

Skövde kommun

Kvarter Vadden

Dagvatten- och skyfallsutredning till detaljplan



Uppdragsnr: 1070085 Version: 1
2021-04-16

| | |
|--|---|
| Uppdragsgivare: | Skövde kommun |
| Uppdragsgivarens kontaktperson: | Lina Irwe |
| Konsult: | Norconsult AB , Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg |
| Uppdragsledare: | Malin Törnberg |
| Handläggare: | Jacob Friman, Adam Dahlin, Johan Södergren |
| Bitr. handläggare: | Fatemeh Shayan |
| Kvalitetsgranskare: | Malin Törnberg |

| 1 | 2021-04-16 | | A.D | | |
|---------------------|------------|--------------------|--------------------|----------|---------|
| Granskningshandling | 2020-06-18 | Dagvattenutredning | J.F, A.D, J.S, F.S | M.T | M.T |
| Version | Datum | Beskrivning | Upprättat | Granskat | Godkänt |

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

Begreppsförklaringar

Avrinningskoefficient: mått på hur stor del av ett område som bidrar till avrinning

Avrinningsområde: område från vilket vatten kan avledas genom självfall eller pumpning till en och samma punkt

Bräddning: alternativ avledning av vatten när ordinarie systems kapacitet överskrids

Dagvatten: ytligt avrinnande regn- och smältvatten

Dikningsföretag: en samfällighet som bildats för att förbättra markavvattning och vattenavledning, ofta för att skapa ny jordbruksmark

Dimensionerande varaktighet: en vald tid i minuter under vilken ett regn med en bestämd återkomsttid pågår, används för beräkningar och modelleringar

Dränvatten: vatten som avleds genom dränering

Dämning: avsiktlig eller oavsiktlig höjning av yt- eller grundvattennivå

Förbindelsepunkt: punkt där fastighetens ledningar kopplas till den allmänna anläggningen

Infiltration: Inträngning av vätska i poröst eller sprickigt material, till exempel vatten som tränger in i jord eller berg

Instängt område: Område varifrån dagvatten ytledes inte kan avledas med självfall

LOD: Lokalt omhändertagande av dagvatten . En förkortning, som historiskt använts som ett samlingsnamn för olika typer av lokal hantering av dagvatten

Recipient: mottagare av dagvatten

Rinntid: Den maximala tid det tar för regn som faller inom avrinningsområdet att rinna till den punkt där allt dagvatten från området avleds. Rinntidens längd är en kombination av den sträcka det avrinnande vattnet skall tillryggalägga samt den hastighet vattnet har

Skibord/överfall: nivåreglerande konstruktion, där vatten rinner över en kant. Ett effektivt sätt att kunna reglera vattenytan uppströms

Återkomsttid: tidsintervall mellan regn- och avrinningstillfällen för viss given intensitet och varaktighet

10 mm fördröjning per reducerad ytenhet: Den volym som krävs för att fördröja 10 mm regnvatten över den yta som förväntas bidra med ytavrinning

Sammanfattning

Föreliggande dagvatten- och skyfallsutredning har utförts för planområdet kvarter Vadden. Utredningsområdet är beläget i sydvästra delen av Skövde, bredvid Södra Bergvägen och Falkvägen. Den planerade exploateringen inkluderar bostadsbyggnation av två punkthus med totalt 46 lägenheter, parkering och plats för lek och umgänge.

Ett dike som avleder dagvatten från uppströms bostadsområde går genom planområdet och avrinner mot OK-dammarna väster om Vadsbovägen och slutligen recipienten Ösan. Resterande delar av planområdet avrinner nordöst mot infiltrationsdammarna öster om Vadsbovägen och söder om Norra Bergvägen och infiltrerar därefter till grundvattenrecipienterna Falköping-Skövde och Hagelberg.

Jordlager inom planområdet utgörs av morän. Grundvattennivåer trängde fram vid 0,65 m djup i en provgrop i mitten på gräsytan. Det översta jordlagret och sediment i diket är förorenade och behöver åtgärdas innan exploateringen påbörjas.

En fördröjningsvolym om ca 50 m³ behövs för att ej öka befintligt flöde på nedströms ledningsnät för framtida regn med upp till 10 års återkomsttid. Fördröjt dagvattenflöde föreslås påkopplas dagvattenledning i östlig riktning längs med Södra Bergvägen. Dagvattenhanteringen inom planområdet kan hanteras genom flera olika typer av anläggningar. En torrdamm rekommenderas i den befintliga lågpunkten östra del, alternativt kan underjordiska magasin eller regnrabatter anläggas.

Dagvattnet föreslås fördröjas och genomgå rening i diken och torrdamm inom planområdet. Ytterligare rening sker nedströms planområdet i infiltrationsdammarna. Därmed bedöms statusen i grundvattenförekomsterna Falköping-Skövde och Hagelberg ej försämrats.

Då lågpunkten som idag finns på gräsytan kommer att exploateras med byggnader och parkering minskar magasineringsskapaciteten vid skyfall och mer vatten förväntas avrinna ut från området vid kraftiga regn. En skyfallsled öster om Vadsbovägen i nordlig riktning kan minska belastningen på bostadsområdet österut längs med Södra Bergvägen. Då mer vatten avleddes till infiltrationsdammarna rekommenderas att översvämningsskapaciteten inom arenaområdet åtgärdas då infiltrationsdammarna bräddar mot detta område. En skyfallskartering har utförts på befintlig markanvändning och efter exploatering. Resultatet indikerar att dammarna ej bräddar vid ett framtida 100-årsregn efter exploatering.

Lägsta golvnivå föreslås ej understiga +166,5 m. Föreslagen höjdsättning är inkluderad i skyfallskarteringen efter exploatering. Byggnader bedöms ej översvämmas vid ett framtida 100-årsregn med föreslagen höjdsättning.

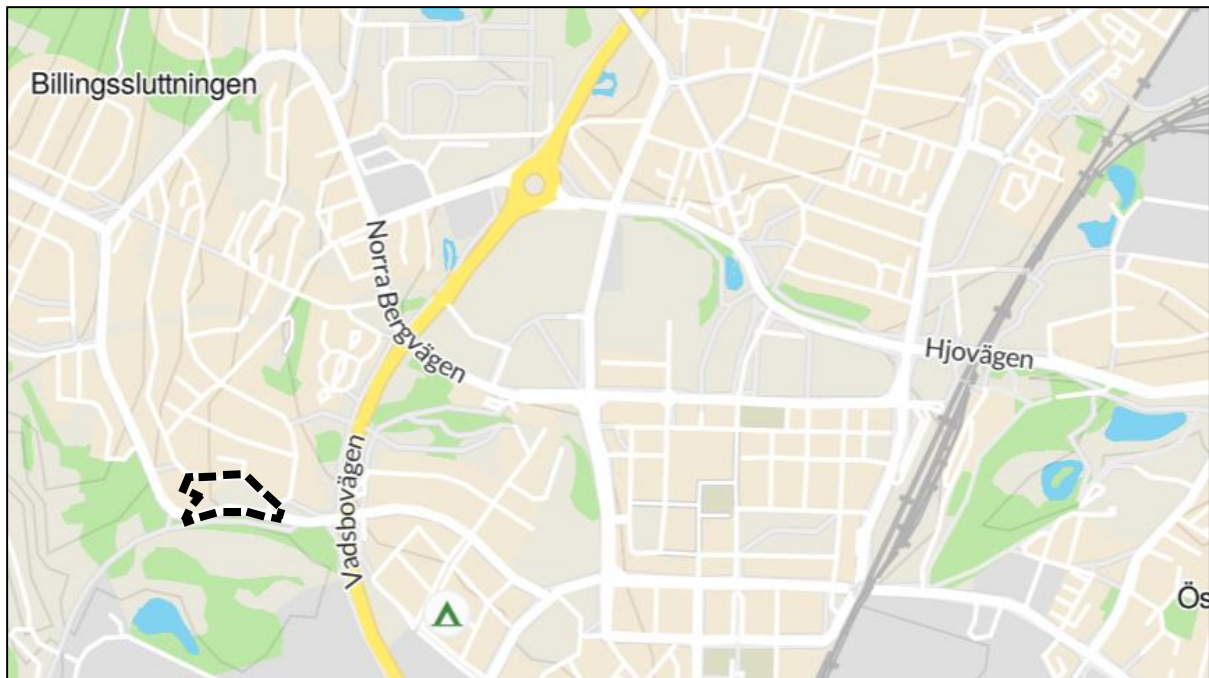
Skyfallsledens har utretts i en fördjupad förstudie och bedöms vara genomförbar. Nödvändiga marksänkningar för att erhålla fall i nordlig riktning längs med skyfallsleden kan riskera marktäckning på befintliga ledningar och ledningsägare behöver kontaktas för eventuella omläggningar. Trots åtgärderna fortsätter en del vatten österut över farthindret längs Södra Bergvägen. Alternativ för att leda mer vattnet mot skyfallsleden är att höja det befintliga farthindret för att på så sätt sakta ner vattnet. Vidare så är Södra Bergvägen i dagsläget bomberad och en övergång till skevning norrut kan leda mer vatten till skyfallsleden. Skapandet av skyfallsleden innebär ett visst massöverskott på grund av sänkningen av marken. Uppskattningsvis rör det sig om ca 90 m³ massor i överskott.

Innehåll

| | | |
|-----------------|--|-----------|
| 1 | Inledning | 1 |
| 1.1 | Syfte | 1 |
| 1.2 | Planerad exploatering/planförslag | 1 |
| 1.3 | Underlag | 2 |
| 1.4 | Dagvattenstrategi | 3 |
| 1.4.1 | Dimensioneringsförutsättningar | 3 |
| 2 | Orientering | 4 |
| 2.1 | Recipient | 4 |
| 2.2 | Skyddsvärda intressen | 5 |
| 2.3 | Geoteknik | 6 |
| 2.4 | Grundvatten | 7 |
| 2.5 | Markavvattnings-/sjösänkingsföretag | 8 |
| 2.6 | Ledningar inom planområdet | 8 |
| 3 | Befintlig dagvattenhantering | 9 |
| 3.1 | Befintliga dagvattenflöden | 11 |
| 3.2 | Befintlig föroreningsrisk och föroreningsbelastning | 12 |
| 4 | Föreslagen dagvattenhantering | 14 |
| 4.1 | Framtida dagvattenflöde | 14 |
| 4.2 | Erforderlig fördröjningsvolym | 15 |
| 4.3 | Principlösningar för dagvattenhantering | 15 |
| 4.3.1 | Diken | 15 |
| 4.3.2 | Regnrabatt | 16 |
| 4.3.3 | Underjordiska magasin | 17 |
| 4.3.4 | Fördröjningsdammar | 19 |
| 4.4 | Föreslaget dagvattensystem | 20 |
| 4.5 | Framtida dagvattenföroreningar | 21 |
| 4.6 | Höjdsättning | 22 |
| 4.7 | Skyfall | 23 |
| 5 | Skyfallsled | 24 |
| 6 | Skyfallskartering | 26 |
| 6.1 | Resultat | 26 |
| 7 | Slutsats | 27 |
| 8 | Litteraturförteckning | 28 |
| Bilaga 1 | Lösningförslag | |
| Bilaga 2 | Höjdplan skyfallsled | |
| Bilaga 3 | Skyfallskartering | |
| Bilaga 4 | PM Modelldokumentation skyfallskartering kvarter Vadden | |

1 Inledning

På uppdrag av Skövde kommun har Norconsult AB utarbetat föreliggande dagvatten- och skyfallsutredning till detaljplan för kvarter Vadden, beläget i den västra delen av centrala Skövde, se Figur 1. Detaljplaneområdet är ca 1,3 ha stort och består idag främst av gräsytor och vägar. Utbyggnaden i detaljplaneförslaget består av två punkthus samt parkering. Området förväntas dels översvämmas vid skyfall enligt Skövde kommuns övergripande skyfallskartering, dels ha dålig möjlighet till infiltration enligt utförd geoteknisk utredning.



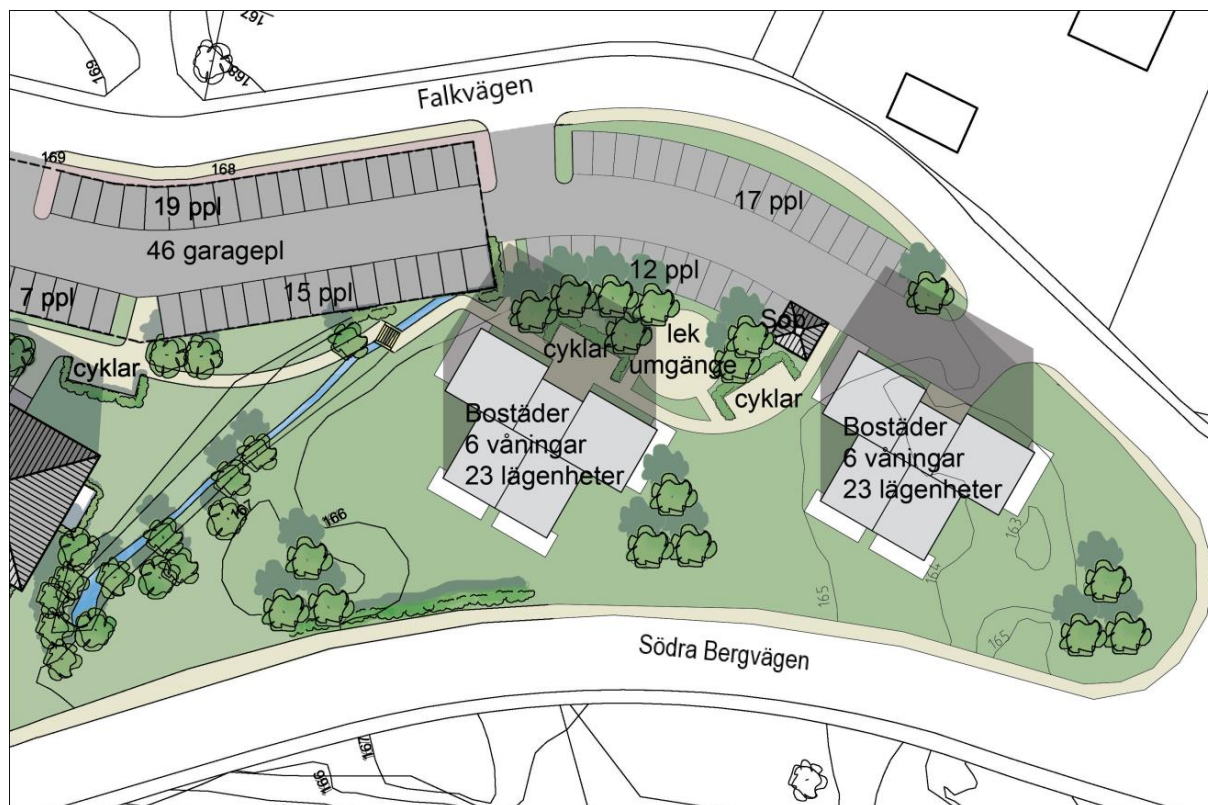
Figur 1. Karta över västra Skövde centrum (hitta.se, 2020). Detaljplaneområdet är markerat i svart.

1.1 Syfte

Utredningen syftar främst till att klargöra förutsättningarna för bebyggelse inom området enligt den utökade detaljplanen med avseende på hantering av dagvatten och skyfall. Översiktligt förslag på dagvattenhantering ges även med hänsyn till bland annat föroreningsbelastning och fördröjning av flöden.

1.2 Planerad exploatering/planförslag

Skövde kommun har tagit fram en illustrationsskiss för kvarter Vadden, se Figur 2. Utredningsområdet är beläget i sydvästra delen av Skövde, bredvid Södra Bergvägen och Falkvägen. Den planerade exploateringen inkluderar bostadsbyggnation av två punkthus med totalt 46 lägenheter, parkering och plats för lek och umgänge.



Figur 2. Strukturplan framtagen av Skövde kommun (2020-02-21)

1.3 Underlag

- Kompletterande miljöteknisk undersökning inklusive bilagor (PDF), mottaget 2020-02-19
- Situationsplan (DWG)(PDF), mottaget 2020-02-21
- Dagvattennät (DWG), mottaget 2020-03-20
- VA_Billingslutningen_171102 (DWG), mottaget 2020-03-20
- Vadden_dagvutredning_karta (DWG), mottaget 2020-03-23
- Vadden_dagvutredning_NH-data (DWG), mottaget 2020-03-23
- Vadden_dagvutredning_foto (PDF), mottaget 2020-03-23

1.4 Dagvattenstrategi

Skövde kommun har utvecklat tydliga riktlinjer för hur dagvattnet ska hanteras inom kommunen (Skövde kommun, 2011). Vid exploatering ska inte dagvattnets kvalitet påverka människan eller naturen negativt. Föroreningar ska därmed begränsas i så stor omfattning som möjligt. Hänsyn måste tas till vattenbalansen så att inte grundvattennivåer riskerar att drastiskt förändras. För att uppnå ovannämnda mål ska dagvatten hanteras så nära källan som möjligt, med betoning på LOD-tekniker (lokalt omhändertagande av dagvatten). Valet av LOD-tekniker ska ta hänsyn till samtliga förutsättningar för optimal dagvattenhantering. Följaktligen strävar Skövde kommun efter utförlig och regelbunden skötsel av gator, parkeringar, parker och dagvattenanläggningar för att uppnå en god miljö och effektiv drift av dagvattensystem. Framtidsvisionen inkluderar att dagvattnet ska utgöra en resurs vid kommunens byggande och att närhet till naturen eftersträvas. Om markförhållanden eller andra förutsättningar inte förhindrar LOD-teknik vid nyexploatering bör inte dagvatten avledas i ledningar. Är LOD inte möjligt att applicera ska dagvattnet avledas i öppna lösningar och inkludera fördröjning.

Skövde kommun har framtagit en bedömningsmatris som väger markanvändning mot recipientens känslighet, och som rekommenderar hur omfattande rening som krävs, se Tabell 1.

Tabell 1. Bedömningsmatris för behandling av dagvatten till recipienter (Skövde kommun, 2011).

| Markanvändning | Mycket känsliga recipienter | Känsliga recipienter | Mindre känsliga recipienter |
|--|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| <u>Låga föroreningshalter</u> Villaområden och parker, naturmark och mindre P-platser med liten omsättning. | Ej behandling | Ej behandling | Ej behandling |
| <u>Måttliga föroreningshalter</u> Bostadsområden (flerfamiljshus) samt verksamhetsområden med liten miljöpåverkan | Viss behandling | Ej behandling | Ej behandling |
| Trafikytor utom huvudvägnätet | Viss behandling | Viss behandling | Ej behandling |
| P-ytor ca: > 50 P-platser med liten omsättning | Behandling | Viss behandling | Viss behandling |
| <u>Höga föroreningshalter</u> Genomfarter/Huvudvägnät | Behandling/ oljeavskiljning | Behandling | Viss behandling |
| P-ytor > 50 P-platser med stor omsättning samt verksamhetsområden med stor miljöpåverkan | Behandling/ oljeavskiljning | Behandling/ Oljeavskiljning | Behandling |

1.4.1 Dimensioneringsförutsättningar

Föreslaget dagvattensystem ska klara av att avleda ett framtida 10-årsregn med 10 min varaktighet. Fördröjning ska utformas så att flöden vid ett framtida 10-årsregn inte ger ökad belastning på befintligt nedströms dagvattensystem.

2 Orientering

I följande avsnitt ges en beskrivning av aktuella recipienter, markförhållanden och eventuella skyddsvärda områden inom och i anslutning till planområdet.

2.1 Recipient

Ösan är recipient för planområdet kv Vadden.

År 2000 införde Europaparlamentet ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av så kallade Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster.

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat MKN för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. MKN uttrycker den ekologiska och kemiska kvalitet som ska ha uppnåtts vid en viss tidpunkt. Den tidigare målsättningen var att alla definierade vattenförekomster skulle ha uppnått en god kemisk och ekologisk status år 2015. Detta har dock inte uppfyllts, varvid ytterligare åtgärder behövs i det fortsatta arbetet. Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om ca sex år, vilket bland annat innebär att nya kvalitetskrav ställs ca vart sjätte år. Den första cykeln avslutades år 2009, den följande år 2016 och nästkommande cykel avslutas år 2021.

Enligt Vatteninformationssystem Sverige är den ekologiska statusen i Ösan klassad som måttlig (Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten, 2020). Utslagsgivande är kvalitetsfaktorerna fisk och näringsämnen. Tidsundantag till 2021 har medgivits för att uppnå god ekologisk status med hänsyn till konnektivitet och övergödning, målet är att istället uppnå god ekologisk status 2027. God status har fått tidsundantag på grund av att administrativa resurser bedöms otillräckliga.

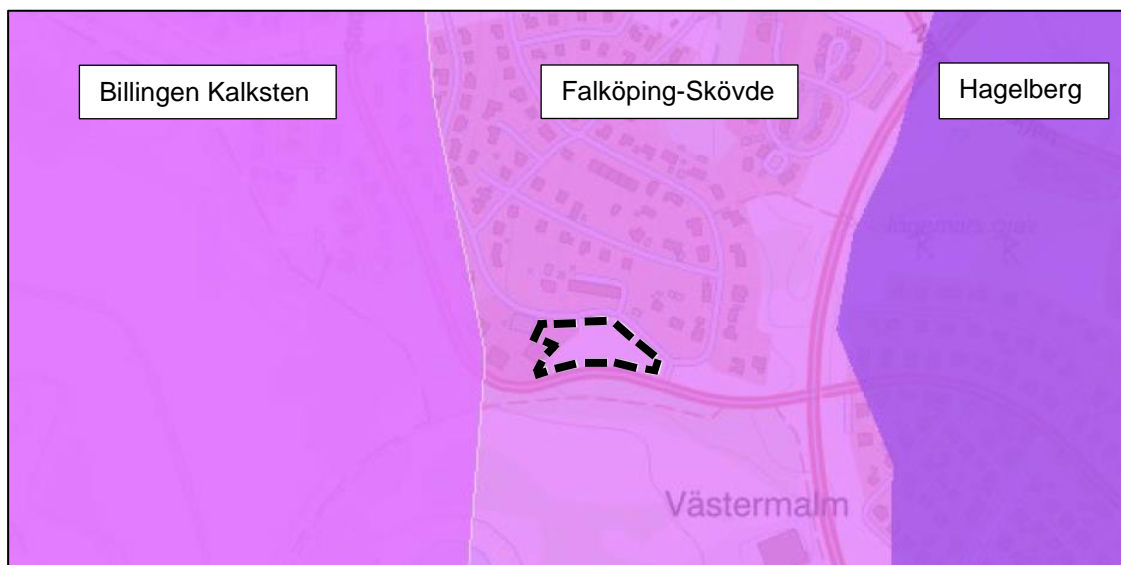
Konnektiviteten i Ösan är påverkad av människan. Dammar och andra hinder hindrar fiskar från att vandra i vattensystemet.

Observerad halt av fosfor i Ösan är 43 µg/l baserat på 12 provtagningar under 2016. Referensvärdet är 14,6 µg/l vilket ger ekologisk kvot 0,34. Genomsnittlig total fosforkoncentration till Ösan är ca 65 µg/l för åren 2004–2018 enligt uppgifter från SMHI vattenwebb (SMHI, 2020).

Den kemiska statusen uppnår ej kravet om god kvalitet. Undantag har medgivits med mindre stränga krav för den kemiska statusen avseende kvicksilver och bromerad difenyleter på grund av atmosfärisk deposition. Det anses vara tekniskt omöjligt att sänka dessa halter med lokala åtgärder. Den kemiska statusen, exklusive kvicksilver och bromerad difenyleter, är ej klassad.

Hela planområdet finns inom en grundvattenförekomst, Falköping-Skövde, enligt (Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten, 2020). Den är en sedimentär bergförekomst och omfattar ca 888 km². Grundvattenförekomsten Billingen Kalksten ligger i västra sidan av planområdet, är också en sedimentär bergförekomst. Öster om planområdet finns grundvattenförekomst Hagelberg, som är en sand- och grusförekomst. Förekomsten Falköping-Skövde täcker förekomsterna Billingen Kalksten och Hagelberg, se Figur 3.

Enligt VISS har alla tre förekomsterna god kemisk (kvalitativ) och kvantitativ status.



Figur 3. Tre grundvattenförekomster nära planområde Undersökningsområdet är markerat i svart. (Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten, 2020)

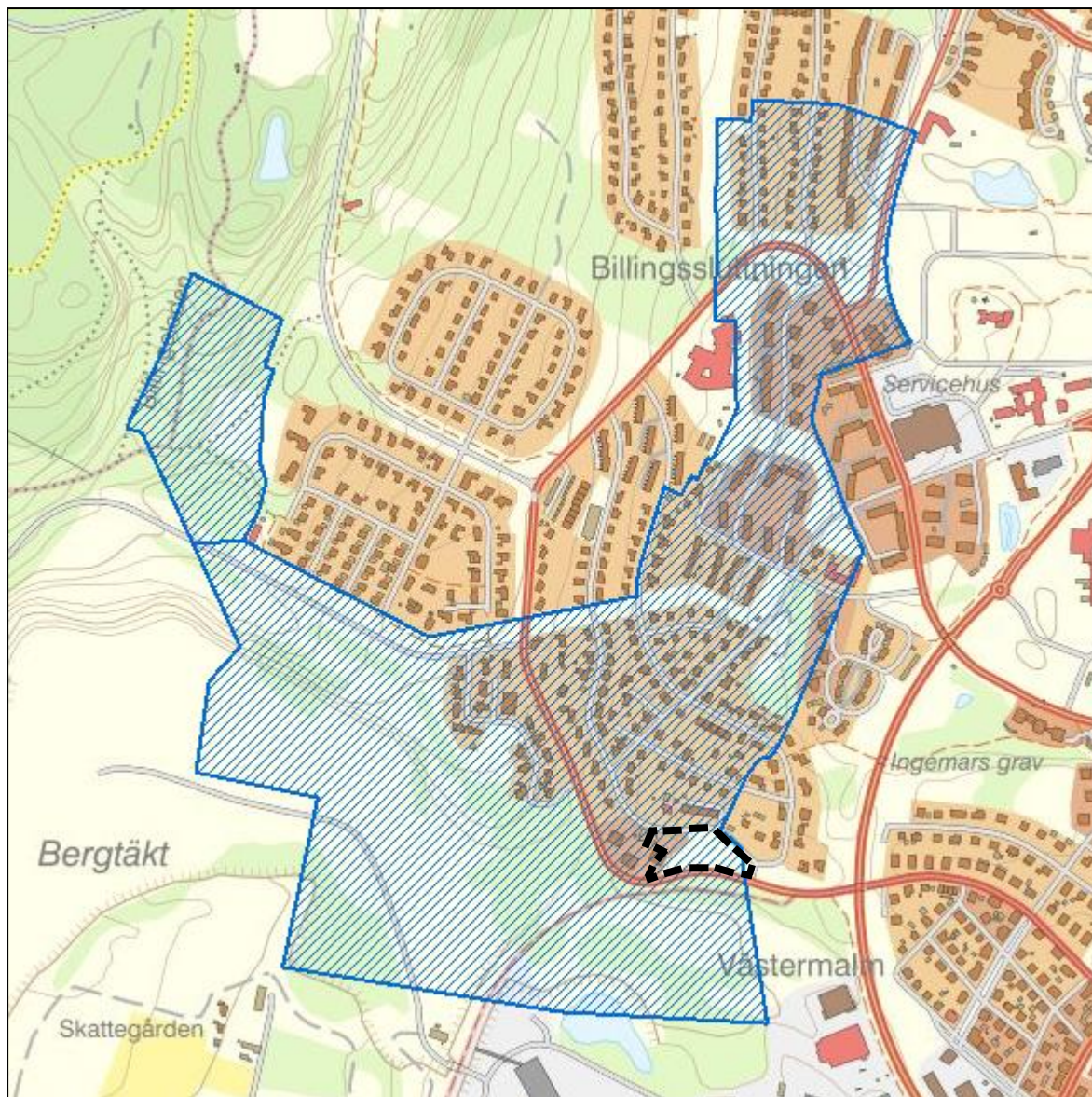
2.2 Skyddsvärda intressen

Inom planområdet finns ett kulturarv, se Figur 4. Lämnningen är benämnd "L1961:4483 Övrigt" (Fornsök Riksantikvarieämbetet, 2020) och är en fyndplats för runristad sten.



Figur 4. Karta över området med markerade kulturarv (Fornsök Riksantikvarieämbetet, 2020). Exploateringsområdets ungefärliga placering är markerat med svart.

Planområdet ligger inom vattenskyddsområdet Skövde Billingslutningen, se Figur 5. Föreskrifter gällande för vattenskyddsområdet trädde i kraft 1976-12-23 (Naturvårdsverket, 2020).



Figur 5. Vattenskyddsområde utdrag ut kartverket (Naturvårdsverket, 2020) planrådets ungefärliga placering är markerat med svart.

2.3 Geoteknik

Sveriges geologiska undersökning (SGU, 2020) visar att jordarterna för det aktuella planområdet består av sandig morän, se Figur 6.



Figur 6. Jordlager inom utvecklingsområdet enligt Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU, 2020). Planområdets ungefärliga placering är markerat med svart.

Jordlagerföljder undersöktes inom exploateringsområdet genom sex spadgrävda provgropar ner till ca 2,0–2,5 m djup (MITTA, 2019). Inom hela utredningsområdet förekommer fyllnadsmaterial ytligt. I öster innehåller fyllnadsmassorna tegel och asfalt. De översta 0,2–0,3 m utgörs generellt av mullhaltigt fyllnadsmaterial av sand och silt. Därunder finns fyllnadsmaterial med varierande karaktär ner till ca 0,5–1,6 m djup. I många provgropar är fyllnadsmaterialet likt det underliggande naturliga jordlagret. Under fyllnadsmaterialet utgörs jordlager främst av sand och silt med inslag av block, sten och grus.

I två grundvattenrör, ett på befintlig parkering och ett i mitten av gräsytan, har jordlagerföljder observerats djupare än ovannämnda spadprovgropar. Mellan 2–4 m djup utgörs jordlager av silt och sandig silt (MITTA, 2019).

2.4 Grundvatten

Två grundvattenrör installerades av MITTA under 2019. Ett av grundvattenrören kasserades på grund av att röret dragits upp av okänd anledning och i det andra röret observerades otillräckligt vatten för att en analys skulle kunna genomföras.

Centralt på gräsytan trängde vatten fram vid ca 0,65 m djup i samband med grävning av en provgrop (MITTA, 2019), vilket är en indikation på en hög grundvattennivå inom planområdet. För att få ett bättre underlag angående grundvattennivåer inom planområdet behöver mätningar genomföras. Mätningen bör ske under minst 3 månader, gärna ett år och i ett flertal punkter.

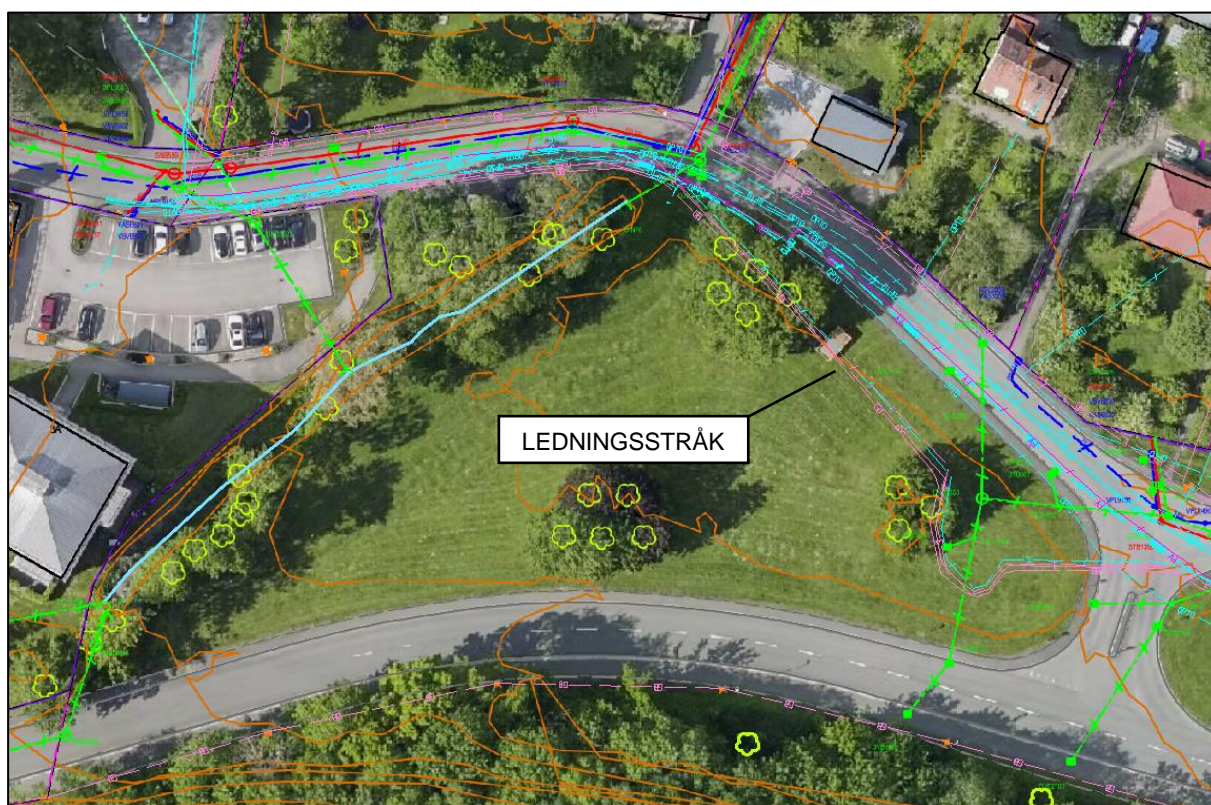
På grund av mycket silt och eventuellt höga grundvattennivåer bedöms möjligheten till infiltration vara begränsad i dagsläget.

2.5 Markavvattnings-/sjösänkingsföretag

Inget markavvattnings- eller sjösänkingsföretag har hittats inom eller nedströms planområdet för kvarter Vadden (Länsstyrelsen, 2020).

2.6 Ledningar inom planområdet

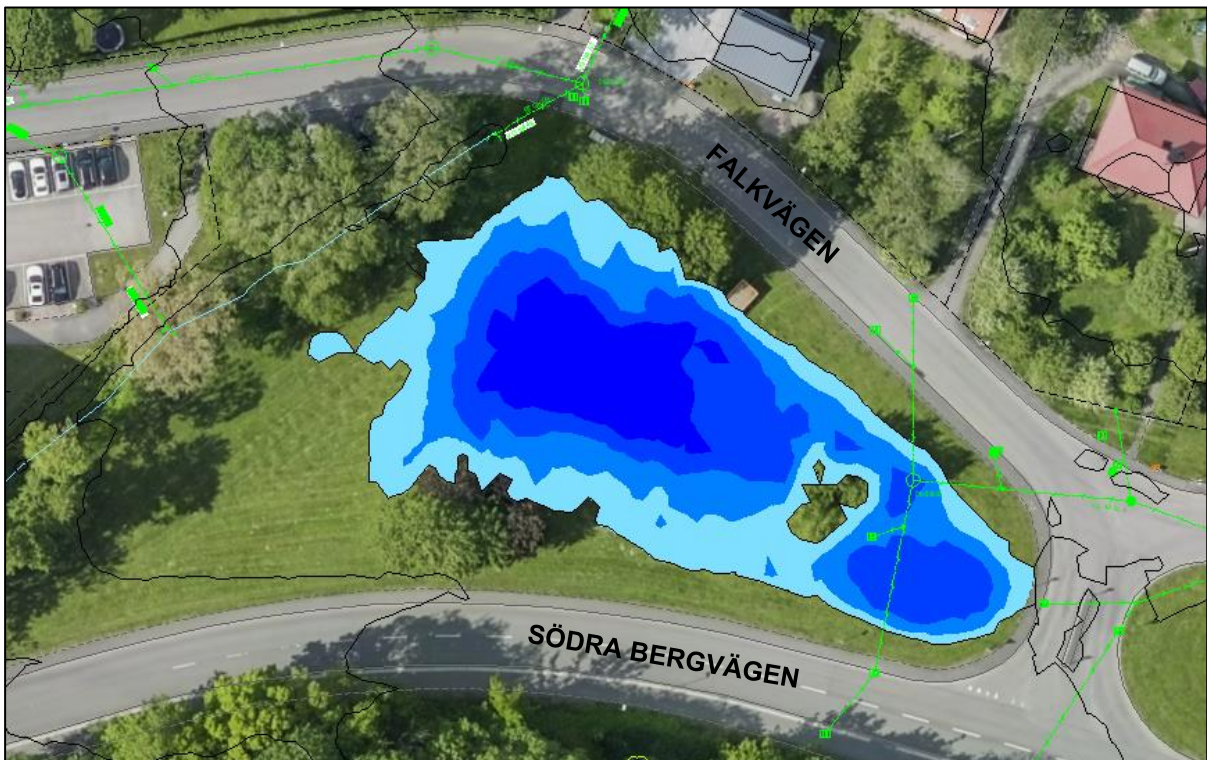
Planområdet har enligt Ledningskollen dagvattenledningar som avvattnar närliggande vägar och gräsyntans lågpunkt samt ett ledningsstråk med högspänning, el, gatubelysning och signalkablar, se Figur 7.



Figur 7. Ledningssamordning. Underlag har tagits emot via Ledningskollen (2020-03-01) och från Skövde kommun.

3 Befintlig dagvattenhantering

Planområdet avvattnas idag genom infiltration och ytlig avrinning. I stort sett avvattnas hela gräsytan till dagvattenledningsnätet i öster genom en rännstensbrunn i gräsyans lågpunkt, se Figur 8. Lågpunkten har ett djup som uppgår till ca 0,4 m. Då rännstensbrunnen ej är i lågpunktens botten bedöms avrinningen vara låg. Vid ett platsbesök 2020-02-18 observerades blöt mark inom lågpunkten, se Figur 9. Dagvattnet från gräsytan, och närliggande vägar, avrinner till infiltrationsdammar som är belägna ca 350 m nordöst om planområdet. Infiltrationsdammarna bedöms ha god filtrerande funktion på dagvattnet innan grundvattenförekomsterna Falköping-Skövde och Hagelberg nås.



Figur 8. Befintlig lågpunkt inom exploateringsområdet. Respektive nivå motsvarar ett djup om 0,1 m.



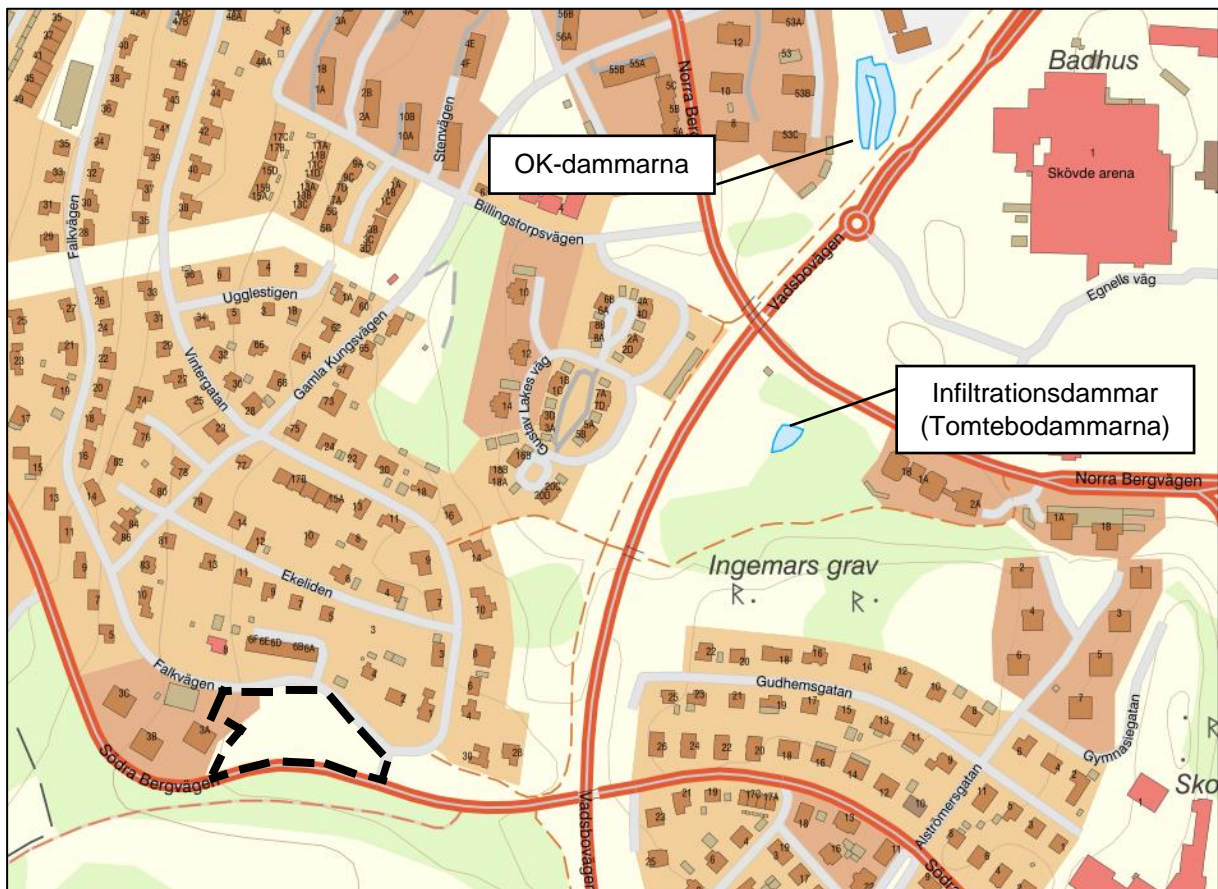
Figur 9. Blöt mark i gräsyans lågpunkt i samband med ett platsbesök 2020-02-18. Foto: Norconsult

En mindre del av gräsytan och exploaterade ytor på högre nivåer väster om planområdet avvattnas till diket som sedan kulverteras under Falkvägen. Dike och kulvertering illustreras i Figur 10. Dagvattnet avrinner nedströms kulverteringen mot OK-dammarna, därefter till Mörkebäcken och slutligen recipient Ösan.



Figur 10. Dike och kulvertering inom planområdet. Foto: Norconsult

I kartan nedan visas en översiktsbild av nedströms belägna dagvattensystem.



Figur 11. Befintliga dagvattenanläggningar belägna nedströms planområdet.

3.1 Befintliga dagvattenflöden

Beräkning av befintliga flöden har skett med rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikationer P110 och P104, enligt följande formel:

$$Q = A\varphi i \quad (\text{Ekvation 1})$$

$q = \text{flöde [l/s]}$
 $A = \text{avrinningsområdets totala yta [ha]}$
 $\varphi = \text{avrinningskoefficient [-]}$
 $i = \text{dimensionerande regnintensitet [l/(s, ha)]}$

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

Den dimensionerande rinntiden inom varje område sätts lika med regnvaraktigheten, varvid det dimensionerande flödet (Q) erhålls. Rinntiderna har uppskattats genom Svenskt Vattens publikation P110 rekommenderade vattenhastigheter i olika ledningssystem. För gräsytor har hastigheten uppskattats till ca 0,1 m/s.

Flöden som förväntas erhållas från mark inom exploateringsområdet redovisas i Tabell 1 Tabell 2. Rinntiden uppskattades till 15 minuter genom ca 90 meter yttlig avrinning på gräsytan mot rännstensbrunnen i planområdets östra del.

Tabell 2. Flöde vid ett 10-årsregn på befintlig mark.

| Yta | Area [m ²] | Avrinningskoefficient | Red area [m ²] | Regnvaraktighet [min] | Regnintensitet [l/s ha] | Flöde [l/s] |
|----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------|
| Gräsyta | 5440 | 0,05 | 270 | 15 | 181 | 4,9 |
| GC-bana | 100 | 0,8 | 80 | 15 | 181 | 1,4 |
| Grusad parkeringsyta | 100 | 0,2 | 20 | 15 | 181 | 0,4 |
| Tot | 5640 | - | 370 | - | - | 6,7 |

3.2 Befintlig föroreningsrisk och föroreningsbelastning

På fastighet Vadden 2 har en verkstadsindustri varit etablerad mellan 1959 och 2004, innan befintlig bebyggelse (MITTA, 2019). I anslutning till den södra delen av planområdet har det tidigare gått en järnväg.

Föroreningshalter i jordlager inom exploateringsområdet analyserades i en miljöteknisk undersökning (MITTA, 2019). Naturvårdsverkets bedömningsgrund, KM (känslig markanvändning), har använts vilket är ett riktvärde som beskriver om marken är lämplig för bostadsändamål. I det översta lagret av fyllnadsmaterialet är halterna kvicksilver och PCB över KM på i stort sett hela grönytan. Kviksilver och PCB överskrider även KM i djupare jordlager i den östra delen av planområdet. Båda ämnena har påträffats i diket sediment. Arsenik överstiger KM i flera jordprover i både fyllningsmaterial och i underliggande naturliga jordlager men bedöms, på grund av observerat alunskiffer i jordlager, ha en naturlig härkomst.

Den miljötekniska undersökningen av MITTA bedömer att både kvicksilver och PCB bör åtgärdas innan exploatering påbörjas. Föroreningar i sediment rekommenderas att åtgärdas innan diket kulverteras. Undersökningen utesluter inte att det kan förekomma lokalt förhöjda halter av PAH i fyllnadsmassorna som är en risk för människors hälsa.

För att uppskatta föroreningstransporten och föroreningsreduktion i planområdet så har programmet StormTac använts. StormTac använder föroreningsschablonhalter från specifika markanvändningar. Schablonerna är baserade på en databas där många undersökningar och mätresultat ingår. Resultaten rekommenderas att tolkas med varsamhet då databasen nödvändigtvis inte har tillfredsställande data för alla markanvändningar. Befintliga föroreningskoncentrationer och föroreningsbelastning redovisas i Tabell 3. Eftersom befintlig markanvändning är gräsmark är föroreningsbelastning från exploateringsområdet låg.

Tabell 3. Befintliga föroreningskoncentrationer och föroreningsbelastning från exploateringsområdet.

| Ämne | Koncentration [µg/l] | Belastning [kg/år] |
|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Fosfor | 110 | 0,12 |
| Kväve | 1 100 | 1,10 |
| Bly | 2 | 0,002 |
| Koppar | 10 | 0,010 |
| Zink | 19 | 0,020 |
| Kadmium | 0,10 | 0,00011 |
| Krom | 2 | 0,0019 |
| Nickel | 1 | 0,0015 |
| Kvicksilver | 0,011 | 0,000011 |
| Suspenderat material | 17 000 | 17 |
| Oljeindex | 160 | 0,16 |
| TOC | 6 000 | 6 |

4 Föreslagen dagvattenhantering

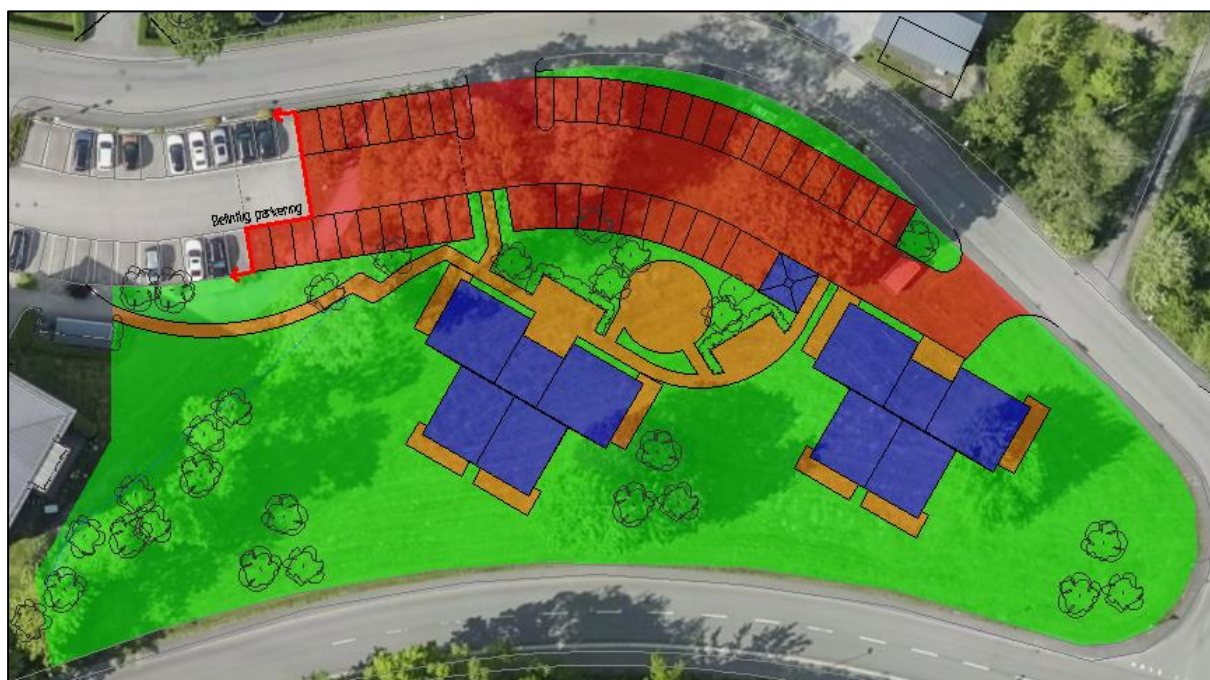
Föreliggande exploateringsförslag kommer leda till förändrade dagvattenflöden. I framtiden väntas även klimatförändringar leda till förändrade dagvattenflöden, varför det också bör beaktas vid dimensionering av framtida dagvattensystem. En faktor för klimatförändringen om 1,25, enligt Svenskt Vattens rekommendation, har multiplicerats med regnintensiteten. Nedan följer förslag till hållbar dagvattenhantering med hänsyn till de framtida förutsättningarna.

4.1 Framtida dagvattenflöde

Framtida dagvattenflöden, se Tabell 4, har beräknats enligt samma metod som beskrivs i kapitel 3.2. Ytorna som ingår i beräknade framtida flöden illustreras i Figur 12. För gräsytor har avrinningskoefficienten 0,1 antagits (istället för 0,05 på befintliga gräsytor) då dagvatten ej förväntas magasineras lika mycket i lågpunkter efter exploatering.

Tabell 4. Dagvattenflöden vid ett framtida 10-årsregn för planerad byggnation

| Yta | Area [m ²] | Avrinningskoefficient | Red area [m ²] | Regnvaraktighet [min] | Regnintensitet [l/s ha] | Flöde [l/s] |
|---------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------|
| Gräsyta | 3300 | 0,1 | 330 | 10 | 285 | 9 |
| Parkeringsyta | 1240 | 0,8 | 990 | 10 | 285 | 28 |
| Takyta | 640 | 0,9 | 580 | 10 | 285 | 17 |
| Övrig hårdgjord yta | 460 | 0,8 | 370 | 10 | 285 | 11 |
| Tot | 5640 | | 2270 | | | 65 |



Figur 12. Markanvändning vid beräkning av framtida dagvattenflöden. Grönt=Gräsytor, Rött=Parkeringsytor, Blått=Takytor och Orange=Övriga hårdgjorda ytor.

4.2 Erforderlig fördröjningsvolym

För att inte överbelasta dagvattensystem nedströms behöver ökade dagvattenflöden fördröjas. Fördröjningsvolymerna är beräknade genom att ett framtida 10-årsregn begränsas till ett befintligt 10-årsregn enligt kapitel 3.1. Det dimensionerande regnet är 50 min och ger en fördröjningsvolym om ca 50 m³.

4.3 Principlösningar för dagvattenhantering

I följande kapitel presenteras principlösningar för dagvattensystem som kan appliceras inom planområdet.

4.3.1 Diken

Diken är justerbara dagvattenanläggningar som kan utformas efter behov och utgörs av exempelvis svackdiken, vägdiken eller makadamdiken. Anläggningen kan kombineras för att nyttja samtliga nödvändiga funktioner med avseende på avledning, rening och fördröjning.

4.3.1.1 Svackdiken

Svackdiken är en effektiv åtgärd för både magasinering och avledning om ett strypt utflöde erfordras. Med svackdike avses ett brett vegetationsklätt dike med svag släntlutning, se Figur 13. Dikena är beklädda med vattentåligt gräs eller våtmarksväxter och karaktäriseras av en stor bredd och en svag längsgående lutning. Svackdiken bör ha en släntlutning på 1:3 eller flackare med hänsyn till skötsel samt lekande barn.

Ett svackdike kräver underhåll i form av gräsklippning för att flödet ska bibehållas. Eftersom svackdiken i princip är självgödslande på grund av näringsämnen som kommer med dagvattnet så krävs ingen ytterligare gödsling.

Svackdiken bidrar med viss rening. Beroende på vilken typ av yta som dagvattnet avrinner från kan svackdiken kräva kompletterande rening för att uppnå miljö kvalitetsnormer för recipienter.



Figur 13. Exempel på svackdike i Kronsberg. (Foto: Norconsult)

4.3.1.2 Vägdiiken

Med vägdiiken avses i detta fall diken med brantare släntlutning än svackdikena beskrivna ovan. Inte heller behöver den långsgående lutningen vara lika flack. En betydande fördel med dessa diken jämfört med svackdiken är att de inte kräver lika stor yta och därmed är fördelaktiga att använda utmed lokalgator etc., där utrymmet är begränsat. Nackdelen med öppna vägdiiken jämfört med svackdiken är att reningseffekten inte är lika god. Rätt utförda och utnyttjade kan dock öppna vägdiiken ge viss rening på förorenat dagvatten.

4.3.1.3 Makadamdiken

Ett alternativ till öppna svack- och vägdiiken är makadamfyllda diken. En fördel med makadamdiken är att de kan anläggas under andra ytor och beläggningar. Utformningen av makadamdikena kan således varieras, se Figur 14. Makadammaterialiet bidrar till en ökad reningsgrad då partiklar samlas i botten och kommer med tiden utgöra ett filtermaterial.



Figur 14. Exempel på makadamdiken (Foto: Nonconsult)

Den fria volymen, det vill säga magasinerings- eller utjämningsvolymen, i diket utgörs av porvolymen i fyllningsmassorna, vanligtvis ca 30 %. Utflöde från makadamdikena sker antingen genom att vattnet infiltrerar i omgivande marklager eller genom en kontrollerad avtappning via ett anlagt dränerings-system.

Makadamdiken har en avlednings-, fördröjnings- och reningsförmåga. Nackdelen är dock att makadamdiken normalt behöver grävas om efter ca tio till femton år, eftersom de kan sätta igen. Genom att makadamdikena förses med en geotextil, som omsluter diket, ökar dikets livslängd. Med sådan utformning krävs endast omgrävning av det översta skiktet vid en eventuell igensättning. Geotextilen bör placeras ca 10 cm under dikets ovkant.

4.3.2 Regnrabatt

En regnrabatt är en typ av dagvattenbiofilter som är som ett bevuxet svackdike eller en sänka med ett underliggande filterlager. Huvudsyftet med denna typ av biofilter är att rena och fördröja dagvatten, se exempel i Figur 15. Bara under korta perioder i samband med kraftiga regn kommer en regnrabatt att ha en synlig vattenspegel. Magasineringen sker ytligt och i det media regnrabatten utgörs av.

Regnrabatter byggs upp med en väl-dränerad bädd med växter som klarar perioder av både torka och höga vattennivåer, anpassade till klimatet i den region där den anläggs. De kan bestå av ett naturligt jordmaterial eller ett konstgjort medium och nyttjar en kombination av kemiska, biologiska och fysiska processer genom vegetation och biofilm för att avlägsna föroreningar. Växterna bidrar med att stabilisera filtermaterialiet för att förhindra erosion samt för reningsprocessen genom upptag av näringsämnen, metaller och samtidigt ha ett estetiskt värde. Uppbyggnaden bör vara mellan 700-900 mm djup och omfatta en area motsvarande 2–6 % av avrinningsområdets hårdgjorda ytor.

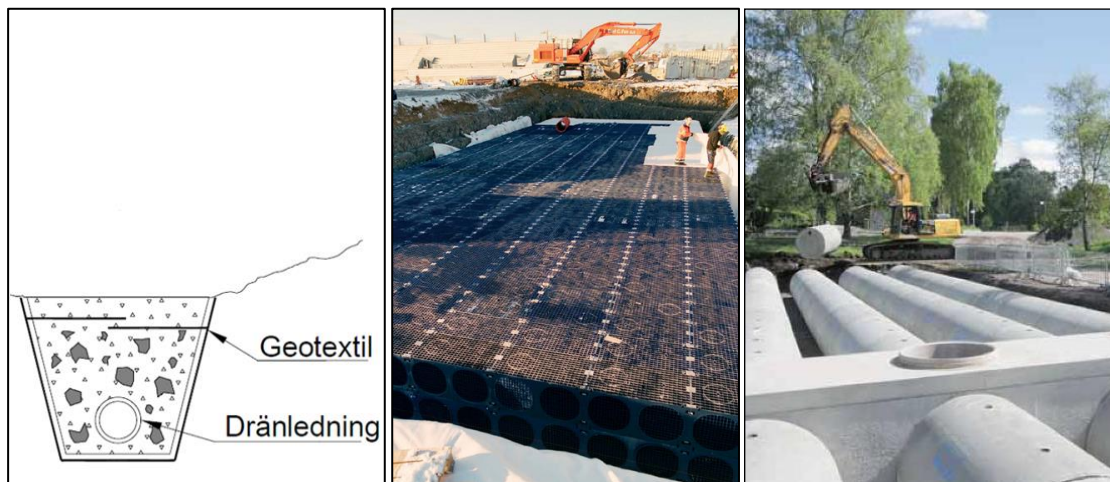


Figur 15. Illustration av en nyanlagd regnrabatt intill byggnad och i kombination med dike. (Foton: Norconsult)

För att säkerställa en långsiktig funktion erfordras skötsel. Utformningen av anläggningen kan anpassas så att skötseln underlättas. Vid utformning av anläggningen bör till exempel inlopp, kantstöd, försedimentering beaktas med avseende på erosionsskador, snöröjning etc. Anläggningen erfordrar skötsel ca 2 gånger per år. Under skötseltillfällena sker rensning från ogräs, skräp och sediment. Större och sammanhängande anläggningar torde vara lättare och billigare att sköta.

4.3.3 Underjordiska magasin

I områden där öppen fördröjning inte kan anläggas föreslås underjordisk magasinering. Dock rekommenderas att allt dagvattnet i så stor omfattning som möjligt avleds till områden där yttlig fördröjning kan ske, inom exempelvis dammar och diken på allmän platsmark som även möjliggör översvämning utan att riskera skador på viktiga samhällsfunktioner. Magasinering kan ske i exempelvis makadammagasin, kassetmagasin eller rörmagasin, se Figur 16. Magasin kan i många fall utformas med genomsläppliga ytor, exempelvis porös asfalt eller fogar i stenbeläggningar.



Figur 16. Exempel på makadammagasin (Foto: Norconsult), kassettmagasin (Foto: Wavin) och rörmagasin (Foto: Alfa Rör).

Vid anläggning av underjordiska magasin måste hänsyn tas till grundvattennivån. Om ett magasin inte utformas tätt kommer grundvattnet sänkas till i höjd med utloppet vid höga grundvattennivåer. Grundvattensänkningen kan leda till sättningar och stabilitetsproblem. Om magasinet är utformat tätt kan en hög grundvattennivå leda till att ett tomt magasin (fyllt med luft) trycks uppåt och skadar både magasinet och påkopplade ledningar. Risken för uppträckning kan minskas genom förankring till underliggande jordlager.

4.3.3.1 Makadammagasin

Makadammagasin av varierande fraktioner är vanligen typen av magasinering som används i samband med permeabla beläggningar. Dagvattnet fördröjs inom porvolymen av makadammassorna, vanligtvis ca 30 %. Utfloendet sker genom infiltration till underliggande jordlager eller till en dräneringsledning som är anlagd i botten av magasineringsvolymen.

Flödesrestriktionen kan exempelvis utgöras av flödesregulator, dräneringsledningens dimension eller om infiltrationshastigheten i makadamen eller det underliggande jordlagret är lägre än regnintensiteten.

4.3.3.2 Kassettmagasin

Fördröjningsmagasin kan även bestå av så kallade dagvattenkassetter. Magasin med dagvattenkassetter, liksom traditionella makadammagasin, fördröjer dagvatten och tillåter infiltration till underliggande mark. Kassetterna har en våtvolymp på ca 96 %, vilket betyder att de är mycket utrymmeseffektiva i förhållande till volymen dagvatten som kan magasineras. Fördelar med dagvattenkassetter jämfört med makadammagasin är, förutom att kassettmagasinen inte kräver lika stor plats, att möjligheterna till inspektion, rensning och spolning är större.

4.3.3.3 Rörmagasin

Fördröjningsmagasin kan även bestå av s.k. rörpaket. Fördelarna med rörpaket är bland annat en lång livslängd och goda möjligheter till inspektion och sanering. Dock medges ingen möjlighet till infiltration och reningsmöjligheten av dagvattnet är minimal om inte rörmagasinet kombineras med exempelvis filter.

4.3.4 Fördröjningsdammar

Fördröjningsdammar är en bra behandlingsmetod för stora vattenvolymer och har, korrekt konstruerad och underhållen, en god reningsgrad. Dammar kan anläggas som en del av parkytor eller inom tomtmark om utrymme finns. Genom att förse dessa anläggningar med strypta eller reglerade utlopp kan det utgående flödet begränsas och resterande dagvatten magasineras i dammen. När avrinningen till dammen har minskat töms dammen successivt samtidigt som föroreningar sedimenteras. Vid inloppet används vanligtvis ett grövre material för att undvika erosion.

Dammarna kan utformas som våta eller torra beroende på om de alltid skall ha en synlig vattenspiegel eller inte, se exempel i Figur 17 och Figur 18. Våta dammar har generellt bättre reningseffekt eftersom uppehållstiden i en våt damm är längre än i en torr damm, vilket gynnar förutsättningarna för sedimentering. En torrdamm kan jämföras med flacka och breda svackdiken.



Figur 17. Exempel på dagvattendamm i Trönninge i Varberg. (Foto: Norconsult)



Figur 18. Exempel på torrdammar. Den högra bilden illustrerar hur en torrdamm kan se ut efter ett regntillfälle. (Foton: Lauren E. McPhillips, Penn State)

Fördelar med fördröjningsdammar är att man effektivt kan ta hand om stora mängder dagvatten samtidigt som de kan ha god reningseffekt. Dammen kan också leverera ekosystemtjänster. Dessutom måste skötsel i form av gräsklippning etc. genomföras regelbundet för att de skall fungera tillfredsställande.

Vanliga problem med dagvattendammar är att in- och utlopp sätter igen och att det kan uppstå oönskad vegetationsutbredning om dammen inte underhålls. Dammar är inte effektiva på att avskilja kväve och lösta metaller, därför är denna metod inte att rekommendera om dessa ämnen är prioriterade. Detta beror på att kväve och lösta metaller inte är partikelbundet och är därför svåra att sedimentera.

4.4 Föreslaget dagvattensystem

Då exploateringen omfattar det befintliga diket kommer en ny kulvertering behövas under planerad parkering och Falkvägen. För att erhålla samma ledningskapacitet föreslås att ny kulvert har samma dimension. Kulverten behöver anläggas mellan planerat parkeringshus och byggnad. Bredden är ca 9 m.

Dikets östra slänt, i närhet till föreslagen kulvertering, kan utformas som en brädd till en svackdike. Svackdiket avleder vattnet österut, söder om planerade byggnader, mot en skyfallsgata.

Flera fördröjnings- och reningsanläggningar kan anpassas inom kvartersmark. I Bilaga 1 illustreras ytor som är tillgängliga och kan utgöras av exempelvis torrdamm, regnrabatter eller underjordiska magasin. En torrdamm föreslås i den östra delen av planområdet och kan kombineras med exempelvis underjordiska magasin eller regnrabatter om så önskas. Efter fördröjning föreslås att dagvattnet avleds mot infiltrationsdammarna då gräsytan avvattnas dit idag. Ledningskapaciteten är okänd i dagvattenledningsnätet mot infiltrationsdammarna och OK-dammarna och föreliggande utredning kan därmed ej klargöra vilket ledningsnät som har högst tillgänglig kapacitet.

4.5 Framtida dagvattenföreningar

Föreningensbelastning har beräknats i StormTac för den framtida exploateringen. Förväntade föreningenskoncentrationer och föreningensbelastning från exploateringsområdet som redovisas i Tabell 5 är baserade på den markanvändning som illustreras i Figur 12.

Tabell 5. Framtida föreningenskoncentrationer och föreningensbelastning från exploateringsområdet.

| Ämne | Koncentration [µg/l] | Belastning [kg/år] |
|----------------------|----------------------|--------------------|
| Fosfor | 130 | 0,27 |
| Kväve | 1 600 | 3,40 |
| Bly | 11 | 0,024 |
| Koppar | 21 | 0,044 |
| Zink | 60 | 0,130 |
| Kadmium | 0,37 | 0,00079 |
| Krom | 7 | 0,0150 |
| Nickel | 7 | 0,0140 |
| Kvicksilver | 0,036 | 0,000077 |
| Suspenderat material | 57 000 | 120 |
| Oljeindex | 400 | 0,86 |
| TOC | 13 000 | 29 |

Dagvatten från parkeringsytan bedöms behöva genomgå rening innan vidare avledning. Detta kan exempelvis ske genom regnrabatter, makadammagasin, makadamdike, svackdike eller torrdamm. Då dagvatten från planområdet genomgår ytterligare rening i anläggningar nedströms, OK-dammarna eller infiltrationsdammarna, bedöms risken att påverka recipienternas status som låg.

Vattenskyddsområdet bedöms ej påverkas negativt då samtliga ytor avvattnas till dagvattenledningsnätet och endast en liten mängd dagvatten förväntas infiltrera efter lokal rening inom planområdet.

Tabell 6 och Tabell 7 redovisar schabloner över reningsförmåga för flera olika dagvattenanläggningar och de föreningarna som är vanligast för denna typ av bebyggelse. Värdena är hämtade från StormTac-databasen och från en databas sammanställd av Center for Watershed Protection (Center for Watershed Protection, 2007). Reningsförmågan är starkt beroende av anläggningens utformning, materialval, flöde, och inflödeskoncentrationer och bör därmed endast användas som en grov uppskattning.

Tabell 6. Standardvärden över reningsförmåga (%) enligt StormTac-databasen.

| Anläggning | P | N | Cu | Zn | SS |
|-----------------------|----|----|----|----|----|
| Dagvattendamm | 55 | 35 | 60 | 60 | 80 |
| Torrdamm | 10 | 25 | 30 | 30 | 50 |
| Regnbädd | 65 | 40 | 65 | 85 | 80 |
| Filtrering | - | - | - | - | - |
| Svackdike | 35 | 35 | 50 | 65 | 70 |
| Makadam- dike/magasin | 60 | 55 | 65 | 85 | 80 |

Reningsförmågan för filtrering i Tabell 7 bedöms vara en grov uppskattning för infiltrationsdammarnas potential nedströms planområdet. Databasen har för denna typ av rening sammanställt data för rening i organiska filter och sandfilter. Infiltrationsdammarna bedöms ha ett ytlager, främst bestående av organiskt material, och ett underliggande lager av friktionsjord.

Tabell 7. Medianvärden över reningsförmåga (%) för olika dagvattenanläggningar (Center for Watershed Protection, 2007).

| Anläggning | P | N | Cu | Zn | SS |
|-----------------------|----|----|----|----|----|
| Dagvattendamm | 52 | 31 | 57 | 64 | 80 |
| Torrdamm | 20 | 24 | 29 | 29 | 49 |
| Regnbädd | 5 | 46 | 81 | 79 | 59 |
| Filtrering | 59 | 32 | 37 | 87 | 86 |
| Svackdike | 24 | 56 | 65 | 71 | 81 |
| Makadam- dike/magasin | 65 | 42 | 86 | 66 | 89 |

4.6 Höjdsättning

En grov höjdsättning av planområdet framgår av Bilaga 1.

I samband med sanering av diket, borttagning av förorenade sediment, föreslås att diket sänks ca 0,3 m vid ny kulvertering. Detta för att behålla samma dikesdjup när släntöverkant sänks 0,3 m för att möjliggöra bräddning från diket söder om planerade byggnader. Bräddnivån föreslås vara på nivån ca +166,0 m, vilket är 0,5 m lägre än rekommenderad lägsta golvnivå, se nedan. Då vatten endast rinner genom svackdiket vid kraftiga regn föreslås svag släntlutning så att skyfallsvägen harmoniseras med omgivningen.

Området bör höjdsättas och utformas på ett sådant sätt att marköversvämning vid ett framtida 100-årsregn inte skadar byggnader i enlighet med faktablad från Länsstyrelserna (Länsstyrelserna, 2018). Lägsta golvnivå föreslås inte understiga 0,5 m över marknivån vid förbindelsepunkt för dagvatten, i enlighet med Svenskt Vattens publikation P105 (Svenskt Vatten, 2011). Då bräddnivån från diket är på nivån +166,0 m (skyfallsväg) föreslås att lägsta golvnivå för den västra byggnaden ej understiger +166,5 m. Lägsta golvnivå bedöms ej behöva höjdsättas utifrån Falkvägen, vars nivå är ca +167,15 m vid infarten, på grund av höga vattenhastigheter i östlig riktning, se Bilaga 3A, och låg risk att vatten avrinner in på parkeringen.

Den östra byggnaden rekommenderas att höjdsättas utifrån Falkvägen på grund av låga vattenhastigheter vid infarten och att vägen har tvärlutning mot byggnaden, se befintliga höjder i Bilaga 1. En rännstensbrunn är inmätt och har höjden +166,03 m vid infarten, därmed föreslås lägsta golvnivå ej understiga +166,5 m. Bräddning från gräsytan till Södra Bergvägen i östlig riktning sker vid nivå +165,9 m. Infartsvägarna till parkeringen föreslås vara ca 0,1–0,2 m högre än befintlig höjd vid Falkvägen för att utgöra en svag vattendelare.

Parkeringen föreslås luta mot en punkt strax norr om och centrerat mellan planerade byggnader. Vattnet avrinner därefter söderut mot föreslaget dike mellan byggnaderna, se flödespilar och översiktlig höjdsättning i Bilaga 1.

4.7 Skyfall

Vid extrem nederbörd eller vid extremt hög grundvattennivå förväntas dagvattensystemet inte ha kapacitet att avleda dagvattnet ut från området. Vid extrem nederbörd föreslås främst svackdiken och nedströms belägna gator nyttjas som skyfallsvägar för säker avledning. En skyfallskartering har utförts för befintlig markanvändning och efter exploatering. Om höjdsättning av kvarteretsmarken utformas enligt Bilaga 1, så att ytlig avledning sker till redovisade svackdiken, förväntas planerade byggnader ej riskera översvämning, se Bilaga 3F. Föreslagen höjdsättning är inkluderad i skyfallskarteringen efter exploatering.

Lågpunkten på gräsytan har idag en magasineringskapacitet om ca 330 m³. Denna volym kommer delvis försvinna när marken höjs för planerade byggnader vilket kan leda till högre vattennivåer vid skyfall nedströms planområdet.

Utanför planområdet längs med Södra Bergvägen samt vid Kåkindsgatan och Vårfrugatan råder idag en översvämningrisk av befintliga fastigheter som utgörs av villabebyggelse. För att minska översvämningrisken efter markhöjningar på gräsytan föreslås en ny skyfallsväg. Öster om viadukten under Vadsbovägen kan en skyfallsväg skapas längs med Vadsbovägen i nordlig riktning mot infiltrationsdammarna, se kapitel 5. När infiltrationsdammarnas kapacitet överskrids bräddar vattnet mot Vadsbovägen och avrinner nordöstligt mot Arenaområdet. Arenaområdet är idag under utredning för framtagande av ett planprogram. Enligt utförd befintlighetsbeskrivning av dagvatten- och skyfallsförhållanden (Norconsult, 2020) råder idag en översvämningrisk av Vadsbovägen, Skövde Arena, Badhusgatan och enstaka fastigheter nordöst om Badhusrondellen. För att föreliggande skyfallslösning ej ska riskera att förvärra situationen för Arenaområdet rekommenderas att samtliga skyfallslösningar implementeras nedströms infiltrationsdammarna. Utförd skyllskartering indikerar att torrdammen ej bräddar mot Vadsbovägen vid ett 100-årsregn efter exploatering och anläggning av skyfallsvägen.

5 Skyfallsled

Skyfallsvatten rör sig österut längs Södra Bergvägen och översvämmar ytor längre nedströms. En identifierad lösning som kan minska översvämningen nedströms är att leda vattnet norrut längs grönytan strax öster om Vadsbovägen till infiltrationsdammarna söder om Norra Bergvägen. Se Figur 19 nedan för ungefärligt läge av skyfallsleden.



Figur 19. Ungefärligt läge för skyfallsled markerat med rött.

En fördjupad förstudie har utförts där höjdsättningen studerats för att se om lösningen är möjlig. Grönytan mellan Södra Bergvägen och befintlig grusparkeringsyta och vändplan är högre än omkringliggande mark, vilket innebär att marken behöver sänkas för att skapa ett fall norrut. Höjdsättningen skapar ett konstant fall på 0,7% från Södra Bergvägen fram tills vändplanen. I sektion skapas ett trapezoidliknande tvärsnitt med sidolutningar på cirka 2,5–7% lutning om vardera sida och 3 meter från centrum av kanalen. Därefter ökar sidolutningen till ca 1:3 för att möta befintlig mark igen. I det nordöstra hörnet av leden behöver marken höjas något för att skapa den definierade leden och skydda befintlig bebyggelse på östra sidan. Detta kan ske antingen genom invallning med jordvall eller genom att sätta en kantsten längs östra sidan av den befintliga parkeringsytan. Anslutning mot befintlig trottoar behöver detaljstuderas i projekteringsfasen. Höjdsättningen kan ses på ritning M-31-1-001, Bilaga 2.

Sänkningen av marken innebär att marktäckning minskar för ett antal ledningar som är lokaliserade i stråket. Vattenfall har en 22 kV elkabel som löper längs den västra ytterkanten på kanalen. Enligt representanter från Vattenfall är omläggning av ledningen möjlig om så skulle behövas. Skövde Energi har en befintlig fjärrvärmeledning i området. Området där sänkningen av marken blir som störst är ca 45 cm, vilket innebär att fjärrvärmeledningen får en marktäckning på ca 60 cm. Normalt är 60 cm tillräcklig täckning för fjärrvärmeledningar i en gräsyta där inga tyngre fordon förväntas köra men slutgiltig koordination med ledningsägaren behöver dock ske i samband med detaljprojektering.

Resultatet från skyfallsmodellen visar att skyfallsleden med föreslagen höjdsättning transporterar en stor mängd vatten till dammarna. Trots åtgärderna fortsätter en del vatten österut över farthindret längs Södra Bergvägen. Det finns ett antal möjliga lösningar för att tvinga in ännu mer vatten till skyfallsleden om det är önskvärt. Ett alternativ är att höja det befintliga farthindret för att på så sätt sakta ner vattnet och låta den enklaste vägen bort vara längs skyfallsleden. Vidare så är Södra Bergvägen i dagsläget bomberad med en höjdrygg i mitten. En övergång till skevning norrut vore en möjlighet att ytterligare leda mer vatten till skyfallsleden. För resultat från skyfallskararteringen se Bilaga 3.

Höjdsättningen utgår från att en öppning i kantstenen sker genom att sänka trottoaren. En höjdskillnad på 5 cm mellan vägen och trottoaren behålls för att skapa tillräckligt fall på skyfallsleden norrut. Sänkningen av kantsten och trottoar skapar ett tvärsnitt med relativt branta sidolutningar. För att tillgodose tillgänglighet för gångtrafikanter har sidolutningarna på trottoaren ansatts till maximalt 5% och varierar något längs öppningen.

Skapandet av skyfallsleden innebär ett visst massöverskott på grund av sänkningen av marken. Uppskattningsvis rör det sig om ca 90 m³ massor i överskott.

6 Skyfallskartering

En skyfallskartering av Kvarter Vadden har genomförts för att i detalj studera översvämningar och flödesvägar som uppstår till följd av intensivt regn inom planområdet. Även planområdets påverkan på nedströms liggande området har studerats med skyfallskarteringen. Karteringen som har genomförts bygger på riktlinjer och rekommendationer från Svenskt Vattens publikationer samt vägledning från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. En detaljerad beskrivning av metodik och antaganden finns i separat PM om modelldokumentation, se Bilaga 4.

Skyfallskarteringen har genomförts med programvaran MIKE 21 och beskriver regnets avrinning på markytan. Ingen koppling har gjorts till befintligt ledningsnät för dagvatten, istället har ett schablonmässigt avdrag gjorts motsvarande antagen kapacitet i ledningsnätet. I modellen beskrivs även markens infiltrationskapacitet med en principiell infiltrationsmodul som tar hänsyn till såväl infiltrationshastighet in och ut från det översta jordlagret och magasineringsförmågan.

Beräkningar med modellen har gjorts för två olika scenarier. Ett med befintliga förhållanden samt ett med föreslagen framtida exploatering och med en skyfallsled som beskrivs i kapitel 5. Resultatet från beräkningarna presenteras som kartbilagor (Bilaga 3) och visar maximala vattendjup, vattenflöden och vattenhastigheter.

6.1 Resultat

Vid befintliga förhållanden översvämmas stora delar av gräsytan inom planområdet. Nivåerna blir så pass höga att vatten bräddar över och rinner vidare i östlig riktning längs Södra Bergvägen under Vadsbovägen. Översvämningar uppstår på gator och befintlig bebyggelse där vattendjup mot byggnader uppgår till ca 0,3 m. En del garagedörrar blir vattenfyllda och med vattendjup över 0,5 m.

Inom planområdet rinner vatten in från Södra Bergvägen i den västra delen av området till befintligt dike och vidare ut till lågpunkten. Andra större flödesvägar i närheten går längs Södra Bergvägen samt ut från planområdet i östlig riktning. Vattenhastigheter över 1 m/s uppstår främst längs Södra Bergvägen. Detta i kombination med vattendjup gör att delar av vägen inte blir framkomlig för trafik eller räddningstjänst. Inom planområdet är hastigheterna låga på grund av den lågpunkt som finns vilket gör att vattnet blir stående.

Med föreslagen exploatering samlas vatten i föreslaget dike, torrdamm och befintlig lågpunkt i östra delen av planområdet. Flödet på Södra Bergvägen kommer efter exploatering öka. Den skyfallsled som föreslagits leder bort detta dagvatten och gör att påverkan på befintlig bebyggelse nedströms planområdet inte drabbas av översvämningar i lika stor omfattning.

7 Slutsats

Planerat parkeringshus kommer placeras över befintligt dike vilket innebär att diket behöver kulverteras om. Kulvertens genomfart mellan parkeringshuset och planerad byggnad är trång och planen kan behövas justeras då andra avledningsvägar för diket inte är möjliga. Diket rekommenderas att utformas med bräddfunktion till ett svackdike som anläggs söder om planerade byggnader.

Dagvattenhanteringen inom planområdet kan hanteras genom flera olika typer av anläggningar. En torrdamm föreslås i den östra delen av planområdet och kan kombineras med exempelvis underjordiska magasin eller regnrabatter om så önskas.

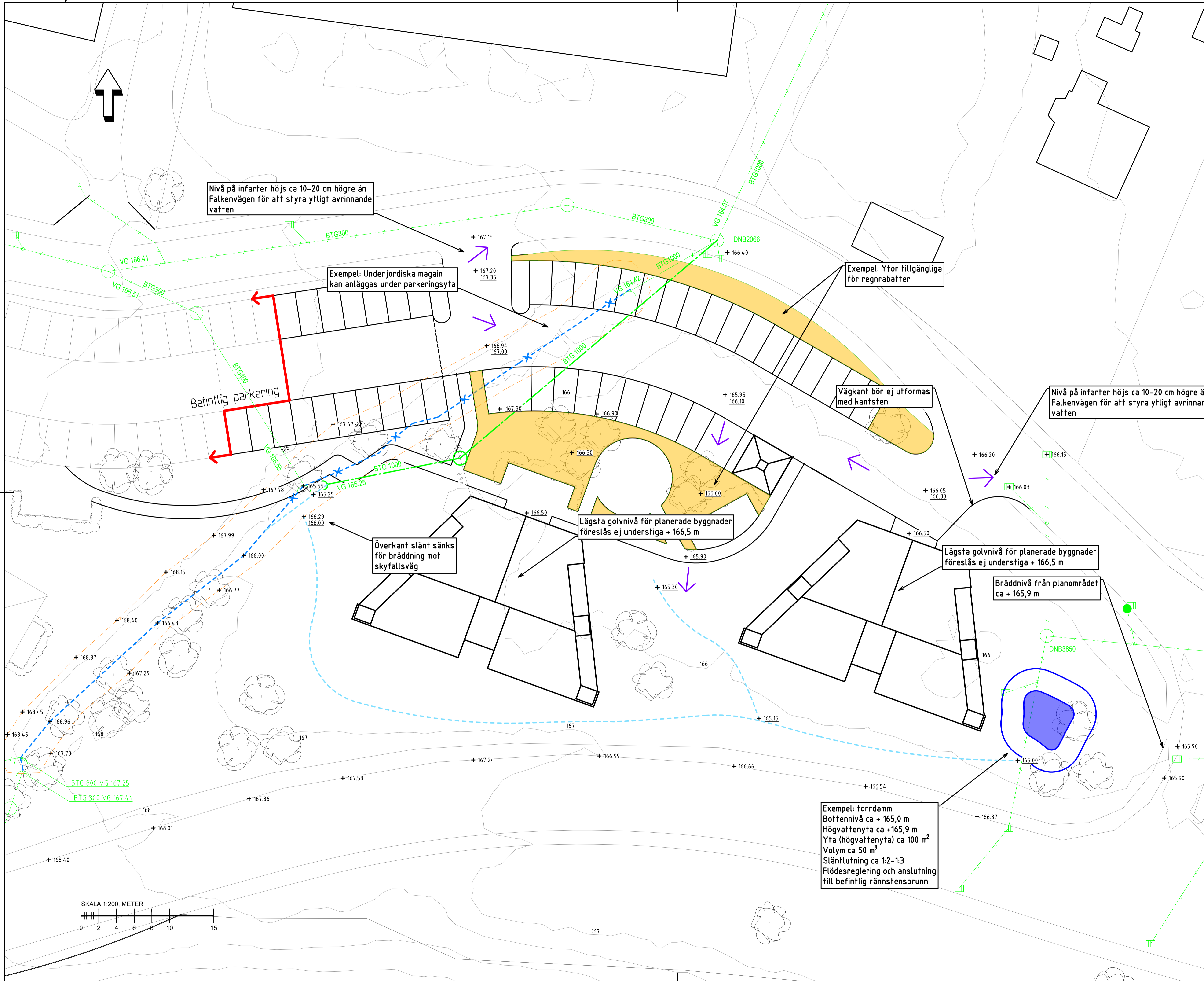
Dagvattnet föreslås fördröjas och genomgå rening i diken och torrdamm inom planområdet. Ytterligare rening sker nedströms planområdet i infiltrationsdammarna. Därmed bedöms statusen i grundvattenförekomsterna Falköping-Skövde och Hagelberg ej försämrats.

Då lågpunkten som idag finns på gräsytan kommer att exploateras med byggnader och parkering minskar magasineringkapaciteten vid skyfall och mer vatten förväntas avrinna ut från området vid kraftiga regn. En skyfallsled öster om Vadsbovägen i nordlig riktning kan minska belastningen på bostadsområdet österut längs med Södra Bergvägen. Då mer vatten avleds till infiltrationsdammarna rekommenderas att översvämningensrisken inom arenaområdet åtgärdas då infiltrationsdammarna bräddar mot detta område. Dock indikerar skyfallskarteringen att dammarna ej bräddar vid ett framtida 100-årsregn.

Skyfallsleden har utretts i en fördjupad förstudie och bedöms vara genomförbar. Nödvändiga marksänkningar för att erhålla fall i nordlig riktning längs med skyfallsleden kan riskera marktäckning på befintliga ledningar och ledningsägare behöver kontaktas för eventuella omläggningar. Trots åtgärderna fortsätter en del vatten österut över farhindret längs Södra Bergvägen. Alternativ för att leda mer vattnet mot skyfallsleden är att höja det befintliga farhindret för att på så sätt sakta ner vattnet. Vidare så är Södra Bergvägen i dagsläget bomberad och en övergång till skevning norrut kan leda mer vatten till skyfallsleden.

8 Litteraturförteckning

- Center for Watershed Protection. (2007). *National Pollutant Removal Performance Database*. Ellicott City.
- Fornsök Riksantikvarieämbetet. (den 18 06 2020). *Riksantikvarieämbetet*. Hämtat från Fornsök: <https://app.raa.se/open/fornsok/lamning/2c0f8f6b-dee6-47d2-8a51-284c03bbd92d>
- hitta.se. (den 18 06 2020). Hämtat från hitta.se: <https://www.hitta.se/kartan!~58.38926,13.84303,13.37679305187992z/tr!i=3dLvoQUS/search!q=sk%C3%B6vde!b=58.38276:13.80677,58.39576:13.87929!sg=true!t=combined!ai=2000007510!aic=58.39090:13.85319>
- Länsstyrelsen. (den 18 06 2020). *Länsstyrelsen i Västra Götalands län*. Hämtat från Informationskartan Västra Götaland: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=023f6dde755f41c5a719b111ddfb80ed>
- Länsstyrelserna. (2018). *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall*.
- MITTA. (2019). *Kompletterande miljöteknisk undersökning*.
- Naturvårdsverket. (2020). *Naturvårdsverket*. Hämtat från Skyddad natur: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>
- Norconsult. (2020). *Befintlighetsbeskrivning Dagvatten- och skyfallsutredning til planprogram*.
- SGU. (den 18 06 2020). *Sveriges geologiska undersökning*. Hämtat från Kartvisare, Jordarter 1:25000 - 1:100000: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>
- Skövde kommun. (2011). *Riktlinjer för dagvattenhantering i Skövde kommun*.
- SMHI. (den 29 april 2020). *Modelldata per område*. Hämtat från vattenwebb.smhi.se: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>
- Svenskt Vatten. (2011). *P105 Hållbar dag- och dränvattenhanterig*. Stockholm: Svenskt Vatten.
- Svenskt Vatten. (2016). *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten.
- Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna och Havs- och vattenmyndigheten. (2020). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från Vattenkartan, Vattenförekomster (2017-2021) : <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beeb900d12399>



Beteckning
Befintligt system

- Dagvatten
- x- Dagvatten utgå
- Dike
- x- Dike utgå
- Dikesslänt
- + 166.00 Befintlig höjd

Föreslaget system

- Dagvatten
- x- Dränvatten
- Dike/Skyfallsväg
- o Översvämningsyta/
Torrdamm
- o Regnrabbatt
- Yttlig avrinningsväg
- + 165.05 Föreslagen höjd

KOORDINATSYSTEM:
- SWEREF 99 13:30
HÖJDSYSTEM:
- RH 2000

| BET | ANT | ÄNDRINGEN AVSER | SIGN | DATUM |
|-----|-----|-----------------|------|-------|
| | | | | |



Kv. Vadden

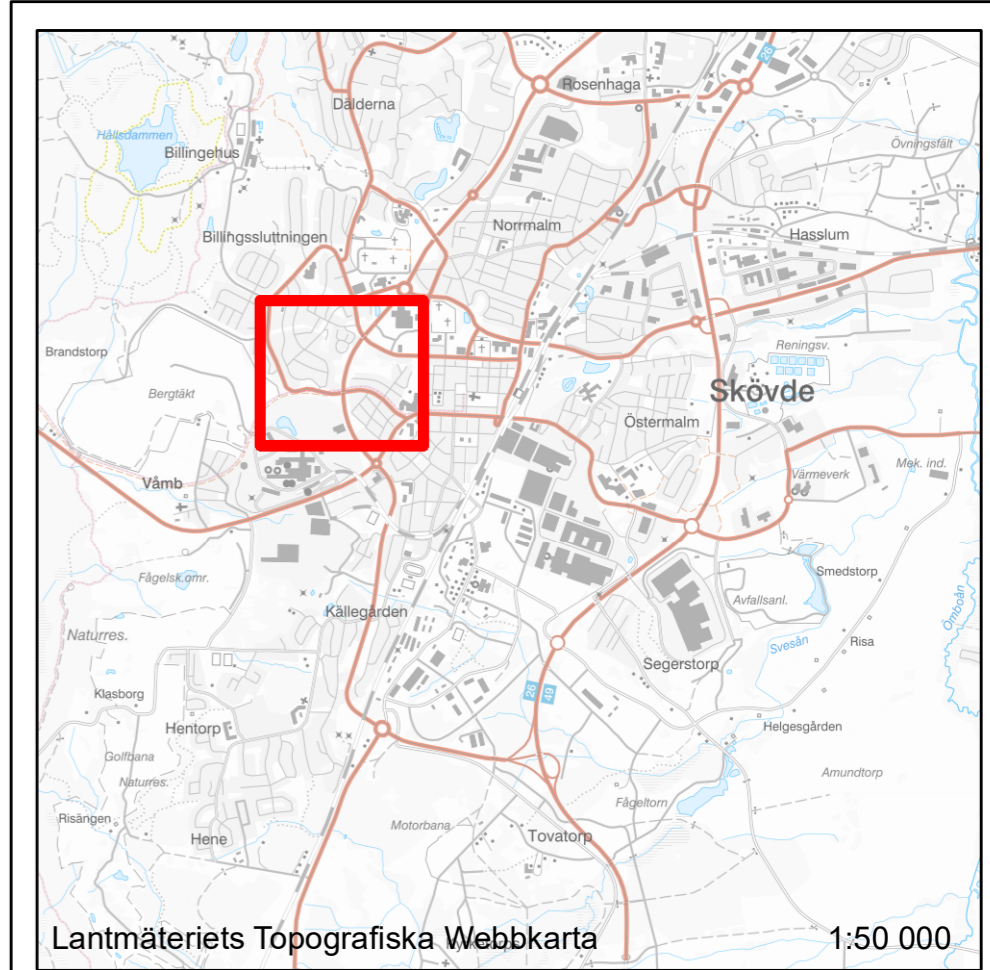
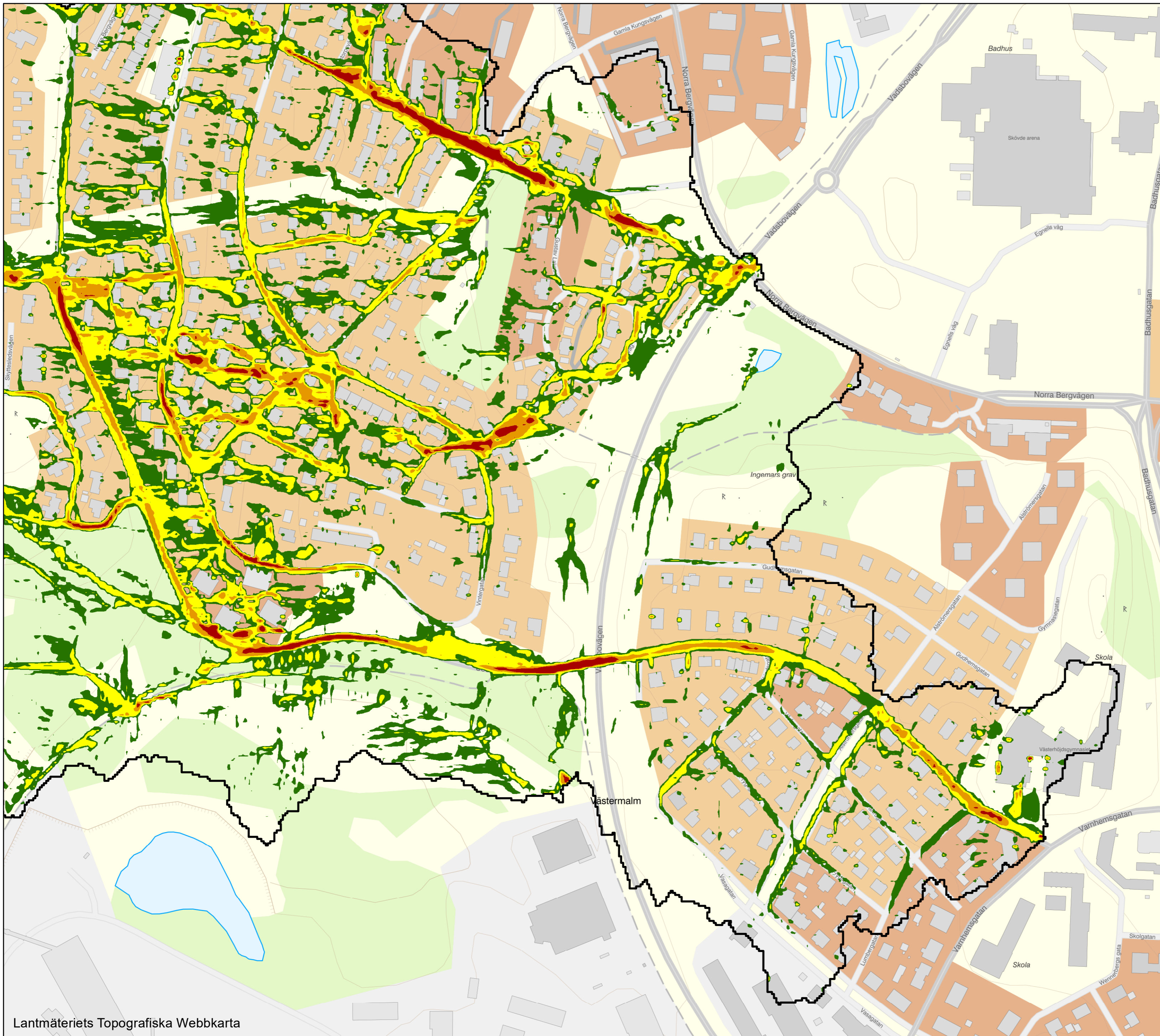


www.norconsult.se

| LUPPDRAG NR | RITAD AV | HANDLAGGARE |
|-------------|----------------|-------------|
| 1070095 | Adam Dahlin | Adam Dahlin |
| DATUM | ANSVARIG | |
| 2021-04-16 | Malin Törnberg | |

Dagvattenutredning
Lösningförslag dagvatten och skyfall

| SKALA | NUMMER | BET |
|------------------------|----------|-----|
| A1: 1:200 A3: 1:400 | Bilaga 1 | |



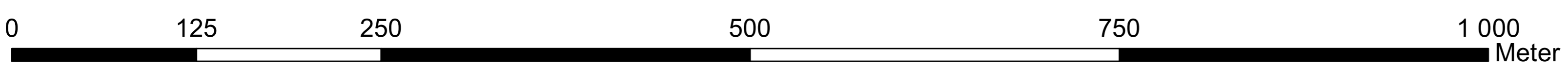
Teckenförklaring

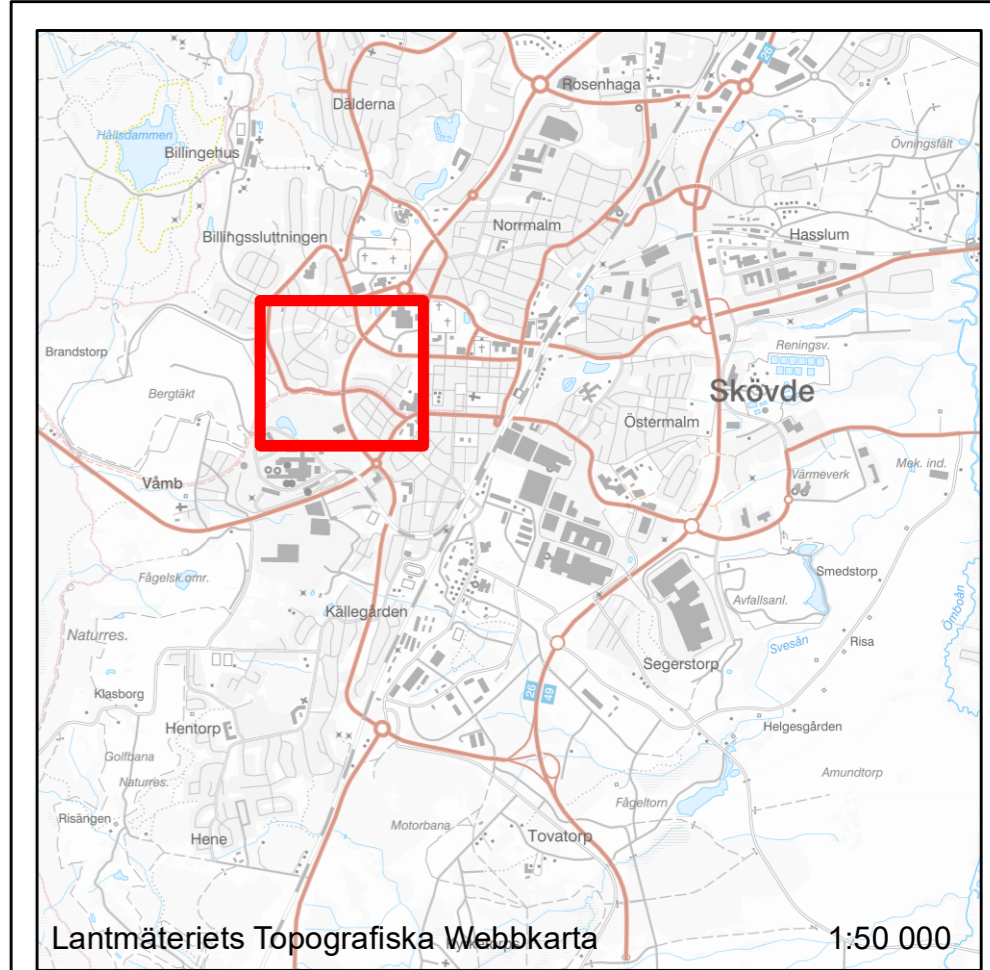
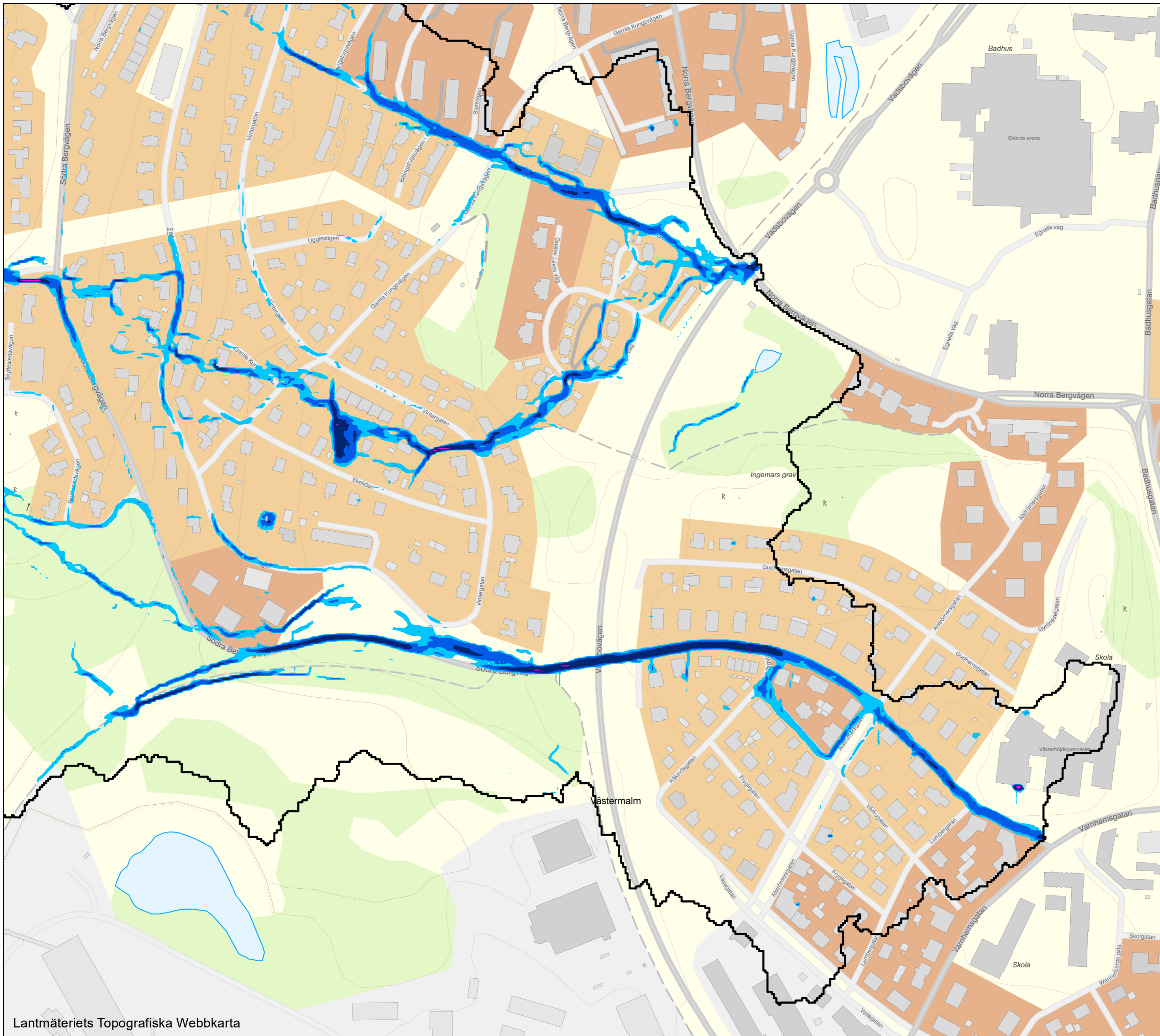
- Avrinningsområde
- Vattenhastighet (m/s)**
- < 0,25
- 0,25 - 0,5
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 1,5
- > 1,5

Norconsult

| | | |
|---|----------------------------|-------------------------|
| UPPDRAG 1070085 | KONSTRUERAD AV J FRIMAN | HANDLÄGGARE J FRIMAN |
| DATUM 2021-04-16 | ANSVARIG M TÖRNBERG | |
| Skyfallskartering Skövde Detaljplan Kv. Vadden 100-årsregn med klimatafaktor 1,25 Maximal vattenhastighet Befintlig situation | | |
| SKALA 1:2 500 | BILAGA 3A | |

Lantmäteriets Topografiska Webbkartan





Lantmäteriets Topografiska Webbkartan 1:50 000

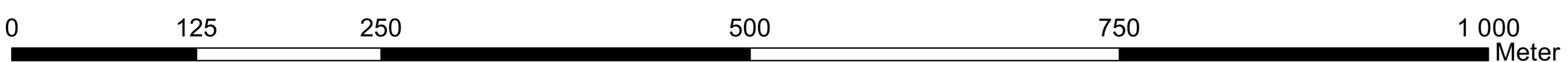
Teckenförklaring

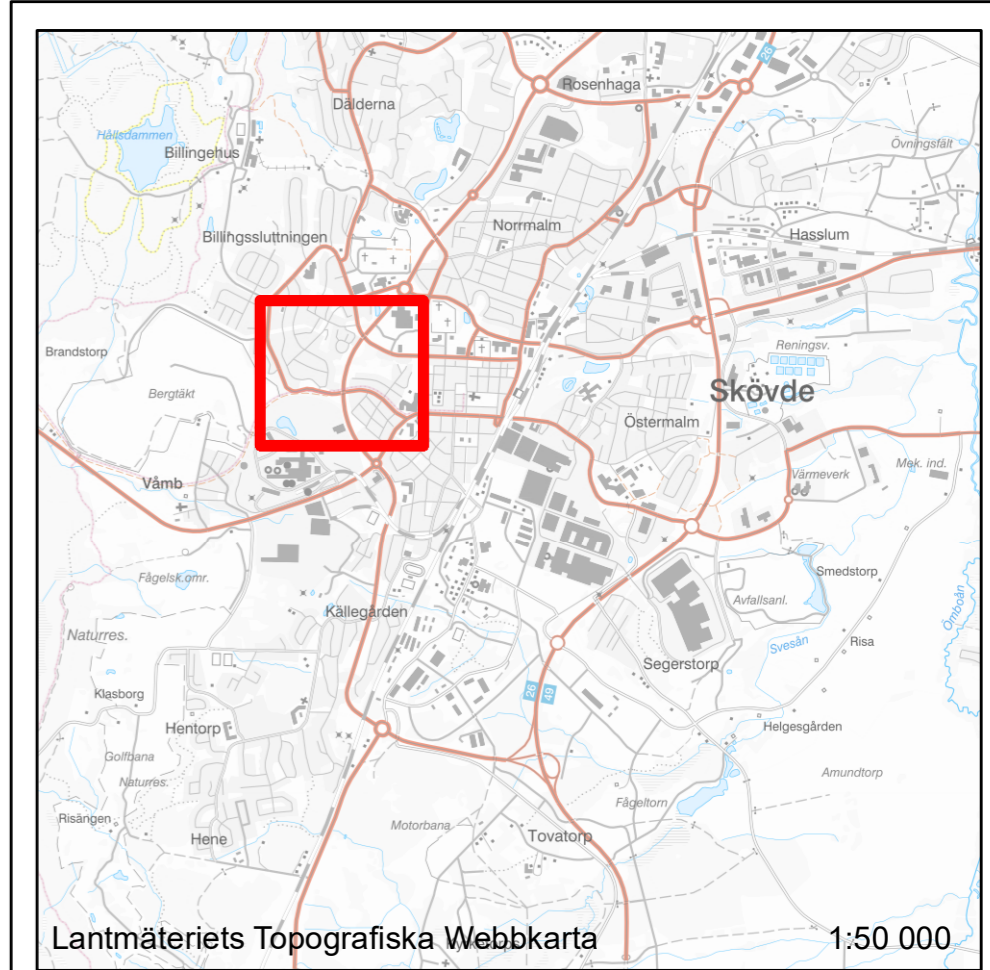
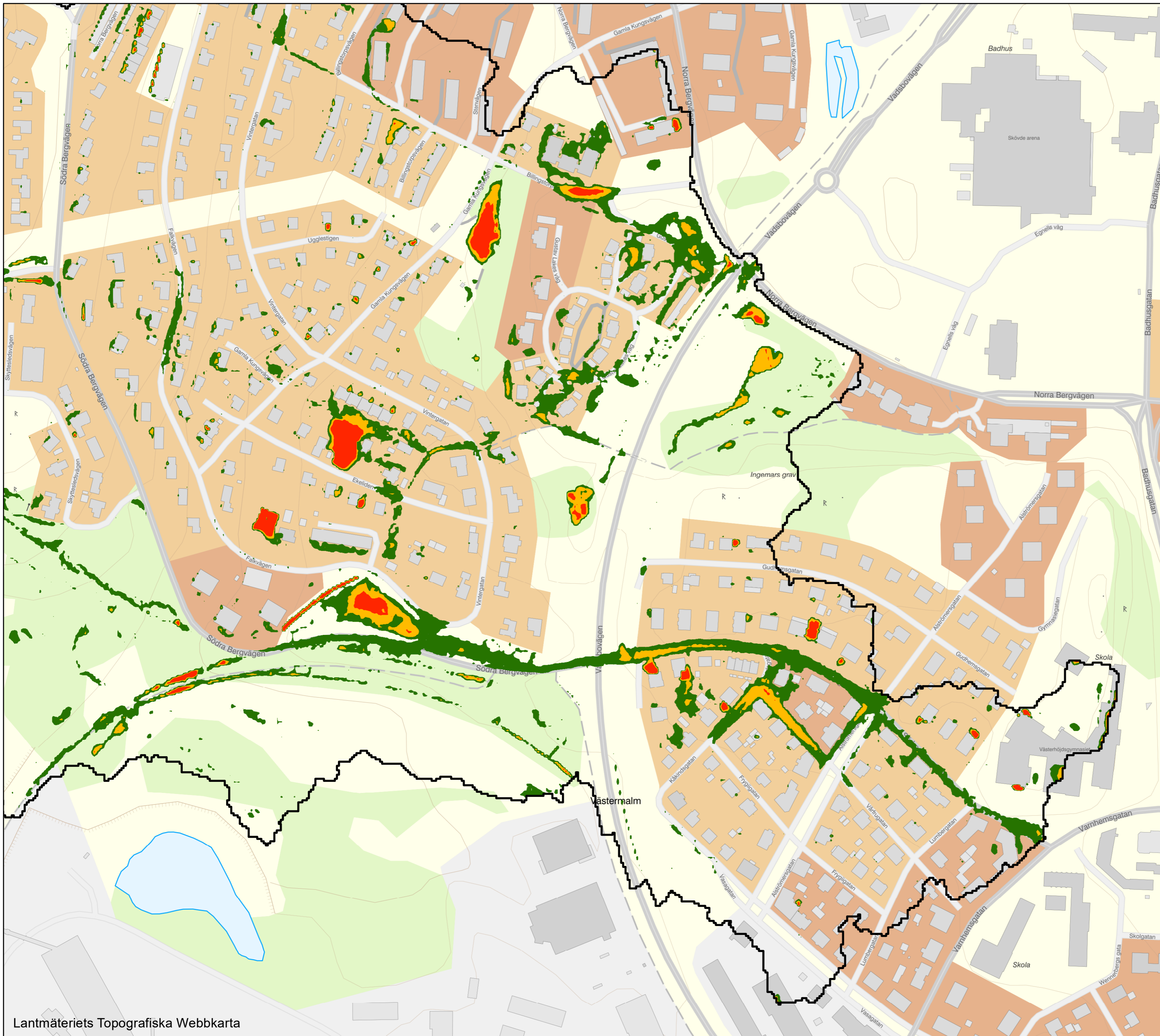
Avrinningsområde
Vattenflöde (l/s m)
 < 50
 50 - 100
 100 - 200
 200 - 500
 > 500

Norconsult






| | | |
|---|----------------------------|-------------------------|
| UPPDRAG 1070085 | KONSTRUERAD AV J FRIMAN | HANDLÄGGARE J FRIMAN |
| DATUM 2021-04-16 | ANSVARIG M TÖRNBERG | |
| Skyfallskartering Skövde Detaljplan Kv. Vadden 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 Maximalt vattenflöde Befintlig situation | | |
| SKALA 1:2 500 | BILAGA 3B | |

Lantmäteriets Topografiska Webbkartan





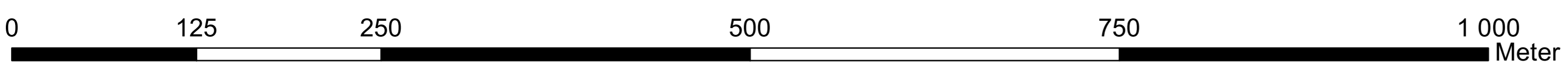
Teckenförklaring

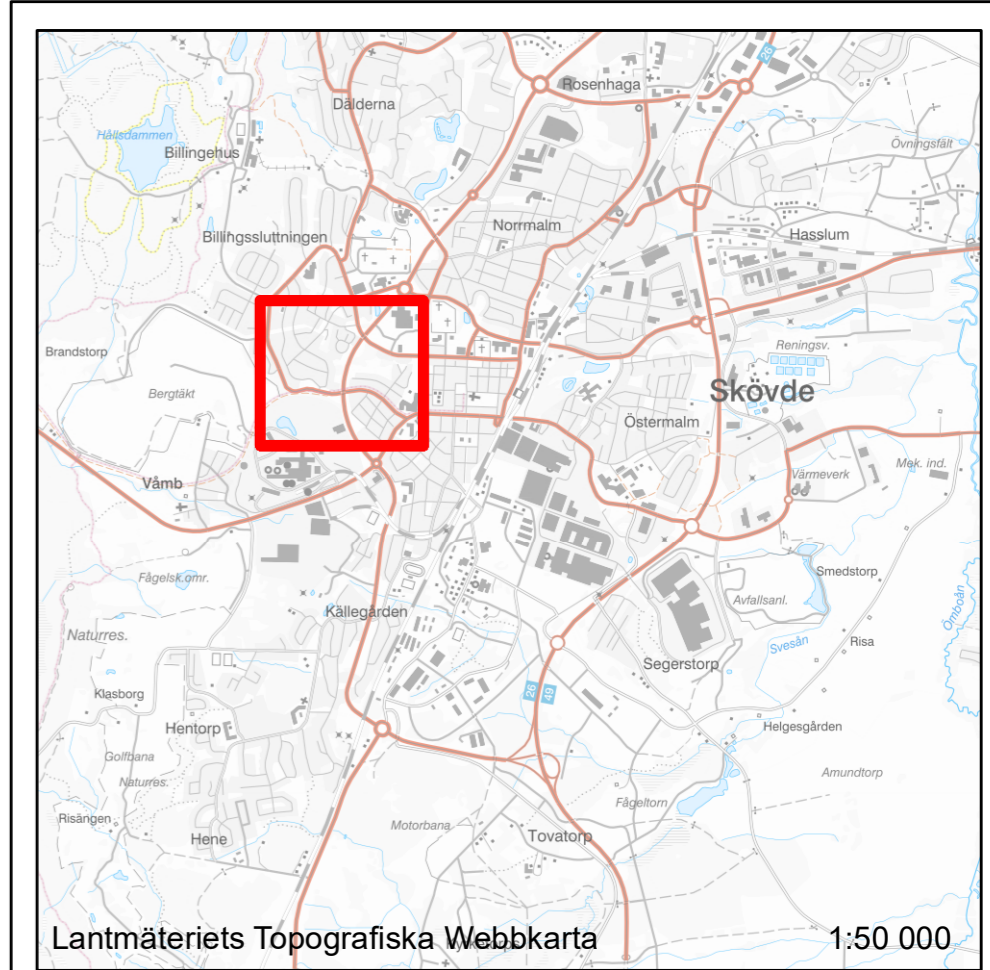
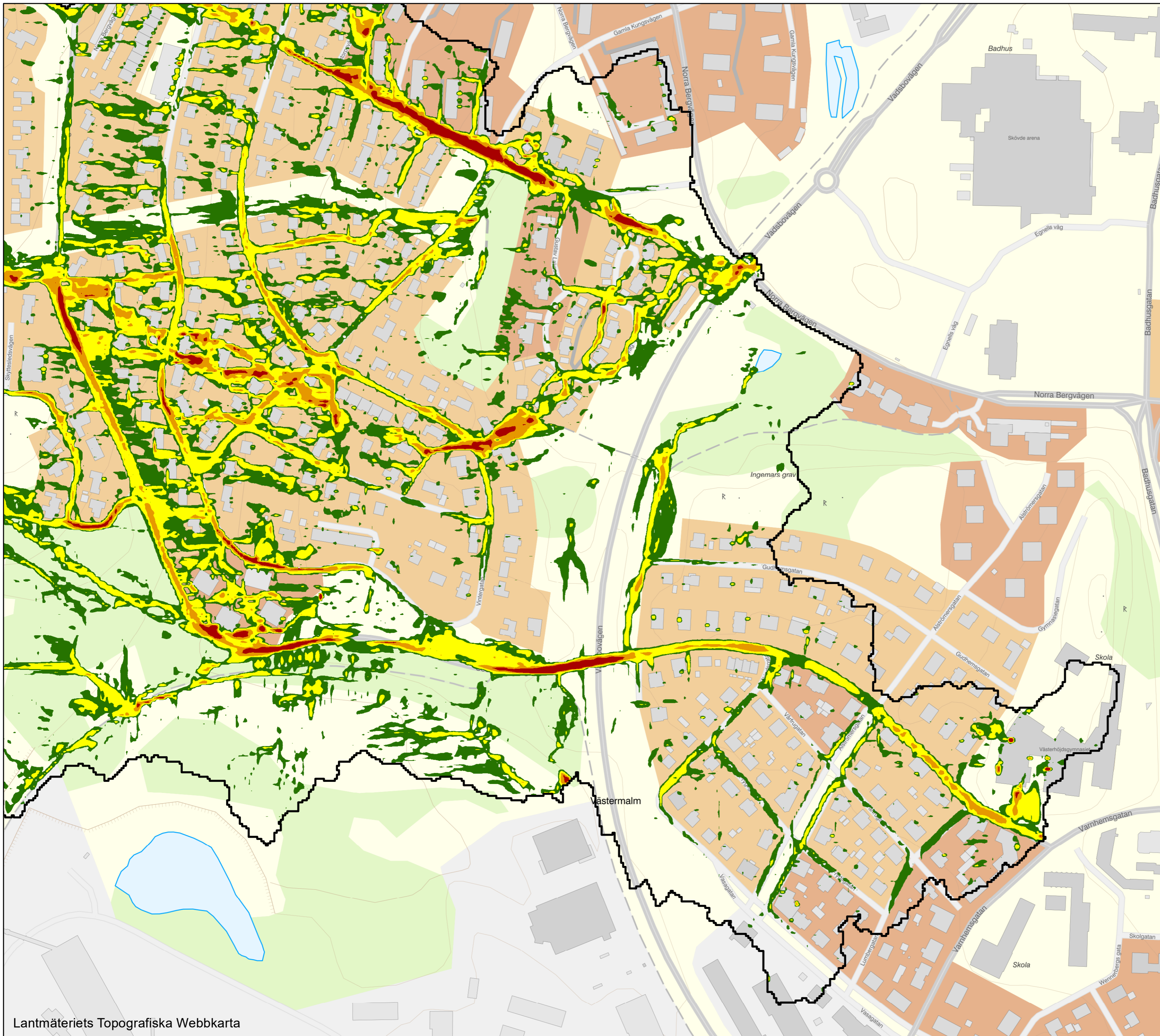
-  Avrinningsområde
- Vattendjup (m)**
-  < 0,1
-  0,1 - 0,3
-  0,3 - 0,5
-  > 0,5









| | | |
|--|----------------------------|-------------------------|
| UPPDRAG 1070085 | KONSTRUERAD AV J FRIMAN | HANDLÄGGARE J FRIMAN |
| DATUM 2021-04-16 | ANSVARIG M TÖRNBERG | |
| Skyfallskartering Skövde Detaljplan Kv. Vadden 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 Maximalt vattendjup Befintlig situation | | |
| SKALA 1:2 500 | BILAGA 3C | |

Lantmäteriets Topografiska Webbkartan





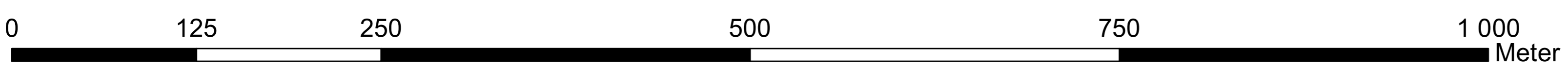
Teckenförklaring

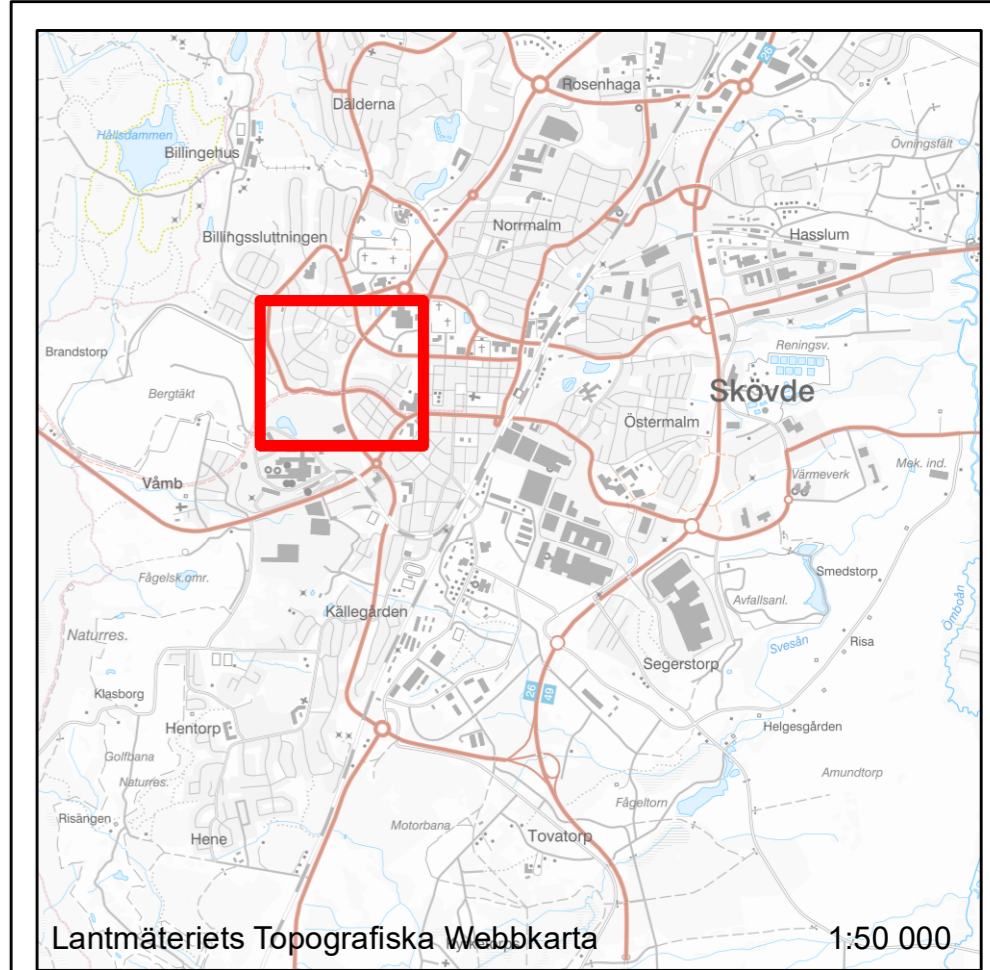
-  Avrinningsområde
- Vattenhastighet (m/s)**
-  < 0,25
-  0,25 - 0,5
-  0,5 - 1,0
-  1,0 - 1,5
-  > 1,5

Norconsult

| | | |
|---|----------------------------|-------------------------|
| UPPDRAG 1070085 | KONSTRUERAD AV J FRIMAN | HANDLÄGGARE J FRIMAN |
| DATUM 2021-04-16 | ANSVARIG M TÖRNBERG | |
| Skyfallskartering Skövde Detaljplan Kv. Vadden 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 Maximala vattenhastighet Framtida exploatering | | |
| SKALA 1:2 500 | BILAGA 3D | |

Lantmäteriets Topografiska Webbkartan





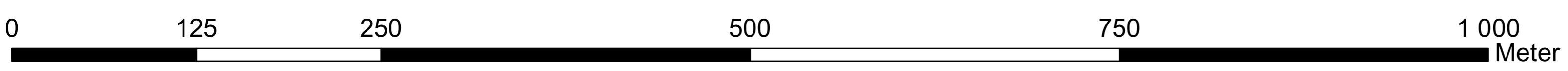
Teckenförklaring

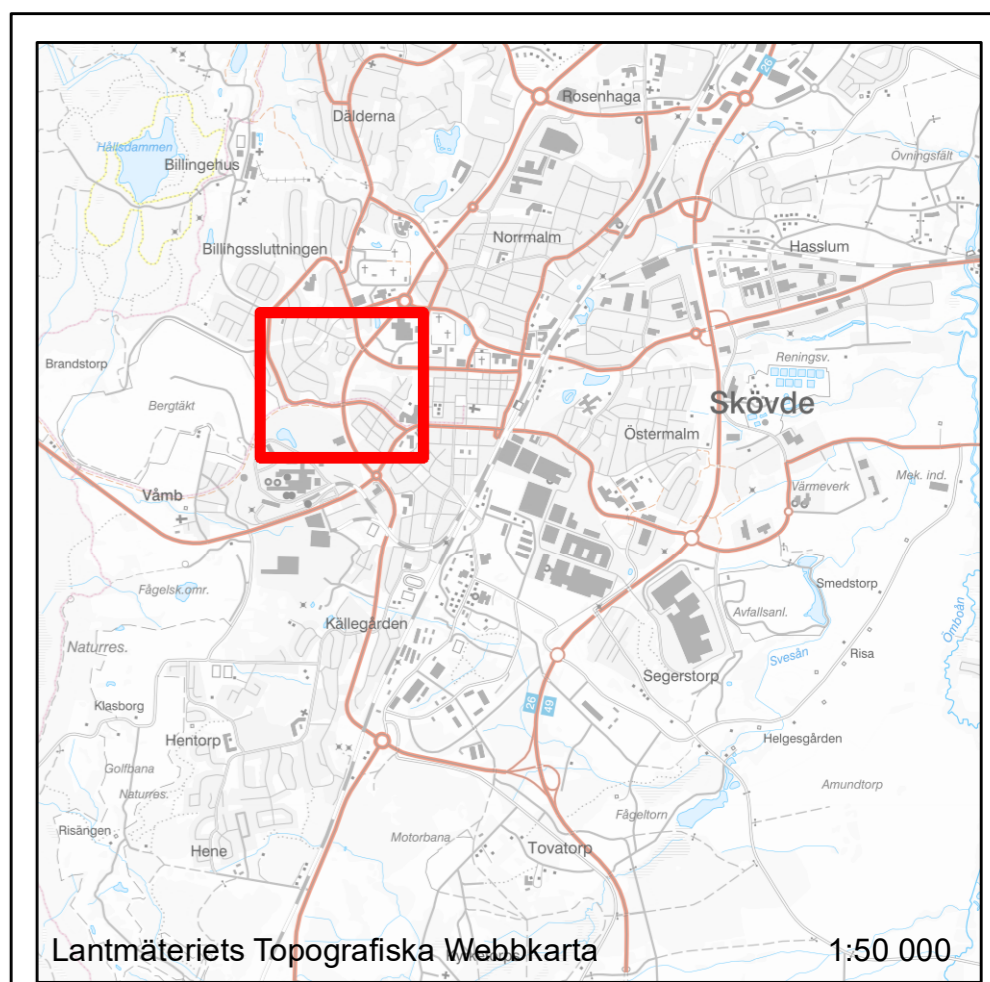
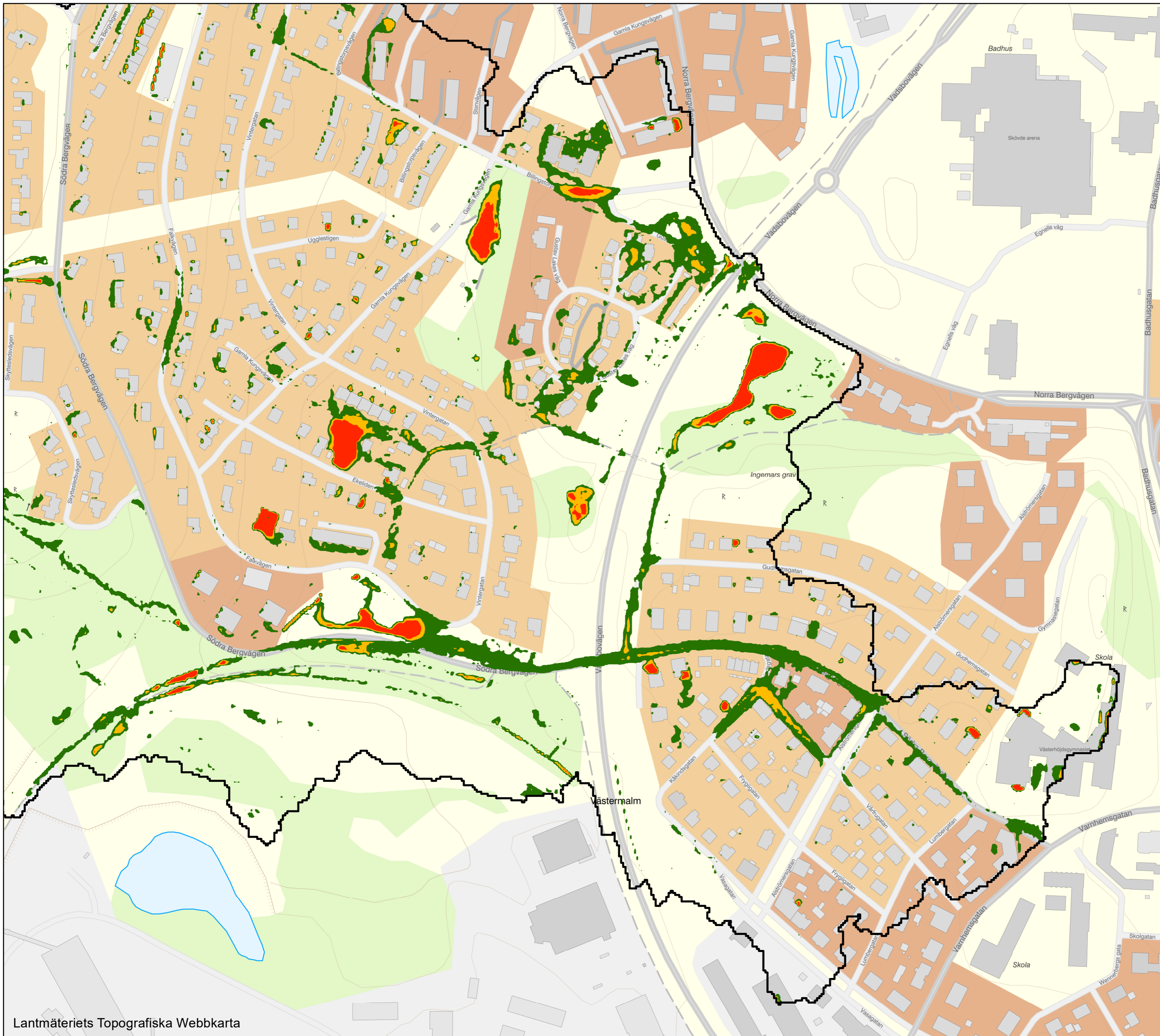
- Avrinningsområde
- Vattenflöde (l/s m)**
- < 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 500
- > 500

Norconsult

| | | |
|--|----------------------------|-------------------------|
| UPPDRAG 1070085 | KONSTRUERAD AV J FRIMAN | HANDLÄGGARE J FRIMAN |
| DATUM 2021-04-16 | ANSVARIG M TÖRNBERG | |
| Skyfallskartering Skövde Detaljplan Kv. Vadden 100-årsregn med klimatafaktor 1,25 Maximalt vattenflöde Framtida exploatering | | |
| SKALA 1:2 500 | BILAGA 3E | |

Lantmäteriets Topografiska Webbkartan



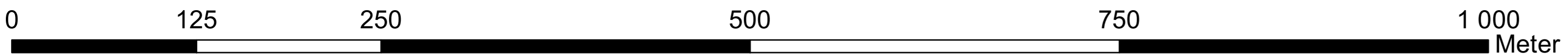


Teckenförklaring

- Avrinningsområde
- Vattendjup (m)**
- < 0,1
- 0,1 - 0,3
- 0,3 - 0,5
- > 0,5

| | | |
|--|----------------------------|-------------------------|
| UPPDRAG 1070085 | KONSTRUERAD AV J FRIMAN | HANDLÄGGARE J FRIMAN |
| DATUM 2021-04-16 | ANSVARIG M TÖRNBERG | |
| Skyfallskartering Skövde Detaljplan Kv. Vadden 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 Maximalt vattendjup Framtida exploatering | | |
| SKALA 1:2 500 | BILAGA 3F | |

Lantmäteriets Topografiska Webbkartan



Inledning

Detta PM beskriver den metodik och antaganden som använts för skyfallskartering av kvarteret Vadden i Skövde. Resultat och analys från skyfallskarteringen görs i huvudrapporten *Kvarter Vadden – Dagvatten och skyfallsutredning till detaljplan*.

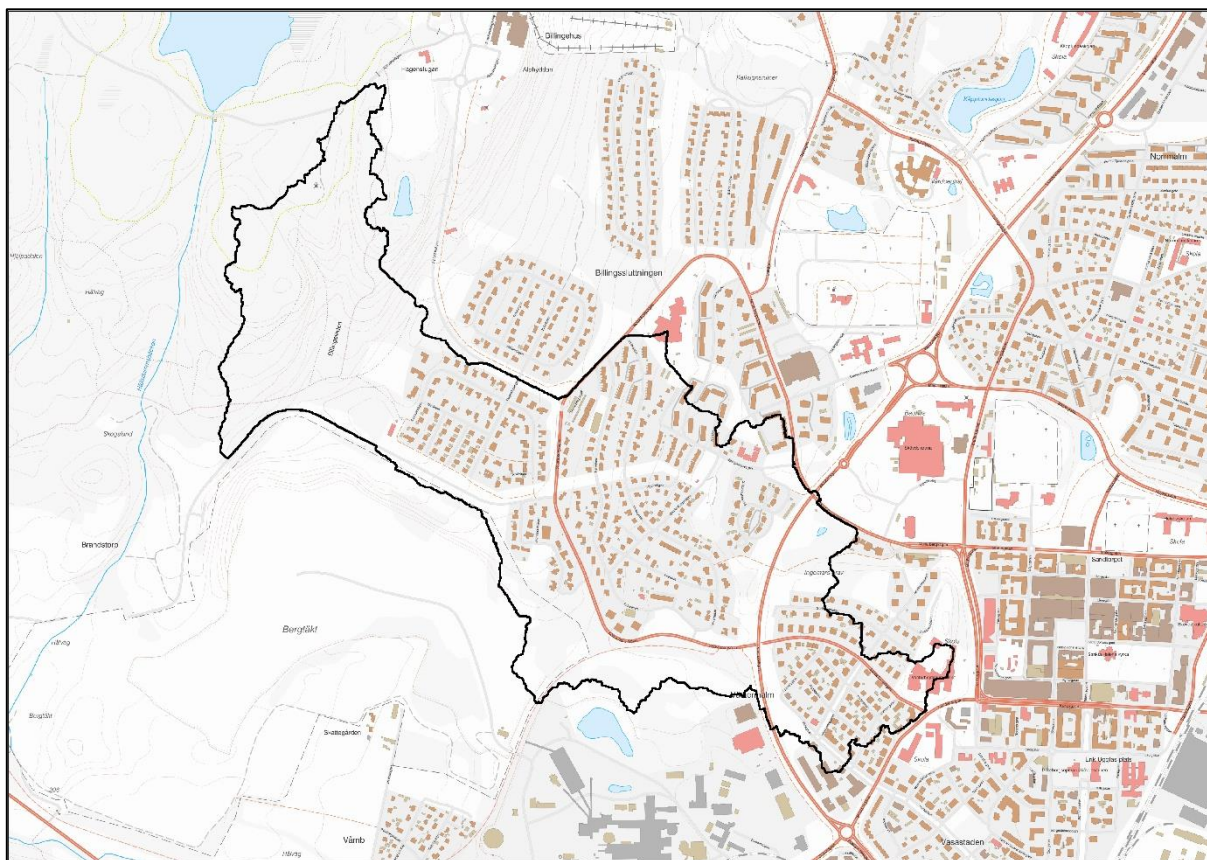
Skyfallskarteringen grundas på riktlinjer och rekommendationer från Svenskt Vattens publikation P104 (Svenskt Vatten, 2011a), P105 (Svenskt Vatten, 2011b) och P110 (Svenskt Vatten, 2016). Samt på vägledning från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB, 2017).

Hydraulisk modell

Skyfallskarteringen har genomförts med en tvådimensionell hydraulisk beräkningsmodell som byggts upp i programvaran MIKE 21 (DHI, 2017). Modellen bygger på ett beräkningsnät som beskriver topografin i modellområdet och vars upplösning till stor del styr noggrannheten i resultatet.

Modellområde

Området som har använts i skyfallskarteringen har tagits fram genom ett delavrinningsområde som inkluderar planområdet för kvarter Vadden enligt Figur 1. Delavrinningsområdet har tagits fram i ArcGIS och baseras på höjddata från Lantmäteriet med 2x2 meter upplösning (Lantmäteriet, 2020b).



Figur 1. Delavrinningsområde som använts för skyfallskarteringen av kvarter Vadden.

Beräkningsnät

För att beskriva topografin i området har ett beräkningsnät tagits fram. Beräkningsnätet bygger på underlag från Lantmäteriets höjdmödel GSD-Höjddata, grid 2+ (Lantmäteriet, 2020b) och har en upplösning på 2x2 meter. I höjdmödeln beskrivs broar och överfarter ibland av överliggande vägbana, på dessa platser har höjdmödeln justerats för att beskriva nivån på underliggande vägar och möjliggöra för vatten att rinna genom dessa strukturer. Byggnader som finns i modellområdet har höjts upp i terrängen för att skapa rinnvägar runt dessa, information om byggnader har hämtats från Lantmäteriets GSD-Fastighetskarta (Lantmäteriet, 2020a).

Nederbörd

Skyfallskarteringen har genomförts för ett regn med 100 års återkomsttid. Varaktigheten på skyfallet har valts till 6 timmar som även använts i Skövdes övergripande skyfallskartering. Enligt rekommendationer från P110 har en klimatafaktor använts för att ta hänsyn till framtidens klimat som kan ge högre intensiteter vid skyfall, denna har ansatts till 1,25.

Karteringen görs inte med en kopplad modell mellan ytavrinning och ledningsnät för dagvatten. Istället använts ett schablonmässigt avdrag för antagen kapacitet på ledningsnätet i enlighet med MSB:s vägledning (MSB, 2017). Kapacitet i ledningsnätet har antagits motsvara ett regn med 10 års återkomsttid. Volymen av ett 10-årsregn dras av från det använda skyfallet på ytor som antas vara kopplade till befintligt ledningsnät för dagvatten.

Mannings tal

När vatten rinner över en yta uppstår energiförluster till följd av friktion mellan vatten och markytan. Hur stor denna förlust blir beror till stor del på markens råhet, som påverkar vattnets utredning, djup och hastighet. Råheten beskrivs med Mannings tal, M . Ett högt värde på M motsvarar en låg friktion som ger upphov till högre hastigheter medan ett lägre värde motsvarar en högre friktion och ger upphov till lägre hastigheter för vattnet. För att klassa olika marktyper har GSD-Fastighetskartan (Lantmäteriet, 2020a) använts. De värden som ansatts för olika marktyper presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. Indata till skyfallskarteringen för att beskriva markens råhet för olika marktyper. Underlag till klassningen av olika marktyper har hämtats från Lantmäteriets GSD-Fastighetskartan (Lantmäteriet, 2020a).

| Markyta | Mannings tal, M ($m^{1/3}/s$) |
|------------|-----------------------------------|
| Åker | 5 |
| Skog | 10 |
| Öppen mark | 15 |
| Vatten | 20 |
| Bebyggelse | 25 |
| Hårdgjort | 50 |

Infiltration

I skyfallskarteringen har en principiell infiltrationsmodul använts som tar hänsyn till såväl infiltrationshastighet in som ut från det översta jordlagret. I modulen beskrivs även magasineringsförmågan i det översta jordlagret, samt perkolationen ned till underliggande grundvattenmagasin.

Parametrar som beskrivs i modulen består av infiltrationshastigheten, porositet, mäktighet, perkolation och initial vattenhalt. Som underlag för att beskriva dessa parametrar har SGU:s jordartskartan använts tillsammans med information om hårdgjorda ytor inom modellområdet. I Tabell 2 presenteras de värden som ansatts för olika jordarter och marktyper i skyfallskarteringen.

Tabell 2. Värden på de parametrar som använts i infiltrationsmodulen för att beskriva markens infiltrations- och magasineringkapacitet. Information om jordarter har hämtats från SGU:s jordartskarta (SGU, 2020) och om hårdgjorda ytor från Lantmäteriets GSD-Fastighetskartan (Lantmäteriet, 2020a).

| Jordart/Markyta | Infiltration (mm/h) | Porositet (-) | Mäktighet (m) | Perkolation (mm/h) | Initial Vattenhalt (%) |
|-----------------|---------------------|---------------|---------------|--------------------|------------------------|
| Fyllning | 18 | 0,4 | 0,3 | 2 | 40 |
| Berg i dagen | 36 | 0,4 | 0,1 | 0,04 | 20 |
| Morän | 36 | 0,4 | 0,3 | 3,6 | 30 |
| Isälvssediment | 120 | 0,4 | 0,3 | 90 | 35 |
| Hårdgjort | 0 | 0,05 | 0,05 | 0 | 10 |

Beräkningar

I skyfallskarteringen har beräkningar genomförts för två olika scenarier.

- 1) Befintliga förhållanden och höjdsättning
- 2) Framtida exploatering och med föreslagen höjdsättning samt skyfallsled.

Scenario 1 baseras på grundunderlag enligt beskrivning under *Hydraulisk modell*.

Scenario 2 baseras på föreslagen höjdsättning inom detaljplanområdet som har justerats i den ursprungliga höjdmodellen. Markanvändning har använts för att justera värden som beskriver Mannings tal och infiltrationskapacitet. Öster om Vadsbovägen har en skyfallsled föreslagits och som inkluderats i den använda höjdmodellen.

Referenser

DHI (2017). *MIKE 21 Flow Model – Hydrodynamic Module*.

Lantmäteriet (2020a). *GSD-Fastighetskartan*.

Lantmäteriet (2020b). *GSD-Höjddata, grid 2+*.

MSB (2017). *Vägledning för skyfallskartering – tips för genomförande och exempel på användning*.

SGU (2020). *Jordartskartan 1:25 000-1:100 000*.

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

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

Svenskt Vatten (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten*.