GEOSIGMA

Grap 16142

Dagvattenutredning för GTG:s tennisanläggning i Djursholm, Serneke

Geosigma AB

2017-02-08

GEOSIGMA

Uppdragsledare:	Uppdragsnr:	Grap nr:	Version:	Antal Sidor:	Antal Bilagor:
Per Askling	604626	16142	2.0	26	

Beställare:	Beställares referens:	Beställares referensnr:
Good To Great Tennis Properties AB	Nicklas Kulti	

Titel och eventuell undertitel:

Dagvattenutredning för GTG:s tennisanläggning i Djursholm, Serneke

Författad av:	Datum:
Stefan Eriksson, Per Askling	2017-02-08

Granskad av:	Datum:
Per Askling	2017-02-08

GEOSIGMA AB
www.geosigma.se
geosigma@geosigma.se
Bankgiro: 5331 - 7020
PlusGiro: 417 14 72 - 6
Org.nr: 556412 - 7735

Uppsala
Box 894, 751 08 Uppsala
Vattholmavägen 8, Uppsala
Tel: 010-482 88 00

Teknik & Innovation
Seminariegatan 33
752 28 Uppsala
Tel: 010-482 88 00

Göteborg
Stora Badhusgatan 18-20
411 21 Göteborg
Tel: 010-482 88 00

Stockholm
Sankt Eriksgatan 133
113 43 Stockholm
Tel: 010-482 88 00

Luleå
Varvsgatan 49
972 33 Luleå
Tel: 010-482 88 00

Sammanfattning

Good to Great önskar utöka verksamheten med en tennisanläggning i Danderyd med Serneke Bygg Öst AB som totalentreprenör.

I samband med att ett planförslag för den planerade exploateringen tas fram har Geosigma AB ombetts att utföra en dagvattenutredning.

Utredningsområdet utgörs i dagsläget av naturmark i form av öppna gräsytor och skogsmark. Genom området skär några diken. Ytan för den planerade sporthallen har tidigare använts som snöupplag och området där tennisbanorna planeras utgör en del av en före detta deponi för schaktmassor.

Merparten av dagvattnet som bildas inom utredningsområdet rinner av ner mot ett dike som skär genom utredningsområdet. Dagvattnet transporteras vidare i diket österut för att strax öster om utredningsområdet ansluta till ett dike/våtmark som rinner söderut längs med Roslagsbanan. Dagvattnet från utredningsområdet transporteras vidare till recipienten och ytvattenförekomsten Edsviken. Länsstyrelsens klassning visar på miljöproblem i Edsviken med avseende på både övergödning och miljögifter.

Den föreslagna förtätningen av utredningsområdet enligt gällande planskiss kommer totalt att medföra ökade dimensionerande dagvattenflöden på cirka 1 060 %.

För att skapa en fungerande dagvattenhantering efter planerade förändringar av utredningsområdet, med en oförändrad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, föreslås följande åtgärder:

- Dagvatten från utredningsområdets hårdgjorda ytor leds till makadamdiken, regnbäddar och makadammagasin. Dessa fördröjer och renar merparten av utredningsområdets dagvatten och möjliggör infiltration av dagvatten till grundvattnet genom att de förses med en genomsläpplig materialavskiljare.
- De norra regnbäddarna leder dagvatten, från hårdgjorda ytor, norr om tennishallen, via planteringar längs med Rinkebyvägen, till makadammagasin och makadamdiken, vidare till våtmarksområdet.
- Makadamdiket söder om Tennishallen samlar upp dagvatten från hårdgjorda ytor för rening och fördröjning. Därefter sker vidare transport till våtmarksområdet. Utöver dagvatten från utredningsområdet transporterar, fördröjer och renar makadamdiket också inkommande dagvatten från grannfastigheter utanför utredningsområdet, genom utredningsområdet, till våtmarksområdet.
- Det är viktigt att dagvattnet kan tillrinna makadamdikena utan hinder och därför föreslås att gångvägar förses med plattsättning med genomsläppliga fogar, genomsläpplig asfalt eller ett grövre mer genomsläppligt material i asfaltskanten där infiltration till makadamdikena kan ske.
- Placeringarna av makadamdikena ska inte ses som definitiva placeringar utan de kan flyttas. Essentiellt är att makadamdikenas fördröjningsvolym blir tillräcklig och att allt dagvatten från området kan tillrinna makadamdikena, samt att makadamdikena utförs så att tillfredsställande fördröjning och rening erhålls.
- Ett avskärmande dike grävs väster om tennishallen för att ta hand om vatten från höjderna i väster. Diket förses med en dräneringsledning och fylls med ett grovt material, till exempel sprängsten. Det avskärmande diket kopplas på makadamdiket i sydväst.
- Diket som tillrinner området från grannfastigheter, leds till makadamdiket som skär genom området söder om tennishallen.
- En gräsarmerad parkeringsyta planeras, vilket enligt kommunen anses vara ett fullgott reningsalternativ, i stället för att använda oljeavskiljare.

Innehåll

1 Inledning och syfte 5
1.1 Allmänt om dagvatten 6
2 Material och metod 7
2.1 Material och datainsamling 7
2.2 Platsbesök 7
2.3 Flödesberäkning 8
2.4 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym 9
2.5 Föroreningsberäkning 9
3 Områdesbeskrivning och avgränsning 10
3.1 Markanvändning – Befintlig och planerad 10
3.2 Hydrogeologi 11
3.2.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi 11
3.2.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering 13
3.3 Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN) 14
4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning 16
4.1 Flödesberäkningar 16
4.1.1 Bidragande dagvattenflöden från grannfastigheter 17
4.2 Dimensionerande utjämningsvolymer 17
4.3 Föroreningsbelastning 17
4.4 Extremregn och lågpunkter 19
5 Lösningförslag för dagvattenhantering 21
5.1 Generella rekommendationer 21
5.2 Makadamdiken och makadammagasin 23
5.3 Regnbäddar 23
5.4 Extremregn 24
5.5 Dimensionering av makadamdike och avskärande dike för dagvatten från grannfastigheter och utredningsområdet 24
5.6 Föroreningsprovtagning av dagvatten från grannfastigheter och utredningsområde 25
5.7 Tillfällig lösning Etapp 1 25
6 Referenser 26

1 Inledning och syfte

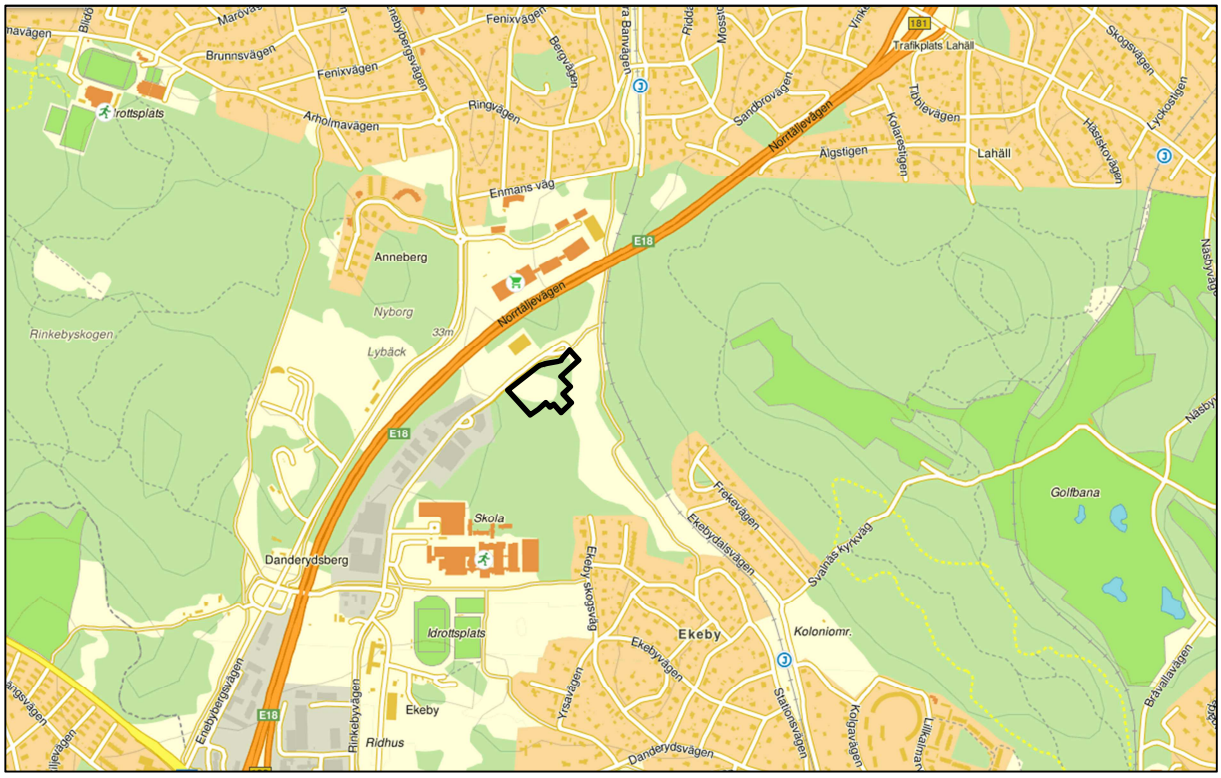
Good to Great önskar utöka sin verksamhet med en tennisanläggning i Danderyd med Serneke Bygg Öst AB som totalentreprenör. Det område som omfattas av förslaget utgörs idag främst av naturmark och benämns i den här utredningen fortsättningsvis som utredningsområdet. Figur 1-1 visar ungefärlig placering av utredningsområdet. I utredningsområdet ingår en del som utgör den planerade nya fastigheten och en del som ska arrenderas av kommunen. Fördelningen mellan dessa två områden framgår av Figur 5-1.

I samband med att ett planförslag för den planerade exploateringen tas fram har Geosigma AB ombetts att utföra en dagvattenutredning.

Den planerade byggnationen i utredningsområdet innebär att det sker en förändring av andelen hårdgjorda ytor, vilket i sin tur påverkar dagvattenbildningen. En ökad flödesbelastning på ett dagvattensystem kan leda till bräddning av obehandlat dagvatten och om det är ett kombinerat system även bräddning av spillvatten. Det är ur det perspektivet viktigt att dagvatten från hårdgjorda ytor såsom tak, vägar och parkering tas omhand inom respektive kvartersområde så långt det är möjligt. Förändringen av markanvändningen kan även innebära att högre halter av föroreningar riskerar att ledas till recipienten, vilket kan kräva rening av områdets dagvatten.

Byggnationen är indelad i två etapper, där Etapp 1 innefattar tennishallen och Etapp 2 omgivande utomhusbanor för tennis och padeltennis, med mera.

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), genom infiltration eller fördröjning. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden, samt dagvattnets föroreningsgrad. Uppdraget syftar även till att dimensionera utjämningsmagasin för dagvattnet för att reducera flödestoppar och samtidigt rena dagvattnet. Till grund för principlösningar i dagvattenutredningen används Danderyds kommuns ”Styrdokument dagvatten”.



Figur 1-1. *Översiktskarta över utredningsområdet, som är markerat med en svartstreckad polygon.*

1.1 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som avrinner markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Exploatering av ett tidigare grönområde leder till större areal av hårdgjorda ytor och det är därför viktigt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har på dagvattensituationen.

Vid lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

2 Material och metod

2.1 Material och datainsamling

Bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är bland annat:

- Grundkarta och höjddata (erhållet från beställaren)
- Ledningskartor (erhållet från beställaren)
- Jordartskarta och jorddjupskarta framtagna med SGUs kartgenerator
- Situationsplan, Tengbom

2.2 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 28 september 2016. Utredningsområdet består av naturmark där schaktarbete har påbörjats och ytligt berg i områdets nordvästra delar har frilagts. I övrigt är det främst lerjordar med morän i skogsområdet i sydöst. Genom utredningsområdet skär ett grävt dike som uppskattningsvis är cirka 3 meter djupt innan det övergår till en kulverterad 600 mm betongledning som mynnar i våtmarken i öster. Diket leder, förutom vatten från utredningsområdet, vatten från grannfastigheterna uppströms längs Rinkebyvägen till våtmarken öster om utredningsområdet. Tidigare ledde diket smältvatten från snöupplaget som tidigare fanns i utredningsområdet. I Figur 2-1 visas en av anslutningarna från grannfastigheterna, som via mindre diken leder vatten till diket i utredningsområdet. Våtmarksområdet fungerar som primär recipient för allt dagvatten från området. Våtmarken var vid tillfället för besöket relativt torrt, med ett mindre område med fri vattenyta. Generellt lutar all mark i området ner mot våtmarken som är lågpunkten i området, se Figur 2-2.

Figur 2-1. *Dagvattenledning, från en av grannfastigheterna, som nedströms leds i dike genom utredningsområdet.*

Figur 2-2. *Våtmarken i öster med Roslagsbanan i bakgrunden.*

2.3 Flödesberäkning

Dagvattenflöden för delområden med olika markanvändning har beräknats med rationella metoden enligt sambandet:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \qquad \text{(Ekvation 1)}$$

där Q_{dim} är flödet (liter/sekund) från ett delområde med en viss markanvändning.

i är regnintensiteten (liter/sekund·hektar) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på t_r som är regnets varaktighet, vilket är lika med områdets rinntid.

φ är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vattens publikation P110.

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i ArcGIS utifrån ortofoto och plankartor i dwg-format.

f är en ansatt klimatfaktor, Svenskt Vatten P110 rekommenderar att klimatfaktor 1,25 används för nederbörd med kortare varaktighet än 60 minuter och 1,2 för regn med längre varaktighet, oavsett område i Sverige. Klimatfaktorn har satts till 1,25 i den här utredningen.

2.4 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolymer för eventuella fördröjningsanläggningar görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation:

$$V = 0{,}06 \cdot \left(i(t_r) \cdot t_r - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i(t_r)} \right) \qquad \text{(Ekvation 2)}$$

där *V* är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen (m^3/ha_{red}), t_{rinn} är områdets rinntid och K är den tillåtna specifika avtappningen från området (liter/sekund·$hektar_{red}$). För att kompensera för att avtappningen från magasinet inte är maximal annat än vid maximal reglerhöjd multipliceras den tillåtna avtappningen K med en faktor 2/3.

V beräknas som en maxfunktion av olika regnvaraktigheter och intensiteter, vilket innebär att sambandet tar höjd för vilken typ av regn (korta regn med högre intensitet eller långa regn med lägre intensitet) som bidrar med störst volym vatten som behöver fördröjas.

2.5 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning i dagvattnet baseras, enligt praxis, på schablonhalter som har hämtats från modellverktyget StormTac v. 16.2.4. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

3 Områdesbeskrivning och avgränsning

Utredningsområdet är beläget i stadsdelen Djursholms Ekeby i Danderyds kommun. I dagsläget utgörs utredningsområdet av ett mindre skogsområde och öppna gräsytor med promenadstigar. Strax öster om området löper Roslagsbanan och E18 passerar norr om utredningsområdet. I närområdet finns även kontors- och industrilokaler längs Rinkebyvägen, en befintlig tennisanläggning, en gymnasieskola och ett villaområde. Den nordöstra delen av området utgörs av ett våtmarksområde som är av intresse att bevara. Aktuell utredning omfattar planerad bebyggelse inom utredningsområdet enligt situationsplanen från Tengbom 2017-01-12.

3.1 Markanvändning – Befintlig och planerad

Befintlig mark inom utredningsområdet utgörs av naturmark i form av öppna gräsytor och skogsmark. Genom utredningsområdet skär några diken. Ytan för den planerade sporthallen har tidigare använts som snöupplag och området där tennisbanorna planeras utgör en del av en före detta deponi för schaktmassor. I Figur 3-1 visas befintlig markanvändning inom utredningsområdet.

Enligt förslaget kommer utredningsområdet att exploateras med en sporthall, sju tennisbanor, tre padeltennisbanor och en parkering. Den planerade markanvändningen efter exploatering visas i Figur 3-2. Byggnationen kommer att medföra en högre andel hårdgjorda ytor inom utredningsområdet.

Figur 3-1. *Befintlig markanvändning inom utredningsområdet, som är markerat med en vitstreckad polygon.*

Figur 3-2. *Planerad markanvändning inom utredningsområdet, som är markerat med en vitstreckad polygon.*

3.2 Hydrogeologi

3.2.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

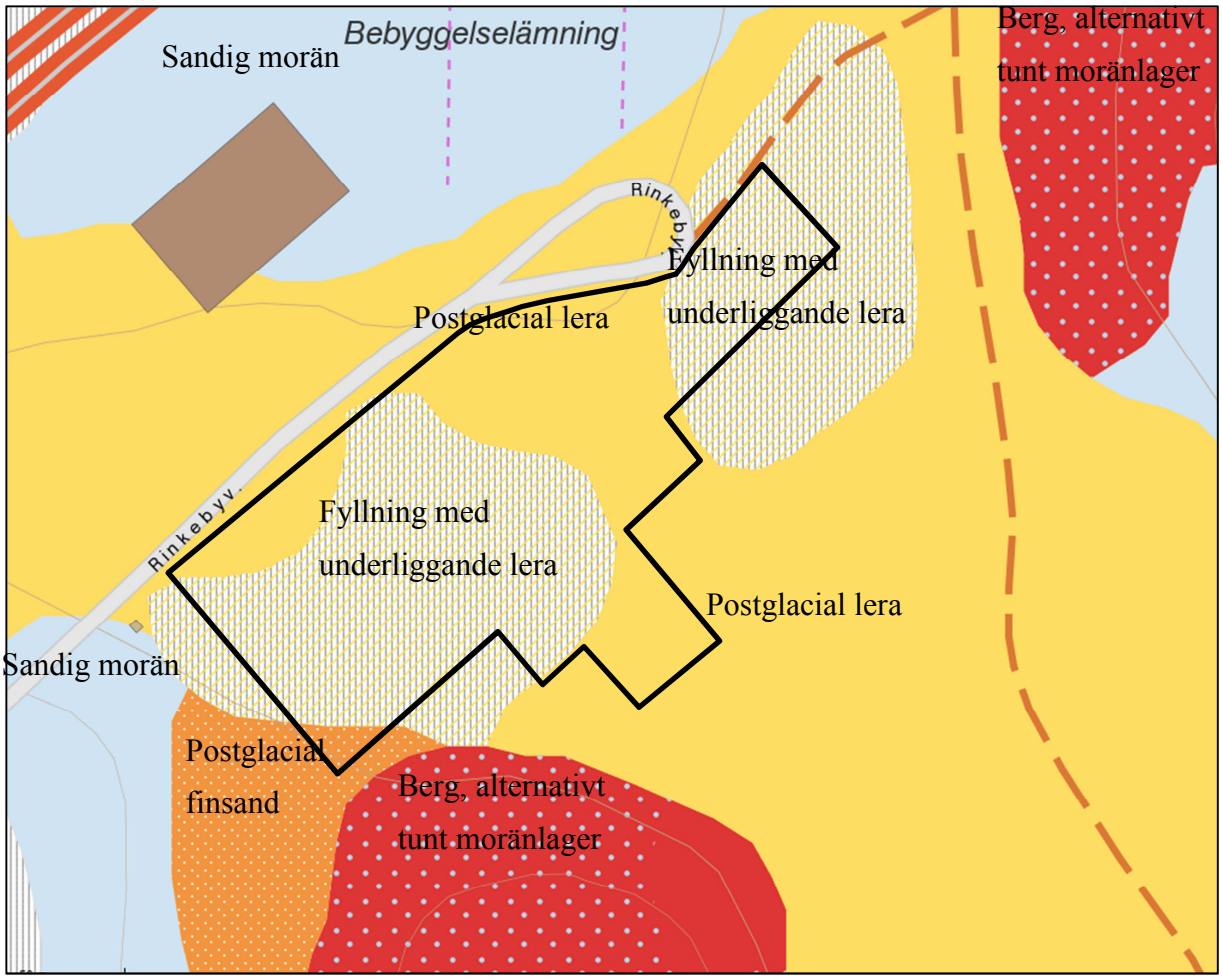
Infiltrationskapaciteten för en jord beror bland annat på dess kornstorlek, packningsgrad och markens vattenhalt. När marken är torr är infiltrationskapaciteten som högst för att sedan avta vid ökad mättnadsgrad. Vid helt mättade förhållanden kan infiltrationskapaciteten sättas lika med jordens hydrauliska konduktivitet, K_S.

I sandiga eller grusiga jordar, som har hög dräneringsförmåga, kan i allmänhet förväntas att mättade eller nära mättade förhållanden aldrig uppkommer nära markytan, vilket medför att jordens infiltrationskapacitet inte avtar särskilt mycket ens under långvariga regn med dimensionerande intensitet. För att marken inte ska översvämmas måste markens infiltrationskapacitet vara större än det dimensionerande flödet. I Tabell 3-1 nedan anges övergripande infiltrationskapaciteter för olika svenska jordtyper.

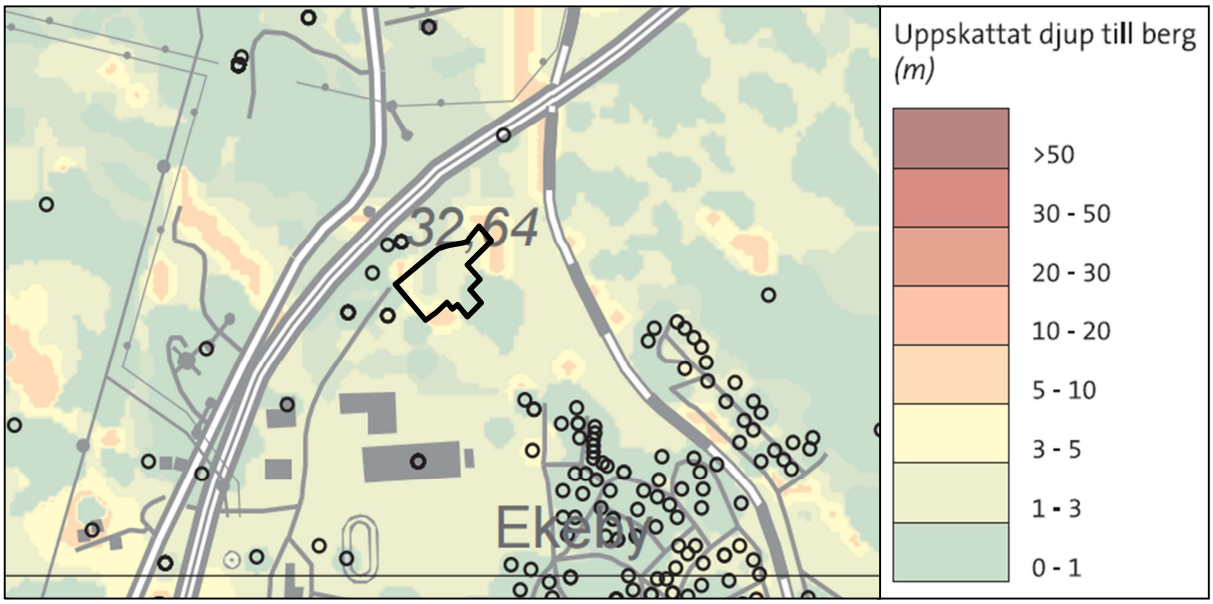
Tabell 3-1. Mättad infiltrationskapacitet för olika svenska jordtyper (VAV, 1983)

Jordtyp	Infiltrationskapacitet (millimeter/timme)
Morän	47
Sand	68
Silt	27
Lera	4
Matjord	25

Enligt jordartskartan (Figur 3-3) och jorddjupskartan (Figur 3-4) från SGU består jordlagren inom utredningsområdet främst av lera och fyllnadsmassor, med berg med tunna jordlager i de södra delarna. Fyllnadsmassorna återfinns främst i den del av utredningsområdet som är gräsbeklätt. Jordlagrens mäktigheter uppskattas till mellan 0 – 10 meter, med tunnare jorddjup på höjderna och tjockare jorddjup i de låglänta delarna av utredningsområdet med fyllnadsmassor, samt i våtmarksområdet. Baserat på denna information, men med tyngdpunkten på observationer gjorda vid platsbesöket den 28 september 2016, bedöms förutsättningarna för naturlig infiltration av dagvatten inom utredningsområdet vara begränsade.



Figur 3-3. *Jordartskarta framtagen med SGUs kartvisare. Utredningsområdet är markerat med en svartstreckad polygon.*



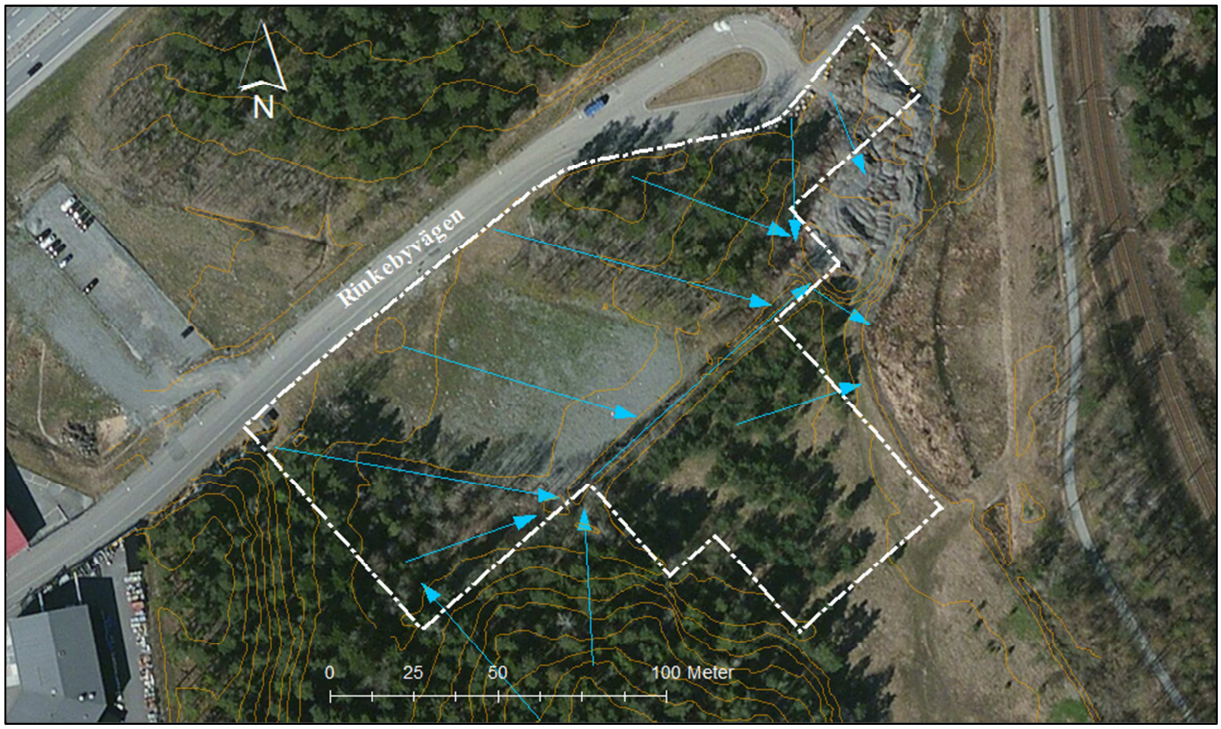
Figur 3-4. *Jorddjupskarta framtagen med SGUs kartvisare. Utredningsområdet är markerat med en svart polygon.*

3.2.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering

Merparten av det dagvatten som bildas inom utredningsområdet rinner av ner mot ett dike som skär genom utredningsområdet. Dagvattnet transporteras vidare i diket österut för att strax öster om utredningsområdet ansluta till ett dike/våtmark som rinner söderut längs med Roslagsbanan. Tillkommande bebyggelse ligger inom Edsviken avrinningsområde. Marknivåerna inom utredningsområdet varierar mellan +23 och +31 meter över havet.

Figur 3-5 visar antagna naturliga flödesriktningar för avrinnande dagvatten inom utredningsområdet, baserat på de topografiska förhållandena.

Dagvattenhanteringen är idag begränsad inom utredningsområdet och merparten av den nederbörd som faller inom utredningsområdet kan antas infiltrera marken eller tillrinna diken för vidare transport till våtmarken i öster. Inom utredningsområdet går ett grävt dike som transporterar vatten från skogen och grannfastigheterna på Rinkebyvägen 8 och 12. Detta dike behöver göras om till ett makadamdike i och med exploateringen av utredningsområdet. Diket är inget dikesföretag utan anlades troligen med syfte att leda bort smältvatten från snöupplaget, som tidigare anlades i utredningsområdet under vintrarna, och för att transportera vatten från grannfastigheterna på Rinkebyvägen 8 och 12, genom utredningsområdet, till våtmarksområdet.



Figur 3-5. *Översiktskarta över utredningsområdet, där blå pilar visar antagna naturliga flödesriktningar för avrinnande dagvatten, baserat på de topografiska förhållandena. Utredningsområdet är markerat med en vitstreckad polygon.*

3.3 Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN)

Dagvatten från utredningsområdet transporteras, via Ekebysjön, till recipienten och ytvattenförekomsten Edsviken, se Figur 3-6. Länsstyrelsens klassning visar på miljöproblem i Edsviken med övergödning och miljögifter. Vattendirektivet säger att ”inga vatten får försämras”, vilket medför att inga halter av föroreningar bör öka och framförallt inte näringsämnen, kvicksilver och bromerade difenyletrar då det finns en problematik i Edsviken med dessa. Gällande kvicksilver och bromerade difenyletrar är dessa ämnen generellt över gränsvärdena i Sverige, vilket gör att de ämnena är undantagna åtgärdskrav.

Ekologisk potential

Status: Måttlig ekologisk status (fastställd år 2009)

Kvalitetskrav: God ekologisk potential (mål år 2021)

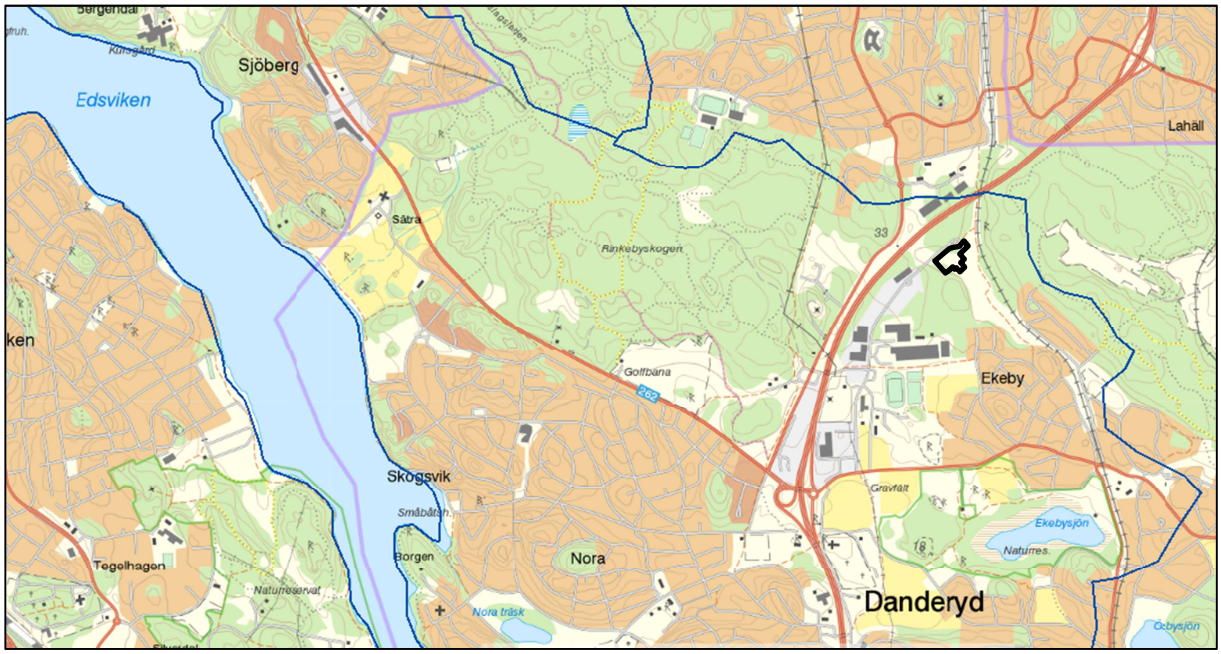
Vad gäller övergödning anses det tekniskt omöjligt att uppnå god ekologisk status till 2015, men alla kända åtgärder behöver emellertid genomföras till 2021 för att god ekologisk status ska kunna nås 2021.

Kemisk ytvattenstatus

Status: God kemisk ytvattenstatus 2009 (fastställd år 2009)

Kvalitetskrav: God kemisk ytvattenstatus (mål år 2015)

Undantag ges för bromerade difenyleter och kvicksilver då dessa ämnen generellt är över gränsvärdena för hela Sverige.



Figur 3-6. *Edsvikens ytvattenförekomst (www.viss.lansstyrelsen.se). Utredningsområdet är markerat med en svartstreckad polygon.*

4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning

4.1 Flödesberäkningar

I beräkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter (φ) enligt Svenskt Vatten P110, samt från StormTac använts, se Tabell 4-1.

Utredningsområdet är relativt stort där generella markanvändningstyper har ansatts olika ytor och därför har en avvägd avrinningskoefficient beräknats enligt sambandet:

$$\varphi_{Atot} = (\varphi_1 \cdot A_1 + \varphi_2 \cdot A_2 + \varphi_3 \cdot A_3 \ldots.)/A_{tot} \qquad \text{(Ekvation 3)}$$

Det bör noteras att små förändringar i avrinningskoefficienten kan ge relativt stora skillnader i flödet. De redovisade flödena bör därför främst ses som indikatorer på hur flödena kommer att förändras vid den nya markanvändningen och inte som exakta värden.

Tabell 4-1. Använda avrinningskoefficienter (φ), samt beräknade avvägda avrinningskoefficienter för befintlig och planerad markanvändning.

Markanvändning	φ (-)	Area befintlig markanvändning (m^2)	Area planerad markanvändning (m^2)	φ_{Atot} (-) befintlig markan-vändning	φ_{Atot} (-) planerad markan-vändning
Tak	0,9	0	7 600	**0,07**	**0,64**
Asfalt	0,8	0	1 400		
Gräsarmerad parkering	0,4	0	1 300		
Marksten	0,68	0	800		
Blandade grönområden	0,1	6 000	1 400		
Skogsmark	0,05	12 400	0		
Tennisbana grus	0,4	0	4 600		
Padelbana	0,8	0	600		
Turfyta	0,4	0	700		
Totalt		**18 400**	**18 400**		

I enlighet med Svenskt Vatten P110 har ett återkommande 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 använts för beräkning av dimensionerande flöden. Det dimensionerande flödet vid ett 100-årsregn har också beräknats, även det med klimatfaktor 1,25.

Dagvattenflöden från fastigheten vid ett 10-årsregn för befintlig och planerad markanvändning är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.3 och visas i Tabell 4-2. Regnets varaktighet har satts till utredningsområdets rinntid, vilken uppskattats från vattenhastigheter som redovisas i Svenskt Vatten P110. Dimensionerande regnintensiteter har beräknats enligt Svenskt Vatten P104 och Dahlström (2010). Årsnederbörden har satts till 636 millimeter.

Tabell 4-2. Beräknade dimensionerande dagvattenflöden för befintlig och planerad markanvändning för ett 10-årsregn, 100-årsregn, samt årsmedelflöden (årsnederbörd 636 millimeter).

	Varaktighet (min)	Dimensionerande flöde för ett 10-årsregn (liter/sekund)	Dimensionerande flöde för ett 100-årsregn (liter/sekund)	Årsmedelflöde (liter/sekund)
Befintlig markanvändning	22	23	49	0,078
Planerad markanvändning	15	266	569	0,26
Procentuell flödesökning		**1 060 %**		**233 %**

En exploatering av utredningsområdet, enligt föreslagen planskiss skulle medföra ökade dagvattenflöden med 1 060 % för ett dimensionerande 10-årsregn.

4.1.1 Bidragande dagvattenflöden från grannfastigheter

Från grannfastigheterna, utanför utredningsområdet, i sydväst på Rinkebyvägen 8 och 12, samt skogsområdet mellan grannfastigheterna bildas vid ett 20-årsregn ett dagvattenflöde på cirka 620 liter/sekund, om hela området bidrar med allt dagvatten till diket i utredningsområdet. För ett 10-årsregn är flödet cirka 490 liter/sekund. Här används 20-årsregn som dimensionerande för att ta höjd för dagvattenflödet vid dimensionering av åtgärder för att fördröja och rena dagvattnet. Detta för att det inte finns några uppgifter från grannfastigheterna om dagvattenflödena, eller föroreningsinnehåll i deras dagvatten som de släpper vidare till utredningsområdet. Diket övergår i dag i utredningsområdet till en 600 mm betongkulvert innan dagvattnet tillrinner våtmarken i öster.

Skogsområdet i fastighetens sydvästra hörn bidrar med dagvatten och eftersom detta område delvis består av berg i dagen i brant terräng föreslås ett avskärande dike nedanför detta område. Skogsområdet bidrar med cirka 30 liter/sekund vid ett dimensionerande 20-årsregn.

4.2 Dimensionerande utjämningsvolymer

Den dimensionerande utjämningsvolymen har beräknats med bilaga 10.6 i Svenskt Vattens publikation P110, enligt Ekvation 2 i Kapitel 2.4. För att fördröja utredningsområdets dagvatten så att det inte sker någon ökad belastning på befintligt dagvattensystem i framtiden, jämfört med dagens situation, krävs en utjämningsvolym på cirka 410 m^3. I praktiken innebär detta en belastningsminskning då dagvattenflödet är beräknat med klimatfaktorn 1,25. Erforderliga fördröjningsvolymer har beräknats utifrån ett dimensionerande 20-årsregn för befintlig och planerad markanvändning.

För att fördröja och rena dagvattenflödet från grannfastigheterna rekommenderas en utjämningsvolym på cirka 230 m^3.

Totala utjämningsvolymen för utredningsområdet och grannfastigheternas dagvattenbidrag blir cirka 410 m^3 + 230 m^3 = 640 m^3.

4.3 Föroreningsbelastning

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning har schablonvärden från databasen StormTac v.2016.2.4 använts, se Tabell 4-3. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Beräknad föroreningsbelastning från schablonhalterna jämförs med RTK:s riktvärdesindelning (Region- och trafikplanekontoret, 2009) för delavrinningsområden med utsläppspunkt till recipient, 1M.

För befintlig markanvändning har området beskrivits som naturmark i form av öppna gräsytor och skogsmark. Vintertid har de gräsbeklädda ytorna använts som snöupplag och därigenom varit en ansamlingspunkt för föroreningar från parkeringar och vägar i kommunen. Tidvis har därför området, innan exploatering, haft en starkt negativ påverkan på recipienten, vilket inte framgår av de redovisade siffrorna i tabellerna.

Det har tidigare varit ett krav från kommunen att oljeavskiljare ska installeras vid parkeringsytan. Efter besked från kommunen planeras en gräsarmerad parkeringsyta istället, vilket kommunen anser vara ett fullgott reningsalternativ.

Tabell 4-3. Föroreningshalter i dagvatten från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt föroreningshalter efter föreslagen rening, beräknat i StormTac (Larm, 2000). Föroreningsbelastningen jämförs med RTK:s riktvärden (Region- och trafikplanekontoret, 2009). Grönt = Under riktvärde och befintliga förhållanden, Orange = Under riktvärde men över befintliga förhållanden, Rött = Över riktvärde.

Ämne	Enhet	Riktvärde 1M	Föroreningshalter		
			Befintlig	Planerad	Efter föreslagen rening
Fosfor	µg/l	160	67	84	29
Kväve	µg/l	2000	830	1 700	950
Bly	µg/l	8	2,4	2,5	0,42
Koppar	µg/l	18	6,7	10	2,3
Zink	µg/l	75	14	27	3,4
Kadmium	µg/l	0,4	0,10	0,49	0,066
Krom	µg/l	10	0,88	3,4	1,6
Nickel	µg/l	15	0,73	3,2	0,79
Kvicksilver	µg/l	0,03	0,0059	0,018	0,0077
Suspenderad substans	µg/l	40 000	15 000	18 000	3 200
Olja	µg/l	400	99	130	45
PAH	µg/l	Saknas	0	0,55	0,086
Benso(a)pyren	µg/l	0,03	0	0,0083	0,0013

Schablonhalterna för den planerade markanvändningen, innan rening, indikerar att alla ämnen utom kadmium ligger under de angivna riktvärdena. Detta indikerar att utredningsområdets dagvatten inte är kraftigt förorenat. Efter föreslagen rening i makadamdike minskar koncentrationerna för alla ämnen jämfört med befintliga förhållanden (innan exploatering) förutom för kväve, krom, nickel, kvicksilver, samt PAH och Benso(a)pyren där det inte finns några halter innan exploateringen. Alla jämförda ämnen är efter föreslagen rening med marginal under de uppsatta riktvärdena både för den planerade markanvändningen och för befintliga förhållanden. Detta tyder på att ingen försämring av vattenkvaliteten för recipienten är att vänta i och med en exploatering av utredningsområdet. De ökade halterna av krom och nickel kan till stor del förklaras av att StormTacs schablonvärden för takytor återspeglar föroreningar från tak anlagda i material som ger ifrån sig metaller. Genom att anlägga takytan i något annat material kan förekomsten av metaller i dagvattnet minskas betydligt.

I Tabell 4-4 redovisas beräknade årliga föroreningsmängder för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningarna har utförts med StormTac (Larm, 2000). Föroreningsmängderna efter exploatering, ej inräknat föreslagna reningsåtgärder, ökar för samtliga ämnen jämfört med befintliga förhållanden, vilket är att förvänta då utredningsområdet idag består av naturmark. Efter föreslagna reningsåtgärder är föroreningsbelastningen i paritet med eller något högre jämfört med situationen innan exploateringen. Förändringarna i föroreningsmängder bedöms inte påverka recipientens status negativt, då det rör sig om en mycket liten del av recipientens totala avrinningsområde.

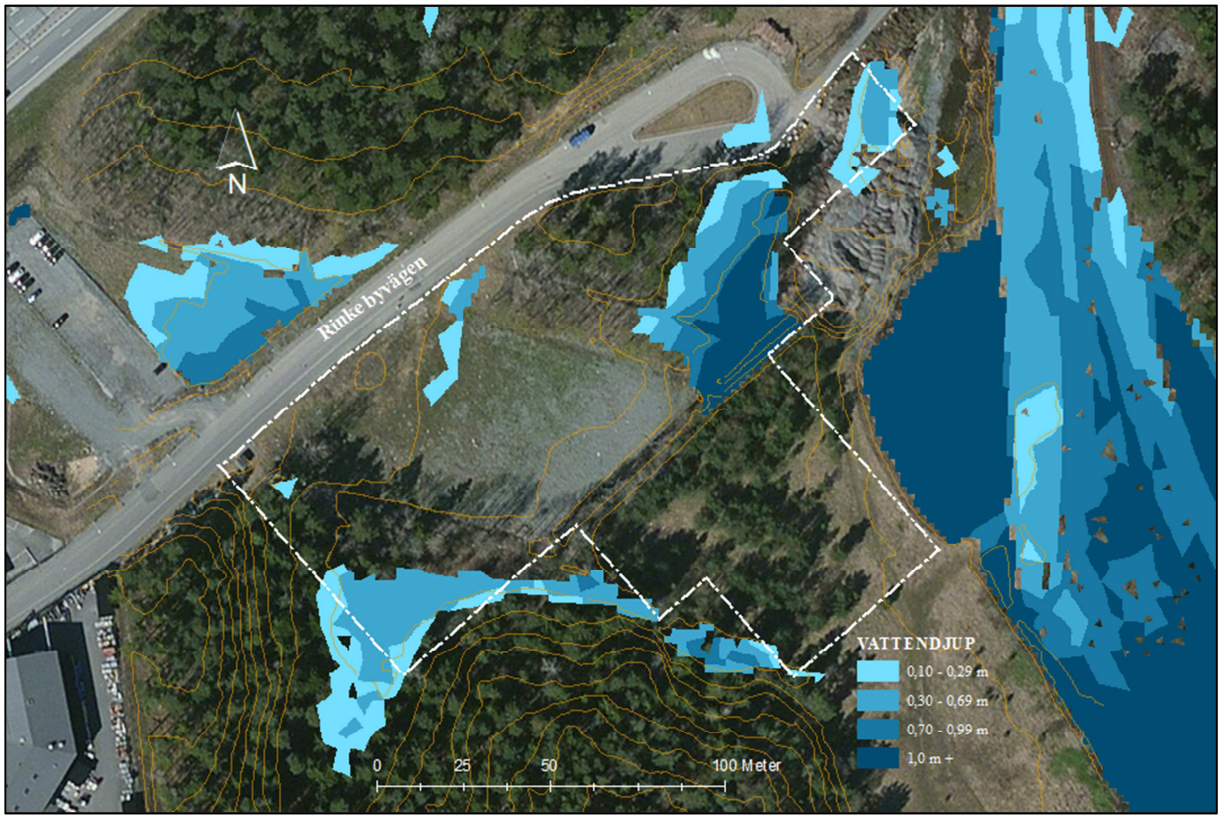
Tabell 4-4. Årliga föroreningsmängder från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening där orange = föroreningsmängder över befintliga förhållanden, grönt = föroreningsmängder under befintliga förhållanden, beräknat i StormTac (Larm, 2000).

Ämne	Enhet	Föroreningsmängder		
		Befintlig	Planerad	Efter föreslagen rening
Fosfor	kg/år	0,016	0,70	0,24
Kväve	kg/år	2,0	14	7,9
Bly	kg/år	0,0060	0,021	0,0035
Koppar	kg/år	0,016	0,086	0,019
Zink	kg/år	0,035	0,23	0,029
Kadmium	kg/år	0,00025	0,0041	0,00056
Krom	kg/år	0,0022	0,028	0,014
Nickel	kg/år	0,0018	0,027	0,0066
Kvicksilver	kg/år	0,000015	0,00015	0,000064
Suspenderad substans	kg/år	37	150	27
Olja (mg/l)	kg/år	0,24	1,1	0,38
PAH (µg/l)	kg/år	0	0,0046	0,00071
Benso(a)pyren	kg/år	0	0,000069	0,000011

4.4 Extremregn och lågpunkter

Länsstyrelsen i Stockholm har genomfört en lågpunktskartering med beräknade översvämningsrisker inom länet, se Figur 4-1. Karteringen är baserad på analys av höjddata och syftet är att kunna lokalisera eventuella instängda lågpunkter. Inom utredningsområdet finns det några naturliga lågpunkter där vatten kan ansamlas vid höga flöden. Det är våtmarken i utredningsområdets östra del och de grävda diken som antagligen tillkommit i samband med att utredningsområdet använts som snöupplag och deponi, samt som dagvattenlösningar för grannfastigheter. Detta är naturliga lågpunkter där vattnet transporteras vidare genom det dike som avvattnar våtmarken.

Vattennivån i våtmarken ligger idag 1,5 – 2 meter under planerad marknivå för den planerade tennisanläggningen. Våtmarken avvattnas genom ett dike som rinner söderut och befintlig bebyggelse nedströms ligger inte i dikets direkta närhet. Med tanke på våtmarkens magasineringskapacitet och avstånd till känslig bebyggelse bedöms inte våtmarken skapa en översvämningsproblematik vid extremnederbörd. Dock bör man beakta våtmarken vid eventuell framtida bebyggelse runt och nedströms våtmarken.



Figur 4-1 *Länsstyrelsen i Stockholms läns lågpunktskartering. Utredningsområdet är markerat med en vitstreckad polygon.*

5 Lösningförslag för dagvattenhantering

5.1 Generella rekommendationer

Den föreslagna förtätningen av utredningsområdet, enligt gällande planskiss kommer totalt att medföra ökade dimensionerande dagvattenflöden med cirka 1 060 %, se Tabell 4-2.

Vid nyexploatering och förtätning bör dagvattenhanteringen eftersträva lokalt omhändertagande av dagvatten och åtminstone en oförändrad belastning på dagvattennätet och recipienten. När ett område omvandlas från naturmark till ett bebyggt område med stor andel hårdgjorda ytor är det ofrånkomligt att det sker en viss påverkan på dagvattnet som produceras inom området. Om dagvattnet hanteras genomtänkt med både flödesreducerande åtgärder och reningsåtgärder kan påverkan på recipienten minimeras.

Utredningsområdet består främst av lera eller fyllnadsmassor med underliggande lerlager. Förutsättningarna för naturlig infiltration av dagvatten till grundvattnet är därför begränsade. Ur dagvattensynpunkt är det fördelaktigt om infiltration möjliggörs genom att dagvattenlösningarna förses med en genomsläpplig materialavskiljare och inte görs täta, eftersom det minskar belastningen på dagvattensystemet och recipienten. I utredningsområdets direkta närhet finns en våtmark som kan fungera som lösning för ett lokalt omhändertagande av områdets dagvatten och ge en naturlig rening och fördröjning innan vidare transport till recipienten.

För att skapa en fungerande dagvattenhantering med en oförändrad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, efter planerade förändringar av utredningsområdet, föreslås följande åtgärder:

- Dagvatten från utredningsområdets hårdgjorda ytor leds till makadamdiken, regnbäddar och makadammagasin. Dessa fördröjer och renar merparten av utredningsområdets dagvatten och möjliggör infiltration av dagvatten till grundvattnet genom att de förses med en genomsläpplig materialavskiljare.
- De norra regnbäddarna leder dagvatten, från hårdgjorda ytor, norr om tennishallen, via planteringar längs med Rinkebyvägen, till makadammagasin och makadamdiken, vidare till våtmarksområdet.
- Makadamdiket söder om Tennishallen samlar upp dagvatten från hårdgjorda ytor för rening och fördröjning. Därefter sker vidare transport till våtmarksområdet. Utöver dagvatten från utredningsområdet transporterar, fördröjer och renar makadamdiket också inkommande dagvatten från fastigheter utanför utredningsområdet, genom utredningsområdet, till våtmarksområdet.
- Det är viktigt att dagvattnet kan tillrinna makadamdikena utan hinder och därför föreslås att gångvägar förses med plattsättning med genomsläppliga fogar, genomsläpplig asfalt eller ett grövre mer genomsläppligt material i asfaltskanten där infiltration till makadamdikena kan ske.
- Placeringarna av makadamdikena ska inte ses som definitiva placeringar utan de kan flyttas. Essentiellt är att makadamdikenas fördröjningsvolym blir tillräcklig och att allt dagvatten från området kan tillrinna makadamdikena, samt att makadamdikena utförs så att tillfredsställande fördröjning och rening erhålls.
- Ett avskärmande dike grävs väster om tennishallen för att ta hand om vatten från höjderna i väster. Diket förses med en dräneringsledning och fylls med ett grovt material, till exempel sprängsten. Det avskärmande diket kopplas på makadamdiket i sydväst.
- Diket som tillrinner området från grannfastigheter, leds till makadamdiket som skär genom området söder om tennishallen.
- En gräsarmerad parkeringsyta planeras, vilket enligt kommunen anses vara ett fullgott reningsalternativ, i stället för att använda oljeavskiljare.

Figur 5-1 visar en principskiss med ungefärliga placeringar av föreslagen dagvattenhantering. För att makadamdikena ska klara av att fördröja och rena utredningsområdets dagvatten krävs en utjämningsvolym på cirka 410 m^3. För att fördröja och rena tillkommande dagvatten från grannfastigheterna behövs ytterligare en utjämningsvolym på cirka 230 m^3, tillsammans cirka 640 m^3. Makadamdikenas, makadammagasinens och regnbäddarnas totala erforderliga volym blir då cirka 2 100 m^3, givet en porvolym på 30 %. Som exempel är makadamdiket, från sydväst till utloppet i öster, i Figur 5-1 inritad med en yta på cirka 800 m^2 (cirka 4 x 200 meter). Utöver denna yta, med tillgänglig utjämningsvolym, kommer övriga makadamdiken, makadammagasin och regnbäddar att bidra med utjämningsvolymer för fördröjning och rening. De i Figur 5-1 utritade anläggningarna har en total area på cirka 1 700 m^2. I medeltal krävs då diken som är cirka 1,2 meter djupa. Dock bör dikesdimensionerna vara störst i nedströmsänden och de kan då istället göras mindre längre uppströms i systemet. I Kapitel 5.2 följer rekommendationer och utformningsförslag för den föreslagna dagvattenhanteringen, vilken för samtliga undersökta föroreningar medför en oförändrad belastning på recipienten genom fördröjning och rening i makadamdiken och därefter i våtmarken strax utanför utredningsområdet. Recipientens status bedöms därför inte påverkas negativt om föreslagna åtgärder genomförs. Föreslagen dagvattenhantering innebär ingen ökad belastning på befintligt dagvattensystem. Nedströms utredningsområdet tillrinner dagvattnet våtmarken där ytterligare fördröjning och rening sker, precis på samma sätt som i nuläget. Denna fördröjning och rening är inte medräknad i denna rapport.

Figur 5-1. *Principskiss med ungefärliga placeringar av föreslagen dagvattenhantering. Ljusblå ytor visar ungefärlig placering av föreslagna makadamdiken och regnbäddar dit dagvatten från utredningsområdets hårdgjorda ytor leds. Blå streckad yta är föreslagen placering för det avskärande diket. Blå pilar visar dagvattnets flödesriktningar. Utredningsområdet är markerat med en vitstreckad polygon. Fastighetsgränsen är markerad med en rödstreckad polygon.*

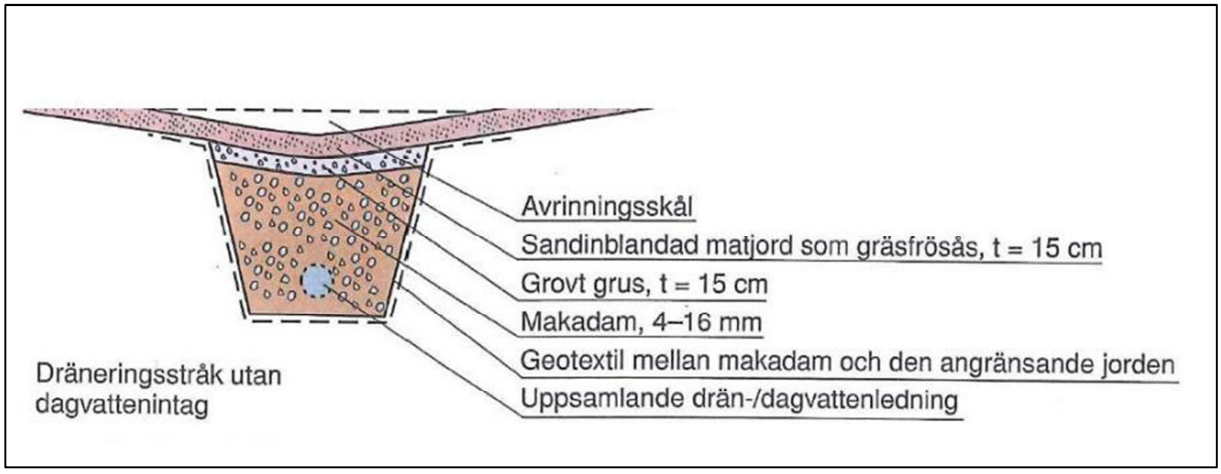
5.2 Makadamdiken och makadammagasin

I områden med begränsade markutrymmen är underjordiska fördröjningsmagasin en lämplig lösning. Makadammagasin eller makadamdiken är ett exempel på ett underjordiskt magasin, där både fördröjning och rening sker genom ett magasin uppbyggt av ett naturligt material i form av till exempel stenkross, där fraktionerna kan variera mellan cirka 4 – 80 millimeter.

Det rekommenderas att dagvattnet fördröjs och renas i makadamdiken och makadammagasin inom utredningsområdet innan bortledning sker till det kommunala dagvattensystemet som mynnar i våtmarken cirka 150 meter nedströms. Magasinsvolymen utgörs av porvolymen i makadamen, vanligtvis cirka 30 %. En fördel med makadamdiken är att de, förutom under gräsytor, kan anläggas under till exempel asfaltsytor. Makadammagasin kan då exempelvis byggas upp av makadam av en grov och välsorterad fraktion under en permeabel asfalt, som möjliggör att dagvattnet tillrinner makadamen.

Under överytan fylls ett cirka en meter djupt dike upp med exempelvis makadam eller något annat genomsläppligt material. Mellan makadamen och de angränsande jordlagren läggs en geotextil som hindrar jorden från att täppa igen porerna i makadamen. Längst ner i makadamdiket, nära botten, anläggs en dräneringsledning som leder dagvattnet vidare, se Figur 5-2. Dräneringsledningen kan dimensioneras, flyttas upp/ner eller tas bort, för att ändra strömningshastigheten i makadamdiken. Dimensionerna på makadamdikenas sidor anpassas efter förhållandena på plats. Makadamdiken konstrueras med materialval och lutning så att de ger tillräcklig fördröjning och rening av dagvatten.

Makadamdiken och makadammagasin behöver underhållas vid behov (ungefär någon gång per år) där det ingår rensning av eventuella brunnar och ledningar till makadamdiken och makadammagasin.



Figur 5-2. *Principskiss över ett makadamdike (Källa: Svenskt vatten P105).*

5.3 Regnbäddar

Dagvatten fördröjs och renas i regnbäddar som är en form av biofilter. Magasinsvolymen utgörs dels av en fördröjningszon där det kan bildas en vattenspegel vid intensiva regn och dels av porvolymen i jordlagren. En fördel med regnbäddar är att de kan skapa en tilltalande boendemiljö med rik och variationsrik växtlighet. Regnbädden byggs upp av en dräneringslager i botten för att överlagras av en mineraljord och överst en jordblandning (växtbädd) som ger förutsättningar för växterna att klara sig. Ur dagvattensynpunkt är det fördelaktigt med en hög vattengenomsläpplighet i det översta jordlagret medan för växtligheten är det i de flesta fall fördelaktigt med en jordart som kan hålla en större vattenmängd. Ett exempel på hur en regnbädds uppbyggnad visas i Figur 5-3.

Figur 5-3. *Illustration av hur en regnbädd kan byggas upp (Illustration Åsa Wellander).*

5.4 Extremregn

För att utredningsområdet skall klara av att hantera extremregn, exempelvis ett 100-årsregn, bör höjdsättningen av utredningsområdet utföras så att det inte skapas instängda lågpunkter med risk för att vattenansamlingar bildas mot eller i närheten av byggnader. Höjdsättningen av området bör utformas så att dagvatten, som en sekundär avrinningsväg, ska kunna tillrinna våtmarksområdet genom ytavrinning.

5.5 Dimensionering av makadamdike och avskärande dike för dagvatten från grannfastigheter och utredningsområdet

Makadamdiket som skär genom utredningsområdet söder om tennisanläggningen ska kunna hantera både dagvatten från utredningsområdet och dagvatten från grannfastigheter, som bidrar med dagvatten till utredningsområdet. För att klara ett dimensionerande 20-årsregn från utredningsområdet och de bidragande grannfastigheterna utanför utredningsområdet, och dessutom ha en viss marginal, rekommenderas en tvärsnittsarea för makadamdiket på cirka 4 m^2. 20-årsregn används här återigen som dimensionerande regn, för att på ett bra sätt hantera dagvattenhanteringen vid fler tillfällen än vad som krävs.

Dagvattenflödet genom makadamdiket består till en något större del av dagvatten från utredningsområdet, medan övrigt dagvatten kommer från grannfastigheterna.

Mellan utredningsområdet och våtmarken ska makadamdiket ansluta till en befintlig kulvert där dagvattnet transporteras den sista biten till våtmarken. Kulverten behöver dimensioneras upp till en 800-ledning.

Det avskärmande diket i sydväst föreslås utföras med en 300 mm dräneringsledning. Diket fylls med stenkross. Det avskärmande dikets tvärsnittsarea rekommenderas vara cirka 0,5 m^2 för att hantera det dagvatten som bildas. Dimensionering av makadamdiket har gjorts med Mannings formel för öppna diken, där kompensationer har gjorts för minskad flödeshastighet och en minskad tillgänglig volym.

Om det dränerande diket riskerar att bortleda grundvatten finns en risk för att det krävs tillstånd för detta från Mark och Miljödomstolen. Tillstånd för bortledande av grundvatten krävs om det inte är uppenbart att inga enskilda eller allmänna intressen riskerar att komma till skada. Dräneringsdiket kommer att ligga på kommunal mark.

5.6 Föroreningsprovtagning av dagvatten från grannfastigheter och utredningsområde

För att kunna bedöma föroreningsinnehållet i dagvatten som tillförs våtmarken, och var källan till föroreningarna finns, rekommenderas att provtagningsmöjlighet finns:

1. vid dagvattenledningar som mynnar i skogen från grannfastigheterna
2. i diket från grannfastigheterna, innan det leds in i makadamdiket i utredningsområdet
3. vid utloppet från utredningsområdet till våtmarken

Provtagning av dagvatten i dessa punkter, efter färdigställandet av dagvattenlösningarna, kan ge en fingervisning om hur mycket föroreningar som tillförs dagvattnet i våtmarken, samt hur mycket föroreningar grannfastigheterna bidrar med innan utredningsområdets renande dagvattenlösningar renar dagvattnet.

5.7 Tillfällig lösning Etapp 1

Bygglov har ännu inte erhållits för Etapp 2, varvid dagvattenlösningen inte kan tas i bruk fullt ut då ytor för dagvattenhantering är begränsade i Etapp 1.

6 Referenser

Larm T. 2000. Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. VA-FORSK-rapport 2000-10.

Nilsson E. 2013. Föroreningsreduktion och flödesutjämning i makadammagasin – En studie av ett makadammagasin i Kungsbacka. VATTEN – Journal of Water Management and Research 69:101–107. Lund 2013

Regionplane- och trafikkontoret, 2009. Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp.

VAV, 1983. P46 Lokalt omhändertagande av dagvatten – LOD. Svenska Vatten- och Avloppsföreningen

Svenskt Vatten, 2016. P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.

Svenskt Vatten, 2011. P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.

Svenskt Vatten, 2011. P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande.