

# Dagvattenutredning Flundran 4

Solporten Fastighets AB



Datum: 2021-02-17

Daniel Söderström



## Innehåll

<b>1</b>	<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>FÖRUTSÄTTNINGAR</b> .....	<b>5</b>
3.1	LOKALISERING .....	5
3.2	SOLPORTENS MILJÖPOLICY .....	5
3.3	SOLNA DAGVATTENSTRATEGI .....	5
3.4	SVENSKT VATTENS PUBLIKATIONER .....	5
3.5	DAGVATTENSITUATIONEN IDAG .....	6
3.6	PLANFÖRSLAGETS UTFORMNING .....	8
3.7	RECIPIENT – MILJÖKVALITETSNORMER.....	10
<b>4</b>	<b>BERÄKNINGAR</b> .....	<b>11</b>
4.1	OMRÅDETS AVRINNING.....	11
4.2	FÖRDRÖJNING AV DAGVATTEN .....	11
4.3	FÖRORENINGSBELASTNING .....	17
<b>5</b>	<b>HANTERING AV SKYFALLSVATTEN</b> .....	<b>19</b>
5.1	ÅTGÄRDER SKYFALL .....	20
<b>6</b>	<b>DISKUSSION OCH FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER</b> .....	<b>21</b>
6.1	DISKUSSION RESULTAT .....	21
<b>7</b>	<b>REFERENSER</b> .....	<b>22</b>

## 1 Sammanfattning

Solporten Fastighets AB planerar för en förtätning av fastigheten Flundran 4 samt ny detaljplan för detta. I samband med detta har dagvattensituationen på fastigheten studerats. Utredningens utgångspunkt har varit att ta reda på hur nya detaljplanen kommer påverka dagvattenflöden och föroreningsituation, samt föreslå åtgärder för att minska konsekvenserna.

Områdets avrinning definieras av den area som bidrar med dagvatten. Olika typer av ytor bidrar olika mycket beroende på deras egenskaper, exempelvis ger hårdgjorda ytor som tak och asfalt mer dagvatten och en snabbare avringning vid regn än gröna ytor.

I planförslaget ökar mängden takyta, de gröna ytorna utanför fastighetens överbyggnad minskar och parkeringsytorna minskar. En större andel grön och genomsläpplig yta kommer dock att anläggas på gårdarna mellan husen på överbyggnaden. Totalt sett leder den förändrade markanvändningen till en minskad avrinning.

Det finns krav på fördröjning och rening av ett regn på 20 mm vid planläggning. Detta ger att renande fördröjning måste skapas inom planen. Totalt krävs 84 m<sup>3</sup> fördröjning inom planområdet. Fördröjning och rening föreslås genom att vatten från tak från nya hus leds till växtbäddar, vatten från överbyggnaden fördröjs och renas i överbyggnadens markprofil samt att genom ett underjordiskt avsättningsmagasin med fördröjningsvolym på ca 34 m<sup>3</sup> (viss volym tillkommer för sedimentationsficka, pumpar mm.) för att hantera befintliga tak och ytor som inte kan anslutas till de andra delsystemen. Denna lösning ger tillräcklig fördröjning och även så pass god rening att mängderna av föroreningar beräknas bli lägre efter genomfört planförslag än innan, och planen riskerar därmed inte att bidra till att någon miljö kvalitetsnorm för vatten i Brunnsviken överskrids.

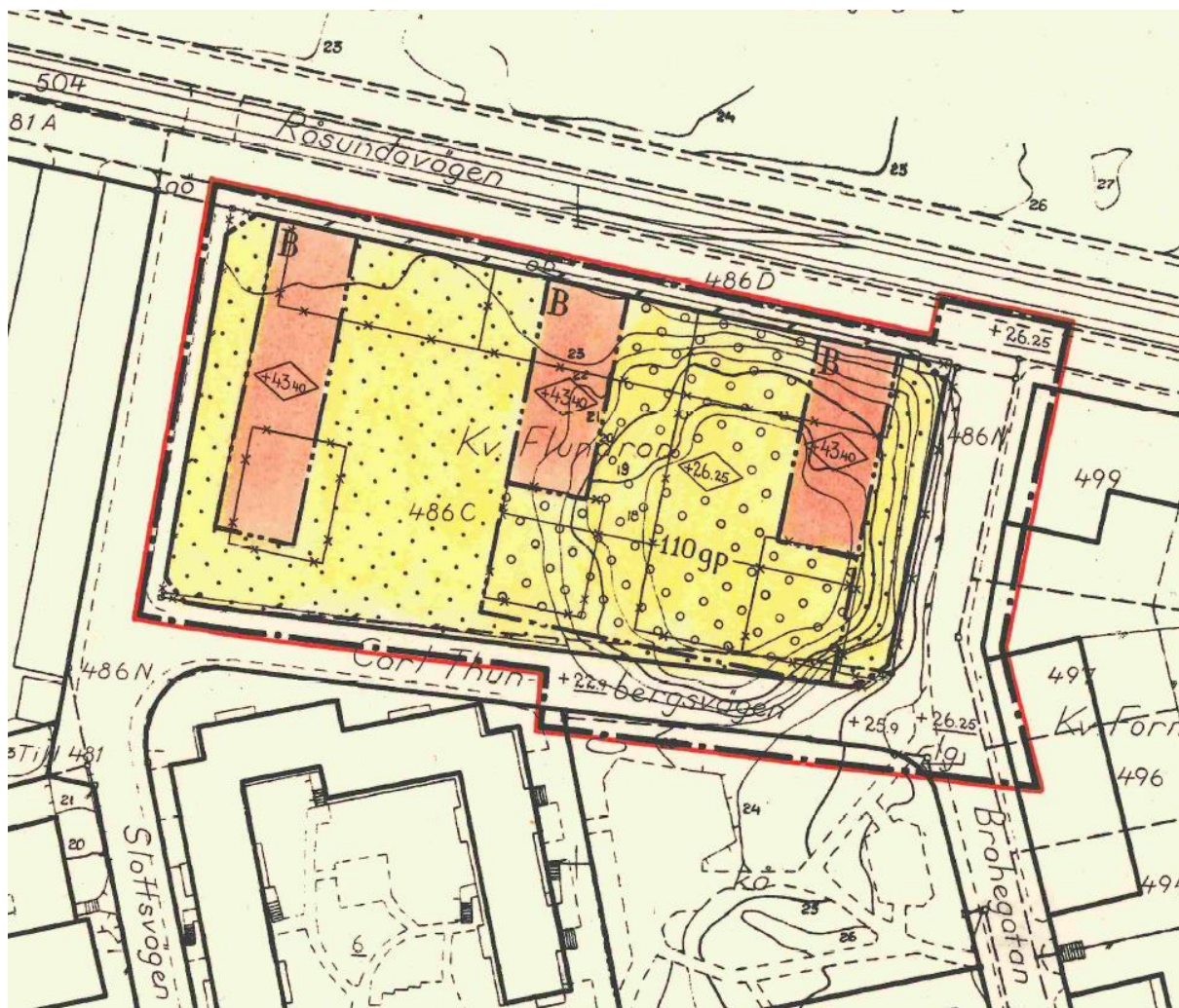
Dagvattnet från den del av Carl Thunbergs väg som byggs om inom planen (men utanför fastigheten Flundran 4) kan hanteras genom en skelettjord som ger både fördröjning och rening.

Om det av tekniska skäl (exempelvis bjälklagets bärrighet) inte går att genomföra åtgärderna ovan fullt ut finns plats att göra ett större avsättningsmagasin för att få tillräcklig fördröjning. Även i detta fall blir reningen så pass god att föroreningsmängderna minskar jämfört med nuläget.

Vid skyfall kan vatten komma att ansamlas på framförallt nedre gården. Vid 100-års regn bedöms nivån bli ca 7 cm varför entréer bör vara något förhöjda, ca 10 cm jämfört med gårdens markyta, för att säkerställa att översvämning inte sker mot entréerna.

## 2 Inledning

Solporten Fastighets AB arbetar för att ta fram en ny detaljplan för deras fastighet Flundran 4 i Solna. Befintlig detaljplan återges i Figur 1. Den nya planen skall syfta till att förtäta fastigheten Flundran 4. Denna dagvattenutredning syftar till att studera hur dagvattensituationen förändras av den tillkommande förtätningen, och hur rening och fördröjning i enlighet med stadens dagvattenstrategi kan genomföras för planområdet. Önskemålet från kommunen har även varit att flödena ut från planområdet inte ska öka vid ökad exploateringsgrad på fastigheten.



Figur 1. Utdrag ur plankartan för kv. Flundran från 1962.

## 3 Förutsättningar

### 3.1 Lokalisering

Fastigheten Flundran 4 ligger i centrala Solna och ringas in av vägarna Slottsvägen, Råsundavägen, Brahevägen och Carl Thunbergs väg.

Fastigheten är ca 6 000 m<sup>2</sup> stor och rymmer 3 st hyreshus, parkeringsytor, gårdar samt ett parkeringsgarage under mark.

### 3.2 Solportens miljöpolicy

Solporten har en miljöpolicy som bland annat innebär att Solportens verksamhet skall bedrivas med miljöhänsyn. Solportens organisation skall ständigt sträva efter förbättringar i syfte att minska verksamhetens miljöbelastning. Miljöarbetet skall vidare vara en naturlig del av verksamheten.

### 3.3 Solna dagvattenstrategi

Solna Stad har en uppdaterad dagvattenstrategi som beslutades år 2017. I den skriver Solna Stad bland annat följande:

”Dagvattenstrategin syftar till att skapa förutsättningar för en hållbar dagvattenhantering i staden. Fokus ligger på att möta de utmaningar som finns för en hållbar dagvattenhantering i en växande och alltmer förtätad stad påverkad av ett förändrat klimat. Särskild tyngdpunkt ligger på att minimera föroreningar i dagvattnet, motverka att skadliga översvämningar uppstår och ta tillvara möjligheten att använda dagvattnet i stadsplaneringen så att stadsgrönska gynnas och mervärden skapas. Detta ska ske på ett så effektivt och hållbart sätt som möjligt.

Staden ska vid planering och myndighetsutövning samt vid ny- och ombyggnation verka för att dagvattnet omhändertags och renas lokalt där dagvattnet uppkommer och med hjälp av bästa möjliga teknik. Dagvattnet ska i första hand omhändertags inom den egna fastigheten. Dagvattenhanteringen ska utformas på sådant sätt att en nederbördsmängd på minst 20 millimeter vid varje givet nederbördstillfälle fördröjs och renas. Val av reningsmetoder, eller kombination av reningsmetoder, ska alltid bedömas utifrån föroreningarnas mängd och karaktär, samt förutsättningarna på den specifika platsen och för varje ytvattenrecipient.”

### 3.4 Svenskt vattens publikationer

Hantering av dagvatten beskrivs i ett flertal publikationer från branschorganisationen för vattentjänstföretagen i Sverige, Svenskt Vatten. I januari 2016 publicerades den nya publikationen 110 (även kallad P110), *Avledning av dag-, drän- och spillvatten, Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*. I den sätts hanteringen av dagvatten in i ett större samhällsperspektiv för att säkra samhället mot kraftiga skyfall och översvämningar. Minimikraven på dimensioneringen för återkomsttid för regn för tät bostadsbebyggelse eller motsvarande bebyggelse är enligt P110 20 år. För gles bebyggelse är dimensionerande återkomsttiden 10 år.

Detta planområde har relativt tät bebyggelse inom planen, och i ett i övrigt tätbebyggt närområde, varför återkomsttiden på 20 år bör vara lämplig att använda för dimensionering. Dock kan befintligt ledningsnät vara dimensionerat enligt tidigare norm med kapacitet för 10-års regn, vilket bör beaktas vid dimensionering.

Nya dagvattensystem skall enligt P110 höjdsättas och utformas så att skador på fastigheter via det allmänna avloppsnätet ej skall uppkomma vid överbelastning. Vatten som inte får plats i ledningen (vid regn över det dimensionerande) kommer behöva hanteras ovan mark, normalt på gatan.

### 3.5 Dagvattensituationen idag

Planområdet är anslutet till det kommunala dagvattennätet via ett ledningsnät som är separerat från spillvattennätet. Recipienten för dagvattnet från planområdet är Brunnsviken. Ledningsnätet runt fastigheten visas i Figur 2. Ledningsnätets nuvarande kapacitet är inte känd enligt uppgift från Solna Vatten.



Figur 2. Dag- och spillvattennät vid fastigheten Flundran 4. Grönt är dagvatten, rött är spillvatten och blått är färskvatten.

Marken inom fastigheten är i huvudsak hårdgjord. Då större delen av markytan även är underbyggd med källare som i huvudsak används för parkering är andelen obebyggd markyta liten. Det finns ca 700 m<sup>2</sup> grönytor inom fastigheten som ej ligger på överbyggnad.

Markanvändningen inom fastigheten idag illustreras i Figur 3 nedan, och fördelningen av markanvändningen återges i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Area för respektive markanvändning inom fastigheten idag.

Markanvändning	Area (m <sup>2</sup> )
Befintliga byggnader (tak)	1490
Hårdgjord överbyggnad (p- ytor och gårdsmark)	3613
Grönytor på överbyggnad	200
Hårdgjord yta, ej på överbyggnad	200
Grönyta, ej på överbyggnad	705
<b>Totalt</b>	<b>6 208</b>

Utöver ytorna i tabellen ovan ingår Carl Thunbergs väg samt dess gång- och cykelväg i dess förlängning i planområdet.

Tabell 2. Area för respektive markanvändning utanför fastigheten, men inom planområdet idag.

Markanvändning	Area (m <sup>2</sup> )
Park	150
Gata	75
Gång- och cykelväg	100
<b>Totalt</b>	<b>325</b>



Figur 3. Nuvarande utformning fastighet Flundran 4.

### 3.6 Planförslagets utformning

Den nya planen tas fram för att möjliggöra förtätning av befintlig bostadsbebyggelse inom fastigheten. Figur 4 och Figur 5 visar tänkt utformning av planförslaget och Tabell 3 redovisar fördelningen mellan olika marktyper inom fastigheten enligt planförslaget. Del av planen (övre gården) ligger på en överbyggnad med underliggande garage mm.

Tabell 3. Markanvändning och area inom fastigheten enligt planförslag

Markanvändning	Area (m2)
Samtliga byggnader (tak)	2695
Hårdgjord överbyggnad (p-ytor och gårdsmark)	843
Grönytor på överbyggnad	1485
Genomsläpplig mark, överbyggnad (betonggräs)	234
Genomsläpplig mark (betonggräs), ej på överbyggnad	177
Hårdgjord yta, ej på överbyggnad	304
Grönyta, ej på överbyggnad	470
<b>Totalt</b>	<b>6 208</b>

Utanför fastigheten Flundran 4 men inom planförslaget kommer Carl Thunbergs väg att förlängas som en enkelriktad gata och gång och cykelvägen samt del av parkmarken tas bort.

Markanvändningen för delen av planförslaget utanför fastigheten Flundran 4 redovisas i Tabell 4 nedan.

Tabell 4. Area för respektive markanvändning utanför fastigheten, men inom planområdet vid utbyggd plan.

Markanvändning	Area (m2)
Park	75
Gata	250
<b>Totalt</b>	<b>325</b>





Figur 4. Framtida utformning av övre gård (på överbyggnaden) enligt planförslag, Flundran 4.



Figur 5. Framtida utformning av nedre gård enligt planförslag, Flundran 4.

### 3.7 Recipient – Miljökvalitetsnormer

Brunnsviken utgör recipient för dagvattnet från aktuellt område. Brunnsviken är en vattenförekomst enligt VISS (Vatteninformationssystem Sverige) och har en fastställd miljökvalitetsnorm som skall vara uppfylld till 2027. Det innebär att senast år 2027 ska Brunnsviken ha god ekologisk och kemisk status. Brunnsvikens ekologiska status är idag klassad som *Otillfredsställande* och den kemiska statusen som *Uppnår ej god*.

Brunnsviken är näringsrik och har höga halter av fosfor och måttligt höga halter av kväve. Brunnsviken är påverkad av näringsämnen från dagvatten från omgivande områden och infrastruktur såsom väg E4 och E18 m.fl. För att minska påverkan från trafikdagvatten har Trafikverket anlagt flera reningsanläggningar utmed väg E4, men fortfarande leds delar av dagvattnet från E4 och E18 orenat ut i Brunnsviken (Solna, 2017). Brunnsviken är även recipient av dagvatten från tätbebyggd stadsmiljö med hög andel hårdgjorda ytor som till stor del leds orenat ut i Brunnsviken. Över 60 procent av den totala tillförseln av näringsämnen till Brunnsviken kommer från utsjön. (VISS, 2020).

För att Brunnsviken ska kunna uppfylla miljökvalitetsnormen till 2027 får mängderna av näringsämnen som tillförs inte öka. På grund av att Brunnsviken inte uppfyller god ekologisk eller god kemisk status gäller även att tillförseln av näringsämnen ska minska för att miljökvalitetsnormen skall kunna klaras.

## 4 Beräkningar

### 4.1 Områdets avrinning

Områdets avrinning definieras av områdets reducerade area. Hårdgjorda ytor och tak har hög avrinningskoefficient, medan grönytor har låg avrinningskoefficient. Ju lägre avrinningskoefficient, ju lägre avrinning från området. Den reducerade arean är således ett mått på den area som bidrar med påverkan på dagvattnet, avseende både mängd vatten och föroreningar. Tabell 5 redovisar avrinningskoefficienter samt de reducerade areorna för både nuläge och planförslag. För grönytor på överbyggnaden har schabloner för gröna tak använts då det bedömts vara den mest rättvisande klassningen gällande ytornas föroreningsbelastning, även om det inte är grönt tak av den klassiska sedum-typen som avses anläggas på överbyggnaden. För avrinningen från gräsytor har dock en lägre koefficient valts då avrinningen bedöms vara lägre än på gröna tak eftersom ytan är plan och har en större mäktighet än gröna tak. Faktorn 0,3 har använts. I tidigare version av utredningen användes faktorn 0,5. Det som motiverar valet av den lägre faktorn är att det i det mer detaljerade utformningsförslaget har jordarnas mäktighet på överbyggnad planerats till 270-400 mm, vilket är väsentligt tjockare än gröna tak. Vidare kommer en typ av lättjord med mycket goda vattenhållande egenskaper att användas. Ytan är även i stort sett plan till skillnad mot gröna tak. Detta ger sammantaget att avrinningen bedöms vara väsentligt lägre än de tidigare angivna 0,5, varför faktorn 0,3 har valts. För ytorna av betonggräs har avrinningskoefficienten 0,4 använts då de bedöms ha lägre avrinning än vanliga körytor, men inte så låg som gräsytor. För beräkning av föroreningsbelastning på betonggräset har väg med låg trafikering använts.

Tabell 5. Sammanställning av den totala reducerade arean för nuläge och planförslag. Den reducerade arean ger en indikation på ytans avrinning. En låg avrinningskoefficient medför en lägre avrinning.

Yta	Marktyp/klassning	$\varphi$ , avrinningskoeff.	Reducerad area nuläge (m <sup>2</sup> )	Reducerad area planförslag (m <sup>2</sup> )
Befintliga byggnader	Tak	0,9	1 341	2 425
Hårdgjord överbyggnad (p-yltor och gårdsmark)	Betong- och asfaltyta	0,8	2 890	674
Grönytor på överbyggnad	Grönt tak	0,3	60	445
Genomsläpplig mark, överbyggnad (betonggräs)	Väg 1 (låg trafik)	0,4	-	94
Genomsläpplig mark (betonggräs), ej på överbyggnad	Väg 1 (låg trafik)	0,4	-	71
Hårdgjord yta, ej på överbyggnad	Betong- och asfaltyta	0,8	160	243
Grönyta, ej på överbyggnad	Gräsyta	0,1	71	47
<b>Summa reducerad area</b>			<b>4 522</b>	<b>4 000</b>

Av detta kan man utläsa att den framtida markanvändningen enligt aktuellt förslag ger en något lägre reducerad area än nuläget och därmed även en något minskad avrinning vid regn. Detta beror på att förhållandevis stora gröna och genomsläppliga ytor har planerats in på främst överbyggnaden, vilket ger en fördröjning av vattnet. För att uppfylla krav från Solna Stad att vid ett tillfälle kunna fördröja och rena 20 mm nederbörd för planförslaget behövs dock ytterligare fördröjning planeras in.

### 4.2 Fördröjning av dagvatten

Fördröjning för denna plan skall baseras på kravet om fördröjning av ett regn på 20 mm. Nedan redovisas dock vilket flöde dagens plan kan ge upphov till vid ett regn på 20 års återkomsttid, beräknat med rationella metoden enligt P110. Även flöden för fullt utbyggd plan samt flöden anpassade för ökade regnintensiteter på grund av förändrat klimat har beräknats.

Enligt rationella metoden är:

$$Q_{dim} = A * \varphi * i(t_r) * k_f$$

där

$Q_{dim}$  = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

$\varphi$  = avrinningskoefficient [-]

$i(t_r)$  = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s\*ha]

$t_r$  = regnets varaktighet, för rationella metoden lika med områdets koncentrationstid,  $t_c$  [minuter]

$k_f$  = klimatfaktor

Områdets koncentrationstid avgörs av den längsta sträcka som dagvattnet måste rinna innan det når utflödespunkten från området. För denna fastighet har sträckan uppskattats till 80 meter och avledningshastigheten på marken har antagits till 0,1 m/s. Detta ger en uppskattad koncentrationstid på ca 13 minuter, vilket för den rationella metoden även motsvarar det dimensionerande regnets varaktighet.

Svenskt Vatten anger i sin publikation P110 intensiteten för regn med olika återkomsttider och varaktighet. För regn med ca 13 minuters varaktighet och 20 års återkomsttid är intensiteten  $i(t_r)$  ca 260 l/s\*ha. Motsvarande flöde för ett 10-årsregn är ca 210 l/s\*ha

Klimatfaktorn 1,25 har antagits för att ta hänsyn till ökade regnintensiteter i framtiden.

I Tabell 6 redovisas beräknat dagvattenflöde enligt ovan för nuläge och i Tabell 7 för framtida plansituation inom fastigheten Flundran 4. Planområdet utanför fastigheten redovisas i Tabell 8

Tabell 6. Beräkning av flöden för nuvarande markanvändning, med och utan anpassning till ökade flöden pga klimatförändringar

Område	A (ha)	$\varphi$	A <sub>red</sub> (ha)	Intensitet 20-års regn (l/s*ha)	$Q_{dim, \text{ nuläge}}$ (l/s)	$Q_{dim, \text{ nuläge}}$ klimatanpassat (l/s)
Befintliga byggnader	0,15	0,9	0,13	260	34,9	43,6
Hårdgjord överbyggnad (p-ytor och gårdsmark)	0,36	0,8	0,29	260	75,2	93,9
Grönytor på överbyggnad	0,02	0,3	0,06	260	1,6	2
Hårdgjord yta, ej på överbyggnad	0,02	0,8	0,02	260	4,2	5,2
Grönyta, ej på överbyggnad	0,07	0,1	0,01	260	1,8	2,3
<b>Totalt:</b>			<b>0,46</b>		<b>118</b>	<b>147</b>

Tabell 7. Beräkning av flöden för planerad markanvändning, med och utan anpassning till ökade flöden pga klimatförändringar

Område	A (ha)	$\phi$	A <sub>red</sub> (ha)	Intensitet 20-års regn (l/s*ha)	Q <sub>dim, planförslag</sub> (l/s)	Q <sub>dim, planförslag</sub> klimatanpassat (l/s)
Nya och befintliga byggnader	0,2695	0,9	0,24	260	63,1	78,8
Hårdgjord överbyggnad (p-ytor och gårdsmark)	0,0843	0,8	0,07	260	17,5	21,9
Grönytor på överbyggnad	0,1485	0,3	0,04	260	11,6	14,5
Genomsläpplig mark, överbyggnad (betonggräs)	0,0234	0,4	0,01	260	2,4	3,0
Genomsläpplig mark (betonggräs), ej på överbyggnad	0,0177	0,4	0,01	260	1,8	2,3
Hårdgjord yta, ej på överbyggnad	0,0304	0,8	0,02	260	6,3	7,9
Grönyta, ej på överbyggnad	0,047	0,1	0,00	260	1,2	1,5
<b>Totalt:</b>			<b>0,43</b>		<b>104</b>	<b>130</b>

Även utan specifika fördröjningsåtgärder beräknas flödet minska från planområdet efter genomförandet. Klimatfaktorn leder dock till ett ökat flöde jämfört med nuläget, men lägre än flöde om klimatfaktorn beaktas för dagens utformning.

Flöde för planområdet har även beräknats för ett 10-årsregn, vilket kan vara lämpligare att använda i samband med dimensionering av utloppsflöde från planområdet på grund av eventuella begränsningar i ledningsnätets kapacitet. Flödet för 10-årsregn för nuläget utan klimatfaktor blir 95 l/s och för fullt utbyggd plan 85 l/s respektive 105 l/s vid klimatanpassat flöde.

Även ombyggnationen av Carl Thunbergs väg bidrar med förändrad flödessituation för området, vilket illustreras i Tabell 8 nedan. En mindre del av parkmarken samt den grusade GC-vägen görs om till gata. Baserat på ett 20-årsregn ökar flödet något vid förlängningen av gatan. Detta på grund av att ytor med låg avrinning ersätts med ytor med snabbare avrinning. Parkmarken minskar med 70 m<sup>2</sup>.

Tabell 8. Beräkning av flöden för nuläge och planerad markanvändning, för del av Carl Thunbergs väg som görs om i samband med nya detaljplanen.

Område	A (ha)	$\phi$	A <sub>red</sub> (ha)	Intensitet 20-års regn (l/s*ha)	Q <sub>dim, planförslag</sub> (l/s)	Q <sub>dim, planförslag</sub> klimatanpassat (l/s)
<b>Nuläge</b>						
Park	0,015	0,1	0,00	260	0,4	0,5
GC-väg (grusad)	0,010	0,6	0,01	260	1,6	2,0
Gata	0,008	0,8	0,01	260	1,6	2,0
<b>Summa nuläge:</b>	<b>0,033</b>		<b>0,01</b>		<b>3,51</b>	<b>4,39</b>
<b>Planförslag:</b>						
Gata	0,025	0,8	0,02	260	5,2	6,5
Park	0,008	0,1	0,00	260	0,2	0,2
<b>Summa planförslag</b>	<b>0,033</b>		<b>0,02</b>		<b>5,40</b>	<b>6,70</b>

#### 4.2.1 Fördröjningsvolym

För nya planer skall 20 mm regn fördröjas enligt Solna Stads dagvattenstrategi. Fördröjningen skall även ge tillräcklig rening. Erforderlig fördröjningsvolym för planen redovisas i Tabell 9 nedan.

Tabell 9. Fördröjningsvolym för att omhänderta 20 mm regn

Markanvändning	Area (m <sup>2</sup> )	$\phi$ , avrinnings- koeff.	Reducerad area planförslag (m <sup>2</sup> )	Erforderlig fördröjningsvolym för 20 mm regn (m <sup>3</sup> )
Befintliga byggnader (tak)	1490	0,9	1 341	26,8
Nya byggnader (tak)	1205	0,9	1085	21,7
Hårdgjord överbyggnad (p- ytor och gårdsmark)	843	0,8	674	13,5
Grönytor på överbyggnad	1485	0,3	445	8,9
Genomsläpplig mark, överbyggnad (betonggräs)	234	0,4	94	4,9
Genomsläpplig mark (betonggräs), ej på överbyggnad	177	0,4	71	1,9
Hårdgjord yta, ej på överbyggnad	304	0,8	243	1,4
Grönyta, ej på överbyggnad	470	0,1	47	1,4
Carl Thunbergs väg	250	0,8	200	4
Parkmark vid Carl Thunbergs väg	80	0,1	8	0,16
<b>Totalt</b>	<b>6 208</b>		<b>4 000</b>	<b>84</b>

Den erforderliga fördröjningsvolymen på 84 m<sup>3</sup> kan fördelas på olika sätt inom planområdet. För Carl Thunbergs väg föreslås separat hantering. Nedan ges två förslag för hur fördröjningen inom fastigheten kan hanteras.

I Den för fastigheten Flundran 4 primära lösningen föreslås den fördröjningsvolymen fördelas på flera lösningar inom planområdet. En viss del av fördröjningen skapas genom upphöjda växtbäddar för fördröjning av takdagvatten från nya hus. Ytterligare fördröjning möjliggörs i uppbyggnaden av markprofilen på bjälklaget på överbyggnaden så att även vatten från hårdgjorda ytor på bjälklaget kan fördröjas. För det regn som faller på grönytan samt på den genomsläppliga körytan (betonggräs)

på överbyggnaden kommer 20 mm fördröjas direkt i markprofilens uppbyggnad. Även vatten från omgivande hårdgjorda ytor avses fördröjas i markprofilen på överbyggnaden. Totalt fördröjs ca 24 m<sup>3</sup> i denna yta (11 m<sup>3</sup> som faller direkt på grönytan och 13 m<sup>3</sup> från omgivande hårdgjorda ytor). Lösningarna beskrivs vidare i avsnitt 4.2.2. Resterande vatten (från tak på befintliga hus samt ytor som inte ligger på överbyggnaden) fördröjs i avsättningsmagasinet. Begränsande för fördröjning i växtbäddar och på bjälklag är den totala vikten inklusive fördröjt vatten, varför denna lösning måste studeras närmare i samband med detaljprojektering. Denna lösning ger att avsättningsmagasinets storlek minimeras och den totala reningen blir så bra som möjligt.

En alternativ möjlighet är att allt vatten utom det som faller på grönytan på överbyggnaden samlas upp och fördröjs i ett stort avsättningsmagasin under mark där fördröjningsvolymen är ca 69 m<sup>3</sup>.

Båda alternativen ger fullgod fördröjning samt rening så att MKN för Brunnsviken kan klaras då mängderna förorening ut från planområdet totalt sett minskar, se vidare avsnitt 4.3.

För Carl Thunbergs väg är det främst vägdagvattnet som behöver fördröjas, vattnet som faller på återstående parkmark antas i huvudsak infiltrera. Fördröjningen föreslås göras genom en skelettjordslösning som med fördel kan användas för trädplantering vid sidan av vägen. En skelettjord för ett träd är typiskt 15 m<sup>3</sup>, vilket ger ca 4-5 m<sup>3</sup> fördröjningsvolym, vilket innebär att ett träd i 15 m<sup>3</sup> skelettjord täcker behovet för den aktuella vägen.

I Tabell 10 nedan summeras de olika fördröjningsalternativen enligt ovan.

Tabell 10. Erforderlig magasineringsvolym för fördröjning av dagvattenflöden i två olika fall, baserat på aktuellt planförslag.

	Huvudalternativ (alt 1) Fördröjningsvolym (m3)	Alternativ lösning (alt 2) Fördröjningsvolym (m3)
Avsättningsmagasin under mark	34	69
Fördröjning av takvatten i upphöjda växtbäddar, nya hus	22	-
Fördröjning av vatten från hårdgjorda ytor på överbyggnad i markprofil för grönyta på överbyggnad	13	-
Fördröjning av 20 mm regn på grönyta i markprofilen	11	11
Carl Thunbergs väg	4	4
<b>Summa</b>	<b>84</b>	<b>84</b>

## 4.2.2 Utformning dagvattenlösningar

### 4.2.2.1 Fördröjning i markprofilen på överbyggnaden

Markprofilen på överbyggnaden avses byggas upp av främst lättviktsjordar. Jordarnas mäktighet på överbyggnad planeras till 270-400 mm. Dessa jordar har en hålrumsvolym på ca 50%. Det ger en god vattenhållande kapacitet. Det som främst kommer begränsa möjligheten till fördröjning på överbygganden är den last som bjälklaget kan bära. Kapaciteten överstiger behovet (teoretiskt kan upp till 232 m<sup>3</sup> fördröjas på överbyggnaden om 270 mm markprofil utnyttjas med 50 % hålvolym).

#### 4.2.2.2 Växtbäddar

En växtbädd kan ha ca 20 cm magasiningsförmåga ovanför planteringsytan, samt ytterligare magasinering genom porositeten i själva växtbädden, sammanlagt ca 0,25 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> i en växtbädd med ca 60 cm tjocklek. I denna plan är det främst möjligt att skapa upphöjda växtbäddar i anslutning till de nya byggnaderna. Detta ger vid växtbäddar enligt ovan att det krävs 87 m<sup>2</sup> växtbäddar för att skapa 22 m<sup>3</sup> fördröjningsvolym för takdagvatten från de nya husen.

I Figur 6 illustreras ett exempel på hur en växtbädd kan utformas. Bräddavloppet är placerat ca 20 cm över planteringsytan för att skapa extra fördröjningsvolym ovan jord.



Figur 6. Exempel på utformning av upphöjd växtbädd

#### 4.2.2.3 Avsättningsmagasin

Magasinet behövs för att hantera dagvatten från befintliga hus samt övriga ytor som inte ligger på överbyggnaden.

Totala utrymmet för magasinet i huvudalternativet behöver vara något större än 34 m<sup>3</sup> för att möjliggöra en sedimentationsficka i nedre delen och utrustning såsom pumpar som krävs för magasinets drift. Det skall även finnas möjlighet till inspektion och underhåll i form av slamsugning av sedimentationsfickan. Det finns relativt gott om plats under mark i denna plan för att skapa ett dylikt magasin. Vattnet kommer behöva pumpas ut ur magasinet, vilket är resurskrävande men ger god kontroll över utflödet. Utflödet bör styras så att uppehållstiden i magasinet blir minst 12 h för att få en tillräcklig reningseffekt. Exempel på ett liknande magasin med dokumenterad reningseffekt är Ryska Smällen vid Johanneshovsbron, Stockholm (Dagvatten, Avsättningsmagasin Ryska Smällen, Rapport nr 11-2004, Stockholm Vatten). Det är dock möjligt att reningseffekten i procent blir något sämre vid användning av ett sådant magasin i kv. Flundran där ett förhållandevis rent vatten leds via magasinet, jämfört med det trafikdagvatten som renas i Ryska Smällen. Detta då magasinet rening bygger på sedimentation som avskiljer partikulärt bundna föroreningar.



Maximalt utflöde vid tömning av magasinet bör anpassas till beräkningarna för nuvarande maxflöde från planområdet vid 10-års-regn för att inte överskrida ledningsnätets kapacitet. Magasinet bör även utformas så att vattnet leds förbi vid större regn än det dimensionerande.

#### 4.2.2.4 *Skelettjord (Carl Thunbergs väg)*

För fördröjning och rening av vattnet från Carl Thunbergs väg föreslås en skelettjord. Dagvattnet från vägen samlas upp och leds via skelettjorden om 15 m<sup>3</sup>. Dränering från skelettjorden ansluts till dagvattennätet. Exakt placering har inte studerats.

### 4.3 Föroreningsbelastning

#### 4.3.1 Före rening

Baserat på ytor redovisade i Tabell 1 och Tabell 2 har föroreningsbelastningen beräknats utifrån StormTac schablonhalter (ver. 2016-08) för föroreningar vid dagvattenavrinning från olika typer av ytor. Beräkningarna har gjorts både för befintlig markanvändning och för planförslaget markanvändning, se Tabell 11 och Tabell 12.

Beräkningarna visar på totalt sett små mängder föroreningar. Kväve och fosfor ökar något före rening. Metaller, suspenderat material och olja minskar i planförslaget, främst på grund av fler ytor som medger infiltration och fördröjning.

#### 4.3.2 Efter rening

Föroreningsgraden för nuläget samt för planerad markanvändning före rening redovisas i Tabell 11.

Mängden föroreningar för båda alternativa lösningarna för dagvattenhantering samt för Carl Thunbergs väg efter rening redovisas i Tabell 12 Även totala förändringen jämfört med nuläget redovisas.

För huvudalternativet har den mängd som renas i växtbäddar beräknats utifrån schablon för rening biofilter. Enligt beräkningsvägledning från Stockholm vatten har schablon för torrt dike använts för beräkning av föroreningsreduktion i markprofilen på överbyggnaden för det vatten som fördröjs i grönytan på överbyggnaden, se Tabell 13. Den tjocka markprofilen och dess låga avrinning medför att föroreningsmängderna som redovisas nu blir lägre än tidigare beräkningar.

Föroreningar för vatten från övriga områden (från nedre gård samt befintliga hus) har beräknats utifrån rening i avsättningsmagasin.

För den alternativa lösningen med ett större magasin har reningsgraden beräknats utifrån schabloner för avsättningsmagasin för den del av vattnet som leds direkt dit. Även i detta alternativ har schablon för torrt dike använts för beräkning av föroreningsreduktion i markprofilen på överbyggnaden.

I båda alternativen minskar mängderna för samtliga parametrar jämfört med nuläge, huvudalternativet ger dock totalt sett högst reningsgrad, men även för den alternativa lösningen kommer kravet på minskade föroreningsmängder för att klara MKN för Brunnsviken att nås.

Den förändrade föroreningsituationen till följd av ombyggnaden av Carl Thunbergs väg har också beräknats. Flertal föroreningar minskar tack vare skelettjorden, men för exempelvis kväve noteras en ökning, dels beroende på den ökade hårdgjorda ytan som avvattnas i planförslaget, men även på grund av att kväve inte är inkluderat i de parametrar som beräknas minska i skelettjorden enligt StormTac. Mängderna är dock mycket små och totalt sett ger planförslaget en minskning av samtliga föroreningsparametrar efter rening. Vid plantering av träd i skelettjorden kan kväve även förväntas tas upp via trädets rötter, vilket bör bidra till att minska kvävehalten i utgående vatten.

Tabell 11. Beräkning av föroreningar i nuläge, samt för ny detaljplan,

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	oil	PAH16	As
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Nuläge	0,28	3,7	0,06	0,08	0,28	0,00	0,03	0,01	0,00	279,5	1,5	0,00	0,01
Ny DP före rening	0,33	5,23	0,02	0,04	0,13	0,00	0,02	0,01	0,00	129,56	0,52	0,00	0,01
Väg/park innan ombyggnad	0,01	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,96	0,05	0,00	0,00
Väg efter ombyggnad, före rening	0,017	0,293	0,000	0,003	0,004	0,000	0,001	0,000	0,000	7,893	0,094	0,000	0,000

Tabell 12. Beräkning av föroreningar för ny detaljplan, samt förändring jämfört med nuläge

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	oil	PAH16	As
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Ny DP efter rening, alt 1	0,08	2,46	0,02	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	18,48	0,09	0,00	0,01
Ny DP efter rening, alt 2	0,07	2,97	0,01	0,01	0,04	0,00	0,01	0,01	0,00	29,81	0,17	0,00	0,00
Väg efter ombyggnad ink rening	0,01	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,37	0,09	0,00	0,00
Förändring nuläge jämfört med alt 1 + väg	-0,20	-1,05	-0,04	-0,07	-0,25	0,00	-0,02	0,00	0,00	-262,13	-1,34	0,00	0,00
Förändring, nuläge jämfört med alt 2 + väg	-0,20	-0,54	-0,05	-0,07	-0,25	0,00	-0,03	-0,01	0,00	-250,81	-1,26	0,00	0,00

Tabell 13. Renings effekter för olika dagvattenreningssteg enligt StormTac

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	oil	PAH16	As
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Rening i mark (infiltration i markprofilen) (%)	85	90		70	85					95	90	85	
Rening i växtbäddar (schablon för biofilter)	65	40	80	65	85	85	25	75	50	80	60	85	80
Rening i avsättnings. Mag (%)	70	15	75	70	70	60	70	55	60	75	65	60	55
Rening i Skelettjord	55				80		70		50	85		75	

## 5 Hantering av skyfallsvatten

Inom planområdet finns tre instängda områden, där vatten kan ansamlas vid skyfall. Dessa är markerade med blått i Figur 7 nedan. Lågpunkterna är befintliga och arealen som avrinner till dem ökar inte till följd av planläggningen.



Figur 7. Lågpunkter inom planområdet markerade med blått samt vilka ytor som avrinner mot respektive lågpunkt

De ytor som vid skyfall antas belasta lågpunkterna är de delar av tak som markerats med pilar, samt skyfallsvatten som faller direkt på respektive lågpunkt. Vatten som faller på den övre gården samt vatten från byggnaderna E, F och G samt halva taken från byggnad B respektive C kommer vid skyfall, dvs när fördröjande åtgärder och planerat dagvattensystem är fullt, att avrinna mot angränsande gator. Angränsande gator bedöms inte belasta planområdet med vatten vid skyfall enligt nuvarande utformning.

Mängden skyfallsvatten har uppskattats utifrån ett 100-års regn med 10 minuters varaktighet, som har en intensitet på ca 489 l/s ha enligt P110. Allt regn antas belasta ytan (dvs dagvattensystemet är fullt eller kan inte ta hand om vattnet utifrån skyfallets omfattning) och en klimatfaktor på 1,25 används för att ta hänsyn till intensivare regn i framtiden. Avrinningskoefficienten sätts till 1 för att inte underskatta den snabba avrinningen vid skyfall.

Beräkningar utifrån dessa förutsättningar visar att översvämningsnivåerna i de 3 lågpunkterna vid ett 100-års regn blir ca 7-8 cm, se 0.

Tabell 14. Beräkning av översvämningsnivåer i lågpunkt vid skyfall

Lågpunkt	Area lågpunkt (m <sup>2</sup> )	Höjd till tröskel (m)	Instängd vol. (m <sup>3</sup> )	Avrinnings-område (m <sup>2</sup> )	Vol. 100-års regn, 10 min (m <sup>3</sup> )	Vattennivå (i lågpunkten) (cm)
1. Vid nedre gården/hus D	1050	0,5	525	1874	69	7
2. Vid Slottsvägen/hus A	300	0,7	210	660	24	8
3. Vid Brahev/hus C	215	1,3	280	463	17	8

### 5.1 Åtgärder skyfall

För lågpunkterna vid gatorna bedöms inga särskilda åtgärder nödvändiga annat än att säkerställa att vatten kan avrinna genom områdets ordinarie dagvattensystem så det inte blir stående. Eventuell känslig utrustning som till exempel elskåp eller ventiler bör inte placeras i de lägre liggande delarna av lågpunkterna.

Vid detaljprojektering bör det säkerställas att avrinning från övre gården inte kan avrinna till nedre gården, utan att det avrinner ytligt mot angränsande gator.

För att säkerställa att skador inte uppkommer vid skyfall bör entréer på nedre gården vara belägna minst ca 10 cm över marknivån. Viktigt att tänka på är dock att större regnhändelser än det 100-års regn som legat till grund för denna beskrivning kan inträffa, vilket i sin tur medför att ännu större volymer potentiellt kan ansamlas. Nedre gårdens bjälklags bärighet bör studeras närmare vid projektering av planområdet, för att säkerställa att risk för överbelastning på grund av extrema regn inte föreligger. För att säkerställa att entréer inte översvämmas samt undvika eventuell överbelastning bör det även finnas någon typ av bräddning från nedre gården för att hantera extrema regnhändelser (överstigande 100-årsregn). Detaljerad lösning för hantering av skyfallsvatten ska utredas vidare i genomförandeskedet.

Planförslaget bedöms inte medföra ökad risk för översvämnning nedströms planförslaget då mängden hårdgjord yta inklusive tak inte ökar jämfört med nuläget.

## 6 Diskussion och förslag på åtgärder

I den föreslagna planutformningen skapas en stor mängd grön yta och andra ytor med låg avrinning. Detta ger att den reducerade arean (d.v.s. den area som bidrar med dagvatten) är mindre för planförslaget än för nuvarande plan, trots ökad mängd bebyggelse. Även flödet ut från planområdet vid ett typregn beräknas minska. Genom kravet från Solna på att 20 mm vatten skall fördröjas och renas inom planområdet vid ny planläggning krävs dock ytterligare fördröjning och rening. Två alternativ för fördröjning och rening har utretts. Huvudalternativet innebär fördröjnings- och reningsåtgärder för takvatten för nya hus samt fördröjning och rening i poröst marklager på bjälklaget på överbyggnaden i kombination med ett mindre avsättningsmagasin för fördröjning och rening av vatten från befintliga hustak och hårdgjorda gårdsytor som inte ligger på överbyggnaden. Den alternativa lösningen innebär fördröjning och rening av huvuddelen av dagvattnet i ett underjordiskt avsättningsmagasin, kompletterat med viss fördröjning och rening i mark på överbyggnaden.

I båda alternativen medför fördröjningen även rening. För att klara miljö kvalitetsnormen (MKN) för Brunnsviken måste utsläpp av näringsämnen minska. I båda alternativen ger de föreslagna lösningarna att mängderna förorening minskar, och MKN riskeras inte att påverkas negativt. Huvudalternativet ger dock ett något bättre resultat.

### 6.1 Diskussion resultat

Gällande beräkning av föroreningsbelastning finns det en stor osäkerhet i schablonhalterna för föroreningar antagna från StormTac. Som jämförelse av föroreningsmängd före och efter är beräkningarna dock till gott stöd, även om de absoluta mängderna av föroreningar inte stämmer exakt. Erfarenhetsmässigt leder användandet av schabloner för föroreningsberäkning till en överskattning av mängderna snarare än en underskattning. För beräkningarna kopplat till avsättningsmagasinet kan det förhållandet vara det motsatta då vattnet som renas i magasinet i kv Flundran är generellt sett renare än det trafikdagvatten som renas i referensanläggningarna.

## 7 Referenser

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

StormTac, databas föroreningshalter dagvatten, ver. 2016-08, [www.stormtac.com](http://www.stormtac.com)

Strategi för en hållbar dagvattenhantering i Solna Stad, december 2017

VISS – Vatteninformationssystem Sverige, [www.viss.lansstyrelsen.se](http://www.viss.lansstyrelsen.se), besökt 2020-09-21

Dagvatten, Avsättningsmagasin Ryska Smällen, Rapport nr 11-2004, Stockholm Vatten

Beräkningsvägledning Stockholm vatten, Reningstabell, version 2016-11-18,  
[www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten](http://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten)