



UPPSALA  
UNIVERSITET

UPTEC W 24037

Examensarbete 30 HP

Juni 2024



# Utvärdering av fosfordammars utformning och placering, anlagda med LOVA bidrag

Evaluation of the design and placement of phosphorus  
wetlands, constructed with LOVA grants

---

**Emil Fredricsson**



UPPSALA  
UNIVERSITET



## Sammanfattning

Utvärdering av fosfordammars utformning och placering, anlagda med LOVA bidrag

Emil Fredricsson

Sverige har en stor problematik med övergödning, ett miljöproblem som bland annat orsakas av näringsämnesläckage från jordbruksmark till akvatiska miljöer som kan leda till negativa effekter på den biologiska mångfalden. Ett sätt att rena vattnet från näringsämnena är att anlägga våtmarker eller en mindre typ specialutformad för att fånga partiklar och fosfor som kallas för fosfordammar.

Syftet med detta examensarbete har av den anledningen varit att studera 47 dammar anlagda med LOVA-bidrag med utgångspunkt från faktorerna: placering, storlek, utformning, näringsretention (särskild inriktning på fosfor) och kostnadseffektivitet. Detta för att ta reda på hur optimala några av de redan befintliga fosfordammarna i Sverige är utifrån ett rening- och kostnadsperspektiv. Via uppgifter från Länsstyrelsen och belastningskartor från SLU kunde fosfordammarna modelleras i GIS. Utifrån detta framställdes näringsbelastning, avrinningsområde, vattenytans storlek och vattnets väg genom dammarna. Vidare beräknades näringsretentionen, kostnadseffektiviteten och hydrauliska formen utifrån redan befintliga ekvationer.

Av dammarna noterades det att 13 dammar hade ett primärt syfte av att begränsa flödet uppströms för att motverka höga flöden nedströms och att det inte blir stående vatten på åkermark. Resterande 34 dammar var fosfordammar som hade primärt syfte att rena vattnet från näringsämnena med fokus på fosfor. Resultatet visade att 60 % av fosfordammarna hade en bra placering då de påvisade en hög fosfor- och kväveretention ( $>50$  kg/ha och år respektive  $>500$  kg/ha och år). De flesta av de undersökta fosfordammarna hade däremot en hög hydraulisk belastning i jämförelse med värdet på den optimala belastningen ( $100$  m/år). Detta innebär att de flesta av de undersökta fosfordammarna är mindre än de bör vara för att effektivt rena fosfor. Därutöver hade alla fosfordammar en hög hydraulisk form, vilket visar på att de är bra utformade för näringsretention. Kostnadseffektiviteten hos 13 % av fosfordammarna var även mindre än schablonvärdet (726 kr/kg renat fosfor och år) och resultat från tidigare studier. Majoriteten av fosfordammarna hade däremot en högre kostnad per kg renat fosfor än vad schablonvärdet säger.

Metodvalet att använda höjddata för att bestämma avrinningsområdet kan i vissa fall ha orsakat felaktiga områden eftersom det inte tar hänsyn till bland annat dränering. Näringsretentionen beräknades med erhållna ekvationer som var baserade på mätdata. Detta innebär att näringsbelastningar som låg utanför mätdata intervallet kan ha haft en annan näringsretention i verkligheten. Det finns även osäkerheter i beräkningen av kostnadseffektiviteten, eftersom detta gjordes med ett par antaganden som fosfordammens livstid på 20 år och sedimentrensning var 10:e år på 10 000 kr.

**Nyckelord:** Våtmark, fosfordamm, näringsretention, fosfor, kostnadseffektivitet, näringsbelastning

Teknisk-naturvetenskapliga fakulteten

Uppsala universitet, Utgivningsort Uppsala

Handledare: Pia Geranmayeh Ämnesgranskare: Ingrid Wesström

Examinator: Johan Arnqvist

## Abstract

### *Evaluation of the design and placement of phosphorus wetlands, constructed with LOVA grants*

Sweden has a major problem with eutrophication, an environmental problem caused by nutrient leakage into aquatic environments which can result in negative effects on biological diversity. One way to purify the water from nutrients is to construct wetlands, of which one type is specially designed to reduce phosphorus.

The purpose of this master thesis has therefore been to study 47 wetlands constructed with LOVA grants based on the factors: location, size, design, nutrient retention (special focus on phosphorus) and cost effectiveness. This is to find out how optimal some of the already existing phosphorus wetlands are in Sweden from a nutrient reduction and cost perspective.

Using data from the County Administrative Board and nutrient load maps from SLU, the phosphorus ponds could be modeled in GIS. Based on this, the nutrient load, catchment area, size of the water surface and the path of the water through the wetlands were produced. Furthermore, nutrient retention and cost effectiveness were calculated based on already existing equations. In addition, the shape of the wetlands was evaluated by calculating the hydraulic shape.

Of the wetlands, it was noted that 13 dams had a primary purpose of limiting the flow upstream from forest to counteract high flows downstream and prevent standing water on agricultural land. The remaining 34 dams were phosphorus dams whose primary purpose was to purify the water from nutrients with a focus on phosphorus.

The result showed that 60 % of the phosphorus wetlands had a good location as they demonstrated a high phosphorus and nitrogen retention ( $>50$  kg/ha and year and  $>500$  kg/ha and year respectively). Most of the examined phosphorus wetlands, on the other hand, had a high hydraulic load compared to the value of the optimal load (100 m/year). This means that most of the investigated phosphorus wetlands are smaller than they should be to effectively reduce phosphorus.

In addition, all phosphorus wetlands had a high hydraulic form, indicating that they are well designed for nutrient retention. The cost-effectiveness of 13 % of the phosphorus wetlands was also less than the standard value (726 SEK/kg reduced phosphorus and year) and results from previous studies. However, most of the phosphorus wetlands had a higher cost per kg of reduced phosphorus than the standard value.

The method choice of using elevation data to determine the catchment area may in some cases have caused incorrect areas because it does not consider drainage, among other things.

Nutrient retention was calculated using obtained equations that were based on measurement data. This meant that nutrient loads that were outside the measured data range may have had a different nutrient retention. There are also uncertainties in the calculation of the cost-effectiveness, as this was made with a couple of assumptions such as the phosphorus pond's lifetime of 20 years and sediment cleaning every 10 years at SEK 10,000.

**Keywords:** Wetland, phosphorus, nutrient retention, cost effectiveness, nutrient load

## Populärvetenskaplig sammanfattning

*Fosfordammar – hur väl stämmer den rekommenderade utformningen med den verkliga utformningen för den övergödningsmildrande åtgärden?*

Ett av Sveriges största miljöproblem är övergödning, ett ord som förknippas med syrebrist, algbloomning och bottenöd. Övergödning kan drabba både sjöar, vattendrag och hav, och beror på en för hög belastning av näringsämnen kväve och fosfor. Ett typiskt skräckexempel är Östersjön, vars största hot är det näringsläckage som sker från verksamheter drivna av de 90 miljoner människor som bor runt havet. Problemen sträcker sig dock längre än till ett hav, på flera platser i Sverige förvällar jordbruk ett högt näringsläckage till recipienter.

För att våra akvatiska miljöer ska hålla god status krävs åtgärder som stoppar vatten från framför allt jordbruk att föra med sig näringsämnen. Ett steg i rätt riktning är att flera av jordbrukets aktörer anlagt fosfordammar, en variant av en liten våtmark vars utformning är gjord för att rena vatten från fosfor. Men för att åstadkomma en effektiv rening behöver dock flera faktorer tas i beaktning, bland annat placering, utformning och den befintliga näringsämnesbelastning som området har. Ett av de största hindren för att uppfylla de faktorerna är tillgången till mark, när en fosfordamm anläggs beror nämligen valet av plats på vart markägaren är villig att överlåta mark för åtgärden, vilket kan tänkas inte alltid går i linje med vart den optimala platsen för fosfordammen bör vara.

Det finns i dagsläget en bristande kunskap om huruvida fosfordammar som anlagts i Sverige har en optimal placering och utformning, vilket har lagt grunden för detta examensarbete. I en ansats att fylla kunskapsluckan har 47 våtmarker lokaliserade från Skåne till Dalarna, med en majoritet i Kalmar, undersökts. Genom användning av underlag tillhandahållet från Länsstyrelsen har GIS använts som verktyg för att få svar på om dammarna har anlagts på ett sätt som är optimalt ur ett reningsperspektiv.

Det visade sig att 13 av dammarna hade ett primärt syfte att begränsa det flöde som kommer uppströms från skog för att motverka bland annat stående vatten på fältet. Dessa kallas för flödesdämpande dammar. Resterande 34 fosfordammar hade primära syftet att rena vattnet från näringsämnen som fosfor.

Undersökningen visade att alla fosfordammar hade en god hydraulisk form, vilket i detta sammanhang betyder att de är långsmala. Vidare beräknades en kostnadseffektivitet för dammarna som visade på att 13 % hade en kostnadseffektivitet under 726 kr/kg renat fosfor och år, vilket är VISS schablonvärde för denna typ av åtgärd.

Utöver det visade undersökningen att cirka hälften av dammarna hade en hög fosforbelastning, vilket är gynnsamt för åtgärdens reningseffektivitet. Resterande dammar uppnådde dock inte en tillräckligt hög fosforbelastning för att uppnå en hög rening. Det innebär att de har placerats i områden där näringsläckaget inte är tillräckligt högt för optimal funktion. Majoriteten av dammarna var inte heller tillräckligt stora för att kunna ta emot de vattenflöden som belastar åtgärden.

Av de 34 studerade fosfordammarna kan slutsatsen utifrån studien dras att ingen fosfordamm uppfyllde alla rekommendationer för hydraulisk form, hydraulisk belastning och näringsretention som finns för optimal reningseffektivitet.

## Förord

Det här examensarbetet omfattar 30 HP och har gjorts inom civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik, vid Uppsala universitet och Sveriges Lantbruksuniversitet. Till hjälp har jag haft min handledare Pia Geranmayeh på Institutionen för vatten och miljö på Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) och min ämnesgranskare Ingrid Wesström på Institutionen för mark och miljö på SLU.

Först vill jag tacka min handledare Pia Geranmayeh för allt stöd och hjälp som jag har fått under arbetet. Jag vill även tacka övrig personal både inom SLU och externt som har försett mig med data och annan information som har varit viktig för att kunna driva examensarbetet framåt. Tack också till Ingrid Wesström för bra återkoppling som förbättrade rapporten.

Jag vill också tacka mina nära och kära för det stöd jag har fått under denna period men också under utbildningen.

# Innehållsförteckning

|       |                                                   |    |
|-------|---------------------------------------------------|----|
| 1     | Introduktion .....                                | 1  |
| 1.1   | Syfte och mål.....                                | 2  |
| 2     | Teori .....                                       | 2  |
| 2.1   | Fosfordammar .....                                | 2  |
| 2.3   | Faktorer som påverkar reningseffektiviteten.....  | 3  |
| 2.3.1 | Placering.....                                    | 3  |
| 2.3.2 | Utformning .....                                  | 3  |
| 2.3.3 | Hydraulisk belastning.....                        | 5  |
| 2.3.4 | Uppskattning av potentiell näringsretention ..... | 5  |
| 3     | Metod .....                                       | 6  |
| 3.1   | Undersökta fosfordammar .....                     | 6  |
| 3.2   | Modelleringsmetod.....                            | 7  |
| 3.2.1 | Placering.....                                    | 7  |
| 3.2.2 | Utformning .....                                  | 8  |
| 3.2.3 | Beräkning av näringsretention.....                | 8  |
| 3.2.4 | Kostnadseffektivitet .....                        | 8  |
| 4     | Resultat.....                                     | 9  |
| 4.1   | Fosfordammarnas utformning .....                  | 9  |
| 4.2   | Hydraulisk belastning.....                        | 10 |
| 4.3   | Fosforretention .....                             | 11 |
| 4.4   | Kostnadseffektivitet .....                        | 14 |
| 5     | Diskussion .....                                  | 15 |
| 5.1   | Fosfordammarnas reningsförmåga .....              | 15 |
| 5.2   | Utformning .....                                  | 16 |
| 5.3   | Kostnadseffektivitet .....                        | 16 |
| 5.4   | Fosfordammar i framtiden.....                     | 17 |
| 5.5   | Felkällor .....                                   | 17 |
| 6     | Slutsatser .....                                  | 19 |
| 7     | Referenser.....                                   | 20 |
| 8     | Appendix .....                                    | 22 |

# 1 Introduktion

Övergödning är ett stort problem i Sveriges vattenmiljöer, och då framför allt i den södra delen av landet. Det som händer vid övergödning är att det är för höga halter av kväve och fosfor som når vattnet, vilket kan leda till allvarliga konsekvenser. Effekterna kan vara en ökad produktion av växtplankton som i sin tur kan orsaka syrefria bottenar då stora mängder organiskt material bryts ned. Utöver detta kan det bildas fintrådiga alger och en massförökning av växtplankton under sommarmånaderna, vilket påverkar badkvaliteten och kan ibland även vara hälsofarligt för människor. Övergödningen utgör en reduktion av biologisk mångfald då förhållandet mellan organismer kan störas och växtlighet som har livsviktig funktion för djur påverkas.

Mänskliga verksamheter är en bidragande faktor till övergödningen, exempel på sådana verksamheter är jordbruk, skogsbruk och avloppsvatten. Främst sker det diffusa utsläpp av näringsämnen från lantbruk. För att minska utsläppen har användandet av gödslingsmedel minskats och hanterats bättre för att minimera förluster (Havs- och Vattenmyndigheten). Utöver detta har flertalet åtgärder som våtmarker, fånggrödor och skyddszoner anlagts för att vidare minska utsläppen. Fånggrödor används på en åker efter en huvudgröda för att ta upp rester av näringsämnen som kväve (Aronsson et al. 2012). Våtmarker anläggs för att minska hastigheten på inkommande vatten och därmed kunna utföra olika reningsprocesser på näringsämnen genom exempelvis sedimentering, denitrifikation och växtupptag (Länsstyrelsen u.å.).

Syftet med åtgärderna är att ha en renande funktion av fosfor- och kvävekontaminerat vatten, och detta examensarbete riktar in sig på en av åtgärderna, fosfordammar. Till skillnad från vanliga våtmarker är fosfordammar specialutformade för att rena vatten från fosfor. För att fosfordammar ska ha en effektiv rening av fosfor spelar flera faktorer roll, där placeringen och utformningen främst påverkar reningseffektiviteten. Det finns etablerade riktlinjer för hur en fosfordamm ska anläggas (Jordbruksverket 2010), däremot styrs ofta placering och utformning av den tillgängliga mark som markägaren är villig att anlägga dammen på. Av den anledningen kan både placering och utformning variera och därmed kan effektiviteten i anläggningen begränsas (Havet 2023).

Vid anläggningen av en fosfordamm kan markägare ansöka om olika typer av bidrag, till exempel från Lokala vattenvårdsprojekt (LOVA) och Landsbygdsprogrammet, som kan ersätta upp till 90% respektive 100% av kostnaderna (Naturvårdsverket 2023; Jordbruksverket 2022b).

Detta examensarbete har tagits fram med bakgrund i övergödningens problematik, fosfordamm som reduceringsåtgärd för näringsämnesläckage, vikten av placering och utformning och att detta styrs av markägarens vilja. Ett flertal fosfordammar har anlagts i Sverige, och det är av vikt att undersöka hur väl dammarna följer riktlinjerna. Detta arbete fungerar därför som en sammanställning av både placering och utformning i nuläget, när det gäller just fosfordammar.

## 1.1 Syfte och mål

Syftet med denna studie är att utvärdera utformning och placering av de 47 dammar som är anlagda med LOVA-bidrag mellan 2017 och 2022. Eftersom reningseffektiviteten av näringsämnen i fosfordammar påverkas väsentligt beroende av utformningen och placeringen är det viktigt att utvärdera om dammarna är effektiva eller inte. Dessutom ska fosfordammarnas näringsbelastning och retention utvärderas för att sedan kunna uppskatta en kostnadseffektivitet på reningen av fosfor. Då åtgärder som fosfordammar är anlagda med statliga medel är det viktigt att följa upp hur effektiva de är och detta ska göras genom att besvara följande delfrågor:

1. Är fosfordammen placerad i ett område med hög fosforbelastning?
2. Är storleken på fosfordammen tillräcklig med tanke på inflödande vattenvolym från dess avrinningsområde?
3. Hur ser fosfordammarnas utformning ut och vilken hydraulisk form har dammen?
4. Vad är fosfordammarnas kapacitet för näringsretention av fosfor och kväve?
5. Är fosfordammarna kostnadseffektiva i jämförelse med schablonvärden och andra våtmarker?

## 2 Teori

### 2.1 Fosfordammar

En fosfordamm är en typ av anlagd våtmark, men åtgärden har en mindre yta och är grundare än konventionella våtmarker (Jordbruksverket 2013). Därutöver skiljer sig syftet mellan övriga våtmarker och fosfordammar då den förstnämnda åtgärden framför allt ska rena kväve och öka biologisk mångfald och ofta anläggs i anslutning till akvatiska miljöer som exempelvis sjöar. Fosfordammarnas funktion är i stället att rena vatten från fosfor.

Ytterligare en skillnad mellan övriga våtmarker och fosfordammar är att våtmarker tar emot vatten från ett större avrinningsområde, medan fosfordammar omhändertar vatten från ett förhållandevis mindre avrinningsområde.

Dammen är utformad på så sätt att det finns en initial djupdel som sänker vattnets hastighet, vilket leder till att partikelbunden fosfor sjunker till botten och sedimenterar. Efter djupdelen består dammen av en grundare del med vegetation som kan fånga upp mindre fosforpartiklar samt fånga upp slam som flödar till dammen vid höga vattenflöden (Gyllström et al. 2016).

Enligt Jordbruksverket (2010) bör djupdelen utgöra omkring 20 – 30 % av dammens totala yta, samt ha ett djup kring 1 – 1,5 meter. Grunddelen, som utgör resterande del av dammens totala yta ska ha ett djup på mellan 20 – 40 cm. Vegetationen i dammen bör även vara tätbeväxt.

## 2.3 Faktorer som påverkar reningseffektiviteten

Det finns flera faktorer som påverkar reningseffektiviteten i fosfordammar. Nedan listas de faktorer som är relevanta för detta examensarbete.

### 2.3.1 Placering

Den mängd fosfor som en fosfordamm kan rena är starkt kopplat till hur hög fosforbelastningen (Jordbruksverket 2010). Därför är det viktigt att placera dammen i områden med hög belastning av fosfor för att få en hög reningseffektivitet.

En stor del av fosforutsläppen i Sverige kommer från jordbrukens användning av stallgödsel och mineralgödsel. En problematik med användningen av fosforgödsel är att fosfor binder sig så hårt till marken som gör att tidigare användning av gödsel fortfarande kan påverka fosforinnehållet i marken och riskera fosforläckage (SLU 2023). Hur mycket fosforläckage det kommer från jordbruk kan variera beroende på vilka grödor som odlas. Grödor med större marktäckningsyta har större möjlighet att skydda marken från erosion orsakad av regn. Den gröda som orsakar lägst fosforförluster från jordbruken är vall medan majs och potatis har högst läckage (Johnson et al., 2019). Därutöver har egenskaperna hos jordarterna i området en stor betydelse för hur mycket fosfor som läcker ut, eftersom det påverkar bindningen av näringsämnet och även vattenflödet genom marken (Wesström et al. 2017). Erosionskänsliga jordar som ler och silt kan exempelvis ha ett större fosforläckage än andra jordarter (Jordbruksverket 2022a).

Fosfor har en förmåga att binda kemiskt till partiklarna i marken, bland annat med aluminium och benämns som P-AL-tal (Ulén 2006). Det gör att även markens fysikaliska och kemiska egenskaper har betydelse (Wesström et al. 2017). Anledningen till att långtidsgödsling bidrar till högt fosforläckage beror på att järn- och aluminiumoxiderna i marken kan bli mättade på fosfor, då börjar näringsämnet i stället läcka (Ulén 2006). Fosfor kan antingen vara organiskt eller oorganiskt bundet i marken. Markens pH, mineralsammansättning och humushalt har också en påverkan på den mängd oorganisk fosfor som förekommer i jorden. Genom mineralisering kan organiskt bunden fosfor frigöras från marken (Wesström et al. 2017).

### 2.3.2 Utformning

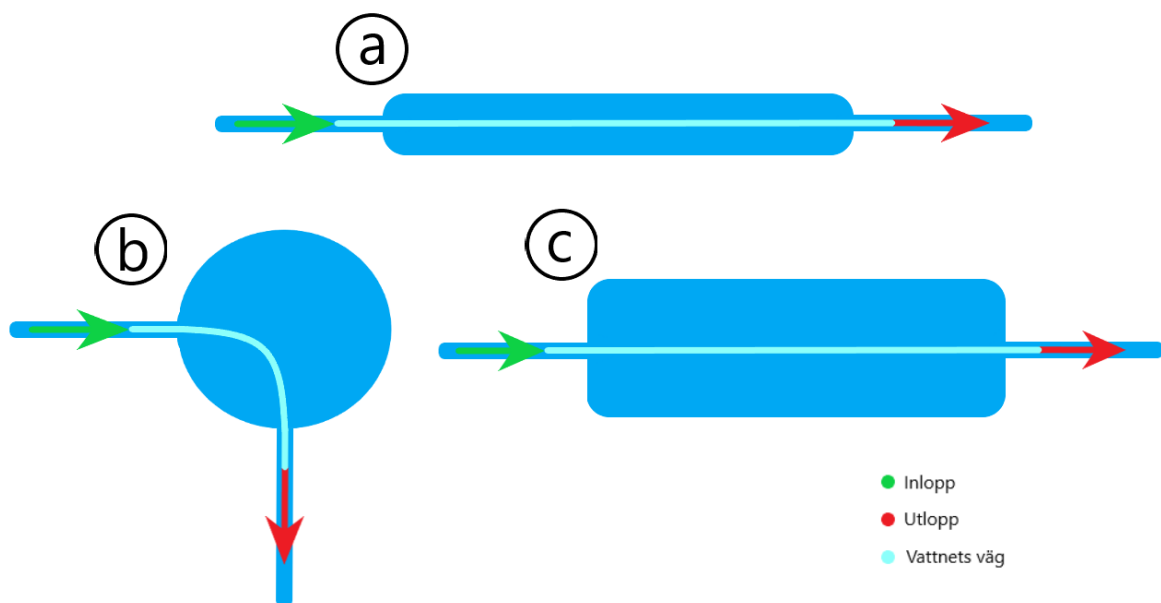
Utformningen på en fosfordamm kan se ut på flera olika sätt, men för en god reningsförmåga är det bland annat gynnsamt med en så lång vattenväg som möjligt mellan inlopp och utlopp (Jordbruksverket 2010). Detta beror på att långsmala dammar har en längre uppehållstid för partikelsedimentering och därmed reningen gentemot likformiga dammar (Blecken et al. 2017).

Hur vattnet rinner genom dammen kommer att påverka hur mycket av dammen där det kan ske en rening av näringsämnen. Eftersom näringsämnena flödar med vattnet från inloppet kommer de att endast kunna renas under den väg som vattnet tar i dammen (Blecken et al. 2017). Figur 1 visar tre olika utformningar på dammar med inlopp, utlopp och vattnets väg genom dammen. Den cirkulära dammen (b) där vattnets väg endast utgör en del av hela

dammen kommer att vara mindre effektiv på att rena näringsämnen då hela ytan inte utnyttjas. Av de tre dammarna (figur 1) kommer den långsmala dammen (a) att ha högst hydraulisk form.

Hydrauliska formen ( $HS$ ) kan beräknas med ekvation 1, genom att ta längden av vattnets väg mellan inloppet till utloppet i meter ( $l$ ) och dela med kvadratroten ur dammens vattenyta i kvadratmeter ( $A$ ) (Nilsson et al. 2023).

$$HS = \frac{l}{\sqrt{A}} \quad (1)$$



Figur 1: Tre olika former på dammar med vattnets väg genom dammen.

Med hjälp av ekvation 1 kan fosfordammarnas utformning jämföras. Den långsmala skulle enligt denna beräkning ha en hög hydraulisk form, vilket innebär att den skulle ha störst reningspotential. Det beror på att nästan hela dammens yta utnyttjas av vattnets väg genom dammen (Nilsson et al. 2023). Om dammen däremot är för smal finns det risk att den inte hinner sänka vattenhastigheten lika bra som de andra dammarna.

För att bestämma hydrauliska effektiviteten i en damm kan ett spårämnestest användas för att få en uppmätt vistelsetid. Med kunskap om vattnets flödeshastighet och volym kan en teoretisk vistelsetid beräknas. Hydrauliska effektiviteten fås då genom att analysera förhållandet mellan den uppmätta vistelsetiden och den teoretiska vistelsetiden (Persson & Wittgren 2003). Eftersom mätningar behöver göras för att bestämma hydrauliska effektiviteten kan det vara svårt att använda detta om många dammar ska analyseras. Då kan hydrauliska formen ge ett jämförbart värde på hur väl vattnet flödar genom dammen (Nilsson et al. 2023).

### 2.3.3 Hydraulisk belastning

Hydraulisk belastning beräknas genom att dela det vattenflöde ( $\text{m}^3/\text{år}$ ) som flödar in i dammen med vattenytan ( $\text{m}^2$ ). Detta mått är viktigt att ta hänsyn till vid anläggning av fosfordammar eftersom det direkt påverkar hur effektivt en damm kan rena vattnet från fosfor. För en god reningseffekt bör den hydrauliska belastningen vara omkring  $100 \text{ m}/\text{år}$  (Kynkäänniemi 2014). Om den hydrauliska belastningen är lägre leder det till att dammen mottar för lite vatten och näringsämnen för att fosforackumuleringen ska vara effektiv per ytenhet. Vid högre värden på den hydrauliska belastningen kommer dammens möjlighet att ackumulera fosfor att överskridas, eftersom dammen inte kommer kunna sänka vattenhastigheten tillräckligt för att fosforpartiklarna ska sedimentera (Aronsson et al. 2019).

### 2.3.4 Uppskattning av potentiell näringsretention

I studier som mätt näringsretention har det visat sig att det inte är ekonomiskt motiverat att mäta i alla våtmarker (Djodic et al. 2022). På grund av det har ekvationer tagits fram från redan uppmätta värden för att kunna beräkna reningen i anlagda våtmarker. Ekvationerna är för både kväve- och fosforretention och baseras på automatiska provtagningar som gjorts på 16 våtmarker under en period på 1 – 13 år i Sverige (Geranmayeh et al. 2024).

Mätningarna visar endast näringsbelastningar inom ett visst intervall vilket gör att när näringsbelastningen ligger utanför intervallet sätts näringsretentionen till en minimum- och maximumgräns. Detta för att förhindra, oavsett hur mycket vatten som dammen mottar, att ökad näringsbelastning leder till en ökad näringsretention vilket inte stämmer överens med verkligheten (Geranmayeh et al. 2024).

Vid beräkning av potentiell kväveretention ( $TN_{ret}$ ) kan kvävebelastningen ( $TN_{load}$ ,  $\text{kg}/\text{ha}$  och  $\text{år}$ ) användas i ekvation 2. Minimumgränsen för kväveretentionen ligger på  $5 \text{ kg}/\text{ha}$  och  $\text{år}$  och ges för kvävebelastning mindre än  $494 \text{ kg}/\text{ha}$  och  $\text{år}$  (ekvation 3). Vid kvävebelastning högre än  $50\,000 \text{ kg}/\text{ha}$  och  $\text{år}$  sätts kväveretentionen till maximumgränsen på  $1234 \text{ kg}/\text{ha}$  och  $\text{år}$  (ekvation 4).

$$TN_{ret} = 266,24 * \ln(TN_{load}) - 1646,3 \quad (2)$$

$$TN_{load} \leq 494 \rightarrow TN_{ret} = 5 \quad (3)$$

$$TN_{load} \geq 50\,000 \rightarrow TN_{ret} = 1234 \quad (4)$$

För att bestämma fosforretentionen ( $TP_{ret}$ ) sätts fosforbelastningen ( $TP_{load}$ ) in i ekvation 5. Uppmätt fosforbelastning lägre än  $35,5 \text{ kg}/\text{ha}$  och  $\text{år}$  ger en fosforretention på  $0,5 \text{ kg}/\text{ha}$  och  $\text{år}$  (ekvation 6). Högre fosforbelastning än  $817 \text{ kg}/\text{ha}$  och  $\text{år}$  leder till att fosforretentionen blir  $106 \text{ kg}/\text{ha}$  och  $\text{år}$  (ekvation 7).

$$TP_{ret} = 33,68 * \ln(TP_{load}) - 119,71 \quad (5)$$

$$TP_{load} \leq 35,5 \rightarrow TP_{ret} = 0,5 \quad (6)$$

$$TP_{load} \geq 817 \rightarrow TP_{ret} = 106 \quad (7)$$

## 3 Metod

### 3.1 Undersökta fosfordammar

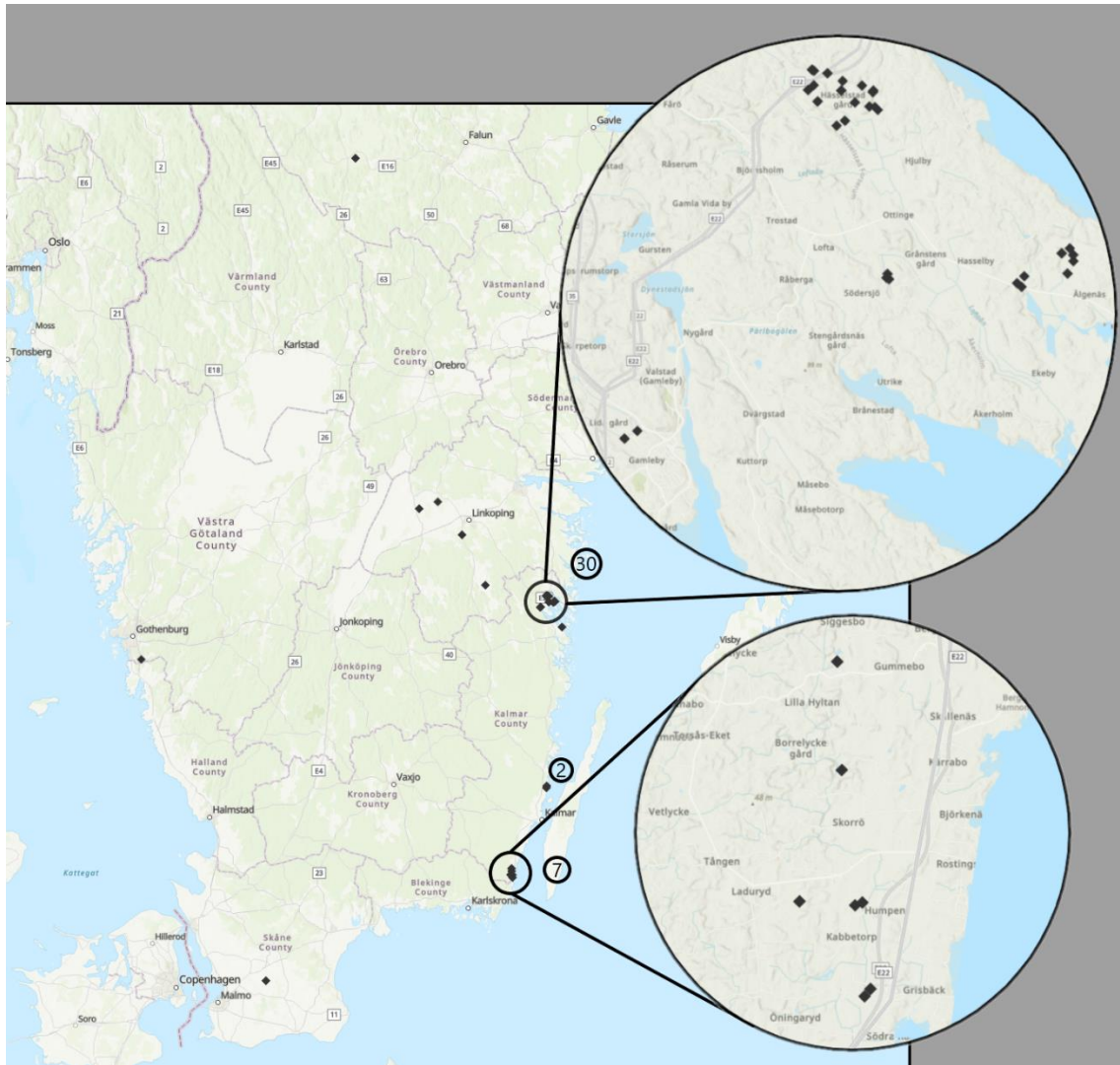
En excelfil med data för respektive fosfordamm som anlagts med LOVA-stöd under perioden 2017 – 2022 erhöles från Havs- och vattenmyndigheten med information som samlats in av de olika Länsstyrelserna. Totalt har 47 dammar undersökts. Informationen innefattar:

- Anläggningsår
- Åtgärdsyfte, som fosforretention, kväveretention eller biologisk mångfald
- Total kostnad för anläggningen samt hur mycket tilldelad LOVA-stöd för projektet
- Koordinator för inlopp och utlopp
- Längden på vattnets väg mellan inlopp och utlopp (m)
- Anläggningsyta (m<sup>2</sup>)
- Vattenyta (m<sup>2</sup>)
- Medeldjup, djupdel och grunddel (m)
- Våtmarksvolym (m<sup>3</sup>)
- Avrinningsområdets areal (ha)
- Anläggningssätt (grävd eller dämnd) samt om matjord är bortgrävd
- Om allt vatten leds in i dammen eller inte

Majoriteten av fosfordammarna var lokaliserade i Kalmar (figur 2). Flertalet av dammarna i Kalmar var mycket små och även om fosforretention var primära syftet, gjordes det genom att anlägga dessa i backdiken för att dämpa vattenflödet från skogsmark och därigenom förhindra erosion och stående vatten på fälten som annars skulle ha orsakat fosforförluster. Det fanns även några enstaka fosfordammar i Skåne, Västra Götaland, Dalarna och Östergötland (tabell 1). Fosfordammarna hade främst fosforretention som primärt syfte och sekundära syftet varierade mellan kväveretention, bättre hagar, biologisk mångfald och bevattning.

Tabell 1: Antalet dammar per län samt vilket primärt och sekundärt syfte dammen har.

| <i>Län</i>             | <i>Antal</i> | <i>Primärt syfte</i> | <i>Sekundärt syfte</i>          |
|------------------------|--------------|----------------------|---------------------------------|
| <i>Kalmar</i>          | 27           | Fosforretention      | Kväveretention                  |
|                        | 13           | Flödesdämpning       |                                 |
| <i>Dalarna</i>         | 1            | Fosforretention      | Bättre hagar                    |
| <i>Skåne</i>           | 1            | Fosforretention      | -                               |
| <i>Västra Götaland</i> | 1            | Fosforretention      | Biologisk mångfald              |
| <i>Östergötland</i>    | 4            | Näringsretention     | Biologisk mångfald / bevattning |



Figur 2: Översiktskarta på fosfordammarnas lokalisering i Sverige. Siffrorna i figuren anger hur många dammar som är lokaliserade där det är fler än en.

## 3.2 Modelleringsmetod

Den erhållna data från länsstyrelsen användes för att utvärdera fosfordammarnas utformning och placering. För att göra det användes programvaran GIS. Utöver detta erhöles GIS-lager (rasterfiler) med flödesackumulering och näringsbelastning från SLU (Geranmayeh et al. 2024).

### 3.2.1 Placering

Med användning av koordinaterna för fosfordammarna kunde placeringen utvärderas. För att bestämma vattenytans area skapades shape-filer där vattenytan manuellt ritades in i GIS. Vidare användes tilldelade flödesackumuleringsfiler och SMHI:s modellerade flöden utifrån höjddata för att sätta ut punkter för de olika inlopp och utlopp som kunde noteras vid respektive damm. Med GIS skapades shape-filer över avrinningsområdet genom användning

av GIS-verktyget ”watershed”, där in- och utloppspunkterna samt flödesackumuleringen matades in.

Den beräknade hydrauliska belastningen jämfördes mot den optimala hydrauliska belastningen som ligger på 100 m/år (Kynkäänniemi 2014). För att beräkna den hydrauliska belastningen ( $HL$ , m/år) (ekvation 8) användes belastningskartor (rasterfiler) för att få fram inflödande vattenvolym ( $Q$ , m<sup>3</sup>/år), samt dammens yta  $i$  ( $A_w$ , m<sup>2</sup>). Belastningskartorna var utformade så att det gick att välja en ruta närmast dammens inlopp för att få information om inflödande vattenvolym i den punkten per år.

$$HL = \frac{Q}{A_w} \quad (8)$$

### 3.2.2 Utformning

För att utvärdera utformningen på fosfordammarna beräknades den hydrauliska formen (ekvation 1) för att sedan jämföras med varandra, där större värde innebar bättre utformning. Med hjälp av GIS kunde vattnets väg ( $l$ , m) från in- till utlopp mätas. Vidare användes arean på dammens vattenyta ( $A_w$ , m<sup>2</sup>) för att få den hydrauliska formen ( $HS$ ).

### 3.2.3 Beräkning av näringsretention

Belastningskartor över kväve och fosfor inom respektive avrinningsområde erhöles från SLU (Geranmayeh et al. 2024) för att kunna bestämma retentionen för respektive näringsämne. Genom att lägga in belastningskartorna (raster dataset) i GIS kunde totala belastningen av fosfor och kväve i kg/år uppskattas vid inloppen av dammarna.

Vidare beräknades belastningen per ytenhet (kg/ha och år) genom att dela med dammens vattenyta. Därefter beräknades näringsretentionen med ekvationerna 2–7.

I de fall som en eller fler fosfordammar låg uppströms en annan fosfordamm valdes det att ta hänsyn till detta genom att subtrahera näringsbelastningen med näringsretentionen från de uppströms fosfordammarna.

### 3.2.4 Kostnadseffektivitet

För att beräkna fosfordammarnas kostnadseffektivitet (kr/kg och år) användes ekvation 10 (Kävlingeåns vattenråd 2017). Anläggningskostnaden erhöles från länsstyrelsen och fosfordammarna antogs ha en livstid på 20 år (Djodic et al. 2022). Livslängden baserades på att bidraget av anläggandet av en våtmark kan ges upp till 20 år (Jordbruksverket 2024). Ytterligare ett kostnadsantagande för rensning av sediment lades till på 10 000 kr var tionde år (Kävlingeåns vattenråd 2017). För att få näringsretentionen i kg/år multiplicerades den med dammens yta (ha).

$$\text{Kostnadseffektivitet} = \frac{\text{Anläggningskostnaden} + 10000}{20 * (\text{Näringsretention} * \text{Dammyta})} \quad (10)$$

## 4 Resultat

I denna sektion presenteras resultat som omfattar fosfordammarnas hydrauliska form, placering, hydrauliska belastning och näringsretention. Vidare presenteras resultatet av beräkningen av dammarnas kostnadseffektivitet.

### 4.1 Fosfordammarnas utformning

Fosfordammarnas storlek varierade mycket från damm till damm (Tabell 2). Medelvärdet på vattenytan låg på omkring 990 m<sup>2</sup>, det är däremot viktigt att notera att det fanns ett par dammar som låg på 11 000 m<sup>2</sup> respektive 8 m<sup>2</sup>.

Storlekarna på avrinningsområdena varierade mellan 0,03 och 1 041 ha (Tabell 2). Av de 47 dammarna hade 40 en vattenyta som motsvarade mindre än 1 % av avrinningsområdet, medan de resterande 7 dammar hade en vattenyta mer än 1 % av avrinningsområdet.

Hydrauliska formen visar på hur stor del av vattenyta som vattnets väg från inlopp till utlopp används. Eftersom de flesta fosfordammarna var långsmala med bra placering av inlopp och utlopp fick de flesta dammarna ett högt värde på hydrauliska formen som varierade mellan 1 och 6 (figur 3). Där medelvärdet var 2,96.

Tabell 2: Sammanställning av fosfordammarnas vattenyta ( $A_w$ ), längden på vattnets väg ( $l$ ), hydraulisk form ( $HS$ ), hydraulisk belastning ( $HL$ ), avrinningsområdets areal ( $ARO$ ) och förhållandet mellan dammens vattenyta och avrinningsområdet ( $A_w/ARO$ ).

| <i>ID</i>  | <i><math>A_w</math> [m<sup>2</sup>]</i> | <i><math>l</math> [m]</i> | <i><math>HL</math> [m]</i> | <i><math>HS</math> [ingen enhet]</i> | <i><math>ARO</math> [ha]</i> | <i><math>A_w / ARO</math> [%]</i> |
|------------|-----------------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| <i>E2</i>  | 423                                     | 112                       | 22                         | 6                                    | 7                            | 0,61                              |
| <i>E4</i>  | 4838                                    | 172                       | 60                         | 3                                    | 55                           | 0,89                              |
| <i>E5</i>  | 10 882                                  | 168                       | 2                          | 2                                    | 18                           | 6,12                              |
| <i>E6</i>  | 2320                                    | 56                        | 40                         | 1                                    | 63                           | 0,37                              |
| <i>H02</i> | 11 191                                  | 465                       | 46                         | 4                                    | 396                          | 0,28                              |
| <i>H03</i> | 6739                                    | 497                       | 198                        | 6                                    | 1042                         | 0,07                              |
| <i>H09</i> | 54                                      | 12                        | 38                         | 2                                    | 3                            | 0,19                              |
| <i>H10</i> | 466                                     | 37                        | 1068                       | 2                                    | 417                          | 0,01                              |
| <i>H11</i> | 301                                     | 112                       | 50                         | 7                                    | 8                            | 0,37                              |
| <i>H12</i> | 296                                     | 71                        | 1694                       | 4                                    | 421                          | 0,01                              |
| <i>H14</i> | 57                                      | 25                        | 1481                       | 3                                    | 35                           | 0,02                              |
| <i>H15</i> | 125                                     | 28                        | 692                        | 3                                    | 7                            | 0,18                              |
| <i>H16</i> | 76                                      | 18                        | 67 084                     | 2                                    | 91                           | 0,01                              |
| <i>H17</i> | 37                                      | 17                        | 6198                       | 3                                    | 100                          | 0,004                             |
| <i>H18</i> | 11                                      | 9                         | 20 886                     | 3                                    | 101                          | 0,001                             |
| <i>H22</i> | 67                                      | 28                        | 1179                       | 3                                    | 199                          | 0,003                             |
| <i>H23</i> | 11                                      | 15                        | 1127                       | 5                                    | 9                            | 0,01                              |
| <i>H32</i> | 168                                     | 31                        | 476                        | 2                                    | 205                          | 0,01                              |
| <i>H33</i> | 89                                      | 21                        | 1243                       | 2                                    | 46                           | 0,02                              |
| <i>H34</i> | 184                                     | 28                        | 1087                       | 2                                    | 52                           | 0,04                              |
| <i>H35</i> | 184                                     | 37                        | 1380                       | 3                                    | 108                          | 0,02                              |

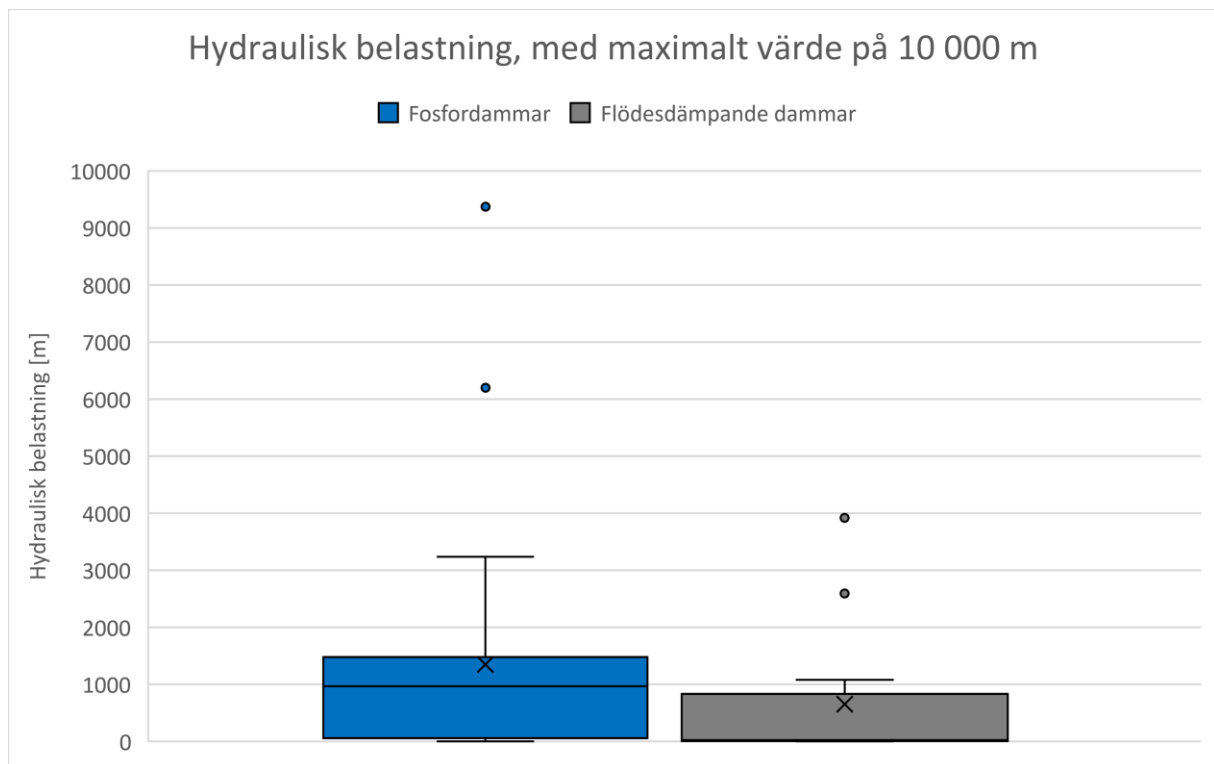
|     |      |     |        |   |     |       |
|-----|------|-----|--------|---|-----|-------|
| H37 | 87   | 21  | 1195   | 2 | 46  | 0,02  |
| H38 | 63   | 19  | 1908   | 2 | 82  | 0,01  |
| H39 | 144  | 20  | 794    | 2 | 3   | 0,54  |
| H40 | 127  | 21  | 886    | 2 | 78  | 0,02  |
| H41 | 437  | 79  | 968    | 4 | 1   | 7,15  |
| H42 | 350  | 36  | 1558   | 2 | 243 | 0,01  |
| H43 | 612  | 76  | 903    | 3 | 254 | 0,02  |
| H44 | 379  | 42  | 3237   | 2 | 558 | 0,01  |
| H45 | 147  | 54  | 9371   | 5 | 614 | 0,002 |
| H46 | 1816 | 100 | 7      | 2 | 13  | 1,37  |
| M24 | 2922 | 176 | 136    | 3 | 36  | 0,81  |
| O1  | 264  | 85  | 12 240 | 5 | 193 | 0,01  |
| W1  | 314  | 37  | 2728   | 2 | 235 | 0,01  |

Tabell 3: Sammanställning av flödesdämpande dammarnas vattenyta ( $A_w$ ), längden på vattnets väg ( $l$ ), hydraulisk form ( $HS$ ), hydraulisk belastning ( $HL$ ), avrinningsområdets areal ( $ARO$ ) och förhållandet mellan dammens vattenyta och avrinningsområdet ( $A_w/ARO$ ).

| ID  | $A_w [m^2]$ | $l [m]$ | $HL [m]$ | $HS [ingen enhet]$ | $ARO [ha]$ | $A_w / ARO [\%]$ |
|-----|-------------|---------|----------|--------------------|------------|------------------|
| H13 | 137         | 15      | 75       | 1                  | 5          | 0,29             |
| H19 | 12          | 10      | 8        | 3                  | 0,2        | 0,65             |
| H20 | 54          | 25      | 3        | 3                  | 0,1        | 4,38             |
| H21 | 29          | 13      | 33       | 2                  | 0,4        | 0,68             |
| H24 | 13          | 6       | 1078     | 2                  | 11         | 0,01             |
| H25 | 13          | 16      | 2592     | 4                  | 24         | 0,01             |
| H26 | 8           | 8       | 11 707   | 3                  | 9          | 0,01             |
| H27 | 13          | 13      | 101      | 4                  | 1          | 0,15             |
| H28 | 8           | 9       | 3916     | 3                  | 8          | 0,01             |
| H29 | 11          | 9       | 6        | 3                  | 0,08       | 1,30             |
| H30 | 9           | 6       | 13       | 2                  | 0,03       | 2,89             |
| H31 | 26          | 13      | 12       | 3                  | 0,9        | 0,28             |
| H36 | 27          | 21      | 3        | 4                  | 0,08       | 3,48             |

## 4.2 Hydraulisk belastning

Den hydrauliska belastningen i fosfordammarna visades ha en väldigt stor variation mellan 67 000 m och 2 m per år (tabell 2). Där medianen låg på 903 m per år. Endast fyra dammar hade en hydraulisk belastning som var över 10 000 m, dessa låg på 11 707, 12 240, 20 886 och 67 083 m. För att få en tydlig bild över hur hydrauliska belastningen varierar mellan majoriteten av dammarna togs dessa värden bort från figur 4. Utan extremvärdena låg medianen för fosfordammarna på 968 m per år och 23 m per år för de flödesdämpande dammarna. Nästan hälften (40 %) av fosfordammarna hade en hydraulisk belastning som var lägre än 400 m/år, detta innebär att dammarnas vattenyta bör vara större för att effektivt kunna ta hand om vattnet från avrinningsområdet.



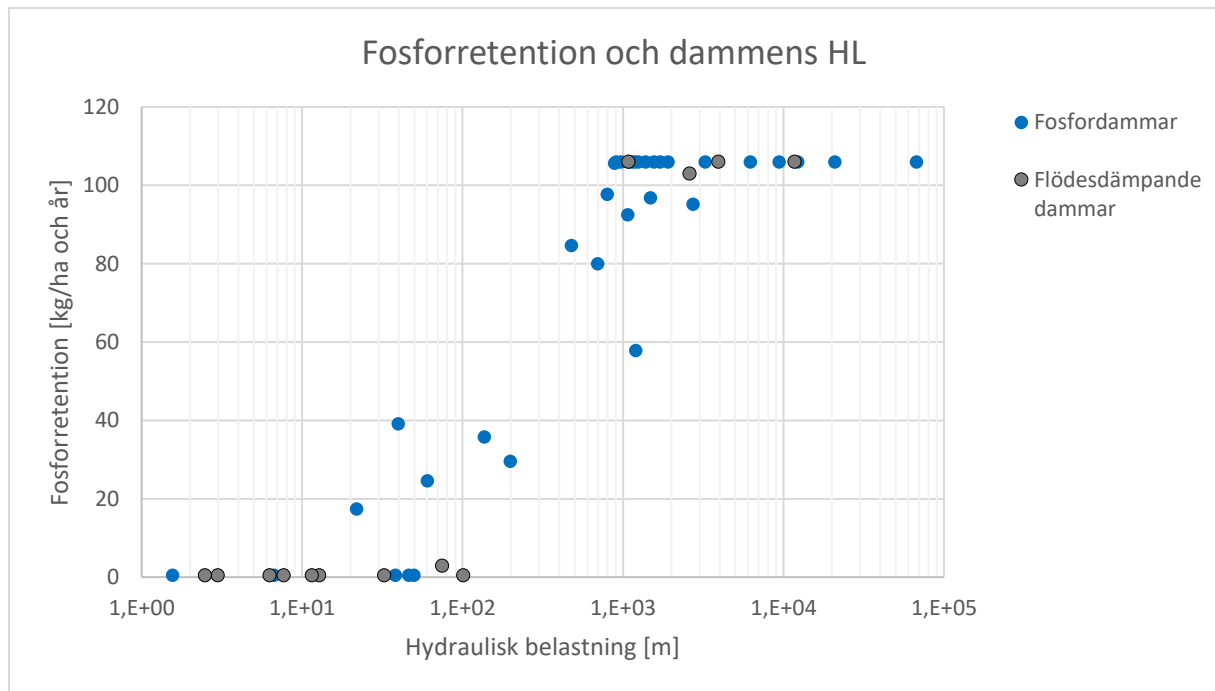
Figur 4: Låddiagram över hydrauliska belastningen för fosfordammar och flödesdämpande dammar där extremvärdena 11 707, 12 240, 20 886 och 67 083 m har tagits bort, detta för att få en visuell bild över fördelningen.

### 4.3 Fosforretention

Av de 34 fosfordammar som studerats hade 5 dammar en fosforbelastning som låg på mindre än 35,5 kg fosfor/ha och år, vilket innebar att dessa erhöll minimivärdet för fosforretention på 0,5 kg fosfor/ha och år. Vidare var det 16 dammar som hade en fosforbelastning på mer än maxgränsen på 817 kg fosfor/ha och år, vilket betyder att för dessa uppskattades fosforretentionen vara 106 kg fosfor/ha och år. 13 dammar låg inom intervallet 35,5 till 817 kg fosfor/ha och år.

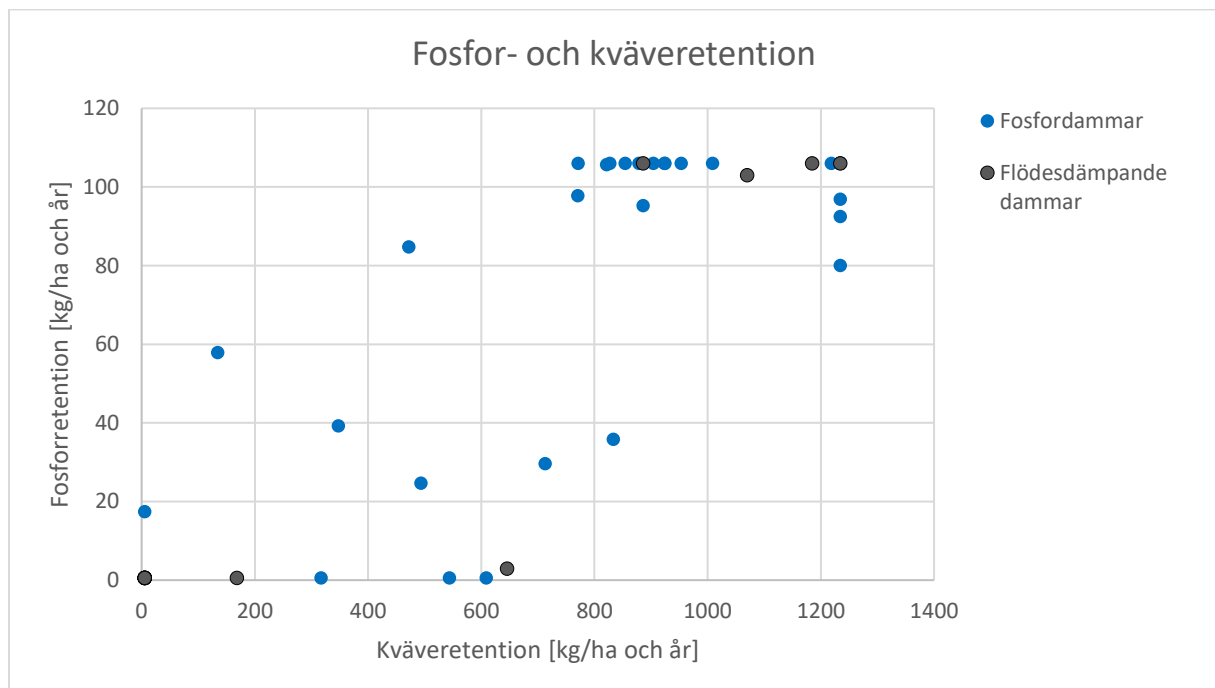
Ingen fosfordamm hade en fosforrening på över 50 kg/ha och år samt en hydraulisk belastning som understeg 400 m/år.

I figur 5 och 6 noterades även de dammar med ett primärt syfte att begränsa flödet från uppströms avrinningsområde. Då inte rening är primära syftet är dessa endast en uppskattning för att få en visuell bild på hur reningen kan potentiellt vara i flödesdämpande dammarna.



Figur 5: Fosforretentionen för fosfordammarna och de flödesdämpande dammarna med avseende på dammens hydrauliska belastning.

Det gick att notera en trend på att kväveretentionen ökar vid ökad fosforretention (Figur 6). Enligt Weisner et al. (2015) bör en våtmark kunna rena minst 500 kg kväve per hektar och år, vilket används som gränsvärde för en låg och hög kväveretention. Detta innebär att 93 % av alla dammar som ansågs ha en hög fosforretention ( $> 50$  kg/ha och år) även hade en hög kväveretention ( $> 500$  kg/ha och år).



Figur 6: Graf över fosforretentionen för fosfordammarna och de flödesdämpande dammarna med avseende på kväveretentionen.

Tabell 4: Fosfordammarnas hydrauliska belastning (HL) i meter per år, kväve- och fosforbelastning (TN och TP load) i kg/ha och år, potentiell näringsretention (TNret och TPret) i kg per ha och år, anläggningskostnad (AK) i kr och kostnadseffektivitet (KE) i kr per kg P och år.

| <i>ID</i>  | <i>HL</i><br>[m] | <i>TNload</i><br>[kg/ha/år] | <i>TPload</i><br>[kg/ha/år] | <i>TNret</i><br>[kg/ha/år] | <i>TPret</i><br>[kg/ha/år] | <i>AK</i><br>[kr] | <i>KE</i><br>[kr/kg<br>P/år] |
|------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|------------------------------|
| <i>E2</i>  | 22               | 424                         | 59                          | 5                          | 17                         | 97 390            | 7292                         |
| <i>E4</i>  | 60               | 3088                        | 73                          | 493                        | 25                         | 685 000           | 2918                         |
| <i>E5</i>  | 2                | 96                          | 2                           | 5                          | 0,5                        | 938 699           | 87 181                       |
| <i>E6</i>  | 40               | 1787                        | 112                         | 347                        | 39                         | 426 244           | 2400                         |
| <i>H02</i> | 46               | 1592                        | 12                          | 317                        | 0,5                        | 30 000            | 3574                         |
| <i>H03</i> | 198              | 7050                        | 84                          | 713                        | 30                         | 108 000           | 296                          |
| <i>H09</i> | 38               | 3737                        | 23                          | 544                        | 0,5                        | 6270              | 1627                         |
| <i>H10</i> | 1068             | 54 803                      | 545                         | 1234                       | 93                         | 16 050            | 291                          |
| <i>H11</i> | 50               | 4762                        | 32                          | 608                        | 0,5                        | 8150              | 1815                         |
| <i>H12</i> | 1694             | 87 910                      | 945                         | 1234                       | 106                        | 16 905            | 2691                         |
| <i>H14</i> | 1481             | 107 335                     | 620                         | 1234                       | 97                         | 3000              | 1178                         |
| <i>H15</i> | 692              | 56 492                      | 376                         | 1234                       | 80                         | 4500              | 725                          |
| <i>H16</i> | 67 084           | 887 512                     | 32 552                      | 1234                       | 106                        | 8000              | 1117                         |
| <i>H17</i> | 6198             | 77 784                      | 2614                        | 1234                       | 106                        | 8000              | 1800                         |
| <i>H18</i> | 20 886           | 260 874                     | 8764                        | 1234                       | 106                        | 8000              | 1800                         |
| <i>H20</i> | 3                | 27                          | 0,6                         | 5                          | 0,5                        | 8000              | 1800                         |
| <i>H22</i> | 1179             | 13 138                      | 1770                        | 879                        | 106                        | 8000              | 1800                         |
| <i>H23</i> | 1127             | 15 588                      | 1721                        | 924                        | 106                        | 8000              | 1800                         |
| <i>H32</i> | 476              | 2849                        | 432                         | 472                        | 85                         | 8000              | 1800                         |
| <i>H33</i> | 1243             | 14 435                      | 2021                        | 904                        | 106                        | 8000              | 1800                         |
| <i>H34</i> | 1087             | 11 979                      | 1617                        | 854                        | 106                        | 16 000            | 959                          |
| <i>H35</i> | 1380             | 15 560                      | 2349                        | 924                        | 106                        | 16 000            | 782                          |
| <i>H37</i> | 50               | 802                         | 195                         | 134                        | 58                         | 16 000            | 2582                         |
| <i>H38</i> | 1908             | 21 399                      | 1592                        | 1008                       | 106                        | 8000              | 1800                         |
| <i>H39</i> | 794              | 8747                        | 637                         | 770                        | 98                         | 16 000            | 2600                         |
| <i>H40</i> | 886              | 10 590                      | 805                         | 821                        | 106                        | 8000              | 671                          |
| <i>H41</i> | 968              | 10 824                      | 867                         | 827                        | 106                        | 16 000            | 281                          |
| <i>H42</i> | 1558             | 17 374                      | 1785                        | 953                        | 106                        | 16 000            | 1412                         |
| <i>H43</i> | 903              | 8765                        | 857                         | 771                        | 106                        | 16 000            | 2600                         |
| <i>H44</i> | 3237             | 47 085                      | 4197                        | 1218                       | 106                        | 12 500            | 280                          |
| <i>H45</i> | 9371             | 133 149                     | 12 144                      | 1234                       | 106                        | 12 500            | 2112                         |
| <i>H46</i> | 7                | 80                          | 2                           | 5                          | 0,5                        | 50 000            | 6000                         |
| <i>M24</i> | 136              | 11 078                      | 101                         | 833                        | 36                         | 214 946           | 1076                         |
| <i>O1</i>  | 12 240           | 92 655                      | 3512                        | 1234                       | 106                        | 169 845           | 3213                         |
| <i>W1</i>  | 2728             | 13 509                      | 591                         | 886                        | 95                         | 273 901           | 4748                         |

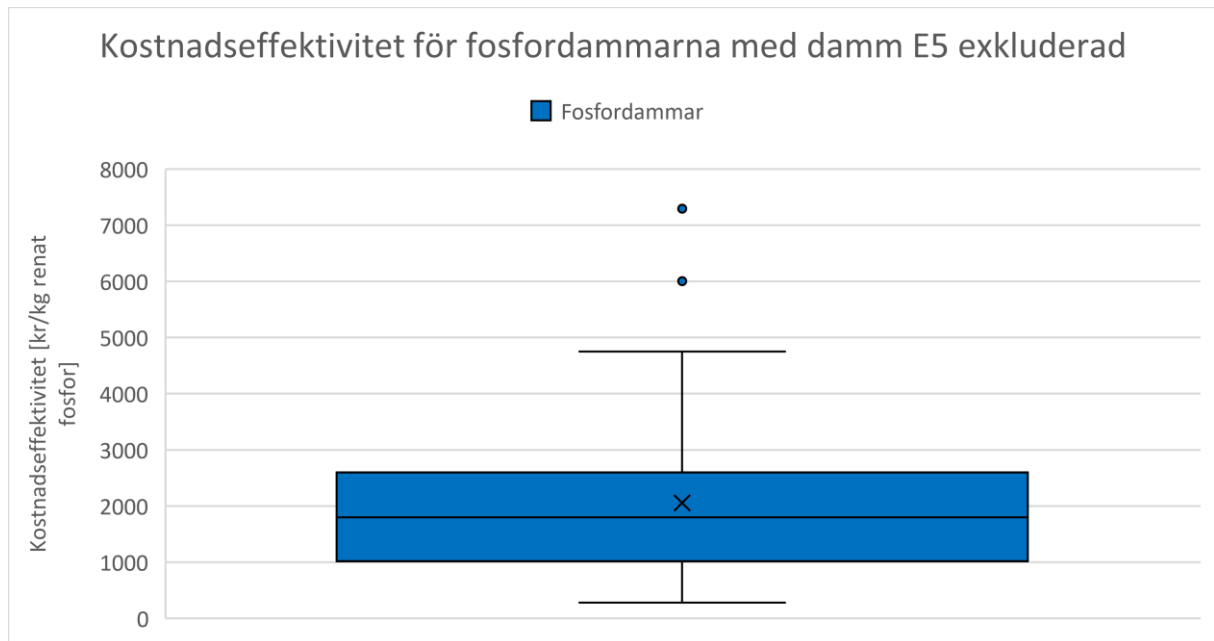
Tabell 5: Flödesdämpande dammars hydrauliska belastning (HL) i meter per år, kväve- och fosforbelastning (TN och TP load) i kg/ha och år, potentiell näringsretention (TNret och TPret) i kg per ha och år, anläggningskostnad (AK) i kr.

| <i>ID</i>  | <i>HL</i><br>[m] | <i>TNload</i><br>[kg/ha/år] | <i>TPload</i><br>[kg/ha/år] | <i>TNret</i><br>[kg/ha/år] | <i>TPret</i><br>[kg/ha/år] | <i>AK</i><br>[kr] |
|------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|
| <i>H13</i> | 75               | 5477                        | 38                          | 646                        | 3                          | 7770              |
| <i>H19</i> | 8                | 69                          | 1                           | 5                          | 0,5                        | 8000              |
| <i>H20</i> | 3                | 27                          | 0,6                         | 5                          | 0,5                        | 8000              |
| <i>H21</i> | 33               | 294                         | 6                           | 5                          | 0,5                        | 8000              |
| <i>H24</i> | 1078             | 13 501                      | 1362                        | 886                        | 106                        | 8000              |
| <i>H25</i> | 2592             | 26 910                      | 744                         | 1069                       | 103                        | 8000              |
| <i>H26</i> | 11 707           | 124 873                     | 6229                        | 1234                       | 106                        | 8000              |
| <i>H27</i> | 101              | 912                         | 15                          | 168                        | 0,5                        | 8000              |
| <i>H28</i> | 3916             | 41 452                      | 1604                        | 1184                       | 106                        | 8000              |
| <i>H29</i> | 6                | 57                          | 1                           | 5                          | 0,5                        | 8000              |
| <i>H30</i> | 13               | 116                         | 3                           | 5                          | 0,5                        | 8000              |
| <i>H31</i> | 12               | 111                         | 6                           | 5                          | 0,5                        | 8000              |
| <i>H36</i> | 3                | 30                          | 4                           | 5                          | 0,5                        | 8000              |

#### 4.4 Kostnadseffektivitet

Kostnadseffektiviteten är ett mått på hur mycket det kostar för en specifik damm att rena 1 kg fosfor per år (tabell 4). Det visar sig att detta skiljer sig ganska mycket från damm till damm (Figur 8). Den damm som var mest kostnadseffektiv var H44 som hade ett värde på 280 kr/kg renat fosfor och år. Minst kostnadseffektiv är E5 som hade kostnaden 87 181 kr/kg renat fosfor och år, detta är troligen orsakat av den höga anläggningskostnaden som dammen hade, 938 700 kr. Vidare var fosforretentionen på endast 0,5 kg/ha och år vilket gjorde att kostnadseffektiviteten blev väldigt hög. Flera andra dammar som också hade en låg fosforretention fick inte en lika hög kostnadseffektivitet eftersom anläggningskostnaden var mycket lägre kring 8000 kr. Anläggningskostnaden för fosfordammarna varierade totalt mellan 3000 – 938 699 kr. Den dammen med näst lägst kostnadseffektivitet var E2 med 7 292 kr/kg renat fosfor och år. Medelvärde på kostnadseffektiviteten för fosfordammarna låg på 4560 kr/kg renat fosfor och år. Om E5 bortses från värdena så ligger medelvärdet på 2056 kr/kg renat fosfor och år.

Eftersom de flödesdämpande dammarna inte hade näringsretention som primärt syfte kunde inte kostnadseffektiviteten beräknas.



Figur 8: Låddiagram över kostnadseffektiviteten hos fosfordammarna med damm E5 exkluderad då den höga anläggningskostnaden samt låg fosforretentionen gjorde att den avvek kraftigt från resterande fosfordammar.

## 5 Diskussion

### 5.1 Fosfordammarnas reningsförmåga

Fosfordammarnas reningsförmåga är starkt kopplad till avrinningsområdet eftersom det bestämmer hur höga näringsbelastningar och vattenflöden som kan komma in i dammen. En del av fosfordammarna lokaliserade i Kalmar hade ett avrinningsområde som var mycket små och låg i skogsmark. Detta var något som inte upplevdes rimligt då fosfordammar generellt tar vatten från jordbruk och inte skogsmark. Däremot visades det efter kontakt med projektägare att dessa dammar var utformade för att dämpa vattenflöden i backdikena från skogsmark och på så sätt minska fosforförlusterna genom att förhindra erosion och stående vatten på nedströms åker. Med avseende på detta anses fosfordammarnas avrinningsområden vara rimliga och metoden funkar för att bestämma avrinningsområden.

Av de 34 studerade fosfordammarna kunde det noteras att 70 % av dessa hade en fosforretention som översteg 50 kg/ha och år, vilket betyder att dessa har en hög fosforrening (Weisner et al. 2015). De beräknade fosforretentionsvärdena i denna studie utgick dock från ekvationerna 2–7 enligt studien gjord av Geranmayeh et al. (2024), då dessa inte har mätvärden på belastningar över 817 kg/ha och år går det för tillfället inte att veta hur retentionen ser ut för de fosfordammar som hade en högre fosforbelastning.

Vid en för hög hydraulisk belastning kan fosforretentionen påverkas kraftigt eftersom det finns risk för att fosforpartiklarna inte hinner genomgå reningsprocesser och sedimenterade partiklar kan även virvla upp och rinna ut från dammen (Kynkääniemi 2014). Kynkääniemi (2014) noterade att vid hydrauliska belastningar mellan 300 till 400 m/år uppgav en starkt negativ effekt på fosforreningen. Av fosfordammarna som undersökts hade 24 (70 %) en

hydraulisk belastning som översteg 400 m/år. Vilket betyder att mer än hälften av alla studerade fosfordammar riskerar att släppa ut redan sedimenterad fosfor. Även om 24 fosfordammar antydde på en hög fosforretention är det ingen av dem som dessutom har en hydraulisk belastning som är mindre än 400 m/år. För dammarna med hög hydraulisk belastning innebär det att i verkligheten kan fosforretentionen vara lägre än 50 kg/ha och år.

Av fosfordammarna som studerades hade 26 (76%) dammar en hög kväveretention, dvs som översteg 500 kg/ha och år (Weisner et al. 2015). Vilket innebär att även om huvudsyftet av fosfordammarna var att rena inkommande vatten på fosfor, så sker det en kväveretention där de dammar med hög fosforretention även hade en hög kväveretention.

## 5.2 Utformning

Från resultaten visades det att de flesta av fosfordammarna var långsmala och hade en bra hydraulisk form som låg mellan omkring 1 – 5 med ett medelvärde på 3. Ett högre värde på hydrauliska formen tyder på en bättre utformning eftersom större andel av dammen utnyttjas av vattnets väg från inlopp till utlopp. I Johanssons (2024) studie undersöktes våtmarker som inte var fosfordammar, av dessa visades sig att nästan alla våtmarker hade en hydraulisk form som låg under 1. Vilket vidare bekräftar att fosfordammarna i denna studie hade en bra hydraulisk form på grund av dess långsmala utformning.

Nilsson et al. (2023) studerade nio våtmarker där hydrauliska formen låg omkring 2 – 4, vilket ligger inom liknande intervall som fosfordammarna i denna studie. Det visar på att även dessa våtmarker hade en långsmal utformning, men att de har olika lång flödesväg för det inkommande vattnet.

## 5.3 Kostnadseffektivitet

Kostnadseffektiviteten varierade mycket från damm till damm, där den med minst kostnadseffektiva var E5 som hade omkring 87 000 kr/kg renat fosfor. Detta beror på att E5 hade en väldigt hög anläggningskostnad och en låg fosforrening. Den mest kostnadseffektiva dammen var H44 med 280 kr/kg renat fosfor. Medelvärdet på kostnadseffektiviteten för fosfordammarna där E5 är exkluderad är 2056 kr/kg renat fosfor. Enligt VISS (2020a) ligger schablonvärdet för kostnadseffektiviteten för fosfordammar på 726 kr/kg renat fosfor. För våtmarker med näringsretention som huvudsyfte ligger kostnadseffektiviteten på 420 kr/kg renat fosfor (VISS 2020b).

Av de studerade dammarna låg 13 % under schablonvärdet och resterande 87 % låg över. Vilket innebär att majoriteten av dammarna har en högre kostnad per kg renat fosfor än vad schablonvärdet säger. En anledning till detta är att näringsretentionen multiplicerades med dammens vattenyta, detta leder till att storleken på dammen var en stor faktor över hur kostnadseffektiviteten blev.

Djodjic et al. (2022) undersökte kostnadseffektiviteten på över 200 anlagda våtmarker fördelade i två regioner (västra Skåne och Södermanland) och fann att de genomsnittliga kostnaderna för regionerna var 9385 kr/kg P och år respektive 13 126 kr/kg P och år för de två

regionerna. Skyddszoner, en annan typ av åtgärd, visade i stället på en kostnadseffektivitet mellan regionerna på 725 kr/kg fosfor och år respektive 45 392 kr/kg fosfor och år. Däremot använde Djodjic et al. (2022) schablonvärden på anläggningskostnaderna, vilket kan ha påverkat den riktiga kostnadseffektiviteten. Schablonvärdena som användes i studien var inte specificerade för anlagda våtmarker med syfte att rena näringsämnen och kan därför innefatta anlagda våtmarker som endast ska bidra till biologisk mångfald. Att anlägga en våtmark för biologisk mångfald kan innebära flera olika utformningar och anläggningskostnaden kan antagligen göras låg, medan en anlagd våtmark med ett näringsämnescleanings syfte kan leda till mer arbete. Kostnaderna kan därför tänkas vara underskattade.

En viktig aspekt att belysa är dock att fosfordammarna i denna studie hade det primära syftet att rena vattnet på fosfor. Det betyder inte att andra syften, som exempelvis biologisk mångfald, inte är uppfyllda. Något som skulle kunna bidra till incitament att anlägga dammar som har en högre kostnad, och därmed minska kostnadseffektiviteten. Inom ramen för ett här examensarbete har detta inte varit i fokus, men värt att nämna.

## 5.4 Fosfordammar i framtiden

För att i framtiden kunna effektivisera fosfordammar mer är det viktigt att ha ett bra förhållande mellan placering och storlek. Eftersom placeringen är avgörande för hur hög fosforbelastningen blir, kommer detta spela stor roll för hur mycket fosfor som kan renas i dammen. Hur stor dammen bör vara beror främst på vilken placering som har valts då det avgör hur mycket vatten som kommer flöda in i dammen. För att optimalt kunna rena vattnet är det viktigt att hydrauliska belastningen inte är för stor eller för liten och därmed måste storleken på dammen anpassas beroende på vilket vattenflöde som finns på platsen.

Att öka kostnadseffektiviteten innebär att både optimera fosfordammarnas reningsförmåga och minimera anläggningskostnaderna. Här är det av vikt att hitta en placering med hög fosforbelastning, men inte för högt vattenflöde för att minimera hur stor dammen måste vara och därmed minska anläggningskostnaderna.

Det skulle även vara av vikt att undersöka hur väl flödesdämpande dammarna är utformade. Eftersom deras primära syfte inte var att rena vattnet från näringsämnen kunde dessa inte uppskattas lika väl för näringsretention och inte alls för kostnadseffektiviteten. Deras funktion är viktig för att motverka bland annat stående vatten på fält. Vilken effekt det har för utsläpp av näringsämnen vore intressant att undersöka i framtida studier.

## 5.5 Felkällor

Vid en studie som denna kan det uppkomma flertalet felkällor som kan ha påverkat säkerheten på resultatet.

Vid bestämningen på dammens areal på vattenytan och avrinningsområdet behövdes det manuellt ritas in i GIS från flygfoton på dammarna. Tilldelade data från dammarna var inte heller alltid helt korrekt. Exempelvis kunde vissa koordinater vara placerade en bit från dammen vilket gjorde det svårare att identifiera exakt vart dammen var lokaliserad. Vissa

dammar var även så små till storlek vilket gjorde det svårt att avgöra var dammen började och slutade. Detta innebär att det finns en risk för att dammarna har blivit felplacerade, vilket kan ha påverkat avrinningsområdet och belastningskartorna, eftersom de vattenflöden som användes i GIS kan ha varit annorlunda i verkligheten. Om detta har skett har fel flöden analyserats och därmed kan fel värden på vattenmängd samt näringsämnen använts. Vidare var flödesackumuleringsdatan baserad utifrån höjddata vilket kan ha påverkat avrinningsområdet för flertalet fosfordammar som var placerade i diken vid jordbruket. Vilket har gjort att vissa fosfordammar verkar ha ett avrinningsområde där jordbruket inte är medräknat i området. Detta har lett till att vissa fosfordammar har fått ett litet avrinningsområde, det skulle kunna vara så att avrinningsområdet i verkligheten är större. Inom tidsgränsen för detta examensarbete kunde inte metoden utvecklas, vilket hade varit önskvärt då avrinningsområdena i vissa fall inte verkar rimliga.

Kostnadseffektiviteten beräknades med avseende på ett par antaganden, som fosfordammens livstid på 20 år och en rening av sediment var 10:e år på 10 000 kr. Dessa kan i verkligheten vara annorlunda och därmed påverka resultatet. Detta eftersom om fosfordammarna har en längre livstid skulle kostnaden av kg renat fosfor blivit lägre eller om en rening av sediment behövdes göra oftare skulle kostnadseffektiviteten blivit lägre. Enligt VISS ligger livslängden på en fosfordamm på 30 år vilket skulle göra att kostnadseffektiviteten skulle bli högre. Valet att göra beräkningarna på en livslängd på 20 år baserades på att dammarna i detta examensarbete har anlagts med hjälp av bidrag som ges ut i högst 20 år. Vilket gör att markägare inte har skyldighet att bevara sina dammar efter att bidragstiden är slut.

Beräkningen av näringsretentionen med ekvation 2 – 7 (Geranmayeh et al. 2024) kan vara bristfällig särskilt då 70 % av fosfordammarna hade en näringsbelastning som låg över (817 kg/ha och år) respektive under intervallet (35,5 kg/ha och år). Det beror på att ekvationerna som användes enbart baserats på belastningar som ligger mellan just 35,5 kg/ha och år upp till 817 kg/ha och år.

För ett visst antal fosfordammar fanns det gemensamma avrinningsområden med andra fosfordammar. Genom att subtrahera näringsretentionen för dammar uppströms från näringsbelastningen av den undersökta dammen kunde denna osäkerhet minskas. Däremot har endast fosfordammar uppströms som funnits med i studien tagits till hänsyn. Detta innebär att det skulle kunna finnas fler våtmarker i avrinningsområdet som också renar näringsämnen men som inte fanns med i studien.

För att kunna motverka dessa felkällor behöver ekvationerna i framtiden optimeras för ett större intervall av näringsbelastningar. För att göra detta behöver fler anlagda våtmarkers belastning och näringsretention undersökas genom fysiska mätningar.

Ytterligare ett sätt att motverka felkällorna är att projektägare till nyanlagda dammar tillhandahåller mer information om dammarna, så som koordinater för inlopp och utlopp, hur vattnet leds in i dammen, storlek på dammen och andra faktorer vid skapandet av dammen.

## 6 Slutsatser

- Fosforbelastningen var jämt utspritt mellan fosfordammarna med ungefär lika många dammar med låg respektive hög belastning. Omkring hälften av dammarna hade en relativt hög fosforbelastning och var därmed bra placerad för att rena fosfor. Den andra hälften av dammarna bör ha placerats på områden med högre fosforbelastning för att kunna rena mer fosfor.
- De flesta (76 %) av de undersökta fosfordammarna hade en mycket hög hydraulisk belastning i jämförelse med den optimala belastningen som ligger på 100 m/år. Vidare låg även många av fosfordammarna på en hydraulisk belastning som översteg 400 m/år, vilket kan betyda att redan sedimenterad fosfor sköljts ut ur dammen. Detta innebär att de flesta fosfordammarna är mindre än de bör vara för att kunna effektivt rena fosfor.
- Fosfordammarna hade en hög hydraulisk form som betyder att de är väl utformade för reningseffektivitet. Eftersom fosfordammar ofta har en långsmal utformning är det inte förvånande att hydrauliska formen är hög hos dammarna.
- Fosfordammarna hade väldigt varierande värden på näringsretentionen för fosfor och kväve. Majoriteten av dammarna hade en hög fosforretention som låg över 50 kg fosfor per ha och år. Men ingen av dessa hade också en hydraulisk belastning som inte överskred 400 m/år. Eftersom hög hydraulisk belastning kan negativt påverka reningen av fosfor kan de flesta dammar med hög fosforretention vara lägre i verkligheten. De fosfordammar som hade en hög fosforretention visade dessutom på en bra kväveretention.
- Det visade sig att 13 % av fosfordammarna hade en kostnadseffektivitet som var under VISS schablonvärde (726 kr/kg renat fosfor och år). Dammarna hade även en lägre kostnad per kg renat fosfor än vad tidigare studiers resultat visat. Resterande dammar (87 %) hade en låg kostnadseffektivitet då de låg över schablonvärdet.

## 7 Referenser

- Aronsson, H. Berglund, K. Djodjic, F. Etana, A. Geranmayeh, P. Johnsson, H. Wesström, I. (2019). Effekter av åtgärder mot fosforförluster från jordbruksmark och åtgärdsutrymme. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Ekohydrologi, 160).
- Aronsson, H. Bergkvist, G. Stenberg, M. Wallenhammar, A. (2012). *Gröda mellan grödorna – samlad kunskap om fånggrödor*. (Rapport 2012:21). Jordbruksverket.  
<https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/groda-mellan-grodorna-samlad-kunskap-om-fanggrodor.html>
- Blecken, G. Al-Rubai, A. Viklander, M. Marsalek, J. (2017). *25 kommunala dagvattendammar i Sverige – hur fungerar de?* Svenskt Vatten AB. Rapport: 2017-18.  
[https://www.svensktvatten.se/contentassets/75d6ab13bb9f4bb191d52db47b041254/svu-rapport\\_2017-18.pdf](https://www.svensktvatten.se/contentassets/75d6ab13bb9f4bb191d52db47b041254/svu-rapport_2017-18.pdf)
- Djodic, F. Geranmayeh, P. Collentine, H. Markensten, M. (2022). Cost effectiveness of nutrient retention in constructed wetlands at a landscape level. *Journal of Environmental Management*. 324, 116325. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116325>
- Geranmayeh P., H. Markensten & F. Djodjic. (Under framtagning) Rådgivningsverktyg våtmarker - Optimerad placering och storlek för fosforretention. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vatten och miljö.
- Gyllström, M. Larsson, M. Mentzer, J. Petersson, J. Cramér, M. Boholm, P. Witter, E. (2016). *Åtgärder mot övergödning för att nå god ekologisk status – underlag till vattenmyndigheternas åtgärdsprogram*. (Länsstyrelsens rapportserie 2016:19). De fem vattenmyndigheterna i samverkan.  
<https://www.vattenmyndigheterna.se/tjanster/publikationer/2016/atgarder-mot-overgodning-for-att-na-god-ekologisk-status.html>
- Havet. (2023). *Övergödning*. <https://www.havet.nu/overgodning-> [2023-09-03]
- Havs- och Vattenmyndigheten. (2023). *Övergödning*.  
<https://www.havochvatten.se/miljopaverkan-och-atgarder/miljopaverkan/overgodning-och-algblomning/overgodning.html> [2024-01-22]
- Jordbruksverket. (2010). *Dammar som samlar fosfor*. Jordbruksinformation 11-2010.  
[https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_jo/jo10\\_11.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo10_11.pdf) [2023-09-03]
- Jordbruksverket. (2022a). *Övergödning och läckage av växtnäring*.  
<https://jordbruksverket.se/jordbruket-miljon-och-klimatet/overgodning-och-lackage-av-vaxtnaring> [2023-09-05]
- Jordbruksverket. (2022b). *Investeringsstöd för vattenvårdsåtgärder*.  
<https://jordbruksverket.se/stod/jordbruk-tradgard-och-rennaring/vatmarker-vattenvard-kalkfilterdiken-och-bevattningsdammar/vattenvardsatgarder> [2024-01-31]
- Kynkäänniemi, P. (2014). *Small Wetlands Designed for Phosphorus Retention in Swedish Agricultural Areas*. Diss. Sveriges lantbruksuniversitet. <https://res.slu.se/id/publ/60411>

- Kävlingeåns vattenråd. (2017). *Projekt brandstad – uppföljning av fosfordamm*. [https://kavlinge.se/rapporter/Rapport\\_Brandstad\\_LOVA\\_2017.pdf](https://kavlinge.se/rapporter/Rapport_Brandstad_LOVA_2017.pdf) [2024-02-08]
- Naturvårdsverket. (2023). *Bidrag för att anlägga, återväta eller restaurera våtmarker*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/bidrag-som-stod-for-att-anlagga-atervata-eller-restaurera-vatmarker/> [2024-01-31]
- Nilsson, J. Weisner, S. Liess, A. (2023). Wetland nitrogen removal from agricultural runoff in a changing climate. *Science of The Total Environment*. 892. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164336>.
- SLU. (2023). *Minskad användning av kväve och fosfor i lantbruket krävs för att nå klimat- och övergödningsmål*. <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/epok-centrum-for-ekologisk-produktion-och-konsumtion/vad-sager-forskningen/forlust-av-vaxtnaring-och-overgodning/kallor-till-overgodande-utslapp-fran-lantbruket/> [2024-01-22]
- Ulén, B. (2006). Förenklad bedömning av risken för läckage av löst fosfor från dränerad jord. *Fakta. Jordbruk*. 4. <https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forskn/popvet-dok/faktajordbruk/jo06-04.pdf>
- Upton, G. Cook, I. (2014). *A Dictionary of Statistics*. Oxford University Press. <https://www-oxfordreference-com.ezproxy.its.uu.se/view/10.1093/acref/9780199679188.001.0001/acref-9780199679188-e-1194>.
- VISS. (2020a). *Våtmark – fosfordamm*. [https://viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasureType.aspx?measureTypeEUID=VISSMEA\\_SURETYPE000726](https://viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasureType.aspx?measureTypeEUID=VISSMEA_SURETYPE000726) [2024-01-24]
- VISS. (2020b). *Våtmark för näringsretention*. [https://viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasureType.aspx?measureTypeEUID=VISSMEA\\_SURETYPE000725](https://viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasureType.aspx?measureTypeEUID=VISSMEA_SURETYPE000725) [2024-02-01]
- Wesström, I. Hargeby, A. Tonderski, K. (2017). *Miljökonsekvenser av markavvattning och dikesrensning*. Naturvårdsverket. Rapport: 6777. <https://naturvardsverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1435145/FULLTEXT01.pdf>
- Johansson, A. (2024). *En undersökning av näringsretention och kostnadseffektivitet i LOVA-våtmarker* (Masteruppsats). Sveriges lantbruksuniversitet. Civilingenjörsprogrammet inom miljö och vattenteknik.

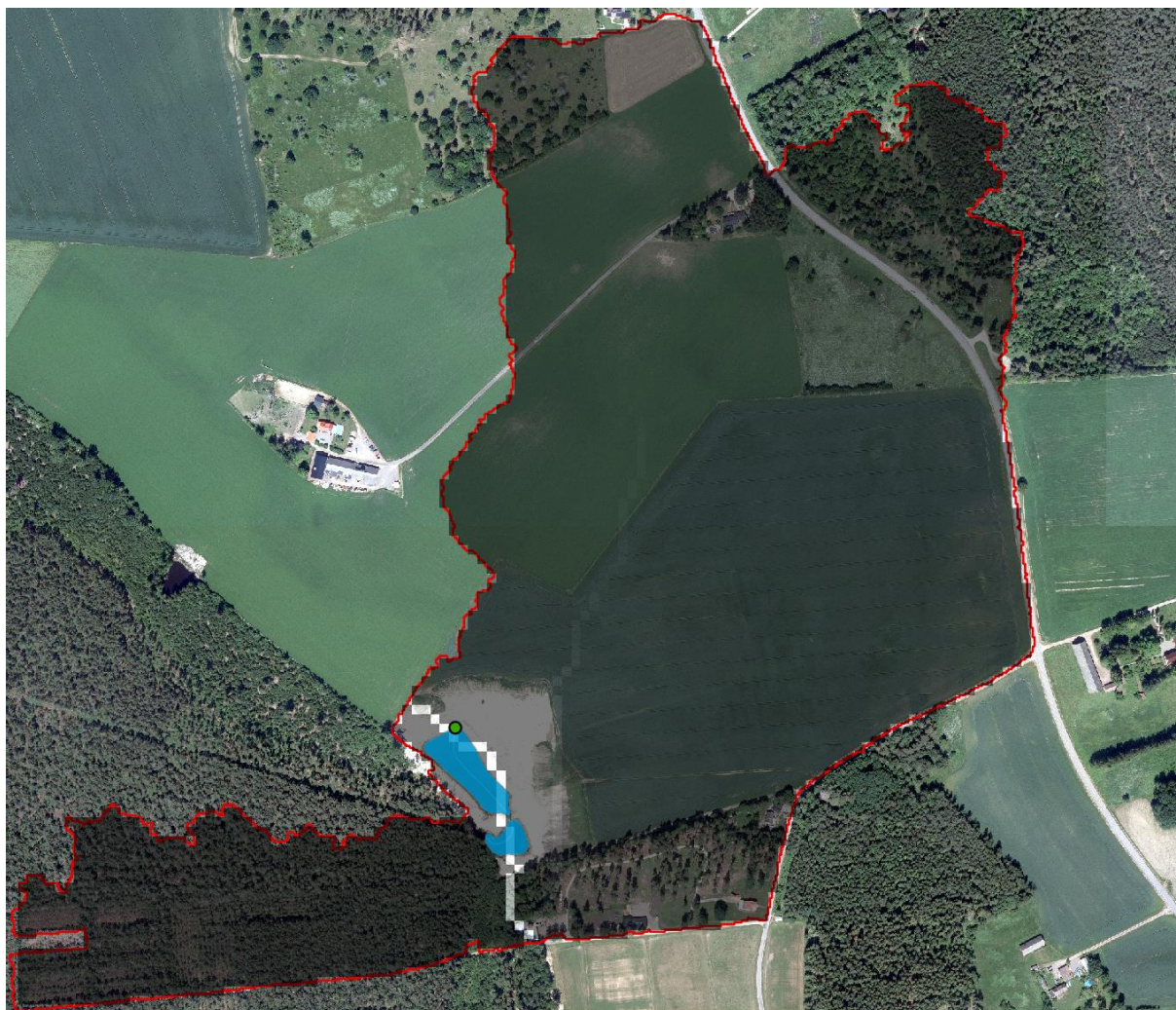
## 8 Appendix

### Bilaga A: Fosfordammarnas avrinningsområde, vattenyta och punkter för inlopp och utlopp.



**Damm ID: E2**

● Inlopp    ■ Vattenyta  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde



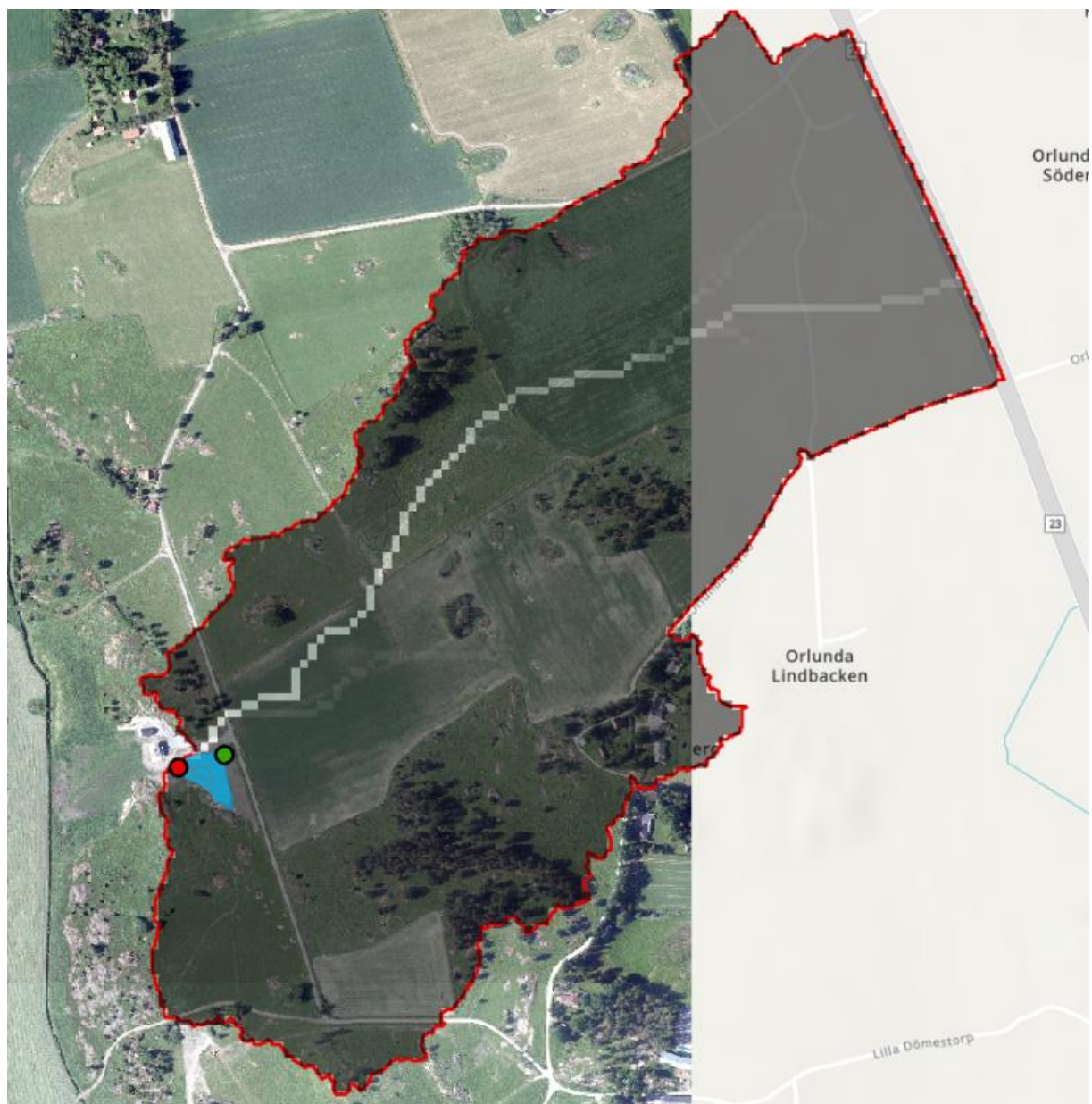
**Damm ID: E4**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde  
● Utlopp



**Damm ID: E5**

● Inlopp    ■ Vattenyta  
 ● Utlopp    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde



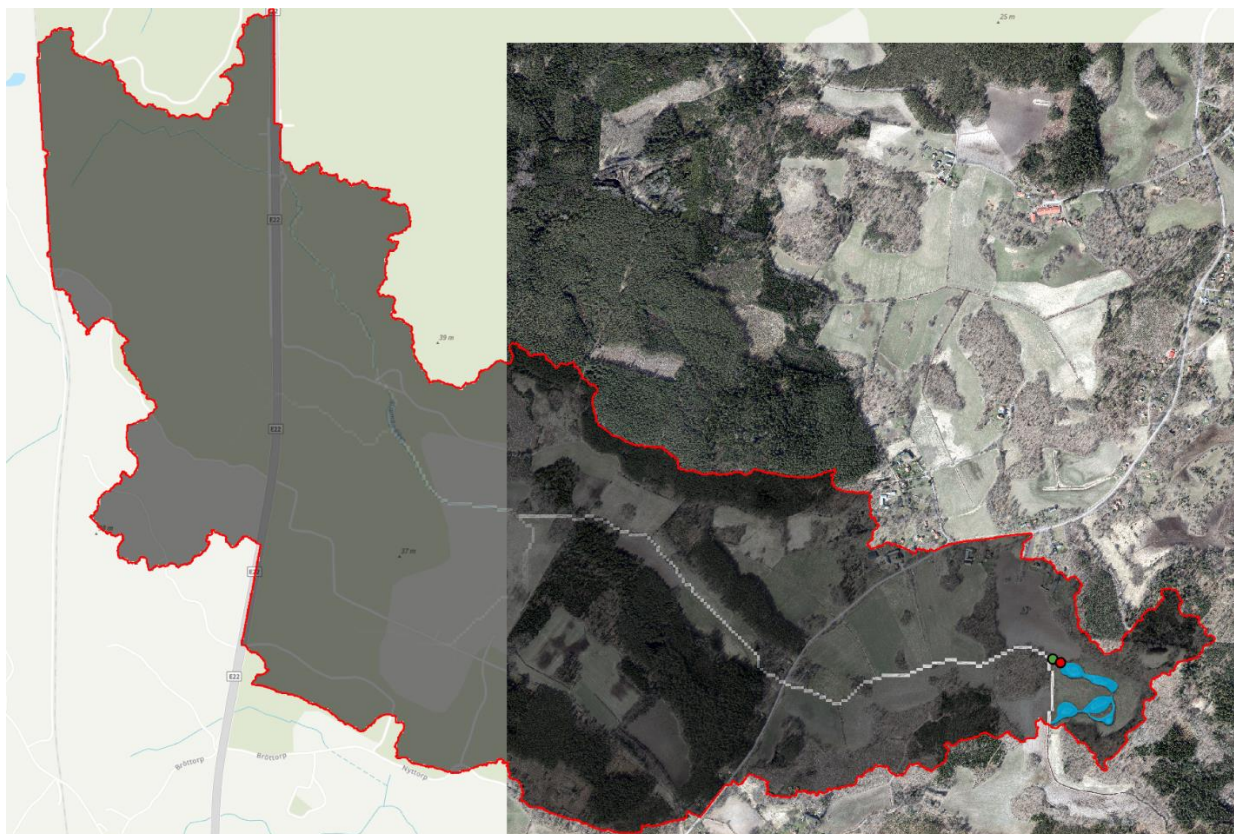
**Damm ID: E6**

● Inlopp  
● Utlopp

■ Vattenyta

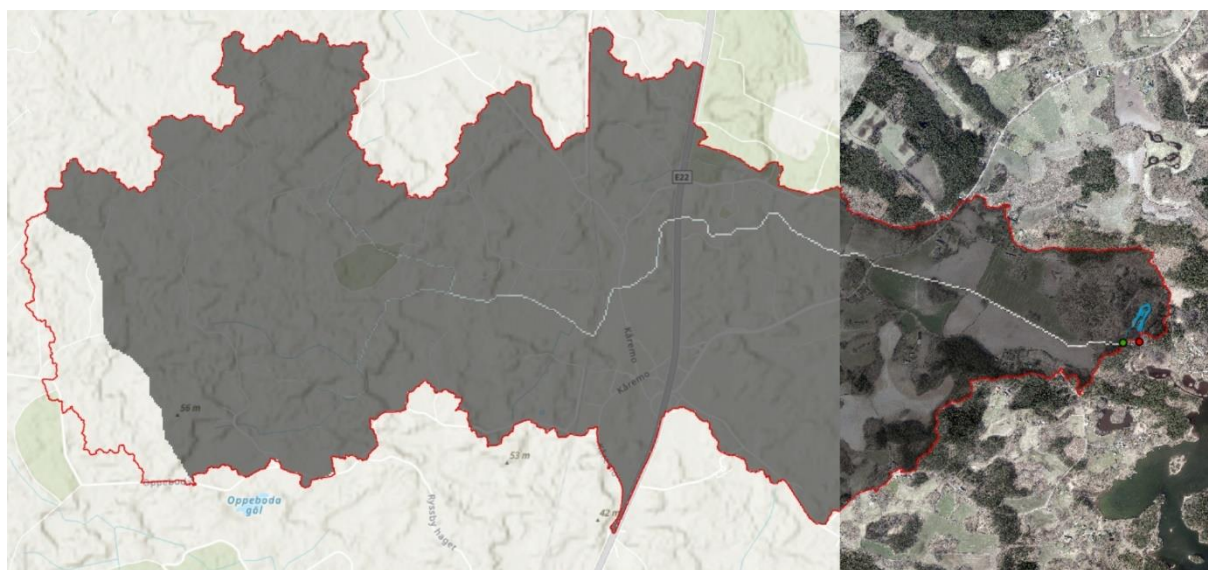
■ Fosforbelastning

□ Avrinningsområde



**Damm ID: H02**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde  
● Utlopp



**Damm ID: H03**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde  
● Utlopp



**Damm ID: H09**

● Inlopp    ■ Vattenyta    □ Avrinningsområde  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning



**Damm ID: H10**

● Inlopp    ■ Vattenyta    □ Avrinningsområde  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning



**Damm ID: H11**

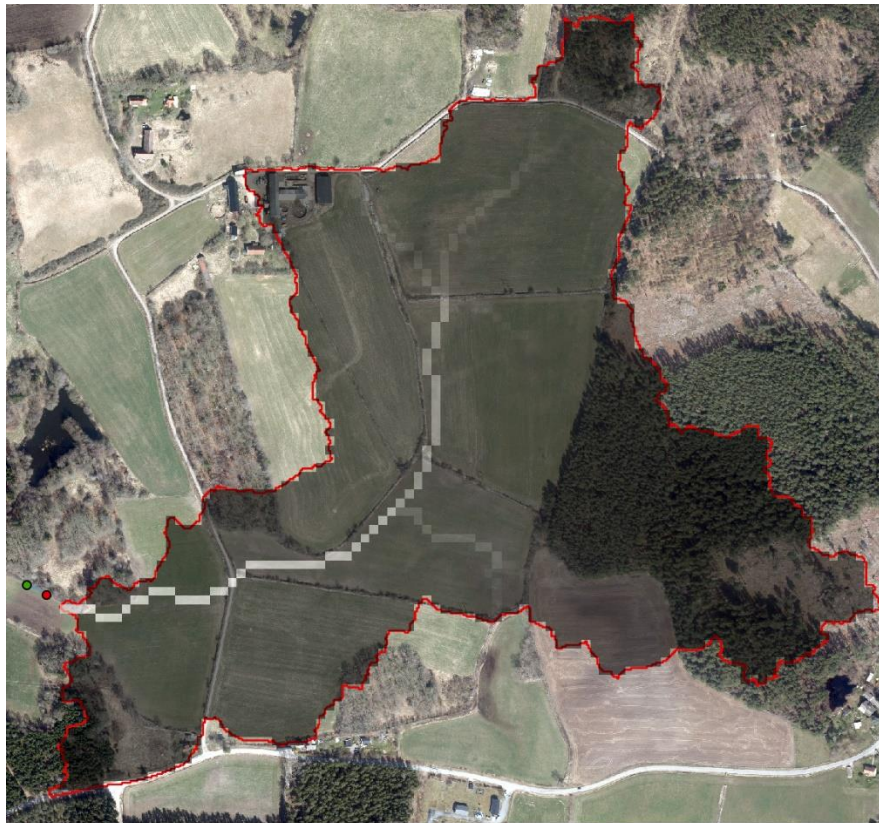
● Inlopp    ■ Vattenyta  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde



**Damm ID: H12**



● Inlopp    ■ Vattenyta  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde



**Damm ID: H14**

- |                                             |                                               |                                                      |                                                     |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <span style="color: green;">●</span> Inlopp | <span style="color: blue;">■</span> Vattenyta | <span style="color: grey;">■</span> Fosforbelastning | <span style="color: red;">□</span> Avrinningsområde |
| <span style="color: red;">●</span> Utlopp   |                                               |                                                      |                                                     |



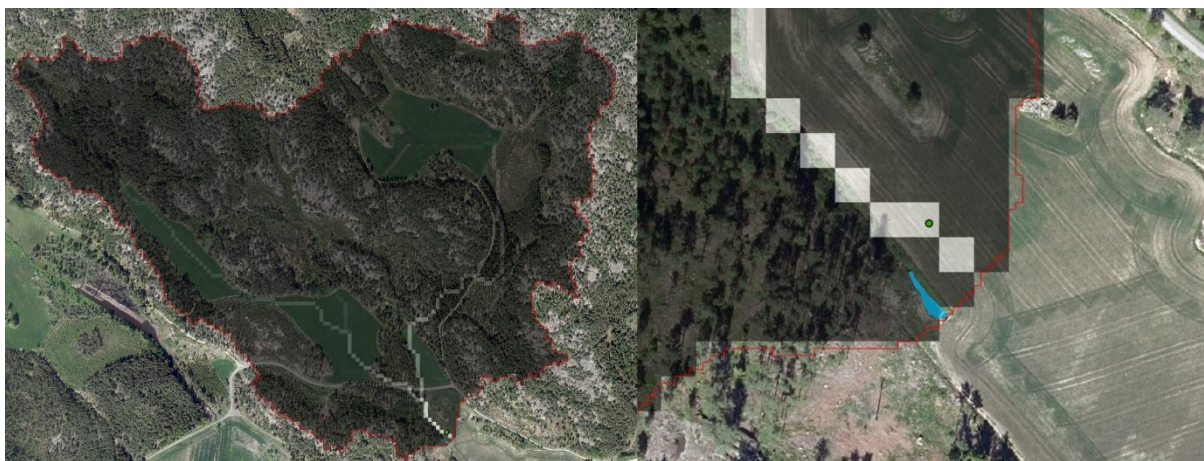
**Damm ID: H15**

● Inlopp    ■ Vattenyta    □ Avrinningsområde  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning



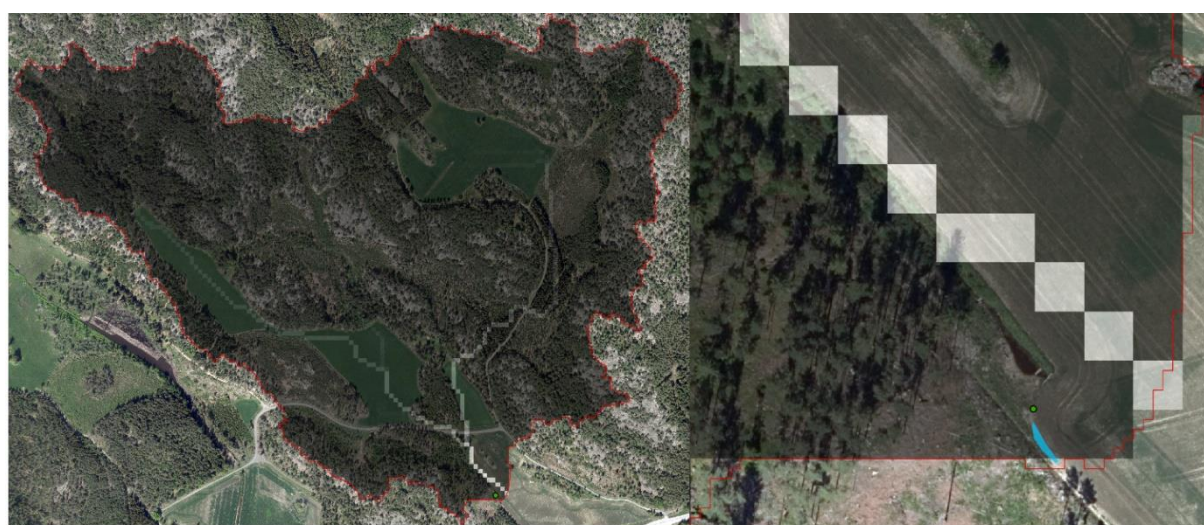
**Damm ID: H16**

● Inlopp    ■ Vattenyta    □ Avrinningsområde  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning



**Damm ID: H17**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde  
● Utlopp



**Damm ID: H18**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde  
● Utlopp



**Damm ID: H22**

● Inlopp    ■ Vattenyta  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde



**Damm ID: H23**

● Inlopp    ■ Vattenyta  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde



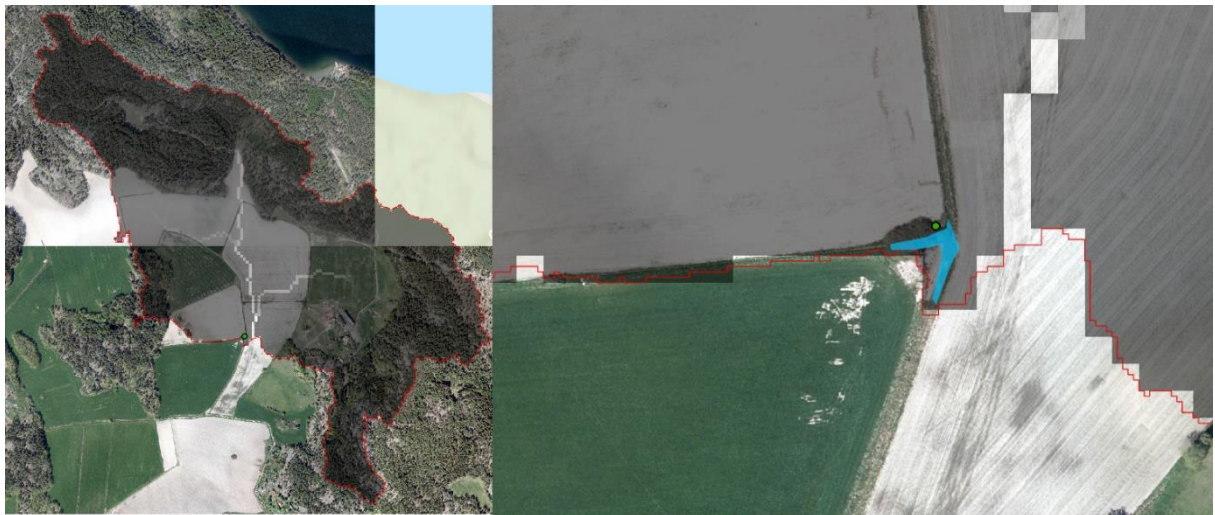
**Damm ID: H32**

● Inlopp    ■ Vattenyta  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde



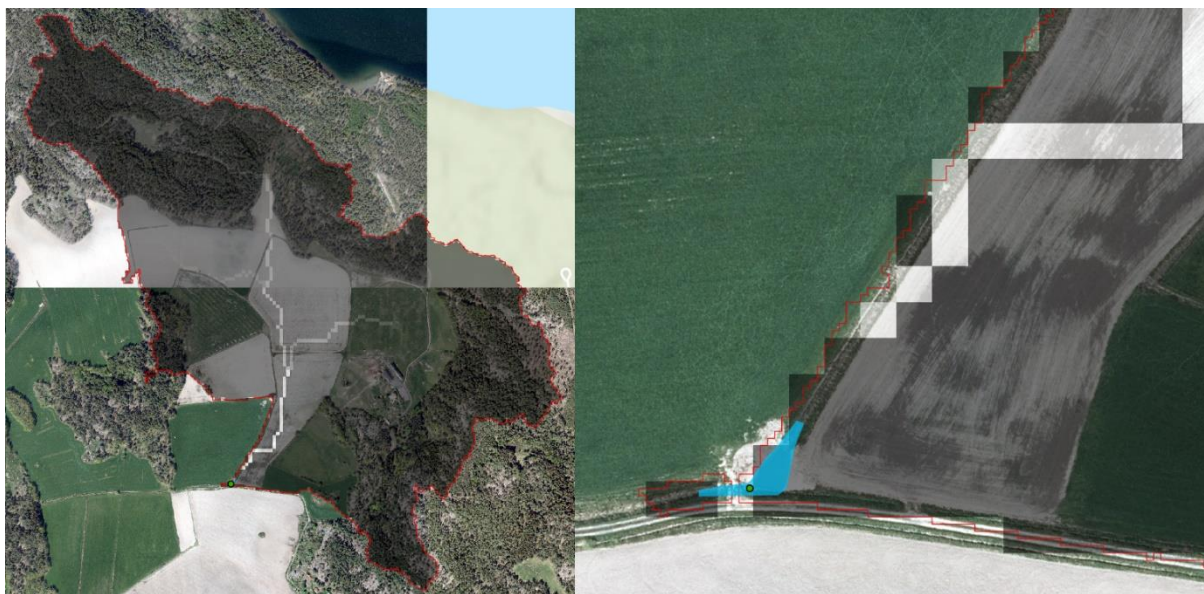
**Damm ID: H33**

● Inlopp    → Vattenyta     Avrinningsområde  
● Utlopp     Fosforbelastning



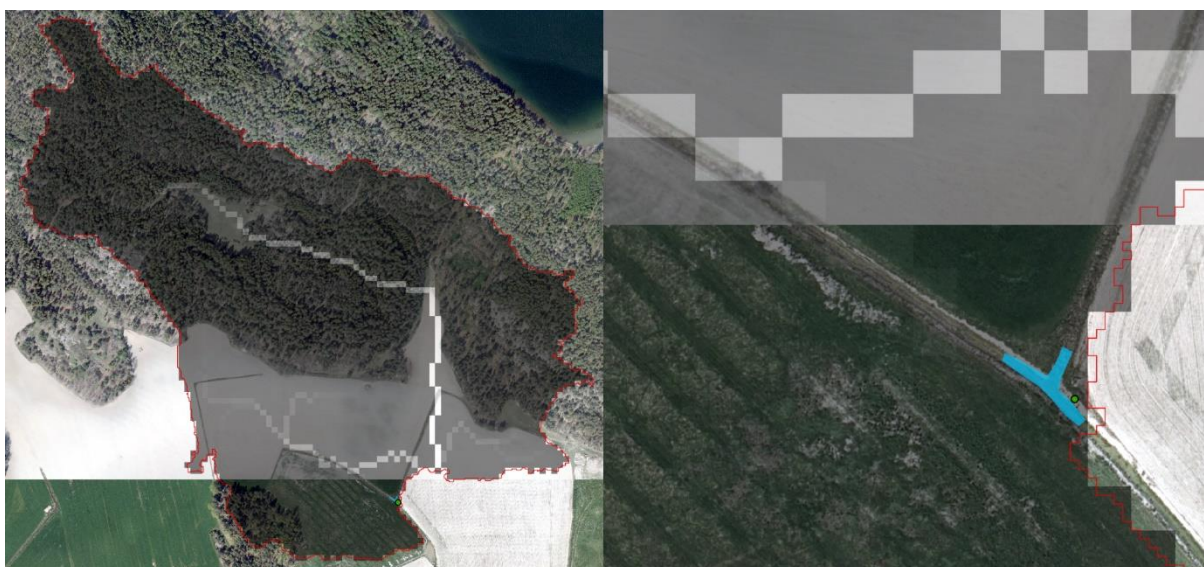
**Damm ID: H34**

● Inlopp    → Vattenyta     Avrinningsområde  
● Utlopp     Fosforbelastning



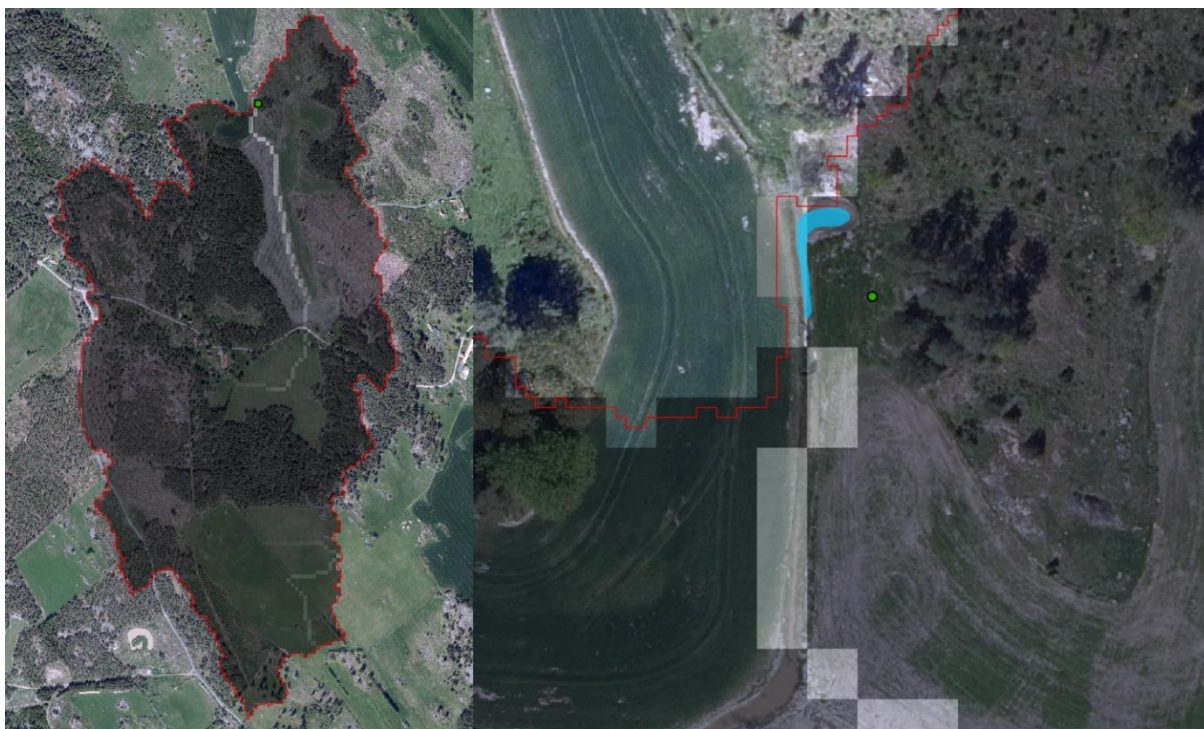
**Damm ID: H35**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde  
 ● Utlopp



**Damm ID: H37**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde  
 ● Utlopp



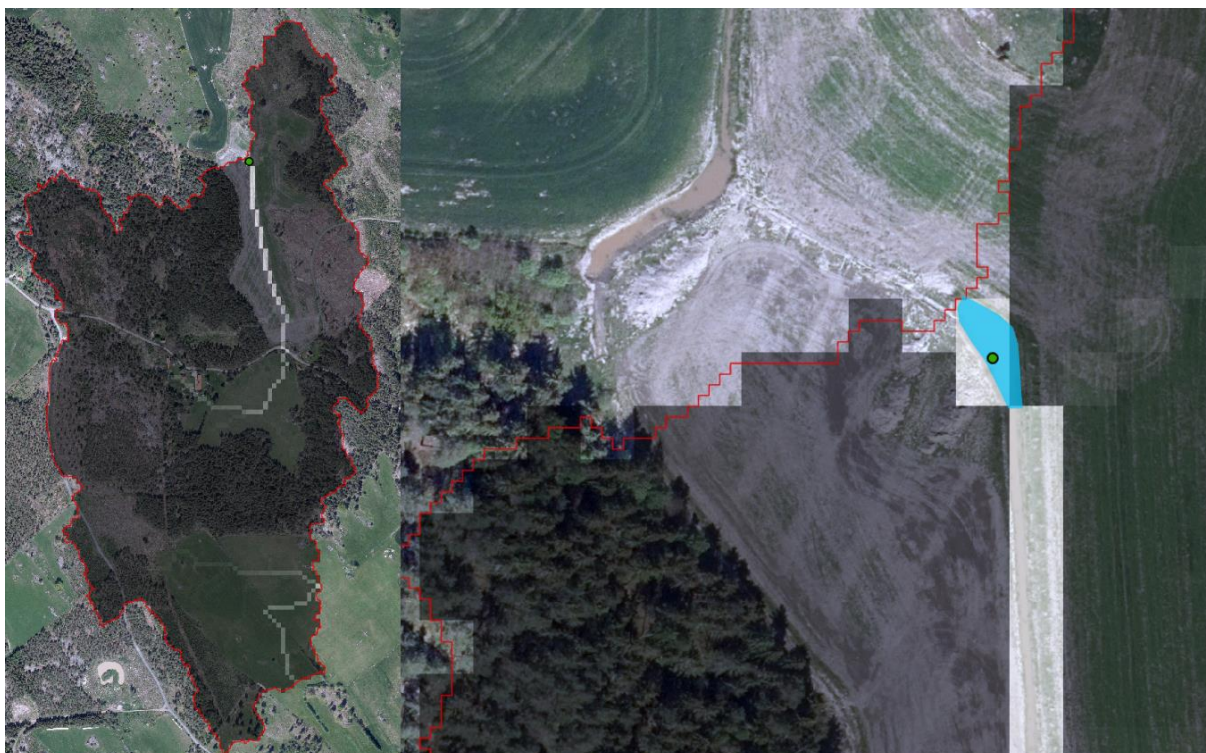
**Damm ID: H38**

● Inlopp    ■ Vattenyta  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde



**Damm ID: H39**

● Inlopp    ■ Vattenyta  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde



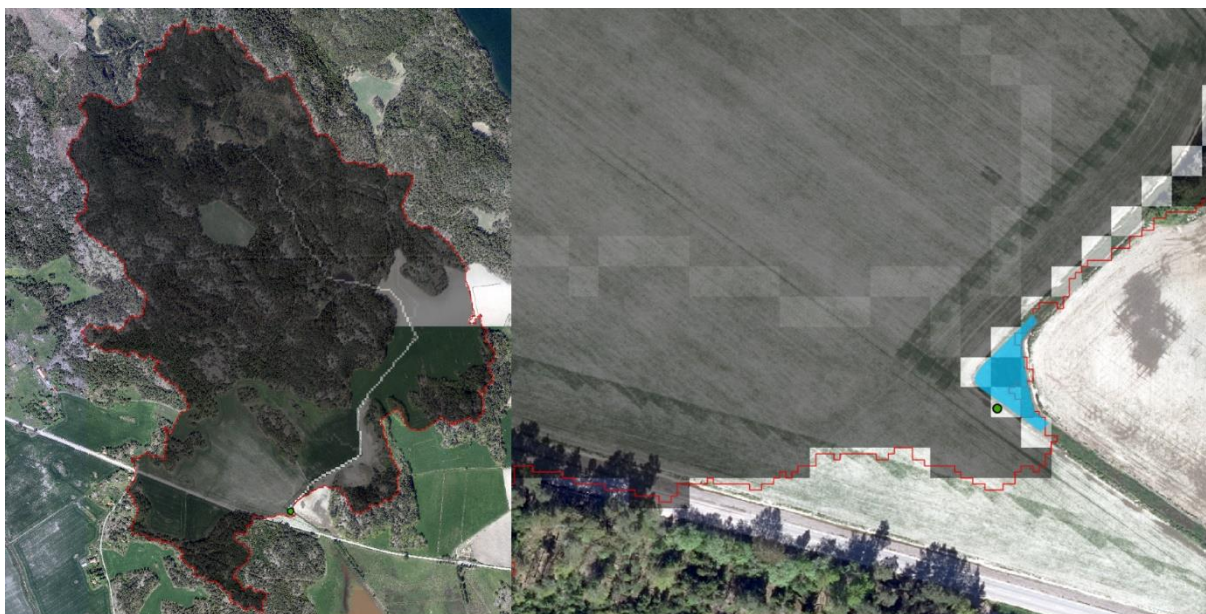
**Damm ID: H40**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Avrinningsområde  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning



**Damm ID: H41**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Avrinningsområde  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning



**Damm ID: H42**

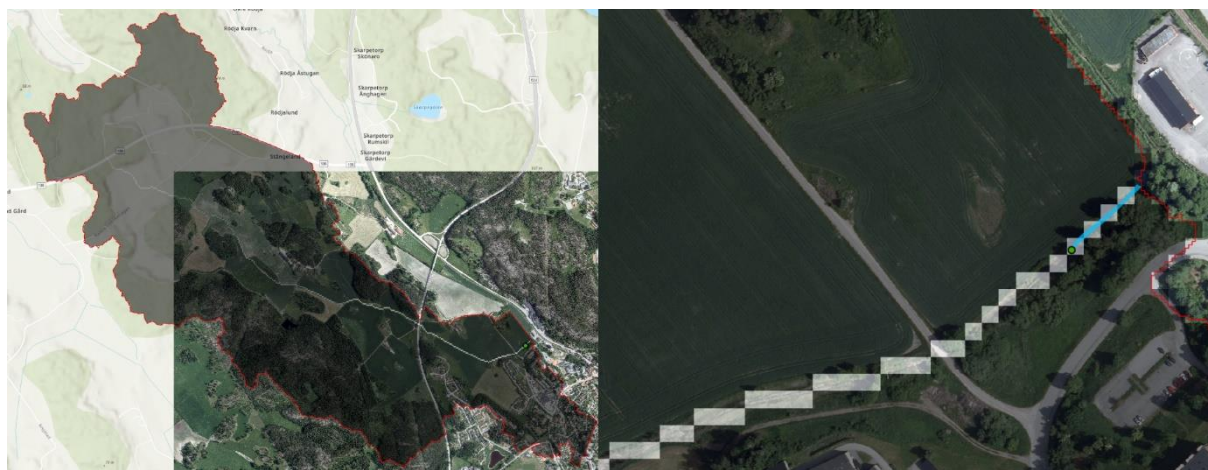


**Damm ID: H43**



**Damm ID: H44**

● Inlopp    ■ Vattenyta  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning    ■ Avrinningsområde



**Damm ID: H45**

● Inlopp    ■ Vattenyta  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning    ■ Avrinningsområde



**Damm ID: H46**

● Inlopp    ■ Vattenyta  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning    ■ Avrinningsområde



**Damm ID: M24**

● Inlopp  
● Utlopp

■ Vattenyta  
■ Fosforbelastning

□ Avrinningsområde



**Damm ID: O1**

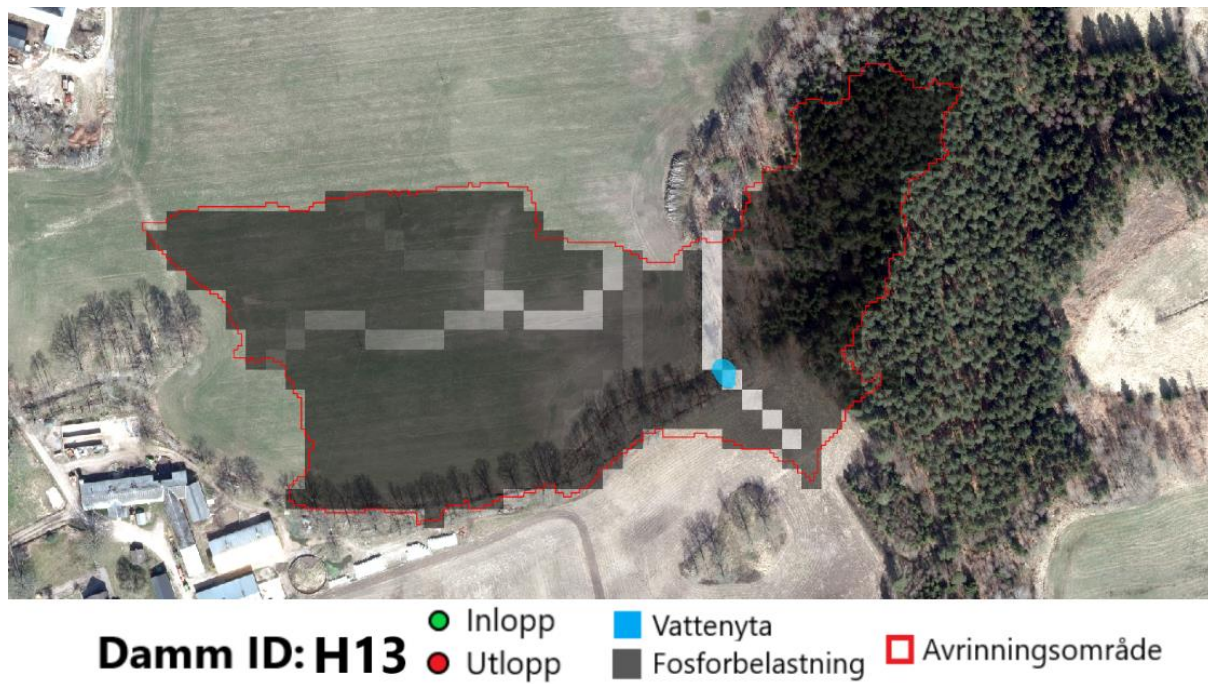
● Inlopp    — Vattenyta      Fosforbelastning      Avrinningsområde  
● Utlopp

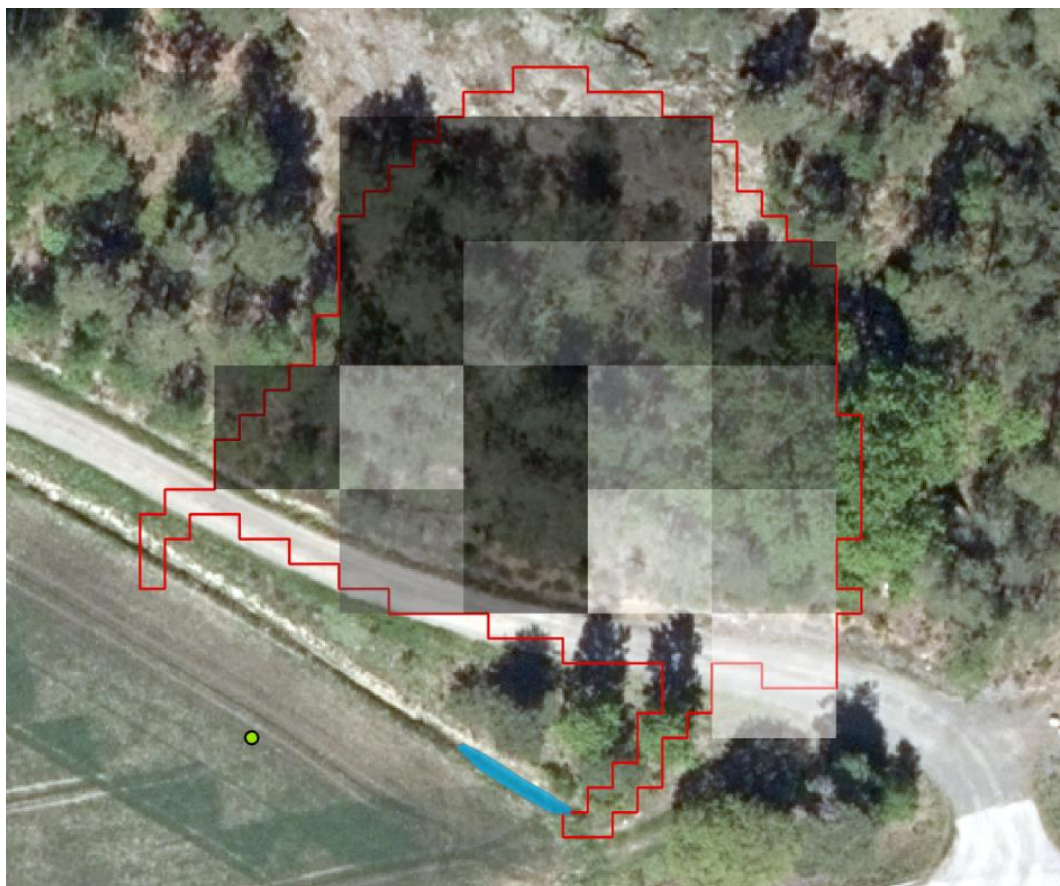


**Damm ID: W1**

● Inlopp    — Vattenyta      Fosforbelastning      Avrinningsområde  
● Utlopp

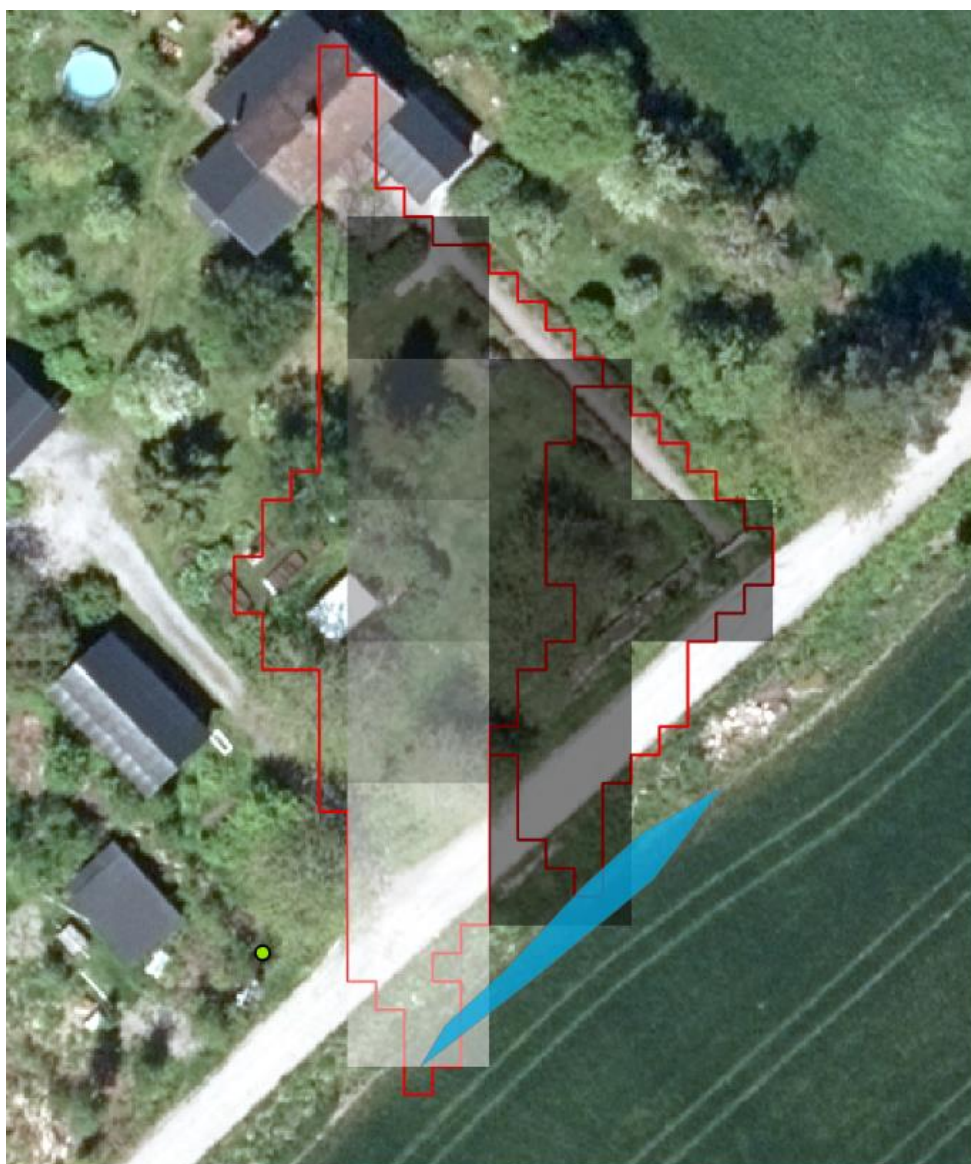
**Bilaga B: Flödesdämpande dammars avrinningsområde, vattenyta och punkter för inlopp och utlopp.**





**Damm ID:H19**

|                                             |                                               |                                                                 |                                                     |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <span style="color: green;">●</span> Inlopp | <span style="color: blue;">▬</span> Vattenyta | <span style="background-color: grey;">■</span> Fosforbelastning | <span style="color: red;">□</span> Avrinningsområde |
| <span style="color: red;">●</span> Utlopp   |                                               |                                                                 |                                                     |



**Damm ID: H20**

● Inlopp  
● Utlopp

■ Vattenyta  
■ Fosforbelastning

□ Avrinningsområde



**Damm ID: H21**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Avrinningsområde  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning



**Damm ID: H24**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Avrinningsområde  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning



**Damm ID: H25**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Avrinningsområde  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning



**Damm ID: H26**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Avrinningsområde  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning



**Damm ID: H27**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde  
● Utlopp



**Damm ID: H28**

● Inlopp    ■ Vattenyta    ■ Fosforbelastning    □ Avrinningsområde  
● Utlopp



**Damm ID: H29**

● Inlopp    ■ Vattenyta    □ Avrinningsområde  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning



**Damm ID: H30**

● Inlopp    ■ Vattenyta    □ Avrinningsområde  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning



**Damm ID: H31**

● Inlopp    ■ Vattenyta    □ Avrinningsområde  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning



**Damm ID: H36**

● Inlopp    ■ Vattenyta    □ Avrinningsområde  
● Utlopp    ■ Fosforbelastning