



HANINGE KOMMUN

# Dagvattenutredning Dp Fors 7:1 Fors avloppsreningsverk

# Dagvattenutredning Dp Fors 7:1 Fors avloppsreningsverk i Tungelsta

**Uppdragsgivare:** Haninge kommun

**Uppdragsgivarens kontaktperson:** Hajir Latifi, Oscar Olsson

**Konsult:** Norconsult

**Uppdragsledare:** Marta Juhlén

**Teknikansvarig och granskare:** Marta Juhlén

**Handläggare:** Madeleine Hjertstrand

**Datum:** 2019-01-18

**Uppdragsnummer:** 105 37 19

**Utgåva/status:** Dagvattenutredning

## Sammanfattning

På uppdrag av Haninge kommun har Norconsult AB utarbetat föreliggande VA- och dagvattenutredning för fastighet Fors 7:1 i Haninge kommun. Planområdet omfattar ett område om drygt 7,5 ha.

En ny detaljplan för området ska tas fram och syftet med denna är att planlägga området för avloppsreningsverk och därmed säkerställa den nuvarande användningen i området. Reningsverket kan komma att behöva expandera i framtiden på grund av befolkningsökning i området samt nya krav som kan komma att ställas på reningsverket.

Syftet med dagvattenutredningen är att ta fram ett förslag på en framtida dagvattenhantering för planområdet och att utreda vad som bör tas i beaktning ur dagvattensynpunkt när den nya detaljplanen tas fram. Dagvattnet ska hanteras så att vattenkvaliteten inte påverkas negativt i Hågaån samt att risken för översvämning motverkas.

Idag sker avvattningen via ett befintligt dagvattennät som leder delar av dagvattnet in i reningsverket och delar av dagvattnet direkt ut i recipienten Hågaån (som är en del av Vitsån) som rinner längs den västra sidan av fastigheten. Även det renade vattnet från reningsverket leds ut i Hågaån. I den del av fastigheten som är naturmark avvattnas området av vattendrag som rinner genom planområdet och ut i Hågaån. Vattnet rinner sedan vidare söderut i Hågaån/Vitsån och rinner till sist ut i Horsfjärden.

Det har antagits att de hårdgjorda ytorna kommer öka i framtiden. Efter utbyggnad av reningsverket antas de utgöra 35% av hela planområdet. Det motsvarar att cirka 60% av ytan inom planområdet, som är tillgänglig för exploatering, hårdgörs.

Den erforderade magasinsvolymen har dimensionerats med förutsättning att 20 mm dagvatten per reducerad area ska fördröjas, vilket ger ett behov av en fördröjningsvolym på 434 m<sup>3</sup>. Föreslagen dagvattenlösning innebär att dagvattnet leds till planterade träd i skelettjord, som anläggs utmed den västra sidan av planområdet. Från skelettjorden leds dagvattnet ut i ett svackdike och sedan söderut ut i Hågaån. Utloppet från svackdiket till Hågaån förses med en strypning.

Ytterligare en åtgärd, för att minska risken för att dagvatten rinner in på planområdet vid stora regn är att anlägga ett avskärande dike på den östra sidan om planområdet. Diket kan ta upp stora dagvattenflöden från höjden, som ligger öster om planområdet, och leda vattnet ner till Vitsån söder om planområdet.

Enligt Haninge kommuns temporära riktlinjer för fördröjning av dagvatten ska minst 6% av den reducerade hårdgjorda ytan utgöras av dagvattenanläggningar

dit dagvatten leds, fördröjs och renas vid ny- och ombyggnad. Om dagvattenanläggningen är en meter djup och har en porositet på 30% motsvarar det att 20 mm dagvatten fördröjs. För att fördröja 434 m<sup>3</sup> dagvatten med dessa kriterier behövs 0,194 ha yta.

Höjdsättningen bör utformas så att marken lutar ut från byggnaderna och så att dagvattnet rinner mot dagvattenbrunnar, diken eller mot skelettjord. Den bör också utformas så att dagvattnet vid ett extremregn rinner mot området väster om planområdet, vid Hågaån, där det är liten risk att vattnet skadar några byggnader.

## Innehållsförteckning

<b>1.</b>	<b>Inledning .....</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrund och syfte .....	1
1.2	Uppdragsbeskrivning .....	2
<b>2.</b>	<b>Förutsättningar .....</b>	<b>3</b>
2.1	Tidigare utredningar .....	3
2.2	Dagvattenstrategi .....	3
2.3	Dimensionering .....	4
2.4	Koordinat- och höjdsystem .....	4
2.5	Miljökrav på recipienten för dagvattnet .....	5
<b>3.</b>	<b>Nulägesbeskrivning .....</b>	<b>5</b>
3.1	Natur och kulturintressen .....	8
3.2	Jordarter, geoteknik och grundvatten .....	10
3.3	Avrinningsområdet .....	13
3.4	Markavvattningsföretag .....	14
3.5	Befintliga ledningar .....	14
<b>4.</b>	<b>Beräknade flöden för nuläget .....</b>	<b>15</b>
4.1	Befintligt dagvattensystem .....	15
4.2	Markanvändning inom planområdet .....	15
4.3	Markanvändning inom avrinningsområdet och reducerad area .....	16
4.4	Flödesberäkningar för befintliga dagvattenflöden .....	18
<b>5.</b>	<b>Framtida utformning .....</b>	<b>19</b>
<b>6.</b>	<b>Beräknade flöden och erforderad fördröjningsvolym för utbyggd detaljplan .....</b>	<b>21</b>
6.1	Framtida markanvändning inom avrinningsområdet och reducerad area .....	21
6.2	Flödesberäkningar för framtida dagvattenflöden .....	22
6.3	Erforderlig fördröjningsvolym .....	23
6.4	Föroreningsberäkningar .....	24
<b>7.</b>	<b>Dagvattenhantering .....</b>	<b>26</b>
7.1	Höjdsättning och översvämningsytor vid extrema regn .....	26
7.2	Föreslagen dagvattenhantering .....	28
7.3	Skelettjordar .....	29
7.4	Svackdike .....	30
7.5	Permeabla beläggningar .....	32

7.6	Gröna tak.....	34
<b>8.</b>	<b>Bedömning av den föreslagna dagvattenhanteringen .....</b>	<b>34</b>
<b>9.</b>	<b>Slutsats .....</b>	<b>35</b>
	<b>Referenser .....</b>	<b>37</b>
9.1	Skriftliga .....	37
9.2	Internet .....	37

## Bilagor

1. Befintligt dagvattensystem, avrinningsområde, planområde och dagvattnets rinnriktningar.
2. Föreslaget dagvattensystem

## 1. Inledning

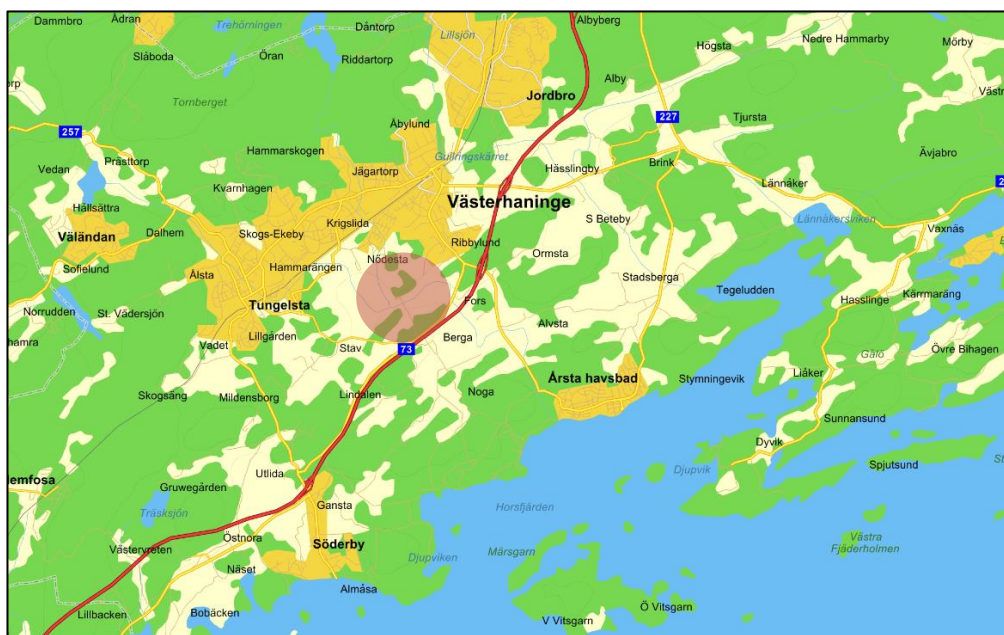
### 1.1 Bakgrund och syfte

På uppdrag av Haninge kommun har Norconsult AB tagit fram föreliggande dagvattenutredning för detaljplan Fors 7:1 i Tungelsta i Haninge kommun. I planområdet, se Figur 1 och Figur 2, ligger Fors avloppsreningsverk som är kommunens idag största egna reningsverk. I dagsläget tar reningsverket emot avloppsvatten från cirka 15 000 personer.

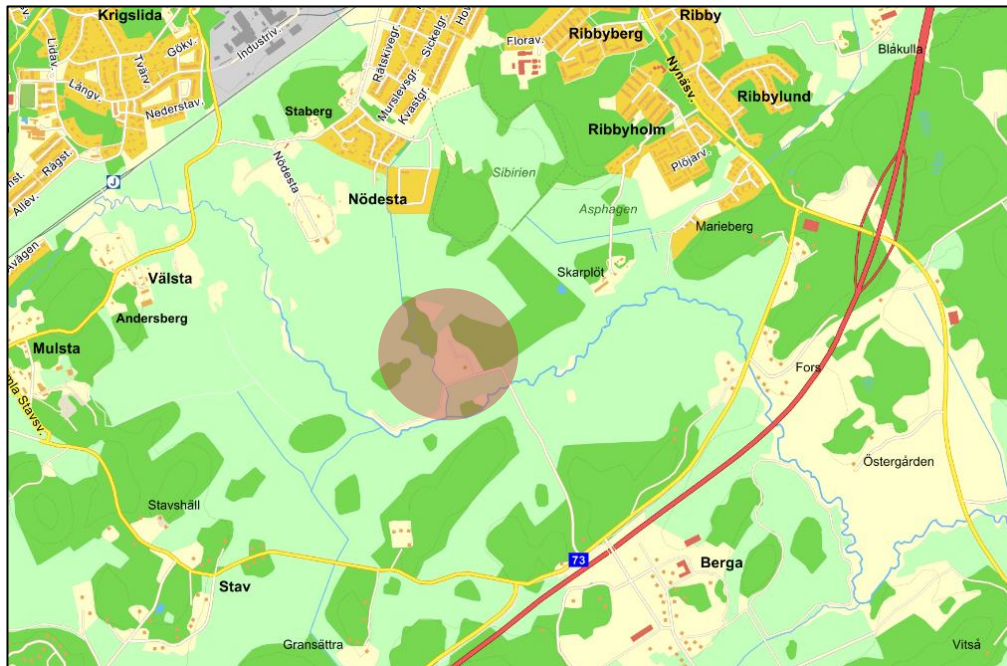
En ny detaljplan för området ska tas fram och syftet med denna är att planlägga området för avloppsreningsverk och därmed säkerställa den nuvarande användningen i området. Reningsverket kan komma att behöva expandera i framtiden på grund av befolkningsökning och framtida nya krav.

Syftet med dagvattenutredningen är att ta fram ett förslag på en framtida dagvattenhantering för planområdet och att utreda vad som bör tas i beaktning ur dagvattensynpunkt när den nya detaljplanen tas fram.

Ungefärlig placering av planområdet visas i Figur 1 och Figur 2.



Figur 1. Planområdets ungefärliga placering markerad med röd cirkel (eniro.se, 2018)



Figur 2. Planområdets ungefärliga placering markerad med röd cirkel (eniro.se, 2018)

## 1.2 Uppdragsbeskrivning

På grund av befolkningsökning i området och eventuella nya krav att ställas på Fors reningsverk, kan verksamheten behöva bygga ut i framtiden. I denna dagvattenutredning ska ett förslag på framtida dagvattensystem tas fram. Viktiga punkter ska belysas ur ett dagvattenperspektiv för att ta fram en bra detaljplan, till exempel om det finns ett område inom projektområdet som är olämpligt för bebyggelse. Det ska även utredas hur höjdsättningen bör utformas för att minimera risken för skador på byggnader vid extrema regn såsom ett 100-årsregn.

Även en föroreningsberäkning med schablonhalter från StormTac ska göras för området.



## 2. Förutsättningar

### 2.1 Tidigare utredningar

Det har inte gjorts några tidigare dagvattenutredningar för området.

### 2.2 Dagvattenstrategi

Haninge kommuns nya dagvattenstrategi antogs av kommunfullmäktige 2016-09-12. Dagvattenstrategin omfattar mål och riktlinjer för dagvattenhantering inom kommunen.

De fyra betydande principerna är:

- *Robusta bebyggelsemiljöer*
- *Välmående yt- och grundvatten*
- *Bevarad vattenbalans*
- *Gemensamt ansvarstagande*

Följande övergripande riktlinjer gäller för hållbar dagvattenhantering i kommunen:

- Mark motsvarande minst 6 % av den hårdgjorda ytan inom kvartersmark respektive allmän platsmark ska reserveras för infiltrationsytor för dagvatten vid ny- och ombyggnationer
- Bebyggelsen lokaliseras och utformas så att skador på byggnader, anläggningar och omgivning vid kraftiga regn minimeras.
- Utvärdering av de hydrogeologiska förhållandena ska ligga till grund för lokalisering och dimensionering av anläggningar.
- Anläggningar för dagvattenhantering utformas så att de berikar bebyggelsemiljön och gynnar den biologiska mångfalden.
- Föroreningskällorna ska minimeras.
- Dagvattnet ska i första hand omhändertas lokalt på kvartersmark.
- I andra hand ska vattenflödet utjämnas och fördröjas innan avledning till recipient.
- Fördröjning bör i första hand ske i vegetationsbaserade lösningar där dagvatten tillåts infiltrera.
- Vid platsbrist kan fördröjning ske i andra filtrerings- och infiltrationsbaserade anläggningar såsom makadamfyllda diken, stenkistor eller liknande.
- Underjordiska lösningar såsom kassettmagasin skall helst undvikas där det finns förutsättningar för ytbaserade gröna lösningar.
- Dagvatten från vägar med fler än 15 000 fordon ska renas innan infiltration eller avledning till recipient.
- Dagvatten från större parkeringsplatser ska anslutas till slam- och oljeavskiljare. Dagvatten från mindre parkeringsplatser ska i första hand, där det är möjligt, fördröjas i vegetationsbaserade infiltrationsytor.
- Alla inblandade aktörer tar ansvar för dagvattenhanteringen, från den övergripande planeringen till detaljplaner, genomförande och förvaltning.

## 2.3 Dimensionering

Enligt Haninge kommuns handbok för hållbar dagvattenhantering ska det föreslagna dagvattensystemet dimensioneras efter Svenskt vattens publikation P110. Rationella metoden har använts för att räkna ut dimensionerande dagvattenflöden. Eftersom reningsverket är en samhällsviktig instans så föreslår Norconsult att dimensionerande regn väljs till ett 10-årsregn, trots att projektområdet inte ligger i ett centrum- eller affärsområde, se Figur 3. Att välja en längre återkomsttid för det dimensionerande regnet ger ett större dimensionerande flöde, vilket ger en större säkerhetsmarginal.

Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10	30	> 100 år

Figur 3. Utdrag från Svenskt vattens P110 sidan 42, minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem.

Mängden dagvatten som ska fördröjas är 20 mm dagvatten per reducerad area (Temporär riktlinje för fördröjning av dagvatten, 2017). Befintligt dagvattensystem inom planområdet har antagits fungera, då det inte har funnits några översvämningsproblem inom planområdet.

Klimatfaktor har valts till 1,25 enligt kapitel 1.8.3 i P110. Regnintensitet har valts enligt tabell 4.6 i P110. För att räkna ut rinntiden har ungefärliga vattenhastigheter från Tabell 4.5 i P110 använts. Regnets varaktighet, vilken antas vara lika med rinntiden, beräknas vara 10 minuter i delen av planområdet där reningsverket ligger. I delen som är skogsmark beräknas rinntiden vara cirka 20 minuter.

Regnintensiteten för de olika regnen presenteras i Tabell 4 och Tabell 7.

För att se vad som händer vid extrem nederbörd har även flödena och erforderad magasinsvolym för ett 100-årsregn räknats fram.

Enligt Haninge kommuns dagvattenhandbok ska dagvattnet ha en uppehållstid på 12-24 h i fördröjningsmagasin. Enligt Svenskt vattens publikation P110, kapitel 1.5, motsvaras uppehållstiden av tiden det tar att tömma ett magasin efter att det har fyllts upp.

## 2.4 Koordinat- och höjdsystem

I Haninge gäller referenssystem i plan: SWEREF 99 18 00, höjd: RH 2000.

## 2.5 Miljökrav på recipienten för dagvattnet

### 2.5.1 Miljö kvalitetsnorm för vatten

Vitsån är recipient för planområdet och mynnar till slut ut i Horsfjärden sydöst om planområdet. Både Vitsån och Horsfjärden har fastställda MKN som innebär att den ska uppnå god ekologisk status och god kemisk ytvattenstatus, exklusive kvicksilver, år 2027. I dagsläget är den ekologiska statusen för Vitsån och Horsfjärden klassad som måttlig och vattenkvaliteten uppnår ej god kemisk status (VISS, Vitsån, 2018).

Fastigheten Fors 7:1 finns registrerad i Länsstyrelsens databas EBH-stödet – en databas som innehåller information över hur förorenade olika områden är. Fors 7:1 har blivit klassificerat med branschris klass 3 – måttlig risk för människa och miljö. Enligt en tidig bedömning kan ett genomförande av detaljplanen innebära en betydande miljöpåverkan. En miljökonsekvensbeskrivning ska därför upprättas. Fors 7:1:s sydöstra hörn berörs av strandskydd.

### 2.5.2 Haninge kommuns recipientklassificering

Horsfjärden har enligt Haninge kommuns recipientklassificering klassificerats som skyddsvärt vatten, bland annat eftersom det finns några ekologiskt mycket värdefulla vikar och många rekreationsmöjligheter. Rekreationsmöjligheterna är klassificerade som mycket skyddsvärda (Recipientklassificering, Haninge kommun).

## 3. Nulägesbeskrivning

Planområdet är cirka 7,5 ha stort och är beläget i mellersta delen av Haninge kommun, cirka 12 km söder om Handen, och består av fastigheten Fors 7:1. På fastigheten ligger Fors avloppsreningsverk. Planområdet är under utredning och kan komma att förändras i framtiden. Området är inte planlagt tidigare.

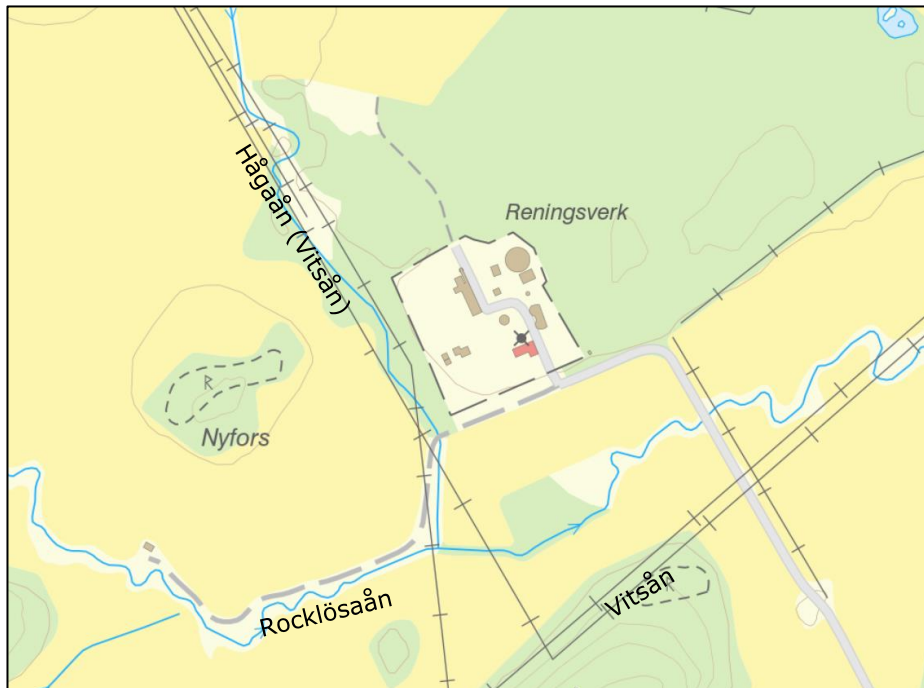
Planområdet ligger i ett område bestående av mestadels åkermark och angränsar i öster mot ett litet skogsområde. Själva planområdet består i nuläget av cirka 2/3 skogs- och naturmark och 1/3 av exploaterad mark där själva reningsverket ligger, se Figur 4.



Figur 4. Planområdets ungefärliga placering markerad med röd linje (Google maps, 2018)

Dagvattnet rinner från fastighet Fors 7:1 ut i Hågaån (som är en del av Vitsån) väster om fastigheten, se Figur 5. Även det renade spillvattnet från Fors avloppsreningsverk leds ut i detta vattendrag. Det finns även en bräddledning för spillvatten, dimension 800 mm, som går från reningsverket ut i Vitsån sydöst om planområdet.

Vattnet rinner i Hågaån ner till där Rocklösaån möter Vitsån. Sedan rinner det vidare i Vitsån i sydöstlig riktning och till slut ut i Horsfjärden, se Figur 6.



Figur 5. Dagvattnet och det reade spillvattnet leds ut i Hågaån som rinner väster om planområdet (VISS, Vattenkartan, 2018).

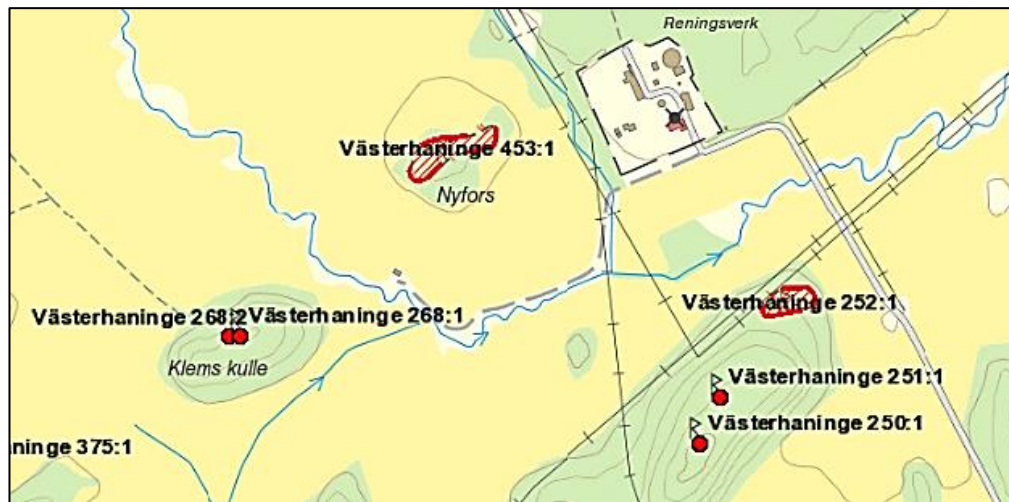


Figur 6. Planområdets recipient är Horsfjärden sydöst om planområdet (VISS, Vattenkartan, 2018).

### 3.1 Natur och kulturintressen

#### 3.1.1 Fornlämningar

Det finns inga fornlämningar inom planområdet, men det finns två gravfält i närheten, Västerhaninge 252:1 och Västerhaninge 453:1. Det finns även några stensättningar och rösen - Västerhaninge 268:1 och 268:2, Västerhaninge 250:1, Västerhaninge 251:1 och Västerhaninge 252:1, Figur 7.



Figur 7. Fornlämningar i närheten av projektområdet (VISS, Planeringsunderlag, 2018).

### 3.1.2 Strandskydd

Ungefärlig gräns för strandskyddsområdet vid Rocklösaån/Vitsån söder om planområdet, se Figur 8.

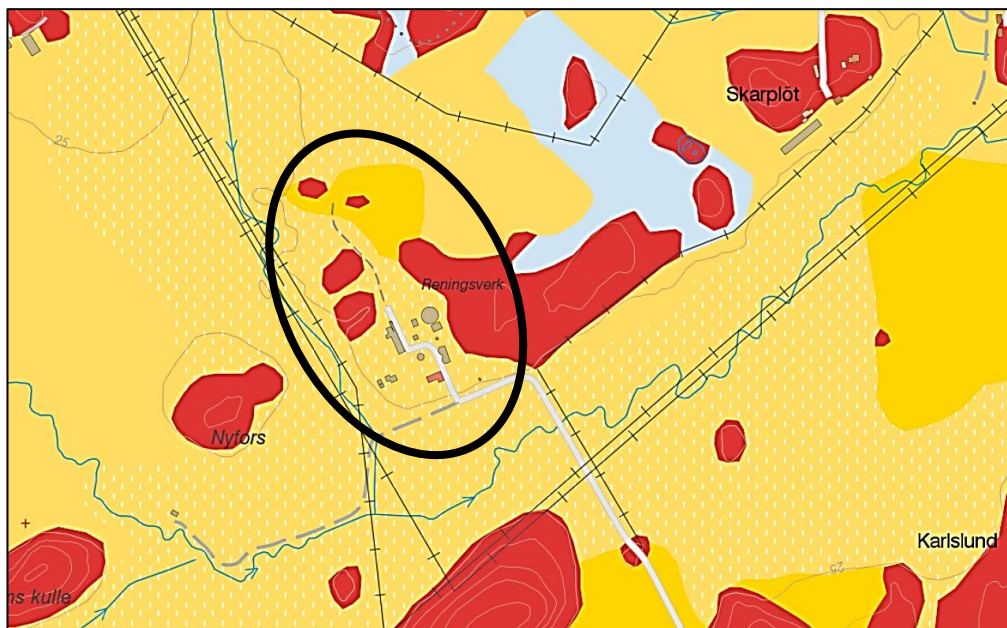


Figur 8. Strandskyddsområde vid Rocklösaån/Vitsån (Länsstyrelsen, 2018).

## 3.2 Jordarter, geoteknik och grundvatten

### 3.2.1 Jordarter

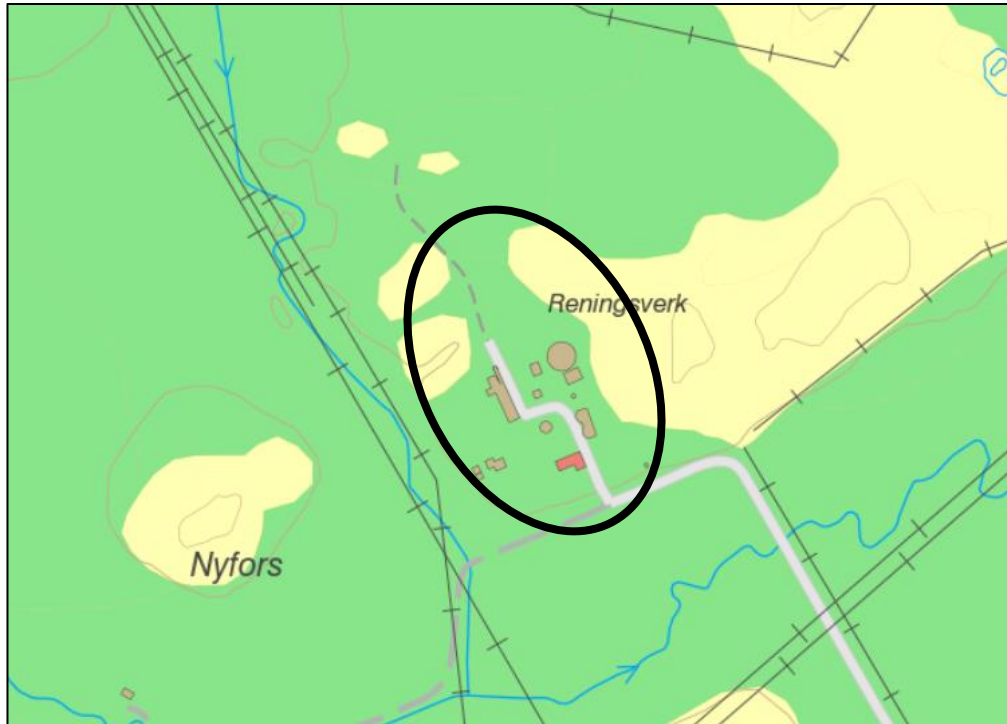
Jordarterna inom planområdet består enligt SGU:s kartverktyg till största delen av postglacial silt men även av postglacial lera, glacial lera och urberg, se Figur 9.



Figur 9. Jordarter inom planområdet – urberg (röda områden), postglacial silt (gula områden med vita streck) och glacial lera (mörkgula områden) (SGU, jordarter, 2018).



Genomsläppligheten i planområdet är låg nästan överallt, förutom några ställen där den är medelhög, se *Figur 10*.



*Figur 10. Genomsläppligheten i och omkring planområdet. Gröna områden har låg genomsläpplighet och gula områden har medelhög genomsläpplighet (SGU, genomsläpplighet, 2018).*

### 3.2.2 Grundvatten

Det finns ett grundvattenmagasin, i form av en porakvifer med sand- och grusförekomst, som täcker delar av den södra delen av planområdet, se Figur 11. Grundvattenmagasinets kvantitativa och kemiska status bedöms som god (VISS, Skarplöt, 2018).

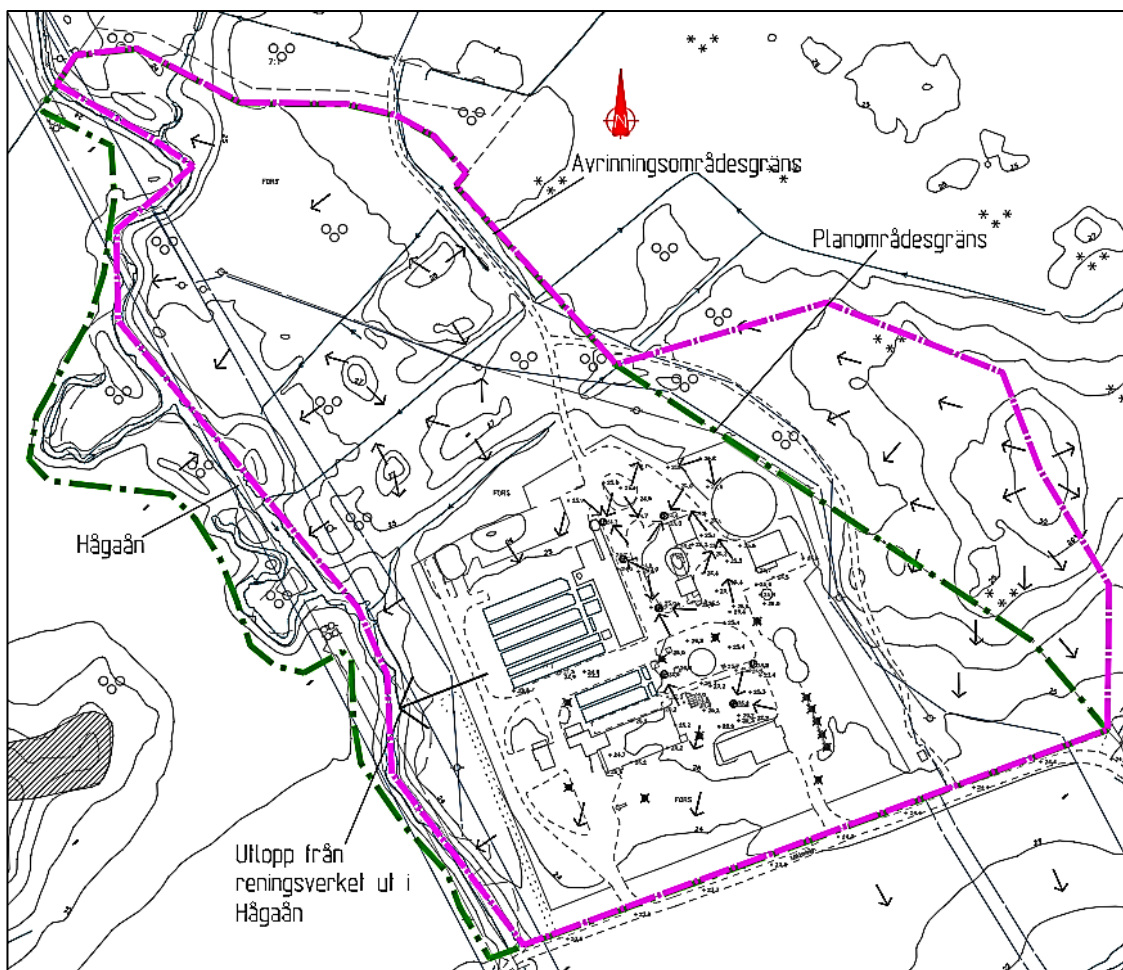


Figur 11. Grundvattenmagasin som täcker delar av planområdet (VISS, Skarplöt, 2018)

### 3.3 Avrinningsområdet

Avrinningsområdet är något större än planområdet, se Figur 12. I sydöstra delen av avrinningsområdet finns ett område utanför planområdet som avrinner mot planområdet på grund av topografin.

Den västra delen av planområdet som ligger väster om Hågaån har ej tagits med i avrinningsområdet, då dagvattnet här kommer rinna direkt ner i Hågaån. Planområdet, avrinningsområdet och dagvattnets riktningar visas i Figur 12.



Figur 12. Avrinningsområdet visas med rosa linje, planområdet visas med grön linje. Små pilar visar flödesriktningen för dagvattnet och den stora pilen visar var dagvattnet och det renade spillvattnet från fastighet Fors 7:1 leds ut i Hågaån.

### 3.4 Markavvattningsföretag

Rocklösaån och Vitsån är en del av markavvattningsföretaget Berga-Fors tf, som ligger söder om planområdet, se Figur 13.



Figur 13. Markavvattningsföretaget Berga-Fors tf (Länsstyrelsen, 2018).

### 3.5 Befintliga ledningar

Underlag över befintligt VA-nät har erhållits av Haninge kommun och Stockholm vatten och presenteras i Bilaga 1.

Övriga ledningsägare som har befintliga ledningar i området är Vattenfall eldistribution och Skanova (Ledningskollen, 2018-10-26).

Det befintliga VA-nätet inom det inhägnade området vid reningsverket antas fungera som det ska, då ingen översvämningsproblematik har rapporterats.

## 4. Beräknade flöden för nuläget

### 4.1 Befintligt dagvattensystem

Det finns ett befintligt dagvattensystem inom det inhägnade området där reningsverket ligger. En del av dagvattnet leds direkt ut i Hågaån, och en del av dagvattnet leds in i reningsverket, och sedan från reningsverket ut i Hågaån.

### 4.2 Markanvändning inom planområdet

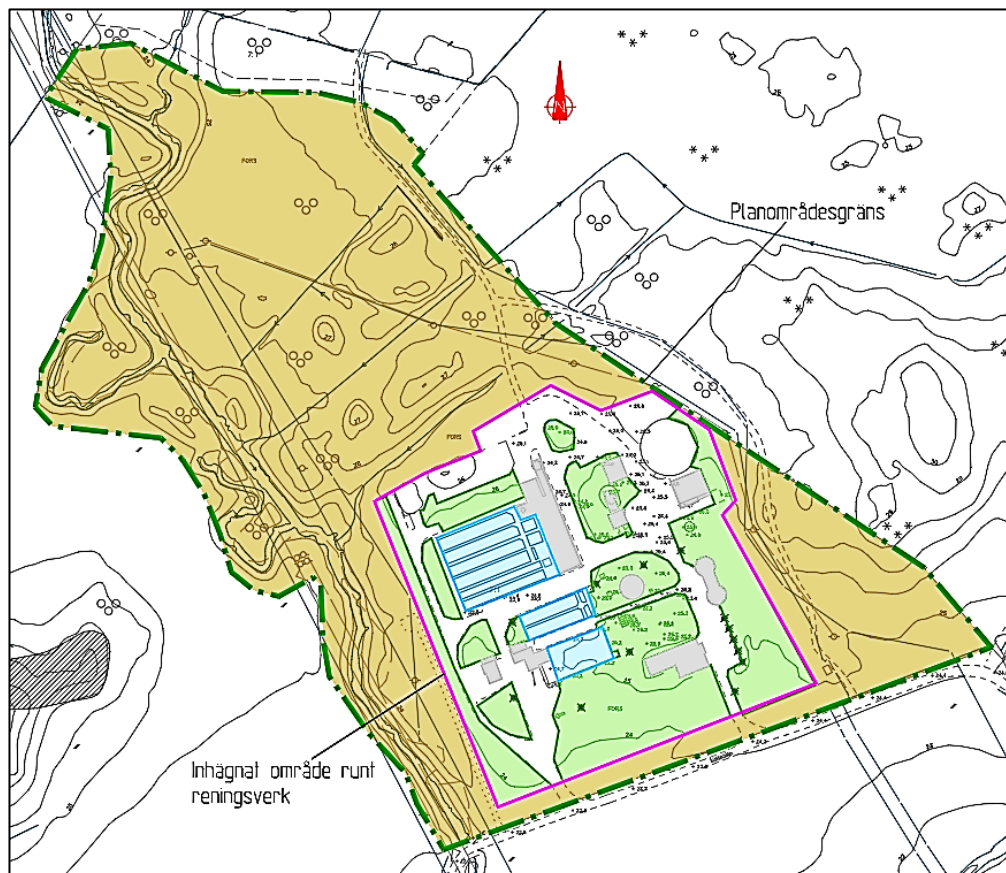
Planområdet är cirka 7,50 ha stort och i nuläget är cirka 2,39 ha inhägnad och exploaterad mark där själva reningsverket ligger. Resterande 5,11 ha består av skogs- och naturmark, se brun yta i Figur 14.

Det inhägnade området av fastigheten där reningsverket ligger består av cirka 1,10 ha gräsyta, 0,17 ha takyta, 0,25 ha bassängyta och 0,87 ha asfaltyta. Det ger att 46% är gräsyta, 7% är takyta, 10% bassängyta och 36% är asfaltyta inom det inhägnade området, totalt är 44% hårdgjord yta (tak- och asfaltyta). De olika ytorna visas i Figur 14.

Om man ser till hela planområdet, inklusive skogs- och naturmarksområdet, är 17% av området hårdgjort, se Tabell 1.

Tabell 1. Ytor inom planområdet.

Typ av yta	Area (ha)	%-andel
Gräsyta	1,10	15
Takyta	0,17	2
Bassängyta	0,25	3
Asfaltyta	0,87	12
Skogs- och naturmark	5,11	68
Total yta	<b>7,50</b>	



Figur 14. Olika ytor inom planområdet. Brun yta är skogs- och naturmark, grön yta är gräsyta, grå yta är tak, blå yta är bassänger och resterande yta är asfaltyta. Bassängytan räknas ej med i dagvattenberäkningarna. Rosa linje markerar inhägnat och exploaterat område runt reningsverket.

#### 4.3 Markanvändning inom avrinningsområdet och reducerad area

Avrinningsområdet, se Figur 12, är cirka 7,88 ha stort och i nuläget är cirka 2,39 ha inhägnad och exploaterad mark där själva reningsverket ligger, se Figur 14. Resterande 5,49 ha i avrinningsområdet består av skogs- och naturmark, se rosa område i Figur 15.

Om man ser till hela avrinningsområdet, inklusive skogs- och naturmarksområdet, är 13% av området hårdgjort (tak- och asfaltyta), se Tabell 2.

Tabell 2. Ytor inom avrinningsområdet.

Typ av yta	Area (ha)	%-andel
Gräsyta	1,10	14
Takyta	0,17	2
Bassängyta	0,25	3
Asfaltyta	0,87	11
Skogs- och naturmark	5,49	70
Total yta	<b>7,88</b>	

Den yta som bidrar till avrinning kallas den reducerade arean och erhålls genom att en avrinningskoefficient multipliceras med den totala ytan.

Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som avrinner på ytan efter infiltration och ytvattenlagring. Avrinningskoefficienter har valts enligt tabell 4.8 i Svenskt vattens P110. Ytan som består av bassänger har räknats bort, då den inte bidrar med något dagvattenflöde.

Den reducerade arean för avrinningsområdena samt avrinningskoefficienterna presenteras i Tabell 3.

Tabell 3. Ytor inom avrinningsområdet och reducerad area.

Typ av yta	Area (ha)	Avrinningskoefficient	Reducerad area (ha)
Gräsyta	1,10	0,1	0,11
Takyta	0,17	0,9	0,15
Bassängyta	0,25	-	-
Asfaltyta	0,87	0,8	0,70
Skogs- och naturmark	5,49	0,1	0,55
Totalt yta	<b>7,88</b>		<b>1,51</b>



Figur 15. Rosa linje/område markerar avrinningsområdet och grön linje markerar planområdet. Olika ytor inom avrinningsområdet: rosa yta är skogs- och naturmark, grön yta är gräsyta, blå yta är bassänger, grå yta är tak och resterande yta är asfaltyta.

#### 4.4 Flödesberäkningar för befintliga dagvattenflöden

Befintliga flöden har beräknats med hjälp av rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikationer P110 och P104, enligt följande formel:

$$Q = A \cdot \varphi \cdot i = A_{\text{red}} \cdot i$$

Q = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets totala yta [ha]

$A_{\text{red}}$  = reducerad area [ha]

$\varphi$  = avrinningskoefficient [-]

i = dimensionerande regnintensitet [l/(s,ha)]

Det dimensionerande flödet från respektive avrinningsområde erhålls då hela området bidrar med avrinning, d.v.s. då den mest avlägsna punkten inom avrinningsområdet bidrar med avrinning.



För att räkna ut rinntiden har ungefärliga vattenhastigheter från Tabell 4.5 i P110 använts. Regnets varaktighet (vilken antas vara lika med rinntiden) beräknas vara 10 minuter i delen av planområdet där reningsverket ligger. I delen som är skogsmark beräknas rinntiden vara cirka 20 minuter. Den dimensionerande rinntiden inom varje område sätts lika med regnvaraktigheten, varvid det dimensionerande flödet (Q) erhålls.

Den reducerade arean för det inhägnade området vid reningsverket respektive för skogs- och naturmarken fås från Tabell 3. Bassängytan har inte tagits med i beräkningarna, då de inte bidrar till dagvattenflödet. Regnintensiteten och dimensionerande flöde för de olika regnen presenteras i Tabell 4. För att se vad som händer vid extrem nederbörd så har även flödena för ett 100-årsregn räknats fram.

Tabell 4. Befintliga dagvattenflöden från avrinningsområdet.

Område (typ av yta)	Red area (ha)	Varaktighet (min)	i för 10/30/100-årsregn (l/s,ha)	Q <sub>10</sub> -årsregn (l/s)	Q <sub>30</sub> -årsregn (l/s)	Q <sub>100</sub> -årsregn (l/s)
Inhägnat område vid reningsverket	0,96	10	228/327,8/488,8	219	315	469
Skogs- och naturmark	0,55	20	151/216,9/323,1	83	119	178

## 5. Framtida utformning

I nuläget är cirka 44% av det exploaterade området runt reningsverket hårdgjord yta, resterande yta inom staketet består av gräsytor och bassänger. Det inhägnade området visas i Figur 14.

Området utanför det inhägnade området består av skogs- och naturmark, d.v.s. marken har relativt hög genomsläpplighet för vatten.

I framtiden kommer troligen Fors avloppsreningsverk att byggas ut och andelen hårdgjord yta öka på fastigheten i och med att det tillkommer nya byggnader, bassänger, asfaltytor o.s.v. Norconsult har i samråd med Haninge kommun gjort antagandet att 60% av området som är markerat med streckad linje, se Figur 16, i framtiden kommer bli hårdgjord yta. Det markerade området (innanför streckad linje) antas vara den del av planområdet (grön linje) som är lämplig för exploatering. Andelen yta som tas upp av tak respektive bassänger inom det inhägnade området antas bli lika stor när det inhägnade området blir större som före utbyggnaden.



Figur 16. Grön linje markerar planområdet och streckad linje markerar det område som kan komma att bebyggas i framtiden. 60% av det streckade området antas bli hårdgjord yta i framtiden.

## 6. Beräknade flöden och erforderad fördröjningsvolym för utbyggd detaljplan

### 6.1 Framtida markanvändning inom avrinningsområdet och reducerad area

I framtiden antas 60% av det streckade området i Figur 16 bli hårdgjort på grund av utbyggnad av reningsverket, då fler tak och asfaltytor kommer tillkomma. I nuläget är cirka 10% bassängyta och 7% takyta inom det inhägnade området – dessa andelar antas bli lika stora inom det framtida exploaterade området som fås då reningsverket expanderar. Avrinningsområdet kan då delas upp i nedanstående ytor, se Tabell 5. Avrinningsområdet är 7,88 ha stort och visas med rosa linje i Figur 17.

Tabell 5. Antagna ytor inom avrinningsområdet efter utbyggnad av reningsverket

Typ av yta	Area (ha)	%-andel
Gräsyta	0,27	3
Takyta	0,23	3
Bassängyta	0,32	4
Asfaltyta	2,41	31
Skogs- och naturmark	4,65	59
Total yta	<b>7,88</b>	

Av hela avrinningsområdet blir 34% hårdgjord yta (tak- och asfaltyta).

Från ytorna i Tabell 5 kan den reducerade arean för avrinningsområdet räknas ut. Den reducerade arean räknas ut genom att en avrinningskoefficient multipliceras med den totala ytan. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som avrinner på ytan efter infiltration och ytvattenlagring. Avrinningskoefficienter har valts enligt tabell 4.8 i Svenskt vattens P110. Bassängerna antas inte tillföra något dagvatten, därför räknas dessa inte med i den reducerade arean. Den reducerade arean för avrinningsområdena samt avrinningskoefficienterna presenteras i Tabell 6.

Tabell 6. Ytor inom avrinningsområdet och reducerad area efter utbyggnad av reningsverket

Typ av yta	Area (ha)	Avrinningskoefficient	Reducerad area (ha)
Gräsyta	0,27	0,1	0,03
Takyta	0,23	0,9	0,21
Bassängyta	0,32	-	-
Asfaltyta	2,41	0,8	1,93
Skogs- och naturmark	4,65	0,1	0,47
Totalt yta	<b>7,88</b>		<b>2,64</b>



Figur 17. Rosa linje/område markerar avrinningsområdet och grön linje markerar planområdet. 60% av området inom den svarta streckade linjen antas i framtiden bli hårdgjord yta.

## 6.2 Flödesberäkningar för framtida dagvattenflöden

Framtida dagvattenflöden har beräknats med hjälp av rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikationer P110 och P104, enligt följande formel:

$$Q = A \cdot \varphi \cdot i \cdot \text{klimatfaktor} = A_{\text{red}} \cdot i \cdot \text{klimatfaktor}$$

$$Q = \text{flöde [l/s]}$$

$$A = \text{avrinningsområdets totala yta [ha]}$$

$$\varphi = \text{avrinningskoefficient [-]}$$

$$i = \text{dimensionerande regnintensitet [l/(s,ha)]}$$

$$\text{Klimatfaktor} = 1,25 \text{ (enligt kapitel 1.8.3 i P110)}$$

För att räkna ut rinntiden har ungefärliga vattenhastigheter från Tabell 4.5 i P110 använts. Regnets varaktighet (vilken antas vara lika med rinntiden) beräknas vara 10 minuter i delen av planområdet där reningsverket ligger. I delen som är skogs- och naturmark beräknas rinntiden vara cirka 20 minuter. Den dimensionerande rinntiden inom varje område sätts lika med regnvaraktigheten, varvid det dimensionerande flödet (Q) erhålls.

Den reducerade arean för det exploaterade området vid reningsverket efter utbyggnad, respektive för skogs- och naturmarken, fås från Tabell 6. Bassängytan har inte tagits med i beräkningarna, då de inte bidrar till dagvattenflödet. Regnintensiteten och dimensionerande flöde för de olika regnen presenteras i Tabell 7. För att se vad som händer vid extrem nederbörd och eftersom reningsverket har en samhällsviktig funktion – och därför ska ges en högre säkerhetsnivå - så har även flödena och erforderad magasinsvolym för ett 100-årsregn räknats fram.

Tabell 7. Framtida dagvattenflöden från avrinningsområdet.

Område (typ av yta)	Red area (ha)	Varaktighet (min)	i för 10/30/100-årsregn (l/s,ha)	Klimat-faktor	Q <sub>10</sub> -årsregn (l/s)	Q <sub>30</sub> -årsregn (l/s)	Q <sub>100</sub> -årsregn (l/s)
Inhägnat område vid reningsverket	2,17	10	228/327,8/488,8	1,25	618	889	1326
Skogs- och naturmark	0,47	20	151/216,9/323,1	1,25	89	127	190

### 6.3 Erforderlig fördröjningsvolym

Enligt Haninge kommuns riktlinjer ska 20 mm dagvatten per reducerad area fördröjas vid ny- och ombyggnation (Temporär riktlinje för fördröjning av dagvatten på kvartersmark, 2017).

Med den reducerade arean från Tabell 7 erhålls då den erforderade magasinsvolymen:

Reducerad area: 2,17 ha = 21 700 m<sup>2</sup>

Fördröjningskrav: 20 mm = 0,02 m

Erfordrad fördröjningsvolym: 21 700 \* 0,02 = **434 m<sup>3</sup>**

Om dagvattenanläggningen är en meter djup och har en porositet på 30% motsvarar det att 20 mm dagvatten fördröjs. Den erforderade magasinsvolymen för att fördröja 20 mm dagvatten per reducerad area är 434 m<sup>3</sup>. För att fördröja 434 m<sup>3</sup> dagvatten med dessa kriterier måste 0,194 ha yta utgöras av permeabla dagvattenanläggningar

Enligt Haninge kommuns dagvattenhandbok ska dagvattnet ha en uppehållstid på 12-24 h i fördröjningsmagasinet. Utsläppsflödet från magasinet anpassas så att detta uppfylls. Med ett utsläppsflöde på 13,5 l/s fås en uppehållstid på 12 h i magasinet och med ett utsläppsflöde på 6,7 l/s fås en uppehållstid på 24 h i magasinet.

## 6.4 Föroreningsberäkningar

### 6.4.1 Befintlig föroreningsbelastning

Befintlig föroreningsbelastning har beräknats för planområdet med hjälp av databasen Stormtac. Beräkningarna baseras på schablonvärden uppbyggda av uppmätta värden i dagvatten från olika marktyper. Vidare används det årliga flödet beräknat från produktionen av årlig nederbörd, area och avrinningskoefficient (StormTac, 2018). Detaljplanområdet är indelat i marktyperna skogs- och ängsmark, takyta, gräsyta och gårdsyta inom kvarter (asfaltyta). Medelårsnederbörden är antagen till 636 mm/år enligt StormTac.

Föroreningskoncentrationer och föroreningsmängder för området redovisas i Tabell 8.

Tabell 8. Befintliga beräknade föroreningskoncentrationer och föroreningsmängder

Ämne	Befintliga föroreningskoncentrationer (µg/l)	Befintliga föroreningsmängder (kg/år)
P	106	0,6
N	1672	10,2
Pb	4	0,02
Cu	15	0,09
Zn	29	0,18
Cd	0,3	0,00
Cr	4	0,02
Ni	3	0,02
Hg	0,03	0,0002
SS	39041	238
Olja	282	1,7

Enligt EU:s ramdirektiv för vatten får inte planen medföra negativ påverkan på MKN för recipienten. Detta innebär att beräknad befintlig föroreningsbelastningen från planområdet inte får öka efter planerad exploatering. Framtida föroreningsbelastning beräknas i avsnitt 6.4.2.

#### 6.4.2 Framtida föroreningsberäkningar

Som nämns i av avsnitt 6.4.1 får inte planen påverka MKN för recipienten negativt. Föroreningsbelastningen inom området ska därför inte öka efter föreslagen exploatering. Framtida föroreningsbelastning har beräknats på samma sätt som befintliga värden, men med antagandet att allt dagvatten passerar en skelettjord och ett svackdike innan det når recipienten, se kapitel 7.2. Det renade vattnet från reningsverket antas inte ledas in i skelettjorden eller svackdikedet, utan direkt ut i Hågaån.

I dagsläget leds en del av dagvattnet in i reningsverket och del av dagvattnet direkt ut i ån. Det skulle kunna utredas i framtiden om det inte är bättre att göra om befintligt dagvattensystem så att allt dagvatten leds direkt ut i Hågaån, via föreslagna dagvattenanordningar. Därför är de föreslagna dagvattenanordningarna dimensionerade för att kunna fördröja vatten från hela reningsverksområdet. Skelettjorden med biokol har antagits ha en reningseffekt för fosfor på 65 % enligt uppgift från Haninge kommun. Resterande reningseffekter för dagvattenlösningarna fås från StormTac.

Beräknade framtida föroreningskoncentrationer och föroreningsmängder redovisas i Tabell 9.

Tabell 9. Framtida föroreningskoncentrationer och föroreningsmängder

Ämne	Framtida föroreningskoncentrationer (µg/l)	Framtida föroreningsmängder (kg/år)
P	22,295	0,931
N	156,156	7,022
Pb	0,300	0,015
Cu	1,225	0,050
Zn	1,890	0,076
Cd	0,037	0,001
Cr	0,312	0,008
Ni	0,333	0,009
Hg	0,011	0,0003
SS	1670,820	95,370
Olja	5,873	0,212

Det kan konstateras att samtliga föroreningar beräknas minska efter exploatering om dagvattnet renas i två steg; genom en skelettjord och i ett svackdike. Exploateringen bedöms därför inte påverka MKN negativt, utan snarare bidra till att MKN kan följas. För att dagvattnet som släpps ut i Hågaån ska uppfylla god status ska fosforhalten inte överskrida 60 µg/l, vilket uppfylls med dessa reningssteg.

## 7. Dagvattenhantering

### 7.1 Höjdsättning och översvämningsytor vid extrema regn

Området är bebyggt idag och höjdsättningen av befintlig mark är svår att påverka. Vid exploatering bör höjdsättningen i den mån det är möjligt anpassas så att allt lutar mot de föreslagna dagvattenstråken så att dagvattnet kan avledas mot utsedda översvämningsytor, utan att orsaka skada på byggnader. Inget dagvatten ska bli stående inom det inhägnade området. Föreslagna översvämningsytor visas i Figur 18. Öster om planområdet finns en höjd och för att minska risken att dagvatten rinner in på planområdet österifrån vid stora regn så är ett alternativ att anlägga ett avskärande dike mellan höjden och planområdet, se röd linje i Figur 18. Diket anläggs så att det ansluter till Vitsån söder om planområdet.

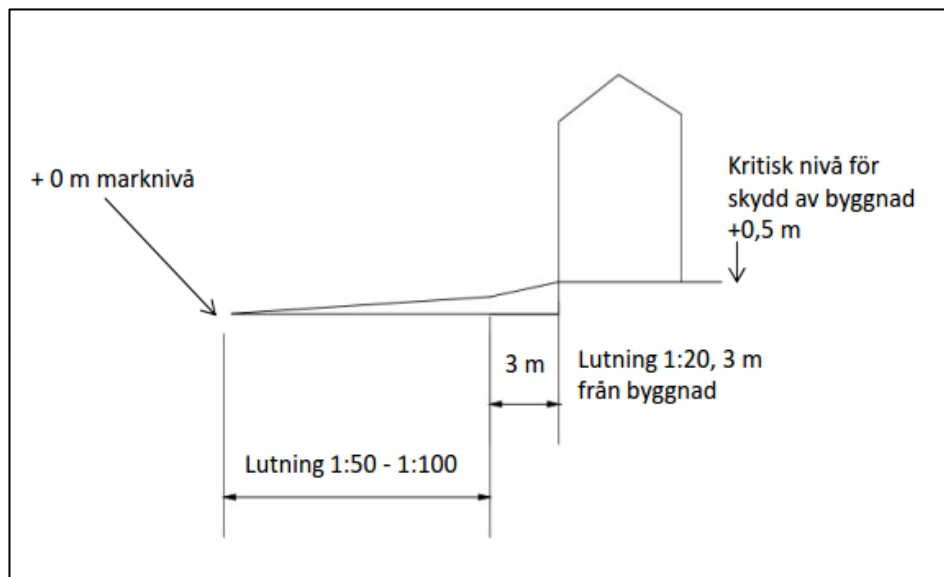




Figur 18. Rinnvägar vid extrema regn markerade med svarta pilar och översvämningsyta markerat med blått. Röd linje visar avskärande dike som leder till Vitsån.

Nya byggnader och bassänger inom reningsverksområdet bör anläggas högre än kringliggande mark så att dagvattnet kan rinna av ytlede vid extrema regn, utan att riskera att dagvatten rinner in i reningsverket. För att hindra yt- eller dagvatten att rinna in i byggnader måste marken ges en ordentlig lutning ut från byggnaden, så att marken lutar mot föreslagna dagvattenstråk.

I Figur 19 visas principen för höjdsättning. Enligt Svenskt Vattens P105 ska byggnaden ligga minst 0,5 m över marknivån. Närmast byggnaden, ca 3 m, ska marken ha en lutning på 1:20. Längre ut rekommenderas en lutning 1:50-1:100.



Figur 19. Princip för höjdsättning (Svenskt Vatten P105)

## 7.2 Föreslagen dagvattenhantering

I utredningen har ett alternativ för dagvattenhantering tagits fram. Föreslagna dagvattenlösningar är dimensionerade för att fördröja 20 mm dagvatten per reducerad area (Haninge kommun, 2017). Erfordrad fördröjningsvolym fås från kapitel 6.3. Dagvattnet från skogs- och naturmarksområdet antas i framtiden ledas direkt ut i Hågaån via befintliga diken.

I dagsläget sker avvattningen inom det inhägnade området vid reningsverket via det befintliga dagvattennätet bestående av dagvattenbrunnar och dagvattenledningar. En del av dagvattnet leds in i reningsverket och sedan ut i Hågaån, och en del leds direkt ut i Hågaån. De föreslagna dagvattenlösningarna är dock dimensionerade för att kunna fördröja dagvatten från hela det inhägnade området vid reningsverket. Detta för att de ska fungera om man i framtiden gör om dagvattensystemet så att allt dagvatten från detta område leds direkt ut i recipienten via föreslagna dagvattenlösningar.

I framtiden föreslås dagvattnet från hårdgjorda ytor avledas västerut till en trädrad med skelettjord mellan. Från skelettjorden leds sedan vattnet ut i ett svackdike och därefter ut i Hågaån, se Figur 22 och bilaga 2. Antaget är att allt dagvatten, förutom dagvattnet från skogs- och naturmarken, i framtiden kommer att passera dessa två dagvattenlösningar, vilket ger både rening och fördröjning av dagvattnet.

### 7.3 Skelettjordar

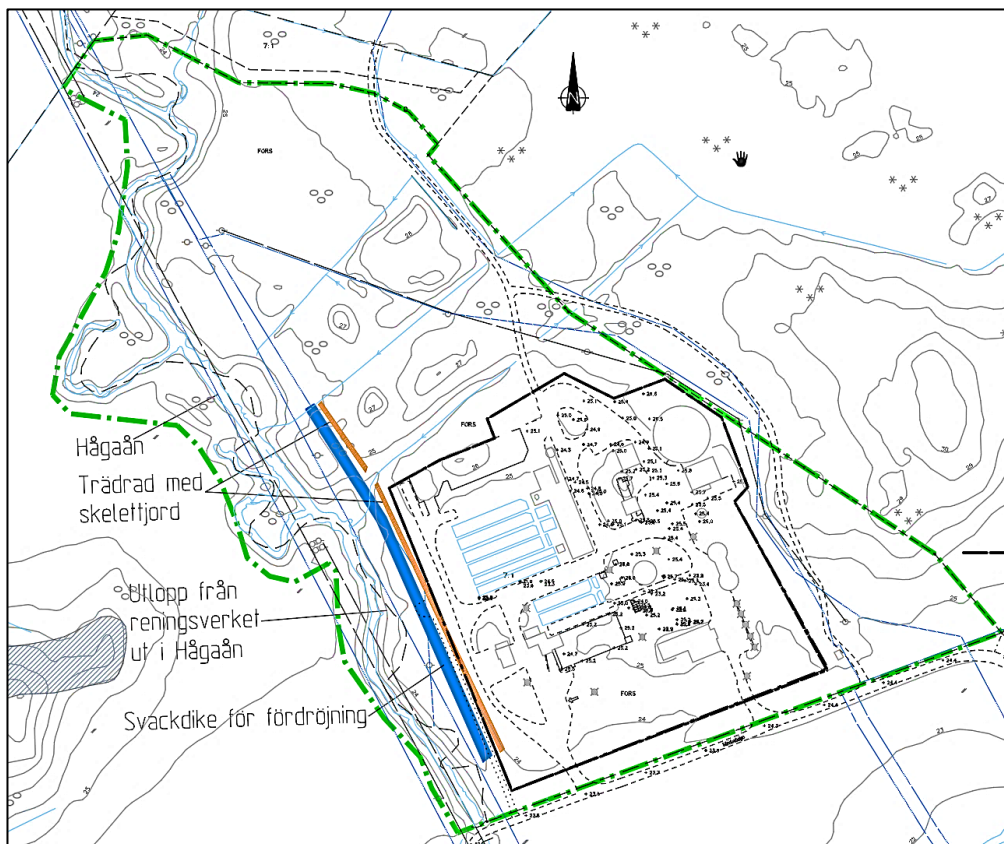
Skelettjordar kräver minimalt underhåll, har lång hållbarhet, passar alla miljöer och kan magasinera stora volymer vatten. Med en blandning av makadam och biokol skapas en extra tillväxtzon för trädets rotsystem samt god tillgång till luft och vatten.

Biokol är en organisk produkt, exempelvis tillverkad av restprodukter från parkskötsel, som hettats upp i en syrefri process och bildar en produkt som för ögat liknar vanligt grillkol. Att plantera träd i skelettjord av en blandning av biokol och makadam är en metod som, utöver fördröjning och rening av dagvatten och förbättrade levnadsvillkor för träden, även bidrar att strukturen i jorden bibehålls på lång sikt. I Figur 20 visas ett nyplanterat träd i en bädd som täckts med ett lager av biokol. Biokolen fungerar som ett filter som renar dagvattnet.



Figur 20. Biokol i en trädplantering (foto: Norconsult)

För att dagvattnet ska få en tillräcklig rening föreslås att det anläggs en rad med träd som står i skelettjord som är blandad med biokol. Alla nya dagvattenledningar på reningsverksområdet leds ut i skelettjorden. Från skelettjorden leds dagvattnet ut i ett svackdike för fördröjning, se Figur 22. Bräddningsbrunnar placeras i skelettjorden så att dagvattnet kan brädda ut i fördröjningsdiket direkt vid stora dagvattenflöden.



Figur 21. Figur 22. Orangefärgade linjer visar var skelettjord med träd kan placeras och blått område visar var svackdike för fördröjning kan placeras.

#### 7.4 Svackdike

Med svackdike avses ett brett vegetationsklätt dike med svag släntlutning, se Figur 23. Svackdike är beklädda med vattentåligt gräs eller våtmarksväxter och karakteriseras av en stor bredd och en svag längsgående lutning. Svackdiken bör ha en släntlutning på 1:3 eller flackare med hänsyn till skötsel.

Ett svackdike kan ses som ett alternativ till traditionella avloppssystem och används främst där man önskar ett öppet dagvattensystem. Meningen är att de skall fungera som transportsystem och för magasinering av dagvattnet. Svackdiken kan förses med strypt utlopp för att vidaregående flöde skall begränsas.



Figur 23. Exempel på svackdike (Foto: Norconsult)

Ett svackdike skall inte beaktas som ett komplett reningssystem. Däremot är det en metod som är effektiv mot rening av kväve och även upp till 20 % av metaller. Det går inte heller att säkerhetsställa en konstant hög reningseffekt och gräset behöver klippas kontinuerligt för att kunna behålla flödet. Våtmarksbeväxta svackdiken renar bättre än gräs. Eftersom svackdikerna i princip är självgödslande på grund av alla näringsämnen som kommer med dagvattnet så krävs ingen ytterligare gödsling.

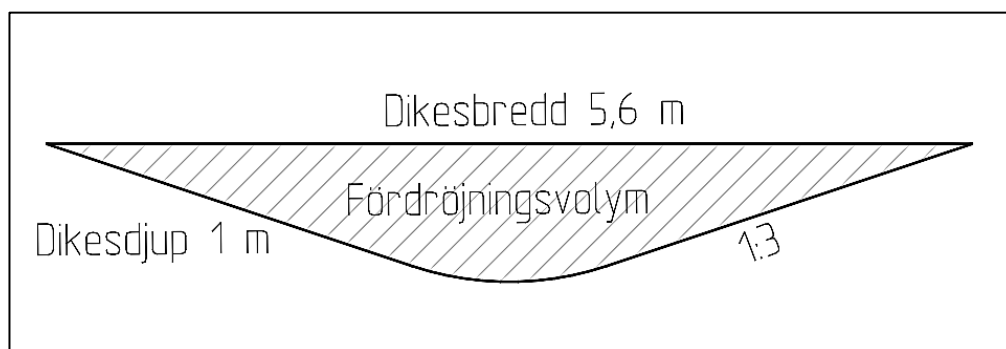
För det kalla klimatet vi har i Sverige, är svackdiken ett utmärkt område för snölagring och omhändertagande av smältvatten. Däremot måste det kontrolleras att det inte bildats någon is kring inlopp, utlopp samt ledningar/trummor.

För att få tillräcklig fördröjningsvolym så föreslås att ett svackdike anläggs väster om trädraden med skelettjord i västra delen av planområdet, se Figur 22. Dagvattnet leds från skelettjorden med bräddningsbrunnar och ledningar ut i svackdiket för fördröjning. I svackdiket leds dagvattnet vidare söderut och till sist ut i Hågaån.

Ett förslag på svackdikets sektion kan ses i Figur 24. Svackdiket har djupet 1 m, bredden 5,6 m, släntlutningen 1:3 och rundad botten. Tvärsnittsarean är 2,6 m<sup>2</sup>. Dikets längd enligt utbredningen i Figur 22 blir 180 m. Då fås en fördröjningsvolym i svackdiket på

$$180 \text{ m} * 2,6 \text{ m}^2 = 468 \text{ m}^3$$

Totalt måste 434 m<sup>3</sup> fördröjas enligt kapitel 6.3, vilket med god marginal får plats i svackdiket.



Figur 24. Föreslagen sektion för svackdike

## 7.5 Permeabla beläggningar

Enligt Temporär riktlinje för fördröjning av dagvatten (Haninge, 2017) ska minst 6% av den hårdgjorda ytan göras infiltrerbar för dagvatten. Om dagvattenanläggningen är en meter djup och har en porositet på 30% motsvarar det att 20 mm dagvatten fördröjs. För att fördröja 434 m<sup>3</sup> dagvatten med dessa kriterier måste 0,194 ha yta utgöras av permeabla dagvattenanläggningar.

Exempel på genomsläppliga ytor är till exempel gräsarmering eller plattbeläggning, se Figur 25 och Figur 26, men det kan även vara gräsytor, växtbäddar eller planteringsytor.

Växtbäddar kan anläggas i anslutning till byggnader, se Figur 27. Det skapar ett visuellt intryck av att byggnaden möter omgivande landskap på ett fint sätt samt att växtbädden fördröjer dagvatten som rinner ner från byggnaden. Viktigt är dock att ha korrekt isolering av byggnadens grund, så att dagvatten inte tränger in i grunden. Vid utlopp i växtbädden rekommenderas det att läggas erosionskydd, t.ex. i form av stenar. Det är även viktigt att välja passande växter, för att minska risken för att rötterna växer in i grunden.

För bästa reningseffekt föreslås att dagvattnet från parkeringsytor och hårdgjorda ytor avrinner mot gröna ytor innan det når dagvattennätet.



Figur 25. Exempel på genomsläpplig yta (gräsarmering) (Foto: Norconsult)



Figur 26. Exempel på genomsläpplig yta (plattbeläggning) (Foto: Norconsult)



Figur 27. Exempel på växtbädd vid byggnad

## 7.6 Gröna tak

Gröna tak är ett bra sätt att minska avrinningen från tak då de kan ta upp dagvatten. Gröna tak har dock inte tagits med som förslag på permeabel yta då de ofta gödslas, vilket bidrar till utsläpp av näringsämnen i recipienten. Fokus i denna utredning har varit rening av dagvattnet och därför anses gröna tak inte vara en passande lösning.

## 8. Bedömning av den föreslagna dagvattenhanteringen

Föreslagen dagvattenhantering innebär rening i två steg – genom skelettjord och i svackdike. För att dagvattnet som släpps ut i Hågaån ska uppfylla god status ska fosforhalten inte överskrida 60 µg/l, vilket uppfylls med dessa reningssteg.

Placering av nya byggnader är viktig för att inte riskera att de översvämmas vid extrema regn. Byggnader bör i den mån det är möjligt inte placeras nära det föreslagna svackdiket.



## 9. Slutsats

Ett förslag på hur dagvattnet kan renas och fördröjas inom planområdet har tagits fram, för att inte påverka vattenkvaliteten i Hågaån negativt samt motverka risken för översvämning. Lösningen uppfyller kravet att 20 mm dagvatten per reducerad area ska fördröjas och renas i dagvattenanläggningar.

De befintliga VA-ledningarna inom det exploaterade området vid reningsverket antas fungera som de ska, då inga översvämningssproblem har rapporterats. Delar av dagvattnet som avrinner till detta område leds in i reningsverket och delar av det leds ut i Hågaån.

I denna utredningen har det befintliga VA-nätet inte analyserats. Fokus är istället på hur dagvattnet som hamnar på markytan kan fördröjas. Ett förslag är dock att i framtiden undersöka hur det befintliga dagvattennätet kan läggas om, så att inget dagvatten leds in i reningsverket – vilket skulle kunna öka reningsverkets kapacitet.

Dagvattenåtgärder som föreslås är

- Skelettjord
- Svackdike

Enligt Temporär riktlinje för fördröjning av dagvatten (Haninge, 2017) ska minst 6% av den hårdgjorda ytan göras infiltrerbar för dagvatten. Om dagvattenanläggningen är en meter djup och har en porositet på 30% motsvarar det att 20 mm dagvatten fördröjs. Den erforderade magasinvolymen för att fördröja 20 mm dagvatten per reducerad area är 434 m<sup>3</sup>. För att fördröja 434 m<sup>3</sup> dagvatten med dessa kriterier måste 0,194 ha yta utgöras av permeabla dagvattenanläggningar

I föreslagen lösning rinner dagvattnet via befintligt och nytt dagvattennät till träd med skelettjord, därifrån leds vattnet ut i ett svackdike och leds sedan till recipienten.

Den erforderade magasinvolymen 434 m<sup>3</sup> kan fördröjas i svackdiket, som förses med strypt utlopp. Från den svackdiket leds sedan vattnet ut i Hågaån cirka 100 m nedströms om utloppet från reningsverket. Detta för att inte påverka vattenkvaliteten på de provtagningar på som görs i närheten av reningsverkets utlopp.

Höjdsättningen bör utformas så att marken lutar ut från byggnaderna och så att dagvattnet rinner mot dagvattenbrunnar, diken eller mot skelettjord. Den bör också utformas så att dagvattnet vid ett extremregn rinner mot området väster om planområdet, vid Hågaån, där det är liten risk att vattnet skadar några byggnader. I detta område bör inga viktiga byggnader placeras.

Om möjligt rekommenderas att undvika källarvåning under mark i riskområden för översvämning.

Ytterligare en åtgärd, för att minska risken för att dagvatten rinner in på planområdet vid stora regn är att anlägga ett avskärande dike på den östra sidan om planområdet. Diket kan ta upp stora dagvattenflöden från höjden, som ligger öster om planområdet, och leda vattnet ner till Vitsån söder om planområdet.

Den samlade bedömningen av gällande planförslaget ur dagvattensynpunkt är positiv. Föroreningshalterna beräknas sjunka om förslaget följs och planförslaget bedöms inte påverka MKN för recipienten negativt.

## Referenser

### 9.1 Skriftliga

*Temporär riktlinje för fördröjning av dagvatten*, 2017-09-07, Haninge kommun

Svenskt Vatten, "*Avledning av dag-, drän, och spillvatten - Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*", Publikation P110 januari 2016

Svenskt Vatten. (2011). *P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*. Stockholm: Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten. (2011). *P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering – råd vid planering och utformning*. Stockholm: Svenskt Vatten.

### 9.2 Internet

Eniro.se (2018). Fors avloppsreningsverk, Haninge, hämtad 2018-10-30.  
[https://kartor.eniro.se/?c=59.105598,18.107958&z=14&q="fors avloppsreningsverk";yp](https://kartor.eniro.se/?c=59.105598,18.107958&z=14&q=)

Google maps (2018). Fors reningsverk, Västerhaninge, hämtad 2018-11-15.  
<https://www.google.com/maps/place/Fors+reningsverk/@59.1032283,18.090989,540m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x465f635d573cbbb:0x1ca1309b34127b3e!8m2!3d59.1020869!4d18.0928624>

VISS (2018). Skarplöt, hämtad 2018-11-19.  
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA13728537>

VISS (2018). Vattenkartan, hämtad 2018-11-19.  
<http://viss.lansstyrelsen.se/MapPage.aspx>

VISS (2018). Vitsån, hämtad 2018-11-20.  
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA42453217>

Länsstyrelsen (2018). Planeringsunderlag, hämtad 2018-11-20.  
<http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>

Recipientklassificering, Haninge kommun, hämtad 2018-11-20.  
<https://www.haninge.se/siteassets/bygga-bo-och-miljo/vatten-och-avlopp/va-plan/recipientklassificering.pdf>

SGU, jordarter (2018). Sveriges geologiska undersökning, kartvisare, hämtad 2018-11-20.

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>

SGU, genomsläpplighet (2018). Sveriges geologiska undersökning, kartvisare, hämtad 2018-11-20.

<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html?zoom=-751562.775624,6120299.579575,1931310.775624,7649590.420425>

Ledningskollen, ärende skapat 2018-10-26.

[www.ledningskollen.se](http://www.ledningskollen.se)

Storm Tac, hämtad 2018-11-29.

<http://www.stormtac.com/>