
RAPPORT

Halmstads kommun

Dagvattenutredning för Vilshärad

Uppdragsnummer 1321218



Fastställt

Halmstad 2012-03-28

Sweco Environment AB Vattensystem

Mattias Salomonsson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord	4
Sammanfattning	5
1 Bakgrund	6
2 Förutsättningar	7
2.1 Vilshärad	7
2.2 Haverdals naturreservat	8
2.3 Killebäcken	9
2.3.1 Sträckan från källan till Storegårdsvägen	9
2.3.2 Storegårdsvägen	10
2.3.3 Sträckan från Veckogatan till Kronoskogsvägen	14
2.3.4 Sträckan från korsningen med Kronoskogsvägen till korsningen av Kronoskogsvägen vid Neckaflostigen	15
2.3.5 Sträckan längs med Neckaflostigen och Bäckens stugförening	17
2.3.6 Sträckan genom naturreservatet ut i havet	19
2.4 Avrinningsområdet	20
2.4.1 Delområde 1	20
2.4.2 Delområde 2	20
2.4.3 Delområde 3	21
2.4.4 Delområde 4	21
2.4.5 Delområde 5	21
2.4.6 Delområde 6	21
2.4.7 Delområde 7	21
2.5 Anslutande ledningar	21
2.6 Spillvattensystemet	22
2.7 Vilshärads Havsbads Vägörening	23
2.8 Dagvattenproblem i Vilshärad	23
2.9 Befintligt dagvattensystem och verksamhetsområde	24
2.9.1 Befintligt verksamhetsområdes omfattning	24
2.9.2 Verksamhetsområde enligt Vattentjänstlagen	26
3 Förslag till lösningar	27
3.1 Dimensioneringsprinciper	27
3.2 Utformning av utökat verksamhetsområde och avvattningsssystem	28
3.3 Hur hantera framtida exploateringar?	28
3.4 Åtgärder i Killebäcken	29
3.4.1 Storegårdsvägen	29
3.4.2 Kronoskogsvägen övre	30
3.4.3 Kronoskogsvägen nedre	31

2 (66)

RAPPORT
2012-03-28 Fastställd
DAGVATTENUTREDNING FÖR
VILSHÄRAD

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

3.5	Ny ledning mot stranden	33
3.6	Utbyggnad av dagvatten i Skälvik.	36
3.7	Utbyggnad av dagvatten mot Killebäcken i övriga Vilshärad	36
3.7.1	Östra delen	36
3.7.2	Centrala delen	37
3.7.3	Västra delen	38
3.8	Sammanfattning av ledningsutbyggnaden	40
3.9	Ekonomi	41
3.10	Ytterligare lösningsalternativ	41
3.10.1	Avledning mot Gullbrandstorp och Skintan	41
3.10.2	Utökning av Killebäckens sektion	42
4	Modellering av Killebäcken	42
4.1	Befintligt tillstånd	43
4.2	Modellering av genomförda åtgärder	44
5	Resultat och diskussion	45
Bilaga 1. Hydraulisk modellering av Killebäcken		47
Befintligt tillstånd		47
Åtgärdsalternativ – Ökad kapacitet och dagvattenmagasin		57
Bilaga 2. Naturliga ytavrinningsvägar		63
Bilaga 3. Avrinningsområdet före och efter åtgärder.		64
Bilaga 4. Föreslagna huvudledningssträckor med profiler		65
Bilaga 5. Instängda områden		66

Förord

Föreliggande rapport behandlar de dagvattenproblem som finns i Vilshärad och hur dessa kan hanteras i händelse av att Halmstads kommun beslutar sig för att inrätta verksamhetsområde för dagvatten i hela samhället. Rapporten är resultatet av ett utredningsarbete innehållande en sammanställning av problemhistoriken rörande dagvatten i samhället, fältbesök, samtal med fastighetsägare, behandling av tidigare utförda mätningar samt uppbyggnad av en hydraulisk flödesmodell för beräkning av kapacitet i Killebäcken genom Vilshärad. I tillägg till detta har ett antal åtgärdsförslag testats i modellen och resultaten redovisats i rapporten.

Arbetet har utförts av Sweco Environment AB i Halmstad/Göteborg. I projektgruppen har ingått: Andreas Karlsson, GIS-frågor, Jonas Persson, hydraulisk modellering, Elisabet Sterner, granskare och Mattias Salomonsson, huvudförfattare.

Halmstad 2012-03-27

4 (66)

RAPPORT
2012-03-28 Fastställd
DAGVATTENUTREDNING FÖR
VILSHÄRAD

Sammanfattning

Vilshärad har under ett antal år succesivt drabbats av allt mer omfattande problem med dagvattensituationen. Killebäcken, i utkanten av samhället har länge varit hårt belastad av snabb tillrinning i samband med intensiv nederbörd och i samband med den nederbördsrika sommaren 2007 blev det uppenbart att även de högre liggande delarna av samhället drabbades svårt av grundvattennivåer som stod i markytan.

Ett flertal fastigheter efterfrågade då möjlighet att avleda dagvattnet samtidigt som de upprepade översvämningarna i Killebäcken gjorde att det behövde utredas vilka åtgärder som krävdes för att skapa en säker och fungerande dagvattenlösning för samhället. Denna utredning tar sin utgångspunkt i att ett verksamhetsområde för dagvatten inrättas för hela samhället och att Killebäcken blir en viktig del i detta.

Via en ledning längs med Vilshäradsvägen och Skälviksvägen kan stora delar av dagvattnet från de södra delarna av samhället ledas i västlig riktning mot Skälvik och ut i Kattagatt, vilket avlastar Killebäcken till stor del. Övrigt dagvatten från Vilshärad kan på olika sätt avledas mot Killebäcken, men är till stora delar möjligt att fördröja i magasin så att flödet i bäcken hålls begränsat.

Killebäcken har några tydliga problempunkter. Längst upp sluttar den omgivande terrängen kraftigt mot bäcken där den letar sig in bland bebyggelsen. Vid perioder med mättad eller tjälad mark kan tillflödena här bli stora vilket frestar på bäckens hydrauliska kapacitet. Flera översvämningar har genom åren också inträffat längs Storegårdsvägen.

Längre ner finns en begränsad problempunkt vid den övre korsningen med Kronoskogsvägen. Därefter kommer ett större problemområde vid Neckaflostigen där omfattande översvämningar inträffat vid flera nederbördstillfällen. Här är bäcken också mycket trång, med en smal sektion där den vindlar sig fram mellan ett antal stugor i Bäckens Stugförening.

De åtgärder som föreslagits och studerats för bäcken är anläggande av fördröjningsmagasin uppströms Storegårdsvägen, uppdimensionering/borttagning av kulvertar, samt återställande av tidigare kulverterad bäckfåra till öppen bäck.

Den föreslagna utformningen av dagvattensystemet i kombination med åtgärderna på bäckfåran visar att det är möjligt att klara att avleda ett 10-årsregn i bäckfåran. Ett 30-årsregn ger fortfarande översvämning i stugområdet längst ner, men av mindre omfattning än tidigare. Om man med säkerhet ska kunna klara även denna händelse krävs att mer av dagvattnet fördröjs från centrala Vilshärad, samt att vatten leds runt bebyggelsen via Sandkroksvägen. Det kan inte heller uteslutas att det kan komma att bli nödvändigt att göra åtgärder även på själva bäcksektionen genom stugområdet.

1 Bakgrund

Vilshärad har under lång tid varit drabbat av översvämningar. Dels drabbas Killebäcken genom samhället av överbelastning, vilket ställer närbelägen låglänt bebyggelse under vatten och dels uppstår lokala översvämningar även i de högre liggande delarna av samhället i samband med perioder med långvarig nederbörd och därmed hög grundvattennivå.

Runt Vilshärad finns jordbruksmark som sluttar svagt mot samhället. Avvattnings av denna sker i första hand via jordbruksdräneringar men vid tjälad eller mättad mark kan även en ytavrinning ske i riktning mot samhället. Vål inne i Vilshärad faller marken av snabbare ner mot Killebäcken, vilken svarar för den huvudsakliga avvattningen av samhället.

Norr om Vilshärad ligger Haverdals naturreservat. Detta är ett flygsandsfält, bevuxet med planterad tallskog. Genom reservatet finns enstaka diken som mynnar i Killebäcken och på så sätt avvattnar delar av reservatet. Dessa diken bidrar dock med begränsade vattenflöden.

Vilshärad är ett eftertraktat och populärt samhälle för både fritidsboende och permanentboende. Fastighetspriserna är höga och flera hus har en exklusiv utformning. Blandat med dessa ligger såväl äldre och enklare sommarstugor, som enstaka villagator med mer enhetlig bebyggelse från 70- och 80-talen. Längs Killebäckens nedre del ligger ett område med mindre stugor, benämnt bäckens stugförening. I Vilshärad finns även tre campingplatser samt en korthåls golfbana.

Allmän dagvattenanläggning finns på ett fåtal platser i samhället. De två mest framträdande är Neckaflostigen och Storegårdsvägen, vilka samtidigt är de gator som drabbats hårdast av översvämningssproblematiken. I övrigt finns endast dagvattenledningar i sporadisk omfattning. Det kan också ifrågasättas i vilken utsträckning dessa är att betrakta som allmänna, då ansvarsförhållandet för ledningar och tillhörande diken är mycket snårigt.

Omedelbart norr om Vilshärad finns en av Halmstads officiella badstränder. Den består av en långgrund sandstrand i Haverdalsreservatets västra del. På stranden mynnar Killebäcken.

Under 2000-talet har intensiv eller långvarig nederbörd vid ett flertal tillfällen orsakat problem med översvämningar i Vilshärad. Åskregn sommartid har gjort att Killebäcken överbelastats och översvämningar av lågt liggande gator och fastigheter inträffat. Även vid snösmältning i kombination med regn har tjälad mark bidragit till mycket stor avrinning mot bäcken, med efterföljande översvämningar som följd.

Under den nederbördsrika sommaren 2007 blev flera fastigheter i Vilshärad översvämmade då det långvariga regnandet fick grundvattentytan att ställvis stiga över marknivå. Avsaknaden av dagvattenavledning gjorde att de fastigheter som ligger inom instängda områden fick ta emot de ytvattenflöden som uppstod.

Syftet med denna utredning är därför att hitta en lösning som fungerar för att hantera dagvattensituationen i hela samhället. Utgångspunkten är att verksamhetsområde för allmän dagvattenhantering upprättas för hela Vilshärad. De hittillsvarande problemen i kombination med förfrågningar från flera fastighetsägare om anslutningsmöjligheter för dagvatten gör att detta är rimligt. De problem som flera fastigheter upplever med dagvatten, beror i de flesta fall på dålig höjdsättning i kombination med avsaknad av avledningsmöjligheter för överskottsvattnet. En lösning i efterhand kommer att behöva omfatta flera fastigheter och där är en allmän anläggning att föredra framför andra typer av gemensamma lösningar.

2 Förutsättningar

2.1 Vilshärad

Den samlade byggnationen i Vilshärad uppstod i form av fritidsbebyggelse under 1900-talets mitt. Denna var ett resultat av Vilshärads nyvunna status som badort, vilken vuxit fram i form av rumsuthyrning till sommargäster under 1940-talet. Bebyggelsen koncentrerades främst till den östra delen innanför Kungsvägen samt den norra delen mellan Vilshäradsvägen och Haverdals naturreservat. Efterhand byggdes även den sydvästra delen av Vilshärad ut under 1970-talet, men här är karaktären mer av permanentbebyggelse.

Denna stegvisa utbyggnad av samhället har inneburit att exempelvis dagvattenhanteringen har blivit eftersatt. Initialt ansågs säkert behovet begränsat i de delar som låg på sluttningarna mot Killebäcken. Åtminstone då detta behov vägdes mot kostnaderna för ett utbyggt dagvattensystem i förhållande till fastigheternas värde. När sedan de inre delarna av Vilshärad exploaterades saknades vidare avledningsmöjligheter att ansluta till, varför även dessa delar byggts ut utan dagvattensystem.

Alltjämt består Vilshärad av en blandad bebyggelse. Befolkningen i Vilshärad har ökat de senaste åren som ett resultat av att allt fler bosätter sig här permanent. År 1990 fanns 600 invånare i Vilshärad, mot 656 invånare 2010 (SCB, 2011). Flera av fastigheterna för permanentboende är av exklusiv art och prisutvecklingen är god på orten.



Bild 1. Nybyggt hus i lägre liggande del av Vilshärad. Fastigheten har dock höjdsatts så att dagvatten avrinner från denna mot omgivningen.



Bild 2. Äldre sommarstuga i Vilshärad. Naturligt god höjdsättning på platsen.

Samtidigt finns ett antal områden kvar med väldigt tydlig sommarstugekaraktär, där syftet alltså är fritidsboende. I Vilshärad finns också tre campingplatser, en korthålsbana för golf samt en kursgård för Svenska missionskyrkan.

2.2 Haverdals naturreservat

Haverdals naturreservat bildades 1942 och ingår i Natura 2000. Arean är på 632 ha, varav 360 ha är på land. Markägare är till största del Sveaskog. Naturreservatet består längst i väster av sanddyner, följt av ljungbevuxna fukthedar öster om dessa, varefter det tallskogsbeklädda flygsandsfältet tar vid. Genom reservatet flyter Skintan i en djup ravin. I reservatets södra del, i gränsen mot Vilshärad rinner Killebäcken.

Fram till 1500-talet var området skogsbevuxet, men skogsavverkningar och intensivt bete gjorde att det förvandlades till ett öppet flygsandsfält med omfattande sanddrift. Efter försök att med olika temporära metoder begränsa sanddriften inleddes under 1800-talet en plantering av tall, björk och al, vilket gjorde att sanddriften kunde stoppas i början av 1900-talet (Länsstyrelsen i Halland, 2010).

Länsstyrelsen i Halland anser emellertid att åtgärderna att hindra sandflykten gått för långt. Man anser att flera arter är hotade om de kvarvarande öppna platserna växer igen och har därför tagit fram ett förslag på nya skötselbestämmelser som var ute på remiss 2010. Flera remissvar var kritiska till skötselplanen, bland annat Halmstads kommun. En av invändningarna var att det i förslaget till skötselplan föreslogs att befintliga diken i reservatet skulle läggas igen för att den dränerande förmågan skulle upphöra.

Halmstads kommun ansåg att det då förelåg en risk att vattenbalansen i omgivande områden skulle rubbas, vilket ytterligare skulle kunna förvärra de dagvattenproblem som finns där. Med ett förändrat klimat finns också risken att problem uppstår på nya platser som idag är torra. Det är då en rimlig bedömning att det är tillståndsmässigt svårare att anlägga ett nytt dike i naturreservatet än att underhålla ett befintligt.

Som ett resultat av kritiken har Länsstyrelsen valt att dra tillbaka förslaget till skötselavvisningar för att omarbete detta. Det är för närvarande (januari 2012) inte klart vilka förändringar som kommer att göras i förslaget. Länsstyrelsen har emellertid valt att kontinuerligt publicera information rörande det pågående arbetet med skötselavvisningarna, varför en viss insyn i processen kan förväntas. Detta förfarande torde även innebära en viss möjlighet att inkomma med synpunkter under arbetets gång.

2.3 Killebäcken

Killebäcken börjar i gränsen mellan Haverdals naturreservat och den odlade jordbruksmarken, strax sydväst om gården Killebäck. Bäckens längd är ungefär 2 200 m och faller ca 14 m ut till mynningen i Haverdalsbukten, vilket ger en medellutning av drygt 6 ‰. Bäckens mynnar på den allmänna badstranden i Vilshärad, i den södra delen av Haverdalsbukten. Enligt Länsstyrelsen i Halland vandrar havsöring upp i Killebäcken för att leka.

Från den punkt där bäcken når den detaljplanlagda delen av Vilshärad är avståndet till mynningen ungefär 1 800 m och höjdskillnaden 10 m. Det ger en genomsnittlig lutning av drygt 5 ‰, fördelat på 3 ‰ lutning de översta 800 m och 7 ‰ lutning de nedersta 1 000 m.

2.3.1 Sträckan från källan till Storegårdsvägen

Bäcken kommer fram i dagen på en bebodd fastighet i skogskanten sydväst om Killebäckens gård. Efter en kort öppen del, leds den ut i en damm, varefter den kulverteras och mynnar i den egentliga bäckfåran i form av en 200 mm betongledning.



Bild 3. Killebäckens källa.

Denna del är ungefär 400 m lång och har en höjdskillnad av ca 4 m. Den genomsnittliga lutningen blir här således 10 ‰. Längs sträckan finns inga fastigheter som är drabbade av översvämning från bäcken utan höjdsättningen av husen är väl utförd i förhållande till bäckfåran. Mot slutet av delsträckan rinner bäcken i en markerad sänka i terrängen och omgivande mark sluttar relativt brant ner mot bäckfåran, vilket möjliggör stora tillflöden under perioder med vattenmättad eller tjälad mark.

2.3.2 Storegårdsvägen

Storegårdsvägen utgör en tydlig lågpunkt i terrängen. Här låg tidigare ett träsk genom vilket bäcken flöt. I slutet av 70-talet exploaterades marken och Storegårdsvägen med dess villabebyggelse tillkom. I samband med exploateringen bildades ett verksamhetsområde för allmän dagvattenförsörjning för Storegårdsvägen och bäcken kulverterades i vägen. En bifurkation (parallell bäckfåra) bildades samtidigt omedelbart norr om bebyggelsen, men endast en mindre del av flödet avsågs ledas denna väg.



Bild 4. Bäckens sträckning förbi Storegårdsvägen.

Huvuddelen av flödet skulle rinna genom kulverten i Storegårdsvägen, men då flödet i den norra fåran upplevdes som alltför litet av de boende har man enligt egen uppgift dämt upp förgreningen så att allt vatten vid låg- och medelflöde rinner via den övre fåran. Endast vid höga vattennivåer i bäcken rinner vatten över i den tänkta huvudavledningen: dagvattenledningen i Storegårdsvägen.



Bild 5. Avgrening (åt vänster) som nu är igensatt, flödesriktning från läsaren. Vid platsbesök låg även gräsklipp i den avskurna fåran.

Bild 6. Den norra bäckfåran utmed fastigheterna på Storegårdsvägen, flödesriktning mot läsaren. Noterbart är den dåliga höjdsättningen av fastigheterna.

Den övre delen av denna dagvattenledning har efter tidigare inträffade översvämningar iordningställt av teknik- och fritidsförvaltningen så att en vall nu finns mot bebyggelsen samt en brunn med intagsmöjlighet via sido- och toppgaller. Till denna brunn rinner också vatten från två åkerdräneringar, vilka ansluter till brunnen från öster.



Bild 7. Intagsbrunn uppströms Storegårdsvägen efter upprepning, vallbyggnad och nytt gallerlock.

Bild 8. Anslutande dräneringsflöden till intagsbrunn vid uppehållsväder.

Nedströms denna punkt börjar Halmstads kommuns formella ansvar för dagvattenhanteringen i och med verksamhetsområdet på Storegårdsvägen. Här ligger också flera av de fastigheter som drabbats av översvämningar då bäcken svämmat över. Dessa översvämningar har orsakats dels av att den norra bäckfåran blir överbelastad varvid vattennivån stiger in på tomterna och dels av att Veckogatan, som korsar Storegårdsvägen i nedströmsändan, legat högre och på så sätt skapat ett instängt område längs en stor del av Storegårdsvägen där vattnet kunnat dämmas upp.

De rännstensbrunnar som finns i Storegårdsvägen har vid dessa tillfällen inte förmått ta hand om vattnet. Det i normalfallet låga flödet i dagvattenledningen i Storegårdsvägen har också bidragit till att bäckfåran till vissa delar varit igensatt nedströms dagvattenutloppet och därmed haft vissa begränsningar i avbördningskapaciteten.



Bild 9. Översvämning av Storegårdsvägen i samband med intensivt regn 2006-08-21.



Bild 10. Veckogatans dämmande funktion vid översvämningen 2006-08-21.

Efter de inträffade översvämningarna byggdes korsningen mellan Veckogatan och Storegårdsvägen om av teknik- och fritidsförvaltningen. Höjdsättningen ändrades så att det instängda området försvann och en linjeavvattning anlades i Storegårdsvägens förlängning. Denna åtgärd hindrar vattnet från att bli kvar och sänker vattennivåerna vid en eventuell översvämning, men minskar emellertid inte risken för att en översvämning från den norra bäckfåran ska inträffa. För att göra detta krävs att fördelningen mellan de båda bäckfårorna i den övre ändan återställs till den ursprungliga.

En sådan förändring ligger dock utanför Halmstads kommuns ansvar i egenskap av va-huvudman. Det är också svårt att se på vilken grund kommunen i övrigt skulle svara för ett återställande av flödet. Istället är det i första hand de som har ett behov av åtgärden som får svara för dess genomförande. Primärt handlar detta om de fastighetsägare som drabbas av översvämning från den norra bäckfåran, då denna ligger utanför verksamhetsområdet för dagvattenhantering.

Den som utför åtgärden med återställande av flödet är också skyldig att se till att åtgärden utförs i enlighet med Miljöbalken och att enskilda eller allmänna intressen säkerställs.



Bild 11. Veckogatan före åtgärd.



Bild 12. Veckogatan efter åtgärd.

Omedelbart efter korsningen med Veckogatan mynnar dagvattenledningen i Storegårdsvägen i ett öppet dike. Den norra bäckfåran rundar Veckogatan 11 innan den återförenas med det öppna diket.

2.3.3 Sträckan från Veckogatan till Kronoskogsvägen

Denna sträcka är ca 600 m och ligger i en genomsnittlig lutning av 3 ‰. Närmast efter den plats där de båda bäckfårorna förenats till den gemensamma bäcken är denna relativt bred och har en rak sträckning. Här är den del av Killebäcken som har sämst fall, drygt 1 ‰. År 2009 genomfördes en större rensning av denna sträcka där dy och avsatt sediment i fåran grävdes bort med maskin. Rensningen har hållit ganska bra men viss igensättning kan skönjas i form av sandbankar, vilket dock är ett resultat av den låga vattenhastigheten längs sträckan. Den efterföljande sträckan går i en något mer vindlande sträckning inne i skogen. Här och var finns enstaka grenar och mindre träd som har fallit ned i fåran och bildar hinder för flödet. På vissa platser finns även en del sektioner som verkar dämmande vid hög vattenföring.

I höjd med Vilshärads Lördagsstig finns ett nödavlopp från den spillvattenpumpstation som ligger på Storegårdsvägen. Detta nödavlopp är från början byggt med hela röret ovanför normalvattennivån i bäcken. Inför rensningen 2009 låg hela röret emellertid dolt under botten. Efter rensningen låg röret i sin helhet fritt i luften ovanför vattenytan. Två år efter utförd rensning, i december 2011, låg röret åter till hälften dolt av vatten, dock fortfarande ovanför botten. Tydligt är att bottennivån efterhand höjs i bäcken och att en kontinuerlig underhållsrensning är nödvändig för att säkerställa bäckens avledande funktion.

Därefter gör bäcken en sväng in i Haverdals naturreservat. Även denna del rensades 2009, men en del fördämningar finns åter i fåran, ofta orsakade av grenar som ramlat ner och fastnat. Sektionen är här smalare och fallet större, varför sedimentation inte är ett problem här. Istället kan de bitvis väldigt smala sektionerna verka dämmande på flödet vid högvatten. Bäcken meandrar också ganska kraftigt, vilket medfört att den eroderat in på tomten till Kronoskogsvägen 32.



Bild 13. Bäcksektion med flödeshindrande träd genom naturreservatet.

Bild 14. Erosion vid kronoskogsvägen 32.

Korsningen med Kronoskogsvägen är ytterligare en problempunkt. Strax uppströms vägen är växtligheten i bäckfåran kraftig och sätter ned kapaciteten. Vägtrumman under Kronoskogsvägen är en 600 mm betongtrumma, men höjdsättningen är sådan att den nedre delen hotas av igenslamning eftersom bäckbotten nedströms ligger högt. Utöver själva Kronoskogsvägen ligger carporten till Kronoskogsvägen 36 i riskzonen för att översvämmas.



Bild 15. Bäckfåran uppströms Kronoskogsvägen.

Bild 16. Trumman vid övre korsningen med Kronoskogsvägen.

2.3.4 Sträckan från korsningen med Kronoskogsvägen till korsningen av Kronoskogsvägen vid Neckaflostigen

Denna sträcka är ungefär 300 m och ligger med ett fall av 7 ‰. Nedströms Kronoskogsvägen är omgivningarna snåriga och svår genomträngliga. Här ansluter ett biflöde från de sydöstra delarna av Vilshärad. Ungefär 40 m nedanför Kronoskogsvägen passerar bäcken en 600 mm trumma som till viss del är uppdämd med sediment. Bäckens i övrigt är

i relativt gott skick och omgivande byggnader ligger på betryggande höjd. Vid ökade flöden stiger bäcken ut i skogen och orsakar inga skador.

Därefter passerar bäcken genom en privat fastighet. Här är bäcken initialt kulverterad i form av en 600 mm betongtrumma. Inloppet till denna är dock kraftigt igenvuxet av snår som riskerar bromsa vattnet när flödet ökar. Efter kulverten är bäcken i bra skick. Eventuellt underhålls den som en del i skötseln av trädgården den rinner genom. Då bäcken idag är helt oreglerad vilar ansvaret för rensning och skötsel av bäckfåran på respektive fastighetsägare. Kapaciteten i bäckfåran är begränsad då den är smal på platsen. Ett frågetecken finns för risken för översvämning av det äldre hus som ligger på platsen.



Bild 17. Trumma med risk för igensättning.

Bild 18. Byggnad som riskerar översvämmas.

Följande parti till den andra korsningen med Kronoskogsvägen går åter genom en slyskog med stor tålighet mot översvämningar. Den kritiska punkten längs denna del är vid korsningen av Kronoskogsvägen, vilken är utformad med en 500 mm betongtrumma. Vid flera tillfällen har problem funnits med igensättning av inloppet till denna. Denna igensättning har berott på de grenar och annat skräp som följt med det översvämmade vattnet från ovanliggande skogsområden. För att lösa dessa problem har teknik- och fritidsförvaltningen byggt om korsningen och försett trumman med ett mer driftsäkert galler, vilket förväntas minska igensättningen. Därtill har en 200 mm plasttrumma lagts till som extra bräddfunktion för att så långt som möjligt skydda vägen från översvämningar.



**Bild 19. Översvämning av Kronoskogs-
vägen (nedre korsningen) i mars 2006.**



Bild 20. Ny trumma och galler.

De båda 500 mm respektive 200 mm trummorna som är lagda motsvarar dock inte en 600 mm trumma i fråga om tvärsnittsarea, utan har en totalarea som är endast 80 % av den hos en 600-trumma. Det bör dock vara möjligt att utöka trumman till dimension 600, då det finns bra höjdförutsättningar på platsen.

2.3.5 Sträckan längs med Neckaflostigen och Bäckens stugförening

Denna sträcka är ungefär 230 m och har en lutning på runt 10 ‰. De översta 30 m är bäcken öppen. Därefter är den kulverterad längs med Neckaflostigen 8 och 16 i form av en betongkulvert med diameter 600 mm. Enligt uppgift från boende i området ska detta ha utförts av fastighetsägare som önskat mer tomt.

Bakgrunden till namnet Neckaflostigen är att platsen var väldigt sank tidigare, därav ordet "flo" som är en äldre beteckning på sankmark. Den byggnation som ligger längs återvändsgatan som utgår från Neckaflostigen är en någorlunda ung exploatering, från ca 1980. De fyra fastigheter som ligger här är de enda i närområdet som ingår i verksamhetsområdet för dagvatten. Skälet till detta är troligen ett uppenbart avvattningsbehov då man exploaterat området. Samtidigt innebär det också ett besvärligt förhållande då Halmstads kommun i egenskap av va-huvudman belastas av vissa skyldigheter att klara av dagvattenavledningen i enlighet med rådande dimensioneringspraxis.

Den kulverterade delen av bäcken har vid flera tillfällen överbelastats av de höga flödena och samtliga fastigheter som ingår i verksamhetsområdet för dagvatten har vid dessa tillfällen drabbats av svåra översvämningar. Vattnet har då strömmat genom trädgårdarna parallellt med Killebäckens sträckning ner mot havet.



Bild 21. Neckaflostigen.



Bild 22. Översvämning av Neckaflostigen och fastigheterna 2006-08-21.

Efter Neckaflostigen tar Bäckens stugförening vid. Här är bäcken åter öppen, men sektionen är bitvis mycket trång. Även här har översvämningar skett vid ungefär motsvarande tillfällen som på övriga platser längs bäcken. Vid vissa översvämningstillfällen har vatten även runnit över parkeringsplatsen ut på Sandkroksvägen och vidare tillbaka mot bäcken längre nedströms.



Bild 23. Trång sektion genom bäckens stugförening. Tumstocken på bilden är utfäld till 1 m.



Bild 24. Bäckens läge vid Neckaflostigen samt schematisk redovisning av område känsligt för marköversvämning.

2.3.6 Sträckan genom naturreservatet ut i havet

Denna del har en längd av ca 300 m och ett fall av ungefär 6 %. Bäckens går här längre och längre från bebyggelsen varför översvämningar här inte drabbar några fastigheter. Däremot är denna del av Killebäckens direkt påverkad av havsnivåns variationer. Vid höga nivåer i havet kan vattenytan nå över hundra meter in från den normala strandlinjen. Under adventstormen 2011 steg vattnet upp till den gångbro över bäcken som ligger halvvägs på sträckan mellan stranden och Bäckens stugförening. Material avsattes här och orsakade omfattande igensättning av bäckfåran. Emellertid är höjdförhållandena sådana att detta idag inte påverkar bebyggelsen i stugområdet. Resultatet blir dock ett annat om de prognosticerade höjningarna av havets medelvattennivå blir verklighet.



Bild 25. Ansamling av skräp efter Adventstormen 2011, 150 m uppströms utloppet i havet.

2.4 Avrinningsområdet

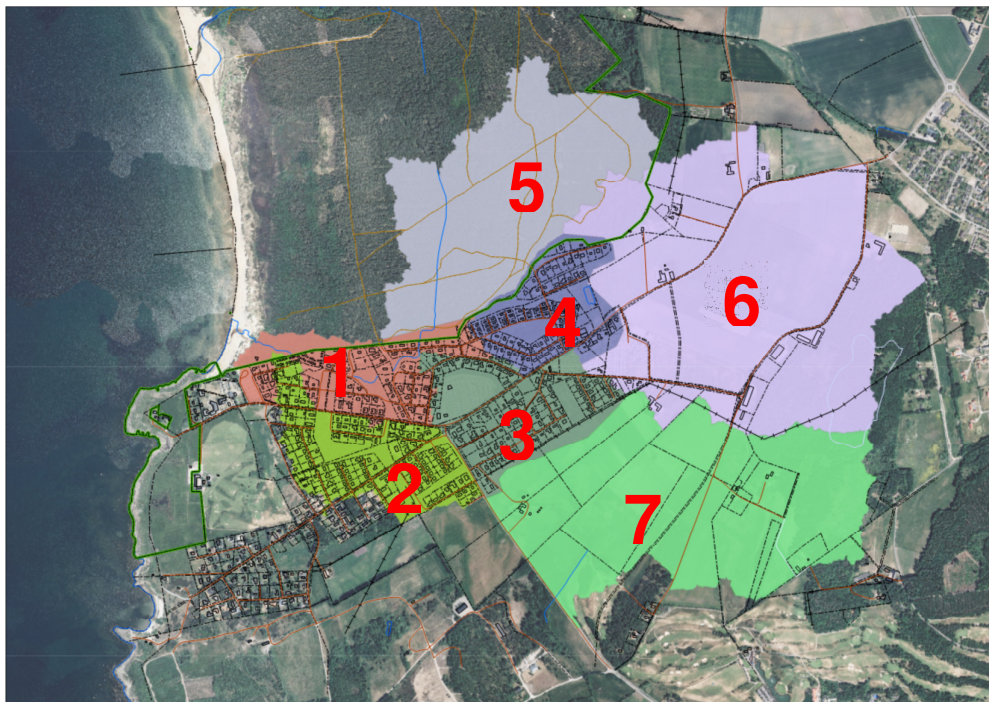


Bild 26. Avrinningsområdet till Killebäcken.

Ovanstående karta har skapats genom analys av data från Lantmäteriets nationella laser-skanning. Indelningen i de olika delområdena baseras på de rinnvägar som finns för ytvatten i terrängen.

Det totala avrinningsområdet till Killebäcken är på drygt 300 ha. Av dessa utgörs ca 75 ha av de bebyggda delarna av Vilshärad, 70 ha av naturreservatet, 40 ha av skogen på Onsjöberget och ca 115 ha av jordbruksmarken öster och söder om Vilshärad.

2.4.1 Delområde 1

Arean är 20 ha. Detta delområde ligger i anslutning till Killebäckens utlopp och omfattar bebyggd mark, med vissa grönområden samt delar av naturreservatet. Stora delar av området är kuperat då det ligger i anslutning till bäckravinen. Endast Neckaflostigen är utbyggt med dagvatten. I övrigt finns ett stort antal privata anslutningar från Bäckens stugförening till Killebäcken.

2.4.2 Delområde 2

Området är 22 ha stort. I området ingår såväl bebyggd mark som vissa grönområden. Det finns ingen allmän dagvattenavledning härifrån till bäcken.

2.4.3 Delområde 3

Arean är 23 ha. Utöver bebyggelse och grönområden finns här också en campingplats. Genom området går ett dagvattenstråk som alternerar mellan öppet dike och dagvattenledning. Ett antal fastigheter är officiellt anslutna till detta, men ett än större antal kan antingen förväntas vara direktanslutna eller drar indirekt nytta av dagvattenavledningen. Genom dagvattenstråket rinner också stora delar av dagvattnet från område 7.

2.4.4 Delområde 4

Arean är 18 ha. Detta är den mest uppströms belägna delen av den detaljplanlagda bebyggelsen. Karaktären varierar mellan tät exploatering av sommarstugor i slutning ner mot bäcken, via grönområden till större villafastigheter. Dagvattenavledning finns i Storegårdsvägen. Dagvatten från detta område hamnar snabbt i bäcken.

2.4.5 Delområde 5

Arean är 53 ha. Området är dock svårdefinierat då det ligger i naturreservatet och topografin i de inre delarna är jämn. Viss avrinning mot Killebäcken sker via diken från reservatet, men flödet härifrån kan förväntas vara begränsat då diken är i dåligt skick.

2.4.6 Delområde 6

Arean är 95 ha. Detta sträcker sig från naturreservatet via åkrarna öster om Vilshärad upp på Onsjöberget. Omfattande avrinning mot Killebäcken kan ske via dräneringarna från jordbruksmarken och lutningen på åkrarna mot bäcken gör att dessa kan bidra med stora mängder vatten vid mättad mark eller tjäle.

2.4.7 Delområde 7

Arean är 72 ha. Området utgörs av Onsjöbergets skogsbeklädda västsluttning och de nedanför liggande åkrarna. Delar av åkrarna avrinner via dräneringssystem in i delområde 3.

2.5 Anslutande ledningar

Till Killebäcken finns ett antal anslutningar från den befintliga bebyggelsen. Samtliga dessa kommer från fastigheter som ligger utanför verksamhetsområdet för den allmänna dagvattenanläggningen. Totalt finns 40 inkommande ledningar i dimensioner varierande mellan 75 mm och 200 mm, samt några diken som kommer från bebyggelsen. En uppskattning ger att ca 20-30 fastigheter direkt avvattnas till Killebäcken, samt flera av de stugor som ligger i stugområdena i bäckens nedre del. Påfallande många av de anslutande ledningarna är av nyare datum, vilket kan ses på materialet. Troligtvis är detta ett resultat av ett med tiden gradvis ökande avvattningsbehov i området.

Till detta ska också läggas det biflöde i form av en 400 mm betongledning som ansluter nedanför korsningen mellan Vältakullsvägen och Höjers väg och som till vissa delar rymmer allmänt dagvatten.

För flera av de anslutande privata ledningarna är höjdsättningen kritisk. Rören ligger lågt och riskerar att slamma igen om inte bäcken rensas med jämna mellanrum. Den rensning som teknik- och fritidsförvaltningen utförde år 2009 av delar av bäcken har därför säkerställt en fortsatt fungerande avvattning för dessa fastigheter.



Bild 27. Inkommande äldre ledning.



Bild 28. Inkommande nyare ledningar.

2.6 Spillvattensystemet

Vilshärad ligger inom avrinningsområdet till Busörs avloppsreningsverk. Spillvattenledningsnätet i Vilshärad byggdes ut under 70-talet. Verksamhetsområdet omfattar hela samhället. Pumpstationer finns vid Skälviksvägen och Storegårdsvägen. Ett känt nödavlöpp finns vid Kronoskogsvägen, vilket leds ut i Killebäcken. Nödavloppet är försett med backventil.

Vid nederbörd ökar flödena i spillvattennätet och vid vissa tillfällen klarar inte pumpstationen vid Storegårdsvägen av att pumpa vattnet vidare mot Busör. Istället uppstår då bräddning av systemet till Killebäcken via nödavloppet. Några utförda flödesmätningar finns inte för systemet eller i pumpstationerna, varför omfattningen av problemet är svår att uttala sig om. Det är dock inte bara bräddningar som är ett problem för spillvattenledningsnätet. Även om bräddningar kan undvikas lider hela avrinningsområdet till Busörs ARV av stora mängder tillskottsvatten på årsbasis och det är ett angeläget mål att försöka bringa ner detta till lägre nivåer.

Skälen till tillskottsvattnet tros vara blandade. Några anslutningskontroller har inte gjorts i Vilshärad. Men då spillvattensystemet är förhållandevis nytt, finns det skäl att tro att andelen direktanslutna stuprör inte är särskilt stor. Vanligare är då troligen anslutna dräneringsledningar samt inläckage från otäta ledningar, både privata och allmänna. Flödesmätningar i spillvattensystemet i kombination med nederbördsmätningar kan ge svar på fördelningen mellan direkt nederbördspåverkan från hårdgjorda ytor och indirekt nederbördspåverkan från olika typer av inläckande mark- och grundvatten.

Det får betraktas som ett rimligt antagande att frånvaron av ett dagvattensystem för att avvattna samhället gör att flödet av tillskottsvatten till spillvattenledningsnätet blir särskilt stort under perioder med höga grundvattennivåer. Ett utbyggt och väl fungerande dagvat-

tensystem blir därför en mycket viktig pusselbit i arbetet med att begränsa tillskottsvattensmängderna till Busörs ARV.

2.7 Vilshärads Havsbad's Vägförening

Vilshärads Havsbad's Vägförening bildades i augusti 1976 (Vägförening, 2011). Själva lantmåteriförrättningen gjordes 1971, men överklagades i fem år innan den vann laga kraft. Det är vägföreningen som i egenskap av huvudman för gatuanslaggningen ansvarar för nödvändiga investeringar på vägnätet, medan Halmstads kommun endast sköter drift och underhåll av vägarna.

Vägföreningen har en tydlig koppling till dagvattenfrågan eftersom gatorna är beroende av en fungerande avvattningsanläggning. Många av de dagvattenproblem som inkommer till kommunen hänger på ett eller annat sätt ihop med vatten som antingen alstras från de hårdgjorda ytorna som vägarna utgör, eller transporteras via gatorna till en lågt liggande fastighet.

Medlemsskapet i vägföreningen är obligatoriskt för alla fastighetsägare inom det förrättade området. Avgiftsuttaget från fastighetsägarna ska täcka de kostnader som krävs för att förvalta vägföreningarna, främst i form av investeringar. Det kan dock ifrågasättas om vägföreningarna har de organisatoriska och därmed ekonomiska resurser som krävs för att komma ikapp det behov av investeringar som krävs för att klara dagens och framtidens avvattningsanläggning av vägarna på ett säkert sätt.

Skulle verksamhetsområdet för dagvatten byggas ut i Vilshärad är detta en av de centrala frågorna att lösa. Halmstads kommun kan i egenskap av va-huvudman inte anlägga anordningar för gatuavvattningsanläggning, detta är uttryckligen förbjudet i Vattentjänstlagen. Ett verksamhetsområde för dagvatten tappar mycket av sin funktion för Vilshärad om inte avvattningsanläggningen av vägarna ansluts till dagvattensystemet. Flera av de upplevda dagvattenproblemen kommer då att fortsätta vara olösta.

2.8 Dagvattenproblem i Vilshärad

I Vilshärad finns idag 485 fastigheter inom det studerade området. Av dessa är 29 juridiskt anslutna till den allmänna dagvattenanläggningen. Ett betydligt större antal kan emellertid tänkas dra nytta av dagvattenanläggningens utformning och det faktum att Halmstads kommun utför visst drift och underhåll i Killebäcken.

Det är inte bara vid Killebäcken som det har inträffat översvämningar. Problem har uppstått vid avrinning från angränsande åkrar in mot samhället vid tjälad mark. Även vid situationer med långvarigt regnande och efterföljande högt grundvatten har instängda områden förvandlats till mindre sjöar, utan möjlighet för fastigheterna att avvattnas. Ett vanligt problem i kustområdet i Halmstads kommun som förekommer frekvent även i Vilshärad är avrinning från hårdgjorda ytor in på lägre liggande fastigheter. I många fall är det högre liggande vägar som är orsaken till detta, men även enskilda fastigheter som höjdsätts i riktning mot grannen kan vara ett problem. En vanlig situation är vid nybyggnation, då den aktuella fastigheten höjdsätts föredömligt enligt konstens alla regler, men utan att påverkan på omgivningen utanför fastighetsgräns beaktas i erforderlig utsträckning.

En kombination av dessa problem är också vanlig. Stora garageinfarter och andra hårdgjorda ytor runt husen kan bidra med stora vattenmängder ut på vägarna, varefter vattnet rinner utmed dessa till dess att det når en lågpunkt. Inte sällan är detta en bebyggd fastighet, gärna placerad vid en vägkorsning så att den är instängd av två vägar på nedströmssidan.

Avvattningen av vägarna har också flera uppenbara brister. Vid samtal med de boende i Vilshärad framkommer att i de delar av samhället där dagvattenhanteringen fungerar extra dåligt har avvattningen av vägarna aldrig fungerat. I några fall har det funnits dikesystem som haft en viss avledande förmåga, men dessa har underhållits dåligt och har vuxit igen. I en del fall påstås dessa ha lagts igen avsiktligt i syfte att skapa mer parkeringsplatser. Oavsett historiken runt vägnas hittillsvarande avvattning är det inte rimligt att tänka sig att dessa system skulle klara av den avrinning som uppstår i dagens allt mer hårdgjorda Vilshärad. Om det till detta även läggs morgondagens prognosticerade klimatförändringar inses att det finns ett stort behov av att åtgärda även vägavvattningen.

Befintlig vägavvattning bygger idag på flera platser på rännstensbrunnar anslutna till infiltration. Risken med dessa är att de upphör att fungera vid stigande grundvattenyta eller att deras tillskott av dagvatten till grundvattnet riskerar leda till ökade mängder tillskottsvatten till avloppsreningsverket i händelse av att de finns i anslutning till dräneringsledningarna inne på fastigheter som är anslutna till spillvattenssystemet.



Bild 29 Höga grundvattennivåer efter långvarigt regnande och avsaknad av anslutning för bortledning av dräneringsvatten orsakar marköversvämning.

Bild 30. Dagvatten rinner längs vägen in på den lågt liggande fastigheten till höger.

2.9 Befintligt dagvattensystem och verksamhetsområde

2.9.1 Befintligt verksamhetsområdes omfattning

Dagvattensystemet i Vilshärad är splittrat. I princip hela samhället saknar dagvattensystem. Några undantag finns dock i enlighet med följande karta:

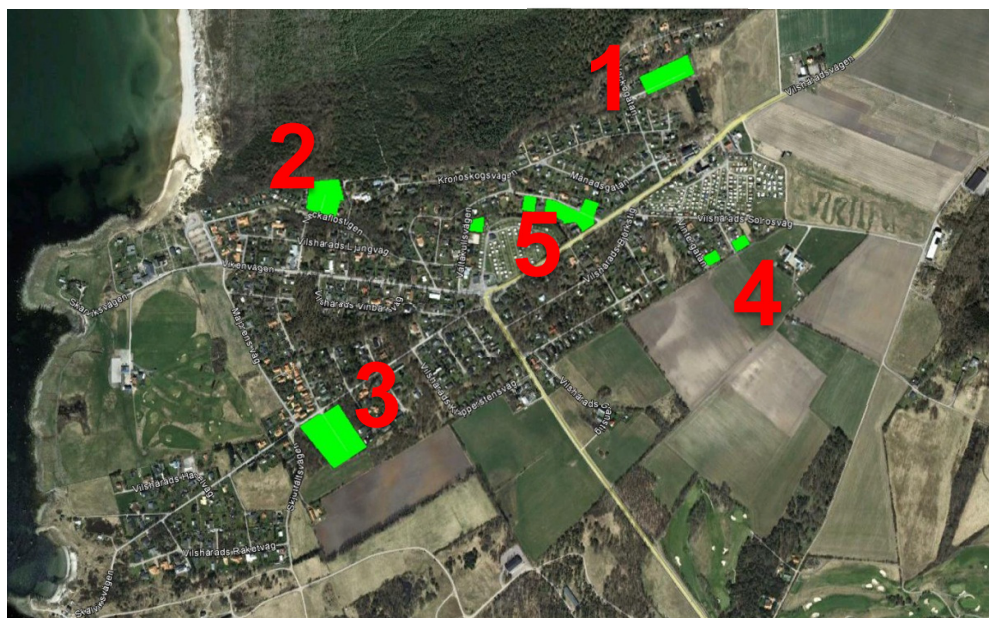


Bild 31. Verksamhetsområden för dagvatten i Vilshärads.

1. Storegårdsvägen

Detta verksamhetsområde tillkom i samband med exploateringen av gatan i slutet av 70-talet. I verksamhetsområdet ingår fem av de sex fastigheterna längs vägen samt 125 av 170 m av gatan. Stora delar av det översvämmade området på Storegårdsvägen ligger därför utanför verksamhetsområdet.

2. Neckaflostigen

Liksom i fallet Storegårdsvägen har detta verksamhetsområde tillkommit som ett resultat av exploateringen av gatan. I detta fall har de inträffade översvämningarna drabbat stora delar av verksamhetsområdet.

3. Vilshärads kornväg

Även detta är ett verksamhetsområde som tillkommit i samband med exploateringen. I verksamhetsområdet ingår tio fastigheter samt hela gatan.

4. Fastigheter längs gammalt dike från åkrarna sydöst om Vilshärads

Detta verksamhetsområde har tillkommit efterhand som problem uppenbarats sig. För de två fastigheter som ligger vid kanten av åkrarna har ett antal frågeställningar rörande inkommande åkerdräneringar under husen lett till att dåvarande gatukontoret under 1980-talet ansåg sig tvingade att ta in dessa båda fastigheter i verksamhetsområdet. Fortsättningen på detta system rör sig sedan ner mot Killebäcken via campingen i korsningen Skälviksvägen/Kungsvägen i form av ett dike som till viss del är kulverterat.

5. Höjers väg

Ett biflöde till diket som nämnts under punkt 4 kommer i form av en ledning från Höjers väg. Här finns sju fastigheter som sedan tidigare är inkluderade i verksamhetsområdet. Under 2000-talet har ytterligare en nybyggd fastighet tillkommit som anslutits till dagvattenledningen.

Det dagvattenstråk som betjänar områdena under punkt 4 och 5 går i en mycket komplicerad sträckning över ett antal fastigheter på väg ner mot Killebäcken. Genom att följa detta stråk, som växlar mellan ett öppet dike och en dagvattenledning upptäcks att i stort sett samtliga fastigheter som ligger längs med stråket har anslutit sitt dagvatten till detta. Bland övriga anslutna ytor till detta dagvattenstråk finns även Vilshäradsvägen samt campingplatsen i korsningen Vilshäradsvägen/Kungsvägen. Dagvattenledningen löper i en sträckning under campingen och längs sträckningen finns ett antal brunnar med intagsmöjlighet för att kunna avvattna relativt stora hårdgjorda ytor på campingen.

Även längre ner på Höjers väg finns fastigheter som är anslutna till dagvattenstråket där det övergår i ett öppet dike. Dessa fastigheter ligger inte heller med i verksamhetsområdet för dagvatten. Det gör däremot den fastighet på Vältakullsvägen som är ansluten till stråket där det passerar ut från campingen.

2.9.2 Verksamhetsområde enligt Vattentjänstlagen

I Vattentjänstlagen reglerar 6-9 §§ förutsättningarna för kommunens skyldigheter att ordna vattentjänster och utformningen av verksamhetsområdet. Om verksamhetsområde föreskrivs bland annat att vissa fastigheter får undantas från verksamhetsområdet om det är uppenbart att deras behov av va-försörjning kan lösas på ett annat sätt som kan godtas med hänsyn till skyddet för människa och miljö.

Den nuvarande utformningen av verksamhetsområdet för dagvatten i Vilshärad kan dock svårligen anses uppfylla intentionerna rörande verksamhetsområden i Vattentjänstlagen, vilken i 6 § anger att det krävs "ett större sammanhang". Lagen säger ingenting om vilket antal fastigheter som krävs, men tidigare praxis har pekat på att det behövs ca 20 fastigheter för att uppfylla definitionen av "ett större sammanhang".

Statens va-nämnd har i domar baserade på Vattentjänstlagen, antytt att detta antal numera kan vara mindre än de tidigare bedömda 20 fastigheterna, om hälso- och miljöproblemen för en viss bebyggelse är särskilt svåra.

Dessa prejudikat och diskussioner handlar i princip uteslutande om storleken på bebyggelsegrupper som är isolerade från övriga verksamhetsområdet. För lokala inskränkningar av verksamhetsområdet för samlad byggnation så som är aktuellt i Vilshärad finns liten vägledning att finna i praxis beträffande antalet fastigheter. Existerande rättsfall har handlat om det tekniska behovet för enskilda fastigheter, mer än principerna för verksamhetsområdets utformning.

Uppenbart är att va-frågorna till sin natur är sådana att det är svårt att hävda att behovet av vattentjänster varierar mellan enstaka fastigheter inom en bebyggelsegrupp. För spill-

vatten och vatten kan detta te sig naturligt, men även dagvattnet medför en miljöpåverkan som inte begränsas av fastighetsgränserna. Vattentjänstlagen har tydligt tagit ett steg i riktning att markera detta då man i 25 § anger möjlighet för bortledning av vatten "som inte sker genom en förbindelsepunkt". Detta kan avse exempelvis ett dräneringssystem eller ett dikessystem.

Tydligt är att ett mycket större antal fastigheter i Vilshärad än de som ingår i verksamhetsområdet för dagvatten drar nytta av den allmänna va-anläggningen samt de insatser som finansieras av va-kollektivet. Exempelvis har de anslutna fastigheterna möjlighet att avleda dräneringsvatten till förbindelsepunkten och kan på så sätt avvattna områden även utanför den egna tomten via de genomsläppliga övre sandjordarna. Genom att följa de existerande dagvattenstråken genom samhället inses snabbt att anslutningarna till dessa är betydligt fler än vad som motsvaras av antalet fastigheter inom verksamhetsområdet. Det finns också fastighetsägare som vid samtal har en diffus uppfattning om att man släpper sitt dagvatten till kommunens dike "eftersom det är de som har anslutit hus längre upp" (exempel rörande stråket från området under punkt 4).

Inte minst har också utförda akutåtgärder av Halmstads kommun rörande dagvattnet utanför verksamhetsområdet gjort att en uppfattning om ett visst generellt kommunalt ansvar för detta har spridit sig i samhället.

Mot bakgrund av dessa förhållanden och de problem med dagvatten som förekommit utspjutt i hela Vilshärad är det inte rimligt att anse att det finns delar av Vilshärad som kan lösa dagvattensituationen med enskilda lösningar som uppfyller kravet på skydd för människors hälsa och miljö.

3 Förslag till lösningar

3.1 Dimensioneringsprinciper

För utformning av dagvattensystemet används här 10 års återkomsttid som dimensioneringskriterium för dämning till markytan. Detta är i överensstämmelse med Svenskt Vattens P90 och även med domar i Statens va-nämnd och högsta domstolen. Emellertid diskuteras i samband med den pågående revideringen av P90 att även titta på 30-års återkomsttid för vissa situationer. Främst avses här fastigheter som ligger utsatt i instängda områden och låglänt terräng som är känslig för översvämning.

På grund av att flera fastigheter är kritiskt belägna bredvid Killebäcken har därför även 30-årssituationen studerats. Bland annat magasinvolymerna har därefter angivits med två olika storlekar, beroende på vilken återkomsttid som är önskvärd att klara av.

För beräkning av och jämförelse med flöden från naturmark/åkermark har använts 1,5 l/s, ha. Detta motsvarar avrinning med ungefär två års återkomsttid. Skälet till att detta flöde väljs är att det ofta är dimensionerande för utformning av åkerdräneringar och dikessystem. Även om Killebäcken är ett naturligt vattendrag avvattnar den stora åkerarealer och torde därför kunna förväntas att ta hand om åtminstone ett tvåårsregn. Samma förhållande gäller för övriga avledningsstråk som passerar genom bebyggelsen.

Ett tioårsflöde från natur- och åkermark är ofta betydligt högre än 1,5 l/s, ha. Därför innebär ett tioårsflöde från urban miljö som fördröjs till 1,5 l/s inte bara att flödet anpassats till naturmarkens belastning utan också att återkomsttiden då systemet överbelastas har ökat betydligt.

3.2 Utformning av utökat verksamhetsområde och avvattningsystem

Utgångspunkten i denna utredning har varit att hela Vilshärad ska ingå i verksamhetsområdet för allmän dagvattenhantering. Utredningen har, i form av fältbesök, inmätningar, samtal med fastighetsägare, inventering av tidigare översvämningar, modelleringar och studie av befintligt va-system bekräftat denna uppfattning.

Några fastigheter bör det emellertid föras ett särskilt resonemang runt. Dessa fastigheter ligger precis på krönet av ravinen ner mot Killebäcken, främst längs de inre delarna av Höjers väg, delar av Kronoskogsvägen, samt delar av Vilshärads Ljungväg. Marken här är kraftigt kuperad och sandig. Ett utökat verksamhetsområde för att omfatta dessa fastigheter kan leda till att behovet för deras del ifrågasätts och att man hänvisar till infiltration.

Emellertid föreslås i denna utredning att även Killebäcken från Storegårdsvägen till utloppet i havet införlivas i den allmänna dagvattenanläggningen för att på så sätt kunna ha rådighet över de rensningar som är så kritiska för de anslutande dagvattenledningarnas och nödutloppens funktion. Ett upptagande av Killebäcken i den allmänna dagvattenanläggningen innebär att även den infiltration som kan ske på högre belägna platser i förlängningen är beroende av va-huvudmannens insatser i Killebäcken, då denna avvattnar hela avrinningsområdet och då även det infiltrerade vattnet.

Killebäckens betydelse för avvattningen av huvuddelen av Vilshärad torde därför göra att dessa fastigheters inräknande i verksamhetsområdet snarast uppfyller 6 § krav på "större sammanhang" än att en diskussion om undantag från verksamhetsområdet enligt 9 § ska bli aktuell.

3.3 Hur hantera framtida exploateringar?

Exploateringsintresset är stort för Vilshärad. Genom åren har ett antal förfrågningar om detaljplanläggning riktats till Halmstads kommun rörande förtätningar såväl inne i Vilshärad, som utökning av samhället utanför de nuvarande gränserna. Då problemen med dagvatten blivit allt mer tydliga de senaste 10 åren har Halmstads kommun kategoriskt avvisat alla detaljplaner och hänvisat till en samlad utredning av dagvattenförhållandena innan vidare detaljplanering återupptas.

En exploatering medför inte att det rinner av mer vatten från ett område. Problemen är att avrinningen sker fortare och att mer avrinning sker ytledes istället för att infiltreras där så är möjligt. En exploatering runt Vilshärad, som belastar dagvattenstråk genom samhället eller något annat flödeskänsligt vattendrag måste därför utformas så att de hydrologiska förhållanden som råder på platsen före exploateringen bevaras, och helst också förbättras.

För att minska belastningen på befintliga system som de nya områdena ansluts till krävs att ett system med trög avledning och fördröjning nära källan används. Fördröjningen ska vara sådan att den motsvarar avrinningen från naturmark. Återkomsttiden för de regn som systemen ska kunna ta hand om ska sättas till 30 år, innan avledning på ytan sker. Skälet till den långa återkomsttiden är att ytavrinningen annars riskerar hamna i Killebäcken med efterföljande översvämningar vid de kritiska sektionerna som följd.

3.4 Åtgärder i Killebäcken

Killebäckens kapacitet är en viktig fråga i samband med avvattningen av Vilshärad. Översvämningar har historiskt förekommit på främst två platser: Storegårdsvägen och Neckaflostigen.

3.4.1 Storegårdsvägen

Vissa åtgärder har utförts på Storegårdsvägen i form av sänkning av Veckogatan och anläggande av vall uppströms bebyggelsen. Några viktiga åtgärder kvarstår dock:

Åtgärd 1: Omledning av flödet

Flödet omleds från den lilla bäckfåran på baksidan av fastigheterna till den dagvattenledning som ligger i Storegårdsvägen, på det sätt som var tänkt från början. Detta kräver att det förgrenade diket idag grävs ur. Dessutom behöver vatten mer aktivt styras in i den urgrävda fåran. Detta ska dock ske i samråd med Länsstyrelsen för att inte äventyra allmänna eller enskilda intressen.

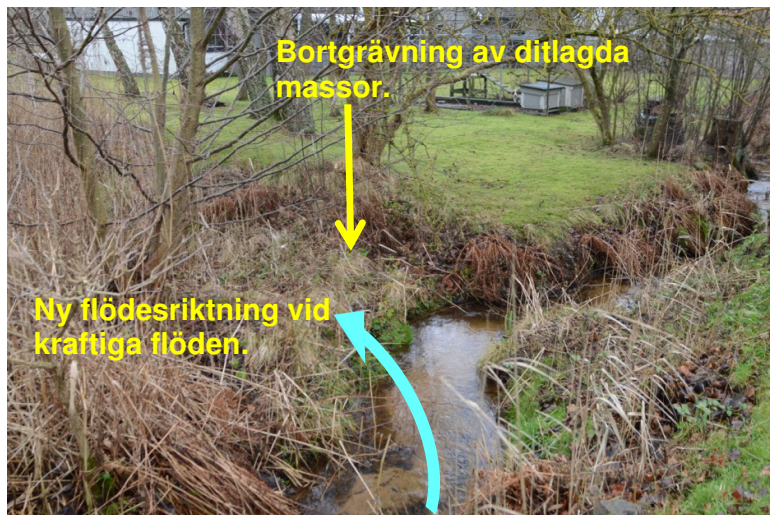


Bild 32. Förslag till återställning av flödet uppströms Storegårdsvägen.

Då bäcken på platsen idag gör en sväng mot höger är hydrauliken gynnsam för att få vatten vid kraftiga flöden rinna mot vänster. Detta innebär att det bör vara möjligt att undvika en omfattande dämning av den högra fåran för att styra om vattnet, något som sannolikt kan vara tillståndspliktigt. Ett förslag på åtgärd att diskutera med Länsstyrelsen

kan vara utplacering av stenar i den högra fåran så att en mindre fors skapas. Den dämning som detta resulterar i bör kunna vara tillräckligt för att styra över flödet i den önskade riktningen.

Åtgärd 2: Fördröjningsmagasin

Möjlighet finns att leda in vattnet från de ovanliggande åkrarna till ett fördröjningsmagasin uppströms Storegårdsvägen. Till magasinet leds såväl ytavrinnande vatten som de dräneringsledningar som idag ansluter till dagvattenledningen i Storegårdsvägen. Om avrinningsområdet uppströms hålls oförändrat och utloppet ansätts till 400 l/s erhålls en nödvändig magasinvolym av 800 m³ för att fördröja ett 10-årsregn och 1 700 m³ för att klara att fördröja ett 30-årsregn.

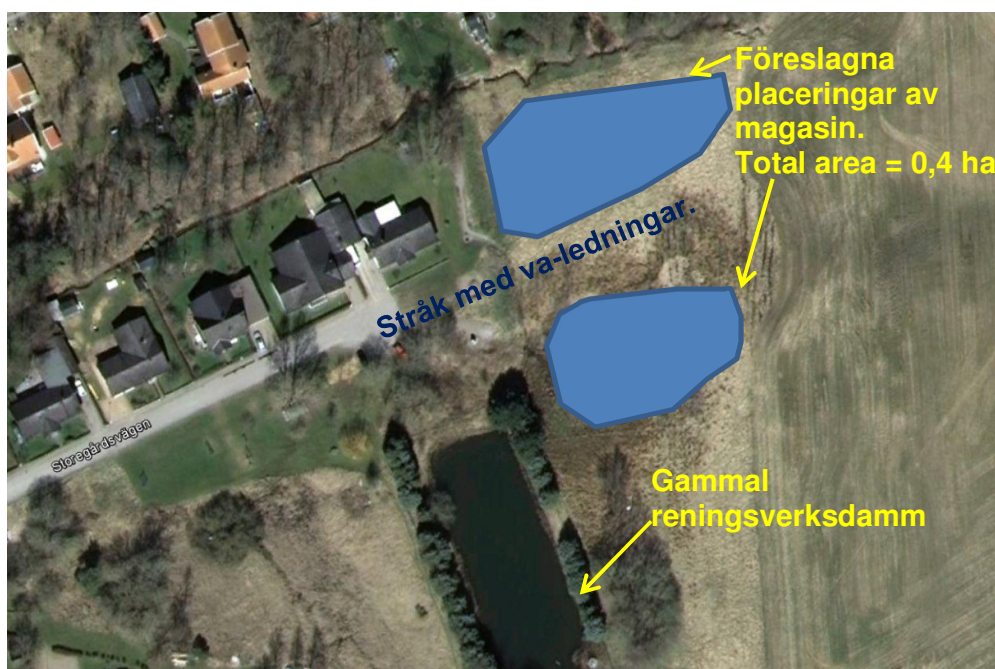


Bild 33. Placering av fördröjningsmagasin vid Storegårdsvägen.

På grund av korsande stråk med va-ledningar på platsen är det nödvändigt att dela upp magasinet i två delar om dimensionering för 30 års återkomsttid väljs.

Eventuellt är det möjligt att för fördröjningsändamål även utnyttja den damm som finns kvar efter en före detta reningsanläggning strax söder om Storegårdsvägen. Höjdförhållandena behöver dock utredas mer ingående. Troligen ligger nivån i denna för högt för att kunna ansluta åkerdräneringar och ytavrinning längst österut på Storegårdsvägen.

3.4.2 Kronoskogsvägen övre

Här finns ett område som drabbas av begränsad marköversvämning. Den befintliga 600 mm trumman föreslås ersättas med en 800 mm trumma. Emellertid är det trångt på

platsen och höjden begränsad, varför det kan vara ett alternativ att bredda bäcken här och placera ytterligare en 600-trumma bredvid den befintliga. Detta kan dock medföra hydrauliska problem då vattenhastigheten riskerar att bli för låg, med efterföljande sedimentation vid inloppen som följd. För att lösa detta kan man möjligen gå ner till en 500 mm trumma och istället lägga denna något högre än den befintliga 600 mm trumman. På så sätt kommer den att fungera som bräddavledning vid höga flöden, medan vattnet vid normala flödessituationer rinner genom 600-trumman.

Viktigt är också att bäckfåran genom skogen nedströms vägkorsningen rensas, så att vattnet inte bromsas utan fritt kan strömma ur trumman.

3.4.3 Kronoskogsvägen nedre

Nästa kritiska punkt är vid Neckaflostigen. Första strypningen uppstår vid korsningen av Kronoskogsvägen. Bäckens stryps här till en 500-kulvert. Här är det önskvärt att istället försöka öka dimensionen för att undvika översvämning av vägen. Förslaget är att lägga en 800-kulvert istället. Höjdförhållandena är sådana att detta bör gå att genomföra. Nedströms korsningen är fallet så stort att det ska kunna gå att sänka vattengången med de 30 cm som en 800 mm kulvert kräver. Om det visar sig svårt att klara detta i uppströmsändan föreslås en lösning liknande den vid korsningen med Kronoskogsvägens övre del där en 600-kulvert kompletteras med en något högre liggande 500-kulvert för att ta hand om större flöden.

Nedströms denna föreslås en insats på den längre sträcka som är kulverterad under den del av Neckaflostigen som utgörs av en återvändsgata. Här ligger idag en 600 mm kulvert, men denna föreslås grävas bort på så lång sträcka som möjligt och det ursprungliga diket återställas. Själva korsningen av vägen utförs med en 800 mm kulvert. Skälet till den ökade dimensionen är att detta är en mycket kritisk punkt längs bäcken. Marköversvämning på denna plats innebär att närliggande fastigheter omedelbart ställs under vatten. Även här är det möjligt att som ett alternativ till 800 mm kulverten istället komplettera den befintliga 600 mm kulverten med ytterligare en 600 mm kulvert. Här finns emellertid ingen marginal för att minska en av kulvertarna till mindre dimension.

Därefter finns tre stycken 600 mm trummor som utgör broar mellan Bäckens stugförening och parkeringsplatsen. Dessa har stor betydelse för uppdämningen vid Neckaflostigen och bör samtliga bytas ut mot renodlade broar över bäcken. Broarna bör höjdsättas på ett sådant sätt att god höjd över vattenytan i bäcken erhålls och risk för dämning minimeras.



Bild 34. Trumma som dämmer vid Bäckens stugområde.

Det är svårt att vid Neckaflostigen hitta någon annan lösning. Omgivande mark ligger lågt i förhållande till bäcken och en översvämning när snabbt stora områden. Att åstadkomma en effektiv invallning är inte heller lätt då avståndet mellan bäcken och stugorna är mycket litet.

Alternativet till att öka på kapaciteten i bäckfåran är att fördröja det vatten som kommer ned via bäcken. På grund av avrinningsområdets storlek blir volymen på dessa fördröjningsmagasin mycket stor, vilket kräver ytor större än de som finns tillgängliga.

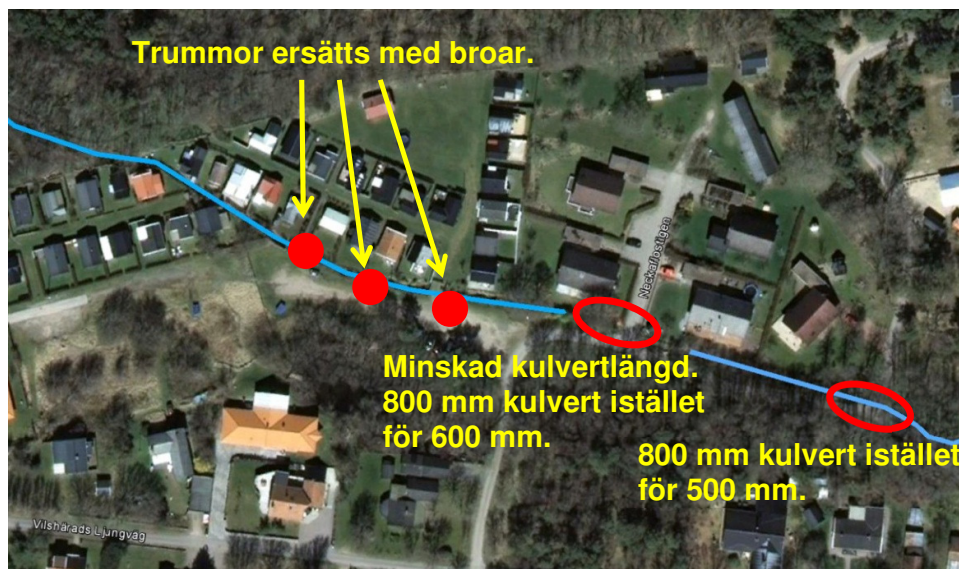


Bild 35. Föreslagna åtgärder i bäckfåran vid Neckaflostigen.

Om kapaciteten behöver ökas ytterligare i bäckfåran för att klara även en 30-årssituation är det nödvändigt att förändra själva sektionen. Bitvis är den mycket trång genom stugområdet och en breddning av sektionen har en positiv inverkan på den hydrauliska kapaciteten. Detta blir dock ett komplicerat projekt. Åtgärden kommer att betraktas som vattenverksamhet och troligen kräva miljödom för att kunna utföras. Därtill är det omöjligt att hitta utrymme för en breddning av bäcken utan att några av stugorna behöver flyttas permanent från sin nuvarande plats.

3.5 Ny ledning mot stranden

En ny ledning föreslås i Vilshäradsvägen och Skälviksvägen. Via denna är det möjligt att avlasta 31 ha av bebyggelsen från Killebäcken samt 72 ha av åker- och skogsmarken sydost om Vilshärad. Någon nyanslutning av åkerdräneringar till denna ledning bör inte bli aktuell. Befintliga anslutningar finns i form av dräneringar som övergår i dagvattenledningar längst in på Vintergatan och Vårgatan.

Öster om korsningen mellan Vilshärads Raketväg och Skjutfältsvägen föreslås ett fördröjningsmagasin placeras. Volymen på detta beräknas till 4 200 m³, vilket resulterar i ett utflöde av maximalt 150 l/s, med 10 års återkomsttid. Detta motsvarar en naturmarksavrinning av 1,5 l/s,ha. Magasinet kan utformas med vattenspegel i botten för att erhålla viss partikelavskiljning. Resterande ledning ner mot havet kan därefter göras med mindre dimension.

Utloppet föreslås ske norr om den badvik som ligger i Skälviksvägens förlängning. Det innebär att en längre ledningsläggning krävs, men också att den förhärskande nordgående strömmen längs kusten säkerställer att vattenkvaliteten i badviken förblir opåverkad av dagvattenutloppet. Till detta utlopp kan dagvattnet från Skälvik anslutas.

Ett alternativ är att följa de naturliga avledningsstråken som går i sydvästlig riktning. Emellertid löper dessa inne på skjutfältets område, vilket innebär att ledningar där kräver samarbete med Försvarsmakten, både för att förlägga ledningarna och för att kunna nå dem för underhåll. Denna ledningsdragning blir också längre.

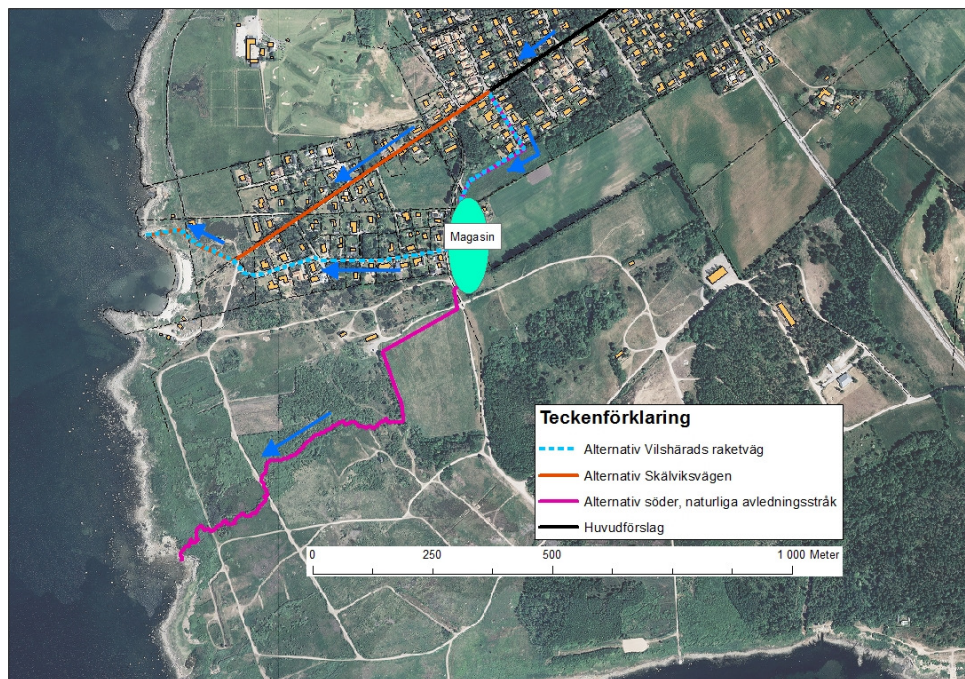


Bild 36. Alternativ för avledning vid Skälvik.

Kortaste sträckan att dra utloppsledningen är att följa Skälviksvägen. Detta alternativ gör det dock svårare att inrymma ett utjämningsmagasin då höjdförhållandena är mindre gynnsamma för detta längs sträckan. Det innebär att utloppsledningen behöver byggas med större dimension hela vägen samt att den reningseffekt som kan skapas i ett magasin uteblir.

Denna ledning kommer att möjliggöra en dagvattenutbyggnad av den befintliga bebyggelsen, liksom en utbyggnad av åkermarken sydost om Vilshärad. För de existerande fastigheterna finns inga juridiska möjligheter att begränsa flödet till den allmänna dagvattenanläggningen eftersom ABVA inte kan variera geografiskt inom kommunen. Eventuella flödesbegränsningar måste därför styras via en detaljplan. Den kommunaltekniska praxisen i Sverige är dock sådan att ändring av detaljplan i ett befintligt område inte används som ett instrument för att reglera va-förhållandet, även om inget hindrar detta. Att lita till god vilja hos enskilda fastighetsägare i hopp om att endast dräneringsvatten ska anslutas kan inte heller anses vara ett hållbart sätt att bygga ett framtidssäkrat va-system på.

Därför föreslås att avvattningen av den befintliga bebyggelsen som nyansluts till dagvattenledningen dimensioneras för full avledning av ett 10-årsregn. En dimensionering av ledningen för att klara även längre återkomsttider i den befintliga bebyggelsen gör att kostnaderna ökar kraftigt, eftersom man måste räkna med full anslutning från fastigheterna. Framtida områden söder om Vilshärad bör däremot förses med samma tuffa krav som områdena öster om samhället för att detta dagvatten ska kunna rymmas i ledningen.

Dimensioneringen av ledningen blir då:

Diameter 600 mm första halvan av sträckan i Vilshäradsvägen, därefter 1 000 mm resterande sträckan i Vilshäradsvägen och vidare i Skälviksvägen fram till Vilshärads Klapperstenväg. Därefter krävs en 1 200 mm ledning fram till sista sträckan före utloppet i magasinet. Detta kan utföras med en 1 000 mm ledning, beroende på det bättre fallet här. Det är också tekniskt möjligt att med hjälp av utjämningsmagasin längs sträckan minska ledningsdimensionen. Det förutsätter dock att lämplig mark finns tillgänglig.

Lämpliga platser som skulle kunna vara aktuella är grönområdet vid korsningen Höjers väg/Vilshäradsvägen, grönområdet vid korsningen Kungsvägen/Skälviksvägen, samt grönområdet vid Vilshärads Klapperstenväg. Generellt gäller dock att marken måste vara möjlig att få tillgång till från de privata markägare som idag äger den. Alternativ till fördröjningsmagasin kan istället vara slutna magasin under mark, vilka kan utformas som antingen rörmagasin av betong eller plast, eller som plastkassetter. Kostnaden för en sådan lösning blir dock avsevärt dyrare än om öppna fördröjningsmagasin kan anläggas.

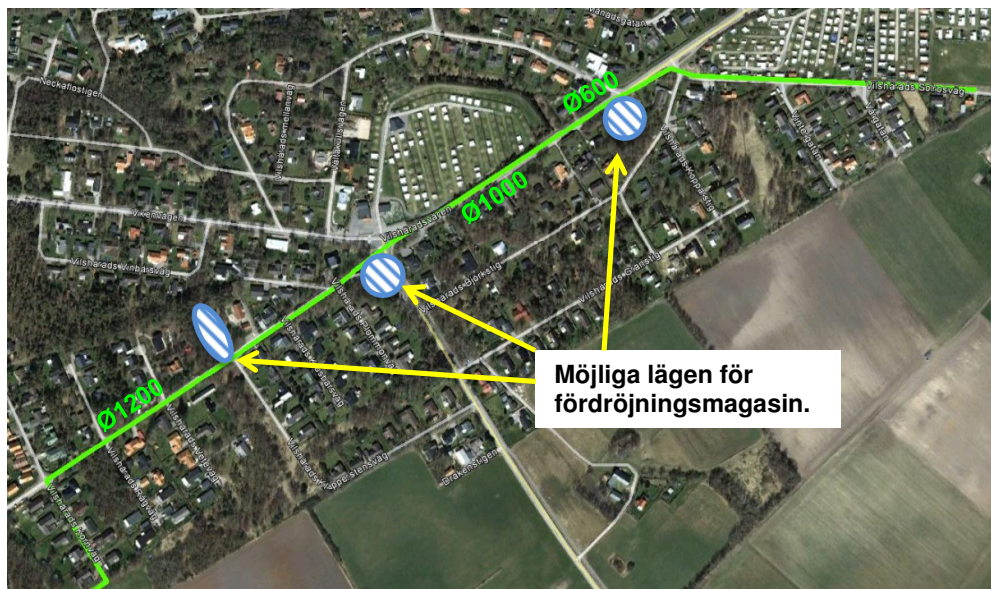


Bild 37. Utformning av avskärande dagvattenledning mot stranden.

En eventuell utökning av Vilshärad sydväst om Kungsvägen bör emellertid avvattnas via en separat dagvattenledning och inte ledas till den förslagna ledningen i Skälviksvägen. Däremot kan samma utloppspunkt med fördel användas, liksom samma slutbehandling av dagvattnet innan det släpps ut i havet.

För att nå denna avskärande ledning behöver nya dagvattenledningar byggas i de angränsande gatorna. De gator som ligger söder om ledningen kan samtliga anslutas men det är svårare att få med större områden norr om ledningen då marken sluttar mot Killebäcken. Vissa gator ligger på gränsen och kan anslutas beroende på hur djupt det är

önskvärt att förlägga den avskärande dagvattenledningen. Det finns även ett befintligt vatten- spillvattensystem att ta hänsyn till. Dels finns det korsningar som kan bli styrande och dels kan en förläggning av dagvattenledningar i angränsande gator innebära att fallet kommer att ligga tvärt emot fallet hos spillvattenledningarna. Exakt var gränsen går mellan de båda avrinningsområdena får därför fastslås i ett projekteringsskede då dessa faktorer får studeras och bedömas närmare.

3.6 Utbyggnad av dagvatten i Skälvik.

Skälvik byggs ut med ett traditionellt dagvattensystem. Detta ansluts till det föreslagna huvudalternativet med ledning i Vilshärads Raketväg och sedan vidare ut i den gemensamma utloppspunkten.

3.7 Utbyggnad av dagvatten mot Killebäcken i övriga Vilshärad

3.7.1 Östra delen

De fastigheter som ligger norr om Killebäckens sträckning förbi Storegårdsvägen föreslås avvattnas på det sätt som är naturligt idag, dvs. direkt till bäcken. På så sätt kan anläggandet av en ledning till dessa fastigheter undvikas. Övriga gator i Östra Vilshärad föreslås avvattnas via ett dagvattensystem enligt nedanstående karta.

Dagvattnet från området samlas upp via en avskärande ledning parallell med Killebäcken. Nedanför Vilshärads Fredagsstig anläggs ett fördröjningsmagasin med en volym av 400 m³ för fördröjning av ett 10-årsregn, vilket också kan fungera som våtmark i syfte att höja vattenkvaliteten innan utsläpp sker i bäcken. Om önskemål finns att fördröja ett 30-årsregn ökar volymen till 700 m³. Utsläppet från magasinet beräknas till 1,5 l/s, ha. Då det längs sträckan löper befintliga vatten- och spillvattenledningar kommer dessa att bli styrande för magasinets exakta utformning. Utrymmet längs med bäcken är dock tillräckligt för att den erforderliga volymen ska rymmas.



Bild 38. Föreslaget dagvattensystem i östra Vilshärad.

Det är möjligt att minska ledningssträckan genom att anlägga utlopp rakt ut i bäcken från de angränsande gatorna, men detta bidrar till att bäcken överbelastas nedströms. Därtill blir det mycket svårt att uppfylla utredningsförutsättningen att hänsyn ska tas till bland annat badvattenkvalitén.

3.7.2 Centrala delen

Dagvattensystemet blir här något mer splittrat. Det är på grund av topografin svårt att samla ihop vattnet på motsvarande sätt som i det östra området. Den befintliga punkt (punkt A i nedanstående karta) där dagens biflöde från de övre delarna av samhället ansluter, kommer att utnyttjas som utlopp för delar av dagvattnet. Därtill ansluts dagvatten från Kronoskogsvägen där denna korsar Killebäcken, samt från Höjers väg i lågpunkten där denna svänger. Det finns också möjlighet att ansluta fastigheterna i den östra delen av Kronoskogsvägen via en ledning direkt till bäcken.

Det är dock önskvärt att kunna fördröja dagvattnet även från detta område. Då det inte går att finna en gemensam punkt för detta kan ett system med rörmagasin användas. Då det handlar om begränsade ledningssträckor går det att hålla nere dimensionerna och därmed kostnaderna. Rörmagasinen kan utformas med ett rör av större dimension längst ner före utloppet i bäcken. Detta kan därefter strypas ned till önskvärd avbördningskapacitet.

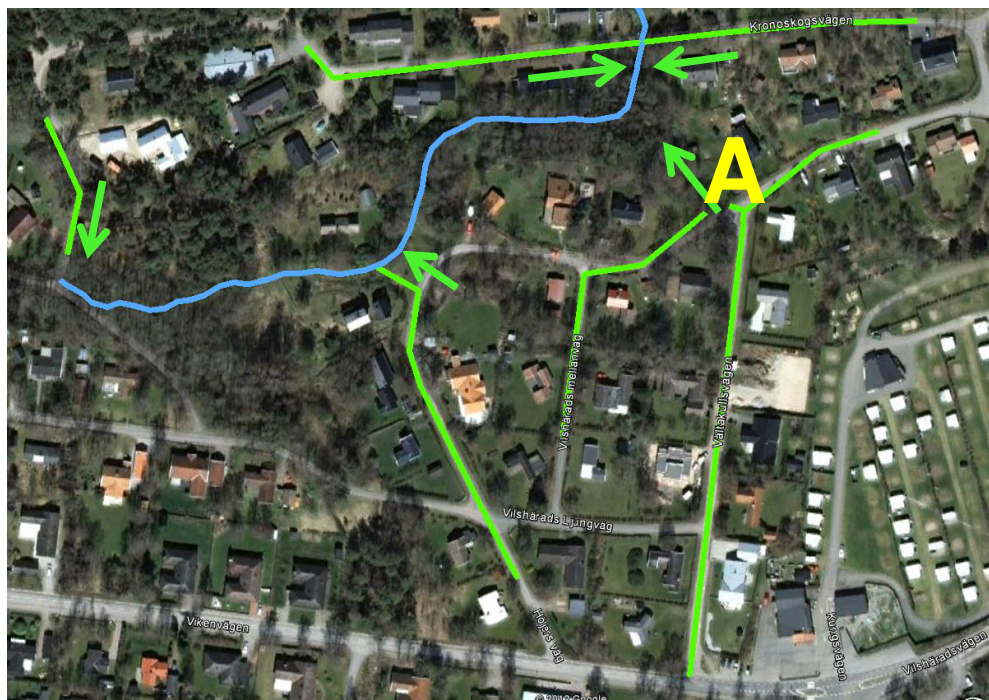


Bild 39. Dagvattensystem i centrala delen av Vilshäräd.

En betydande avlastning sker dock av biflödet i punkt A eftersom allt tidigare anslutet dagvatten från och med Vilshäradsvägen och söderut är bortkopplat från detta tillflöde.

3.7.3 Västra delen

Denna del får lösas på olika sätt. Viss osäkerhet råder rörande var gränsen går beträffande anslutningsmöjligheterna mot den avskärande ledningen i västlig riktning. Främst gäller detta Timotejvägen, där detaljprojekteringen får visa vilket avrinningsområde denna tillhör. Stora delar av vattnet kan dock ledas till ett fördröjningsmagasin vid Vilshärads Ljungväg. Då detta ligger högt i förhållande till bebyggelsen längs Neckaflostigen föreslås att magasinet av säkerhetsskäl dimensioneras för ett 30-årsregn. Med ett utflöde från magasinet av 50 l/s erhålls då en nödvändig magasinvolym av 1 100 m³. Utloppet från magasinet ska förläggas nedströms trumman under Neckaflostigen och så långt ner som möjligt längs bäcken.

För att få plats med denna volym på ett fungerande sätt kan det bli nödvändigt att ta mark på ömse sidor om Vilshärads Ljungväg i anspråk. Särskilt viktigt är det att ett betryggande avstånd finns mellan magasinet och slänten ner mot Neckaflostigen.



Bild 40. Dagvattensystem i västra Vilshärad.

En svår sträcka att anlägga dagvattenledning längs är Sandkroksvägen. Här kommer den föreslagna ledningssträckan att ha en fallriktning som är motriktad den hos spillvattenledningen. Det är dock nödvändigt att dra dagvattnet i riktning mot bäcken för att undvika ett utlopp direkt på badstranden.

En kritisk problempunkt i sammanhanget är där bäcken går in mellan stugorna. Här är det mycket trångt och sektionen är begränsande. Det hade därför varit mycket fördelaktigt om dagvattnet från hela västra Vilshärad hade kunnat ledas till en punkt nedströms stugområdena. Detta låter sig dock inte göras utan att några av stugorna flyttas.

Ett bättre alternativ är att dra en ledning från västra delen av Sandkroksvägen runt bebyggelsen, genom skogen ut i bäcken. Det är höjdmässigt möjligt att få fall längs sträckan, men då utloppsledningen löper genom naturreservatet krävs en omfattande diskussion med Länsstyrelsen. En dragning längs denna sträcka ger också en möjlighet

att anlägga en våtmark i anslutning till utloppet i bäcken, vilket skulle kunna ha positiva effekter på vattenkvalitén.



Bild 41. Alternativ till dagvattensystem för västra Vilshärad.

Om denna lösning går att förverkliga finns goda möjligheter att minska volymen på det övre fördröjningsmagasinet. Storleken på detta blir då en avvägning mellan dimensionering av nedströms ledningar samt storleken på den eventuella våtmarken före utloppet i bäcken. Bäcken här kan bedömas som mindre känslig ur ett översvämningssperspektiv, men med beaktande av kvalitetsaspekterna på dagvatten kan det finnas skäl att hålla nere utflödena.

3.8 Sammanfattning av ledningsutbyggnaden

Total längd anlagd dagvattenledning för att bygga ut hela Vilshärad med verksamhetsområde för dagvatten uppgår till ca 10 km. Större dagvattenledningar krävs längs Vilshäradsvägen och Skälviksvägen, i övrigt är det måttliga dimensioner som krävs för att klara dimensionering för ett 10-årsregn.

Med de föreslagna ledningssträckorna krävs tre stycken fördröjningsmagasin med en fördröjningsvolym på totalt 6 200 m³. Om alternativet att dra det västligaste ledningsstråket genom naturreservatet visar sig framkomligt tillkommer eventuellt ytterligare ett magasin, som i första hand får funktionen av renande våtmark.

3.9 Ekonomi

Kostnadsbedömningen för den föreslagna dagvattenutbyggnaden är svårt. En uppskattning baserad på tidigare motsvarande projekt indikerar att ledningsutbyggnad kan göras för 3 000-6 000 kr/m inklusive återställning. Ledningssträckor i Vilshärad som är kostsamma är främst Vilshäradsvägen och Skälviksvägen på grund av de stora dimensionerna. I övrigt kommer aktuella hydrologiska förhållanden vara en faktor av stor betydelse för projektet. Om ledningsbygge sker efter en period med hög grundvattenbildning kommer åtgärder för grundvattensänkning att krävas, vilket minskar framdriften och verkar kostnadsdrivande.

En sammanställning över de uppskattade kostnaderna uppgår till:

Dagvattenledningar:	30-40 Mkr
Fördröjningsmagasin:	3-4 Mkr
Åtgärder i bäckfåran:	0,3-0,5 Mkr

Totalt: 35-45 Mkr

I Vilshärad finns 456 fastigheter som idag ligger utanför verksamhetsområdet för dagvatten. Fordelat över dessa hamnar kostnaden per fastighet i intervallet: **75 000-100 000 kr.**

3.10 Ytterligare lösningsalternativ

3.10.1 Avledning mot Gullbrandstorp och Skintan

Genom att anlägga en ledning från området öster om Vilshärad är det möjligt att avleda 44 ha mot den bäck som går från Gullbrandstorp till Skintan. Av dessa är 22 ha åkermark och 22 ha skogsmark på Onsjöberget. Diket mot Skintan är oregerat och ingår inte i något dikningsföretag. För att en sådan åtgärd ska vara möjlig att genomföra krävs att samråd hålls med berörda markägare och eventuellt att åtgärder utförs för att öka på bäckens kapacitet och säkra upp eventuellt översvämningskänsliga sträckor.

Att anlägga en sådan ledning under rådande markanvändning kan inte anses vara en uppgift för va-huvudmannen. Enda tillfället då en sådan ledning kan bli aktuell för vakkollektivet att engagera sig i är i samband med en eventuell exploatering på platsen. Viktigt är då att en sådan ledning anläggs så att den klarar att avleda så stora områden som möjligt mot Gullbrandstorpsdiket. Även kvarvarande åkerdräneringar som ligger uppströms ledningen bör anslutas till denna i händelse av att endast en begränsad del exploateras.

Den juridiska situation som uppkommer är då komplicerad. För att uppfylla Vattentjänstlagens krav på avgiftsuttag för att täcka nödvändiga kostnader och att dessa fördelas i enlighet med vad som är skäligt och rättvist bör en avgift uttas för att täcka kostnaderna för avledning av vattnet från åkerdräneringarna. Rimligen kan det dock förväntas finnas ett stort motstånd från fastighetsägarna av åkermarken mot att betala för en tjänst man inte har beställt och som fungerat oklanderligt för dem under hittillsvarande förhållanden. Det är också tveksamt hur ett uttag av avgift skulle kunna motiveras för fastigheter som

ligger utanför verksamhetsområdet för dagvatten. Vattentjänstlagen och va-taxan gäller inte för dessa fastigheter utan avtal måste träffas civilrättsligt med respektive fastighetsägare, vilket alltså kan bli svårt.

För att en avledning mot diket överhuvudtaget ska vara möjlig krävs att allt tillkommande dagvatten fördröjs innan det avleds. I detaljplanerna ska det framgå att endast dräneringsanslutningar är tillåtna, medan dagvatten från hårdgjorda ytor som tak och vägar ska infiltreras, alternativt fördröjas, vid källan innan det leds vidare. En målsättning här bör vara att nedbringa flödet i ledningen så att denna klarar ett dimensionerande 30-årsregn. På grund av den speciella situationen att man med denna ledning leder dagvattnet en annan väg än ytavrinningen krävs att även större flöden än det som motsvarar dagens dimensionerande 10-årsregn kan rymmas i ledningen. Naturligtvis måste höjdsättningen i de nya områdena säkerställa att all dimensionerad ytavrinning kan ledas till ledningen. I annat fall kommer överskottsvattnet vid en kraftigare regnhändelse att precis som tidigare söka sig ner mot Killebäcken.

Till viss del kommer det också att bli nödvändigt att fördröja vattnet från Vilshärad innan det når diket. Detta bör göras med ett separat fördröjningsmagasin placerat strax före diket. Utflödet från detta bör motsvara naturmarksavrinning 1,5 l/s, ha och föreslås dimensioneras för ett 10-årsregn, förutsatt att studier av diket visar att detta är mindre känsligt för översvämning än Killebäcken.

Eventuellt kan även en översyn göras av funktionen hos den damm som finns vid utloppet till Gullbrandstorp. Idag fungerar dammen som bevattningsdamm med ett vanligt rektangulärt överfall vid utloppet. Möjlighet finns att eventuellt strypa utloppet något så att en dämning erhålls vid stora flöden från Gullbrandstorp. Detta förutsätter dock att den normala utloppsnyvån sänks ytterligare något jämfört med idag, då dagvattensystemet i Gullbrandstorp är känsligt för dämning. Om en begränsning av flödet från Gullbrandstorp genomförs, kan detta till viss del kompensera för det ökade flödet som blir resultatet av den föreslagna ledningen från Vilshärad.

3.10.2 Utökning av Killebäckens sektion

Hur stor påverkan har Killebäckens sektion på avbördningskapaciteten? De genomförda beräkningarna och modelleringarna i kapitel 4 visar att sektionen generellt sett är tillräckligt väl tilltagen för att klara av de flöden som kommer vid kraftig nederbörd. Det är mycket tydligt att det är de kulverterade delar av bäcken som begränsar flödet mest. Det är också där som översvämningarna uppstår. De delar där sektionen upplevs som begränsande, exempelvis Storegårdsvägen och sträckan genom stugområdet vid Neckaflostigen, kan hanteras med de föreslagna åtgärderna för fördröjning och omledning av dagvatten från Vilshärad.

4 Modellering av Killebäcken

En hydraulisk modell har upprättats för Killebäcken i Mike 11, ett program för modellering av öppna vattendrag. Modellsimuleringar har gjorts av bäcken i befintligt tillstånd samt

efter de åtgärder som föreslagits i denna rapport. Som grund för modelleringen ligger den indelning i avrinningsområden som gjorts i denna utredning samt den inmätning av bäckfåran som utfördes år 2007.

Inmätningen av bäckfåran gjordes före den rensning som utfördes av teknik- och fritidsförvaltningen. Det innebär att kapaciteten i dagens bäckfåra kan förväntas ha något bättre kapacitet än då den mättes in, även om fåran visar tydliga tecken på att med tiden vilja återgå till de förhållanden som rådde före rensningen.

Med hjälp av inmätningen och avrinningsdatan från laserskanningen har en modell byggts upp bestående av 56 tvärsektioner och de 11 kulvertar som Killebäcken passerar genom på sin väg mot havet. En enkel kalibrering av nivåerna har kunnat göras mot foton tagna vid översvämningstillfället 21 augusti 2006.

En utförlig modelleringsrapport återfinns i Bilaga 1. Resultaten från denna redovisas översiktligt i detta avsnitt.

4.1 Befintligt tillstånd

Modellering av den befintliga bäckfåran och de nuvarande kulvertarna visar att redan vid ett 10-årsregn överskrids kulvertarnas kapacitet och överströmning av dessa inträffar i den nedre delen av bäckfåran. Vid ett 30-årsregn stiger nivån med ytterligare 10 cm.

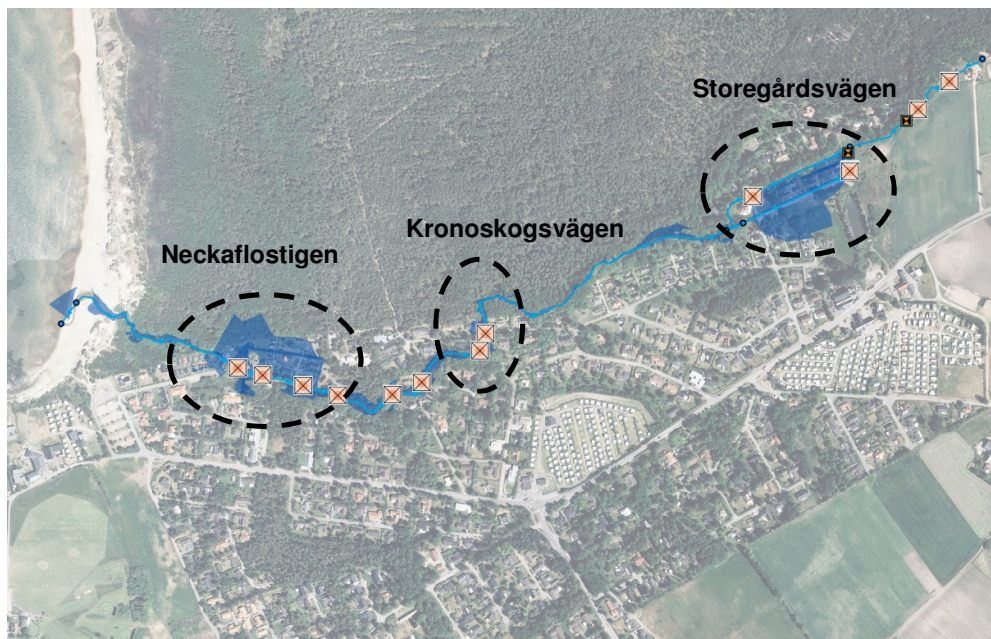


Bild 42. Översvämningens utbredning vid 30-årsregn enligt modellering.

Modelleringen visar att områdena vid Storegårdsvägen och Neckaflostigen är särskilt drabbade, vilket stämmer väl överens med de upplevda översvämningssituationerna. Värt

att notera är också att översvämningen vid Storegårdsvägen uppstår oavsett den tidigare fördämningen vid Veckogatan.

4.2 Modellering av genomförda åtgärder

I denna modellering studeras den sammanlagda effekten av följande åtgärder:

- Anläggande av fördröjningsmagasin uppströms Storegårdsvägen.
- Borttagning av fördämning uppströms Storegårdsvägen för bättre fördelning av flödet.
- Fördröjningsmagasin för dagvattnet från östra Vilshärad.
- Fördröjningsmagasin för dagvattnet från västra Vilshärad.
- Avledning av vattnet från sydvästra Vilshärad västerut mot Skälvik.
- Uppdimensionering av kulvertar till 800 mm diameter.

Modelleringen visar att med dessa åtgärder försvinner översvämningarna helt vid Storegårdsvägen. Längre ner i bäckfåran minskar utbredningen rejält, även om viss översvämning fortfarande uppstår.

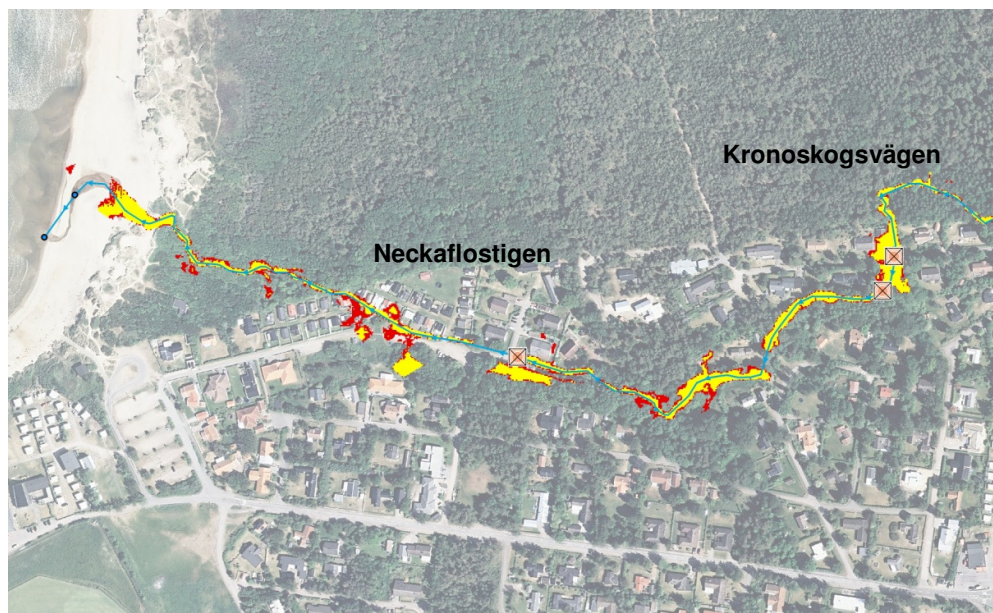


Bild 43. Översvämning efter åtgärder vid 10-års- (gult) respektive 30-årsregen (rött).

Vid Kronoskogsvägen sker fortfarande en översvämning, men vattennivån är lägre än tidigare. Vid Neckaflostigen sker översvämning endast vid stugorna då ett 30-årsregen ska avledas. 10-årsregnet ryms här i bäckfåran efter de vidtagna åtgärderna.

Totalt sett innebär de genomförda åtgärderna att vattennivån i bäcken är 25-40 cm lägre vid 10-årsregnet och 30-45 cm lägre vid 30-årsregnet, beroende på vilken sektion som studeras.

5 Resultat och diskussion

För att bygga ut ett fungerande och rimligt säkert dagvattensystem i Vilshärad krävs en kombination av olika åtgärder. De föreslagna nya avledningsvägarna, dels mot havet via Skälvik och dels mot de nedre delarna av Killebäcken runt Sandkroksvägen, innebär att storleken på det kvarvarande avrinningsområdet till de översvämningsdrabbade delarna av Killebäcken kan reduceras väsentligt. I synnerhet avledningen mot väster och Skälvik är viktig. Den föreslagna sträckan går genom de bebyggda delarna av samhället och således inom ett möjligt verksamhetsområde för dagvatten. Om ett verksamhetsområde inrättas blir det naturligt att Halmstads kommun i egenskap av va-huvudman anlägger ledningen.

Det magasin med en volym av 800 m³ som föreslås uppströms Storegårdsvägen har till uppgift att ta hand om inkommande vatten i form av åkerdräneringar och ytavrinning. Detta magasin hamnar helt utanför det tänkta verksamhetsområdet för dagvatten och kommer endast att fyllas av vatten som idag inte kommer från någon dagvattenabonnent. De genomförda beräkningarna visar dock att tillkomsten av detta magasin är mycket viktigt för att begränsa flödena nedströms.

I aktuell översiktsplan ÖP2000 är området omedelbart österut utpekad som tänkbar område för bostäder. Om en exploatering ska bli aktuell krävs att i detaljplaneskedet stor respekt visas för placeringen i den sluttning ner mot Storegårdsvägen, som genom åren ofta överströmmats av ytavrinnande vatten. Det är därför rimligt att tänka sig att en exploatering av detta område ska belastas även med kostnaden för att utforma magasinet så att allt vatten uppströms som passerar exploateringsområdet kan fördröjas innan det leds vidare in i det som är dagens dagvattensystem i Storegårdsvägen.

Det kvarstår dock en belastning på Killebäcken som överstiger den hydrauliska kapaciteten i bäckfåran. Särskilt drabbat är området vid Neckaflostigen. Fördröjning av flödet i själva bäcken är mycket svår att åstadkomma med tillgängliga ytor. Därför är nästa steg att öka bäckens avbördningskapacitet. Detta kan i första skedet göras genom att dimensionera upp trummor vid korsning av vägar samt ersätta några trummor med gångbroar, främst i stugområdet. De genomförda modelleringarna visar att detta är ett mycket kraftfullt verktyg för att nå en ökad kapacitet i Killebäcken.

Om ett dagvattensystem byggs ut i Vilshärad kommer dock den snabba avrinningen från hårdgjorda ytor att kunna öka. Samtidigt innebär det en möjlighet att kanalisera och kontrollera tillflödet till Killebäcken. För att klara av tillskottet av dagvatten krävs det att detta fördröjs i två punkter. Nedanför Vilshärad Fredagsstig föreslås ett utjämningsmagasin på 400 m³. Detta är dimensionerat för att vid ett 10-årsregn endast släppa ut ett flöde motsvarande naturmarksavrinning av 1,5 l/s/ha, vilket är ett flöde med ungefär två års återkomsttid. Detta är en avsevärd reduktion jämfört med dagens situation.

De genomförda modellstudierna visar på ett intressant resultat. Det är inte möjligt att genom fördröjning av det tillkommande vattnet uppströms Storegårdsvägen minska översvämningarna helt och hållet vid Neckaflostigen. Istället krävs att någon form av fördröjning av vattnet från centrala Vilshärad skapas. Till viss del kopplas vatten bort via den nya avskärande ledning som läggs längs Vilshäradsvägen och Skälviksvägen, men även de kvarvarande ytorna behöver fördröjas. Det är emellertid svårt att hitta bra placeringar i terrängen för större utjämningsmagasin. Istället föreslås att en lösning med fler, men mindre magasin anläggs i de gator som avvattnas till bäcken. Detta måste emellertid utformas i samband med projektering av dagvattenledningarnas exakta sträckning.

Vid Vilshärads Ljungväg anläggs ytterligare ett magasin för det angränsande dagvattenledningsnätet. På grund av placeringen ovanför den översvämningssärliga bebyggelsen vid Neckaflostigen finns det anledning att dimensionera detta för en längre återkomsttid. Därför föreslås att återkomsttiden 30 år används för detta magasin. På grund av magasinets placering långt ner längs bäckfåran kan man dock tillåta sig en något högre avtappning ur magasinet. På så sätt kan vattnet från detta område rinna undan innan vattnet från de mer uppströms belägna områdena börjar fylla på.

Ett valt utflöde av 50 l/s ger då möjlighet för en magasinierande volym av 1 100 m³ att fördröja ett 30-årsregn. Om detta vatten dessutom kan ledas västerut via Sandkroksvägen och ut i bäcken via Haverdals naturreservat nedströms bebyggelsen, innebär det dessutom att ytterligare avlastning kan ske av sträckan genom stugområdena. Detta är ett mycket tilltalande alternativ, men som tyvärr innebär att samhällets avvattningsbehov kan hamna i konflikt med naturreservatsintressena. Här krävs emellertid en omfattande dialog med Länsstyrelsen, både i egenskap av tillsynsmyndighet för vattenverksamhet och i egenskap av reservatsförvaltare.

Sweco Environment
Vattensystem



Mattias Salomonsson



Andreas Karlsson



Jonas Persson



Elisabet Sterner

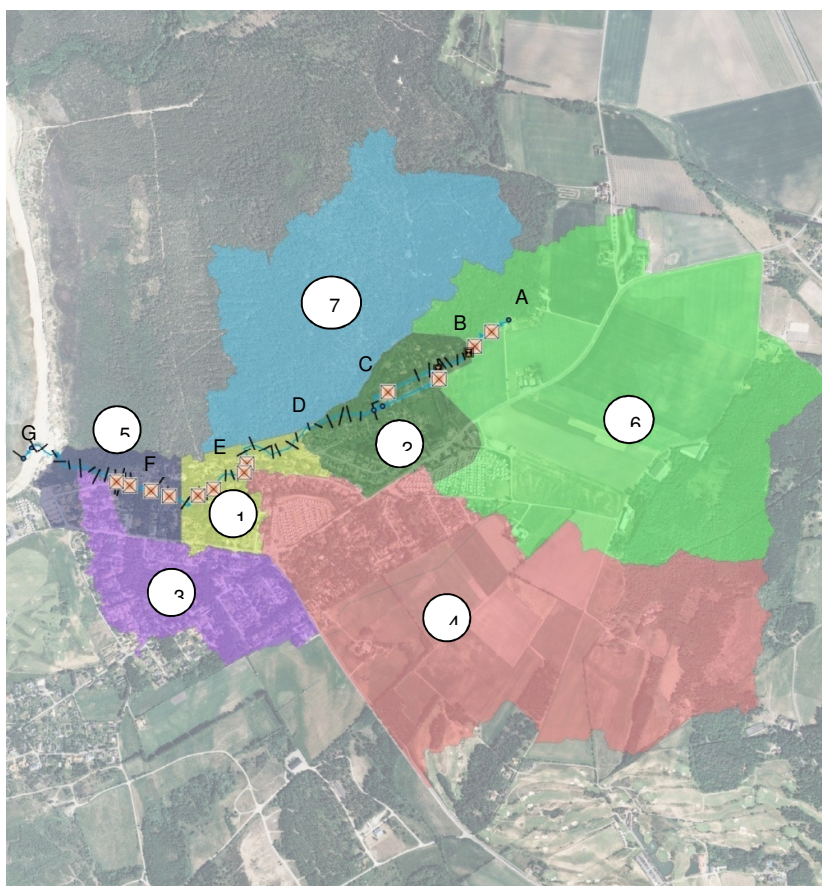
Bilaga 1. Hydraulisk modellering av Killebäcken

En hydraulisk modell har upprättats för Killebäcken i Mike 11, ett program för modellering av öppna vattendrag.

Med modellen simuleras bäcken i befintligt tillstånd samt efter åtgärder under varsitt avsnitt.

Befintligt tillstånd

Killebäcken mättes in under 2007. Med dessa inmätningar och diverse bakgrundskartor har modellens sträckning med sektioner och kulvertar upprättats. I figuren nedan visas en översikt av modellen.



Figur 1 Hydrologisk och hydraulisk modell av Killebäcken

Modellen består av Killebäcken från dammen till utloppet i havet samt en bifåra, som representerar dagvattenkulverten och vägytan på Storegårdvägen. Killebäckens fåra beskrivs av 56 sektioner, som ritas ut med svarta streck i bilden, samt 11 kulvertar som

ritas ut med fyrkanter. Bifåran beskrivs med 4 sektioner, 1 överfall och 2 kulvertar. Vid inmätningen var sedimentdjupet i kulvertarna mellan 0 och 30 % av höjden.

Alla kulvertar kan överströmmas om vattennivån stiger över omgivande mark. Markeringarna A-G skrivs ut längs sträckan för att relatera position i plan till kommande profildiagram.

Sektionerna utgår från inmätningarna men har kompletterats med data från den nationella höjdmodellen. Både inmätningarna och höjdmodellen har hög noggrannhet (cirka +/- 10 cm).

Ett stort antal foton har tagits längs Killebäcken. Med dessa foton som underlag har råheten i vattendraget bedömts variera mellan Mannings tal (M)15 och 20. Generellt bedöms råheten i vattendraget vara högre genom skogspartierna och lägre nära bebyggelse.

Råheten bedöms också vara högre vid sidan av vattendraget. Mannings tal är hälften så högt bredvid bäckens ordinarie sektion.

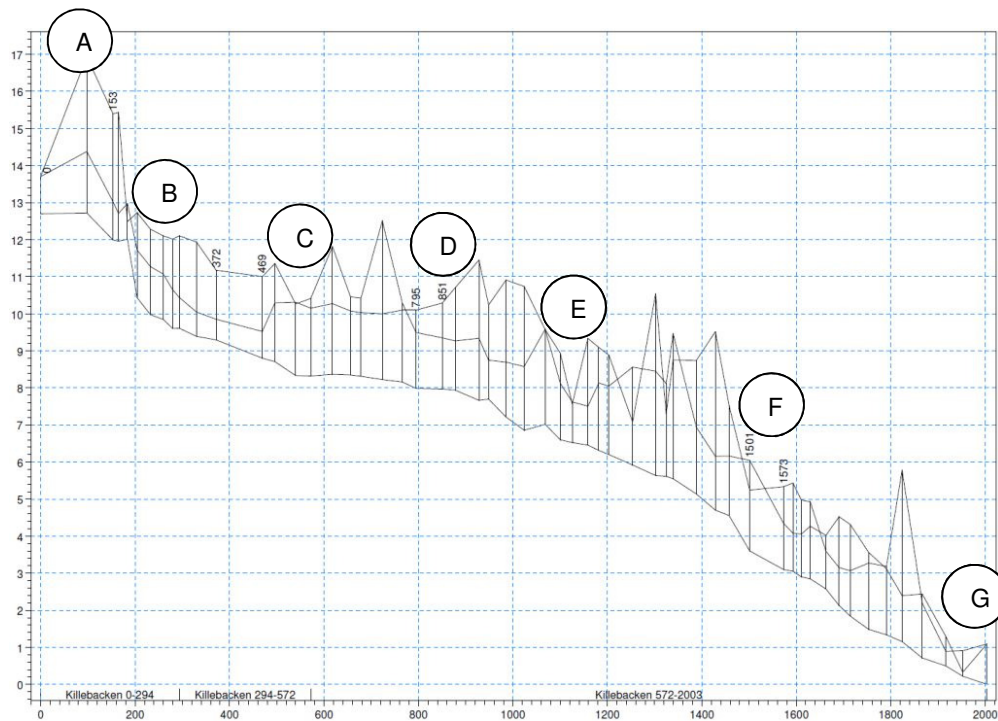
De färgade ytorna i Figur 1 visar från delavrinningsområdena som rinner till bäcken.

Ytavrinningen från respektive delavrinningsområdena styrs av storlek, koncentrationstid samt avrinningskoefficient. Avrinningskoefficienterna ansätts på erfarenhetsbasis. Koncentrationstiden beräknas från områdets form och antagandet att rinnhastigheten är 0,1 m/s för alla områden förutom påtagligt sluttande område 6, där rinnhastigheten bedöms vara 0,3 m/s. I tabellen nedan ges områdenas egenskaper.

Tabell 1 Avrinningsområden som belastar Killebäcken samt hydrologiska egenskaper

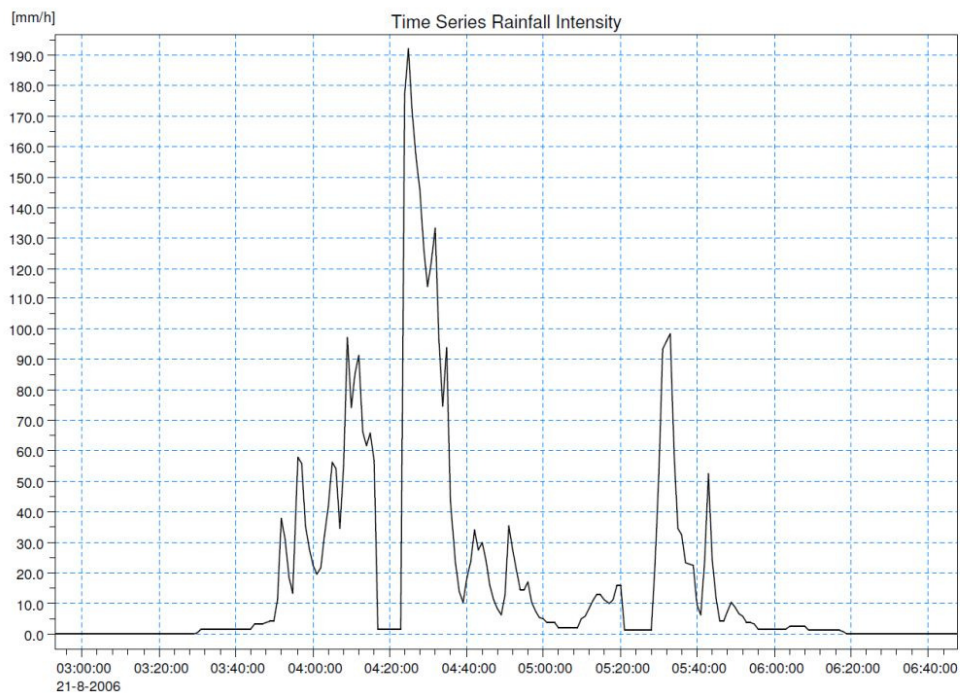
Delavrinningsområde	Storlek (ha)	Avrinningskoefficient (%)	Koncentrationstid (min)
1	10	50	50
2	18	50	60
3	22	50	150
4	97	20	300
5	10	50	30
6	98	15	80
7	53	5	180

I figur 2 visas bäckens profil med markeringar.



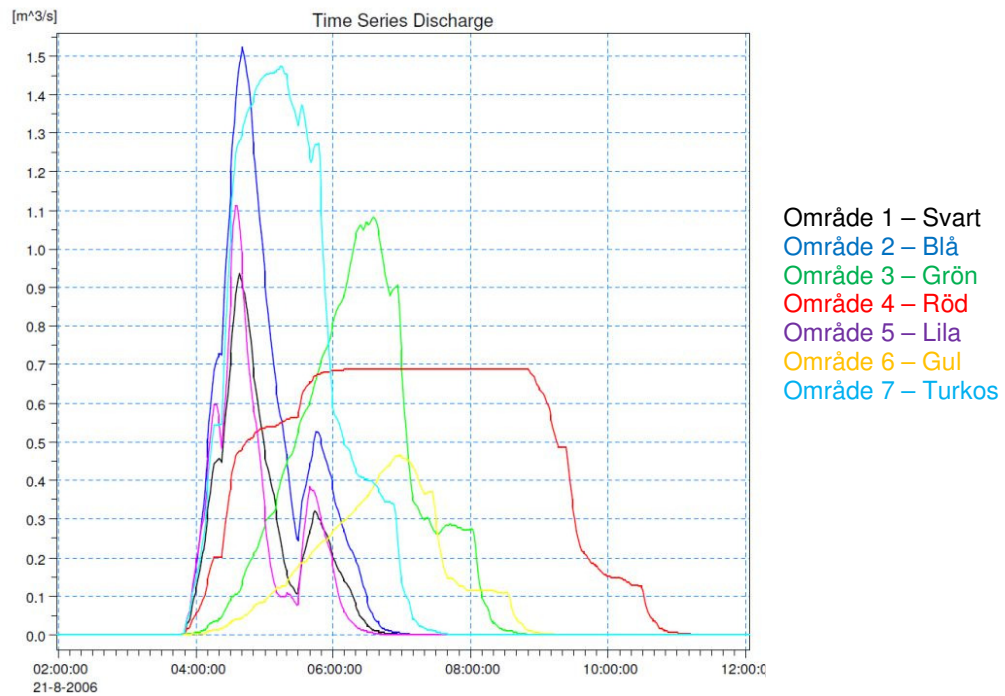
Figur 2 Killebäckens profil från dammen (A) i öster till utloppet i havet (G)

Inga flödes- eller vattennivådata har funnits tillgängliga för att kalibrera modellen. Fotodokumentation från översvämningen 21 augusti 2008 och regndata som orsakade den finns dock. Dokumentationen används för att kontrollera avrinningsområdenas parametrar genom att belasta modellen med det uppmätta regnet, som visas nedan.



Figur 3 Uppmätt regn från 21 augusti 2006

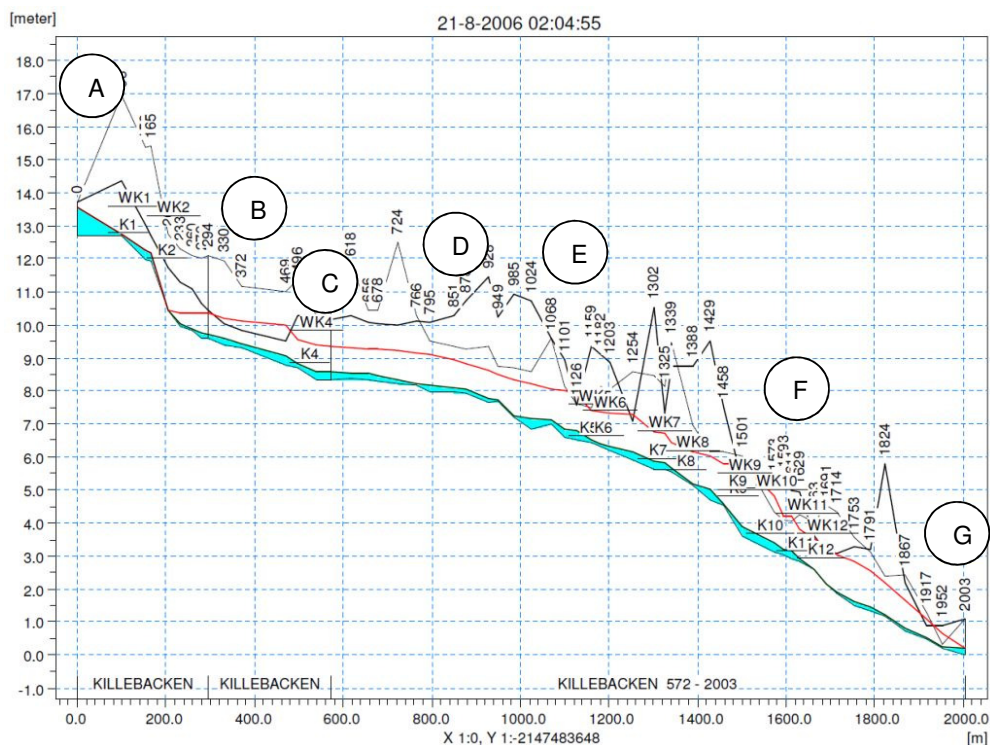
I figur 4 nedan visas avrinningen till Killebäcken från respektive område.



Figur 4 Tillrinning från område 1-7 vid simulering av regnet 21 augusti 2006

Områdenas varierande koncentrationstid syns tydligt i bilden.

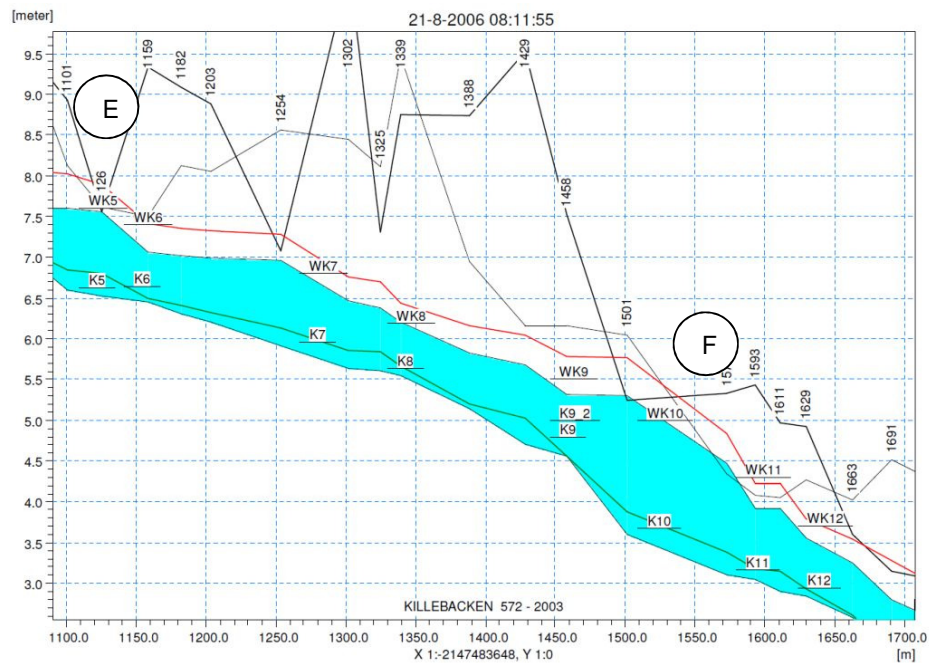
Flödet ovan rinner till modellen av Killebäcken och ger en vattennivåprofil som visas i figuren nedan.



Figur 5 Vattennivå i Killebäcken vid simulering av regnet 21 augusti 2006

Den röda linjen visar högsta vattennivån under simuleringen. Kulvertarnas benämns K1-K12 och deras vattengång ritas ut i profilen. Nivån på vägkanten ovanför kulverten ritas också ut med benämningen WK1-WK12. Den kraftiga och tunnare svarta linjerna visar tvärsektionernas högsta punkt på högra samt vänster sida av Killebäcken.

Profilen visar att flödet översteg samtliga kulvertars kapacitet och att vattnet rann över vägarna. I figuren nedan visas en profilen kring markering E och F.



Figur 6 Vattennivå längs Neckaflostigen cirka kl 8 (blått fält) vid regnet 21 augusti 2006. Den röda linjen visar högsta nivån under perioden

Vid markering F är nivån cirka 20 cm över vägen som går över kulvert K10 vid kl 8. Fotot nedan är taget vid samma plats och tillfälle.

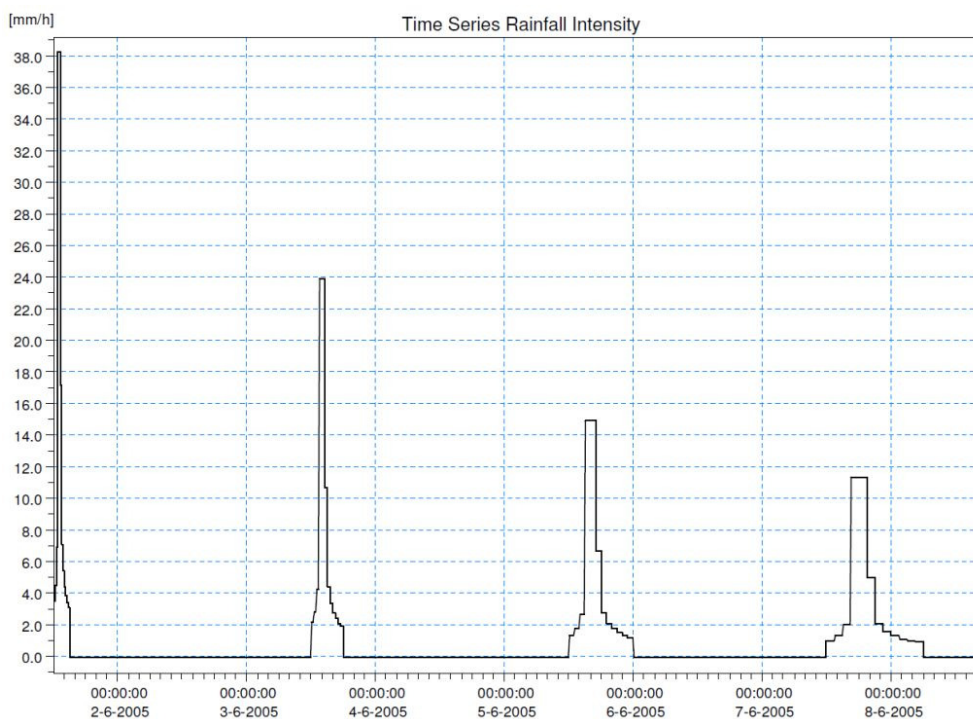


Figur 7 Foto (taget norrut) av översvämning på Neckaflostigen

Vattendjupet i bilden är cirka 20 cm.

Trots att mängden observationer inte räcker för att kalibrera modellen med avseende på tillrinning eller ytråhet, visar överensstämmelsen ovan att gjorda antaganden ger ett rimligt resultat.

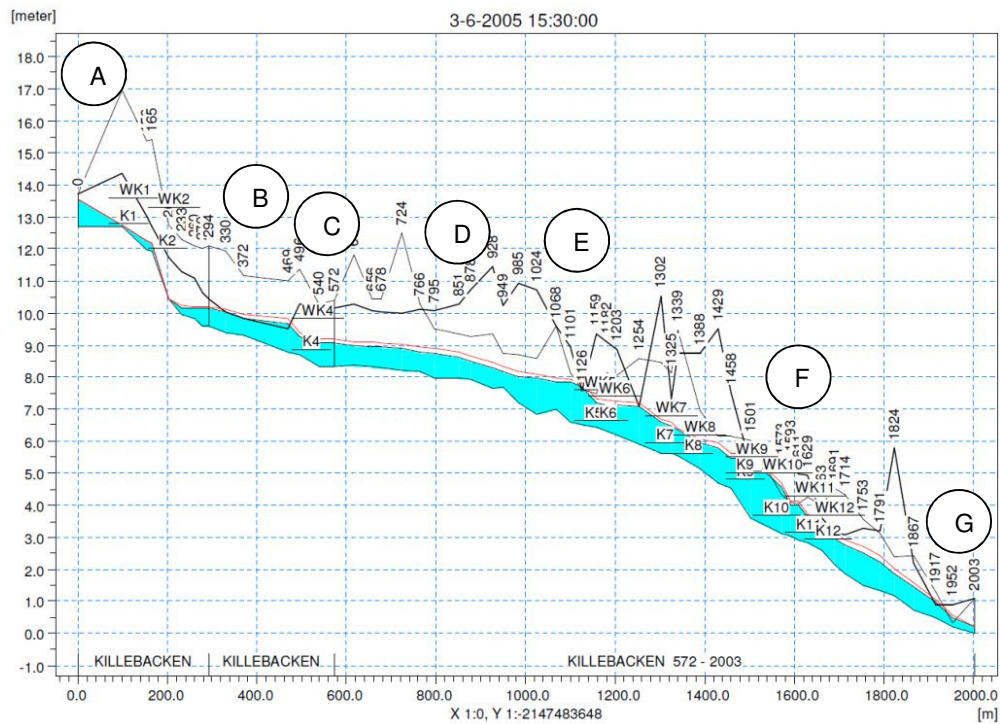
Modellen belastas med typregn (CDS) med 10 och 30 års återkomsttid. Båda återkomsttiden representeras av fyra regn med olika varaktighet. Regnets högsta intensitet pågår under 30 min, 1, 2 eller 3 timmar lång period, se 10-årsregn i figuren nedan.



Figur 8 Fyra CDS-regn med 10-års återkomsttid och olika varaktighet

30-årsregnen har samma varaktighet som 10-årsregnet men intensiteten är cirka 50 % högre.

I figuren nedan visas högsta vattennivån vid 10-, och 30-årsregnet.

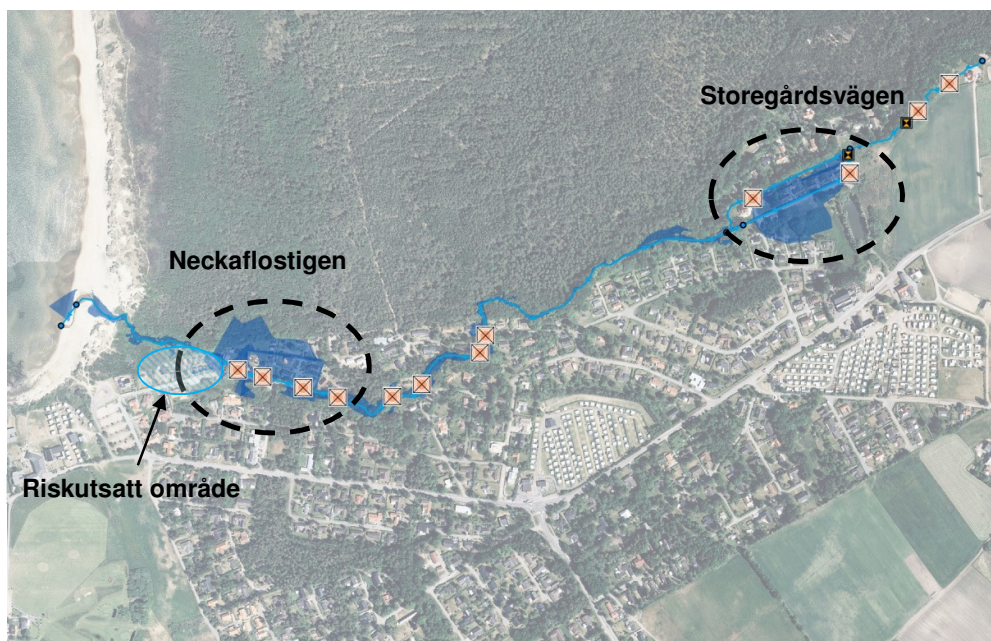


Figur 9 Vattennivå i Killebacken vid simulering av 10- och 30-årsregn

Nivåprofilen vid 10-årsregnet är ifylld med blå färg, nivå vid 30-årsregnet ritas med röd linje.

Redan vid 10-årsregnet tillrinningen så hög att kulvertarnas kapacitet överstigs och vattennivån i nedre delen av systemet (K5-K12) så hög att kulvertarna översvämmas. Vid 30-årsregnet stiger vattennivån ytterligare 10 cm.

I figuren nedan visas översvämningsutbredningen vid 30-årsregnet.



Figur 10 Översvämningsutbredning (blått fält) längs Killebäcken vid 30-årsregn

Killebäcken översvämmar sina bräddar längs stora delar av sträckan ut mot havet. Utbredningen blir dock extra stor kring Storegårdsvägen och Neckaflostigen.

Storegårdsvägen belastas av ett stort område (område 6 i Tabell 1) i förhållande till vattendragets kapacitet, som begränsas markant av fördämningen i diket till dagvattenkylverten. Eftersom området är relativt platt översvämmas stor yta.

Längre nedströms har stora, hårdgjorda ytor anslutit till bäcken. Det snabbt tillrinnande vattnet överbelastar kylvertarna och orsakar stor översvämningsutbredning i området kring Neckaflostigen.

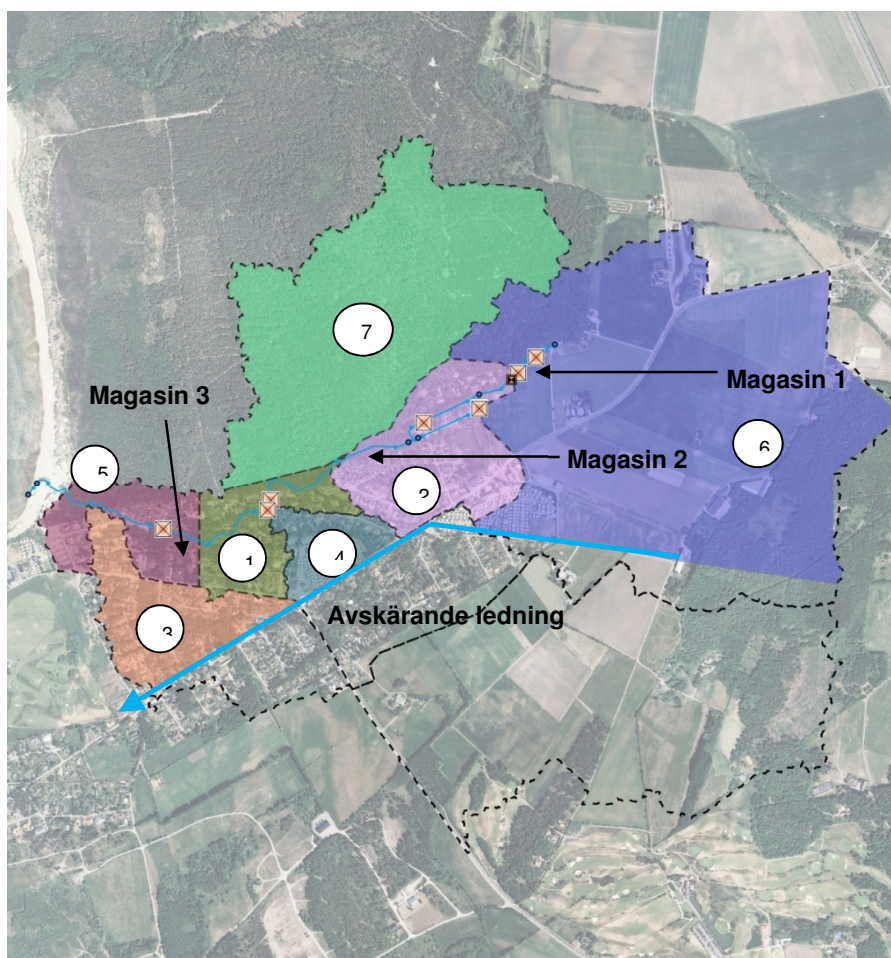
Tomterna väster om Neckaflostigen är riskutsatta trots att det inte blåmarkeras i Figur 10. Detta beror på att höjdmodellen inte tar hänsyn till mindre, upphöjda strukturer som har stor påverkan i detta område.

Åtgärdsalternativ – Ökad kapacitet och dagvattenmagasin

Modellering av befintlig situation visar att kulvertarna inte är dimensionerat för att avleda vattnet från ett 10-årsregn, än mindre ett 30-årsregn. Vid ett 30-årsregn, i befintlig situation, är maxflödet ca 2.5 m³/s vid Neckaflostigen. Enligt P90¹ krävs trumdiameter mellan 1400 mm och 2000 mm för avledning utan dämning. Trummor av den storleken kan inte nyttjas eftersom bäcken är för liten.

Omständigheterna kräver istället en kombination av ökas kapacitet och minskad belastning genom avlastande ledningar och fördröjning. Åtgärderna förutsätter utbyggt dagvatten vilket minskar koncentrationstiden i bebyggda områden.

I figuren nedan visas en översikt av bäcken och föreslagna åtgärder.



Figur 11 Översikt av föreslagna åtgärder i Vilshärads

¹ Svenskt Vatten, Publikation P90 – Dimensionering av allmänna avloppsledningar, 2004

Vattendraget kapacitet ökas med ett antal åtgärder:

- Fördämningen som begränsar flödet till dagvattenkylverten under Storegårdsvägen tas bort
- De två kylvertarna vid Kronoskogsvägen med dimension 600 mm byts ut mot 800 mm
- Fem av de sex kylvertarna som korsar bäcken nedströms Kronoskogsvägen byggs om så de inte begränsar kapaciteten
- Den återstående, 50 m långa kylverten längs Neckaflostigen med diameter 600 mm byts mot en 15 m lång 800 mm kylvert

De färgade områdena i Figur 11 belastar fortfarande Killebäcken efter utbyggt dagvatten i Vilshärad och kan jämföras med de streckade som belastar i befintlig situation.

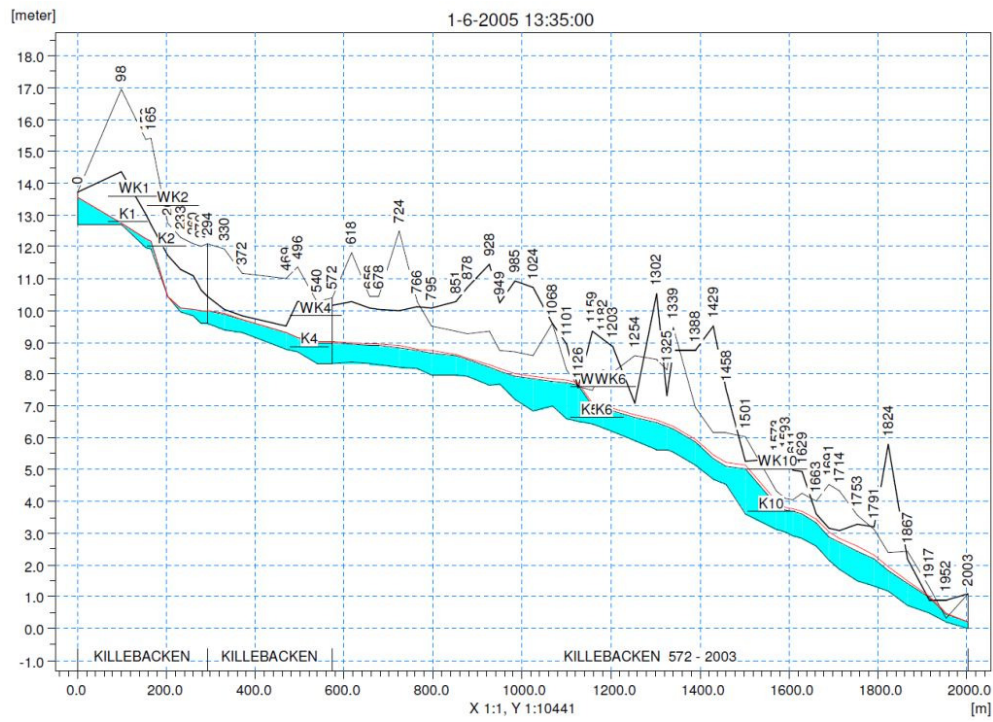
I dagvattensystemet ingår tre dagvattenmagasin som markeras i bilden. Magasinen modelleras genom att delar av, eller hela avrinningsområden inte belastar vattendraget direkt, utan ger ett konstant tillflöde på 400 l/s (magasin 1), 12 l/s (magasin 2) och 50 l/s (magasin 3).

I tabellen nedan visas de belastande ytornas storlek samt bedömda parametrar efter avskärande ledningar samt dagvattenmagasin anlagts.

Tabell 2 Avrinningsområden som belastar Killebäcken efter föreslagna åtgärder

Delavrinningsområde	Storlek (ha)	Avrinningskoefficient (%)	Koncentrationstid (min)
1	9	50	25
2	10	50	30
3	6	50	55
4	6	50	25
5	8	50	15
6	0	-	-
7	53	5	180

Modellen belastas med samma regn som befintlig modell, 10- och 30-års CDS-regn med varierande varaktighet. I figuren nedan visas nivåprofilen längs vattendraget.



Figur 12 Vattennivå i Killebacken efter genomförda åtgärder vid 10- och 30-årsregn

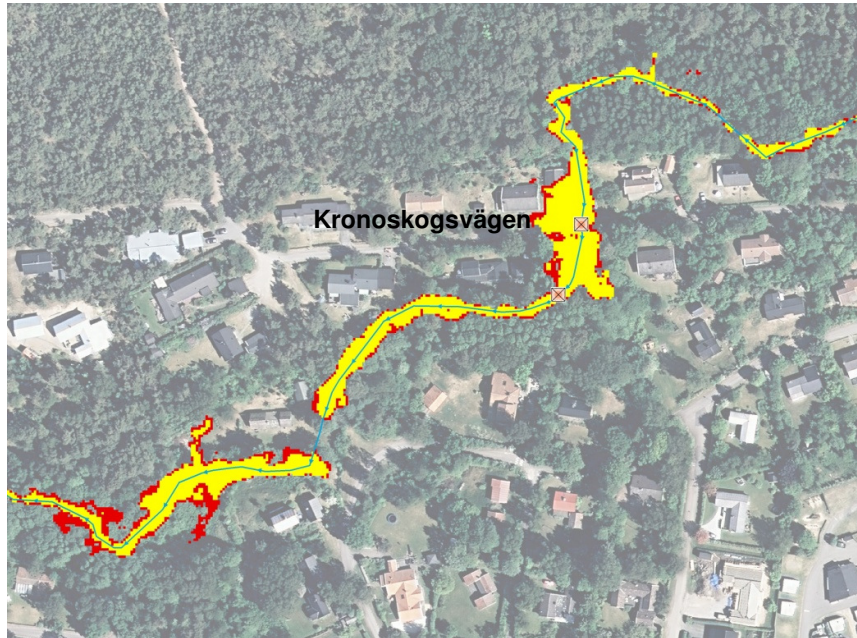
Vattennivån i bäcken vid 10-årsregnet är 25-40 cm lägre än vid befintlig situation. Vid 30-årsregnet är skillnaden 30-45 cm.

I figur 13 visas största översvämningsutbredningen vid 10- och 30-årsregnet.

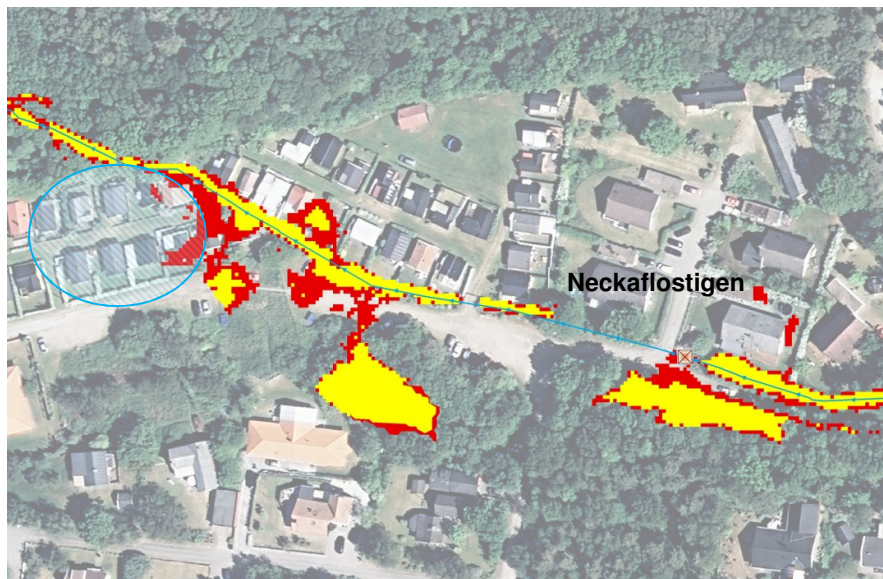


Figur 13 Översvämningsutbredning längs Killebäcken vid 10-årsregn (gulmarkerade ytor) och 30-årsregn (gul- och rödmarkerade ytor)

Översvämningsen vid Storegårdsvägen förhindras helt. Längre nedströms sker också en markant förbättring. I Figur 14 och Figur 15 visas detaljerade kartor kring Kronoskogsvägen och Neckaflostigen.



Figur 14 Översvämningsutbredning vid Kronoskogsvägen efter åtgärder, vid 10-årsregn respektive 30-årsregn



Figur 15 Översvämningsutbredning vid Neckaflostigen efter åtgärder, vid 10-årsregn respektive 30-årsregn

Bäcken översvämmas fortfarande sina bräddar längs delar av sträckan men i betydligt mindre omfattning än i befintlig situation. Nivån vid kulverten genom Kronoskogsvägen överstiger fortfarande vägen både vid 10- och 30-årsregnet men översvämningen blir mindre. Vid Neckaflostigen översvämmas vägen och ett lågt beläget område direkt söder om bäcken.

Den trånga passagen genom husen väster om Neckaflostigen avleder 10-årsregnet utan översvämnings, dock ej 30-årsregnet. Enligt modellen översvämmas inte tomterna, som markeras i Figur 15, Vattenutbredningen är dock osäker eftersom höjdmодellen inte tar hänsyn till små upphöjda strukturer, som trottoarkanter och liknande. I detta område är marginalerna för att cirka 10 tomter ska översvämmas vid 30-årsregnet små att det bör betraktas som riskutsatt.

Bilaga 2. Naturliga ytavrinningsvägar

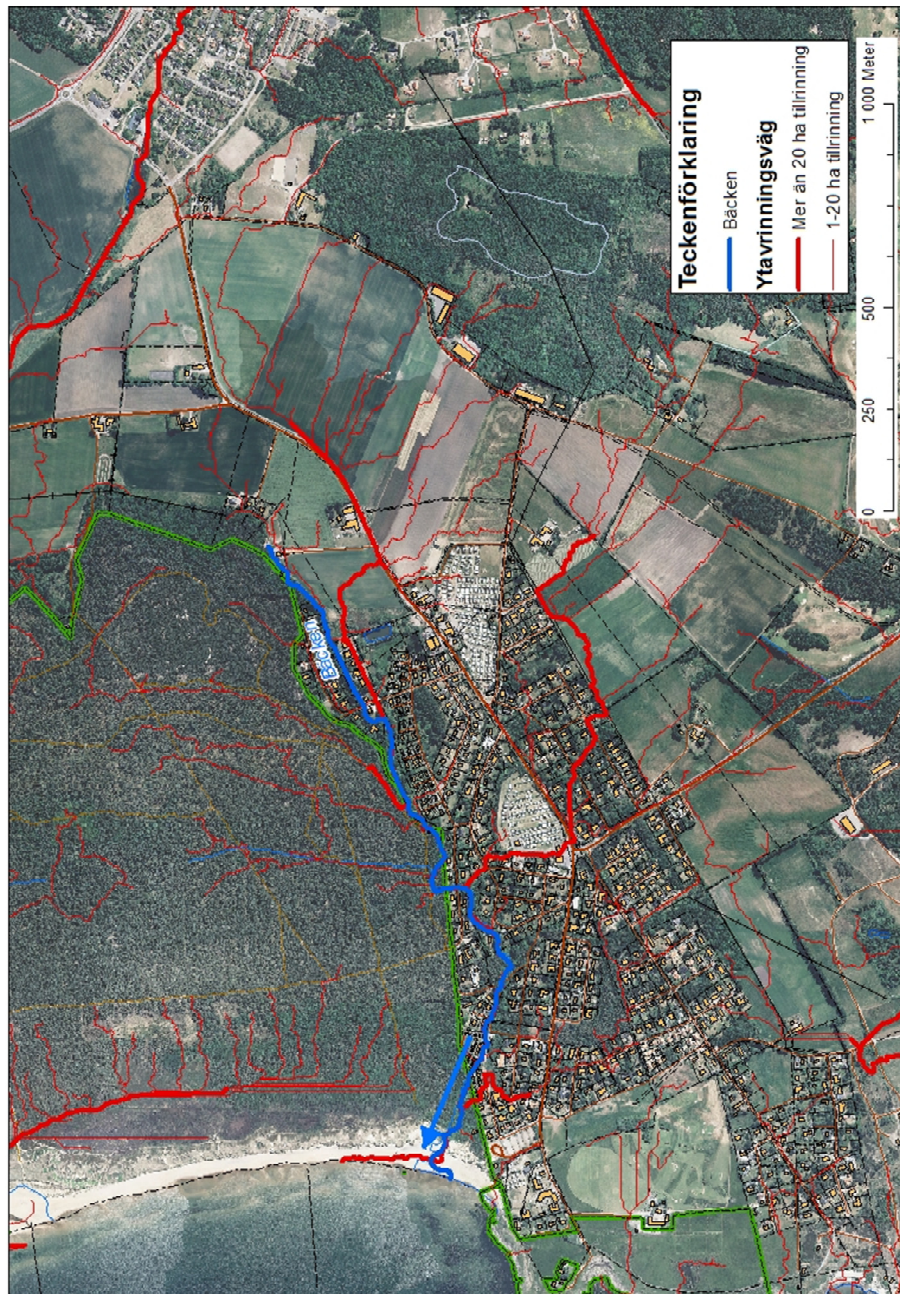


Bild 44. Ytavrinningsvägar. Linjernas tjocklek motsvarar arean på bidragande delavrinningsområde.

Bilaga 3. Avrinningsområdet före och efter åtgärder.

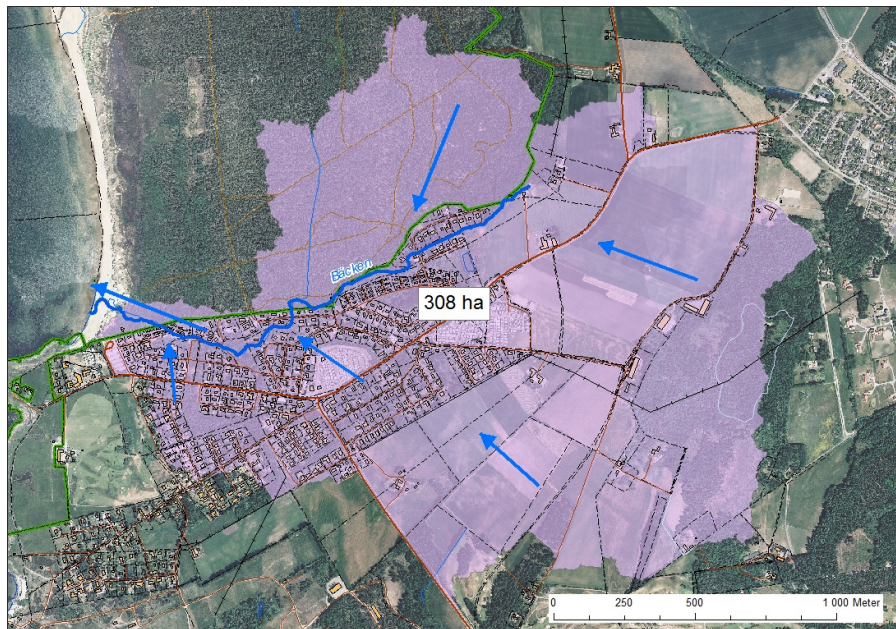


Bild 45. Avrinningsområdet till Killebäcken före åtgärd.

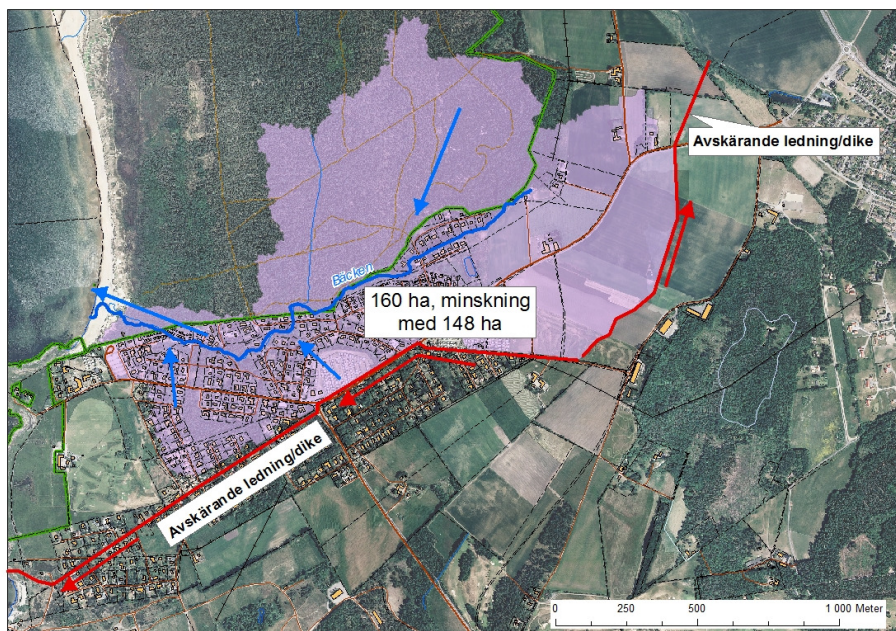


Bild 46. Avrinningsområdet till Killebäcken efter anläggande av nya ledningar.

Bilaga 4. Föreslagna huvudledningssträckor med profiler

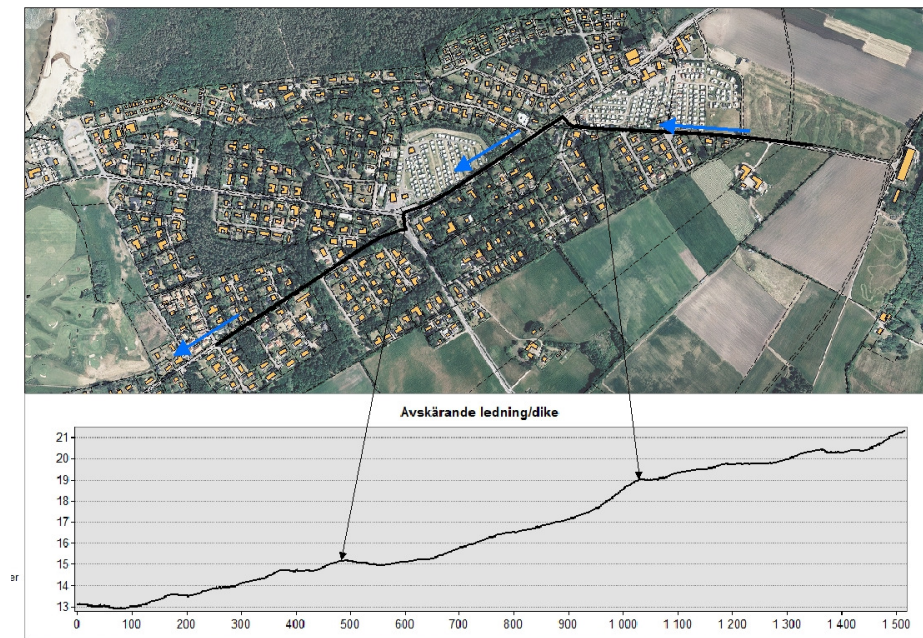


Bild 47. Ledning västerut mot Skälvik.

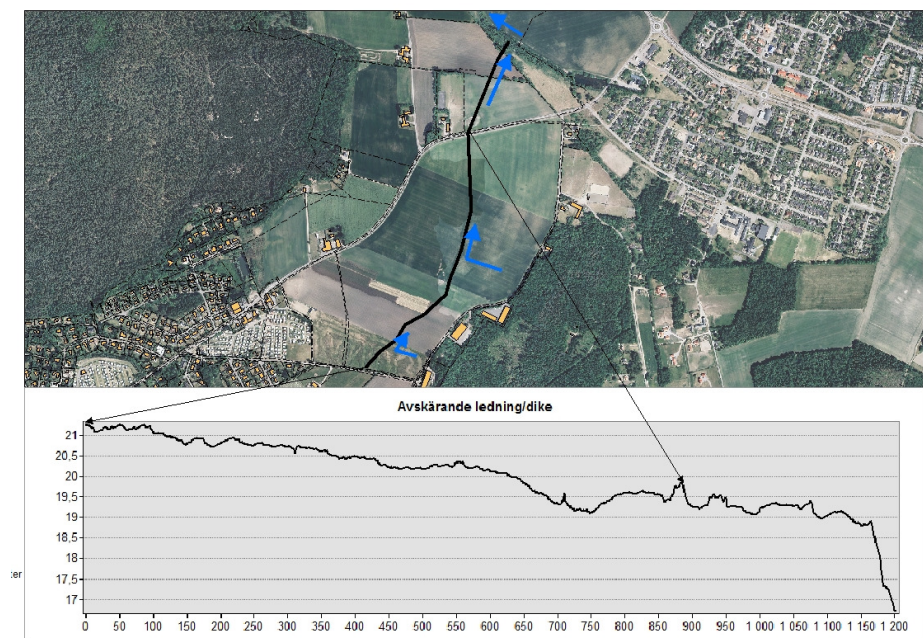


Bild 48. Ledning mot diket från Gullbrandstorp.

Bilaga 5. Instängda områden

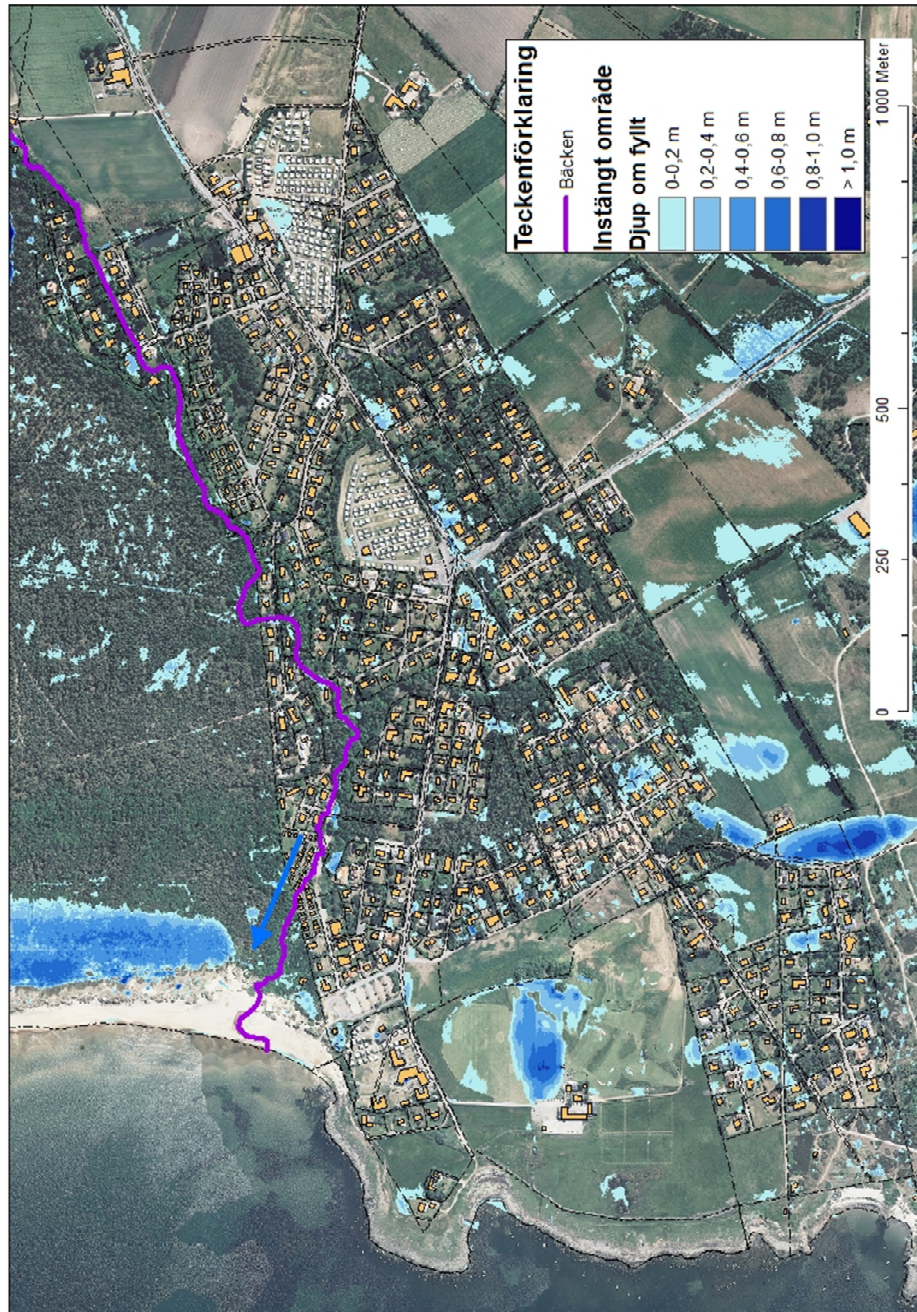


Bild 49. Vattendjup i instängda områden om infiltrationen inte fungerar.