



Kund: Motala kommun

Projekt: Dagvattenutredning för Folkets park

Datum: 2023-03-22

## Rapport

Uppdragsansvarig  
Ida Gomez Bergström

Handläggare  
Madelene Drougge  
Caroline Hillforth

Tel  
+46105054829

Mobil  
+46722034897

E-mail  
ida.gomezbergstrom@afry.com

Kund  
Motala kommun

Datum  
22/03/2023

Projekt ID  
D0064879

## Dagvattenutredning Folkets park, Motala

### Rapportshistorik

Version		Datum
1	Dagvattenutredning	2022-09-23
2	Komplettering dagvattenutredning	2023-03-22

## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
1 Inledning .....	5
1.1 Bakgrund .....	5
1.2 Syfte .....	5
2 Underlagsmaterial .....	6
3 Riktlinjer och krav .....	6
3.1 P110.....	6
3.2 EU-lagstiftning och Miljö kvalitetsnormer.....	6
3.3 Policy för hållbar dagvattenhantering.....	7
3.4 Riktlinjer för hållbar dagvattenhantering .....	8
4 Tidigare dagvattenutredningar .....	9
5 Områdesbeskrivning och förutsättningar.....	12
5.1 Detaljplan och Ändringsplan .....	12
5.2 Markanvändning idag .....	13
5.3 Avrinningsområden och befintlig avvattning.....	14
5.4 Recipienter och Miljö kvalitetsnormer.....	16
5.4.1 Ytvattenförekomst.....	16
5.4.2 Grundvattenförekomst.....	17
5.5 Skyddade områden .....	18
5.5.1 Vattenskyddsområde .....	18
5.5.2 Natura 2000-områden – Fågeldirektivet och Art- och habitatdirektivet.....	18
5.6 Geologiska och hydrogeologiska förhållanden.....	19
5.7 Förorenad mark.....	21
5.8 Markavvattningsföretag .....	21
6 Efter exploatering.....	21
6.1 Avrinningsområden efter exploatering.....	21
6.1.1 Alternativ 1 .....	21
6.1.2 Alternativ 2 .....	22
7 Metod.....	23
7.1 Flödes- och föroreningsberäkningar .....	23
7.1.1 Hydrologiska beräkningsmetoder.....	23
7.1.2 Flöden .....	23
7.1.3 Infiltrationskapacitet i marken .....	23
7.1.4 Föroreningar .....	24
7.1.5 Indata .....	25
8 Resultat.....	27
8.1 Beräknade flöden och nödvändiga fördröjningsvolymerna .....	27

8.2	Föroreningsberäkningar .....	29
9	Översvämningar.....	31
9.1	Skyfall .....	31
9.2	Höga vattenstånd i Vättern .....	31
10	Förslag på dagvattenhantering .....	32
10.1	Alternativ 1.....	34
10.1.1	Skyfall.....	35
10.2	Alternativ 2.....	36
10.2.1	Skyfall.....	38
11	Släckvattenhantering .....	39
12	Påverkan på MKN .....	40
13	Påverkan grundvattenförekomst .....	40
14	Rekommendation gällande planbestämmelser.....	41
15	Slutsats .....	42
16	Referenser .....	43

## Sammanfattning

Motala kommun avser att planlägga hotell- och semesterboende inom det före detta området för Folkets park. Dagvattenutredningen visar på hur dagvattnet kan hanteras inom detaljplanen.

Flödesberäkningar har gjorts för ett 5-, 10-, 20- och 100-årsregn. Resultatet av flödesberäkningarna visar på en ökning av dagvattenflödet ut från området för alla återkomsttider efter exploatering jämfört med befintlig situation. Kravet är att dagvattenflödet inte får överstiga dagens utflöde från planområdet vid ett 10-årsregn utan klimatfaktor. Detta gör att dagvattenflödet måste omhändertas inom detaljplanen. Till exempel har avrinningsområde 3 före exploatering inget utflöde utan dagvattnet ansamlas i sänkor där dagvattnet tillåts infiltrera.

Då höjdsättningen och val av metod att omhänderta dagvatten påverkar ytbehovet har 2 alternativ för dagvattenhantering tagits fram. Alternativ 1 innebär att höjdsättningen utförs så att hela områdets dagvatten kan avledas till befintliga utlopp. I och med detta skapas tre avrinningsområden A, B och C. Dagvattenflödet vid ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 efter exploatering skall fördröjas ned till utflöde enligt krav och för detta behövs fördröjningsvolym på 55m<sup>3</sup> inom delavrinningsområde A, 270m<sup>3</sup> inom delavrinningsområde B och 260m<sup>3</sup> inom delavrinningsområde C.

Alternativ 2 innebär att höjdsättningen behålls liknande som idag och ett jämt fall skapas mot Vättern. För avrinningsområde 3 finns idag inget utlopp utan allt dagvatten infiltrerar, detta innebär även att allt dagvatten som avrinner inom den framtida exploateringen behöver infiltrera vid ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25. Infiltrationshastigheten har beräknats genom Darcy's lag utifrån den Hydrauliska konduktiviteten 10<sup>-6</sup>m/s, vilket motsvarar grovsilt (mellan sand och lera), detta då den geotekniska undersökningen visar på omväxlande lager av sand och lera. För att infiltrationen i marken ska uppgå till 2 l/s krävs en infiltrationsyta på 2000m<sup>2</sup> och en fördröjningsvolym på 600 m<sup>3</sup>.

I Alternativ 2 skapas fyra avrinningsområden 1, 2, 3 och 4. Dagvattenflödet vid ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 efter exploatering skall fördröjas ned till utflöde enligt krav behövs fördröjningsvolym på 36m<sup>3</sup> inom delavrinningsområde 1, 200m<sup>3</sup> inom delavrinningsområde 2 och 600m<sup>3</sup> inom delavrinningsområde 3 och 150m<sup>3</sup> inom delavrinningsområde 4.

En exploatering utan rening av dagvatten innebär en ökning i föroreningsmängd för alla ämnen utom fosfor jämfört med befintlig situation. Dock underskrids riktvärdena för alla ämnen trots att föroreningshalterna ökar något. Med föreslaget omhändertagande i svackdiken för dagvattenrening minskar halterna och mängderna i dagvattnet för alla ämnen utom kvicksilver som ökar något.

Kvicksilver har idag undantag, det vill säga mindre stränga krav, för alla vattenförekomster i Sverige på grund av att det idag inte finns tekniska möjligheter att komma åt problemet. Problemet med kvicksilver beror på långväga atmosfäriska föroreningar som genom deposition ansamlats i marken för att sedan lakas ur till våra vatten. Målet är att kvicksilverhalterna inte får öka från de som uppmättes 2015. Avrinningsområde 4 bör därför via svackdiken avledas till befintliga dammar (speciellt vägen och parkeringen) innan det når recipient, detta för att reducera mängderna av kvicksilver under den mängd som tillförs Vättern idag. Planområdet kommer i och med detta inte att äventyra att Vättern fortsättningsvis uppnår god ekologisk och kemisk status om dagvattenrening sker i svackdiken och avrinningsområde 4/delar av avrinningsområde C avleds till befintliga dammar.

Höjdsättningen av planområdet bör vara sådan att ett 100-årsregn inte riskerar att skada byggnader eller anläggningar. Höjdsättningen behöver planeras på ett sådant sätt att avrinning vid skyfall sker via lägre liggande sekundära avrinningsvägar. Även uppströms avrinningsområde som idag avrinner genom området behöver avledas mot de befintliga östra dammarna.

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

I Motala vid före detta Folkets park längs med Vätterns strand planerar Lalandia A/S att uppföra semesterboende i form av hotell och en stugby. Folkets park är en del av det större Lalandiaprojektet där Lalandia A/S vill etablera sig i Varamon med ett inomhusvattenland samt semesterboenden i olika former. Inför tidigare planläggning 2017-2018 har en dagvattenutredning utförts, denna är dock inte längre aktuell då det har skett en förändring av detaljplanen och utbredningen av bebyggelsen vilket gör att dagvattenutredningen behöver uppdateras.

Planområdet uppgår till en yta av ca 12,4 ha, det översiktliga läget redovisas i Figur 1. I dagsläget är samtlig bebyggelse riven, men i närtid bestod ytan av Folkets park, simbassänger, gräs- och skogsmark, strand, ett 20-tal stugor och en parkering.



Figur 1. Översiktsfigur med planområdets läge inringat i rött.

I och med förändringen av detaljplanen och markanvändningen kommer det innebära förändrade flödes- och föroreningsförhållanden i dagvattnet från området.

## 1.2 Syfte

I och med den förändrade detaljplanen och bebyggelsen uppstår behov av en uppdaterad dagvattenutredning utifrån de nya förutsättningarna. Därav har AFRY fått i uppdrag att upprätta en dagvattenutredning för att kartlägga hur dagvattnet från den nya markanvändningen kan fördröjas och avledas, samt för att utreda föroreningsbelastningen och eventuell behov av rening kopplat till recipient och dess miljö kvalitetsnormer. För att utreda planens påverkan med avseende på detta tas därför denna utredning fram i syfte att ge förslag på hållbar dagvattenhantering inom planområdet.

## 2 Underlagsmaterial

Dagvattenutredningen har baserats på de underlag som har tillhandahållits av Motala kommun. Nedan finns erhållna underlag listade:

- Bebyggelseskiss\_Folkets park\_2022-05-10 (dwg)
- Dagvattenutredning\_ alla områden\_2018-03-21 - VoS
- Höjdkurvor\_Folkets park\_2018-03-20 (dwg)
- Illustrationsplan\_Folkets park\_2018-03-20 – Dorte Mandrup A/S
- Miljökonsekvensbeskrivning\_ alla områden\_2018-09-19 - VoS
- Planbeskrivning\_Folkets park\_2018-11-15 – Motala kommun
- Planområdesgräns\_Folkets park\_2022-03-27 (dwg)
- PM Erosionskydd\_Folkets park\_2018-10-31 – Motala kommun
- PM grundvattenundersökningar\_inkl bilaga\_2022-03-14 - VoS
- Primärkarta\_Folkets park\_2022-02-17 (dwg)
- Riktlinjer för hållbar dagvattenhantering\_inkl bilagor\_2022-02-22 - Motala kommun
- Ytor dagvatten fördröjning Bilaga 1\_Motala tätort\_2019-02-05 - SWECO
- Ytor dagvatten fördröjning\_Motala tätort\_2019-01-31 - SWECO
- Översiktlig geoteknisk undersökning\_ alla områden\_2018-03-31 - Hylanders Geo-Byrå AB
- Översiktlig miljöteknisk markundersökning\_ alla områden\_2018-01-15 - VoS
- Översvämningskartering Bilaga 1\_Motala tätort\_2016-09-05 - SWECO
- Översvämningskartering Bilaga 2\_Motala tätort\_2016-09-05 - SWECO
- Översvämningskartering\_Motala tätort\_2016-09-05 - SWECO

## 3 Riktlinjer och krav

### 3.1 P110

Alla beräkningar och förslag utförs enligt riktlinjer i branschorganisationen Svenskt Vattens publikation P110; Avledning av dag-, drän- och spillvatten som beskriver funktionskrav, dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Vid anläggning av nya dagvattensystem ska det dimensioneras beroende på bebyggelseform.

Planområdet klassas som Tät bostadsbebyggelse vilket innebär att eventuellt dagvattenledningsnät/diken ska dimensioneras för 5-årsregn vid fylld ledning och 20-årsregn för trycklinje i marknivå, vilket är VA-huvudmannens ansvar. Kommunens ansvar är att höjdsättningen utförs sådant att ett 100-årsregn kan avledas säkert.

Publikationen innehåller även anvisningar för en klimatsäker planering av dagvattenhanteringen.

### 3.2 EU-lagstiftning och Miljökvalitetsnormer

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer (MKN), normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att komma tillrätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor.

Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomst statusklassificeras sedan i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god status eller potential innan år 2021 samt att ingen vattenförekomsts status får försämrats, den ska istället förbättras eller bevaras. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status. (HaV, 2019)

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen har kraven skärpts på att vattenkvaliteten inte får försämrats samt att målen gällande kemisk och ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämrats. Projekt eller verksamheter som orsakar en försämring riskerar således att inte tillåtas.

### 3.3 Policy för hållbar dagvattenhantering

Motala kommun har sedan 2022-03-14 en beslutad policy för hållbar och långsiktig dagvattenhantering. För att kommunens alla verksamheter ska kunna arbeta mot samma mål har policyn, tillsammans med dokumentet "Riktlinjer för hållbar dagvattenhantering", (se avsnitt 3.4) arbetats fram för att ge ramar och vägledning kring hur dagvatten hanteras inom kommunen. Policyn ger den övergripande viljeinriktningen och är mer politiskt inriktad medan riktlinjerna är mer verksamhetsinriktade. Policyns mål sammanfattas i nedan rubriker och punkter:

#### Dagvatten och ansvar

- Dagvatten ska beaktas i varje skede av samhällsbyggnadsprocessen.

#### Rent vatten

- Dagvatten ska renas och fördröjas lokalt så nära källan som möjligt.
- Miljökvalitetsnormer för vattenkvaliteten i kommunens sjöar, vattendrag och grundvatten ska uppnås.
- Dagvattenflöden ska reduceras och regleras så att belastning på ledningsnät och recipienter begränsas.

#### Trygg vid skyfall

- Sekundära ytvavrinningsvägar skapas för säker bortledning vid kraftig nederbörd.
- Bebyggelse, infrastruktur och dagvattenhantering ska höjdsättas och utformas så att uppkomsten av skadliga översvämningar undviks i ett förändrat klimat.
- Dagvattenhanteringen ska systematiskt ses över och åtgärdas när åtgärder i de befintliga områdena genomförs, såsom ombyggnad av kommunens vägar, gator och torg.
- Säkerhetsnivå för räddningsvägar ska säkerhetsställas.

#### Vatten som tillgång

- Dagvatten ska hanteras som en resurs som berikar bebyggelsemiljön avseende upplevelser, rekreation och biologisk mångfald.
- Dagvatten ska hanteras med hänsyn till platsens förutsättningar, skötsel, dagvattnets föroreningsgrad, recipientens känslighet och förväntade klimatförändringar.
- Samhällsbyggandets åtgärder ska eftersträva naturliga grundvattennivåer.

### 3.4 Riktlinjer för hållbar dagvattenhantering

I samband med antagandet av policyn antogs även riktlinjer för arbetet med dagvatten som ska följas för att kunna uppnå målen samt möjliggöra fördelning av ansvar. Riktlinjerna går djupare in på vilka punkter och förutsättningar som ska beskrivas tydligare inför planläggning för att få en helhet kring dagvattenhantering, dess lokala förutsättningar, recipient och planering av ny bebyggelse.

För bebyggelse där det inte finns ett beslutat verksamhetsområde för dagvatten tar fastighetsägare ansvar för infiltration, avrinning och avledning av dagvatten. Om bebyggelsen är ett detaljplanelagt område är det Samhällsbyggnadsförvaltningens/Strategisk samhällsplanerings ansvar att höjdsätta så att översvämning inte sker vid regn med högre återkomsttid.

Planområdet ligger utanför verksamhetsområdet för dagvatten. Detta innebär att fastighetsägaren ska kunna omhänderta dagvatten upp till en återkomsttid på 10 år.

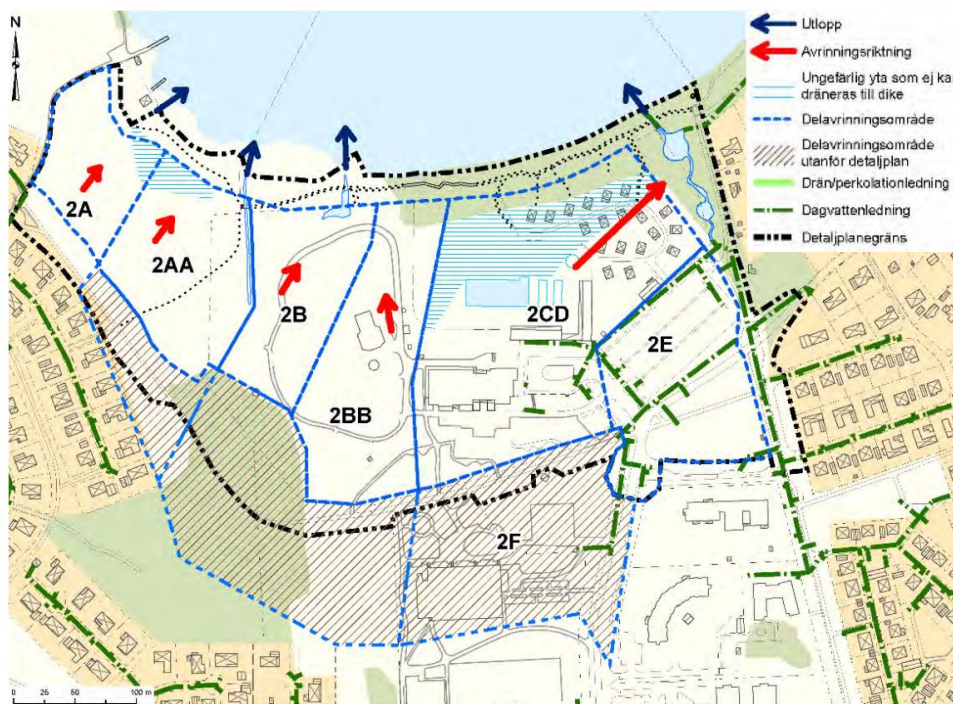
Motala kommun har även riktvärden för utsläpp av föroreningar via dagvatten som ska följas i verksamhetens utsläppspunkt, dessa gäller dock i första hand vid nyexploateringar där orörd mark tas i anspråk. Riktvärdena bygger på Regionplane- och trafikkontoret (Riktvärdesgruppen, 2009) i Tabell 1.

Tabell 1. Riktvärden för utsläpp av dagvatten vid utsläppspunkt.

Parameter	Enhet	Riktvärden
pH	-	6,5-9
Fosfor (P)	µg/l	175
Kväve (N)	mg/l	2,5
Bly (Pb)	µg/l	10
Koppar (Cu)	µg/l	30
Zink (Zn)	µg/l	90
Kadmium (Cd)	µg/l	0,5
Krom (Cr)	µg/l	15
Nickel (Ni)	µg/l	30
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,07
Suspenderade ämnen	mg/l	60
Oljeindex	mg/l	0,7
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0,07

## 4 Tidigare dagvattenutredningar

En tidigare dagvattenutredning har utförts för de 5 detaljplanerna som berörde Lalandias A/S etablering, denna utfördes 2018-03-21 av Vatten och Samhällsteknik AB (VoS). I den dagvattenutredningen refereras planområdet för Folkets park till område 2, se Figur 2. Sedan dess har planområdets utbredning förändrats. Område 2A och 2AA i Figur 2 är inte del av det nya planområdet, 2F är inte heller del av planområdet men avrinner mot eller genom det nya planområdet. Nedan beskrivningar och figurer är kopierade från dagvattenutredningen för Lalandias A/S etablering från av Vatten och Samhällsteknik AB (VoS), 2018-03-21, då inget platsbesök planeras inom ramen för denna utredning.



Figur 2. Detaljplan och avrinning från tidigare dagvattenutredning utförd av VoS, 2018. (VoS, 2018) Område 2A och 2AA ingår inte längre i detaljplanen och ingår därför ej heller i föreliggande utredning.

### Område 2B

Området är en del av Folkets park och har blandad markanvändning. I nedströmsänden invid gångvägen finns en mindre damm som har sitt utlopp i ett slyigt område i strandlinjen. I Figur 3 syns inloppsledning till dammen (D300, se röd pil i Figur 3) och en större betongbrunn. Betongbrunnen som anas mellan träd och staket är en slopad brunn för bevattning (råvatten från Vättern). Dammens area är ca 100 m<sup>2</sup>. (Vatten och Samhällsteknik, 2018)



Figur 3. Befintlig damm i avrinningsområde 2B. (Vatten och Samhällsteknik, 2018) Röd pil markerar dammens utlopp.

#### Område 2BB

Området, se Figur 2, är en del av Folkets park och hade blandad markanvändning. Det finns en lågpunkt i området som avslutas i ett fuktigt parti invid gångväg. Inga trummor finns från den instängda lågpunkten. Vid en ökning i dagvattenmängd som avrinner på markytan samt i marken kommer den instängda ytan bli blötare och ev. öka i utbredning. (Vatten och Samhällsteknik, 2018)

#### Område 2CD

Området, se Figur 2, är en del av Folkets park och hade blandad markanvändning med byggnader och simbassäng. Det är markerat som ett instängt område i översvämningsskarteringen, men det sammanfaller med simbassängen och har ingen betydelse när det gäller dagvattenhanteringen. Takytor avvattnas via ledningsnät till damm på östra sidan av planområdet. (Vatten och Samhällsteknik, 2018)

Grundprincipen för dagvattenhantering för befintlig stugby är enligt detaljplanehandlingen att behålla allt dagvatten på ytan för maximal möjlighet till infiltration. Gräsytor och häckplanteringar mellan husen har placerats så att regnvatten kan infiltrera under den tjälfria perioden. Stugorna har utkastare mot markytan, dräneringsvatten avleds i ledningssystem till befintlig kommunal dagvattendamm. (Vatten och Samhällsteknik, 2018)

Den kommunala dagvattendammen består av två dammdelar som regleras med överfall. Överfallen är inte täta och vattennivåerna är lägre än överkanterna. Uppströms dammarna finns en oljeavskiljare och dagvatten från befintlig parkeringsyta leds via denna. Det finns ett större inlopp (D600) som ansluter till den nedre dammen. Dammens sammanlagda area är ca 550 m<sup>2</sup>. I Figur 4 och Figur 5 ses foton på utloppet nedströms stigen och den nedre dammen. (Vatten och Samhällsteknik, 2018)



Figur 4. Stensatt utloppsdikey. (Vatten och Samhällsteknik, 2018)



Figur 5. Nedre dammen, på den östra sidan med stående vatten. (Vatten och Samhällsteknik, 2018)

## Område 2E

Området, se Figur 2, nyttjas i nuläget delvis som parkeringsplats. Det ingår även vägar och grönytor. Ytorna avvattnas via rännstensbrunnar till ledningsnät som leds via oljeavskiljare till samma damm som område 2C. Marken är flack och sluttar svagt mot Vättern. (Vatten och Samhällsteknik, 2018)

## Område 2F

Del av skolans parkering och en byggnad ligger inom avrinningsområdet för dammen och leds i nuläget i ledningsnät under område 2E se Figur 2. U-område bör skapas för dessa ledningar om det ej går att hitta ett nytt läge utanför detaljplaneområdet. (Vatten och Samhällsteknik, 2018)

## Slutsatser

Slutsatser gällande område 2, enligt VoS punktats upp nedan:

- Området har sannolikt till stor del goda möjligheter till lokalt omhändertagande av dagvatten genom infiltration. Detta ska bekräftas genom geoteknisk undersökning på de enskilda platserna.
- I område 2, 3, 4 och 5 är det infiltrationskapaciteten som styr hur stor andel av marken som kan göras hårdgjord. På delar av området kommer det att krävas att infiltrationslösningar görs upphöjda ovan mark för att dagvattnet inte ska avrinna på ytan. Det kommer att behövas avskärande diken och dränerande stråk.
- Enligt utförd markundersökning har man inte påträffat markföroreningar som kan begränsa möjlighet till infiltration.
- I område 2 behövs ett nytt U-område för dagvatten från del av Mariebergsskolan som korsar parkeringen,
- Bedömning är att etableringen kommer generera en högre föroreningsbelastning än i nuläget. Den ökade belastningen i samband med exploateringen kommer att inte kunna förändra MKN för den stora vattenförekomsten Vättern, inte ens på någon enskild kvalitetsfaktornivå. Viktigaste åtgärder, utöver föreslagna åtgärder, är att minska uppkomsten av föroreningarna. Det kan innebära:
  - att måna om att välja miljövänliga material vid byggnation
  - att minska transporter inom området

## 5 Områdesbeskrivning och förutsättningar

Detaljplanen för Folkets park ligger i Motala längs med Vättern, se Figur 1. Planområdet angränsar till ängsmark och bostadsområdet Marieberg i väst och området Varamon i öst. Söder om området ligger Mariebergsskolan och Mariebergs vårdcentral.

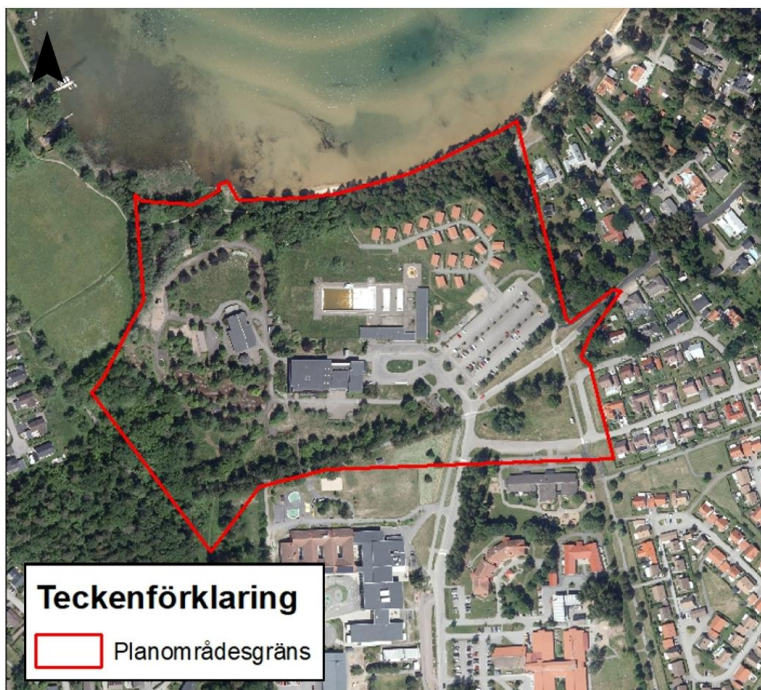
### 5.1 Detaljplan och Ändringsplan

Ny planläggning av området kommer att ske i två delar. Där den norra delen planläggs genom en Ändringsplan medan resterande område blir en ny Detaljplan, se Figur 6. Fortsättningsvis i rapporten kommer de att benämnas område Söder (Ny detaljplan) respektive område Norr (Ändringsplan).



Figur 6. Det gula och lila området utgör de delar som planeras att omfattas av bebyggelse i ändringsplan respektive ny detaljplan. Fortsättningsvis i rapporten kommer de att benämnas område Söder (Ny detaljplan) respektive område Norr (Ändringsplan).

## 5.2 Markanvändning idag



Figur 7. Planområdet med tidigare markanvändning.

Planområdet med tidigare markanvändning kan ses i Figur 7. I beräkningarna används de markanvändningar som området utgjordes av innan rivning. Då bestod området av Motalabadet med utomhusbassänger, Folkets park, parkering, en stugby samt parkområde, gräsytor och skogbeklädd mark i norr. I området finns också två dammar, en större och en mindre. Höjderna sluttar huvudsakligen från söder mot norr men med ett flackt område i läget för simbassängerna. Den högsta punkten på ca +105 inom planområdet ligger i skogsområdet i sydväst som gränsar mot Marieberg. Längs med strandkanten finns en brantare slänt ned mot Vättern.

### 5.3 Avrinningsområden och befintlig avvattnings

Det finns huvudsakligen två dagvattenutlopp från området idag se gula pilar i Figur 8, samt ett naturligt avrinnande stråk, se grön pil i samma figur. Ett dike har uppstått på grund av höjdsättningar i området, se Figur 9. Detta används dock i dagsläget inte för dagvattenhantering.

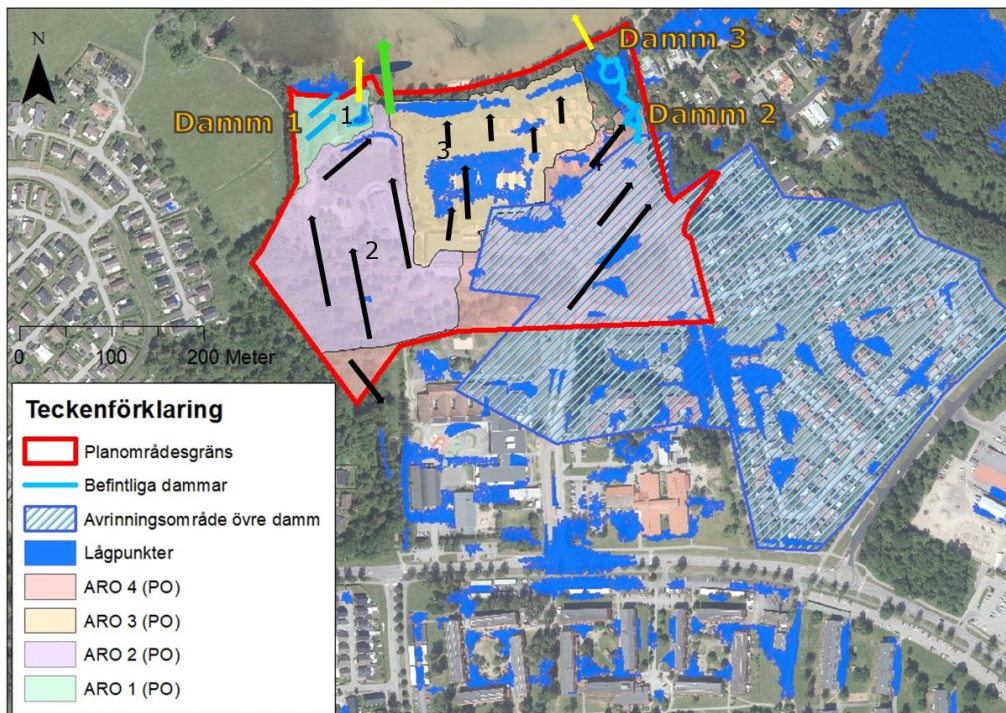
Utifrån nuvarande topografi kan området indelas i 4 olika delavrinningsområden. Delavrinningsområde 1 leds till den västra dammen (damm 1) och ut genom ett av de befintliga utloppen (en ledning med dimension D300 mm) enligt tidigare dagvattenutredning utförd av Vatten och Samhällsteknik AB. Delavrinningsområde 2 avvattnas mot en lågpunkt som saknar utlopp, inga trummor kunde hittas på platsbesöket. När lågpunkten som enligt Scalgo live kan hålla ca 19 m<sup>3</sup> dagvatten sedan är full följer dagvattnet höjdsättningen och avrinner troligen på ytan norrut till Vättern.

Delavrinningsområde 3 har vid mindre regn (enligt Scalgo live under 20 mm regn) inte något utlopp och det finns två lågpunkter inom delavrinningsområdet, en vid de tidigare simbassängerna och en lågpunkt längs med den befintliga detaljplanegränsen innan det sluttar vidare ned mot Vättern, se Figur 8.

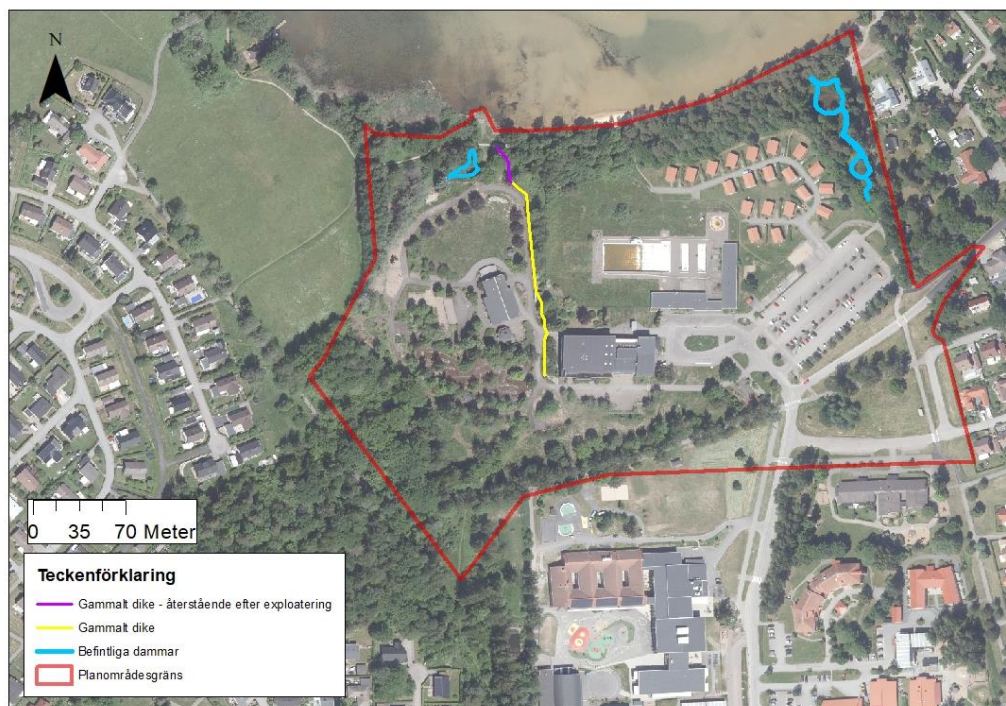
Sammanlagt kan lågpunkterna inom delavrinningsområde 3 hålla 1675 m<sup>3</sup> dagvatten enligt Scalgo live, varav ca 1060 m<sup>3</sup> hålls i lågpunkterna längs med strandlinjen och ca 280 m<sup>3</sup> i området där den tidigare simbassängen låg (mitten på delavrinningsområde 3).

Enligt tidigare dagvattenutredning använde sig den tidigare stugbyn av infiltration och LOD för att rena och fördröja dagvattnet, lågstråket skulle förhindra att dagvattnet rinner av ytligt utan istället infiltrerar ned i marken. Dräneringsledningarna från stugbyn leds mot östra dammarna (damm 2 och 3).

Avrinningsområde 4 avrinner både naturligt och avleds via ledningsnät mot kommunens dagvattendammar i öst.



Figur 8. Befintliga avrinningsområden, flödesriktningar (svarta pilar), lågpunkter och utlopp (dagvattenutlopp gula pilar, naturligt utlopp grön pil).



Figur 9. Ett dike har uppstått på grund av höjsättningar i området, se gul och lila markering. Den gula delen ligger inom exploateringsområdet och förutses fyllas igen under exploateringen. Den lila delen kommer inte att påverkas av exploateringen.

Hylanders Geo Byrå AB 2018 mätte in vattenytan på befintliga dammar, dess nivå på botten och störst vattendjup den 2017-10-02 i den översiktliga geotekniska undersökningen. Resultatet redovisas i Tabell 2. Inmätningen visar att det största djupet som kan uppstå i damm 1 är ca 1m (upp till ca +90,4).

*Tabell 2. Inmätning av vattenyta och bottennivå i dammarna den 2017-10-02 av Hylanders Geo Byrå AB. Nivåerna är inmätta i RH2000.*

Damm nr:	Nivå vattenyta 2017-10-02	Störst vattendjup (m)	Nivå botten
Damm 1 (Västra dammen)	+89,42	0,36	+89,06
Damm 2 (Nordöstra dammen)	+89,32	1,55	+87,77
Damm 3 (Sydöstra dammen)	+89,61	1,39	+88,22

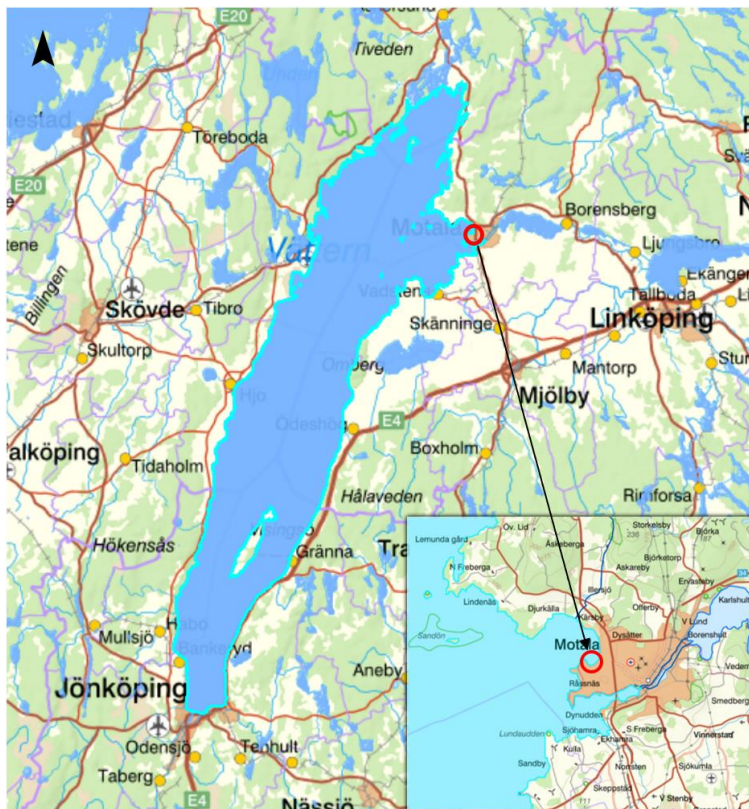
## 5.4 Recipienter och Miljökvalitetsnormer

Nedan beskrivs miljökvalitetsnormerna för recipienten som kommer att ta emot dagvatten från planområdet.

### 5.4.1 Ytvattenförekomst

Ytvattenförekomst för planområdet är Vättern – Storzvättern (WA11665077), se Figur 10 i förhållande till planområdet markerat med röd ring. Vättern – Storzvättern har klassificerats till God ekologisk status och Uppnår ej god kemisk status. Uppmätta halter av Perfluoroktansulfonsyra (PFOS), dioxiner, polybromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver i fisk samt Tributyltenn (TBT) och antracen i sediment överskrider respektive gränsvärde och är orsaken till att den kemiska statusen bedöms till Uppnår ej god.

Kvalitetskravet är att God ekologisk status fortsättningsvis skall upprätthållas. God kemisk ytvattenstatus skall uppnås med undantag – Senare målår för dioxiner och PFOS till 2027 samt undantag – Mindre stränga krav för PBDE och kvicksilver som är överallt överskridande. Skälet för undantag är att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna av PBDE och kvicksilver till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Källorna till PBDE och kvicksilver är långväga luftburna föroreningar. I Sverige har en stor mängd av det nedfallande atmosfäriska kvicksilvret under lång tid ackumulerats. Problemen med PBDE och kvicksilver bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda problemen. Halterna får dock inte öka jämfört med halterna från december 2015.

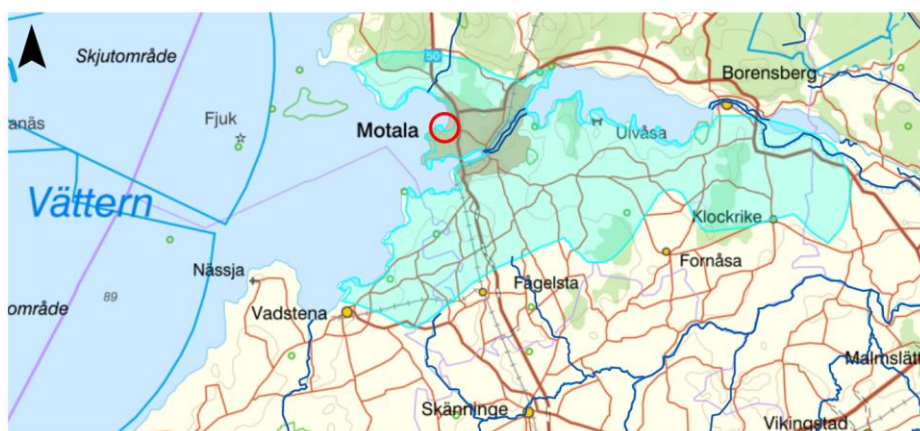


Figur 10. Recipient för dagvatten från planområdet är Vättern – Störvättern markerad med turkos linje. Planområdets ungefärliga läge är markerat med röd ring.

#### 5.4.2 Grundvattenförekomst

Planområdet är beläget inom grundvattenförekomst för Motala-Klockrike (WA31160323), se Figur 11 i förhållande till planområdet markerat med röd ring.

Grundvattenmagasinet är lokaliserat i en sedimentär bergförekomst. Den bedömda uttagsmöjligheten är 600-20 000 l/timme. Motala – Klockrike har klassificerats till God kemisk status och God kvantitativ status. Kvalitetskravet är att statusen skall upprätthållas.



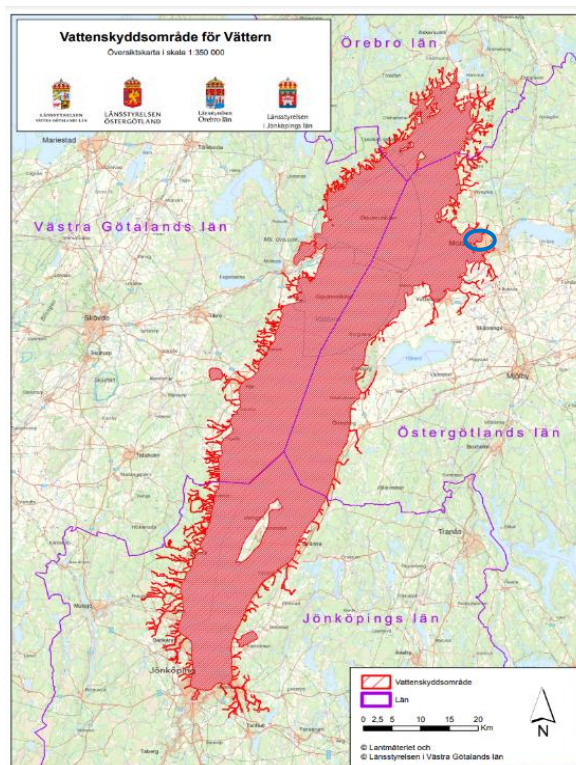
Figur 11. Grundvattenförekomst inom planområdet är Motala – Klockrike markerad med turkos färg. Planområdets läge är markerat med röd ring.

## 5.5 Skyddade områden

I anslutning till planområdet finns skyddade områden i form av vattenskyddsområde och Natura 2000-område där det finns föreskrifter som berör planområdet.

### 5.5.1 Vattenskyddsområde

För hela Vättern har sedan 2014 ett vattenskyddsområde inrättats med namn Vättern Östergötland, detta då Vättern är vattentäkt för ett flertal kommuner, se Figur 12. Vattenskyddsområdet på land omfattas av en sekundär skyddszon 50 m från strandkanten där ett antal föreskrifter gäller. Vattenskyddsområdets gränser ligger innanför planområdets norra plangräns. Föreskrifterna avser dock inte dagvatten.



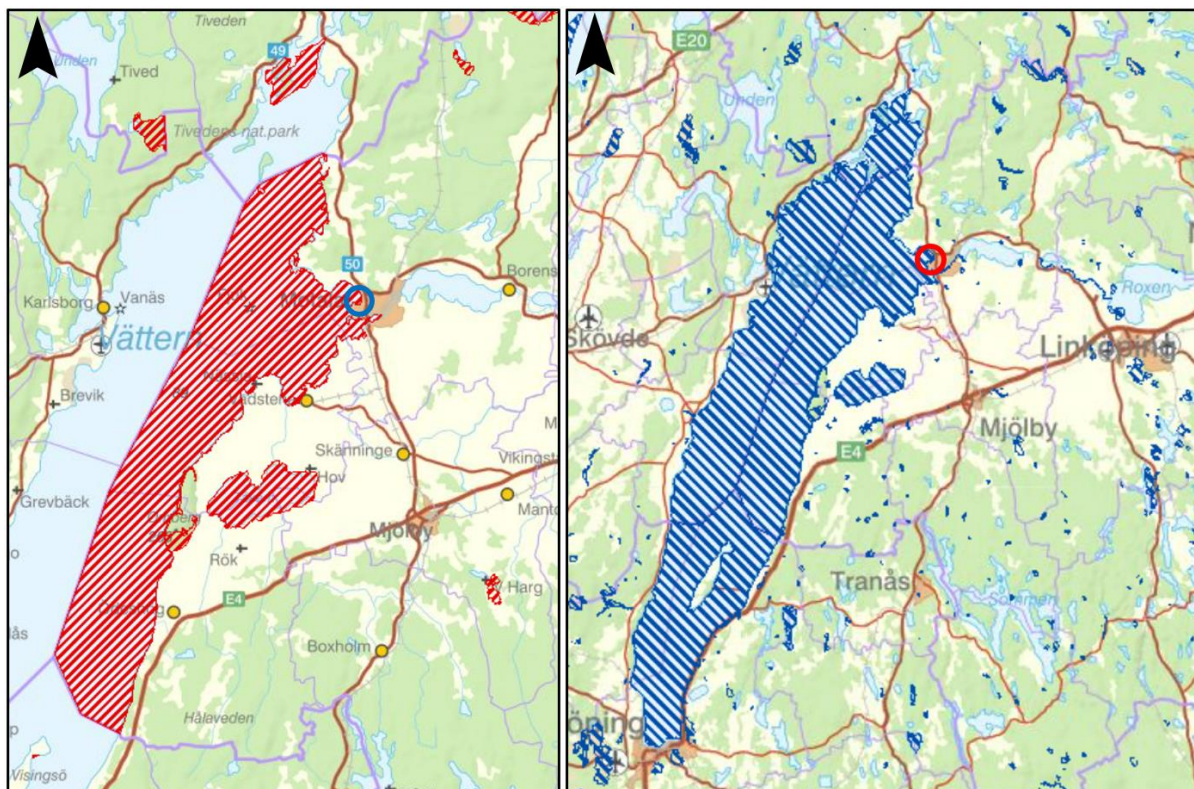
Figur 12. Vattenskyddsområde för Vättern Östergötland. Läge för planområdet är markerad med blå ring.

### 5.5.2 Natura 2000-områden – Fågeldirektivet och Art- och habitatdirektivet

I anslutning till planområdet och dit dagvattnet kommer att avledas är Vättern skyddad i form av Natura 2000 område. Enligt bevarandeplanen för Natura 2000-området i Vättern är lokalt omhändertagande av dagvatten vid ny- och ombyggnation en bevarandeåtgärd som uppmuntras. Det uppmuntras till att bevara diken och grumlande och näringstillförande verksamheter ska undvikas. Att inte öka näringsbelastningen till Vättern från planområdet jämfört med idag är därför ett mål.

Det blir viktigt att säkerställa att dagvattenhanteringen inte ger upphov till grumling, detta behöver även beaktas i byggskedet.

Skyddade områden framgår av Figur 13.

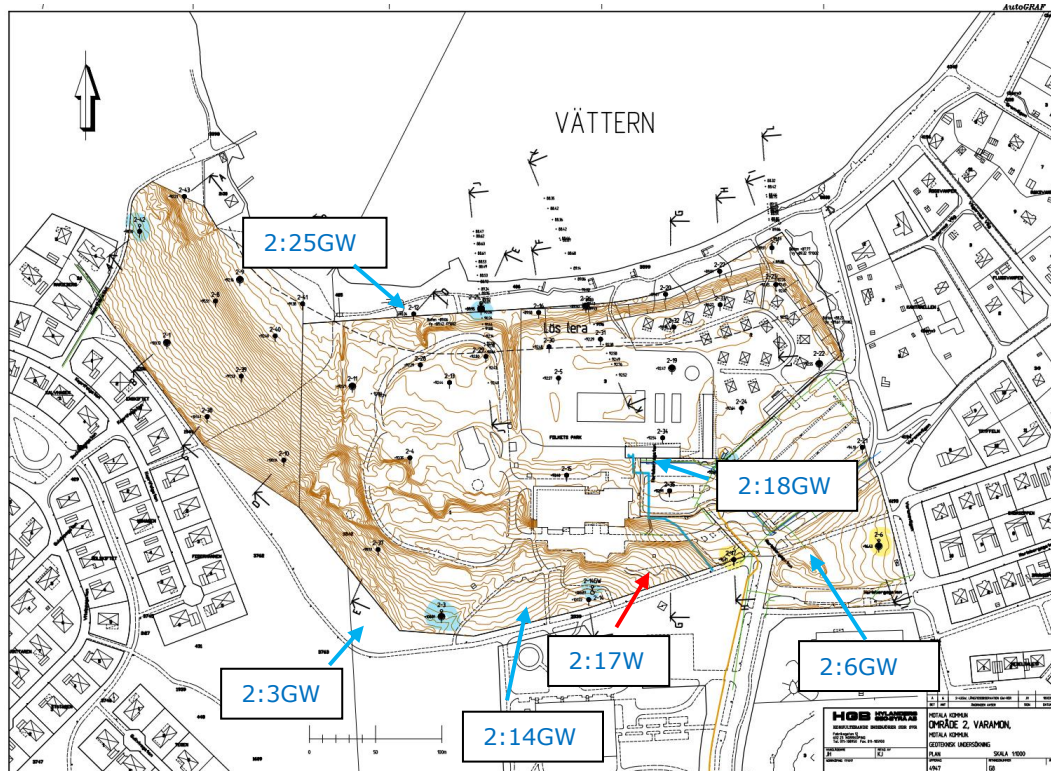


Figur 13. Natura 2000 – områden markerade med skrafferade polygoner i rött (Fågeldirektivet) och blått (Art- och Habitatdirektivet). Ungefärliga läget för planområdet är markerat med blå respektive röd cirkel.

## 5.6 Geologiska och hydrogeologiska förhållanden

En översiktlig geoteknisk utredning har utförts för området av Hylanders Geo Byrå AB 2018.

De sydligaste sonderingarna visar på att marken består av fast – mycket fast lagrad friktionsjord eller fast lergrund med ett totaldjup av 0,55 m (punkt 2:17) – 3,65 m (punkt 2:6), se Figur 14. I den flackare nedre delen ökar jordens totaldjup och närmast mot Vättern förekommer jordgrund med lösare lera.



Figur 14. Karta i plan över utförda geotekniska och hydrogeologiska undersökningar. (Hylanders Geobyrå, 2018)

Planområdet ligger ovanpå Motala-Klockrike grundvattenförekomst vilket anses ha god kemisk och kvantitativ status (Jönköping, 2021). Grundvattennivån har inmätts och redovisas i Tabell 3, se läge för blåa markeringar i Figur 14. I de södra delarna av området i slänten (2:3GW, 2:14GW) ligger grundvattennivån generellt nära markytan och varierade under mättiden mellan ca 0,03-0,40m under mark. I de mellersta delarna av området har en mätning av grundvattennivån utförts i 2:18GW. Dock så fortsatte grundvattennivån att stiga under hela inmättningsperioden efter anläggandet av grundvattenröret och grundvattenytan kunde därför inte mätas in. Detta är en osäkerhet i uppskattningen av grundvattennivåer.

I den lösa leran närmare Vättern varierade grundvattennivån på mellan ca 0,5-0,8m under marknivån.

Tabell 3. Inmätta grundvattennivåer inom område 2. (Hylander Geo Byrå AB, 2018)

Punkt	Marknivå	Djup till GW-yta (m)	Nivå GW-yta
2:3GW	+100,81	0,39-0,44	+100,37 till +100,42
2:6GW	+96,43	0,93-1,22	+95,21 till +95,50
2:14GW	+100,87	0,03-0,35	+100,52 till +100,84
2:18GW	+92,60	Ej stabiliserad	Ej stabiliserad
2:25GW	+89,95	0,57-0,84	+89,11 till +89,38

## 5.7 Förorenad mark

Inga markföroreningar har påträffats inom planområdet enligt en översiktlig miljöteknisk markundersökning utförd av Vatten och Samhällsteknik, 2018.

## 5.8 Markavvattningsföretag

Inga markavvattningsföretag finns inom eller i anslutning till planområdet.

## 6 Efter exploatering

Inom området planeras för semesterboende i form av stugbyar, hotell, parkmark och parkering, se Figur 15. Bebyggelsen kommer anläggas tätare i det Södra området än i det Norra området, detta kommer speglas i avrinningskoefficienten/volymsavrinningskoefficienten.



Figur 15. Planerad bebyggelse efter exploatering. (Bebyggelseskisser\_Folkets park\_2022-06-20)

### 6.1 Avrinningsområden efter exploatering

Det finns i dagsläget ingen planerad höjdsättning för området. I och med att inga dagvattenflöden från området får öka jämfört med dagens flöden har två alternativ undersökts för att avgöra hur delavrinningsområdena påverkas av olika typer av dagvattenlösningar.

#### 6.1.1 Alternativ 1

Alternativ 1 innebär att en höjdrygg i nord-sydlig riktning skapas i mitten av planområdet och dagvattnet avleds med fördröjning till befintliga utlopp, se Figur 16. Delavrinningsområde A går till befintlig damm 1 (västra dammen), delavrinningsområde B avleds genom den befintliga rinnvägen. Delavrinningsområde C avleds efter fördröjning till damm 2 och damm 3 (östra dammarna). Resterande grönområden, närmast Vättern, avrinner diffust mot Vättern.



Figur 16. Delavrinningsområden för alternativ 1.

### 6.1.2 Alternativ 2

I alternativ 2 behålls avrinningsområdena liknande som de är idag, se Figur 17. Delavrinningsområde 3 som inte har något utflöde idag behöver därför infiltrera dagvattnet motsvarande ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25. Resterande grönområden, närmast Vättern, avrinner diffust mot Vättern.



Figur 17. Delavrinningsområden för alternativ 2.

## 7 Metod

### 7.1 Flödes- och föroreningsberäkningar

#### 7.1.1 Hydrologiska beräkningsmetoder

Flödesberäkningar görs för 5-, 10-, 20- och 100-årsregn med varaktighet beräknad utifrån rinnsträcka och rindhastighet. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna. För olika återkomsttider förväntas ökningen bli cirka 5 – 30 % vilket ger ett spann på klimatfaktorn för det beräknade regnet på 1,05 – 1,30. (Svenskt Vatten AB)

#### 7.1.2 Flöden

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enligt Svenskt Vatten P110 kap 4.4.1 använts. Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

$$i_A = 190 * \sqrt[3]{A} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

Där:

$i_A$  = regnintensitet [l/s, ha]

$T_R$  = regnvaraktighet [minuter]

$A$  = återkomsttid [månader]

Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena beräknas med följande formel. (Svenskt Vatten AB)

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k$$

Där:

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

$A$  = avrinningsområdets area [ha]

$\varphi$  = avrinningskoefficient [-]

$i_A$  = regnintensitet [l/s, ha]

$k$  = klimatfaktor

Enligt P110 skall varaktigheter på regn under en timme beräknas med klimatfaktor 1,25 medan längre varaktigheter ska beräknas med klimatfaktor 1,2.

#### 7.1.3 Infiltrationskapacitet i marken

Infiltrationskapaciteten i marken beräknas med Darcy's lag:

$$Q = -KA \frac{dh}{dl}$$

Där Q är flödet (m<sup>3</sup>/s), K är hydraulisk konduktivitet (m/s), A är tvärsnittsarean (m<sup>2</sup>) och dh/dL är den hydrauliska gradienten. Den hydrauliska gradienten är mer än ett när vatten står på ytan och marken ännu inte hunnit mättats, därmed att dh/dl ansatts till ett i dessa beräkningar.

Den hydrauliska konduktiviteten varierar stort med olika jordarter, se Tabell 4 (Espeby & Gustafsson, 1998).

Tabell 4. Hydraulisk konduktivitet för olika jordarter (Espeby &amp; Gustafsson, 1998).

Material	Hydraulisk Konduktivitet (m/s)
Fingrus	$10^{-1}$ - $10^{-3}$
Grovsand	$10^{-2}$ - $10^{-4}$
Mellansand	$10^{-3}$ - $10^{-5}$
Grovsilt	$10^{-5}$ - $10^{-7}$
Morän	$10^{-6}$ - $10^{-9}$
Lerig Morän	$10^{-8}$ - $10^{-11}$
Lera	$<10^{-9}$

Den hydrauliska konduktiviteten bedöms utifrån översiktliga geotekniska bedömningen vilken dock är mycket generell och osäker. Jordarterna inom delavrinningsområde 3 har utifrån få sonderingar bedömts till fast lera till lösa lera med inslag av silt och sand. Sand har förekommit med korta jorddjup (max 0,4 m) underlagrat av silt och/eller lera.

Den hydrauliska konduktiviteten i området har mycket osäkert bedömts till  $10^{-6}$ - $10^{-7}$  och eventuellt skulle den kunna vara ännu lägre ( $10^{-9}$  m/s) än så i mark med lös/fast lera. Om den hydrauliska konduktiviteten i området skulle vara så låg innebär det att infiltration inte kan ske i den takt som behövs för att få ett tillräckligt stort utflöde. Fördröjningsvolymen skulle då bli mycket stor.

Ytterligare infiltrationstester behöver utföras i området på de platser som bedöms vilja användas som infiltrationsytor, detta för att noggrannare kunna bestämma infiltrationshastigheten. Att infiltration kan ske förutsätter också att grundvattenytan inte är för nära marken, ca 0,5 m under infiltrationsytans botten behövs för att infiltration ska kunna ske effektivt.

#### 7.1.4 Föroreningar

Beräkning av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvattnet har utförts för planområdet. Årsmedelnederbörden på 634 mm/år har tagits från SMHI station Motala med årsmedelnederbörd 566 mm/år och med korrigeringsfaktor för vindpåverkan 1,12. (SMHI. 2022)

Schablonhalter för simbassängområde, parkmark, parkering, småhusbebyggelse, blandat grönområde har använts som indata till beräkningarna. 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.

Endast belastning av dagvatten och basflöde (inläckande grundvatten till dagvattensystemet) avses. I rapporten redovisas föroreningshalt ( $\mu\text{g/l}$  eller  $\text{mg/l}$ ) och föroreningsbelastning ( $\text{kg/år}$ ) före och efter exploatering (med och utan LOD). Följande föroreningar har beräknats: fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), kvicksilver (Hg), suspenderad substans (Susp; partiklar), opolära alifatiska kolväten (olja), polycykliska aromatiska kolväten (PAH) och bensapyren (BaP). För samtliga ämnen avses totalhalter. Dessa beräkningar utförs utan klimatfaktor.

### 7.1.5 Indata

I Tabell 5 och Tabell 6 redovisas markanvändningen före exploatering, inom respektive delavrinningsområde samt dess reducerade area. I Tabell 7 och Tabell 8 redovisas markanvändningen efter exploatering för Alternativ 1 och Alternativ 2.

Tabell 5. Markanvändning före exploatering inom respektive delavrinningsområden.

Före exploatering							
Markanvändning	Aro 1 (ha)	Aro 2 (ha)	Aro 3 (ha)	Aro 4 exkl. damm (ha)	Aro damm* (ha)	Diffust till Vättern (ha)	Totalt (ha)
Parkmark	0,53	3,01	1,15	0,83	1,46	0,82	<b>7,80</b>
Simbassängområde		0,54	1,12		1,42		<b>3,08</b>
Stugby			0,56	0,24	0,08		<b>0,88</b>
Väg					0,61		<b>0,61</b>
<b>Totalt</b>	<b>0,53</b>	<b>3,55</b>	<b>2,83</b>	<b>1,07</b>	<b>3,56</b>	<b>0,82</b>	<b>12,37</b>

\*Inom planområdet

Tabell 6. Reducerad area före exploatering totalt samt inom respektive delavrinningsområden.

Före exploatering – Reducerad area								
Markanvändning	$\varphi$	Aro 1 (ha)	Aro 2 (ha)	Aro 3 (ha)	Aro 4 exkl. damm (ha)	Aro damm* (ha)	Diffust till Vättern (ha)	Totalt (ha)
Parkmark	0,1	0,05	0,30	0,12	0,08	0,15	0,08	<b>0,78</b>
Simbassängområde	0,5		0,27	0,56		0,71		<b>1,54</b>
Stugby	0,35			0,20	0,08	0,03		<b>0,31</b>
Väg	0,8					0,49		<b>0,49</b>
<b>Totalt</b>		<b>0,05</b>	<b>0,57</b>	<b>0,88</b>	<b>0,16</b>	<b>1,38</b>	<b>0,08</b>	<b>3,12</b>
Viktad avrinningskoefficient		0,10	0,16	0,32	0,17	0,23	0,10	0,21

\*Inom planområdet

Tabell 7. Markanvändning efter exploatering för Alternativ 1 (enligt avsnitt 6.1.1) inom respektive delavrinningsområden.

Efter exploatering – Alternativ 1						
Markanvändning	Φ	Aro A (ha)	Aro B (ha)	Aro C (ha)	Aro Diffust till Vättern (ha)	Totalt (ha)
Parkmark	0,1	0,31	0,78	1,21	0,82	<b>3,12</b>
Stugby mer tät	0,4	0,17	2,73	2,38		<b>5,28</b>
Stugby mindre tät	0,35	0,44	0,70	1,22		<b>2,36</b>
Parkering	0,8			0,81		<b>0,81</b>
Väg	0,8			0,51		<b>0,51</b>
Grönyta	0,1			0,29		<b>0,29</b>
<b>Totalt</b>		<b>0,92</b>	<b>4,21</b>	<b>6,42</b>	<b>0,82</b>	<b>12,37</b>
Viktad avrinningskoefficient		0,28	0,34	0,40	0,10	0,35

Tabell 8. Markanvändning efter exploatering för Alternativ 2 (enligt avsnitt 6.1.2) inom respektive delavrinningsområden.

Efter exploatering – Alternativ 2							
Markanvändning	Φ	Aro 1 (ha)	Aro 2 (ha)	Aro 3 (ha)	Aro 4 (ha)	Diffust till Vättern (ha)	Totalt (ha)
Parkmark	0,1	0,24	0,80	0,50	0,76	0,82	<b>3,12</b>
Stugby mer tät	0,4	0,01	2,22	0,93	2,12		<b>5,28</b>
Stugby mindre tät	0,35	0,28	0,53	1,40	0,15		<b>2,36</b>
Parkering	0,8				0,81		<b>0,81</b>
Väg	0,8				0,51		<b>0,51</b>
Grönyta	0,1				0,29		<b>0,29</b>
<b>Totalt</b>		<b>0,53</b>	<b>3,55</b>	<b>2,83</b>	<b>4,64</b>	<b>0,82</b>	<b>12,37</b>
Viktad avrinningskoefficient		0,24	0,32	0,32	0,44	0,1	0,35

## 8 Resultat

### 8.1 Beräknade flöden och nödvändiga fördröjningsvolym

Ingen fördröjning beräknas ske i dammarna då dessa är anlagda med överfall och utan möjlighet till fördröjningsvolym. De beräknade flödena vid ett 10-årsregn utan klimatfaktor vid dagens markanvändning redovisas i Tabell 10. Från avrinningsområde 3 sker inget utflöde upp till minst ett 10-årsregn. Detta då de vattenhållande sänkorna inom delavrinningsområdet är så pass stora (1675m<sup>3</sup>).

De acceptabla utflödena från planområdet vid ett 10-årsregn med klimatfaktor bestäms av de dagvattenflöden och utlopp som sker idag, dvs. 12 l/s från Aro 1 och västra dammen, 72 l/s från aro 2, 18 l/s diffust från aro 4, 310 l/s via östra dammarna och 19 l/s diffust i naturmarksområdet längs med Vätterns strand.

Genomsläppligheten för bostadsbebyggelsen och parkeringen har översiktligt beräknats. Till genomsläppliga ytor räknas ex. gräsytor, grus, stenmjöl, armerat gräs eller andra typer av markytor som infiltrerar vatten. Till hårdgjorda ytor räknas asfaltsytor och tak. Planerad hårdgjord yta har uppskattats utifrån erhållen skiss. Vid beräkning av genomsläppligheten summeras de hårdgjorda ytorna som räknas bort från total yta. Ytterligare ca 10 % av ytan rekommenderas räknas bort, exempelvis finns intresse för att bygga en tennisbana och då behöver det finnas tillgängliga hårdgöringsytor kvar att använda.

Parkeringsytan antas asfalteras och får därmed en genomsläpplighet på 0%. Det mindre tätbebyggda stugbyområdet på ca 2,36 hektar har en total uppskattad hårdgjord yta (tak, parkering, asfalterad väg) på ca 0,54 hektar. Det mindre tätbebyggda stugbyområdet får en rekommenderad genomsläpplighet på 67 % (inklusive 10 % buffer). Det mer tätbebyggda stugbyområdet på ca 5,28 hektar har enligt skiss ca 1,98 hektar hårdgjord yta vilket ger en rekommenderad genomsläpplighet på 52 % (inklusive 10 % buffer). I de bebyggda områdena är det viktigt att alla ytor förutom vägar, parkeringar samt tak utgörs av genomsläppliga ytor, detta för att avrinningsituationen inte ska påverkas av för höga avrinningskoefficienter. Bedömd genomsläpplighet i rapporten utgår från skissat planförslag och innehåller osäkerheter gällande uppskattningen av planerade hårdgjorda ytor.

Det bör poängteras att genomsläpplighet inte är ett mått som är direkt kopplat till fördröjning och/eller rening av dagvatten, eftersom de genomsläppliga ytorna inte nödvändigtvis är placerade på rätt plats för att dagvattnet ska nå dem. Det är inte heller självklart att grönytorna är anpassade för att kunna fördröja och rena dagvatten. Det är viktigt att se till att grönytorna är placerade och utformade på ett sätt som möjliggör dagvattenhantering.

Resultatet av flödesberäkningarna efter exploatering för Alternativ 1 och 2 redovisas i Tabell 11 och Tabell 12. Den beräknade dimensionerande rinntiden redovisas i Tabell 9.

Tabell 9. Dimensionerande rinntid och därmed varaktighet per delavrinningsområde baserad på rinnsträcka och rindhastighet.

Dimensionerande rinntid	Aro 1/A (min)	Aro 2/B (min)	Aro 3 (min)	Aro C/4 exkl. damm (min)	Aro C/damm* (min)	Diffust till Vättern (min)
Före exploatering	10	27	23	33	10	10
Efter exploatering, Alternativ 1	10	10	-		10	10
Efter exploatering, Alternativ 2	10	10	10		10	10

Tabell 10. Beräknade flöden före exploatering utan klimatfaktor för respektive avrinningsområde.

Beräknade flöden före exploatering utan klimatfaktor						
Återkomsttid	Aro 1 (l/s)	Aro 2 (l/s)	Aro 3 (l/s)	Aro 4 exkl. damm (l/s)	Aro damm* (l/s)	Diffust till Vättern (l/s)
5-årsregn	10	57	95	14	250	15
<b>10-årsregn</b>	<b>12</b>	<b>72</b>	<b>120</b>	<b>18</b>	<b>310</b>	<b>19</b>
20-årsregn	15	90	150	23	390	24
100-årsregn*	26	150	250	38	670	40

Tabell 11. Beräknade flöden efter exploatering för Alternativ 1 med klimatfaktor 1,25 för respektive avrinningsområde.

Alternativ 1 - Beräknade flöden efter exploatering med klimatfaktor 1,25				
Återkomsttid	Aro A (l/s)	Aro B (l/s)	Aro C (l/s)	Diffust till Vättern (l/s)
5-årsregn	60	320	590	19
<b>10-årsregn</b>	<b>76</b>	<b>400</b>	<b>740</b>	<b>24</b>
20-årsregn	96	510	930	30
100-årsregn*	160	860	1600	51

Tabell 12. Beräknade flöden efter exploatering för Alternativ 2 med klimatfaktor 1,25 för respektive avrinningsområde.

Alternativ 2 - Beräknade flöden efter exploatering med klimatfaktor 1,25					
Återkomsttid	Aro 1 (l/s)	Aro 2 (l/s)	Aro 3 (l/s)	Aro 4 (l/s)	Diffust till Vättern (l/s)
5-årsregn	29	260	210	450	19
<b>10-årsregn</b>	<b>36</b>	<b>330</b>	<b>260</b>	<b>560</b>	<b>24</b>
20-årsregn	45	410	330	710	30
100-årsregn*	77	700	560	1200	31

Vid beräkningar av dagvattenflöden efter exploatering med klimatfaktor 1,25 ökar flödet för alla återkomsttider. Detta innebär att dagvattnet behöver fördröjas innan avledning för att flödet inte ska öka.

De beräknade fördröjningsvolymerna för Alternativ 1 och Alternativ 2 redovisas i Tabell 13. Ingen fördröjning kommer utföras i avrinningsområdet som diffust avrinner mot Vättern, detta då ingen ny bebyggelse kommer tillkomma, området kommer behållas som tidigare och består mestadels av naturmark med någon gångbana.

Tabell 13. Beräknade fördröjningsvolymmer efter exploatering för Alternativ 1 och Alternativ 2.

Fördröjningsvolymmer	Aro A/1 (m <sup>3</sup> )	Aro B/2 (m <sup>3</sup> )	Aro 3 (m <sup>3</sup> )	Aro C/4 (m <sup>3</sup> )
Efter exploatering, Alternativ 1	55	270	-	260*
Efter exploatering, Alternativ 2	36	200	600**	150

\*Aro 4 till damm, 310 l/s blir dimensionerande acceptabelt utflöde

\*\* Beräknad på en infiltrationshastighet om 10<sup>-6</sup>m/s och en kontaktyta på 2000m<sup>2</sup>.

Det behövs en effektiv yta för infiltration på ca 2000–20000 m<sup>2</sup> för att infiltrera 2,0 l/s ned i marken, beroende på infiltrationskapacitet 10<sup>-6</sup>-10<sup>-7</sup> m/s.

## 8.2 Föroreningsberäkningar

I Tabell 14 och Tabell 15 redovisas föroreningsberäkningarna för dagvattnet före exploatering med rening i dammar (ARO 1 och ARO 4 till damm) och efter exploatering utan någon rening. Föroreningshalterna jämförs också mot riktvärden i Tabell 14.

Resultatet av beräkningarna visar att halterna i dagvattnet ökar vid exploatering för i princip alla ämnen utom fosfor som har samma halt före och efter exploatering. Inga halter i dagvattnet för något ämne efter exploatering överstiger något av riktvärdena.

Vid exploatering av planområdet ökar även föroreningsbelastningen i dagvattnet för området visar beräkningarna, detta gäller för alla ämnen utom fosfor. Fosforbelastningen är lika stor efter exploatering som innan.

Tabell 14. Föroreningshalter i dagvatten i µg/l före exploatering, efter exploatering samt riktvärde.

Parameter	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan rening	Riktvärde
Fosfor (P)	µg/l	150	150	175
Kväve (N)	mg/l	1,3	1,5	2,5
Bly (Pb)	µg/l	6,1	9,8	10
Koppar (Cu)	µg/l	14	19	30
Zink (Zn)	µg/l	41	64	90
Kadmium (Cd)	µg/l	0,32	0,36	0,5
Krom (Cr)	µg/l	4,4	5,7	15
Nickel (Ni)	µg/l	4,2	6,3	30
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,019	0,028	0,07
Suspenderade ämnen	mg/l	29	48	60
Oljeindex	mg/l	0,26	0,44	0,7
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0,019	0,036	0,07

Tabell 15. Föroreningsbelastning i dagvatten i kg/år före exploatering samt efter exploatering.

Parameter	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering
Fosfor (P)	Kg/år	5,1	5,1
Kväve (N)	Kg/år	41	47
Bly (Pb)	Kg/år	0,2	0,32
Koppar (Cu)	Kg/år	0,45	0,61
Zink (Zn)	Kg/år	1,3	2,1
Kadmium (Cd)	Kg/år	0,01	0,012
Krom (Cr)	Kg/år	0,14	0,18
Nickel (Ni)	Kg/år	0,14	0,20
Kvicksilver (Hg)	Kg/år	0,00065	0,00091
Suspenderade ämnen	Kg/år	960	1500
Oljeindex	Kg/år	8,7	14
Benso(a)pyren (BaP)	Kg/år	0,00061	0,0012

## 9 Översvämningar

Detta avsnitt behandlar risken för översvämning antingen vid stora regn, skyfall eller på grund av höga vattennivåer i Vättern.

### 9.1 Skyfall

Vid skyfall när dagvattensystemets kapacitet är överstigen behöver dagvattnet kunna avrinna på ytan utan att skada samhällsviktiga funktioner eller bebyggelse. Detta kan göras med hjälp av en genomtänkt höjdsättning och genom att inte skapa instängda lågpunkter. I detta område finns goda förutsättningar med recipienten nära. En översiktlig analys av höjdsättning har utförts utifrån de två alternativen (Alternativ 1 i avsnitt 9.1.1 och Alternativ 2 i avsnitt 9.2.1).

### 9.2 Höga vattenstånd i Vättern

Vättern är reglerad och nivån styrs därför utifrån tillflöden, evaporation andra reglerade uttag och dess bestämda utflöde. Det finns ingen risk för översvämningar på grund av detta, vid stora tillflöden kan större mängder släppas ut och vattennivån kommer inte stiga högre än högsta vattenstånd, se nedan.

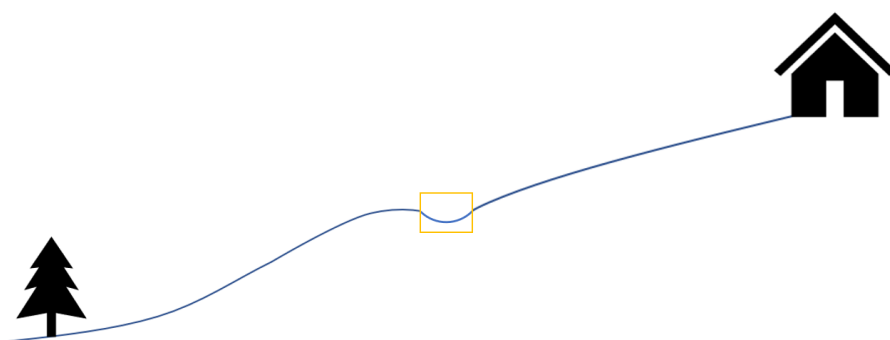
Enligt SMHI:s uppgifter efter senaste vattenregleringen år 1959 är Vätterns karakteristiska vattenstånd följande:

- Lägsta vattenstånd +88,37
- Medelvattenstånd +88,95
- Högsta vattenstånd +89,40

## 10 Förslag på dagvattenhantering

Nedan redovisas förslag på dagvattenhantering utifrån Alternativ 1 och 2. Generellt föreslås svackdiken och nedsänkta fördröjningsytor för att omhänderta dagvatten. Detta för att skapa möjlighet för att dagvattnet ska infiltrera medan dagvattnet vid de större regnen avleds vidare till recipient.

Utöver de lösningar för dagvattenhantering som presenteras nedan, föreslår kommunen att två extra avskärande diken anläggs mellan Vättern och planområdet, se skiss Figur 18. Dessa är tänkta att fungera som back-up till föreslagen hantering och vara en extra säkerhet mot avrinning till Vättern från planområdet. De befintliga dammarna är inte dimensionerade för att kunna hantera allt dagvatten från avrinningsområdena, varför dagvattnet i första hand ska hanteras i enlighet med lösningarna nedan. Eventuell bräddning kan dock gå via dammarna, vilket kan säkerställas genom att ha utloppet till diken på en högre nivå än dikesbotten. Lösningen med extradiken är inte inkluderad i beräkningar nedan och behöver utredas vidare i nästa skede.



Figur 18. Skiss över extradiken som efterfrågas mellan planområdet och Vättern.

Förebningsberäkningarna har utförts med rening i ett svackdike med en yta på 2000 m<sup>2</sup>. Detta är den totala anläggningsytan för Alternativ 1. Alternativ 2 har ett större krav på anläggningsyta och kommer därför få en lite högre reningsseffekt. Resultatet av förebningsberäkningarna redovisas i Tabell 16 och Tabell 17.

Resultatet från beräkningarna i StormTac visar att halterna i dagvattnet efter rening i svackdiken kommer att minska för alla ämnen, utom för kvicksilver. Kviksilver är dock ett ämne som det inte finns många mätvärden på i StormTac och osäkerheten är därför mycket stor. Riktvärdet för alla ämnen underskrids i dagvattnet efter rening.

Förebningsbelastningen i dagvattnet vid exploatering med rening kommer att minska för alla ämnen utom kvicksilver som ökar något. Ytterligare rening kommer dock tillkomma i dammarna beroende på avrinningsområden som leds dit. Om ett motsvarande avrinningsområde 4 avleds via dammarna kan avskiljningen av kvicksilver öka, den totala belastningen har då beräknats till 0,00063 kg/år vilket är lägre än dagens mängder för kvicksilver. Avrinningsområde 4 i Alternativ 2 och delar av avrinningsområde C i Alternativ 1 behöver därför avledas till dammarna för ytterligare rening, detta gäller speciellt för vägen och parkeringen som har mycket högre kvicksilverhalter än resterande markanvändningar.

Tabell 16. Föroreningshalter i dagvatten i µg/l före exploatering, efter exploatering, efter exploatering med rening i svackdike samt riktvärde.

Parameter	Före exploatering (µg/l)	Efter exploatering utan rening (µg/l)	Efter exploatering med rening (µg/l)	Riktvärde (µg/l)
Fosfor (P)	150	150	120	175
Kväve (N)	1300	1500	1100	25000
Bly (Pb)	6,1	9,8	4,1	10
Koppar (Cu)	14	19	10	30
Zink (Zn)	41	64	30	90
Kadmium (Cd)	0,32	0,36	0,20	0,5
Krom (Cr)	4,4	5,7	3,0	15
Nickel (Ni)	4,2	6,3	3,7	30
Kvicksilver (Hg)	0,019	0,028	0,025	0,07
Suspenderade ämnen	29000	48000	23000	60000
Oljeindex	260	440	110	700
Benso(a)pyren (BaP)	0,019	0,036	0,018	0,07

Tabell 17. Föroreningsbelastning från dagvatten i kg/år före exploatering, efter exploatering samt efter exploatering med rening i svackdiken.

Parameter	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering	Efter exploatering med rening
Fosfor (P)	Kg/år	5,1	5,1	4,0
Kväve (N)	Kg/år	41	47	36
Bly (Pb)	Kg/år	0,2	0,32	0,13
Koppar (Cu)	Kg/år	0,45	0,61	0,33
Zink (Zn)	Kg/år	1,3	2,1	0,96
Kadmium (Cd)	Kg/år	0,01	0,012	0,007
Krom (Cr)	Kg/år	0,14	0,18	0,10
Nickel (Ni)	Kg/år	0,14	0,20	0,12
Kvicksilver (Hg)	Kg/år	0,00065	0,00091	0,0008
Suspenderade ämnen	Kg/år	960	1500	760
Oljeindex	Kg/år	8,7	14	3,6
Benso(a)pyren (BaP)	Kg/år	0,00061	0,0012	0,0006

## 10.1 Alternativ 1

Höjdsättningen för alternativ 1 behöver medge att avledningen av dagvattnet kan ske mot befintliga utlopp i delavrinningsområde A, B och C, se gröna pilar i Figur 19. De volymer som behöver fördröjas inom planområdet per delavrinningsområde för Alternativ 1 redovisas i Tabell 18. Om utloppet från avrinningsområde B inte anses kunna användas som ett regelrätt utlopp behöver avrinningsområdet avledas via utlopp från västra dammen, damm 1. Då kommer även behovet av fördröjning att stiga till 740 m<sup>3</sup> för att flödet idag vid ett 10-årsregn på 12 l/s inte ska överstigas (till skillnad mot de fördröjningsvolymer på 55+270 m<sup>3</sup> som beräknats för delavrinningsområde A och B). De ytor som krävs för att omhänderta den nödvändiga fördröjningsvolymen per delavrinningsområde redovisas i Tabell 19 och Figur 19 om ytorna sänks ned 30 cm.

Dagvatten avleds från takytor med hjälp av stuprör och stuprörsutkastare. Höjdsättningen avleder dagvattnet ytligt till uppsamlade svackdiken och nedsänkta ytor där fördröjning kan ske innan vidare avledning till dammar eller naturligt utlopp ut i Vättern.



Figur 19. Förslag på dagvattenhantering utifrån Alternativ 1. Delavrinningsområde A, B och C enligt förslag till övergripande höjdsättning. Ljusblå pilar visar på flödesriktning. Gröna pilar visar på dagvattenutlopp och mörkblå pil på naturligt utlopp. Gröna ytor visar på svackdiken och nedsänkta fördröjningsytor. Extra diken är tillagda på initiativ av kommunen som en extra säkerhet mot att avrinning från området rinner ned i Vättern. Det gula diket kan brädda till befintlig anläggning.

Tabell 18. Erforderliga fördröjningsvolymer inom respektive delavrinningsområde enligt alternativ 1 för att inte öka utgående dagvattenflöde från området vid ett framtida 10-årsregn med klimatfaktor 1,25.

Fördröjningsvolymer	Aro A (m <sup>3</sup> )	Aro B (m <sup>3</sup> )	Aro C (m <sup>3</sup> )	Summa (m <sup>3</sup> )
Efter exploatering, Alternativ 1	55	270	260	585

Tabell 19. Behov av ytor för erforderliga fördröjningsvolymier inom respektive delavrinningsområde enligt Alternativ 1 om ytorna är nedsänkta 30.

Area dagvattenanläggningar	Aro A (m <sup>2</sup> )	Aro B (m <sup>2</sup> )	Aro C (m <sup>2</sup> )	Summa (m <sup>2</sup> )
Yta anläggningar med max 30 cm djup	185	900	870	1955

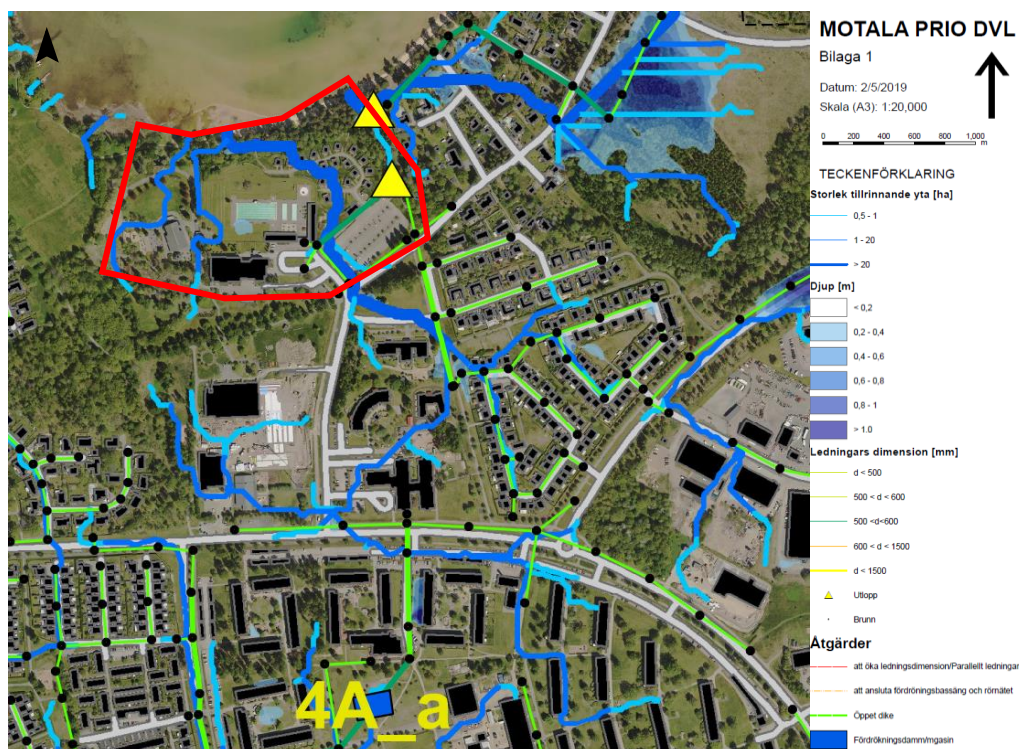
### 10.1.1 Skyfall

Ett skyfall bör kunna avrinna på ytan mot Vättern när dagvattensystemets dimensionerande kapacitet är överstigen. För området innebär detta att avrinning sker ytligt för regn med en återkomsttid större än ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25. Detta görs genom att skapa lokala lågstråk (sekundära avrinningsvägar) (se vita streckade pilar i Figur 20) där skyfall kan avledas och bebyggelse placeras högre. Om lågstråk med en dimension som tillåter ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 inte kan skapas behöver det avrinnande vattnet ges utrymme att svämma i så kallade översvåmningsytor med ett mindre strypt utlopp. Även här är höjdsättningen viktig så att lågpunkterna inte hamnar där bebyggelsen är planerad.



Figur 20. Förslag på sekundära avrinningsvägar (vita streckade pilar) vid ett 100-årsregn när dagvattensystemets kapacitet är överstigen. Blå heldragna pilar visar på flödesriktning.

Det finns också ett större avrinningsområde uppströms som avrinner genom planområdet för Folkets park, se Figur 21. Denna avrinningsväg bör inte ledas in bland bebyggelsen utan den framtida höjdsättningen bör planeras sådan att avrinningsvägen avleds mot de östra dammarna och ut till Vättern. Även de sekundära avrinningsvägarna i östra delen av området och naturmarkens avrinning behöver säkras i den framtida höjdsättningen.



Figur 21. Avrinningsvägar från Ytor dagvatten fördröjning Bilaga 1\_Motala tätort, SWECO 2019-02-05. Ungefärligt läge för planområdet avgränsas med röd linje.

## 10.2 Alternativ 2

Höjdsättningen för alternativ 2 följer den övergripande höjdsättningen som finns idag, lågpunkterna vid bassängen är dock borttagna och ett jämt fall skapas mot Vättern alternativt svagt sluttande mot nordost.

De volymer som behöver fördröjas inom planområdet per delavrinningsområde för Alternativ 2 redovisas i Tabell 20. Om utloppet från avrinningsområde 2 inte anses kunna användas som ett regelrätt utlopp behöver avrinningsområdet avledas via utlopp från västra dammen, damm 1. Då kommer även behovet av fördröjning att stiga till 500 m<sup>3</sup> för att flödet idag vid ett 10-årsregn på 12 l/s inte ska överstigas (till skillnad mot de fördröjningsvolymer på 36+200 m<sup>3</sup> som beräknats för delavrinningsområde 1 och 2).

De ytor som krävs för att omhänderta den nödvändiga fördröjningsvolymen per delavrinningsområde redovisas i Tabell 21 samt i Figur 22 om ytorna sänks ned 30 cm.

Dagvatten avleds från takytor med hjälp av stuprör och stuprörsutkastare. Höjdsättningen avleder dagvattnet ytligt till uppsamlade svackdiken och nedsänkta ytor där fördröjning kan ske innan vidare avledning till dammar eller naturligt utlopp ut i Vättern. För avrinningsområde 3 finns inget utlopp upp till ett 10-årsregn med klimatfaktor 1,25, volymen ska istället tillåtas infiltrera ned i marken i svackdikena och de nedsänkta ytorna.



Figur 22. Förslag på dagvattenhantering för Alternativ 2. Delavrinningsområde 1, 2, 3 och 4 enligt förslag till övergripande höjdsättning. Ljusblå pilar visar på flödesriktning. Gröna pilar visar på dagvattenutlopp och mörkblå pil på naturligt utlopp. Gröna ytor visar på svackdiken och nedsänkta fördröjningsytor. Extra diken är tillagda på initiativ av kommunen som en extra säkerhet mot att avrinning från området rinner ned i Vättern. Det gula diket kan brädda till befintlig anläggning.

Tabell 20. Erforderliga fördröjningsvolymerna inom respektive delavrinningsområde enligt alternativ 2 för att inte öka utgående dagvattenflöde från området vid ett framtida 10-årsregn med klimatkraft 1,25.

Fördröjningsvolym	Aro 1 (m <sup>3</sup> )	Aro 2 (m <sup>3</sup> )	Aro 3 (m <sup>3</sup> )	Aro 4 (m <sup>3</sup> )
Efter exploatering, Alternativ 2	36	200	600*	150

\* Beräknad på en infiltrationshastighet om 10<sup>-6</sup>m/s och en yta på 2000m<sup>2</sup>.

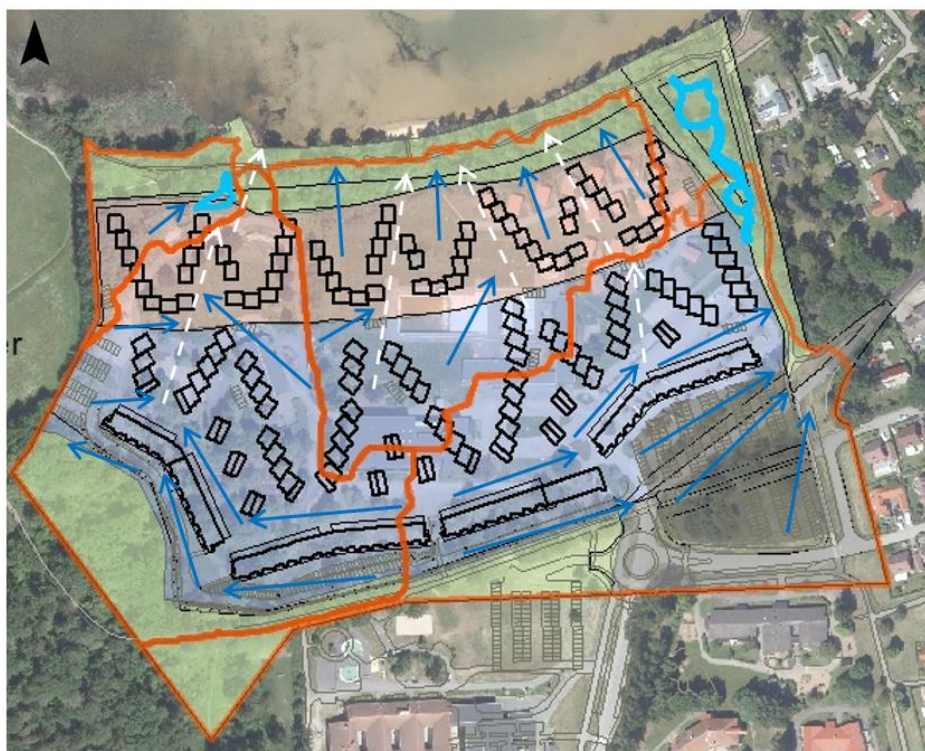
Det behövs en infiltrationsyta på 2 000-20 000 m<sup>2</sup> inom delavrinningsområde 3 för att infiltrera 2,0 l/s ned i marken, beroende på den hydrauliska konduktiviteten i marken (10<sup>-6</sup>-10<sup>-7</sup>m/s). Alternativt behöver silten/leran skiftas ur ned till mer genomsläppliga jordarter och ersättas med grov sand med en högre hydraulisk konduktivitet. T.ex. har en grov sand en hydraulisk konduktivitet på 10<sup>-3</sup>m/s, då behövs en infiltrationsyta på 70 m<sup>2</sup> för att få ett utflöde på 70 l/s, vilket ger en fördröjningsvolym på 140 m<sup>3</sup>.

Tabell 21. Behov av ytor för erforderliga fördröjningsvolymier inom respektive delavrinningsområde enligt Alternativ 2 om ytorna är nedsänkta 30.

Area dagvattenanläggningar	Aro 1 (m <sup>2</sup> )	Aro 2 (m <sup>2</sup> )	Aro 3 (m <sup>2</sup> )	Aro 4 (m <sup>2</sup> )	Summa (m <sup>2</sup> )
Yta anläggningar med max 30 cm djup	120	670	2000	500	3290

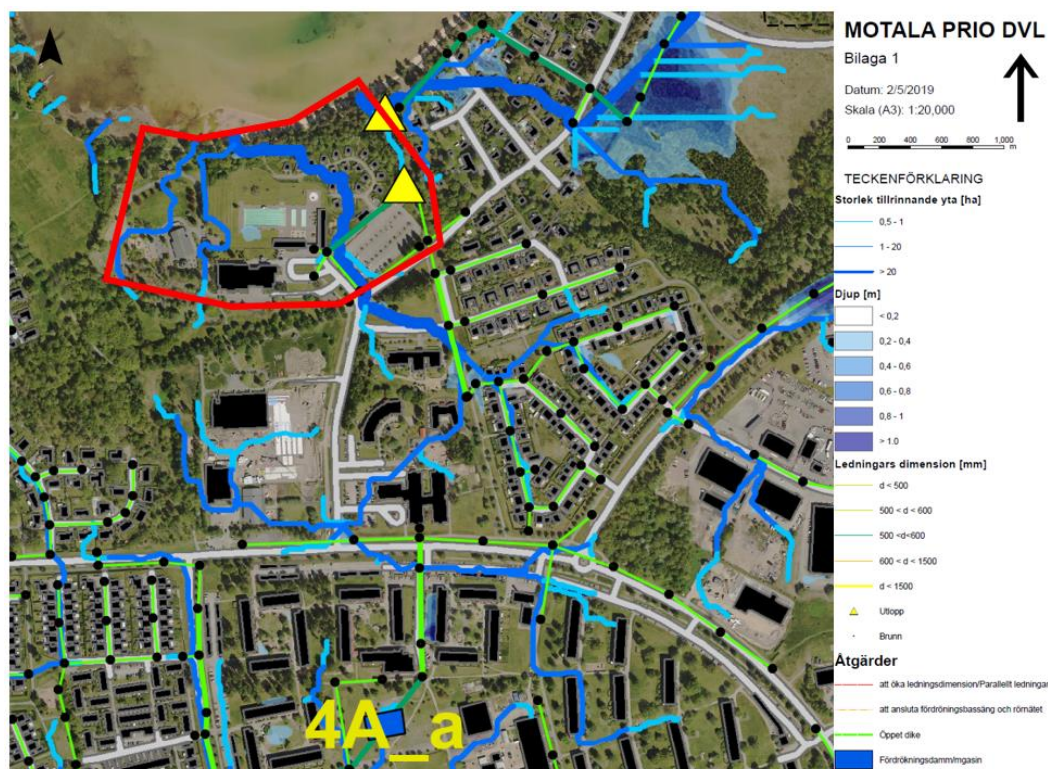
### 10.2.1 Skyfall

För alternativ 2 gäller samma princip som i alternativ 1. Genom att skapa lokala lågstråk (sekundära avrinningsvägar) (se vita streckade pilar i Figur 23) där skyfall kan avledas och bebyggelse placeras högre.



Figur 23. Förslag på sekundära avrinningsvägar (vita streckade pilar) vid ett 100-årsregn när dagvattensystemets kapacitet är överstigen. Blå heldragna pilar visar på flödesriktning.

Det finns också ett större uppströms avrinningsområde som avrinner genom planområdet för Folkets park, se Figur 24. Denna avrinningsväg bör inte ledas in bland bebyggelsen utan den framtida höjdsättningen bör planeras sådan att avrinningsvägen avleds mot de östra dammarna och ut till Vättern. Även de sekundära avrinningsvägarna i östra delen av området och naturmarkens avrinning behöver säkras i den framtida höjdsättningen.



Figur 24. Avrinningsvägar från Ytor dagvatten fördröjning Bilaga 1\_Motala tätort 2019-02-05. Ungefärlig läge för planområdet avgränsas med röd linje. (dagvattenutlopp markeras av gula trianglar och blåa linjer av avrinningsvägar)

## 11 Släckvattenhantering

Vid normala bränder då släckvatteninsatser krävs kommer vattnet hanteras och infiltreras i enlighet med alternativ 1 eller 2, beroende på vilken lösning som implementeras. I och med att det rör sig om ett fritidshusområde, vilket bedöms motsvara en eventuell vanlig byggnadsbrand i stadsmiljö, kommer alltså inga särskilda förebyggande åtgärder att erfordras. Detta då räddningstjänsten förväntas ha god erfarenhet av att hantera bränder i sådana miljöer. Efter infiltration når släckvattnet Vättern. För att säkerställa att släckvattnet inte rinner direkt ner i Vättern utan att infiltreras eller renas i dammarna, planeras även ett dike mellan fritidshusområdet och Vättern. Detta kommer ligga i kanten av den norra delen av området, vilket ytterligare stoppar upp direkt avrinning av dag- och släckvatten från området.

## 12 Påverkan på MKN

De föreslagna åtgärderna i Alternativ 1 och 2 gör att mängderna och halterna föroreningar i dagvatten från området minskar efter exploatering jämfört med nuläget för alla ämnen utom kvicksilver.

Kvicksilver har idag undantag-mindre stränga krav på grund av att det idag inte finns tekniska möjligheter att komma åt problemet. Problemet med kvicksilver beror på långväga atmosfäriska föroreningar som genom deposition ansamlats i marken för att sedan lakas ur till våra vatten. Halterna från 2015 får dock inte öka enligt Vattenmyndigheten.

Dock är inte någon eventuell effekt från befintliga dammarna från ARO 4/Aro 3 medräknad. Om ett motsvarande avrinningsområde 4 avleds via de östra dammarna kan avskiljningen av kvicksilver öka, den totala belastningen har då beräknats till 0,00063 kg/år vilket är lägre än dagens mängder för kvicksilver. Det är speciellt viktigt att vägen och parkeringen avleds via svackdiken till dammarna, då dessa markanvändningar har högre kvicksilverhalter än resterande markanvändningar.

Planområdet kommer därmed inte äventyra att Vättern fortsättningsvis uppnår god ekologisk och kemisk status om rening sker i svackdiken och avrinningsområde 4/delar av avrinningsområde C avleds till befintliga dammar.

## 13 Påverkan grundvattenförekomst

Om föreslagna reningsåtgärder anläggs samt särskilt fokus läggs på att rena dagvattnet från vägen och parkeringen så att även kvicksilverhalterna minskar bedöms inte området medföra något negativ påverkan på grundvattenförekomsten. För att minimera risken för infiltration innan tillräcklig rening har uppnåtts kan svackdiken som avleder till dammarna anläggas täta.

## 14 Rekommendation gällande planbestämmelser

I Tabell 22 presenteras förslag på planbestämmelser som kan vara relevanta att använda i syfte att reglera och säkerställa hantering av dagvatten i detaljplan. Detta delas upp i användningsbestämmelser som reglerar vad marken får användas till och egenskapsbestämmelser som reglerar hur en plats ska utformas, ordnas, nyttjas eller skyddas. Dock är tolkningen av vad som kan skrivas som planbestämmelser i rådande rättsläge oklar och osäker. I många fall är det syftet bakom bestämmelsen som avgör om ett plankrav är gångbart eller inte.

Tabell 22. Förslag på eventuella planbestämmelser för kvartersmark.

<b>Exempel på användningsbestämmelser för kvartersmark</b>	
<b>Bestämmelse</b>	<b>Beskrivning</b>
E1	Uppsamling av dagvatten
E3	Dike för dagvatten
E5	Mark för infiltration av dagvatten
<b>Egenskapsbestämmelser för kvartersmark</b>	
<b>Bestämmelse</b>	<b>Beskrivning</b>
e <sub>125</sub>	Högsta andel byggnadsarea i procent av fastigheten
prickmark	Marken får inte förses med byggnad
b <sub>3</sub>	Byggnader ska utföras så att naturligt översvämmande vatten upp till nivå +0,0 meter över nollplanet inte skadar byggnadens konstruktion.
+0,0:	Föreskriven höjd över nollplanet. (Vanligtvis reglerar en plushöjd en viss punkt, men bestämmelsen kan kopplas till en angiven användnings eller egenskapsyta).
n <sub>1</sub>	Marken får inte hårdgöras. Ex. minst 50 % av fastighetsarean/egenskapsytan ska vara genomsläpplig och får inte hårdgöras Träd och buskar ska finnas (ex. x % av tomtarea)
<b>Skydd mot störningar</b>	
<b>Bestämmelse</b>	<b>Beskrivning</b>
m <sub>2</sub>	Avskärande dike ska anläggas (kombinera med administrativ bestämmelse)
<b>Administrativa bestämmelser</b>	
<b>Bestämmelse</b>	<b>Beskrivning</b>
u <sub>1</sub>	Marken ska vara tillgänglig för infiltrationsdike och uppsamlingsrör

## 15 Slutsats

- Dagvattenflödet ökar efter exploatering på grund av ökad hårdgöring av ytor och förväntade framtida klimatändringar (klimatfaktor 1,25).
- Föroreningsberäkningarna visar på att halter och mängder föroreningar i dagvattnet ökar efter exploatering utan reningsåtgärder.
- Erforderliga fördröjningsvolymerna för delavrinningsområde A, B och C enligt Alternativ 1 är beräknade till:
  - A: 55m<sup>3</sup>
  - B: 270m<sup>3</sup>
  - C: 260m<sup>3</sup>
- Erforderliga fördröjningsvolymerna för delavrinningsområde 1, 2, 3 och 4 enligt Alternativ 2 är beräknade till
  - 1: 36m<sup>3</sup>
  - 2: 200m<sup>3</sup>
  - 3: 600m<sup>3</sup>
  - 4: 150 m<sup>3</sup>
- Om alternativ 2 är det enda alternativet man väljer att gå vidare med bör infiltrationsmöjligheterna i ARO 3 undersökas närmare då det finns för få sonderingsprover och tydliga indikationer på en utbredd lös lera. Även grundvattennivån behöver kontrolleras i föreslagna ytor för infiltrationslösningar, grundvattennivåerna behöver som minst ligga 0,5 m under infiltrationsytans botten. Om man väljer att gå vidare med enbart alternativ 1 behöver infiltrationen inte undersökas vidare i nuläget. Alternativ 2 kan behållas som en reservlösning och man kan i så fall titta vidare på infiltrationen i nästa steg om man senare väljer att gå vidare med alternativ 2.
- Fördröjningsvolymerna föreslås tillskapas i svackdiken och nedsänkta grönytor inom respektive delavrinningsområde.
- Med föreslagen dagvattenhantering minskar föroreningsmängder och -halter i dagvattnet till under dagens nivåer. Dock ej för kvicksilver som ökar något.
- Avrinningsområde 4 bör, på grund av de planerade parkeringsytorna, avledas till befintliga dammar via svackdiken innan det når recipient. Detta för att reducera mängderna av kvicksilver under den mängd som tillförs Vättern idag.
- Planområdet kommer inte äventyra att Vättern fortsättningsvis uppnår god ekologisk och kemisk status om rening sker i svackdiken och avrinningsområde 4/delar av avrinningsområde C avleds till befintliga dammar. Inte heller grundvattenförekomsten bedöms påverkas, för att minimera risken för infiltration innan tillräcklig rening av dagvatten från mer förorenade ytor (parkering, väg) kan svackdiken som avleder vidare ned mot damm anläggas med tät botten.
- Höjdsättningen inom planområdet behöver planeras på ett sådant sätt att avrinning vid skyfall sker via lägre liggande sekundära avrinningsvägar. Även uppströms avrinningsområde som idag avrinner genom området behöver avledas mot de befintliga östra dammarna.
- Beräknad genomsläpplighet på ytorna: Det mindre tätbebyggda stugbyområdet får en rekommenderad genomsläpplighet på 67%. Det mer tätbebyggda stugbyområdet har en rekommenderad genomsläpplighet på 52%. För parkeringen antas genomsläppligheten vara 0%.
- Inga särskilda förebyggande åtgärder erfordras för släckvattenhantering. Släckvattnet hanteras i enlighet med implementerad dagvattenlösning.

## 16 Referenser

Espeby, B., & Gustafsson, J. P. (1998). *Vatten och ämnestransport i den omättade zonen*. Stockholm: KTH.

Jönköping, L. (2021). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från Vattenförekomst Motala-Klockrike: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA31160323>

Riktvärdesgruppen . (2009). *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp* . Stockholm: Regionplane- och trafikkontoret.

Vatten och Samhällsteknik. (2018). *Dagvattenutredning - 5 detaljplaner för etablering av Lalandia A/S i Varamobaden*. Motala: VoS.