

BILAGA 1

ÖSTRA CHARLOTTENDAL DAGVATTENUTREDNING

BERÄKNINGAR DAGVATTENFLÖDEN OCH FÖRORENINGSMÄNGDER

2023-02-15

INNEHÅLL

1	INLEDNING	3
2	NUVARANDE FÖRHÅLLANDEN INOM PLANOMRÅDET	4
2.1	MARKANVÄNDNING	4
2.2	AVRINNINGSKOEFFICIENTER OCH REDUCERAD AREA	5
2.2.1	Avrinningskoefficienter	5
2.2.2	Volymavrinningskoefficienter	5
2.2.3	Reducerade areor	6
2.3	ÅRSVOLYMER & MEDELAVRINNING	6
2.4	DIMENSIONERANDE FLÖDEN	7
2.4.1	Dimensionerande varaktighet	7
2.4.2	Beräknade flöden	7
2.5	FÖRORENINGAR	8
3	PLANERADE FÖRHÅLLANDEN INOM PLANOMRÅDET	9
3.1	MARKANVÄNDNING	9
3.2	AVRINNINGSKOEFFICIENTER OCH REDUCERAD AREA	10
3.2.1	Avrinningskoefficienter	10
3.2.2	Volymavrinningskoefficienter	11
3.2.3	Reducerade areor	12
3.3	ÅRSVOLYMER & MEDELAVRINNING	13
3.4	DIMENSIONERANDE FLÖDEN	13
3.4.1	Dimensionerande varaktighet	13
3.4.2	Beräknade dimensionerande flöden	14
3.5	FÖRORENINGAR	14
3.5.1	Föroreningsberäkningar utan hänsyn till reningsåtgärder	14
3.5.2	Avrinningsområde Kvarnsjön/Torsbyfjärden	15
3.5.3	Avrinningsområde Farstaviken/Baggensfjärden	15
3.5.4	Behov av åtgärder	15
4	EFFEKTER AV FÖRESLAGNA DAGVATTENÅTGÄRDER	16
4.1	FÖRORENINGAR EFTER RENING	16
4.1.1	Föroreningsbelastning på Kvarnsjön/ Torsbyfjärden efter rening	17
4.1.2	Föroreningsbelastning på Farstaviken/Baggens-fjärden efter rening	18
4.1.3	Kommentarer	18
5	BERÄKNINGARNAS TILLFÖRLITLIGHET	19
5.1	TILLFÖRLITLIGHET	19
5.2	GENOMFÖRDA BERÄKNINGAR	19
6	PÅVERKAN PÅ VATTENNIVÅER I KVARNSJÖN	20
6.1	AVRINNING FRÅN BEBYGGELSEN	20
6.2	PÅVERKAN PÅ SITUATIONEN I KVARNSJÖN	21
7	SLUTSATSER	22

1 INLEDNING

Avrinningen från planområdet har beräknats enligt vedertagen metodik (rationella metoden) beskriven i Svenskt Vattens publikation P110 (2016). Till grund för beräkningarna av förväntade dagvattenflöden ligger kartering av befintlig och planerad markanvändning, samt avrinningskoefficienter presenterade i kapitel 2.2 och 3.2. Dimensionerande dagvattenflöden har beräknats för regn med återkomsttid på 20 år samt 100 år, med och utan klimatfaktor 1,25.

$$Q_{d \text{ dim}} = A \cdot \phi \cdot i(t_r) \cdot C$$

Där:

$Q_{d \text{ dim}}$ = dimensionerande flödet (l/s)

A = avrinningsområdets area (ha)

ϕ = avrinningskoefficient

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensiteten (l/s ha)

t_r = regnets varaktighet (min)

C = klimatfaktor

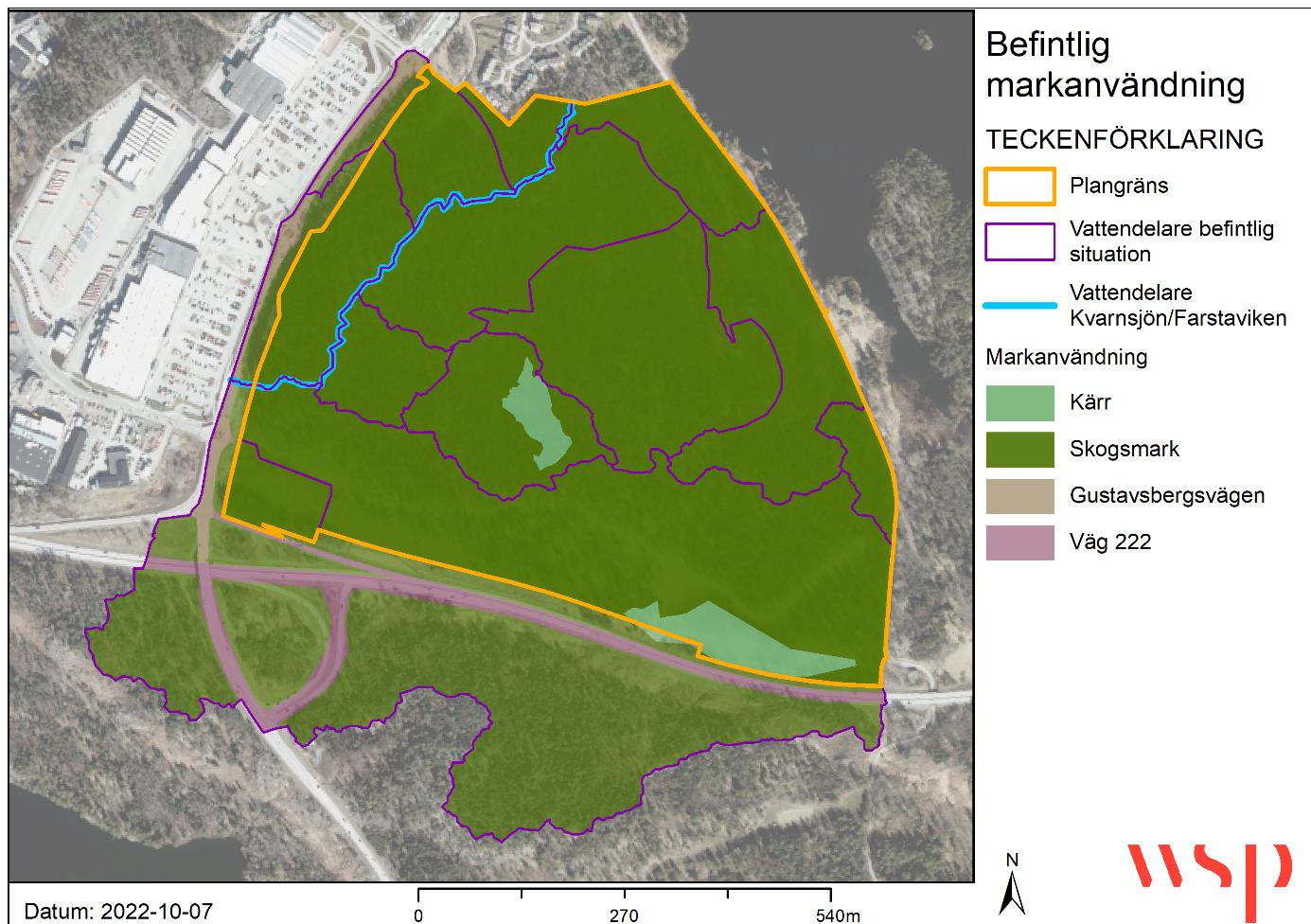
I beräkningarna är avrinningskoefficienter avgörande för resultatet. När totalarean multipliceras med avrinningskoefficienten erhålls den reducerade arean (A_{red}) vilket är ett mått på hur stor avrinning som sker från ett markområde. Man skiljer på avrinningskoefficienter som används för beräkning av maximala flöden för dimensionering av exempelvis ledningsnät och s.k. volymavrinningskoefficienter som speglar avrinningen under en längre period, vilka används vid föroreningsberäkningar.

Föroreningsinnehållet i dagvatten ges av typiska koncentrationer i dagvatten från olika typer av bebyggelse och markanvändning. Koncentrationen av ett ämne multipliceras med den beräknade årsvolymen dagvatten vilket ger en årlig föroreningsmängd. Beräkningsverktyget StormTac har använts för att utföra beräkningarna. Verktyget underlättar beräkningsarbetet när detta görs för ett flertal olika markanvändningstyper och delavrinningsområden. StormTac är det dominerande verktyget för denna typ av beräkningar i Sverige och innehåller en databas med föroreningsschabloner, samt beräkningsstöd för bedömning av reningseffekten hos olika reningsåtgärder.

2 NUVARANDE FÖRHÅLLANDEN INOM PLANOMRÅDET

2.1 MARKANVÄNDNING

Markanvändningen för den nuvarande situationen har karterats enligt Figur 1 och sammanställts separat för de olika delavrinningsområden inom planområdet som avrinner mot Kvarnsjön/Torsbyfjärden respektive Farstaviken/Baggensfjärden. Markanvändningen för de ytor utanför planområdet från vilka dagvatten avleds genom planområdet redovisas separat, se Bilaga 2.



Figur 1 Befintlig markanvändning inom detaljplaneområdet samt ytor som avleder dagvatten via planområdet.

2.2 AVRINNINGSKOEFFICIENTER OCH REDUCERAD AREA

2.2.1 Avrinningskoefficienter

Typiska avrinningskoefficienter för olika typer av markanvändning finns redovisade i Svenskt Vattens publikation P110. Med hänsyn till förhållandena inom planområdet har koefficienterna i viss utsträckning anpassats. Vid beräkningar har avrinningskoefficienter använts enligt Tabell 1.

Tabell 1 Avrinningskoefficienter för olika markanvändning.

Markanvändning	Avrinningskoefficienter enligt SV P110	Avrinningskoefficienter valda värden
Naturmark skogsmark	0-0,1	0,10
Naturmark kärr/våtmark	-	0,20
Gatumark/Gustavsbergsvägen	0,8	0,65
Gatumark/Väg 222	0,8	0,65

Motiv för val av avrinningskoefficienter:

- Skogsmarken i området kännetecknas av mycket tunna jordlager och i stor omfattning brant terräng vilket motiverar att ytavrinningen förväntas vara hög, och den högre koefficienten i intervallet väljs.
- Avrinningen från kärr/vårmarker beräknas med avrinningskoefficient från StormTac
- Dagvatten från Gustavsbergsvägen avleds mot vegetationsytor längs vägen och troligen sker fördröjning i underliggande material. Det är rimligt att anta att en del av dagvattnet infiltrerar vilket medför en reducerad avrinning jämfört med konventionell dagvattenuppsamling och avledning..
- Från väg 222 sker avledning och transport av dagvatten via natur- och dikesmark vilket gör att avrinningen bedömts reduceras i motsvarande grad, som antagits för Gustavsbergsvägen.

2.2.2 Volymavrinningskoefficienter

Föroreningsberäkningar utförs med så kallade volymavrinningskoefficienter, vilka inte är identiska med avrinningskoefficienterna som redovisats i avsnitt 2.2.1. Underlag för volymavrinningskoefficienter har hämtats från StormTac. För gatumarken har motsvarande justering gjorts som i avsnitt 2.2.1. Vid föroreningsberäkningar har volymavrinningskoefficienter använts enligt Tabell 2.

Tabell 2 Använda volymavrinningskoefficienter för olika markanvändning samt jämförelse med föreslagna typiska volymavrinningskoefficienter enligt StormTac.

Markanvändning	Volymavrinningskoefficienter enligt StormTac	Volymavrinningskoefficienter som används i beräkningarna
Naturmark/skog	0,15	0,15
Naturmark kärr	0,20	0,20
Gata	0,8	0,65

Motiv för val av volymavrinningskoefficienter:

- För gatumark görs motsvarande antagande som i Tabell 1 för att ta hänsyn till den infiltration och flödesutjämning som kan förväntas.
- I övrigt används standardvärden enligt StormTac

2.2.3 Reducerade areor

Markanvändningen inom planområdets del som avrinner mot Kvarnsjön/Torsbyfjärden visas i Tabell 3. I tabellen framgår använda avrinningskoefficienter och erhållen beräknad Reducerad area. Se även Figur 1.

Tabell 3 Nuvarande markanvändning inom planområdet med avrinning mot Kvarnsjön/Torsbyfjärden, samt avrinningskoefficienter enligt Tabell 1 och Tabell 2.

Markanvändning	φ	$\varphi(\text{volym})$	Area [ha]
Skogsmark	0,20	0,20	1,74
Kärr	0,10	0,15	39,88
Totalt			41,62
Reducerad area (φ)			4,34
Reducerad area ($\varphi(\text{volym})$)			6,33

Markanvändning inom planområdets del som avrinner mot Farstaviken/Baggensfjärden visas i Tabell 4. I tabellen framgår använda avrinningskoefficienter och erhållen beräknad Reducerad area. Se även Figur 1.

Tabell 4 Nuvarande markanvändning inom planområdet med avrinning mot Farstaviken/Baggensfjärden, samt avrinningskoefficienter enligt Tabell 1 och Tabell 2.

Markanvändning	φ	$\varphi(\text{volym})$	Area [ha]
Skogsmark	0,10	0,15	5,64
Totalt			5,64
Reducerad area (φ)			0,56
Reducerad area ($\varphi(\text{volym})$)			0,85

2.3 ÅRSVOLYMER & MEDELAVRINNING

Den årliga avrinningen och årsmedelavrinning från området har beräknats med beräkningsverktyget StormTac (ver 21.4.2), utifrån avrinningsområdets area och volymavrinningskoefficient samt en årlig nederbörd på 601 mm. Resultatet presenteras i Tabell 5 nedan.

Tabell 5. Årlig avrinning och årsmedelavrinning.

Recipient	Area (ha)	Reducerad area ($\varphi(\text{volym})$)	Total årsvolym (m ³ /år)	Medelavrinning (l/s)
Kvarnsjön	41,6	6,33	65 100	2,1
Farstaviken	5,6	0,85	8 800	0,3

2.4 DIMENSIONERANDE FLÖDEN

2.4.1 Dimensionerande varaktighet

För att beräkna ett dimensionerande flöde behöver man identifiera en kritisk nederbördssituation. Detta görs genom att bestämma den längsta rinntiden inom det aktuella avrinningsområdet. För naturmark antas enligt Svenskt Vatten P110 en flödes hastighet på 0,1 m/s och för diken på 0,5 m/s. Beräknade längsta rinntider redovisas i Tabell 6. Dimensionerande flöden har beräknats dels till anslutande dagvattensystem i Kvarntorpsringen för den del av planområdet som avvattnas till Farstaviken/Torsbyfjärden, och dels till Kvarnsjön för resterande del av planområdet.

Tabell 6 Beräkning av längsta rinntid.

Avrinningsområde	Längsta rinnsträcka (m)	Bedömd rinnhastighet (m/s)	Längsta rinntid (min)
Kvarnsjön/Torsbyfjärden	1200 m	0,35	60
Farstaviken/Baggensfjärden	400 m	0,2	35

2.4.2 Beräknade flöden

Den beräknade maximala rinntiden inom området utgör den dimensionerande varaktigheten för det regn som används i flödesberäkningen. Flödet ges av den nederbördsintensitet som statistiskt sett motsvarar ett regn med den aktuella varaktigheten. Flöden har beräknats för situationen vid ett regn med en statistisk återkomsttid på 20 år, respektive 100 år. Beräknade flöden visas i Tabell 7. Uppgifter om nederbördsintensitet har hämtats från Svenskt Vatten P110.

Tabell 7. Beräkning av dimensionerande flöde, nuläge

Avrinningsområde	Dim varaktighet (min)	A _{Red} (ha)	Dim nederbördsintensitet (l/s, ha)		Dim flöde (l/s)	
			20-år	100-år	20-år	100-år
Kvarnsjön/Torsbyfjärden	60	4,34	89,4	151,5	388	657
Farstaviken/Baggensfjärden	35	0,56	145,3	247,0	82	139

Det finns stora osäkerheter med att beräkna momentana flöden från naturmark med samband som gäller för ytavrinning från urbana miljöer. Naturmarksavrinningen är inte kopplad till avrinning från ett enskilt intensivt regn, utan följer säsongsvisa mönster där längre nederbördsrika perioder ger upphov till de största flödena. Ett alternativt sätt är därför att uppskatta extrem avrinning från naturmark med samband som redovisas i Svenskt Vatten P110, där avrinningen från "genomsnittlig skogs/åkermark i nederbördsrika områden i sydvästra Sverige" framgår som funktion av avrinningsområdets yta. En sådan beräkning ger följande resultat (Tabell 8).

Tabell 8 Dimensionerande flöden beräknade utifrån samband för avrinning från naturmark.

Avrinningsområde	Area (ha)	Dim nederbördsintensitet (l/s, ha)		Dim flöde (l/s)	
		20-år	100-år	20-år	100-år
Kvarnsjön/Torsbyfjärden	41,6	12	23	500	989
Farstaviken/Baggensfjärden	5,6	50	110	280	616

Överrensstämelsen är god för Kvarnsjön/Torsbyfjärden, men för Farstaviken/ Baggensfjärden blir resultaten kraftigt avvikande.

2.5 FÖRORENINGAR

Föroreningsbelastningen via dagvatten har beräknats med beräkningsverktyget StormTac (ver 21.4.2). I StormTac finns schablonvärden på föroreningsinnehåll i dagvatten från olika typer av markanvändning. Det är viktigt att notera att de värden som beräknas med StormTac är värden baserade på uppmätta halter från ett antal olika utredningar och forskningsstudier. Kvaliteten och mängden underlag varierar mellan olika mätningar och för olika ämnen. Säkerheten på flera parametrar är låg eftersom det finns få mätdata med hög upplösning av markanvändning. Det är dock den bästa informationen som finns tillgänglig utan att utföra extensiva mätningar på plats för varje enskilt projekt, och för framtida förhållanden är det den enda möjliga metoden.

Vid belastningsberäkningar (mängd förorening, kg/år) används årsmedelhalten och den ackumulerade årliga nederbörden då det är årsvolymen som är avgörande för hur stor mängd förorening som genereras under ett år. Som indata till modellen används nederbörd 636 mm/år. Dagvattenvolymen ges av den reducerade arean som beräknats med volymavrinningskoefficienten, och som redovisas i avsnitt 2.2.3. Till detta kommer ett basflöde som är ett beräknat flödestillskott som sker till dagvattensystemet genom att nederbörd som infiltrerar i genomsläpplig mark till viss del fångas upp som dräneringsvatten och avleds via dagvattensystemet.

Beräkningar redovisas för de delar av planområdet som avleds mot Kvarnsjön/Torsbyfjärden respektive till Farstaviken/Baggensfjärden. Siffrorna som visas i tabellerna nedan är avrundade siffror.

Dessutom redovisas beräknade föroreningsmängder från bebyggelse utanför planområdet som avleds via planområdet i ett separat dokument (Bilaga 2).

Beräknade föroreningsmängder från planområdet till Kvarnsjön/Torsbyfjärden vid nuvarande situation visas i Tabell 9. Motsvarande uppgifter för del av planområdet som belastar Farstaviken/Baggensfjärden framgår av Tabell 10.

Tabell 9 Beräknade föroreningsmängder till Kvarnsjön/Torsbyfjärden från planområdet vid nuläge (kg/år). Vid beräkningarna används avrinningskoefficienter enligt Tabell 2.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Nuläge	1,2	25	0,24	0,33	0,82	0,0081	0,15	0,24	0,00048	1306	6,6

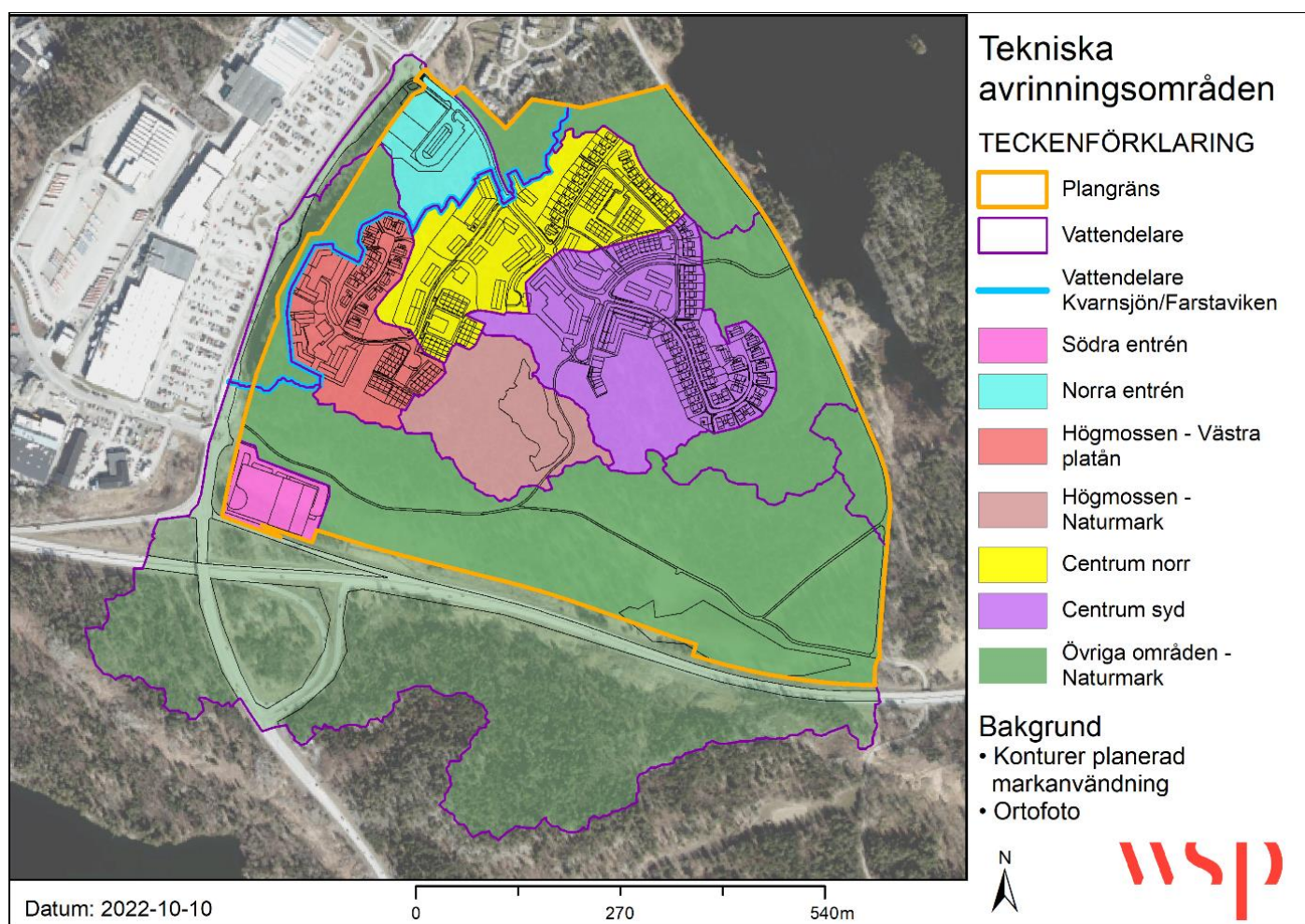
Tabell 10 Beräknade föroreningsmängder (kg/år) till Farstaviken/Baggensfjärden från planområdet vid nuläge. Vid beräkningar används avrinningskoefficienter enligt Tabell 2.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Nuläge	0,1	3	0,03	0,05	0,11	0,0011	0,02	0,03	0,00007	179	0,9

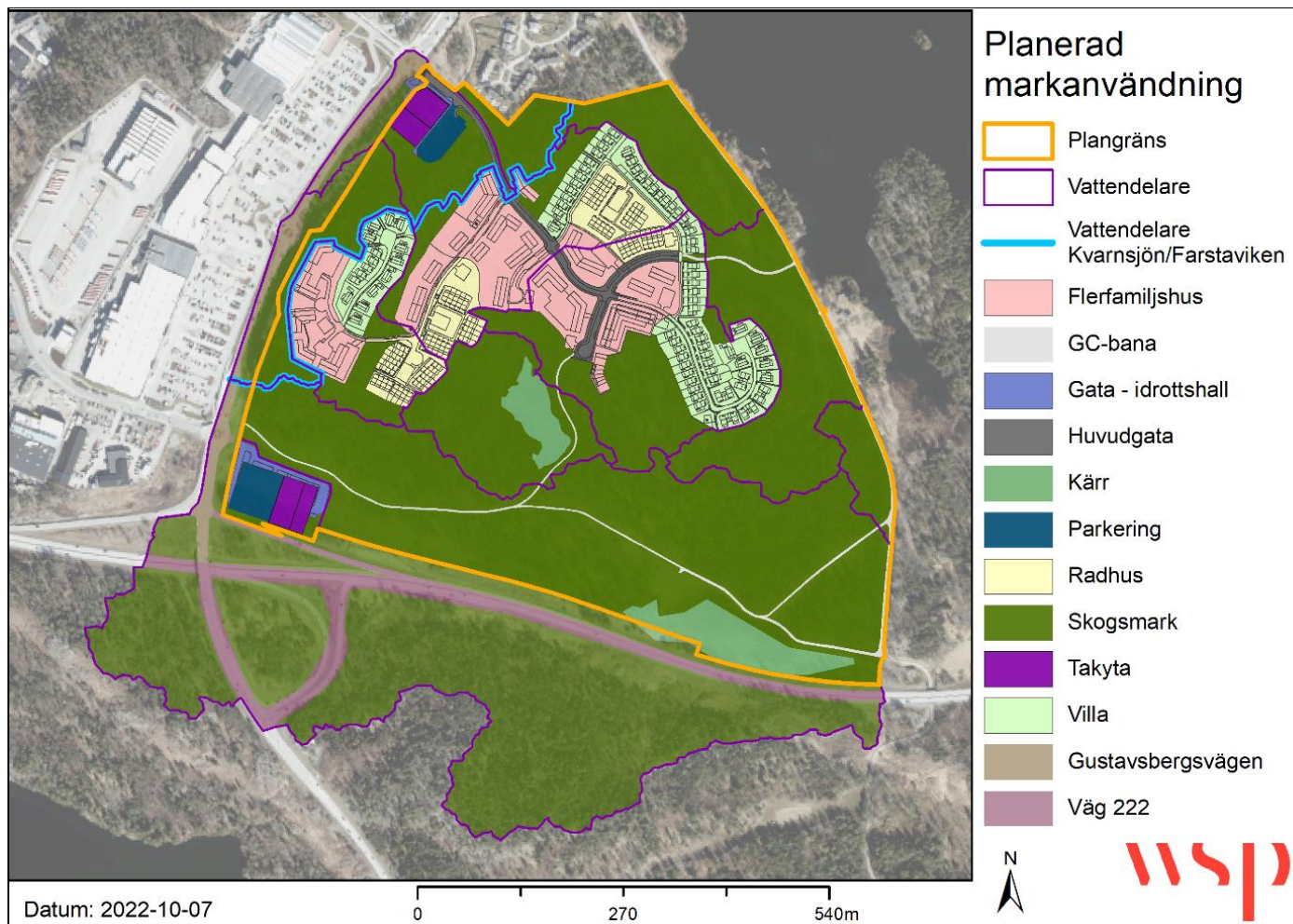
3 PLANERADE FÖRHÅLLANDEN INOM PLANOMRÅDET

3.1 MARKANVÄNDNING

Den framtida dagvattenhanteringen innebär att dagvatten efter lokala åtgärder samlas upp inom ett antal delavrinningsområden. Beräkningar har utförts separat för respektive delavrinningsområde och redovisas nedan.



Figur 2 Översikt där delavrinningsområdena framgår. Dimensionerande flöden har beräknats för alla delavrinningsområden förutom "Övriga områden". Föreningberäkningar har utförts för hela planområdet.



Figur 3 Översikt av framtida markanvändning efter utbyggnad enligt plan. Delavrinningsormåden enligt Figur 2 framgår också.

3.2 AVRINNINGSKOEFFICIENTER OCH REDUCERAD AREA

3.2.1 Avrinningskoefficienter

Dagvattensystemet för den planerade bebyggelsen kommer att utföras som ett trögt system som medger lokal infiltration. De föreslagna åtgärderna medför därmed en mindre dagvattenavrinning till det allmänna dagvattensystemet jämfört med en konventionell dagvattenhantering. Detta återspeglas i beräkningarna genom val av avrinningskoefficienter som redovisas i Tabell 11.

Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) syftar ursprungligen på en dagvattenhantering som återför allt dagvatten till grundvattnet, och därmed finns det inte behov av att bygga ut något dagvattensystem. Det är mycket ovanligt att förutsättningar finns för en renodlad LOD-lösning i tät bebyggelse. I tätare bebyggelse är det normalt att det krävs ett dagvattensystem för bortledning av överskottsvatten när dagvattenanläggningarna är fullbelastade, det kan därmed inte betraktas som ett till 100% genomförd LOD. Med tiden har begreppet hållbar dagvattenhantering kommit att användas i större utsträckning. Det innebär att man strävar efter att fördröja och minska dagvattenflödena och upprätthålla grundvattenbalans men också en uttalad ambition att rena dagvattnet.

För att räkna på denna typ av dagvattenlösningar är dataunderlaget begränsat. I StormTac finns konstruerade typiska avrinningskoefficienter för dagvattenavrinning från bebyggelse med LOD-åtgärder. Dessa koefficienter bedöms spegla den aktuella situationen med lokala fördröjande och infiltrerande dagvattenåtgärder med avledning till dagvattensystem. I våra beräkningar har vi utgått från dessa koefficienter, men gjort vissa anpassningar.

Tabell 11 Anpassade avrinningskoefficienter för olika markanvändning samt jämförelse med ett urval av avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vattens publikation P110 och StormTac.

Mark-användning	Avrinningskoefficienter enligt SV P110	Markanvändning StormTac	Avrinningskoefficienter enligt StormTac	Avrinningskoefficienter som används i beräkningarna
Naturmark/skog	0-0,1		0,10	0,10
Naturmark kärr	-		0,20	0,20
Parkering	0,8		0,8	0,65
Villabebyggelse	0,35-0,45	Villabebyggelse med total LOD	0,15	0,18
Rad/kedjehus	0,40-0,60	Radhus med total LOD	0,18	0,18
Flerfamiljshus	0,40-0,60	Flerfamiljshus med total LOD	0,22	0,30
Gata	0,8		0,8	0,65
Takyta	0,9		0,9	0,75
GC-bana	-		0,8	0,65

Motiv för valda avrinningskoefficienter:

- Skogsmarken i området kännetecknas av mycket tunna jordlager och i stor omfattning brant terräng vilket motiverar att ytavrinningen förväntas vara hög, och den högre koefficienten i intervallet väljs.
- Eftersom dagvattensystemet för planerad bebyggelse kommer att utföras med lokala åtgärder som skapar ett trögt system med vegetation och som medger infiltration har avrinningskoefficienten justerats nedåt för både kvartersmark och gatemark. Även om jordlagrens mäktighet lokalt ökar jämfört med nuläget, vid anläggande av trädgårdsmark och infiltrationsförmågan därmed samtidigt ökar, så väljs en försiktig justering i jämförelse med de schabloner som i StormTac föreslås för bebyggelse med LOD-åtgärder.

I bedömningen tas även hänsyn till att "graden av LOD" är högre för rad/kedjehus i planområdet eftersom takytor mot gårdssida leds ut över gräsmatta och kopplas ej till något dagvattensystem, För flerfamiljshus förutsätts däremot att allt dagvatten hanteras i anläggning som är kopplad till dagvattensystem.

- För gatumarken inom planområdet har på motsvarande sätt en bedömning gjorts av hur avrinningskoefficienten påverkas av tröga system med infiltrationsmöjlighet.
- Föreslagna åtgärder gör att även avrinningen från övriga ytor inom kvartersmarken (tak, parkeringsytor) antas begränsas i motsvarande grad som för gatumarken.

3.2.2 Volymavrinningskoefficienter

Dagvattenvolymerna beräknas på motsvarande sätt som för nuläget med hjälp av volymavrinningskoefficienter. Dagvattensystemet för den planerade bebyggelsen kommer att utföras som ett trögt system som medger lokal infiltration. Den reducerade dagvattenavrinningen medför samtidigt en mindre föroreningsbelastning. Detta återspeglas genom beräkningar med de justerade avrinningskoefficienter som redovisas i Tabell 12.

Det är endast volymavrinningskoefficienten för skogsmark som enligt StormTac skiljer sig för de aktuella markanvändningstyperna. I övrigt är de identiska. Justeringar av koefficienterna har gjorts på motsvarande sätt som framgår av avsnitt 3.2.1

Tabell 12 Anpassade avrinningskoefficienter för olika markanvändning samt jämförelse med ett urval av avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vattens publikation P110 och StormTac.

Mark-användning	Avrinnings-koefficienter enligt SV P110	Markanvändning StormTac	Volymavrinnings-koefficienter enligt StormTac	Volymavrinnings-koefficienter som används i beräkningarna
Naturmark/skog	0-0,1		0,15	0,15
Naturmark kärr	-		0,20	0,20
Parkering	0,8			0,65
Villabebyggelse	0,35-0,45	Villabebyggelse med total LOD	0,15	0,18
Rad/kedjehus	0,40-0,60	Radhus med total LOD	0,18	0,18
Flerfamiljshus	0,40-0,60	Flerfamiljshus med total LOD	0,22	0,30
Gata	0,8		0,8	0,65
Takyta	0,9		0,9	0,75
GC-bana	-		0,8	0,65

3.2.3 Reducerade areor

För de olika delavrinningsområdena erhålls ytor och reducerade areor enligt Tabell 13 och Tabell 14.

Tabell 13 Framtida markanvändning (ha) inom planområdet med avrinning mot Kvarnsjön, med avrinningskoefficienter enligt Tabell 11 och Tabell 12.

M	Ψ	Ψ (volym)	Area [ha]				Totalt
			Södra entrén	Högmossen (inkl. naturmark)	Centrum Norr	C Ö e v	
F	0	0,30		1,18	2,11	1	5,08
G	0	0,65	0,27				0,27
G	0	0,65		0,03		0 0	0,81
H	0	0,65			0,12	0	0,56
K	0	0,20		0,57		0 1	1,74
P	0	0,65	0,36				0,36
R	0	0,18		0,62	1,54	0	2,40
S	0	0,15	0,19	3,48	0,76	2 2	27,68
T	0	0,75	0,31				0,31
V	0	0,18		1,00	0,97	2	4,10
T	0	0,21	1,12	6,88	5,49	7 2	43,31
R							7,34
R							8,73
e							

Tabell 14 Framtida markanvändning (ha) inom planområdet med avrinning mot Farstaviken, med avrinningskoefficienter enligt Tabell 11 och Tabell 12.

Markanvändning	ψ	Ψ (volym)	Area [ha]		
			Norra entrén	Övriga områden	Totalt
Gata - idrottshall	0,65	0,65	0,07		0,07
Huvudgata	0,65	0,65	0,23		0,23
Parkering	0,65	0,65	0,24		0,24
Skogsmark	0,10	0,15	0,97	2,13	3,10
Takyta	0,75	0,75	0,31		0,31
Grand Total	0,56	0,56	1,83	2,13	3,95
Reducerad area (ψ)					0,90
Reducerad area (Ψ(volym))					1,05

3.3 ÅRSVOLYMER & MEDELAVRINNING

Den årliga avrinningen och årsmedelavrinning från området har beräknats med beräkningsverktyget StormTac (ver 21.4.2), utifrån avrinningsområdets area och volymavrinningskoefficient samt en årlig nederbörd på 601 mm. Resultatet presenteras i Tabell 15 nedan.

Tabell 15. Årlig avrinning och årsmedelavrinning.

Recipient	Area (ha)	Reducerad area (ψ (volym))	Total årsvolym (m ³ /år)	Medelavrinning (l/s)
Kvarnsjön	43,3	8,73	79 830	2,5
Farstaviken	4,0	1,05	8 700	0,3

3.4 DIMENSIONERANDE FLÖDEN

3.4.1 Dimensionerande varaktighet

Framtida dagvattenavrinning hanteras i fem olika tekniska system. Dimensionerande flöden beräknas därför separat för respektive delavrinningsområde. Rinnhastigheten i ledning antas vara 1,5 m/s. Kortaste rinntid vid denna typ av beräkningar är normalt 10 min, vilket gäller för samtliga delavrinningsområden. Beräknade rinntider presenteras i Tabell 16.

Tabell 16 Dimensionerande varaktighet, framtida situation utan hänsyn till effekt av fördröjningsåtgärder.

Delavrinningsområde	Längsta rinnsträcka (m)	Bedömd rinnhastighet (m/s)	Beräknad rinntid (min)	Dimensionerande varaktighet (min)
Västra plattan – orange	350	1,5	3,9	10
Centrum norr – gul	500	1,5	5,5	10
Centrum syd - lila	500	1,5	5,5	10
Södra entrén - rosa	200	1,5	2,2	10
Norra entrén - ljusblå	150	1,5	1,7	10

3.4.2 Beräknade dimensionerande flöden

Dimensionerande flöden från exploaterade delar av området framgår av Tabell 17 nedan. Vid exploatering sker dagvattenavrinningen avsevärt snabbare än från naturmark vilket gör att de kritiska flödena inte hinner påverkas av flödesbidraget från naturmark. Dimensionerande flöden beräknas därför enbart utifrån de exploaterade ytorna och den naturmark som avvattnas via de tekniska systemen. Beräkningar har därför utförts utan hänsyn till bidraget från de större naturmarksytorna. Benämningen på de exploaterade ytorna framgår av Figur 3. För T3 har dock naturmarken kring Högmossen (2I) medräknats. Naturmark som inte avvattnas via tekniska system redovisas som "övriga områden". Dimensionerande flöden för "övriga områden" beräknas med samma dimensionerande flöden som för nuläget och framgår av Tabell 18.

Tabell 17 Beräknade dimensionerande flöden efter exploatering.

Avrinningsområde	Dim varaktighet (min)	A _{Red} (ha)	Dim nederbördsintensitet (l/s, ha)		Dim flöde (l/s)	
			20 år	100 år	20 år	100 år
			Kvarnsjön	10	4,55	286,7
Södra entrén	10	0,66	286,7	488,8	189	322
Högmossen (inkl. naturmark)	10	1,13	286,7	488,8	324	552
Centrum norr	10	1,24	286,7	488,8	355	606
Centrum syd	10	1,52	286,7	488,8	436	743
Farstaviken	10	0,69	286,7	488,8	196	335
Norra entrén	10	0,69	286,7	488,8	196	335

Tabell 18. Beräknade dimensionerande flöden från naturmark som inte avvattnas via de tekniska systemen ("övriga områden").

Avrinningsområde	Dim varaktighet (min)	A _{Red} (ha)	Dim nederbördsintensitet (l/s, ha)		Dim flöde (l/s)	
			20 år	100 år	20 år	100 år
			Kvarnsjön			
Övriga områden	60	2,79	89,4	151,5	250	423
Farstaviken						
Övriga områden	35	0,21	130,8	222,2	28	47

3.5 FÖRORENINGAR

3.5.1 Föroreningsberäkningar utan hänsyn till reningsåtgärder

I enlighet med kapitel 3.2.2 har avrinningen från den planerade bebyggelsen beräknats med hänsyn till att planerade åtgärder utförs med trög dagvattenhantering. De föroreningskoncentrationer som i StormTac redovisas för bebyggelse med LOD är också justerade med hänsyn till den uppskattade effekten av LOD-åtgärder. I beräkningarna för planerad situation utan åtgärder har vi däremot räknat med de normala föroreningskoncentrationerna för respektive markanvändning utan hänsyn till LOD. Reningseffekten av föreslagna åtgärder beräknas i stället separat och redovisas i kapitel 4.

Mängden föroreningar efter genomförd exploatering har således beräknats utan hänsyn till några ytterligare effekter av den tröga avledningen än att den genererar lägre avrinning till det allmänna dagvattensystemet jämfört med konventionell dagvattenhantering. Föroreningsschabloner för de olika markanvändningarna följer StormTacs grundinställningar för aktuell markanvändning utan hänsyn till LOD (StormTac web ver 21.4.2).

I föroreningsberäkningarna har bidraget från naturmarken inom planområdet inkluderats.

3.5.2 Avrinningsområde Kvarnsjön/Torsbyfjärden

Mängden föroreningar har beräknats efter genomförd exploatering utan hänsyn till några ytterligare åtgärder än den tröga avledningen som beskrivits. Resultat visas i Tabell 19 där de jämförs mot nuvarande situation.

Tabell 19 Jämförelse av beräknade föroreningsmängder (kg/år) från planområdet till Kvarnsjön/Torsbyfjärden vid nuläge och enligt plan utan särskilda reningsåtgärder, samt procentuell förändring.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Nuläge	1,2	25	0,24	0,33	0,82	0,0081	0,15	0,24	0,00048	1306	6,6
Planerad situation utan rening	6,3	70	0,48	0,97	2,7	0,020	0,34	0,39	0,0013	2487	22
Förändring	442%	186%	100%	189%	230%	151%	124%	63%	180%	90%	243%

3.5.3 Avrinningsområde Farstaviken/Baggensfjärden

För den del av planområdet som avleds mot Farstaviken visar beräkningarna genomgående på stora öknings i förhållande till nuläget (Tabell 20).

Tabell 20 Jämförelse av beräknade föroreningsmängder (kg/år) från planområdet till Farstaviken/Baggensfjärden vid nuläge och enligt plan utan särskilda reningsåtgärder, samt procentuell förändring.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Nuläge	0,14	3,1	0,032	0,046	0,11	0,0011	0,022	0,034	0,000066	179	0,90
Planerad situation utan rening	0,64	8,4	0,055	0,10	0,27	0,0025	0,041	0,047	0,00021	362	2,2
Förändring	349%	173%	72%	123%	137%	126%	88%	36%	225%	102%	147%

3.5.4 Behov av åtgärder

Jämfört med beräknade föroreningsmängder i nuläget kan konstateras att föroreningsbelastningen från planområdet på Kvarnsjön ökar för samtliga parametrar. Ökningen varierar från 63% till 442%. Kompletterande reningsåtgärder är nödvändiga för att undvika detta.

För Farstaviken/Baggensfjärden varierar motsvarande ökning mellan ca 36% upp till 350%. Även här är det uppenbart att det föreligger behov av åtgärder som begränsar föroreningsmängderna som leds till recipient.

4 EFFEKTER AV FÖRESLAGNA DAGVATTENÅTGÄRDER

4.1 FÖRORENINGAR EFTER RENING

Dagvatten från de delar av bebyggelsen som avleds mot Kvarnsjön föreslås passera genom flera reningssteg; lokal rening i växtbäddar/biofilter och infiltration i gräsytor inom kvarteretsmark, infiltrerande biofilter längs gatorna och kompletterande rening i dammar eller våtmarksdike. Utöver föreslagna reningsåtgärder har även vegetationen i Kvarnsjöns södra vik en viss reningseffekt som inte inkluderats i bedömningen.

Reningseffekten i föreslagna dagvattenlösningar har beräknats med hjälp av StormTac. Ett antal typåtgärder har studerats; växtbädd/biofilter på flerfamiljsgård, växtbädd/biofilter på radhusomt samt växtbädd/biofilter i gatumiljö. Anläggningarnas yta i förhållande till ytan som belastar anläggningen har beräknats för några typiska situationer som bedöms representativa för området som helhet. Anläggningarna har följande nyckeldata:

Tabell 21. Typsituationer som studerats vid beräkning av reningseffekter

	Flerfamiljshus	Radhus-/villa	Lokalgata	Huvudgata
Anläggningsyta i förhållande till total yta (%)	5	7	15	16
Anläggningsyta i förhållande till reducerad area (%)	12	11	19	21
Ytlig dämningsszon (m)	0,2	0,1	0,1	0,1
Växtjordsdjup (m)	0,2	0,2	0,2	0,2
Djup på makadam lager (m)	0,6	0,2	0,4*	0,4*

*motsvarar hälften av det egentliga djupet (0,8 m), i beräkning har djupet reducerats för att ta hänsyn till många gators lutning

Erhållna reningseffekter enligt utförda beräkningar presenteras i Tabell 22.

Tabell 22 Reningseffekter (%) erhållna vid beräkning för de typlösningar som presenteras i Tabell 21

Typsituation	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Lokalgata	84	70	85	93	89	80	70	81	73	95	85
Huvudgata	84	70	93	93	95	80	80	86	82	95	94
Flerfamiljshusbebyggelse	85	70	95	93	95	90	76	86	74	95	86
Radhus-/villabebyggelse	85	70	95	93	95	90	68	86	72	87	85

Då lokalgatorna ingår i ytor som karterats som flerfamiljshusområden eller radhus-/villaområden har justerade reningseffekter tagits fram som en kombination av den reningseffekt som beräknas uppnås inom kvartersmarken och den som uppnås för lokalgatorna. Dessa justerade sammantagna reningseffekter presenteras i

Tabell 23.

Tabell 23 Sammanvägda reningseffekter som appliceras på respektive bebyggelseyp.

Typsituation	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Flerfamiljshusområde med lokalgata	85	70	90	93	92	85	73	83	73	95	95
Radhus-/villaområde med lokalgata	85	70	90	93	92	85	69	83	72	90	91

Redovisade reningseffekter är höga i förhållande till uppmätta reduktionstal för befintliga anläggningar i drift. Orsaken till detta är dels att de föreslagna anläggningarna är genomgående generöst dimensionerade mot normala förhållanden, men också att studerade anläggningar utgör en blandning av väl fungerande och mindre väl fungerande anläggningar och därmed inte optimala. Ytterligare en faktor är att flödesmätning och provtagning är svårt att genomföra på ett bra sätt varför tillförlitligheten i redovisade undersökningar varierar stort

De beräknade reningseffekterna är höga för de aktuella anläggningarna, men vi bedömer att de kan betraktas som realistiska om de appliceras på den totala reningseffekt som kan förväntas om man också inkluderar effekten i efterföljande reningsanläggningar. Det saknas etablerad metodik att räkna på effekten av åtgärder anlagda i serie. StormTac har en sådan beräkningsfunktion vilken med en efterföljande dammanläggning visar på ytterligare 5-15% förbättrad rening, med undantag för bly, koppar och zink samt SS där den tillkommande effekten är obetydlig. För dagvatten från den planerade bebyggelsen används därför de redovisade reningseffekterna vid beräkning av föroreningsbelastning till recipient efter åtgärder, utan ytterligare korrigering med hänsyn till efterföljande reningssteg.

4.1.1 Föroreningsbelastning på Kvarnsjön/ Torsbyfjärden efter rening

Resultatet av beräkningar av framtida föroreningsbelastning på Kvarnsjön utförda med de redovisade antagandena framgår av Tabell 24 nedan. Resultaten redovisas tillsammans med beräknade föroreningsmängder vid nuläge, och enligt plan utan åtgärder.

Det sker enligt Tabell 24 en påtaglig minskning av föroreningsbelastningen jämfört med exploatering utan åtgärder, men mängderna ökar ändå för några ämnen jämfört med nuläget. Skillnaderna varierar mellan en minskning på 21% till en ökning på 65%. Sammantaget innebär detta dock en ökning som utgör en oönskad tillkommande belastning på Kvarnsjön.

Tabell 24 Beräknade föroreningsmängder (kg/år) från planområdet till Kvarnsjön/ Torsbyfjärden vid nuläge och enligt plan med föreslagen rening av dagvatten, samt procentuell förändring.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Nuvarande situation	1,2	25	0,24	0,33	0,82	0,0081	0,15	0,24	0,00048	1306	6,6
Planerad situation inkl. reningseffekter	1,9	38	0,21	0,36	0,80	0,0088	0,18	0,22	0,00071	1033	8,1
Förändring	65%	52%	-11%	8%	-2%	9%	22%	-10%	48%	-21%	24%

4.1.2 Föroreningsbelastning på Farstaviken/Baggensfjärden efter rening

Dagvattensystemet för denna del av planområdet byggs upp på liknande vis som inom planområdet i övrigt, dvs tröga system och lokal rening. Här sker sedan en omfattande fördröjning i makadamfyllnad med en viss markinfiltration.. I beräkningarna nedan har ett antagande gjorts om motsvarande totala reningseffekt som för planområdet i övrigt.

Resultatet av beräkningarna framgår av Tabell 25 och visar att det även här sker en påtaglig minskning av föroreningsbelastningen jämfört med exploatering utan åtgärder enligt, men att mängderna ändå ökar för flera av föroreningarna, i första hand näringsämnen. Förändringarna varierar mellan en minskning på 34% till en ökning på 20%.

Tabell 25 Beräknade föroreningsmängder (kg/år) från planområdet till Farstaviken/Baggensfjärden vid nuläge och enligt plan med föreslagen rening av dagvatten, samt procentuell förändring.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja
Nuvarande situation	0,14	3,1	0,032	0,046	0,11	0,0011	0,022	0,034	0,000066	179	0,90
Planerad situation inkl. reningseffekter	0,16	3,7	0,021	0,030	0,077	0,00090	0,019	0,023	0,000078	112	0,58
Förändring	14%	20%	-34%	-34%	-32%	-17%	-12%	-32%	18%	-37%	-36%

4.1.3 Kommentarer

Ytterligare en åtgärd som kan komma ifråga är gröna tak. Ur föroreningssynpunkt visar utförda undersökningar att näringsämneshalterna blir ungefär dubbelt så höga samtidigt som årsvolymen dagvatten halveras. Mängdmässigt har dessa tak således liten effekt på näringsämnen. För flertalet metaller däremot kan man förvänta sig en lägre belastning från gröna tak. Det mindre flödet bidrar till förlängda uppehållstider i reningsanläggningarna vilket normalt gynnar reningfunktionen. Möjligen är även den positiva effekten större då utförda mätningar ofta utförts på nyanlagda tak som inledningsvis tenderar till att släppa förhöjda närsalthalter. Beroende på hur gödsling utförs kan gröna tak tidvis släppa ifrån sig förhöjda halter näringsämnen. Gröna tak resulterar i en minskad total avrinning. Om man i övrigt använder sig av lösningar som möjliggör infiltration bidrar gröna tak till en minskad grundvattenbildning varför gröna tak bör undvikas i de delar av området som ligger inom högmossens tillrinningsområde.

I beräkningarna har enbart reduktion av föroreningar i dagvatten medräknats. Föroreningsbelastning som sker via avrinning från naturmark har beräknats utan hänsyn till några reningseffekter från dagvattenanläggningarna. Till vissa av anläggningarna (i första hand våtmarksdiket) leds, i varierande omfattning, vatten från naturmark. Detta leder till en utspädning av föroreningshalterna vilket i sin tur leder till en lägre reningseffekt, men för en större total vattenvolym. En känslighetsanalys har utförts med hjälp av StormTac avseende hur resultatet påverkas med dessa två olika beräkningssätt och skillnaden är mycket liten.

Enligt recipientundersökningen för Kvarnsjön visar sjön tecken på påverkan från vägsalt. Genom att planförslaget medför en ökad trafik inom planområdet så finns risk att belastningen av vägsalt kommer att öka. Lokalgator saltas dock i begränsad omfattning och den ökade recipientbelastningen bedöms därför vara obetydlig. Det finns inga etablerade reningmetoder för dagvatten som har någon betydande effekt på lösta salter (kloridjoner) varför denna belastning inte kan begränsas eller motverkas på annat sätt än genom saltfri halkbekämpning.

5 BERÄKNINGARNAS TILLFÖRLITLIGHET

Dagvatten kännetecknas av att flödena uppträder som avrinning i samband med nederbörd som av sin natur är varierande och svåröversäglig. Flödesmätning är samtidigt kostsam och förknippat med många praktiska utmaningar. Redan i ett befintligt dagvattensystem är det därför ofta svårt att klarlägga och beskriva funktionen på ett helt korrekt sätt. Det blir därmed ännu svårare att förutsäga funktionen i ett framtida system.

Dagvattenberäkningar baseras i hög utsträckning på en lång rad antaganden uttryckta som nyckeltal och schablonvärden. Dessa härrör från sammanställningar av tidigare utförda undersökningar, vilka är genomförda på varierande geografiska platser, med olika utrustningar, med olika nederbörds- och avrinningsförhållanden, olika mät och analysmetoder etc vilket gör att det utöver den faktiska variation som finns när det gäller dagvatten, även finns en betydande grad av osäkerhet avseende de enskilda mätningarnas tillförlitlighet och representativitet.

Schablonvärden tas fram för olika typer av markanvändning, och tendensen är att antalet specificerade typer av markanvändning ökat över tid, vilket ger ett skenbart intryck av att exaktheten i beräkningarna kan förbättras. Kännetecknande för de mer detaljerade markanvändningarna är dock att antalet bakomliggande studier i regel är mycket begränsat.

5.1 TILLFÖRLITLIGHET

I StormTac redovisas osäkerheten avseende värdet på ingående parametrar i beräkningarna som föroreningskoncentrationer, avrinningskoefficienter, infiltrationskoefficienter för basflöde och årsnederbörd. För föroreningar tillämpas tre olika klasser (hög, medel, låg säkerhet). Hög säkerhet ges exempelvis för ämnen med en statistisk variationskoefficient (CV) som är mindre än 0,5, dvs 50%. I beräkningarna antas att denna klass har en osäkerhet på 20%.

Den sammantagna tillförlitligheten i beräkningarna påverkas av osäkerheten för samtliga de ingående parametrarna. Statistiska samband nyttjas för att bedöma den sammantagna osäkerheten för varje enskilt beräknad mängd eller halt. Generellt uppgår den relativa osäkerheten för de redovisade mängderna till mellan 30% - 40%.

Dagvattenberäkningar, särskilt föroreningsberäkningar, bör därför tolkas med stor försiktighet. Om det finns en samstämmighet som visar att flertalet föroreningsparametrar förändras i samma riktning ökar sannolikheten för att resultaten är rättvisande. Om förändringarna både är positiva och negativa är det svårare att dra säkra slutsatser. Förändringar som är mindre än 10% bör enligt vår mening inte tolkas som en sannolik förändring.

5.2 GENOMFÖRDA BERÄKNINGAR

I de genomförda beräkningarna har ett antal antaganden gjorts som är värda att uppmärksammas:

- En effekt som normalt eftersträvas vid val av lokal dagvattenhantering genom tröga system med hög grad av infiltration är att reducera dagvattenavrinningen. Kunskapen kring hur dagvattenavrinningen påverkas vid LOD är dock mindre väl studerad. I StormTac har avrinningskoefficienter konstruerats för bebyggelse med olika typer av LOD. Utförda beräkningar har utgått från dessa koefficienter, men då förutsättningarna för infiltration är begränsade i området har avrinningskoefficienten justerats och ett högre värde valts. Denna justerade koefficient bedöms relevant för flerbostadshus där det förutsätts att brädd- och

dränledningar kopplas till dagvattenledningar i gata. För småhus däremot avleds en stor del av dagvattnet till gårdssida och infiltration i gräsyta och vidare infiltration/bortledning via naturmark. För denna bebyggelse är det rimligt att avrinningskoefficienten justeras neråt. I beräkningarna har därför dessa justeringar antagits motverka varandra och den föreslagna avrinningskoefficienten för radhusbebyggelse med LOD har använts utan korrigering. Eftersom villatomterna är små har samma schabloner använts för dessa som för radhus.

- De föreslagna lokala dagvattenåtgärderna är generöst dimensionerade, och reningseffekter har beräknats med dimensioneringsverktyget i StormTac. De erhållna reningseffekterna är höga i förhållande till schabloner baserade på uppmätta värden. Förklaringen är att reningseffekten i hög grad styrs av anläggningens yta i förhållande till den belastande ytans storlek.
- Förslaget innehåller reningsåtgärder i serie efter varandra. Det saknas vedertagna samband kring hur den totala reningseffekten påverkas av detta. I utförda beräkningar har inte någon tillkommande reningseffekt för efterföljande reningssteg lagts till, istället har den relativt höga reningseffekten enligt ovan fått representera reningseffekten för hela kedjan av åtgärder.
- En del av naturmarksavrinningen belastar dagvattenanläggningarna. Anläggningarna har dimensionerats för denna flödesbelastning, men vid beräkningarna har ingen reningseffekt applicerats på naturmarksavrinningen.
- De stora anläggningsvolymerna ökar förutsättningarna för infiltration till kringliggande mark, även om infiltrationsförutsättningarna är begränsade. Med en god infiltration reduceras dagvattenmängderna vilket även påverkar föroreningsmängden till recipienten.

Sammanfattningsvis har därmed ett flertal konservativa antaganden gjorts som innebär att beräkningarna inte bedöms vara realistiskt gynnsamma, vilket bör beaktas vid tolkning av resultaten. Vid mer detaljerade beräkningar kan man förvänta sig ett mer positivt utfall.

6 PÅVERKAN PÅ VATTENNIVÅER I KVARN SJÖN

6.1 AVRINNING FRÅN BEBYGGELSEN

Frågan om exploateringen medverkar till att flödena till Kvarnsjön förändras på ett sådant sätt att vattennivån i sjön påverkas så att det leder risk för problem har studerats översiktligt.

Den planerade bebyggelsen medför en ökad avrinning till Kvarnsjön, framför allt i samband med kortvariga intensiv nederbörd. Beräknade dimensionerande flöden framgår av avsnitt 2.4 och 3.4. Dessa extrema dagvattenflöden är starkt kopplade till åskväder som inträffar i samband med långvariga högtryck och därför ej sammanfaller med de perioder då tillrinningen från naturmarken är stor och då vattennivåerna i sjön kan förväntas vara höga.

De situationer som har störst betydelse i detta avseende är i stället kopplade till volymrika regn vilka är mer långvariga och mindre intensiva än extrema skyfall. Samtidigt är sannolikheten större att dessa flödessituationer sammanfaller med perioder med hög avrinning från naturmarken.

Den planerade bebyggelsen medför att den reducerade arean inom sjöns avrinningsområde ökar med 3,0 ha (från 4,34 till 7,34 ha A_{Red}). Ett regn med varaktigheten 24 timmar med 100 års återkomsttid motsvarar en nederbörd på 119 mm, vilket för 3,0 ha A_{Red} ger en ökning av den avrinnande dagvattenvolymen från tillkommande urbana ytor till Kvarnsjön på sammanlagt ca 3 600 m³. Detta motsvarar ett dygnsmedelflöde på ca 40 l/s. Angiven volym och flöde är beräknat utan hänsyn till fördröjning i planerade dagvatten- eller skyfallsåtgärder.

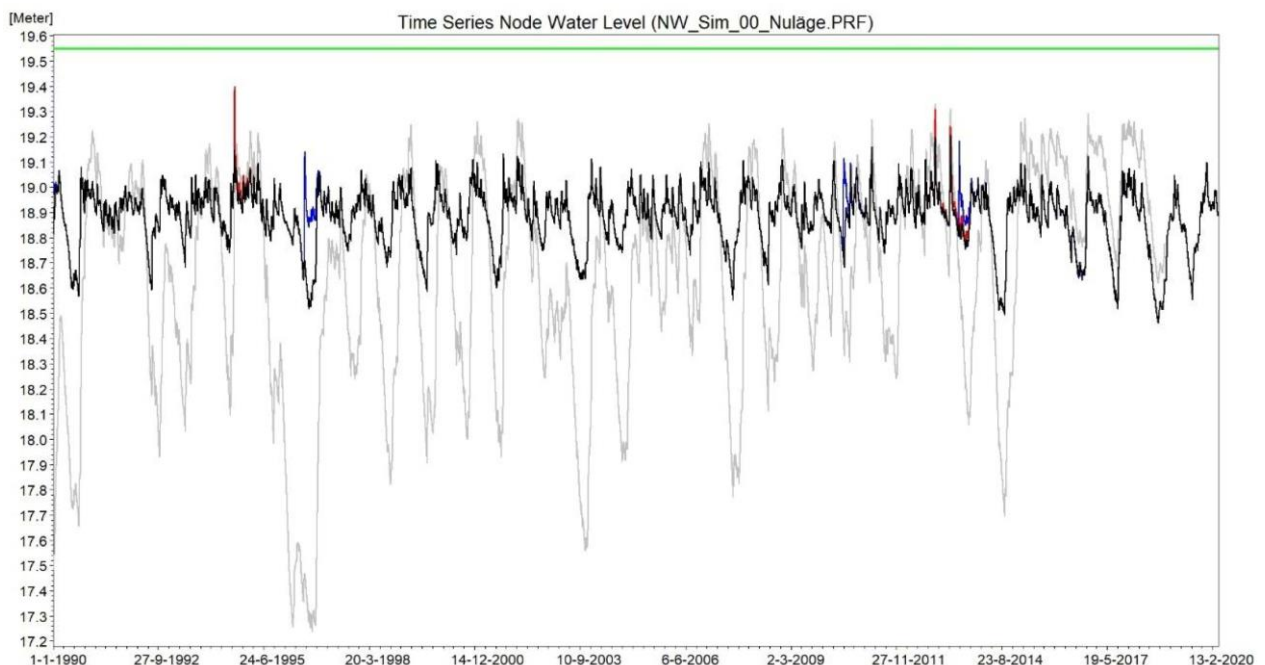
Sjön har en yta på ca 13 ha enligt VISS, vilket ger att den aktuella dagvattenvolymen motsvarar en teoretisk höjning av sjöns vattenyta med ca 2,7 cm. Denna påverkan är överskattad då hänsyn inte tagits till att naturmarksavrinningen samtidigt minskar för de ytor som i stället genererar dagvatten, eller att det sker en kontinuerlig avtappning från sjön. Volymmässigt medför således inte den planerade bebyggelsen någon dramatisk effekt på vattennivåerna i sjön.

Utförda beräkningar är förenklade och överslagsmässiga varför resultaten bör tolkas med försiktighet och inte betraktas som prognoser. Uppträder höglödet under exempelvis 12 eller 48 timmar blir resultatet annorlunda. Hänsyn har inte heller tagits till avtappningen från sjön vilket också påverkar vilken situation som är kritisk.

6.2 PÅVERKAN PÅ SITUATIONEN I KVARNSJÖN

I ett parallellt projekt har en hydrologisk och hydraulisk modell upprättats över Kvarnsjön och dess avrinningsområde, dammanordningar och avbördningssystem. (*Kvarnsjön. Hydraulisk utredning. Slutrapport. Tyréns, 2022-03-25*). Modellen har kalibrerats mot uppmätta flöden, och situationen vid ett 100-årsregn har simulerats. Däremot har inte effekten av planerad ny bebyggelse studerats i modelleringsarbetet.

Nivåvariationen i Kvarnsjön under perioden 1990-2020 har beräknats med nederbördsdata från SMHI. Vid ett antal tillfällen har uppmätt nederbörd ersatts av statistiska modellregn med 100-års återkomsttid, dels sommarregn (CDS-regn med ett dygns varaktighet) respektive höstregn (blockregn med 1, 2 respektive 4 dygns varaktighet). I diagrammet nedan framgår att vid de studerade situationerna, med volymrika höstregn överskrids dammkonstruktionens nuvarande utloppsnivå +19,17, som mest upp till nivån +19,40. Vid sommarregn är vattennivåerna ungefär i nivå med utloppsnivån.



Figur 4 Vattennivå i Kvarnsjön för 100-årsregn vid Nulägesberäkning. Svart = Nulägesberäkning (uppmätta regn SMHI, 100-årsregn ej inkluderat), Grå = Beräkning med kalibrerad modell (uppmätta regn SMHI, 100-årsregn ej inkluderat), Röd = 100-årsregn av typen höstregn, Blå = 100-årsregn av typen sommarregn, Grön = Tröskelnivå för dammkonstruktionens alternativa avbördningssystem (+19,55). Källa Tyréns 2022.

Avledning från Kvarnsjön sker huvudsakligen via dikes-/ledningssystem åt nordost mot Ösby träsk (utloppsnivå +18,80). Vid höga nivåer träder avledningsfunktionen vid den nordvästra dammanläggningen i kraft. Vid nivåer över +19,17 sker bräddning till Kvarndammen via rör genom dammkonstruktionen. Vid nivån +19,80 kan ytlig avledning ske via dike/mark vid sidan om dammkonstruktionen. Dammkronet har nivån ca +19,90.

I en tidigare version av utredningen (*Kvarnsjön. Åtgärder för säker vatten-hantering. Tyréns, 2020-07-02*) redovisas bland annat att maximalt utflöde från Kvarnsjön till Kvarndammen vid 100-års höstregn har beräknats till 250 l/s, och utflödet till nordöstra systemet är 220 l/s, sammanlagt ca 470 l/s.

6.3 PÅVERKAN PÅ NEDSTRÖMS DAGVATTENSYSTEM

Påverkan kan förväntas utgöra en kombination av nivåhöjning och ökat utflöde, där de två ytterligheterna är en nivåhöjning på max 2,7 cm och oförändrat utflöde, respektive ett ökat utflöde med 40 l/s och oförändrade nivåer. Utifrån detta bedöms en nivåhöjning på 1,5 cm och ett ökat utflöde på ca 20 l/s (fördelat på de två befintliga två utloppen) vara en rimlig uppskattning av exploaterings påverkan på situationen vid ett 100-årsregn. Planering pågår för åtgärder som syftar till att undvika avrinning till Kvarnsjödammen vid 100-årsregn, och om dessa genomförs kommer hela den aktuella flödesökningen att sker via nordöstra utloppet.

Flödet från urbana ytor till dagvattensystemet nedströms Kvarnsjön vid ett dimensionerande 10-årsregn är enligt Tyréns 2020-07-02 beräknat till 1 800 l/s för det nordöstra stråket. För det nordvästra stråket saknas motsvarande uppgift, men uppskattas vara i storleksordningen 1 000-3 000 l/s. Dessa dimensionerande flöden sammanfaller ej med avrinningen vid höstregn, och under förutsättning att dagvattensystemet är normalt dimensionerat riskerar därför inte de aktuella flödena från Kvarnsjön att medföra ökade problem vid dessa situationer.

Utifrån redovisade underlag och resonemang görs bedömningen att förändringen som följer av den planerade bebyggelsen inte medför någon allvarlig risk för situationen i Kvarnsjön eller för avledningen från sjön genom befintliga dagvattensystem nedströms sjön vid ett framtida 100-årsregn.

7 SLUTSATSER

Beräkningarna visar att den planerade exploateringen medför ökad föroreningsbelastning på de aktuella recipienterna. Trots föreslagna åtgärder kan inte en belastningsökning undvikas. Det bedöms vara nödvändigt med någon form av ytterligare åtgärder för att detaljplanen ska vara förenlig med de krav som följer av miljö kvalitetsnormerna för vatten. Kompletterande åtgärder studeras separat i Bilaga 2.

Avrinningen från planområdet ökar jämfört med nuläget och fördröjningsåtgärder är nödvändiga för att begränsa storleken på momentana flöden. Beräknade fördröjningsvolymerna i föreslagna anläggningar redovisas i Bilaga 3 – Dimensionering av dagvattenanläggningar. Slutsatsen är att de aktuella fördröjningsvolymerna är tillräckliga för att flödet från planområdet inte ska komma att öka vid dimensionerande nederbördsituation.

Den planerade bebyggelsen bedöms inte medföra någon risk att vattennivåerna i Kvarnsjön vid kraftiga flödessituationer påverkas på något märkbart vis, eller medför några allvarliga risker för bebyggelse eller befintliga dagvattensystem nedströms Kvarnsjön.