



Åbroddsvägen och Bågvägen, Nacka kommun PM Dagvatten

2014-02-13

Upprättad av:

Anders Thorén, GeoMind

Tobias Renlund, COWI

Innehållsförteckning

1.	Syfte	3
2.	Objektsbeskrivning och befintliga förhållanden	3
2.1	Allmänt	3
2.2	Inventering och fältundersökningar.....	3
2.3	Vägar och ledningar	4
2.4	Recipienter för områdets dagvatten.....	4
2.5	Geotekniska och geohydrologiska förhållanden	6
2.6	Förutsättningar för infiltration.....	7
2.7	Avvattning av vägdagvatten.....	8
3.	Framtida förhållanden	10
3.1	Åbroddsvägen och Bågvägen	10
3.2	Förbättrad avledning av dagvatten och nya ledningar	10
3.3	Minskad framtida infiltration av BDT-vatten	14
3.4	Bebyggelseförhållanden.....	14
3.5	Vattenflöden från tomtmark före och efter avstyckning.....	15
3.6	Flöden mot Karbosjön och Saltsjön avstämning mot utredning Vikinghillsvägen	15
3.7	LOD – förutsättningar och utformning.....	16
3.8	Fördröjningsmagasin vid Bågvägens anslutning till Åbroddsvägen	18
3.9	Föroreningshalter före och efter avstyckning.....	20
4.	Driftfrågor	21
5.	Osäkerheter.....	21

Bilaga 1 – Bågvägen och Åbroddsvägen, Översikt dagvattenflöden

1. Syfte

På uppdrag av Nacka kommun, Exploateringsenheten, har GeoMind KB tillsammans med COWI utfört studie av dagvattenhantering för Åbroddsvägen och Bågvägen i norra Boo.

Nacka kommun kommer att bygga ut kommunalt vatten och avlopp till fastigheterna i området samt möjliggöra utbyggnad av permanentboende. I samband med VA-arbetet kommer även vägstandarden med tillhörande vägdiken förbättras. Åtgärder utförs även för att förbättra avrinningen av dagvatten från vägområden som idag saknar naturligt utlopp till närliggande recipient.

I uppdraget har utförts geoteknisk undersökning, inmätning, inventering av området samt bedömning av nuvarande dagvattensituation. I studien redovisas nuvarande dagvattensituation och förslag till åtgärder för detaljprojekteringen av väg och VA samt vägledning för dagvattenhantering vid fortsatt exploatering av permanentboende inom området. I samband med det sistnämnda utreds:

- Dagvattenvolymer före och efter avstyckning
- Resonemang kring föroreningshalter i dagvattnet
- Åtgärdsförslag för att minimera påverkan på recipienter
- Andra projekt i området med inverkan på dagvattnet

2. Objektsbeskrivning och befintliga förhållanden

2.1 Allmänt

Längs med Bågvägen och Åbroddsvägen finns ca 84 fastigheter. Området är ett ursprungligt sommarstugeområde där allt fler fastigheter förändras till permanentboende genom om- och tillbyggnader. Nacka kommun kommer nu att förse området med vatten och avloppssystem via ledningar förlagda i lokalvägarna. Nacka kommun kommer också att bli huvudman för vägnätet. Åbroddsvägen och Bågvägen ansluter till den större Vikinghillsvägen.

2.2 Inventering och fältundersökningar

Inventering och okulärbesiktning samt fotodokumentation av rådande förhållanden i vägkorridoren och omgivande mark har utförts vid flera tillfällen under perioden maj 2013 – februari 2014.

Geotekniskt fältarbete har under sommaren 2013 utförts i ca 150 punkter för ombyggnad av vägarna och planerade VA-ledningar. Ytligt berg i anslutning till vägområdet har mätts in.

2.3 Vägar och ledningar

Bågvägen och Åbroddsvägen har en äldre asfaltsbeläggning, som ställvis uppvisar skador av trafik och tjälskjutning i kombination med bristfällig vägunderbyggnad och vägunderhåll.

Vägarnas dimensionerande hastighet är 30 km/h. Vägarna saknar särskild cykel- och gångbana. Vägkorridoren är relativt smal och möten mellan bilar samt med gående på vägen kan vara besvärligt på vissa vägvägnitt.

Dagvattnet från vägområdet avleds via vägdiken med vägtrummor till omgivande lägre liggande terräng. Vägtrummor vid infarter till fastigheter är av mycket olika standard och typ.

Befintliga tele- och elledningar löper huvudsakligen som luftledningar längs gatorna. På delavschnitt förekommer markförlagda elledningar i gatan med anslutning till befintliga transformatorstationer.

Området saknas vatten- och spillvattensystem. Fastigheterna får sin vattenförsörjning via egna brunnar i jord eller berg. Jordbrunnar har, enligt samtal med boende i området, varierande vattenkvalitet och många hushåll renar sitt vatten i filteranläggningar.

Fastigheterna ska huvudsakligen hantera sitt dagvatten lokalt inom tomten, men i flera fall sker avledning av överskottsvatten via ledningar till vägdikena. Spillvatten från tvätt och bad leds till egna infiltrationsanläggningar inom fastigheten, medan avloppsvatten leds till egna tankar.

2.4 Recipienter för områdets dagvatten

För bedömning av avrinningsområden har grundkartans nivåkurvor använts tillsammans med tidigare utredning ” Rapport, Dagvattenutredning Vikingshillsvägen, Nacka kommun” upprättad av WSP med datum 2009-09-09.

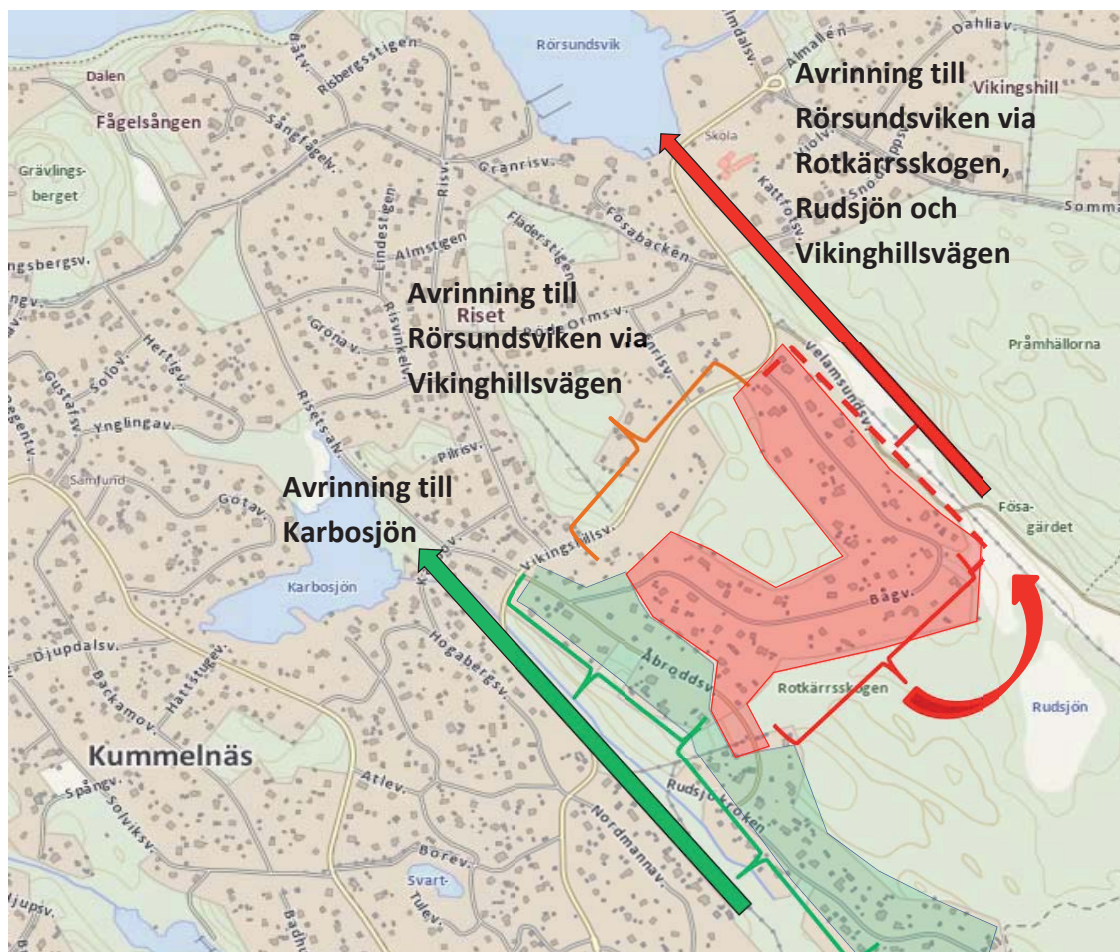
Dagvattnet från området fördelas till två recipienter: Karbosjön respektive Rörsundsviken i Saltsjön. Förutom vägdikena med vägtrummor finns idag inga utbyggda dagvattenledningar. Tillsammans med vägdagvatten avleds dagvatten/nederbörd från kringliggande fastigheter direkt till omgivande grönmark eller via vägdiken.

Karbosjön

Avledningen av till Karbosjön sker från områdets västra del med Åbroddsvägen och del av Bågvägens anslutning till Åbroddsvägen (principiellt enligt grönmarkerade pilar i figur 1).

Avledningen sker via vägdikena till vägtrummor som mynnar ut i våtmarksområdet sydväst om Åbroddsvägen. Våtmarksområdet avvattnas i sin tur västerut via diken till Karbosjön med passage under Vikingshillsvägen och Karbovägen i kulvert. Vid Bågvägens anslutning till Åbroddsvägen finns en äldre markförlagd dagvattenledning med utlopp till Vikingshillsvägens vägdike.

Av olika anledningar försvåras avbördningen av vatten från Karbosjöns avrinningsområde till Saltsjön. Det finns därför ett önskemål från Nacka kommun att behålla dagens situation och inte öka tillrinningen ökar av dagvatten från aktuellt område till Karbosjön.



Figur 1 Principiell avrinning av dagvatten från området

Rösundsviken

Från områdets östra del sker avledningen av dagvatten i förlängningen till Rösundsviken (rödmarkerat område med kraftiga röda strömningspilar i figur 1). Området gränsar i öster till Velamsunds naturreservat.

Bågvägens sträckning i söder (röd heldragen klammer/pil) avvattnas via vägdikena till Rotskärrsskogen som via skogsdiken leds mot Rudsjöområdet. Även en kort sträcka av Åbroddsvägen avvattnas till befintligt skogsdike i Rotskärrsskogen. Diket i Fösagärdets dalgång leder dagvattnet vidare längs Vikinghillsvägens dike med passage i trumma under Vikinghillsvägen till utloppet till Rösundsviken.



Foto2. Åbröddsvägens avvattning till Rotskärsskogens skogsdike.

Bågvägens sträckning i nordöst, som löper parallellt med Velamsunds naturreservat, (röd streckad klammer/pil) avvattnas till Fösagårdets dalgång, förutom en kort sträcka i Vikinghillsvägens anslutning där Bågvägens vägdike ansluter till Vikinghillsvägens vägdike.

Fastigheter som är belägna längs med Vikinghillsvägen (orange klammer/pil) avleder dagvattnet direkt till vägdikena. Dessa fastigheter är inte berörda av den aktuella VA-utbyggnaden och innefattas heller inte i denna utredning.

2.5 Geotekniska och geohydrologiska förhållanden

Området mosaikliknande landskap karakteriseras av omväxlande höjdryggar med mellanliggande dalgångar. Höjdryggarna utgörs av berg i dagen eller berg täckt av ett tunt jordlager. I dalgångarna förekommer finjord av lera ovan morän. I dalgångar och terrängsvackor ligger grundvattnet nära markytan. Marknivåerna inom Åbroddsvägen varierar mellan ca +17 till +26 och för Bågvägen mellan ca +19 till +31.

Förenklat kan området beskrivas som en kuperad terräng med kalt berg och grunda jordlager på höjder, och måttliga lager av lera på morän i svackor och dalgångar.

Detta speglar också nederbördens avrinning och förekomsten av grundvatten. I en kuperad terräng med (ur vattensynpunkt) ogenomsläpplig berggrund och grunda jordlager av företrädesvis morän, rinner en större andel av nederbörden över markytan mot lägre liggande terräng. Lågt liggande tomtmark får en tillrinning av nederbörd och dagvatten. Där jordmäktigheten ökar och jordarterna medger infiltration av vatten bromsas successivt avrinningen upp. I området förekommer många jordbrunnar där plan terräng och flacka slänter återfinns. Detta tyder på att moränen lokalt har en relativt god förmåga att infiltrera nederbörden, och naturligt bromsa upp avrinningen till Karbosjön och Rørsundsviken.

Problem uppkommer när grundvattnet stängs in mellan bergryggar, som försvårar avrinningen till recipienterna. På ett antal sträckor längs med Bågvägen och Åbroddsvägen är nederbörds-

och grundvattnet instängt mellan sådana bergryggar, vilket ger mycket markvatten och högt stående dikesvatten. Högt stående dikesvatten medför i sin tur försämrad bärighet i vägkroppen som ökar slitaget och försämrar vägstandarden.

Åbroddsvägens och Bågvägens vägkropp är utförd med fyllning på underliggande naturlig jord av ställvis tunna lager (0-1 m) fast lera på friktionsjord, ställvis friktionsjord och ibland direkt på berg. I sin övre del är friktionsjorden vanligtvis leruppblandad. Jordlagren ovan bergytan har begränsad mäktighet förutom i svackor där partier med blötare mark förekommer. Här återfinns även tunna lager av organiska material (torv, gyttja) mellan fyllningen och leran. Leran är också lösare med en mäktighet på upp till 3 m.

Friktionsjorden utgörs av morän. Moränjordar består oftast av kantigt material som innehåller en blandning av alla kornstorlekar, från lerpartiklar till block. I området bedöms moränen domineras av sand och silt.

2.6 Förutsättningar för infiltration

I de högre delarna av området kännetecknas markförhållandena av berg med tunna jordlager av morän, eller berg i dagen. I svackor och dalgångar är moränen mäktigare och överlagrad av lera.

I de låglänta delarna är infiltration svårt på grund av lerhaltiga jordar samt höga grundvattenytor. I de högre liggande delarna saknas i stor utsträckning sammanhängande jordförekomster och/eller mäktigare jordar, vilket försvårar möjligheten till infiltration i någon större omfattning. Längs vissa släntpartier och där terrängen är relativt plan tycks moränen – där denna förekommer - vara så pass genomsläpplig att nederbörden tillåts infiltrera. Där brunnar i jord förekommer i området sker även en infiltration av dagvatten och nederbörd.



Foto2. Jordbrunn i området

2.7 Avvattning av vägdagvatten

De topografiska och geologiska förhållandena samt befintliga dikessystem innebär att vägdagvattnet inte kan avledas på ett ordnat sätt inom hela området, utan tillåts bli instängd mellan höjdryggar eller avledas till lägre liggande tomtmark. I figur 2 anges de områden (gul markering) där dagvattnet via vägdiken, trummor och markdiken på ett ordnat sätt avleds till mark som är förbundet med recipienterna.

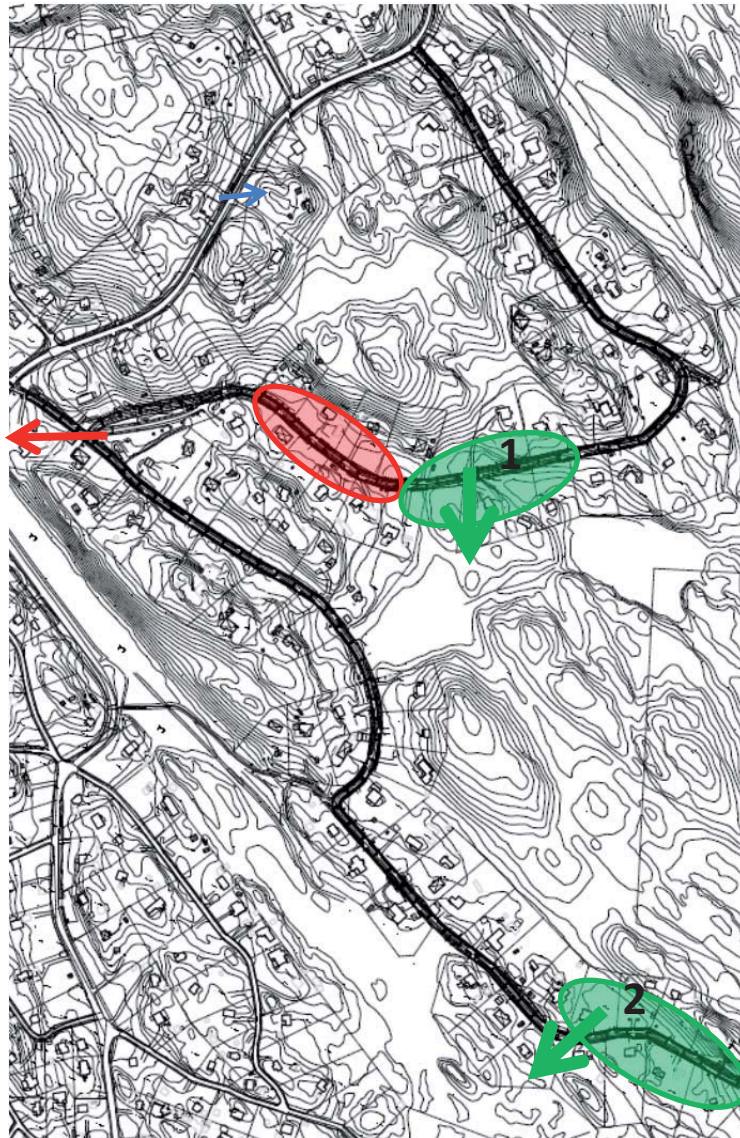


Figur 3 Områden med avledning av vägdagvatten till recipienter.

Figur 3 visar grönmarkerade områden där vägdagvattnet avleds till tomtmark på ett oavsiktligt eller oplanerat sätt. Tomtmarken är nivåmässigt belägen under vägdikenas nivå, vilket medför att dagvattnet inte kan ledas förbi utan istället översilar tomtmark enligt de blå pilarna.

Vid Bågvägens område (pkt 1 i figur 3) leds dikesvattnet via vägtrumma till tomtmark och sedan vidare till Rotkärrsskogen. Vid Åbroddsvägen (pkt 2 i figur 3) leds dikesvattnet är tomtmarken och vidare till våtmarksområdet i dalgången sydväst om tomten.

Vid Bågvägen är det rödmarkerade området instängt mellan omgivande bergryggar. Dagvattnet har inte möjlighet att avrinna utan stannar kvar i vägdikena där det långsamt avdunstar eller infiltreras i underliggande jord.



Figur 4 Områden med otillfredsställande avledning av vägdagvatten.

Många infarter till fastigheter ligger nivåmässigt högre än vägen. Infarterna är med något undantag belagda med ett slitlager av grus. Från högre belägna infarter rinner nederbörden och dagvattnet ofta ut till vägdikena eller vägen. För lägre belägna infarter rinner nederbörden mot tomternas lågpartier.

Den röda pilen i figur 3 visar en befintlig trumma som avleder dagvattnet från markområdet kring korsningen Bågvägen/Åbröddsvägen. Trumma korsar fastigheten 14:2 och leder dagvattnet till Vikinghillsvägens vägdike.

3. Framtida förhållanden

3.1 Åbroddsvägen och Bågvägen

Åbroddsvägens planerade vägsträckning följer nuvarande sträckning. Vägprofil justeras på delar av sträckan för att få bättre siktförhållanden och avvattning till vägdikena. Syfte med avvattningen är att öka vägens bärighet och långsiktiga kvalitet. Undermåliga vägtrummor byts ut.

Bågvägen följer samma vägsträckning som nuvarande förutom vid anslutningen till Åbroddsvägen där vägen flyttas något mot norr på en sträcka av ca 120 m. Även Bågvägens vägprofil justeras och undermåliga vägtrummor byts ut.

Vägarna förses med asfaltbeläggning, såsom nuvarande.

Vägarnas profiljustering medför ingen förändring i den procentuella fördelning av vägdagvattnet till recipienterna. Att minska avbördningen till Karbosjöns avrinningsområde bedöms inte vara möjligt eller rimligt utan omfattande ingrepp i omgivande terräng med bland annat omfattande bergschaktsarbeten för anläggande av dagvattenledningar.

Med syftet att bromsa avrinningshastigheten till terrängens lågpunkter, och i förlängningen till recipienterna, kommer vägdikena på lämpliga sträckor fyllas med bergkrossmaterial stenstorlek 16 – 32 mm.

Där VA-ledningar förläggs i vägkroppen kan ledningsgraven och vägbanken delvis nyttjas som dagvattenmagasin. En ledningsgrav med en 1 m³ krossfyllning per längdmeter ger en magasinvolym på ca 0,35 m³ per längdmeter. Det är dock viktigt att dagvattnet inte riskerar underminera vägkroppen.



Krossfyllda diken minskar förvisso dikenas tillgängliga vattenvolym men i kombination med profilhöjning och dikesrensning, med större dikesvolym som resultat, kan krossfyllda diken få nära samma magasineringsvolym som för öppna diken.

3.2 Förbättrad avledning av dagvatten och nya ledningar

I figur 3 redovisas rödmarkerade områden med otillfredsställande avledning av dagvatten. Det bör noteras att inte enbart vägens dagvatten leds till nedan angivna fastigheter. Om uppströms

liggande terräng samt fastigheter leder takavvattning, dräneringsvatten, vatten från uppfarter etc till vägdikena så ökar flödesbelastningen i dessa, med ytterligare vattentillförsel till nedströms liggande mark.

Bågvägen

För Bågvägen markerat område (1) i figur 3 leds idag dagvatten till fastigheterna 14:44 och 14:45, med fortsatt långsam avrinning till skogsmarken i söder. Dagvattnet till 14:45 kommer huvudsakligen via vägtrumman för diket på Bågvägens norra sida. Till 14:44 kommer dagvattnet dels från vägbanan i samband med nederbörd, dels indirekt från 14:45 eftersom fastigheten 14:44 har lägre belägen tomtnivå. För att förhindra framtida dagvattenströmning till dessa fastigheter måste vägtrumman förbindas med en ny markförlagd dagvattenledning inom befintligt U-område genom fastigheten 14:45 med utlopp i skogsmarken söder om fastigheterna. Bågvägen får ny tvärlutning mot det norra vägdiket vilket förhindrar framtida avrinning från vägbanan till tomtmark.



Foto 3. Vägavsnittets dagvatten leds till fastigheterna 14:44 och 14:45 till vänster i bild.

En markförlagd dagvattenledning bör prioriteras i framtida planeringsarbete.

Inom det rödmarkerade området i figur 3 saknas det i dagsläget naturliga avrinningsvägar för dagvatten, då området är instängt mellan berghällar.

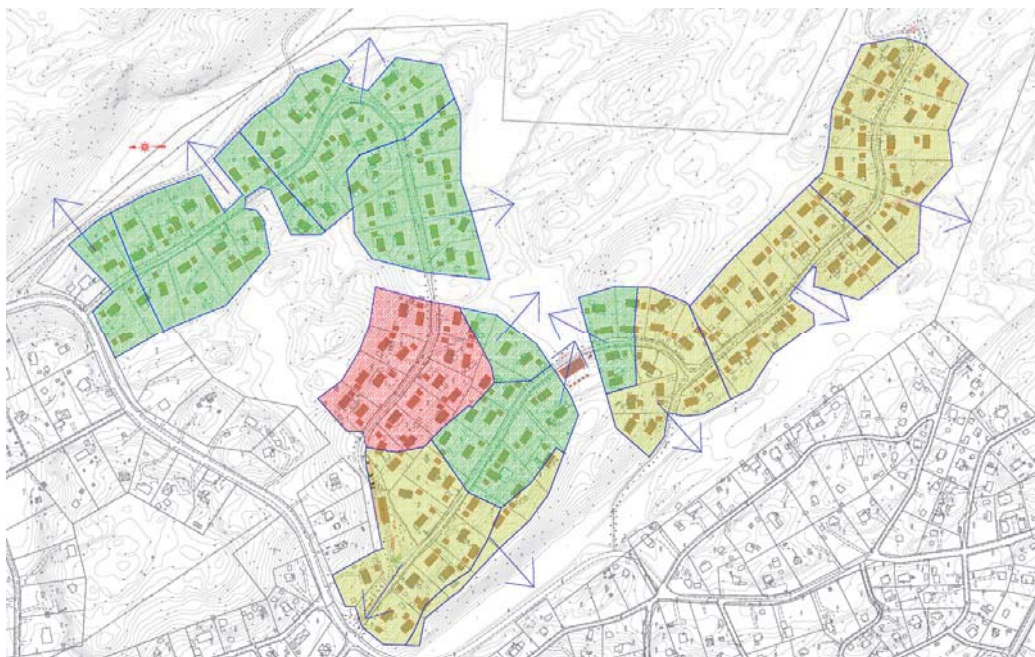
Området kan avvattnas genom förläggning av en ny dagvattenledning från diket vid fastigheten 14:56, via befintligt U-område inom 14:56 och ut till skogsdiket väster om 14:56.

Bergschaktarbete av dämmande berghäll erfordras för att erhålla avvattning från det instängda området till den nya dagvattenledningen.



Foto 4. Vägavsnittet inom det blåmarkerade området i Figur 3.

Flödessituationen från tomtmark mot recipient före och efter planerad vägombyggnad redovisas ytterligare i Figur 5 – 6 nedan. Exakta flöden från tomtmark före och efter avstyckning finns redovisade i Bilaga 1. Enligt figurerna nedan blir det tydligt att den största förändringen före jämfört med efter ombyggnaden av vägen är att det röda instängda området i figur 3 och figur 4 på ca 2,6 ha nu, genom den nya dagvattenledningen, ges en möjlighet till avrinning mot Saltsjön. Detta har också stor effekt på ökningen av dagvattenflödet till recipienten Rörsundsviken i Saltsjön.



Figur 5 Delavrinningsområden innan avstyckning och genomförda vägarbeten. Rödmarkerat är instängda områden utan naturliga avrinningsvägar. Gult avrinner mot Karbosjön och grönt avrinner mot Rörsundsviken i Saltsjön.



Figur 6 Delavrinningsområden efter avstyckning då planerade vägarbeten genomförts. Gulmarkerat område avrinner mot Karbosjön och grönt avrinner mot Rörsundsviken i Saltsjön.

Åbroddsvägen

För Åbroddsvägen markerat område (2) i figur 3 rinner idag vägdikenas dagvatten till fastigheten 14:72. Fastighetens tomtmark ligger nivåmässigt lägre än omliggande fastigheter och lägre än vägen. Marken inom 14:72 är relativt plan så dagvattnet och nederbörden avrinner långsamt till våtmarken söder om fastigheten.



Foto 5. Fastigheten 14:72 är belägen bortom bilen

För att vägens dagvatten ska förhindras strömma till fastigheten måste vägtrumman förbindas med en ny markförlagd dagvattenledning genom fastigheten med utlopp i våtmarken söder om fastigheterna. Ett U-område förslås därför införas genom 14:72 i gränsen mot fastigheten 14:73. Vid en förtätning genom styckning av befintliga fastigheter uppströms 14:72 ökar behovet av en markförlagd dagvattenledning genom fastigheten.

Föreslagen åtgärd med krossfyllda diken och ledningsgrav kommer troligtvis att fördröja avrinningen till våtmarken väster om 14:72.

För delen av Åbroddsvägens där diket avrinner till Rotskärrsskogen bör skogsdiket besiktigas och eventuellt rensas så att dagvattnet i vägdiaket inte hindras avrinna eller stoppas.

3.3 Minskad framtida infiltration av BDT-vatten

För de tomter som använder bergsborrade vattenbrunnar förändras flödes-/infiltrationssituationen något då vatten som tidigare infiltrerats inom tomtmark istället leds bort via nybyggt spillvattennät. Enligt Andersson & Jensen 2001¹ är en rimlig uppskattning av mängden BDT-vatten (bad, disk, tvätt) som genereras per person och dag ca 100 l. Förutsatt att ett villahushåll i genomsnitt består av tre personer blir det 300 l/dag i BDT-vatten som tidigare pumpats upp från berget och sedan infiltrerats inom tomtmark, vilket nu istället kommer att avledas till det kommunala spillvattennätet. Detta borde leda till en viss lokal sänkning av grundvattennivån i området och en lokal mindre mätnad av vatten i jorden kring infiltrationsanläggningen.

Vilken effekt detta skulle få för infiltrationsförutsättningarna av regn är svår att bedöma. Ett enkelt räkneexempel kan kvantifiera frågeställningen. Utgångspunkten är område A i Bilaga 1. Detta område hade 65 l/s i flöde ut från tomtmark innan avstyckning och 70 l/s efter avstyckning då stenkistor införts för nybyggda hus. Området innehåller fem stora villor vilket är $5 \cdot 300 \text{ l/d} = 1500 \text{ l/dag}$ som inte längre infiltrerar inom tomtmark. Vid ett dimensionerande 10-års regn skulle det ytterligare flödet ut från tomtmark efter avstyckning jämfört med innan vara $5 \text{ l/s} \cdot 600 \text{ s} = 3000 \text{ l}$.

Detta innebär att storleken på den uteblivna infiltrationen varje dag är hälften av ökningen av volymen av vatten som lämnar tomten under ett extremregn. Effekten för infiltration av regn inom tomtmark på gräsytor mm är svår att avgöra. Dock verkar det rimligt att det i någon mån tjänar till att balansera effekten av ökad andel hårdgjord yta samt fällning av träd och liknande.

3.4 Bebyggelseförhållanden

Som en konsekvens, eller led, i Stockholmsregionens tillväxt kommer allt fler fastigheter i området att förändras till permanentboende. Detaljplaneläggning av området medger även en bebyggelseförtätning genom styckning av befintliga fastigheter, vilket medför ökad trafik på

¹ Åsa Andersson & Annika Jensen. *Flöden och sammansättning på BDT-vatten, urin, fekalier och fast organiskt avfall i Gebers*. ISSN 1101-0843. SLU 2002

vägarna, fler människor i rörelse i området och ökad andel exploaterad mark i förhållande till nuvarande markanvändning.

Vid exploatering av området med en möjlig fördubbling av antalet fastigheter och permanentboenden i området ökar flödesbelastning på dagvattensystemet. Effekterna av nederbörd och snösmältning blir en ökad avrinning och ökad vattenförekomst i lågt liggande terrängområden. Vid byggnation, packning av markytor och hårdgjorda infarter till fastigheter minskar markens genomsläpplighet för vatten och därmed också regnvattnets infiltrationshastighet.

3.5 Vattenflöden från tomtmark före och efter avstyckning

Avrinning från tomtmark före och efter avstyckning redovisas i bilaga 1. Den största bidragande faktorn till ökningen i dagvattenflöden är ökning av andelen takytor, och därefter ökning av hårdgjord yta i form av uppfarter och liknande. Flödet mot Karbosjön ökar med ca 35 % och mot Saltsjön med ca 52 %. Anledningen till den avsevärt större flödesökningen mot Saltsjön jämfört med Karbosjön är att tidigare instängda områden nu avleds mot recipienten. Viktigt att nämna är att flödena beräknade i Bilaga 1 är framtagna för ett dimensionerande 10-års regn. Dessa flöden skulle aldrig nå recipienten samtidigt varför det i verkligheten är en förenklad bild att addera dem. Däremot ger det en bra uppfattning om storleksordningen på ökningen av flöden före respektive avrinningsområde efter nyexploatering. Mer om detta under rubrik 3.4 nedan.

För att reducera ökningen i dagvattenflöde ut från tomtmark vore en kostnadseffektiv åtgärd att lägga in krav på införandet av stenkista vid uppförandet av nya hus inom området. Skulle alla nybyggda hus förses med stenkista av tillräcklig dimension för att kvarhålla allt vatten som faller under ett dimensionerande 10-års regn med 10 minuters varaktighet, skulle ökningen av flödet mot Karbosjön istället bli ca 14 % och mot Saltsjön ca 29 %.

3.6 Flöden mot Karbosjön och Saltsjön avstämning mot utredning Vikinghillsvägen

Då dagvattenutredningen för Vikinghillsvägen studerar ett betydligt större system och utgår från andra avrinningsområdesindelningar går det inte att direkt jämföra framräknade flöden från Bågvägen/Åbroddsvägen med dessa siffror. Däremot visar en kvalitativ uppskattning att flödena faller inom ramarna för vad som räknats med då vägtrummor och kapacitetsförstärkande åtgärder för Karbosjöns utlopp dimensionerats.

Anledningen till detta är främst att flödena från området inte ökar särskilt mycket, ca 14 % mot Karbosjön efter att krav på stenkistor införts. Räknas dessutom effekten av förbättrad infiltrationsförmåga i marken då BDT vatten avleds istället för att infiltreras inom tomtmark med (se resonemang i avsnitt 3.3) skulle denna siffra eventuellt sjunka ytterligare några procent.

En annan faktor att väga in är att i ökningen med 14 respektive 29 % till följd av ökad andel hårdgjorda ytor vid avstyckning förutsätter att inga befintliga hus flyttas eller byggs om. Skulle ett befintligt hus inom tomtmark ersättas med nytt är det rimligt att kravet på stenkista vid

takavvattning även tillämpas för dessa. Detta skulle i så fall kunna innebära en avsevärd reduktion i flödena ut från tomtmark jämfört med de uträknade värdena i Bilaga 1.

Trots att de individuella flödena ut från varje delavrinningsområde i Bilaga 1 kan se stora ut, kommer dessa aldrig att belasta vägtrumman under Vikingshillsvägen eller inloppet till Karbosjön samtidigt. Enligt vägverkets publikation VVMB 310 Hydraulisk Dimensionering, som även låg till grund för beräkningarna i utredningen för Vikingshillsvägen, avrinner vatten över markyta med en hastighet av ca 0,1 m/s. Då större volymer vatten bildas och det avrinner i grunda diken blir denna flödeshastighet istället 0,2 m/s. Västerut mot Karbosjön (se Bilaga 1) avrinner fem olika delavrinningsområden F, M, J, K och L varav alla har 170 – 260 m rinnavstånd mellan sig genom icke utdikad naturmark. För att färdas denna sträcka behöver vattnet således som minst $160 \text{ m} / 0,2 \text{ m/s} = 800 \text{ s} = 13 \text{ minuter}$ och kommer därför endast att belasta med mindre flöden över en längre tid. Längs vägen kommer viss infiltration äga rum vilket gör att flödena minskar innan de når recipienten.

Den mest kritiska delen av avrinningsområdet för Karbosjön är det som ligger närmast vägtrumman under Vikingshillsvägen då vattnet, på grund av kortare rinnavstånd, får mindre tid att infiltrera i naturmark. Det är därför lämpligt att förlägga ett fördröjningsmagasin närmast Vikingshillsvägen. Med ett fördröjningsmagasin som kvarhåller allt vatten från ett 10-års regn enligt Tabell 1 nedan (se avsnitt 3.8) skulle exempelvis flödet ut från område F i Bilaga 1, det område som ligger närmast vägtrumman och därmed är mest kritiskt, minska med över 50 % jämfört med situationen innan nybyggnation.

Samma resonemang gäller för avrinning norrut mot Saltsjön. Här finns inget stort fördröjningsmagasin planerat men däremot skulle den planerade restaureringen av Rudsjön få en liknande effekt av att öka den tillgängliga lagringsvolymen i systemet. Förutsatt att restaureringen utförs så att extra magasinering av volym erhålls, skulle Rudsjön bli ett utjämningsmagasin där vattennivån styrs av ett strypt utflöde som ökar gradvis då vattennivån i sjön stiger. Rudsjön ligger nedströms från det ny tillkomna avrinningsområdet E i bilaga 1 och skulle således kunna kvarhålla mycket av det ökade flödet som tillkommer med avledningen av dagvatten från tidigare instängda områden.

För att gardera sig mot framtida översvämningsproblem rekommenderas dock att införa kravet på stenkista inom tomtmark även för fastigheterna som avrinner mot Saltsjön. Detta ger också mer frihet vid utformningen av Rudsjön då dess funktion som utjämningsmagasin ställs mot rekreativvärden mm.

3.7 LOD – förutsättningar och utformning

Någon särskild geoteknisk undersökning avseende de naturgivna förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten inom tomtmark har inte genomförts. Förutsättningarna för infiltration i jorden varierar inom området. Lokalt omhändertagande av dagvatten kan fungera där jordtäcket har större mäktighet och där jorden utgörs av sandig morän. Utifrån platsbesök

kan noteras att dessa förhållanden kan återfinnas för de fastigheterna som vetter mot Velandssundsvägen på östra sidan av Bågvägen. Till viss del bedöms även LOD vara möjligt för fastigheter på östra sidan om Åbroddsvägen efter dess passage av avtagsvägen till Rudsjökroken.

Begränsningen av LOD är det återkommande ytnära berget, där jordtäcknet snabbt avtar och möjligheten till infiltration försvåras.

I samband med exploatering av fastigheterna får förutsättningarna för LOD studeras lokalt. Takavvattningen och husdränering bör som huvudalternativ alltid infiltreras i mark till en stenkista eller liknande, för att fördröja avrinningen.

I samband med anläggandet av kommunalt spillvatten kommer befintliga avloppstankar att förlora sitt syfte. Vid borttagning av avloppstank i samband med exploatering, ombyggnad till permanentboende etc måste schaktet efter tanken fyllas igen. En rationell och förhållandevis enkel åtgärd är, att återfylla schaktet helt eller delvis med jord som tillåter infiltration, t ex sandig morän, sand, bergkrossmaterial. Om fastighetens takavvattning, husdränering och, om möjligt, nederbördsvatten från infarten leds till återfyllda schakt erhålls en fördröjning av avrinningen. Därigenom minskar risken för momentana oacceptabla flöden i vägdiken och vidare mot recipienterna eller lägre liggande tomtmark.

Befintliga infiltrationsbäddar för BDT-vatten kan behållas och med fördel nyttjas för att fördröja avrinningen.

Ett förslag på utformning av krav på LOD vid nybyggnation inom området vore att fördefiniera en volym på stenkista knutet till den totala takarean (sett ovan ifrån, lutningen på taket saknar betydelse) för husen.

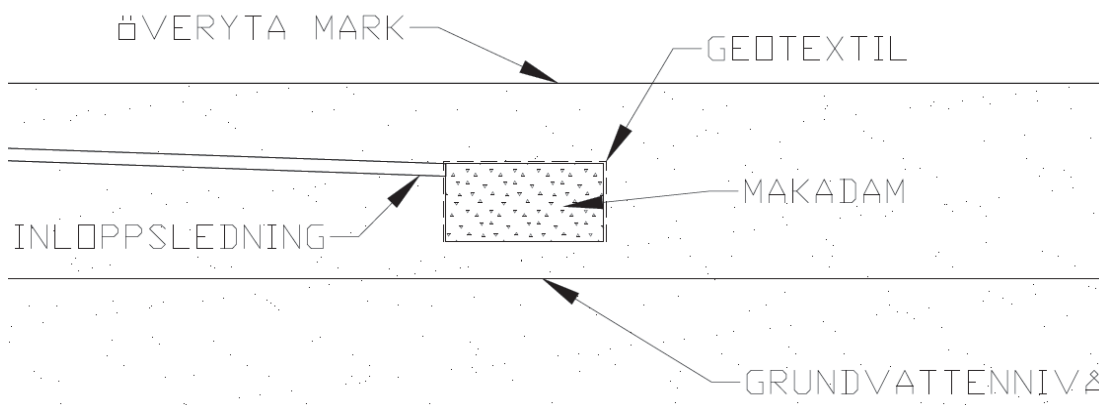
Förslag till uppdelning av takytor presenteras nedan:

- Hus med takytor $< 25 \text{ m}^2$ undantas från kravet för att inte onödigt försvåra uppförande av friggebodar, redskapshus m.m.
- Hus med takytor $> 25 \text{ m}^2$ men $< 80 \text{ m}^2$ skall införa stenkistor med en lagringsvolym för $0,97 \text{ m}^3$ vatten vilket förutsatt fyllning av makadam med 0,32 i effektiv porositet blir $3,0 \text{ m}^3$ total magasinvolym.
- Hus med takytor $> 80 \text{ m}^2$ skall införa stenkistor med en lagringsvolym för $1,46 \text{ m}^3$ vatten vilket förutsatt fyllning av makadam med 0,32 i effektiv porositet blir $4,6 \text{ m}^3$ total magasinvolym.

Två principiella utförande av stenkistor är möjliga beroende på lokala förutsättningar.

Principlösning 1; om grundvattennivån ligger relativt djupt (ca 2 m under markytan eller mer) kan takvattnet ledas från stuprör till täta ledningar under jord som går samman i ett dagvattenmagasin. För att få tillräcklig täckning på ledningen och tillräcklig effektiv

magasinvolymer krävs då en lite djupare grop då vattengång in i magasinet skulle hamna runt 0,8 - 1 meter under mark. Stenkistan utförs som en grop som fylls med makadam och omgärdas uppåt och åt sidorna av geotextil. Detta för att hindra jord från att täppa igen hålrummen och minska lagringsvolymen. Principskiss för utförande redovisas i Figur 7.



Figur 7 Principskiss för utförande av fördröjningsmagasin dagvatten.

Principlösning 2; om grundvattennivåerna ligger högt måste magasinvolymen som anges ovan delas upp i mindre magasin, exempelvis ett för varje stuprör. Från varje stuprör leds vattnet längs markytan via rännalar ut till magasinerna vilka utförs som ytliga gropar fyllda med makadam. Även dessa magasin kan övertäckas med jord av estetiska skäl, men i så fall krävs geotextilduk uppåt och på sidorna.

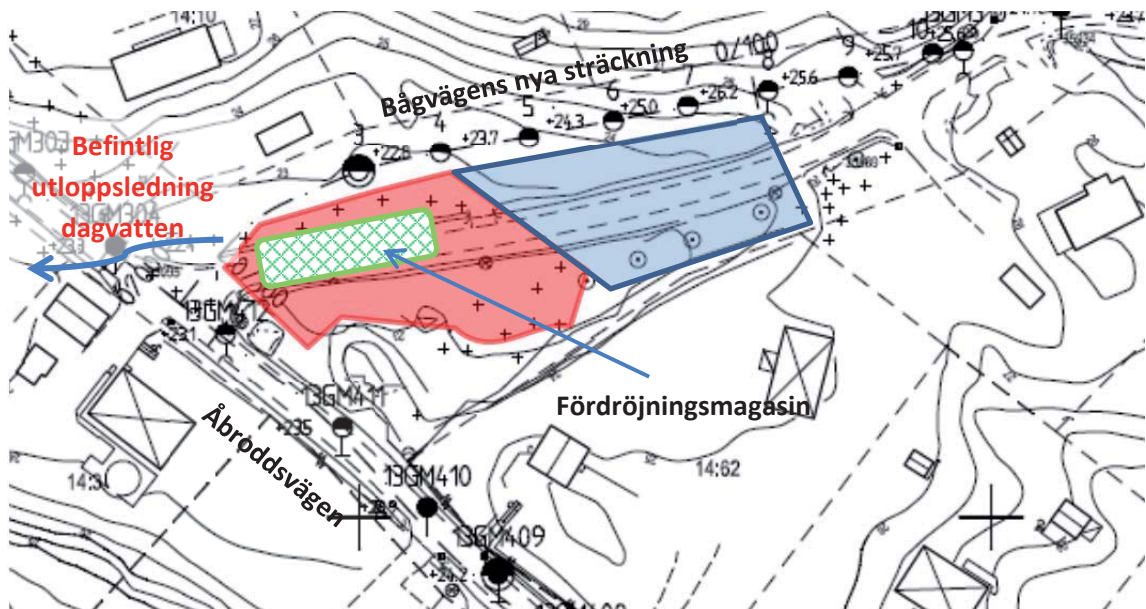
3.8 Fördröjningsmagasin vid Bågvägens anslutning till Åbroddsvägen

Intill anslutningen till Åbroddsvägen kommer Bågvägen flyttas mot norr på en sträcka av ca 140 m. Det befintliga vägområdet är lågt beläget, skuggigt och fuktigt och omgivet av björk och gran m.m.



Foto 6. Bågvägens början vid anslutningen till Åbroddsvägen är lämpligt område för fördröjningsmagasin.

Jordförhållandena består av lera på friktionsjord. Djupet till underliggande berg är ca 5 m för marken norr om befintliga Bågvägen och mellan 1 till 5 m på den södra sidan. Under nederbördsrika perioder står ytvatten högt i diken och i kringliggande mark. Idag avleds dagvattnet från området via en trumma under Åbroddsvägen och markförlagd ledning genom fastigheten 14:2 fram till utlopp intill Vikinghillsvägens vägdikey.



Figur 8 Utnyttja tidigare vägområde och omkringliggande mark som fördröjningsmagasin.

Ett grundvattentrör har installerats i februari 2014 för mätning av områdets grundvattennivå. För att inte skapa ett impedimentområde kan området exploateras med exempelvis förskola.

Marken måste delvis fyllas upp för att bättre harmonisera med nivåer för omgivande vägar och fastigheter.

Det rödmarkerade området kan förlagsvis nyttjas som parkeringsyta (närmast Åbroddsvägen) och lekplats. Under mark förläggs ett fördröjningsmagasin för dagvatten. Efter urgrävning av lera och morän kan magasinet utgöras av fyllning av bergkrossmaterial 80 – 150 mm. Alternativt kan dagvattenkassetter användas, vilka ger större magasineringsvolym jämfört med grovt bergkrossmaterial. Magasinets förlägningsdjup och utformning optimeras utifrån rådande grundvattennivån och vattengång på nytt vägdikey längs med Åbråddsvägen fram till anslutningen med Vikinghillsvägen.

Dimensionerande volymer för dagvattenmagasinet redovisas i Tabell 1.

	Area (ha)	Avrinningskoefficient (α)	Red. area	Resulterande flöde (l/s)
Tak	0,12	0,9	0,11	29
Hårdgjord yta	0,08	0,7	0,06	16
Kraftigt sluttande berg	0,20	0,5	0,10	27
Gräs	0,64	0,1	0,06	17
Totalt	1,10		0,36	<u>90</u>

Tabell 1 Dimensionerande förutsättningar för förslag till fördröjningsmagasin. Dimensionerande regn har ansatts till 10-årsregn med 10 minuters varaktighet enligt Svenskt Vatten P90.

Ett dimensionerande regn med 10 minuters varaktighet ger upphov till totalt $600 \text{ s} \cdot 90 \text{ l/s} = 54\,000 \text{ l} = 54 \text{ m}^3$ vatten. För att kvarhålla den volymen krävs en stenkista, förutsatt uppfyllnad med makadam (ca 32 % effektiv porositet) med en volym på $54 \text{ m}^3 / 0,32 = 169 \text{ m}^3$. Denna volym måste inrymmas ovan grundvattenytan vilket gör att exakt utbredning i plan går att fastställa först efter att grundvattennivån är känd. Detta hanteras i detaljprojekteringen.

Resterande blåmarkerad yta kan användas för byggnation. Ytans storlek och utformning detaljstuderas utifrån höjdsättning, Bågvägens läge och profil, fastighetsgränser, jordförhållanden etc för att erhålla rätt planeringsunderlag.

3.9 Föroreningshalter före och efter avstyckning

För att leva upp till EU's vattendirektiv är det viktigt att *allt vatten som tillförs recipienten skall förbättra recipientens vattenkvalité*. I denna utredning har exakta miljö kvalitetsnormer för recipienterna inte studerats, och noggrannare modellering av föroreningshalter ej heller gjorts. Istället tolkas kravet som att föroreningshalterna i dagvattnet ut från tomtmark till recipient inte

får öka efter avstyckning jämfört med nuvarande förhållanden. Detta är ett rimligt antagande med tanke på områdets markanvändning.

I allmänhet ger villatomter på grund av sina stora mängder grönytor upphov till relativt rent dagvattnet. Något förhöjda halter av kväve jämfört med naturmark förekommer på grund av gräsmattegödsling. I det här fallet har tidigare BDT-vatten infiltrerats inom tomtmark vilket efter avstyckning kommer att ledas bort via spillvattensystem. BDT-vatten innehåller i allmänhet höga halter av näringsämnen, svavel, föroreningar metaller och COD. Då detta bidrag av BDT-vatten upphör tillföras tomtmark är det rimligt att anta att detta har en positiv effekt även på dagvattnet som lämnar tomten. Hur stor effekten blir för föroreningshalterna i dagvattnet som lämnar tomtmark har inte bedömts, då mycket av föroreningarna som infiltrerades med BDT-vattnet når grundvattnet. Dock verkar det inte orimligt att den uteblivna infiltrationen av BDT vattnet inom tomtmark innebär en positiv förändringen på föroreningshalter som tillförs recipienterna från tomerna.

4. Driftfrågor

För att upprätthålla dagvattenavledningen i området måste vägdiken regelbundet rensas och vegetation röjas. Vägtrummor ska inspekteras regelbundet och grenar, ris och dämmande föremål ska avlägsnas.

Fördröjningsmagasin i form av stenkistor sätter igen med tiden och bör för att behålla full kapacitet kontrolleras och vid behov fyllas med nytt makadam var 20 år.

5. Osäkerheter

Utredningen bygger på det underlag och den kunskap som i dag finns om området, liksom om dess förväntade framtida utveckling. Bedömningar, resonemang och slutsatser baseras på fackmässiga rekommendationer.

I det fortsatta arbetet med detaljprojektering av om- och nybyggnation inom fastigheter måste de lokala och naturgivna förutsättningarna alltid beaktas.



- AVRINNING MOT SALTSJÖN
- AVRINNING MOT KARBOSJÖN
- 65 L/S FLÖDE INNAN AVSTYCKNING
- 80 L/S FLÖDE EFTER AVSTYCKNING
- 70 L/S FLÖDE EFTER AVSTYCKNING MED STENKISTA FÖR NYA TAK

TOTAL AVRINNING MOT KARBOSJÖN:
 FÖRE: CA 605 L/S EFTER: CA 815 L/S
 EFTER MED INFÖRD STENKISTA: CA 690 L/S

TOTAL AVRINNING MOT SALTSJÖN:
 FÖRE: CA 820 L/S EFTER: CA 1245 L/S
 EFTER MED INFÖRD STENKISTA: CA 1060

AVVATTNAS MOT FÖRDRÖNINGSMÅGASIN
 DÖM FLÖDE: 90 L/S

Bilaga 1

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
ÅBRODDSVÄGEN/BÄGVÄGEN				
COWI				
COWI AB		SOLNA STRANDVÄG 78, 171 54 SOLNA		TEL: 010-850 23 00 E-MAIL: WWW.COWI.SE
UPPDRAG NR A048115	RITAD/KONSTR AV TR	ANSVARIG EGEN	HANDLÄGGARE TR	
DATUM 2013-12-17				
BÄGVÄGEN/ÅBRODDSVÄGEN ÖVERSIKT DAGVATTENFLÖDEN				
SKALA	HALVSKALA	NUMMER	I BET	