det föreslagna dikessystemet har tillräcklig kapacitet för att avleda dagvattnet. Dagvattnets väg från den enskilda fastigheten till diken (servisledning/ytlig avledning etc) har inte modellerats detaljerat, och beräkningsresultaten kan därför inte användas för att bedöma huruvida fastigheter kan anslutas till diken med hjälp av självfall eller om pumpning är nödvändig. Av denna anledning har en GIS-analys gjorts där möjlig lutning på servisledning från byggnader till diken har bedömts baserat på följande antaganden och kriterier:

- Dikesbotten ligger 1 m under marknivå i hela området utom i området med tunt jordtäckte där den ligger 0.5 m under marknivå
- Servisledning läggs 0.7 m under marknivå vid byggnad och ansluts till diket botten
- Lutning på servisledning har räknats ut baserat på marknivå vid byggnader, marknivå i närmaste dikessträcka samt avstånd till närmaste dikessträcka.

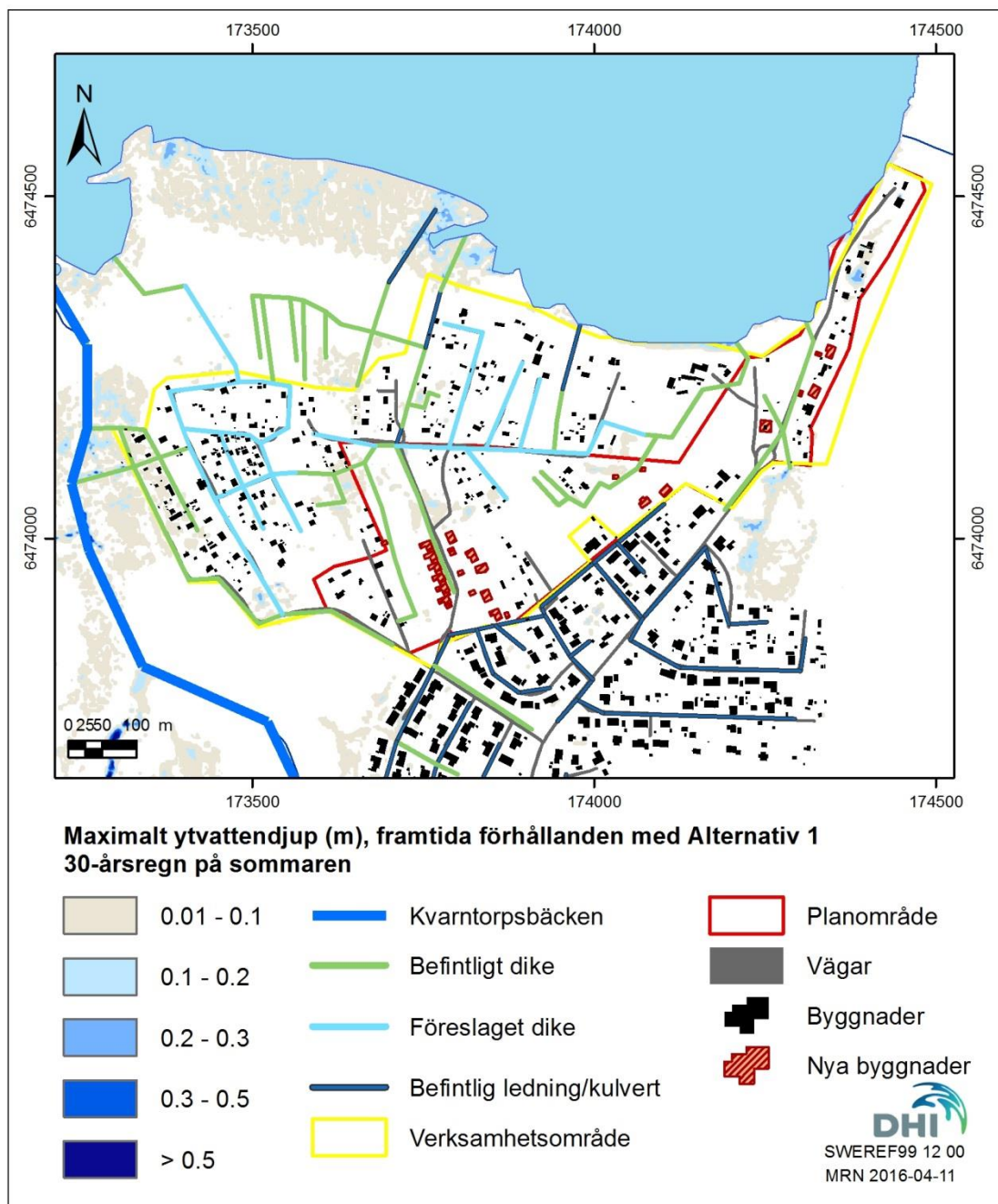
Resultaten av GIS-analysen visas i Figur 6-10. För alternativ 1, grävda diken, är det 28 fastigheter där det utifrån denna analys finns risk för att tillräckligt fall inte kan uppnås för serviser. Majoriteten av dessa är belägna i det område där grävda diken inte antas kunna vara djupare än 0.5 m. Det bör noteras att GIS-analysen är översiktlig, och tar exempelvis inte hänsyn till att det i vissa fall kan vara möjligt att få ett bättre fall om fastigheten inte ansluts till det närmaste diket utan till ett lite längre bort som ligger djupare. Hänsyn har heller inte tagits till att det i vissa fall kan vara möjligt att anlägga ytliga rännor istället för servisledningar, varpå möjligheterna att få tillräckligt fall är större då dessa inte behöver ligga på frostfritt djup.



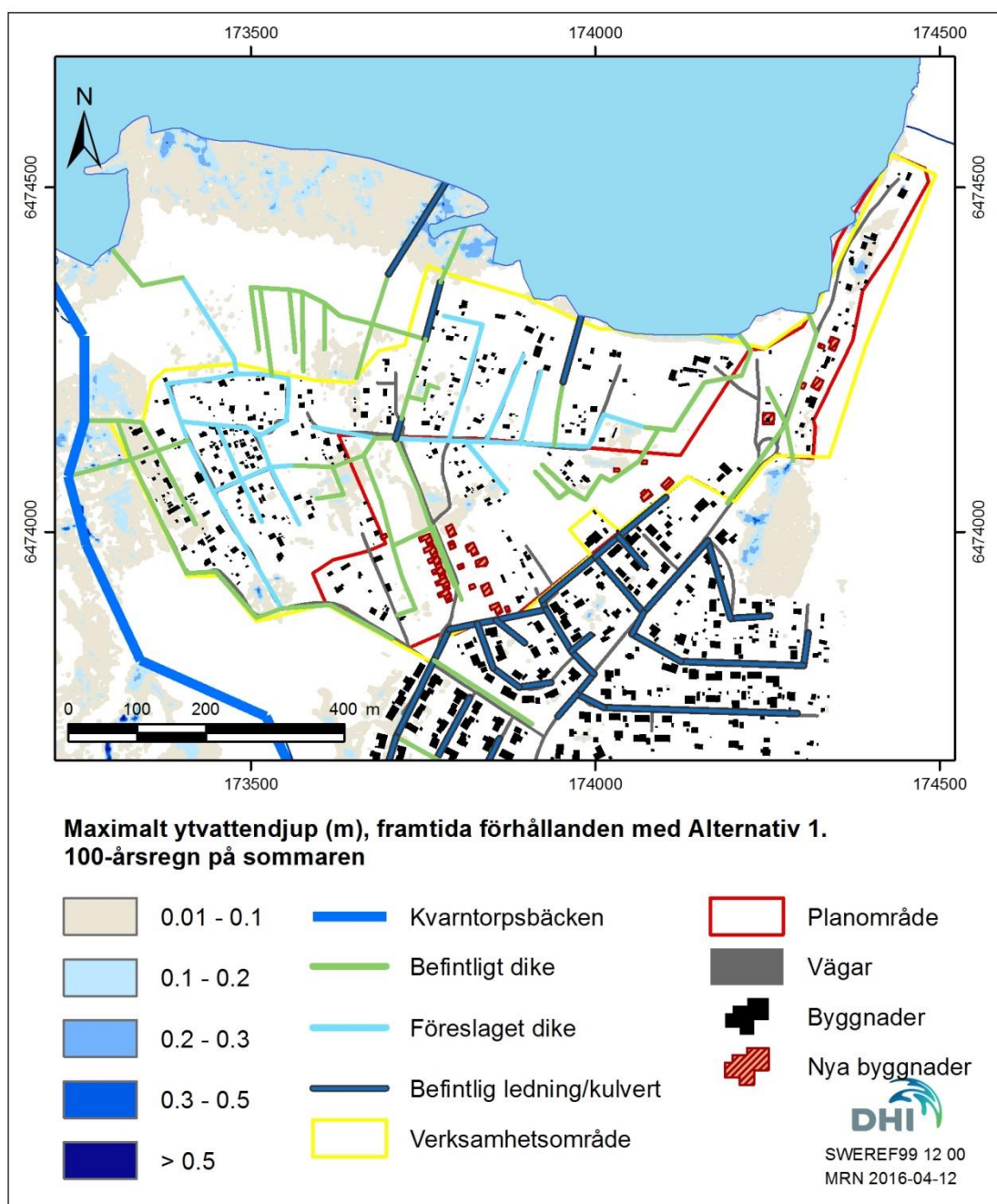


Figur 6-4. Beräknat maximalt ytvattendjup vid framtida förhållanden för ett 10-årsregn på hösten när grundvattennivåer är höga, inklusive dagvattenlösningen "Alternativ 1".

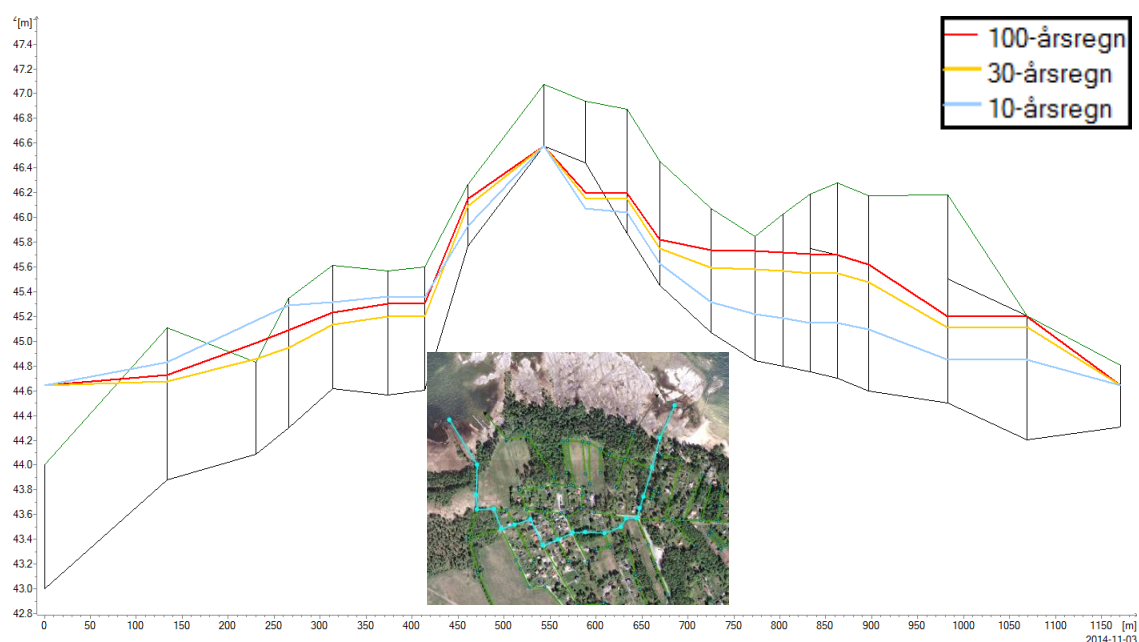




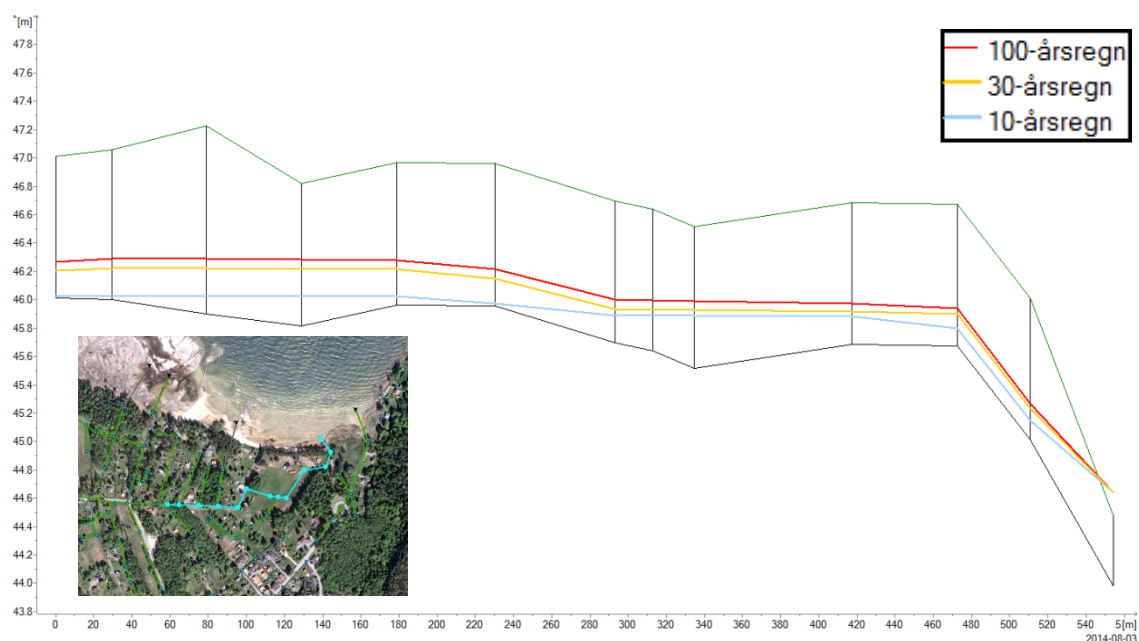
Figur 6-5. Beräknat maximalt ytvattendjup vid framtida förhållanden för ett 30-årsregn på sommaren när grundvattennivåer är låga, inklusive dagvattenlösningen "Alternativ 1".



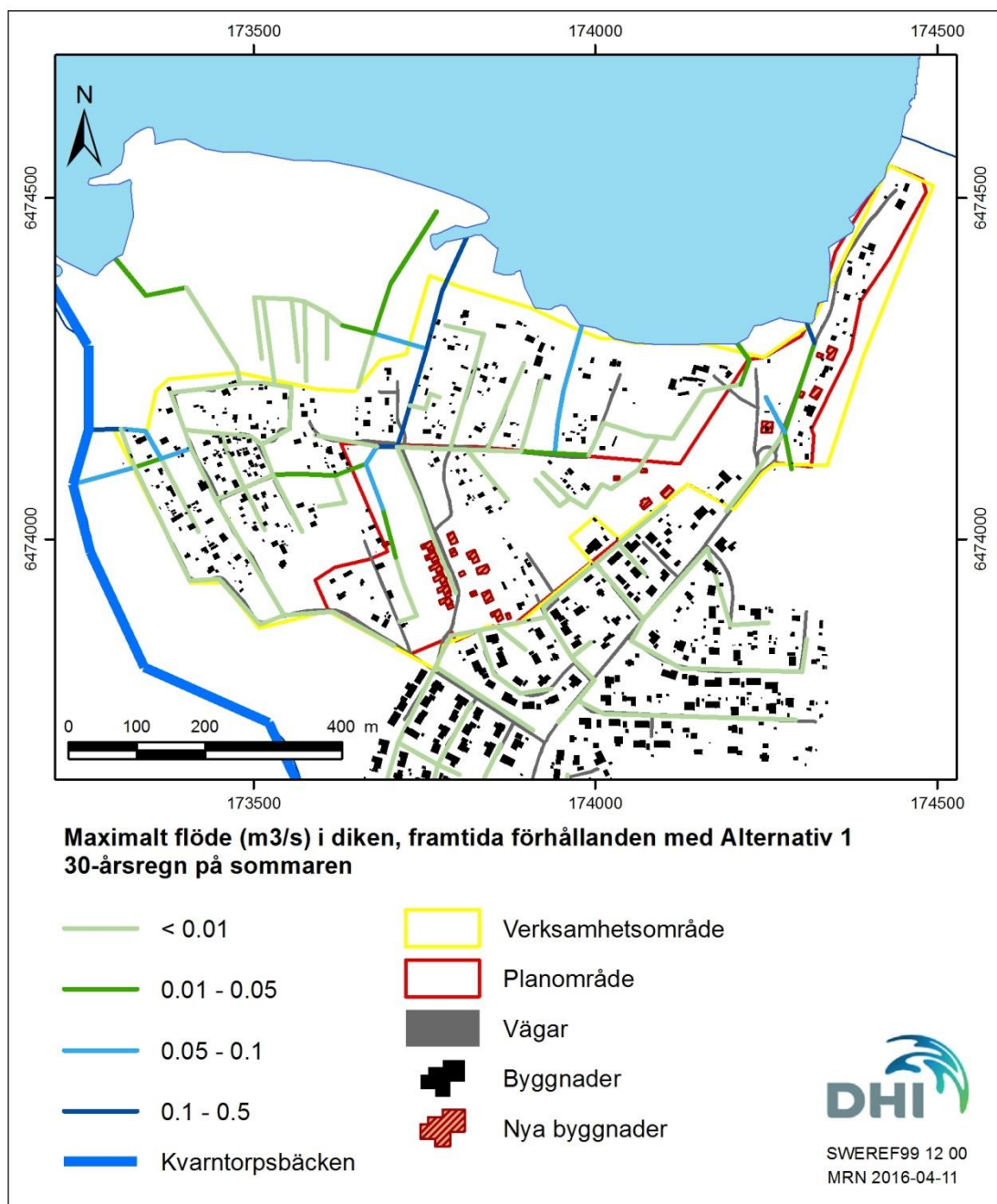
Figur 6-6. Beräknat maximalt ytvattendjup vid framtida förhållanden för ett 100-årsregn på sommaren när grundvattennivåer är låga, inklusive dagvattenlösningen "Alternativ 1".



Figur 6-7 Längdprofil med beräknade maximala vattennivåer för dikesstråk från Kvarntorpsbäckens utlopp upp genom västra/centrala delarna av verksamhetsområdet och ut i det huvudsakliga utloppet mot norr, för föreslaget dagvattensystem (Alternativ 1). Turkos markering i infälld kartbild visar aktuell sträcka. Dikets botten är inritat med svart linje, marknivå med grön linje. Röd, orange och blå linje visar maximala nivåer i diket/bäcken vid de tre olika regnen.

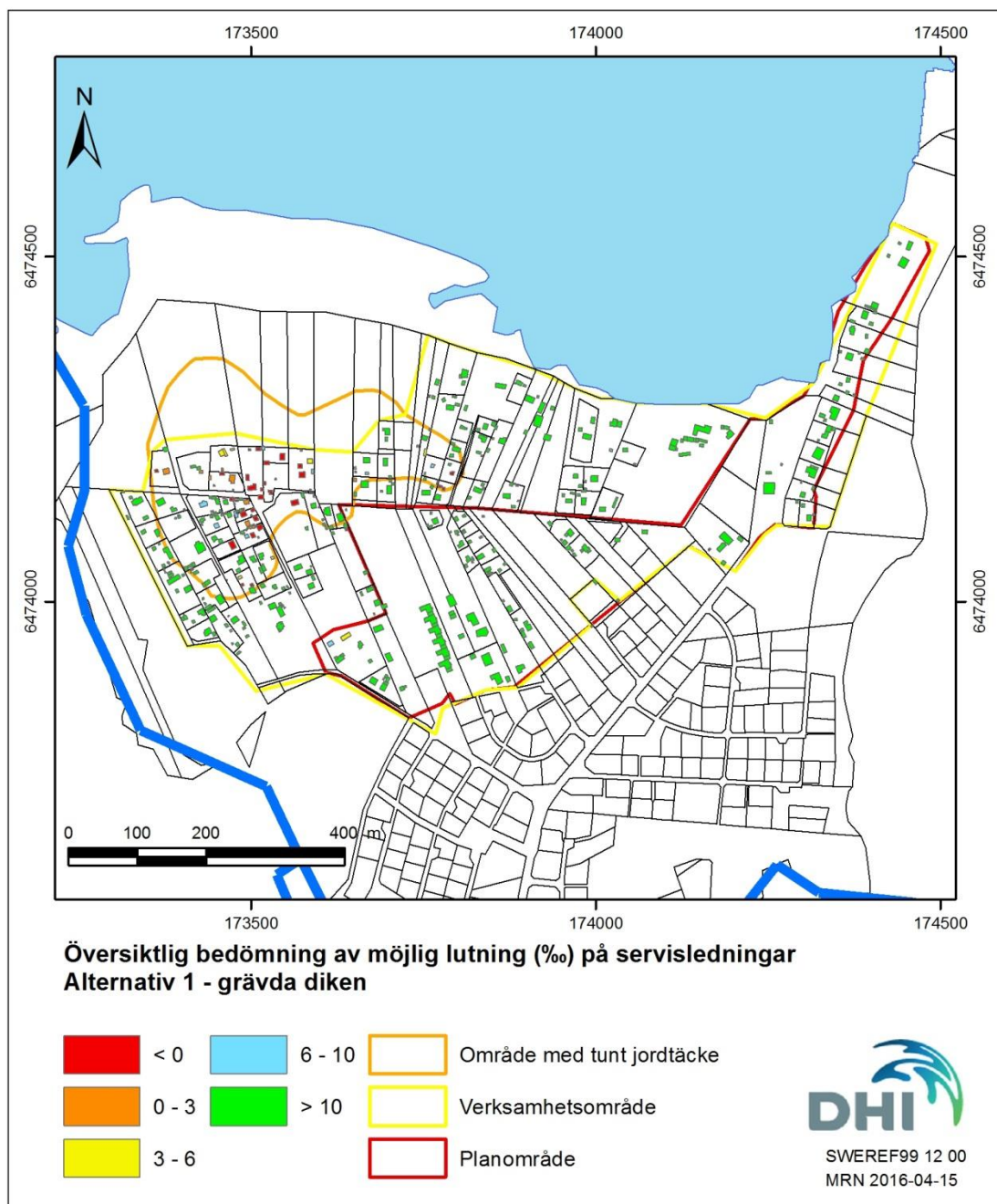


Figur 6-8. Längdprofil med beräknade maximala vattennivåer för dikesstråk i östra delarna av verksamhetsområdet, för föreslaget dagvattensystem (Alternativ 1). Turkos markering i infälld kartbild visar aktuell sträcka. Dikets botten är inritat med svart linje, marknivå med grön linje. Röd, orange och blå linje visar maximala nivåer i diket/bäcken vid de tre olika regnen.



Figur 6-9. Beräknat maximalt flöde (m<sup>3</sup>/s) i diken vid framtida förhållanden och Alternativ 1, för 30-årsregnet på sommaren.





Figur 6-10. Bedömd möjlig lutning på servisledningar från byggnader till närmaste dike, vid alternativ 1 (Grävda diken)

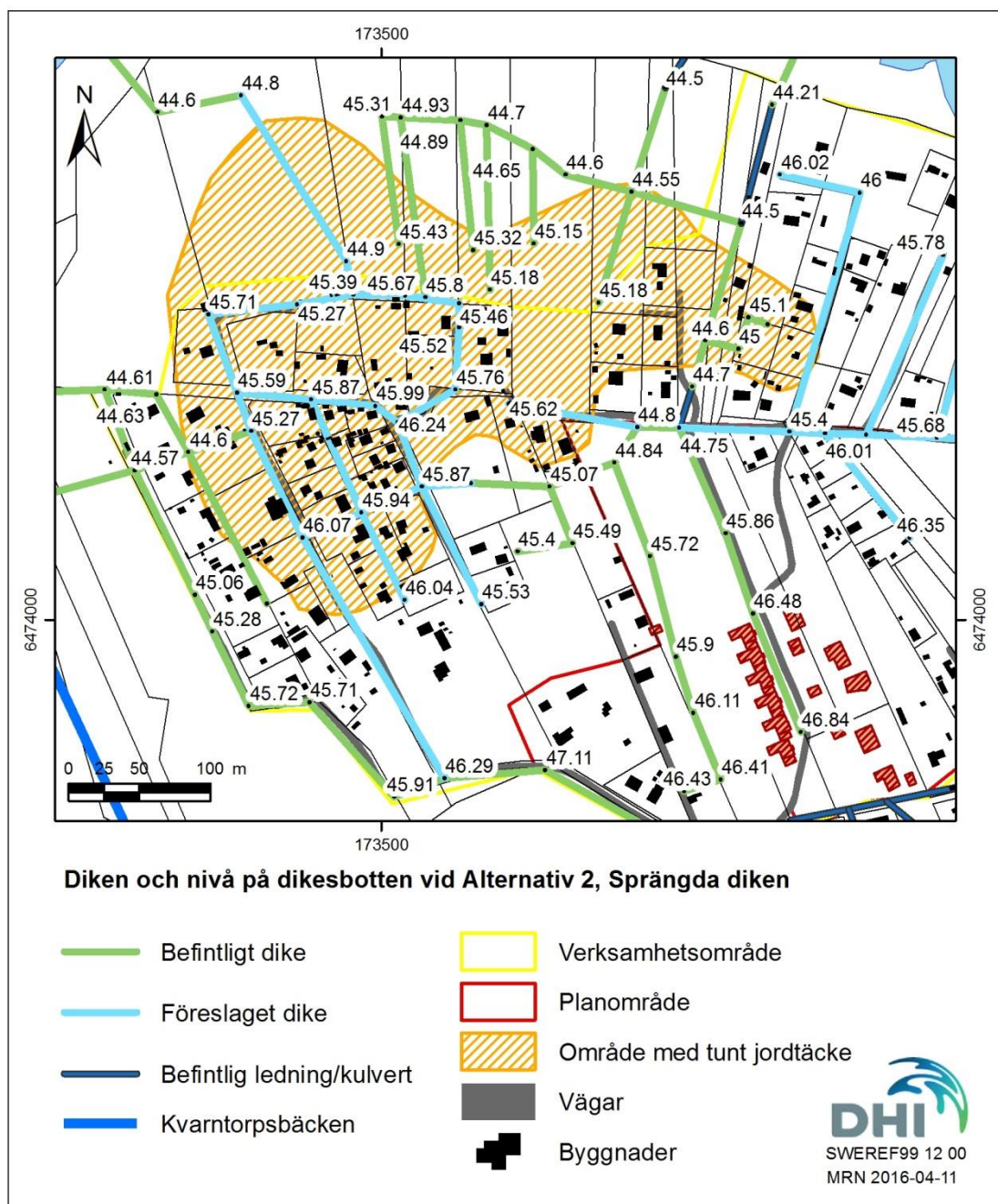
### 6.3 Alternativ 2: Sprängda diken

Alternativ 2 utgår från att sprängning av diken kan göras i de områden där jorddjupet är tunt, och att alla diken på så sätt kan göras 1 m djupa. Med den föreslagna släntlutningen  $S=1:1$  blir då samtliga diken 2 m breda i markytan.



### 6.3.1 Detaljerad beskrivning av Alternativ 2

Figur 6-11 visar nivåer på dikesbotten i ett antal punkter under förutsättning att diken kan vara 1 m djupa även i området med tunt jordtäckte. För den östra delen av verksamhetsområdet är nivåerna samma som i Alternativ 1, dvs Figur 6-3. Befintliga diken ligger med genomsnittligt fall ca 6 ‰ och nya diken har anlagts med genomsnittligt fall ca 4 ‰

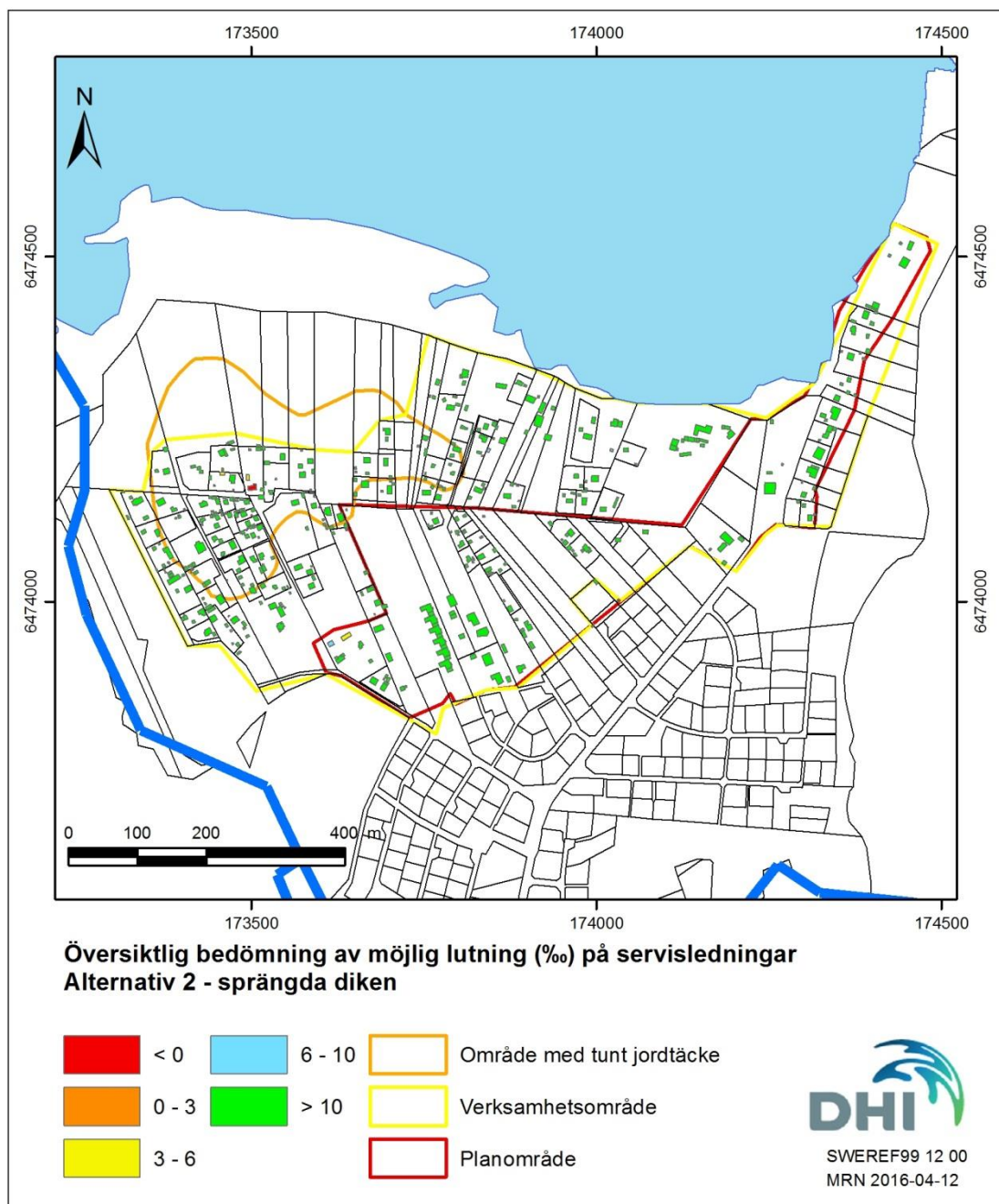


Figur 6-11 Föreslagna dikessträckor och nivå på dikesbotten för Alternativ 2, Sprängda diken. Sträckningar är samma som för Alternativ 1, enda skillnaden ligger i vilket dikesdjup som antas vara möjligt inom området med tunt jordtäckte.

### 6.3.2 Påverkan och konsekvenser för dagvatten, ytvatten och grundvatten av Alternativ 2.

För alternativ 2 har inga modellberäkningar gjorts, men ett resonemang kan ändå föras kring vilka effekter detta alternativ har i jämförelse med Alternativ 1. Fördjupade diken i området med tunt jordtäckte medför bättre möjligheter att kunna ansluta servisledning till diken med tillräckligt fall, utan att använda sig av pumpning. En översiktlig analys av möjlig lutning på serviser, vid anslutning till närmsta dike, för detta alternativ visas i Figur 6-12, och bedömningen som görs är att med detta dikesdjup kan samtliga fastigheter, möjligtvis med undantag för fastigheten Glindret 4:1, ansluta sitt dagvatten med självfall till något dike. Det bör understrykas att analysen över möjliga lutningar är översiktlig och baseras på lutning till närmaste dike – men i några fall kan det vara möjligt eller mer lämpligt att ansluta till ett dike lite längre bort och få bättre fall. Detta bör undersökas individuellt för varje fastighet i samband med projektering.

Kapaciteten i diken ut mot Vänern kommer att öka inom det område där diken fördjupas, men den totala kapaciteten för systemet förblir densamma eftersom diken utformning nedströms är oförändrade jämfört med Alternativ 1, och därmed bedöms resultaten avseende maximala ytvattendjup vid de olika hydrologiska situationerna vara ungefär de samma som vid alternativ 1. Även bedömningen och resonemanget från Alternativ 1 kring var kapacitetsproblem kan tänkas uppstå om diken görs smalare är giltigt för detta alternativ.



Figur 6-12. Bedömning av möjlig lutning på servisledningar från byggnad till närmaste dike, för Alternativ 2 – sprängda diken.

## 7 Administrativa, tekniska och ekonomiska uppgifter

### 7.1 Förslag till eventuella begränsningar som ska införas som planbestämmelse

I den föreslagna planen, se ref./3/. har angetts begränsningar för markens anordnande för mark och vegetation på följande sätt:

*"Om minst 100 m<sup>2</sup> byggs eller hårdgörs måste fördröjning av dagvatten anordnas motsvarande 10 mm nederbörd på samtliga ytor utan infiltration". Olika ytor har betecknats n1, n2 och n3 med begränsningar att:*

n1 – Vegetation skall täcka minst 20 % av ytan

n2 – Markens nivå får inte höjas

n3 – Markytan skall möjliggöra infiltration av dagvatten (undantaget om berggrunden utgör markytan)

Utredningen har konstaterats att det framtida verksamhetsområdets totala yta är 35.5 ha. Befintlig takyta inom det framtida verksamhetsområdet är 1.45 ha och tillkommande takytor inom planområdet utgör ca 0.3 ha.

Utifrån den genomförda utredningens analys av konsekvenser av föreslagen dagvattenhantering så har följande bedömningar gjorts.

- Med den nu föreslagna lösningen för hantering av dagvattenavledningen inom verksamhetsområdet och planområdet, så ryms ytterligare ökning, utöver i planen föreslagen byggnation, av exploateringsgraden inom *verksamhetsområdet*. Det är bedömt att klara en 25 % ökning av den andel hårdgjord yta som nu medräknats avleds till dikessystemet.
- Behåll angivna krav för ytor n1, n2 och n3. För n2 tolkas förslaget som att detta anges för att låta de lågpunkter som finns i området kvarstå, finns annat skäl bör det diskuteras.
- Dagvattenavledningen inom tomtmark fram till anslutningspunkt skall ske med följande lösningar inom befintligt område, se ref./7/.
  - Bortkoppling av befintliga stuprör där takvattnet istället leds ut på gräsytor eller andra infiltrationsvänliga ytor. Befintliga stuprör kapas och förses med utkastare som mynnar ut över en tät skålad betongränna samt proppas stupröret en bit under mark. Säkerställ att marken lutar ordentligt ut från byggnaden.
  - Om husgrunddränering finns bör denna lokaliseras och säkerställas att den leds ut till angiven anslutningspunkt för dagvattnet och inte på spillvattenledning.
- Dagvattenavledning för nya fastigheter
  - Takvattnet leds ut på gräsytor eller andra infiltrationsvänliga ytor via stuprör som förses med utkastare som mynnar ut över en tät skålad betongränna. Säkerställ att marken lutar ut från ordentligt ut från byggnaden.
  - Parkeringsytor anläggs med infiltrerbart ytlager
  - Nya vägar avvattnas till diken

## 7.2 Förslag till höjdsättning för att föreslagna åtgärder skall vara genomförbara

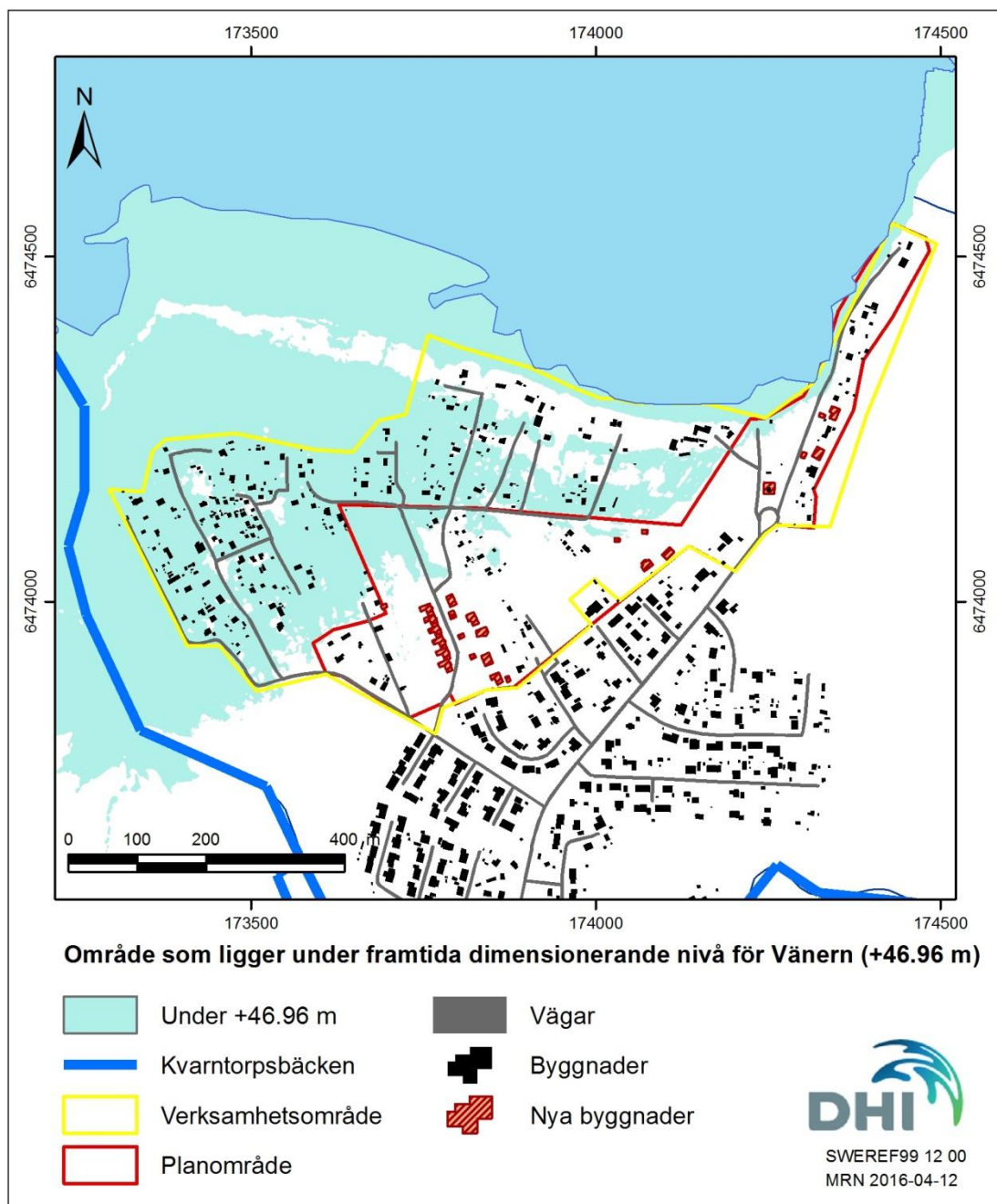
Höjdsättningen inom området för de föreslagna åtgärderna har utgått från befintliga höjdförhållanden i kombination med den i planen föreslagna markhöjningen inom området.

För konsekvenser av höga nivåer i Vänern har den framtida dimensionerande nivån av + 46,96 (RH2000) använts. För planerade bostäder inom planområdet innebär detta inga problem då marken för dessa i huvudsak ligger över den nivån alternativt så föreslås en markhöjning vilken också medtagits i denna utrednings förslag. Bebyggelse av nya hus skall klara avledning av dränering vid dimensionerande nivå +46.96.

För övrig mark inom planområdet finns det delar som ligger under denna nivå, t ex parkeringsplatsen i väster och för kvarteret Ankartrossen där byggnadsförbud sätts.

För verksamhetsområdet i sin helhet utöver planområdet finns det fler områden inklusive befintliga bostäder som ligger under nivån +46.96 . Detta framgår av Figur 7-1.





Figur 7-1 Område som ligger under framtida dimensionerande nivå för Vänern

För att på bästa möjliga sätt säkra området mot Vänerns nivå krävs att:

- Nya bostäder anläggs med färdig golvnivå med marginal mot framtida dimensionerande nivå.
- Nya bostäder anläggs med färdig golvnivå lägst +70 cm över väg enligt Vänerns riktlinjer
- Befintliga bostäder inom verksamhetsområdet har en beredskap för temporära skydd vid höga nivåer så att skadeomfattningarna kan minimeras.

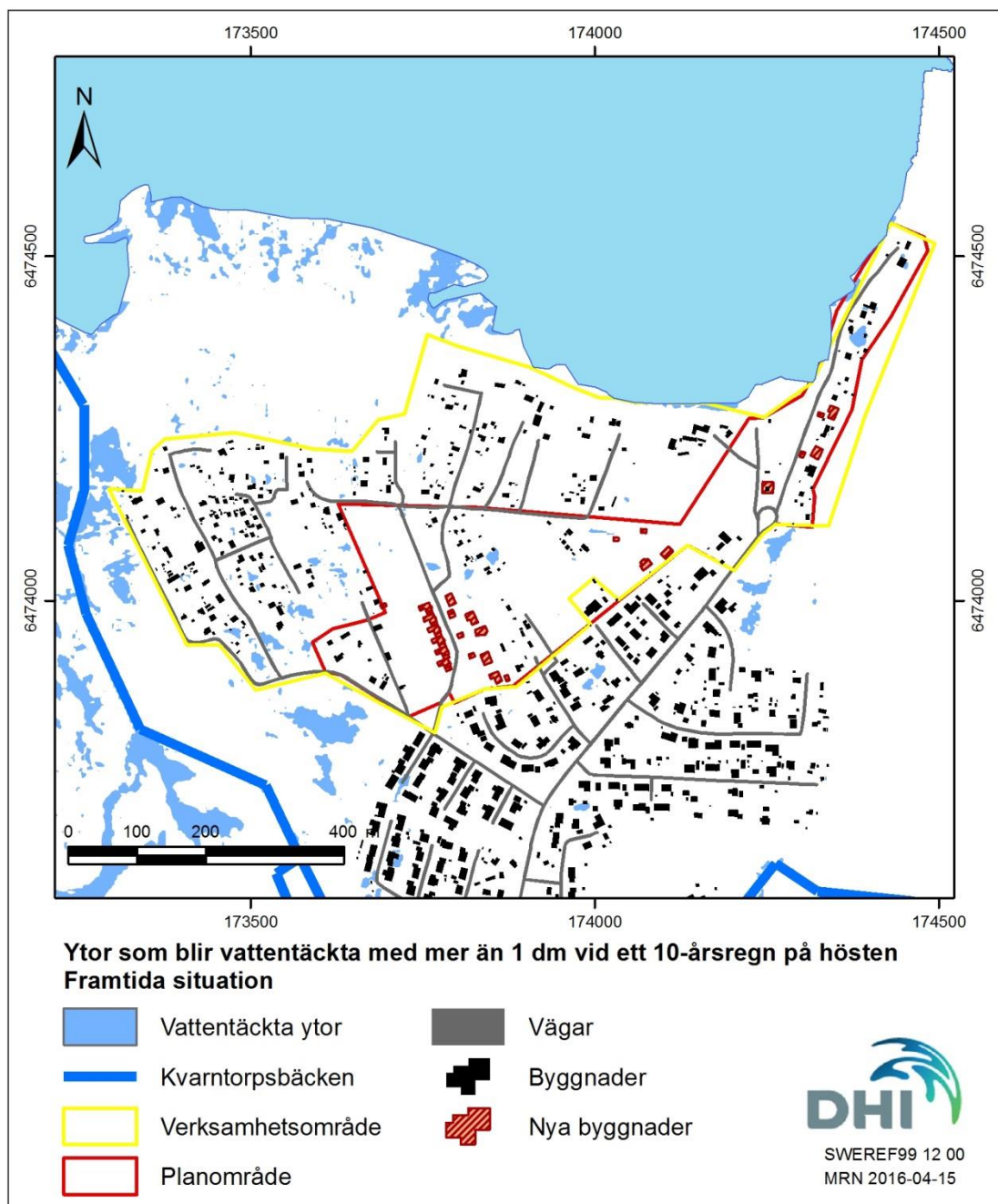
- Låglänta punkter under +46.96 m får tillåtas att översvämmas på grund av höga nivåer i Vänern, varmed begränsningar i hur dessa ytor får användas ges i planen.
- Vägar i området höjdsätts med marginal för Väterns nivå där så är möjligt. Beakta dock att förhöjda vägar kan innebära ökad risk för skapande av instängda områden för såväl kraftiga regn som vid höga nivåer i Vätern.

### 7.3 Lämplig placering och kombination av renings- och fördröjningsanläggningar på allmän plats och/eller kvartersmark

Delar av dagvattnet från området leds även för det framtida förslaget ut vid befintlig utloppspunkt på stranden i närheten av badplatsen.

Förutsättningarna i området för att anlägga fördröjnings och reningsanläggningar för dagvattnet är dåliga. Vattenbalansen i området och dess geohydrologiska förutsättningar innebär att de områden där lågpunkter finns, som skulle kunna utpekats som platser för utjämning och reningsanläggningar, naturligt kommer att fyllas med inte bara dagvatten men också ytvatten och grundvatten från området. Därmed kommer det inte vara möjligt att få till en effektiv utjämningsvolym eller reningsvolym som är tillgänglig enbart för dagvatten. Dagvattnet från området bedöms inte vara förorenat mht de dagvattenytorna som avvattnas och bedöms inte kräva rening. Närheten till hästverksamhet föranleder dock risk för påverkan på dagvattnet.

I den föreslagna lösningen för dagvattenhanteringen har därmed inga renings- eller fördröjningsanläggningar på allmän plats eller kvartersmark utpekats. Dagvattnet inom området är generellt att betrakta som rent. Förorenat dagvatten kan förekomma vid utpekade parkeringsplatser. På dessa platser förordas infiltrerbara ytor med en övre jordyta som kan filtrera och därmed också rena vattnet. Möjliga materialval är gräsförsedd rasteryta. Om hålen i rasterytan sätter igen och infiltrationskapaciteten därmed reduceras kraftigt kan dessa bytas ut. Inom området pekas istället vissa låglänta platser ut där vatten kommer att ställa sig naturligt och som bör tillåtas utgöra sådana platser, genom att pekas ut som g-områden i planen. Dessutom förordas lokalt omhändertagande av dagvattnet inom kvartersmark.



Figur 7-2 Områden som blir vattentäckta med mer än 1 dm vatten vid ett 10-årsregn på hösten och framtida situation.

## 7.4 Kostnader

Det föreslagna alternativet (Alternativ 2) har översiktligt kostnadsberäknats, m a p investeringskostnad och drift och underhållskostnad. Listpriser se ref./7/ och de priser som använts samt kostnadsbedömningen för investering och drift och underhåll redovisas i bilaga 1.

I åtgärderna har inte medräknats gräsplantering i alla diken och för sprängning har antagits 400 kr/m<sup>3</sup> för själva sprängningen och 400 kr/m<sup>3</sup> för bortforsling. Priser i övrigt har hämtats från databasen KP Online.

Investeringskostnaden för föreslaget alternativ har beräknats till 3 150 000 kr och utgörs av:

- Anläggande av nya diken
- Breddning och fördjupning av befintliga diken
- Nya kulvertar

Beräknad kostnad kan komma att öka mht andra tillkommande delar som i denna översiktliga kalkyl inte beaktats.

Drift- och underhållskostnader för föreslaget alternativ har beräknats till 60 000 kr/år och består av

- Rensning och klippning av diken
- Rensning av trummor

I den mån att Vänersborgs kommun har egna listpriser eller referensvärden på investerings- och underhållskostnader bör kostnadsberäkningen uppdateras med dessa.

## 8 Övergripande frågeställningar

### 8.1 Juridiska och finansiella aspekter

Utifrån riktlinjerna i dagvattenpolicyn så är det klart att Samhällsbyggnadsnämnden ansvarar för det allmänna dagvattensystemet och privata fastighetsägare för dagvattnet som genereras på sin fastighet.

Kostnaderna bör därför fördelas enligt principen att Samhällsbyggnadsnämnden står för investeringarna och drift och underhåll för de allmänna dagvattenlösningarna och fastighetsägaren för åtgärder på sin egen fastighet.

VA anslutningarna finansieras via anslutningsavgifter.

Om det finns behov av att dra kommunal dagvattenlösning på privat fastighet skall detta läggas in som gemensamhetsanläggning. Det kan kräva en att en fastighetsplan upprättas parallellt med detaljplanen. I fastighetsplanen anges de fastigheter som ska delta i gemensamhetsanläggningarna och de utrymmen som skall tas i anspråk för anläggningarna.

Juridiskt kan detta regleras antingen genom servitut eller lägga in allmän platsmark på del av fastigheten (t ex för diken).

Gator inom planområdet och verksamhetsområdet utgör också kommunens ansvar.

### 8.2 Bedömning om föreslagen dagvattenlösning kräver tillstånd för markavvattning

Markavvattning är enligt 11 kapitlet 2 § miljöbalken "åtgärder som utförs för att avvattna mark, eller som utförs för att sänka eller tappa ur ett vattenområde eller för att skydda mot vatten, när syftet med åtgärden är att varaktigt öka en fastighets lämplighet för något visst ändamål".

Dikning, bortledning av vatten eller invallning som görs för att dränera mark eller skydda mot översvämning räknas som markavvattning, om det görs för att få en bestående förändring i marken.

Markavvattning gör att vattennivån i marken sänks och grundvattennivån förändras. Det påverkar växter, djur och hela ekologin i naturtypen.

Föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen inom verksamhetsområdet syftar till att ta hand om och avleda det dagvatten som tillfälligt bildas inom verksamhetsområdet. Föreslagna åtgärder leder inte till en grundvattenavsänkning eller avsänkning av vattenområde. Dagvattnet inom verksamhetsområdet är i enlighet med Miljöbalken 9 kap 1§, 2§ att betrakta som ett avloppsvatten. Bäckens eller befintliga vattendrag berörs inte av föreslagen dagvattenlösning på ett sådant sätt att vattenverksamhet är aktuellt.

Kontakt har tagits med Länsstyrelsens handläggare kring vattenfrågor i Vänersborg och en diskussion har förts kring huruvida föreslagen dagvattenlösning kan komma att betraktas som markavvattning eller ej. Utgångspunkten är att dagvattnet i detta fall är ett avloppsvatten och därmed inte betraktas som det vatten som berörs vid markavvattning. Juridiskt bör detsamma gälla för såväl planområdet som framtida verksamhetsområde. Med detta och i övrigt gällande förutsättningar för föreslagen dagvattenhantering för området så bedöms inte föreslagen lösning kräva tillstånd för markavvattning. Länsstyrelsen kommer ges möjlighet att uttala sig om detta i det fortsatta ärendet kring uppfyllande av Länsstyrelsens beslut.



### 8.3 Klimatanpassning av området

Stora delar av området Nordkroken ligger höjdmässigt lågt, vilket också föranlett den vall som finns anlagd mot Vänern för att skydda området. Den framtida dimensionerande nivån för området utgörs enligt kommunens översvämningsprogram av +46.96 (RH 2000), se också kapitel 7.2.

Den befintliga vallen ligger på nivå ca + 47 m. Det finns idag genomföringar genom vallen vilket medger att vatten kan tryckas in bakvägen till området vid höga nivåer i Vänern.

För den framtida klimatsäkringen av området krävs olika angreppssätt för områdets olika delar.

#### *Befintlig bebyggelse*

Befintlig bebyggelse ligger som den gör och vissa fastigheter ligger under den framtida dimensionerande nivån för Vänern. För dessa fastigheter finns det mycket lite att göra för att klimatsäkra dem, annat än att ha en förberedelse och beredskapsplan för att skydda fastigheten när höga nivåer uppstår, t ex genom att se över fastigheterna och eventuellt åtgärda uppenbara riskinstallationer mm samt möjligheter till temporära skydd som kan sättas upp runt fastigheten.

#### *Utökning av befintlig bebyggelse*

Om tillstånd ges för utökad byggrätt på befintlig bebyggelse bör denna regleras så att hänsyn tas till framtida klimatsäkring. Tillkommande byggnation bör förläggas så att färdigt golv har god marginal till dimensionerande nivå.

#### *Ny bebyggelse inom ny plan*

Bygglov för nya fastigheter måste reglera kraven på höjdsättning så att nya fastigheter klimatsäkras för framtiden. Därmed skall krav på lägsta marknivå för fastigheten sättas till de krav som Vänersborgs kommun anvisar.

En annan aspekt på områdets klimatsäkring gäller tillgänglighet. Vid höga nivåer kommer vägar som ligger under den dimensionerande nivån att översvämmas. Det innebär att även om nya fastigheter ligger över översvämningsnivån så är det inte möjligt att ta sig till och från fastigheterna. Detta kan föranleda att kommunen ser över höjdsättningen av vägarna i området i samband med nybyggnation och även höjer upp dessa till lämplig nivå. I det sammanhanget är det viktigt att man inte skapar nya instängda delar inom området och därmed förstör områdets naturliga avvattnings vid mer normala situationer. Det rekommenderas att kontrollberäkningar genomförs med uppsatt beräkningsmodell om höjdsättningen av vägarna föreslås förändras mer omfattande.

Klimatsäkringen av området med hänsyn till häftiga regn har beaktats i utredningen och i det förslag som föreslås för den framtida dagvattenhanteringen inom området. Därmed har åtgärdsalternativet dimensionerats utifrån ett sådant scenario och det tillgodoser att om ett skyfall inträffar så kommer det vatten som genereras inom området antingen att kunna avledas, alternativt ställa sig på sådana platser att det inte uppstår allvarliga skador. Vägarnas höjdsättning är inte slutligt beaktad eller föreslagen i alternativet.

### 8.4 Värdering av påverkan för föreslagen lösning

I samband med utredningens genomförande har förutom de tekniska frågeställningarna även frågan om miljöpåverkan och påverkan på riksintressen och allmänna intressen av den föreslagna lösningen diskuterats.

Frågeställningar som är aktuella i området gäller eventuella konsekvenser m a p:

- dagvattenutsläppen till badstranden
- Kommunens riktlinjer för dagvattenhantering
- skydd av träd inom området,
- vegetationens betydelse för rening och fördröjning,
- skyddsvärda biotoper
- ev påverkan på naturreservat och Natura 2000 område
- kulturvärden
- riksintressen
- strandskydd
- fornlämningar

För det föreslagna alternativet för dagvattenlösningen så är följande frågeställningar eventuellt berörda.

Beträffande *dagvattenutsläppen* till Väneren så följer nu föreslaget alternativ samma utlopp som redan finns idag. Förslagets lösning med lokalt omhändertagande på tomtmark och öppna system för avledning av dagvattnet ger bästa möjliga förutsättningar för en fördröjning av dagvattenflödena. Volymerna vatten kommer inte att öka (dagvattnet ersätter tidigare markavrinning från samma ytor) men det finns risk för snabbare flöden från dagvattenutloppen. Det skulle kunna leda till ökad erosion på stranden. Risken bedöms dock som marginell, eventuellt bör detta kontrolleras mer i detalj. Den föreslagna markanvändningen inom planområdet och verksamhetsområdet ger en sannolikt ökad belastning i form av trafik mm. Detta i sig kan generera en större föroreningsbelastning på vägar och därmed till dagvattnet. I förslaget har förordats att parkeringsytor och vägar anläggs med infiltrerbart material, för att ge möjlighet för "trafikdagvattnet" att renas och fördröjas ytterligare. Dock bedöms att områdets trafikbelastning sannolikt inte innebär en hög föroreningsbelastning på dagvattnet och det är tveksamt huruvida den nya planen och införandet av verksamhetsområdet kommer innebära någon förändring på dagvattnets innehåll från idag.

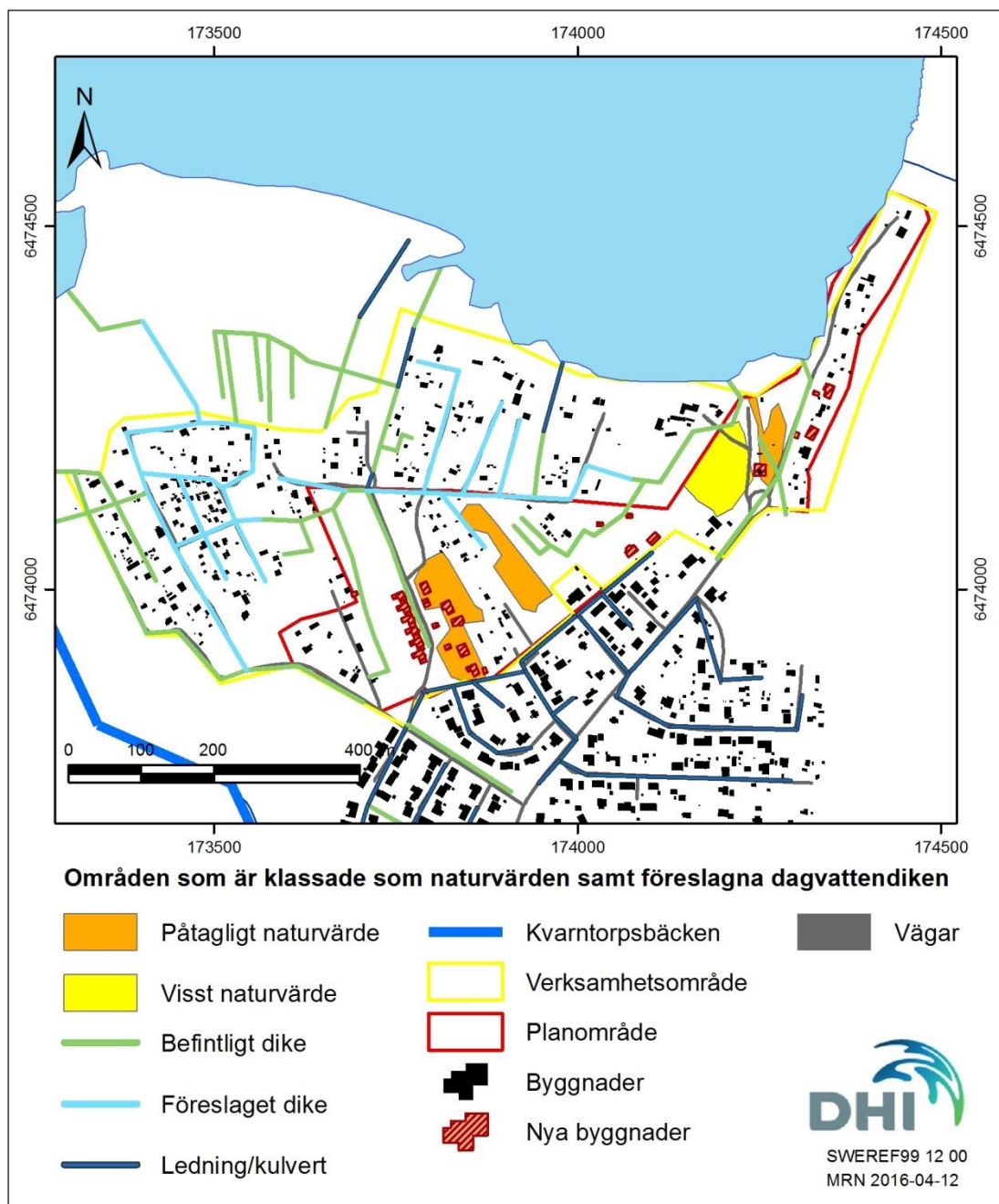
Närheten till djurverksamhet i området innebär redan idag en risk för påverkan av dagvattnet som också kvarstår i framtiden. Detta har inte särskilt beaktats i denna utredning, det lyfts även i planförslaget.

I samband med genomförande av föreslagen lösning kan breddning/dragning av diken innebära konflikt med befintliga träd. Det förordas därför att detta beaktas i detaljprojekteringen och att man på mesta möjliga vis siktar på att bevara befintliga träd. Inga nya föreslagna diken går igenom utpekade områden med särskilda naturvärden, se Figur 8-1. Platstillgången för det föreslagna nya diket i nord-sydlig riktning i områdets västra del är begränsad och det kan komma att bli aktuellt att anlägga makadamfyllt dike utmed denna sträckning istället.

Allmänt så bedöms vegetationens betydelse för fördröjning av vatten i området i samband med när eventuella problem uppstår, vara marginell, framförallt för att det är så stora vattenmängder.

Generellt har förordats ett dagvattensystem som är robust, som medger möjlighet för fördröjning och viss rening av dagvattnet, med naturlig avledning (begränsad ledningslängd och ingen pumpning). Nu föreslagen lösning uppfyller alla dessa krav.

För de övriga punkterna bedöms ingen påverkan av nu föreslagit alternativ. Detsamma skall beaktats under genomförandefasen och byggnadstiden.



Figur 8-1 Naturvärden inom området.

## 9 Referenser

1. 2011. Vänersborgs kommun. Policy och riktlinjer för dagvattenhantering i Vänersborgs kommun
2. 2013/2014. Norconsult. Utredningar för Nordkroken, Vänersborg. Dagvattenutredning, till detaljplan, Fördjupad dag- och dränvattenutredning, kostnadskalkyl. utredningar med bilagor,
3. 2014. Vänersborgs kommun Detaljplan för Nordöstra Nordkroken. Samrådshandling.
4. 2014-10-30. Naturcentrum. AB. Naturvärden vid Nordkroken, Vänersborgs kommun. Underlag för detaljplan.
5. 2015-01-12. Beslut Samråd Länsstyrelsen.
6. 2016. Svenskt Vatten. P110. Avledning av dag-,drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.
7. 2011. Svenskt Vatten. P105. Hållbar dag- och dränvattenhantering. Råd vid planering och utformning.
8. 2016. KP-Fakta Listpriser för kostnadsberäkning.

## BILAGOR





# BILAGA A

## Kostnadsberäkning

## Kostnadsberäkning

I investeringskostnaderna har inte medräknats gräsplantering i alla diken och för sprängning har antagits dubbla kostnaden mot schakt.

Investeringskostnaden för föreslaget alternativ utgörs av:

- Anläggande av nya diken
- Breddning och fördjupning av befintliga diken

Drift- och underhållskostnader för föreslaget alternativ består av

- Rensning och klippning av diken
- Rensning av trummor

Åtgärd	Metod	Enhetspris	Antal	Summa investering
Breddning och fördjupning av befintliga diken (0.75 m <sup>3</sup> /m)	Schaktning	13.31 kr/m <sup>3</sup>	2900 m <sup>3</sup> (3870 m dikeslängd)	38 600 SEK
Breddning och fördjupning av befintliga diken (0.75 m <sup>3</sup> /m)	Sprängning	400 kr/m <sup>3</sup>	640 m <sup>3</sup> (850 m dikeslängd)	256 000 SEK
Anläggande av nya diken (1 m <sup>3</sup> /m)	Schaktning	13.31 kr/m <sup>3</sup>	1350 m <sup>3</sup> (1350 m dikeslängd)	18 000 SEK
Anläggande av nya diken (1 m <sup>3</sup> /m)	Sprängning	400 kr/m <sup>3</sup>	1360 m <sup>3</sup> (1360 m dikeslängd)	544 000 SEK
Bortforsling av jord	Transport 2 km på normal byggväg	29.81 kr/m <sup>3</sup>	4250 m <sup>3</sup>	186 000 SEK
Bortforsling av sten		400 kr/m <sup>3</sup>	2000 m <sup>3</sup>	800 000 SEK
Nya kulvertar i utlopp, 1000 mm	Anläggning på 2 m djup	5118.66 kr/m	120 m	595 800 SEK
Vägtrummor för diken, 500 mm	Anläggning på 2 m djup	2278.73 kr/m	80 m (8 trummor à 10 m)	182 300 SEK
<b>SUMMA</b>				<b>2 670 700 SEK</b>
Osäkerhetsmarginal		20%		<b>524 140 SEK</b>
<b>INVESTERINGSKOSTNAD</b>				<b>3 144 840 SEK</b>

## Underhållskostnader

Åtgärd	Metod	Enhetspris	Antal	Summa
Klippning av diken (2.82 m <sup>2</sup> /m dike)	1 gång per år	631 kr/tim	7430 m 40 timmar	25 000 SEK
Rensning av trummor/kulvertar	1 gång per år	600 k/tim	200 m ledningslängd 40 timmar	25 000 SEK
<b>SUMMA</b>				<b>50 000 SEK/år</b>
Osäkerhetsmarginal		20%		<b>10 000 SEK/år</b>
<b>UNDERHÅLLSKOSTNAD</b>				<b>60 000 SEK/år</b>