



INSTITUTIONEN FÖR  
GEOVETENSKAPER

# BERÄKNING AV AKVATISK HABITATAREAL I ETT VATTENDRAG

Exemplifierat genom Rolfsåns avrinningsområde



**Alva Enlund**

Uppsats för avläggande av naturvetenskaplig kandidatexamen med huvudområdet geografi  
2024, 180 hp  
Grundnivå

## Sammanfattning

Studien med beräkning av Rolfsåns akvatiska habitatareal beskriver, med hjälp av tillämpning av geografiska informationssystem (GIS) samt fältundersökning av flodfårans bredd, den rumsliga utbredningen samt förändringar av habitatarealen nedströms Rolfsåns avrinningsområde. Vidare undersöker studien vilka faktorer som påverkar sambandet mellan tillrinning och flodfårans bredd, detta görs genom hydrologisk modellering. Syftet med studien är även att undersöka med vilken säkerhet uppskattningen kan göras med fält och GIS-mätningar av vattendragets bredd och därmed habitatareal.

Studien visar att terrängen är mer kuperad i norra avrinningsområdet och flackare i söder. En flackare terräng bidrar till att habitatarealen ökar i södra avrinningsområdet. Brantare lutning i norr resulterar i att fler flodfåror bildas, där även flödes hastigheten generellt är starkare. Brantare lutning bidrar till större risk för att vegetation och organiskt material rasar ner i vattendraget. Detta är en bidragande faktor till att flodbankar bildas som bromsar flödes hastigheten. Marktäcket består huvudsakligen av öppen mark följt av barrskog. Hög vegetation kan minska risken för ras av organiskt material men även sänka vattnets temperatur när grenverk skuggar vattnet. Jorden i studieområdet, som främst består av postglacial lera, leder till långsam vatteninfiltration och påverkar främst tillrinningen i norra avrinningsområdet. Vidare tenderar vårsäsongen vara den period under året då flödesaktiviteten och vattennivåerna är som högst. Studien visar även att uppskattningen av fårans bredd i GIS och i fält har en relativt stor överensstämmelse men avvikelser hittas där mätningar i fält tenderar att vara kortare än i GIS.

**Nyckelord:** Akvatisk habitatareal, Flodbredd, Hydrologisk modellering, GIS, Rolfsån

## **Abstract**

The study of calculating Rolfsån's aquatic habitat area describes, with the help of the application of geographic information systems (GIS) and field research of the river width, a spatial distribution and fluctuation of the habitat area downstream of Rolfsån's catchment area. Furthermore, the study also examines factors that affect the relation between inflow and the width of the river channel, made by using hydrologic modelling. The purpose of the study was also to investigate to what certainty the estimate can be made by field and GIS measures of the watercourse thus the habitat area.

The study shows that the terrain is more mountainous in the northern catchment area and flattens out in the south. Flatter terrain contributes to the increasing habitat area in the southern catchment area. Steeper slopes in the north area contribute to the formation of more river channels, where the flow rate generally is stronger. Steeper slope also contributes to a greater risk of vegetation and organic matter collapsing into the watercourse. This is a contributing factor to the formation of riverbanks that slows down the flow rate. The land cover mainly consists of open land followed by coniferous forest. High vegetation can reduce the risk of material falling into the stream, but also lower the temperature of the water if branches shade the water. The soils in the study area, which mainly consists of postglacial clay, lead to water slowly infiltrating and primarily affect water runoff in the northern catchment area. The spring season tends to be the part of the year with high flow activity and higher water levels. The study also shows that the estimation of the width of the river channel in GIS and in the field has a relatively large agreement, but deviations are found where measurements in the field study data tend to be shorter compared to the GIS data.

**Keywords:** Aquatic habitat area, GIS, Hydrological modelling, Rolfsån, River width

## **Förord**

Studien av Rolfsåns habitatareal är mitt examensarbete i kandidatprogrammet för Geografi, vid Göteborgs Universitet. Under arbetets gång har jag fått hjälp av flera personer, något som jag uppskattar väldigt mycket och vill tacka för.

Särskilt tack till:

Johan Kling, avdelningschef på avdelningen på vattenresursförvaltning på Havs- och vattenmyndigheten, kunnig och engagerad handledare som stöttat och haft flera tips under arbetets gång.

Jag vill även tacka professor Sofia Thorsson, och universitetslektor Jonas Lindberg, kursansvariga som givit insiktsfulla råd i skrivprocessen.

Min förhoppning är att denna studie kan bidra till en ökad förståelse om akvatiska habitatareal i Sverige.

## Innehållsförteckning:

Sammanfattning .....	2
Abstract .....	3
Förord.....	4
1. Introduktion.....	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Syfte och frågeställningar .....	6
2. Kunskapsöversikt .....	8
2.1 Karakterisering av avrinningsområde .....	8
2.2 Påverkande faktorer för tillrinning av flodfåra .....	8
2.3 Påverkande faktorer till flodfårans bredd.....	9
2.4 Relaterade direktiv och lagstiftning till beräkning av vattendrag .....	9
2.4.1 Art- och habitatdirektivet .....	9
2.4.2 Natura 2000.....	9
2.4.3 Sveriges förhållning till Art- och habitatdirektivet samt Natura 2000.....	10
2.4.4 Sveriges referensarealer .....	10
2.5 Metodval vid hydrologisk modellering.....	11
2.5.1 Novel decile thresholding method .....	11
2.5.2 Fjärranalysmetod.....	11
3. Studieområde.....	12
4. Data och metod .....	16
4.1 Data .....	16
4.2 QGIS .....	18
4.3 Fältmätningar av flodfårans bredd .....	19
4.4 SAGA GIS .....	20
4.5 Statistisk analys.....	22
5. Resultat.....	22
5.1 Förändringar i habitatarealen nedströms.....	22
5.2 Faktorer med störst påverkan mellan tillrinning och vattendragsfårans bredd.....	28
5.3 Säkerheten med uppskattningens bredd utifrån analyser i GIS .....	33
6. Diskussion.....	36
6.1 Resultatdiskussion.....	36
6.2 Metoddiskussion .....	37
7. Slutsatser .....	39
Referenser .....	40
Bilagor.....	44

# **1. Introduktion**

## **1.1 Bakgrund**

Vattendrag utgör kritiska ekosystem som ger livsviktiga resurser och habitat för en mångfald av arter (Degerman & Näslund, 2021; Wikström & Bergqvist, 2023). För bevarande samt förvaltande av vattendrag är det avgörande att tillgodose en grundläggande förståelse av habitatets diversitet samt omfattning (Degerman & Näslund, 2021; Fiskeriverket & Naturvårdsverket, 2008). För att bedöma vattendragens habitat behöver dess akvatiska habitat kartläggas (Naturvårdsverket, 2010).

En vanlig metod i kartläggningen av akvatiska habitat är användningen av fältstudier och geografiska informationssystem (GIS) samt fjärranalys (Dakin Kuiper et al., 2023). Metodvalen möjliggör för att tillämpa studien till mer omfattande för att förstå processer i akvatiska habitat.

Förståelsen av akvatiska habitat och vattendrag bidrar till en mer tillämpad strategi för förvaltningen av vattendrag (Naturvårdsverket, 2018). Att skydda värdefulla arter kan bidra till många olika faktorer, exempelvis ekosystemtjänster och nationella miljökvalitetsmål (Regeringen, 2014). Genom att förstå den rumsliga utbredningen och egenskaper i det akvatiska habitatet kan bland annat konservatorer, myndigheter och politiker vidare förstå och fatta beslut gällande planering, restaurering och motståndskraftig utveckling med mera (Kraufvelin, Bryhn & Olsson, 2021; Regeringen, 2014).

Denna studie beräknar avrinningsområdet tillhörande Rolfsåns akvatiska habitatareal. Det akvatiska habitatet kartläggs genom tillämpning av fältstudier och GIS. Detta görs för att förstå hur vattnet färdas genom avrinningsområdet och vidare beräkna den akvatiska habitatarealen och vidare kunna möta olika direktiv och lagstiftningar gällande avrinningsområdet.

## **1.2 Syfte och frågeställningar**

Syftet med uppsatsen är att möta Europeiska Unionen (EU) direktiv om bevaring av biologisk mångfald (CBD). Detta utförs genom att beräkna hur habitatarealen förändras nedströms i Rolfsån, samt identifiera de faktorer som har störst påverkan på sambandet mellan tillrinning

och vattendragsfåran bredd. Vidare syftar studien till att utvärdera möjligheterna och begränsningarna att med GIS-analyser uppskatta vattendragets bredd och därigenom habitatarealen. Studiens syfte genomförs med hjälp av följande frågeställningar:

1. Hur förändras habitatarealen nedströms i Rolfsåns avrinningsområde?
2. Vilka faktorer har störst påverkan på sambandet mellan tillrinning och vattendragsfårans bredd?
3. Med vilken säkerhet kan man uppskatta vattendragets bredd, och därmed habitatareal, utifrån GIS-analyser?

## **2. Kunskapsöversikt**

### ***2.1 Karaktärisering av avrinningsområde***

Ett naturligt avrinningsområde kan delas upp i tre huvudzoner; en övre erosionszon för sedimentproduktion, en mellanzon för sedimenttransport med erosion och deponering samt en lägre zon med sedimentavlagring (U.S. Army Corps of Engineers, 1994). Profilen av ett strömsystem tenderar att plana ut över tid genom nedbrytning i den övre zonen. Sediment transporteras vidare nedströms och samlas i den lägre zonen. Det finns flera typer av kanaler och floder som har speciella karaktäristiska stabilitetsproblem. Detta kan orsaka kraftiga strömmar (eng. *mountain torrent*), alluvialkon, sammanflätade floder och delta (U.S. Army Corps of Engineers, 1994).

En av de vanligaste formerna av flodinventering inkluderar studien av karaktäristiska förändringar i floder nedströms (Burn, 2015). En metod att ta fram karaktäristiska förändringar görs genom Bradshaw's model, enligt Burn (2015). Modellen förutser hur en typisk flod, rinnande från källa till mynning, tros följa en uppsättning av förändringar efter olika parametrar; bredd, djup, tvärsnittsarea, flödes hastighet och lutning, samt hur dessa förändras längs med flodens avrinning. Författaren lägger fram hypotesen att floden är bredare, djupare och ökar i flödes hastigheten nedströms och vidare verifierar att modellen stämmer för studieområdet Tillingbourne, i England.

### ***2.2 Påverkande faktorer för tillrinning av flodfåra***

Marken i direkt anslutning till vattendragsfåran påverkar processerna i vattendraget (Skogsstyrelsen, 2014). Dels är marken i närheten en källa för organiskt material. Består marken av högre vegetation kan även klimatologiska effekter påverka vattendraget (Naturskyddsföreningen, 2021; Statens Geotekniska Institut [SGI], 2016). Vegetation kan beskugga floden samt sänka dess temperatur och därmed påverka sedimentprocesser och isbildning. Vidare kan även sluttande mark i närområdet till flodfåran tillföra organiskt material och sediment. Trädbevuxna närområden kan öka infiltrationen vilket minskar risken för ytavrinning i närområdet. I Havs- och vattenmyndighetens författarsamling (HVMFS 2013:19) (2013) definieras närliggande markområde som direkt anslutet upp till 30 meter från

vattendragsfårans kant. Närområdets gränser är antingen del av dalgångens kanter eller svämplanet.

### ***2.3 Påverkande faktorer till flodfårans bredd***

I en studie från 2020 gjordes en undersökning om vad som påverkar flodens bredd (Dunne & Jerolmack). Det finns idag inte ett koncist svar på vilka faktorer som påverkar flodfårors bredd, däremot visar Dunne och Jerolmack (2020) att flodens form förändras för att anpassas till det tröskelvärde som ett flodbreddsmaterial behöver för att vatten ska tas in i materialets porer eller sprickor. Detta tröskelvärde benämns på engelska för “fluid entrainment stress”. Med andra ord, när flodens ström möter olika typer av material längs dess avrinningsområde anpassas dess form så att vatten kan tränga in i dess material utefter vätskeindragningen.

### ***2.4 Relaterade direktiv och lagstiftning till beräkning av vattendrag***

#### **2.4.1 Art- och habitatdirektivet**

Samtliga medlemsländer inom EU har antagit flertalet direktiv om att motverka förlust av biologisk mångfald, däribland art- och habitatdirektivet (Naturvårdsverket, 2020). Enligt artikel 2.1 i EU:s Art- och habitatdirektiv (Direktiv 92/43/EEG) ska livsmiljöer samt vilda växter och djur med bevarandestatus bevaras inom medlemsstaternas europeiska territorium (Europeiska unionen, 1992). Arter med bevarandestatus innebär “*summan av de faktorer som påverkar den berörda arten och som på lång sikt kan påverka den naturliga utbredningen och mängden hos dess populationer*” (Havs- och vattenmyndigheten, 2015). Vidare behöver åtgärder ses över gällande hotade livsmiljöer och arter som utgör en del av direktivets naturliga arv.

I Sverige omfattades totalt 166 arter samt 89 livsmiljöer mellan perioden 2013 till 2018 av EU:s bevarandestatus (Naturvårdsverket, 2020). Av de 166 arterna ansågs drygt 40 procent som gynnsam bevarandestatus medan 20 procent av livsmiljöerna tillgavs gynnsam bevarandestatus. Detta innebär att 60 procent av arterna, samt 80 procent av livsmiljöerna, inte ansågs ge tillräckligt god eller hållbar bevarandestatus inom direktivet.

### **2.4.2 Natura 2000**

EU ansvarar för samtliga av Europas Natura 2000-områden, vilket är beteckningen för ett sammanhängande ekologiskt nät av värdefulla naturområden av skydds- och bevarandeområden (Berggren, 2004). Genom förvaltandet av Natura 2000-områden strävar EU att återställa och bevara befintliga naturområden och ekosystem. Med tanke på EU:s utbredningsområde, från norr om Polcirkeln till Medelhavet i söder, innefattas tusentals naturliga livsmiljöer i det ekologiska nätverket varav omkring 4000 områden hittas i Sverige (Sveriges riksdag, 2023). Nätverket av områden inom Europa utgör en betydande del i EU:s miljöpolitik och är en bidragande faktor till upprätthållen biologisk mångfald (Berggren, 2004).

### **2.4.3 Sveriges förhållning till Art- och habitatdirektivet samt Natura 2000**

Sveriges förhållning till EU:s art- och habitatdirektiv samt Natura 2000 är en bidragande faktor till landets engagemang för bevarandet och beskyddandet av de naturliga livsmiljöerna och den biologiska mångfalden (Naturvårdsverket, 2020; Naturvårdsverket, 2023). Sverige har åtagit att följa EU:s miljölagstiftning inom ramen för Art- och habitatdirektivet (Motion 2022/23:2194). Motionen innebär att EU ska anta två lagförslag som kan ge en stor och direkt negativ påverkan på Sveriges skogs- och jordbruk fram till årsslutet 2024. Motionen görs bland annat i syfte att återställa naturtyper i mycket dåligt skick men innebär även risker då jordbruksverket beräknat att Sverige behöver återställa eller återskapa omkring en miljon hektar naturbetesmarker (Jordbruksverket, 2022).

För att Sverige ska nå EU:s målen för konventionen om biologisk mångfald (CBD), har Sverige utsett särskilda områden med bevarandestatus, det vill säga Natura 2000-områden (Riksdagen, 2023). Hur de utvalda Natura 2000-områdena i Sverige ska bevaras och skyddas styr landets länsstyrelser med godkännande från Naturvårdsverket. För varje Natura 2000-område i Sverige finns förvaltningsplaner där åtgärder för upprätthållande av naturvärden redovisas (Riksdagen, 1998).

#### **2.4.4 Sveriges referensarealer**

Sveriges regering rapporterar referensarealer av olika habitattyper till europeiska kommissionen, det vill säga specifika områden som används till jämförelsepunkter för att bedöma förändringar i miljö och ekosystemens tillstånd över tid (Naturvårdsverket, 2024a). Referensarealerna används till att ta fram tillstånd när art eller naturtyp har tillräckligt stor population eller ytstorlek och utbredningsområde för att dess långsiktiga överlevnad är säkrad (Naturvårdsverket, 2024b). Rapporteringen har stor osäkerhet i Sverige eftersom det saknas grundläggande skikt för arealen utifrån vattendragens längd och bredd. En uppskattning av Sveriges nuvarande habitatareal ligger stor vikt till att säkerställa en korrekt bedömning av miljöförändringar och ekosystemens tillstånd för vidare kunna utforma bevarande- och förvaltningsstrategier (Naturvårdsverket, 2024a).

### ***2.5 Metodval vid hydrologisk modellering***

#### **2.5.1 Novel decile thresholding method**

Tidigare forskning har bland annat undersökt flodfårors avrinningsförmåga genom att använda mått på flodens bredd med hjälp av flera satellitbilder (Mengen et al., 2020). Författarna till studien visar att antalet mätstationer i världen har minskat. Användningen av satellitdata kan därför vara avgörande för hydrologisk forskning och flodövervakning. Inom studien användes den statistiska metoden “novel decile thresholding method” som segmenterar data baserat på tröskelvärden. Metoden delar upp ett set av data i 10 lika stora delar för att vidare kategorisera upp datavärdena i storleksordning. Resultatet visar på att metoden är en signifikant förbättring i jämförelse till at-many-stations hydraulic geometry (AMHG) -metoden, vilken samlar in data från flertalet punkter längs vattendrag för att ta fram modeller och kurvor beskrivande relationerna mellan geometriska egenskaper.

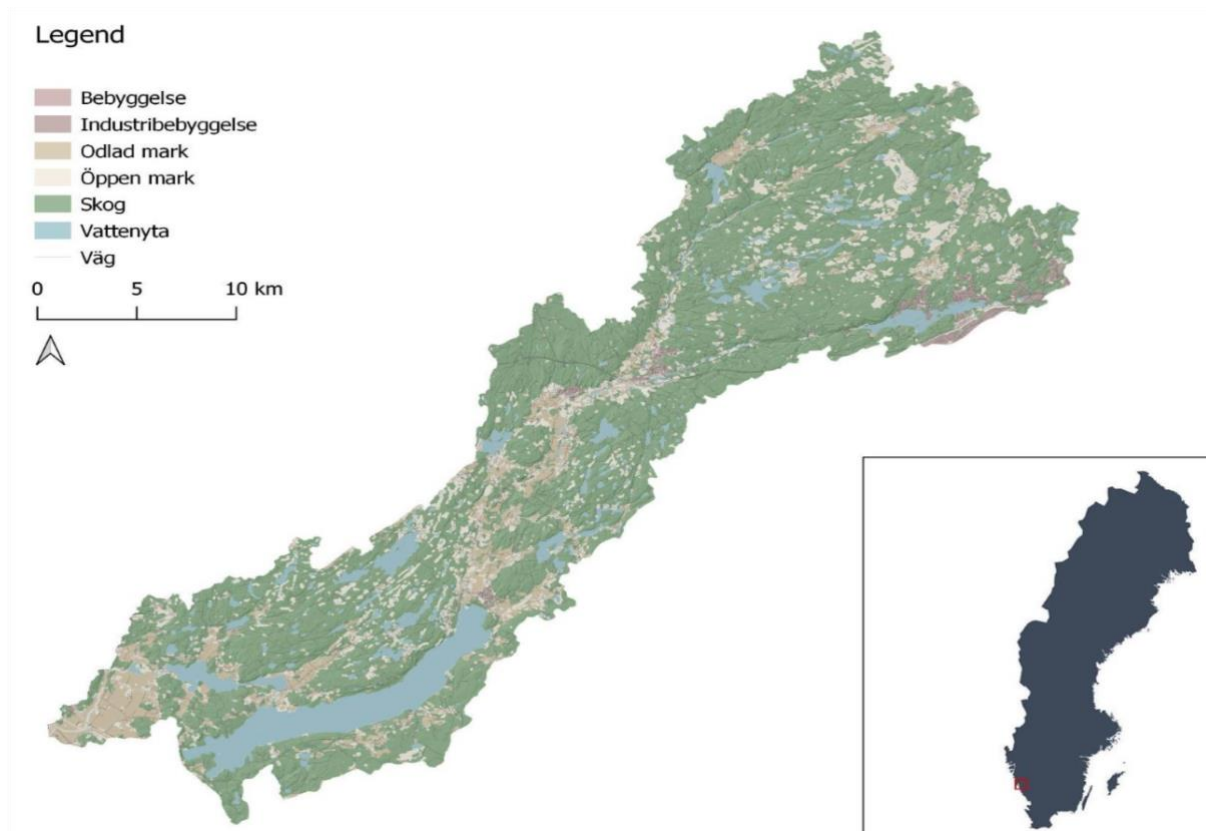
#### **2.5.2 Fjärranalysmetod**

I en studie undersöktes bredden i Middle Green River i Utah, USA genom högupplöst digital höjdmmodell (DEM) framtaget från Light Detection and Ranging (LiDAR) och Sentinel-2 satellitbilder (Hamada, Walston & Hayse, 2022). Resultatet i studien visar på stark korrelation

mellan satellitbilder (Sentinel-2) och LiDAR-baserade metoder. I genomsnitt var LiDAR-baserade uppskattningar av flodbredden 5 procent bredare än satellitbilderna. Författarna tar fram slutsatsen att metoden är ett kostnadseffektivt sätt att bland annat kontrollera avsmalning av kanalen. Författarna bedömer däremot att precisionen begränsas av upptäckbara förändringar i kanalens bredd vid användning av satellitbilder, detta beror på satellitbildens upplösning.

### 3. Studieområde

Studieområdet fokuserar på Rolfsån (57°29'N 12°07'E) men inkluderar hela avrinningsområdet - från Hedared, norr om Borås, till Rolfsåns mynning, söder om Kungsbacka (se Figur 1).



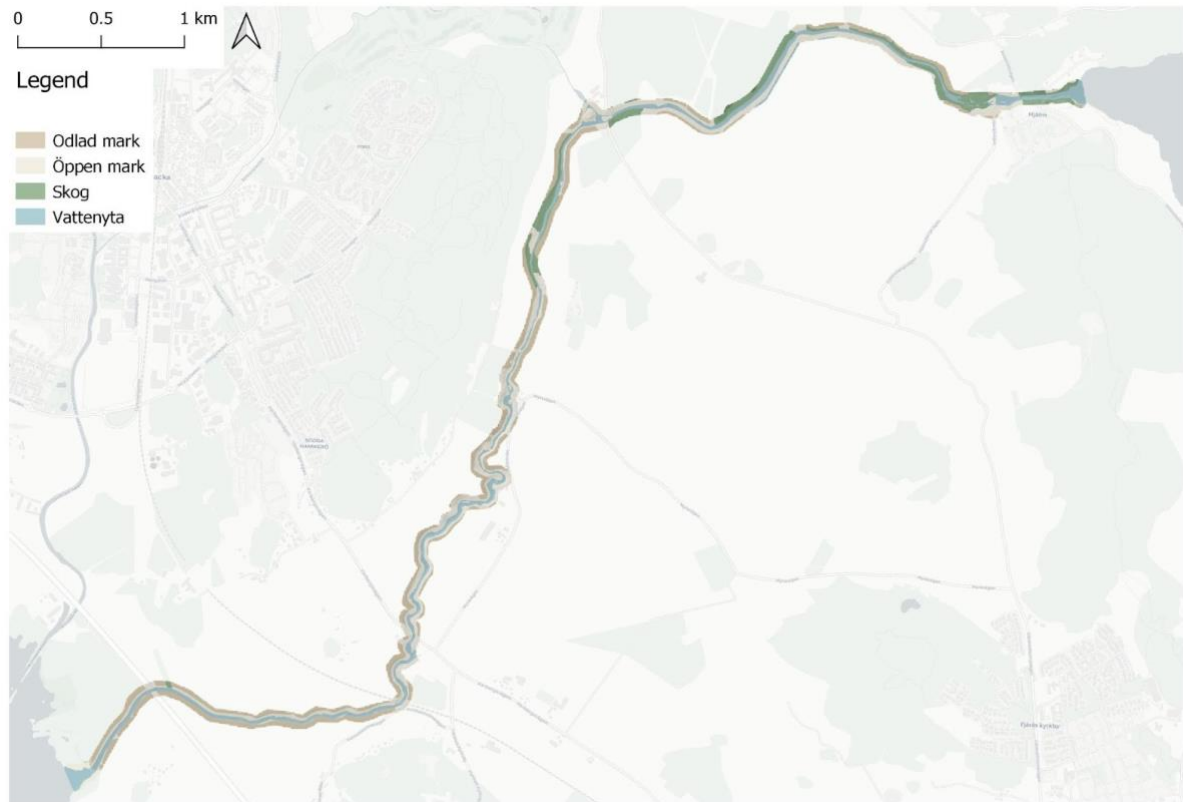
**Figur 1.** Avgränsningskarta över avrinningsområdet från Hedared i norr till mynningen av Kungsbackafjorden i söder.

**Figure 1.** Map of the study area with the watershed area from Hedared in the north, to the mouth of Kungsbackafjorden in the south.

Avrinningsområdet är totalt 686km<sup>2</sup> och består i norr av två större biflöden; Sörån och Nolån. Med biflöden menas vattendrag som inte når hav eller sjö (Consoli, 2022). De två biflödena förgrenas i Storån som vidare mynnar ut i Lygnern. Sjön Lygnern sammanbinds med Stensjön, som vidare är källa till Rolfsån. Rolfsån är knappt en mil lång, från Stensjöns mynning till Kungsbackafjorden (Länsstyrelsen i Hallands län, 2022).

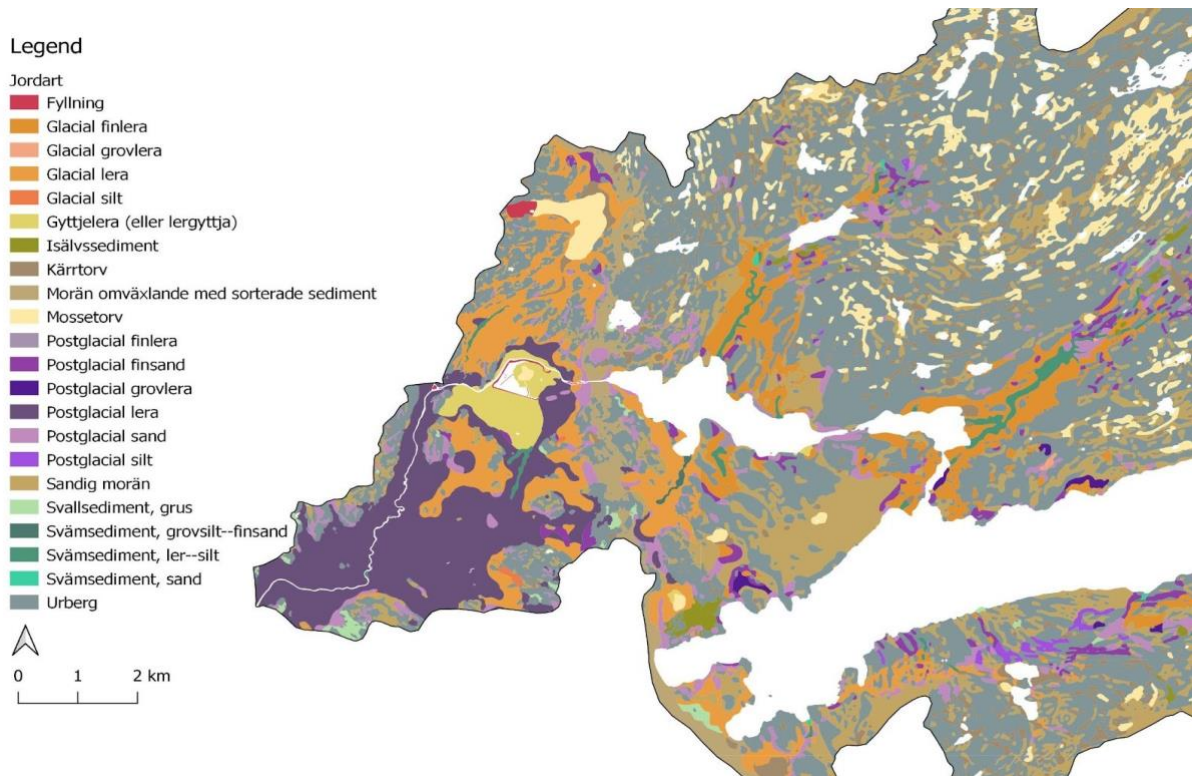
Befintlig mark 30 meter från avrinningsområdets flodkanter inkluderas i studieområdet (se Figur 2). Markerna kring studieområdet består av flacka odlingslandskap och mindre

samhällen, även skogspartier hittas i markerna kring ån (Länsstyrelsen i Hallands län, 2022). Jordarterna består till större delar av postglacial lera, svämsediment och morän (se Figur 3).



**Figur 2.** Rolfsån samt 30 meter från flodfårans kanter.

**Figure 2.** Rolfsån and 30 meters from the edges of the river.



**Figur 3.** Jordarter i södra delen av avrinningsområdet, där även Rolfån visas.

**Figure 3.** Soil types in the southern part of the catchment area, where Rolfån is shown.

Avrinningsområdet har betydande roll för hydrologiskt levande arter (Lindhagen, 2005).

Artrikedomen av djurarter i Rolfån består bland annat av havsöring (*Salmo trutta trutta*), lax (*Salmo salar*) och ål (*Anguilla anguilla*) (Länsstyrelsen i Hallands län, 2022; Lindhagen, 2005).

Flodfåran ingår i Natura 2000, där fauna såsom lax och flodpärlmussla (*Margaritifera Margaritifera*) klassas som arter tillhörande Natura 2000s habitatrestaurering. Tidigare studier visar att de byggda vattenkraftverken och dammar stängde av fiskens vandringsvägar till reproduktion (Lindhagen, 2005; Länsstyrelsen i Hallands Län, 2022). Länsstyrelsen Hallands i Län (2022) belyser att vattenkraftverk påverkar djurlivet i avrinningsområdet. Reglering av vattennivån kan leda till lägre vattenflöde som bidrar med förhöjd vattentemperatur. Detta kan resultera i försämrad överlevnad av lax, flodpärlmussla, havsnejonöga (*Petromyzon marinus*) och bottenfauna. Lägre vattenflöde kan bidra till förhöjd vattentemperatur och en minskad areal uppväxtmiljö. Vidare har avrinningsområdet renats på sten för att gynna vattenlevande arter.

Enligt Köppen och Geigers klimattyper klassas studieområdets klimat som tempererat med varma somrar och relativt milda vintrar (Beck et al., 2018). Studieområdet har en medeltemperatur på 7 grader Celsius (Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut [SMHI], u.å.). Medelnederbörden är som minst under mars månad på 40 millimeter.

## 4. Data och metod

Nedan beskrivs den data och metod som användes för att beräkna den akvatiska habitatarealen av Rolfsån. En stor del av studien genomförs genom analyser i GIS- programmen QGIS och SAGA. För att genomföra en hydrologisk analys togs även mått av flodfårans bredd i fält. Vidare användes statistiska programmet Excel för att sammanställa den geografiska informationen som öppnade upp för att svara på studiens frågeställningar.

### 4.1 Data

Data som använts för att beräkna den akvatiska habitatarealen har huvudsakligen hämtats från svenska myndigheters databaser och kartmaterial. Geografiska data som använts vid kartering och analys av studieområdet listas i tabell 1, där även filformat visas. Flygbildsdata som används är tagen från Google och Bing (Google Earth, 2024; Bing, 2024).

*Tabell 1. Sammanställning av geografiska data som används till analysering i studien.*

*Table 1. Distribution table of geographical data used for the analysis of the study.*

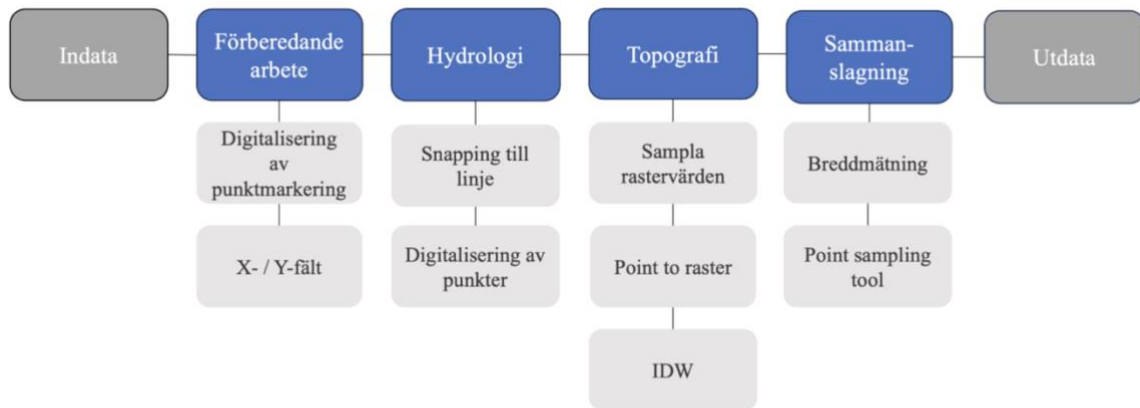
Geografiska data	Källa	Format
Elfiskeregister	SERS (SLU)	SHP
Fastighetskartan - Kommunikation	Lantmäteriet	SHP
Fastighetskartan - Markdata	Lantmäteriet	SHP
Flygbild (Satellite)	Google Satellite	TIFF
Flygbild (Virtual Earth)	Bing (Microsoft)	TIFF
Höjddata	SMHI	TIFF
Jordarter	SGU	SHP

Jordarter 1:25 000-1:100 000	Geodataportalen	WMS
Sveriges avrinningsområden	SMHI	SHP
Sveriges huvudavrinningsområden	SMHI	SHP

## 4.2 QGIS

För att beräkna den akvatiska habitatarean användes analysmetoden GIS. I programvaran QGIS skapades en avgränsande karta vilket användes som grundläggande vägledning i arbetet. Vidare gjordes en punktkarta omfattande mätningar över flodfårans bredd med 100 meters avstånd mellan varje punktmarkering. Kartan användes som grundläggande material till arbetet som utförts i fält.

För att få en hög korrelation av kartanalysen till verkligheten togs mått på flodfårans bredd på utvalda punktmarkeringar. Efter att fältmätningar var utförda vidareutvecklades punktkartan genom att lägga in utmätta mått från fält. För att få en så korrekt kartanalys till verkligheten som möjligt togs mått på flodfårans bredd på de utvalda punktmarkeringarna. Detta gjordes genom tagna flygbilder över området samt geodetiska referenssystemet SWEREF99 <sup>TM</sup>. Flygbilderna som användes i studien är tagna ur QGIS plugin HCMGIS. Lagerna Google Satellite och Bing Virtual Earth användes för att säkerställa flodfårans kanter. Arbetsflödet i QGIS visas i figur 4.

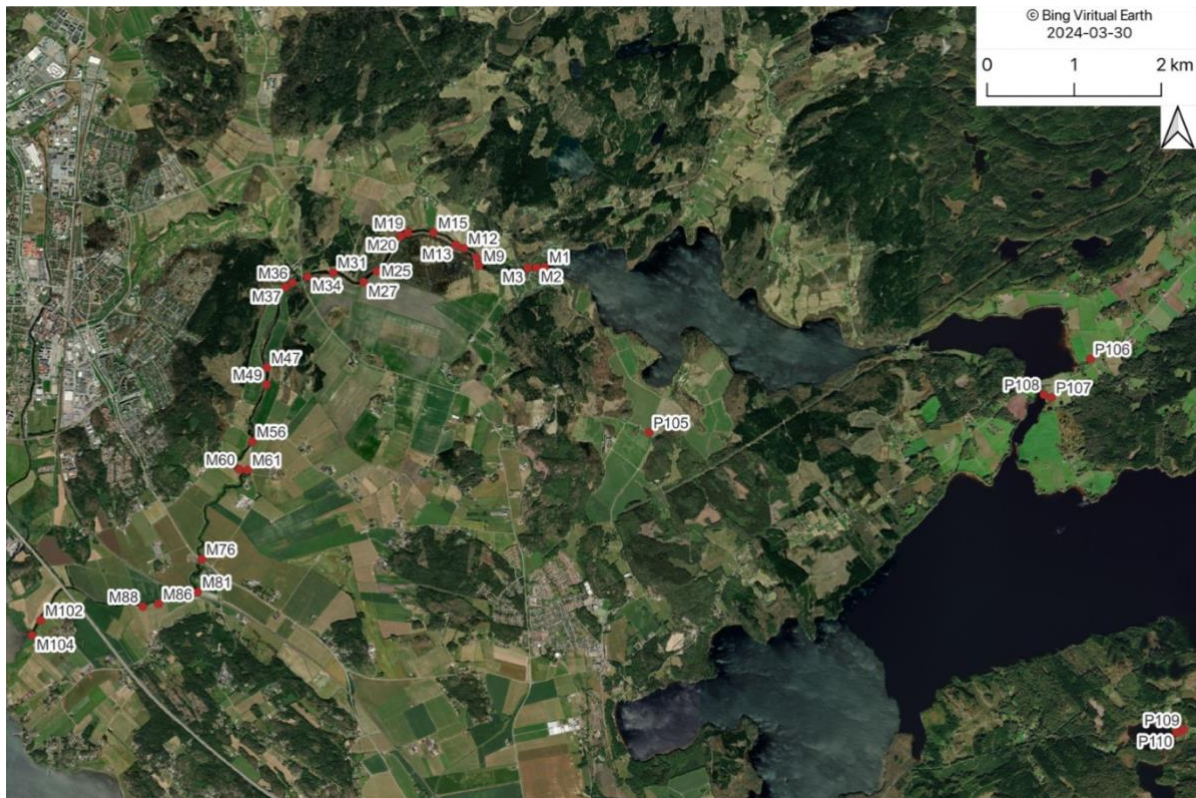


**Figur 4.** Arbetsflöde i QGIS med geografiska data.

**Figure 4.** Workflow in QGIS with geographical data.

### 4.3 Fältmätningar av flodfårans bredd

I fält togs mått på flodfårans bredd med ett intervall på minst 100 meter mellan varje provtagningspunkt för vidare analys. Breddmåten från fält användes för att jämföra reliabiliteten till mått tagna i GIS. Mätvärdena samlades in den 29 mars. Sammanlagt mättes flodfårans bredd på 33 provpunkter. Utav de 33 provtagningspunkterna togs 27 inom Rolfsån och 6 utanför flodfåran (se Figur 5). De 6 provtagningspunkter som togs utanför Rolfsån är en del i analysen för att mäta avrinningsområdets flödesackumulation och eventuella förändringar i dess utbredningsområde. Mätningen i fält gjordes med hjälp av en laseravståndsmätare av märket Nikon (Forestry Pro II). Innan instrumentet togs ut i fält kalibrerades det för att stämma överens med verkligheten. Kalibreringen av laseravståndsmätaren genomfördes genom att ta ett tiotal mått på olika avstånd för att sedan jämföra med ett manuellt måttband.



**Figur 5.** Översiktskarta visar punktmarkeringar tagna i fält. Förkortningarna “M” och “P” används. Där “M” är förkortat från “mät punkt” och hittas inom Rolfsåns avrinningsområde. “P” är förkortat från “extra-Punkt” och hittas inom avrinningsområdet men utanför Rolfsån.

**Figure 5.** Overview map showing sampling points taken in the field. The abbreviations “M” and “P” are used. Where “M” is abbreviated from ”Measuring-point” and is found within the catchment area of Rolfsån. “P” is abbreviated from “extra-Point” and is found within the catchment area but outside Rolfsån.

Valet av punkter gjordes utifrån ett så kallat bekvämlighetsurval där punkter valdes ut utifrån följande faktorer:

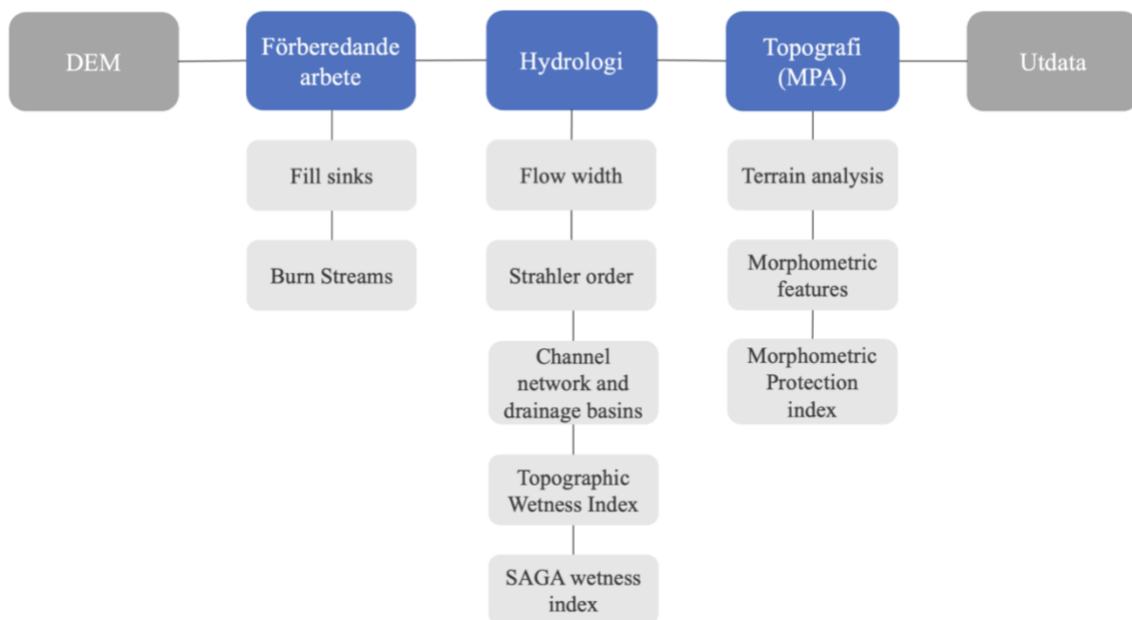
1. Flodfåran diagonalt från mätplats till fårans kant innehåller inte sedimentavlagringar (mindre öar), sandbankar eller vegetation som kan störa analysen.
2. Flodfåran delas inte upp till flertalet fåror på mätplats.
3. Mätpunkten är relativt lättillgänglig till fots.

Utifrån tredje faktorn utmärks begreppet “*lättillgänglig*” som område som inte innehåller sankmark, våtmark eller brantmark eller annan risk-givande marktyp.

## 4.4 SAGA GIS

Mätningar över vattendrag i avrinningsområdet tillsammans med höjddata användes för att ta fram flödesackumulation över studieområdet. Flödesackumulation är en rumslig analys där celler i ett rasterlager får numeriska värden efter hur många celler som flödar genom cellen (Zhang et al., 2017). Analysen gjordes i SAGA GIS, ett system för automatiserade geografiska analyser (Passy & Théry, 2018).

Delmetoden utfördes genom bearbetning av DEM (se Figur 6) för att analysera hydrologiska aspekter i terrängen. Denna analys gjordes efter SAGA GIS terränganalys där SAGA Wetness Index (SWI) algoritmen används tillsammans med Topografiskt Wetness Index (TWI) algoritmen (se Figur 6) (Pourali, Arrowsmith, Mitchell & Matkan, 2014). Innan beräkning av områdets våthetsindex användes förberedande verktygen Fill Sinks (Wang Liu) och Burn Streams. Verktyget Fill sinks (Wang Liu) användes för att fylla eventuella nedsänkningar i marken (Liu & Wang, 2006). I studiens hydrologiska analys användes D8 algoritmen (eight-direction) för att ta fram avrinningsområdets flödesriktning. D8 algoritmen är en rutnätsbaserad algoritmen som delar in de närmaste åtta granncellerna runt rasterpixeln för att kalkylera att flödesriktningen följer den brantaste terrängen (Wang et al., 2014).



**Figur 6.** Arbetsflöde i SAGA GIS med hydrologiska analyser av höjddata (DEM).

**Figure 6.** Workflow in SAGA GIS of hydrological analysis of elevation data (DEM).

## **4.5 Statistisk analys**

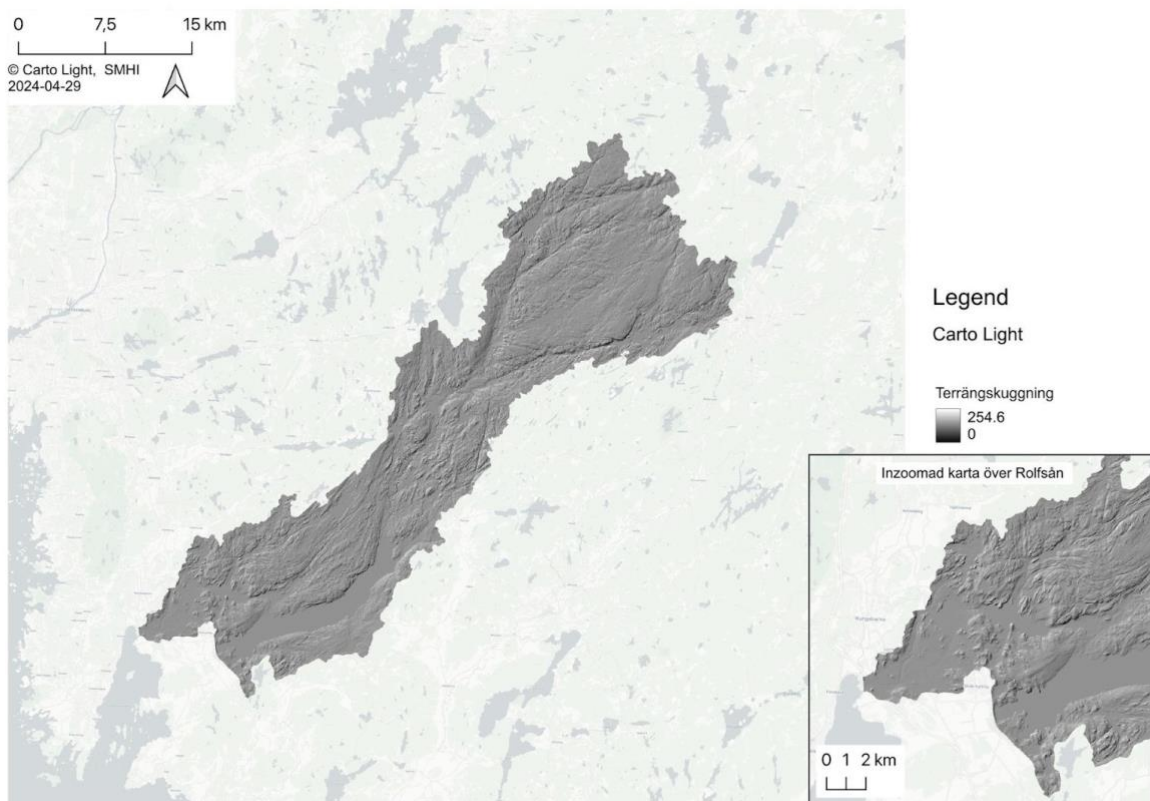
Efter genomförda mätningar i fält sammanställdes måtten i Excel. Mått från fält, GIS och elfiskeregistret användes för att dels ta fram en linjär regression över korrelationen mellan mätvärden tagna i fält och i GIS. I analysdelen gjordes cirkeldiagram av Rolfsåns närområdes marktäcke. Inom den statistiska analysen och resultatet används en felmarginal på fem procent (plus/minus) för att acceptera vissa tekniska felmätningar utförda i fält och GIS.

## 5. Resultat

Resultatet visar att fler vattendrag med hög flödes hastighet finns i norra avrinningsområdet, detta beror på att området består av en mer kuperad terräng. Den akvatiska habitatarealen hittas främst i de södra delarna av avrinningsområdet. Studien visar att multipla faktorer såsom jordart, marklutning, marktäckning och klimat påverkar Rolfsåns tillrinning och flodfårans bredd. Vidare resulterar studien i att uppskattningen av vattendragets bredd och därmed habitatareal genom analys i GIS kan göras med viss säkerhet då en felmarginal på plus-/minus 5 procent har använts.

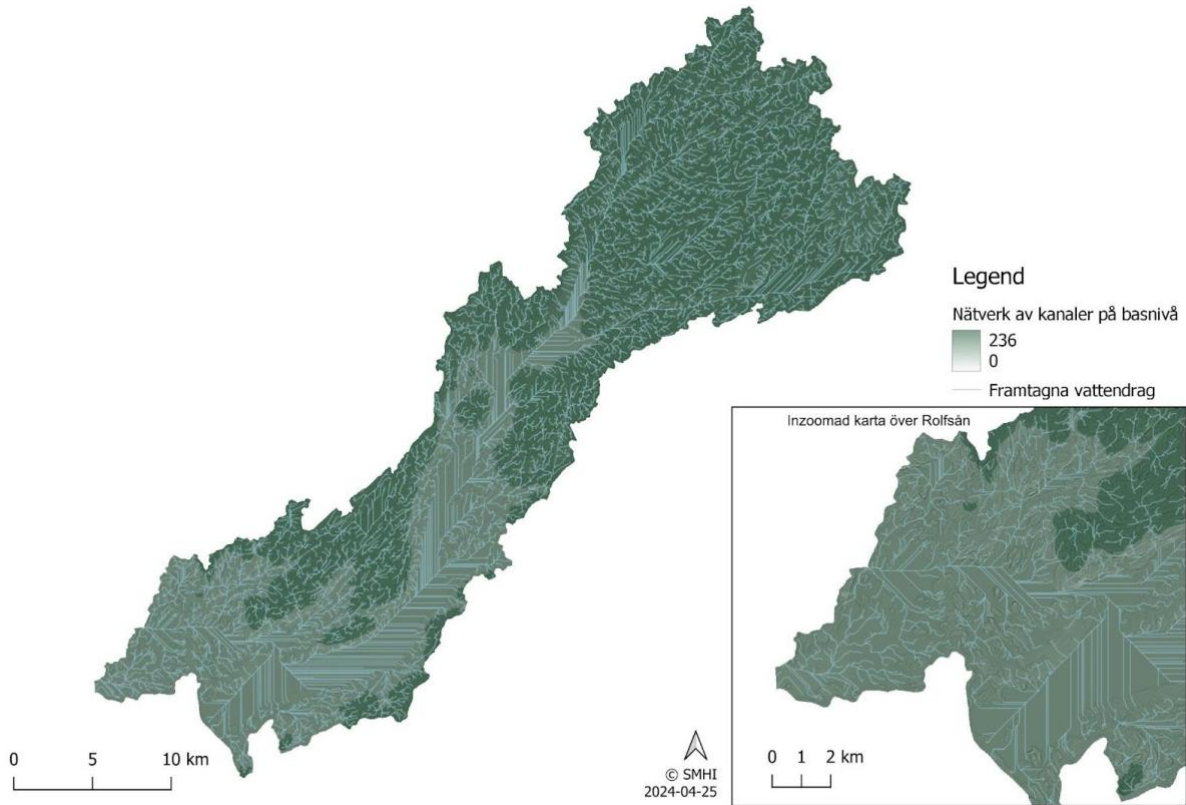
### 5.1 Förändringar i habitatarealen nedströms

Avrinningsområdet består av en mer kuperad terräng i norra delarna, till skillnad från södra delens mer flackare terräng (se Figur 7). Detta innebär att fler vattendrag med hög flödes hastighet hittas i de norra delarna. I de södra delarna hittas fler sjöar med en flackare kringliggande terräng (se Figur 8).



**Figur 7.** Terrängmodell över avrinningsområdet visar flackare ytor närmare kusten och fler branter i norr. Terrängskuggningens skala visar på värden mellan 0 till 254 meter över havet.

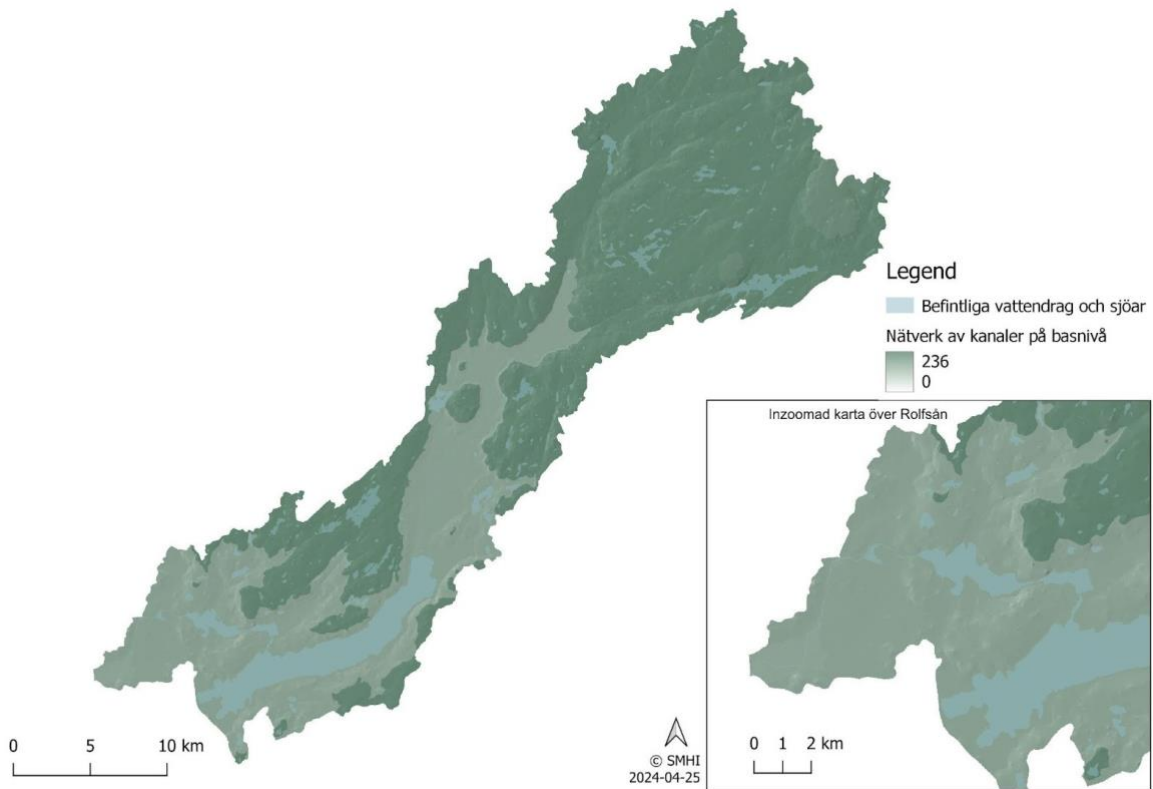
**Figure 7.** Terrain model of the catchment area shows flatter surfaces closer to the coast and steeper areas in the north. The scale of the hillshade shows values between 0 to 254 meters above sea level.



**Figur 8.** Nätverk av kanaler på basnivå visualiserar och identifierar naturliga flödesvägar i terrängen. Vidare visualiserar figuren även framtagna vattendrag baserade på analys av terrängen.

**Figure 8.** Channel of network at base level visualizing and identifying natural flow paths in the terrain. Furthermore, the figure visualizes possible water courses based on terrain analysis.

Den akvatiska habitatarealen, särskilt vad gäller fauna tas främst in från södra delarna där Rolfsån mynnar ut i Kungsbackafjorden. Eftersom de södra delarna har större sjöar jämfört med avrinningsområdets norra delar, finns där en större areal för arter att bruka (se Figur 9).

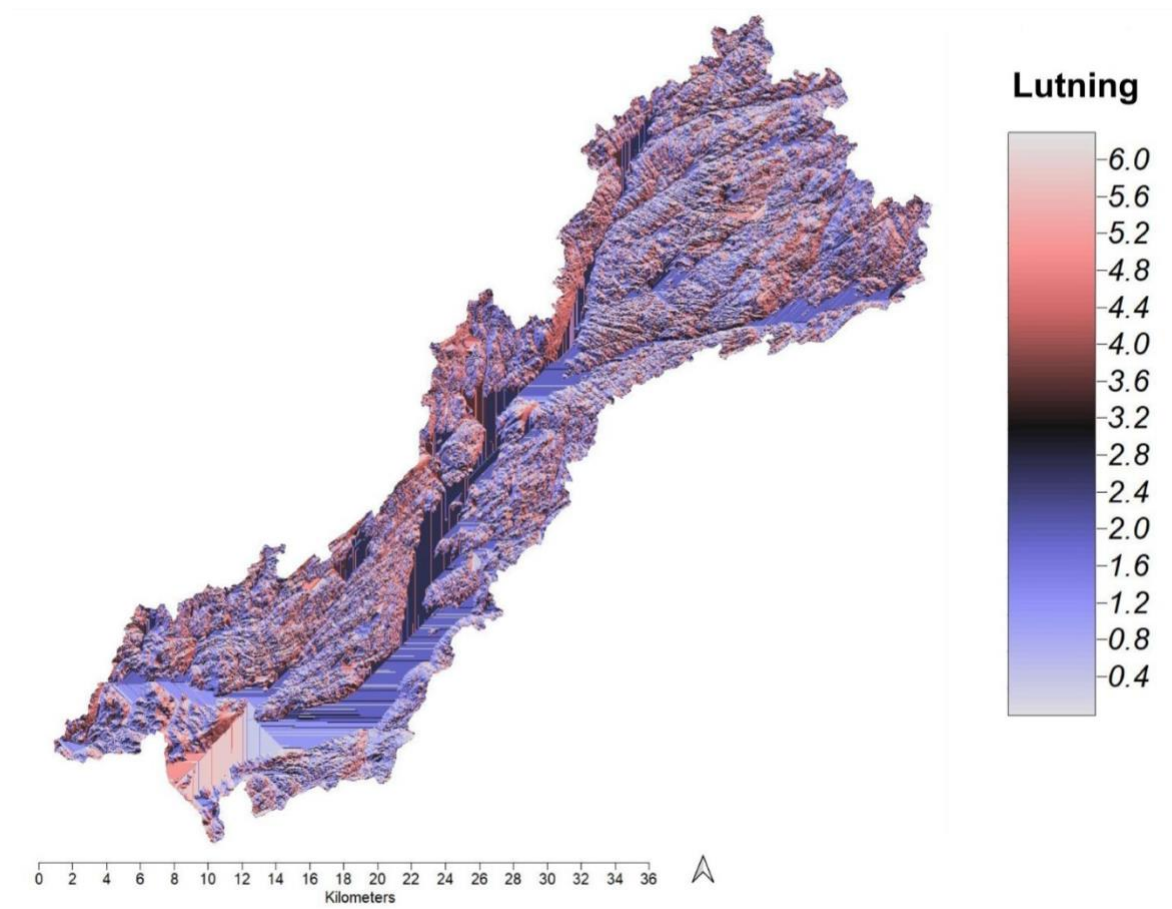


**Figur 9.** Nätverk av kanaler på basnivå visualiserar och identifierar naturliga flödesvägar i terrängen på basnivå. Figuren visualiserar även befintliga vattendrag och sjöar.

**Figure 9.** Channel of network at base level visualizing and identifies natural flow paths in the terrain at base level. The figure also visualizes existing water courses and lakes.

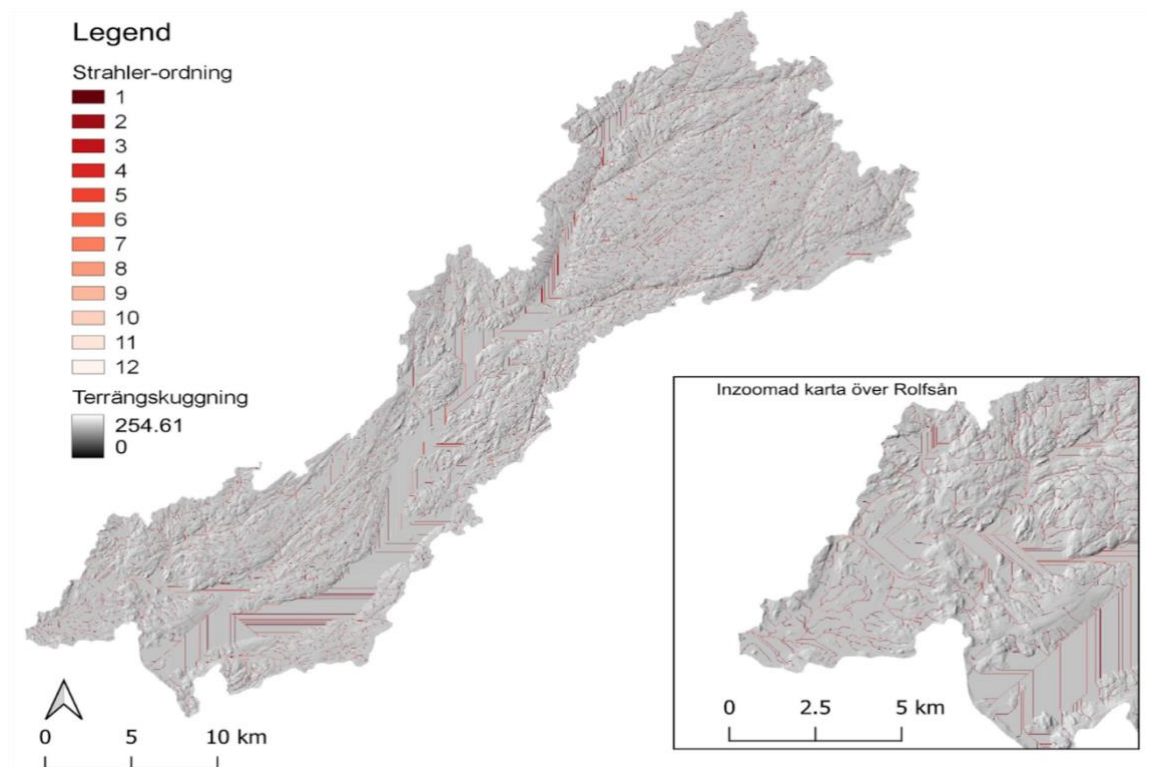
Flodfåran är bredare vid inloppet än mynningen. Detta beror dels på att flödes hastigheten generellt är starkare vid inflödet. Vattnet vid inflödet har mer troligen större kraft på grund av markens lutning (se Figur 10) och ökad vattenvolym (se Figur 11). Större vattenflöden hittas främst i terrängens sänkor. Kortare biflöden hittas på högre höjdmeter medan längre flöden hittas på lägre höjdmeter. I avrinningsområdet hittas främst mindre biflöden eller mindre

komplexa flodstrukturer. På lägre höjdmeter förgrenas flöden, vilket bland annat kan ses inom hela Rolfsåns flödesområde (se Figur 12).



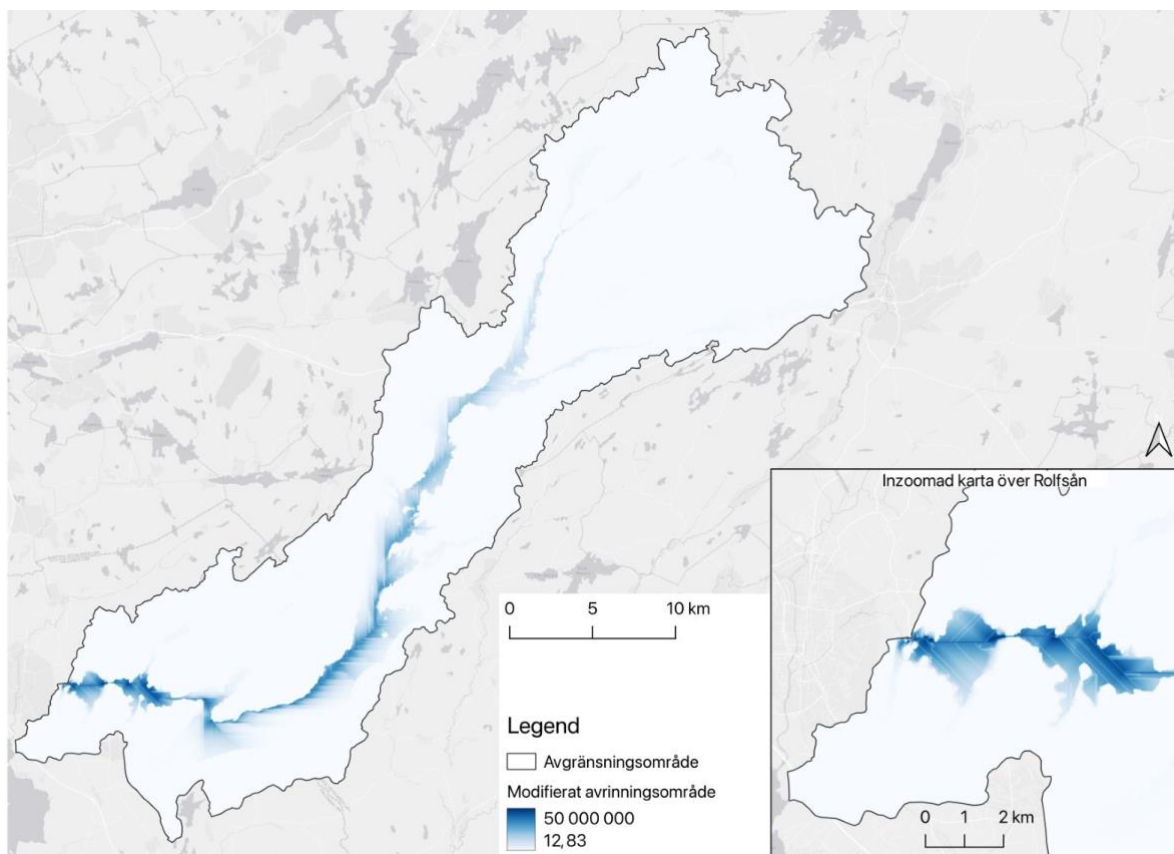
**Figur 10.** Visualisering av avrinningsområdets landskapslutning med värden mellan 0.4 och 6.0 grader. Där låga värden representerar områden med relativt flack terräng eller mycket svag lutning, medan höga värden representerar områden med relativt brant terräng eller med betydande lutning.

**Figure 10.** Visualization of the catchment area's aspect with values between 0.4 and 6.0 degrees. Where low values represent areas of relatively flat terrain or very gentle slope, while high values represent areas of relatively steep terrain or significant slope.



**Figur 11.** Strahler-ordning över avrinningsområdet med klassning av möjliga nätverk av vattendrag mellan graderna ett till tolv. Värdena 1 till 6 visualiserar mindre biflöden eller mindre komplexa flodstrukturer i hierarkisk ordning, där 1 räknas som mindre än 6. Värdena 7 till 12 beskrivs som mer komplexa flodstrukturer eller mer komplexa biflöden i hierarkisk ordning, där 7 räknas som mindre än 12. Visualisering av terrängskuggning hittas i förgrunden med den högsta punkten vid 254 meter över havet.

**Figure 11.** Strahler order of the catchment area with classification of possible watercourse network between degrees of one to twelve. Values 1 to 6 visualizes smaller tributaries or less complex river structures in hierarchical order, where 1 counts as less than 6. Values 7 to 12 are described as more complex river structures or more complex tributaries, where 7 counts as less than 12. Visualization of terrain shading is found in the foreground with the highest point at 254 meters above sea level.



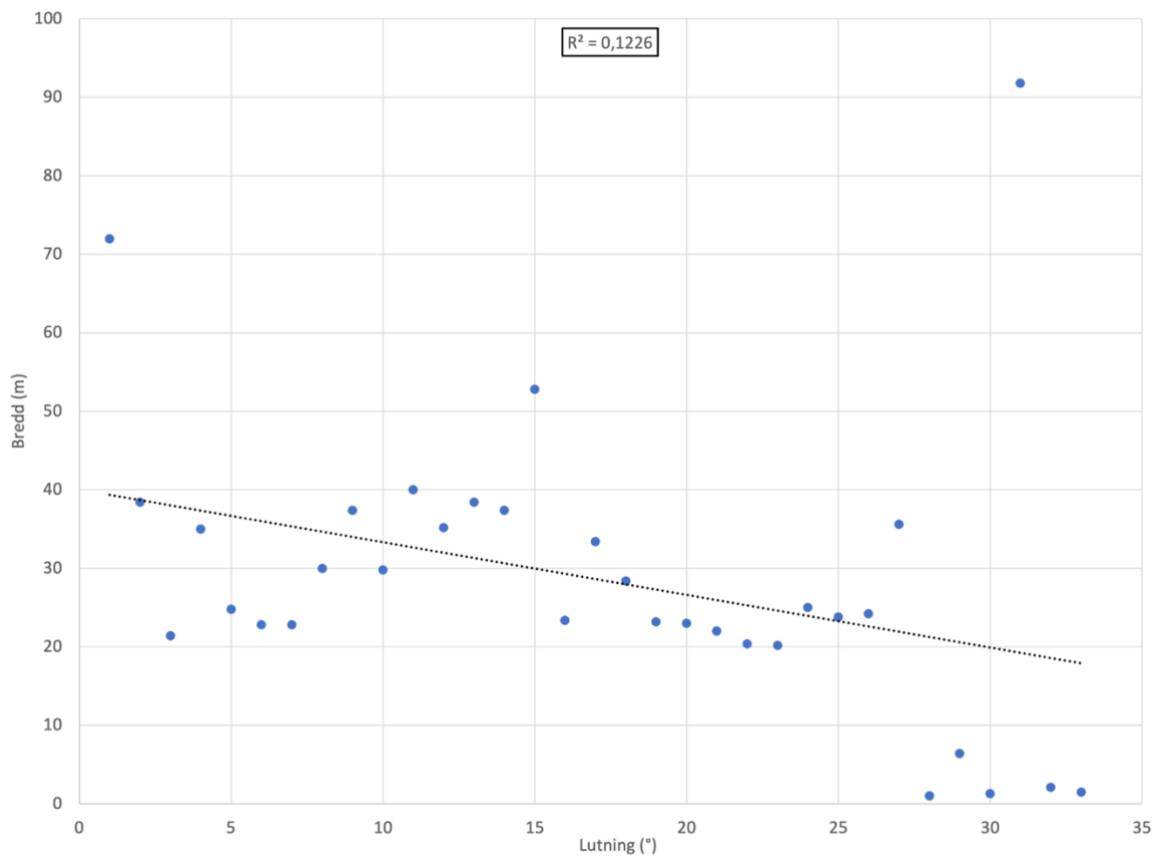
**Figur 12.** Modifierat avrinningsområde visar terrängens hydrologiska egenskaper gällande generaliserade avrinningsmönster och avrinningsområden. Figuren visas i värden mellan 12,82 och 50 000 000, där de lägre värdena indikerar på minimal avrinningsförmåga. Områden som klassas med högre värden visar på en relativt brant terräng, där vatten passerar i hög hastighet.

**Figure 12.** Modified catchment area shows the hydrological characteristics of the terrain regarding generalized catchment patterns and catchment areas. The figure is presented in values between 12.82 and 50 000 000, where the lower values indicate minimal runoff capacity. Areas classified with higher values show a relatively steep terrain, where water passes through at high speed.

## ***5.2 Faktorer med störst påverkan mellan tillrinning och vattendragsfårans bredd***

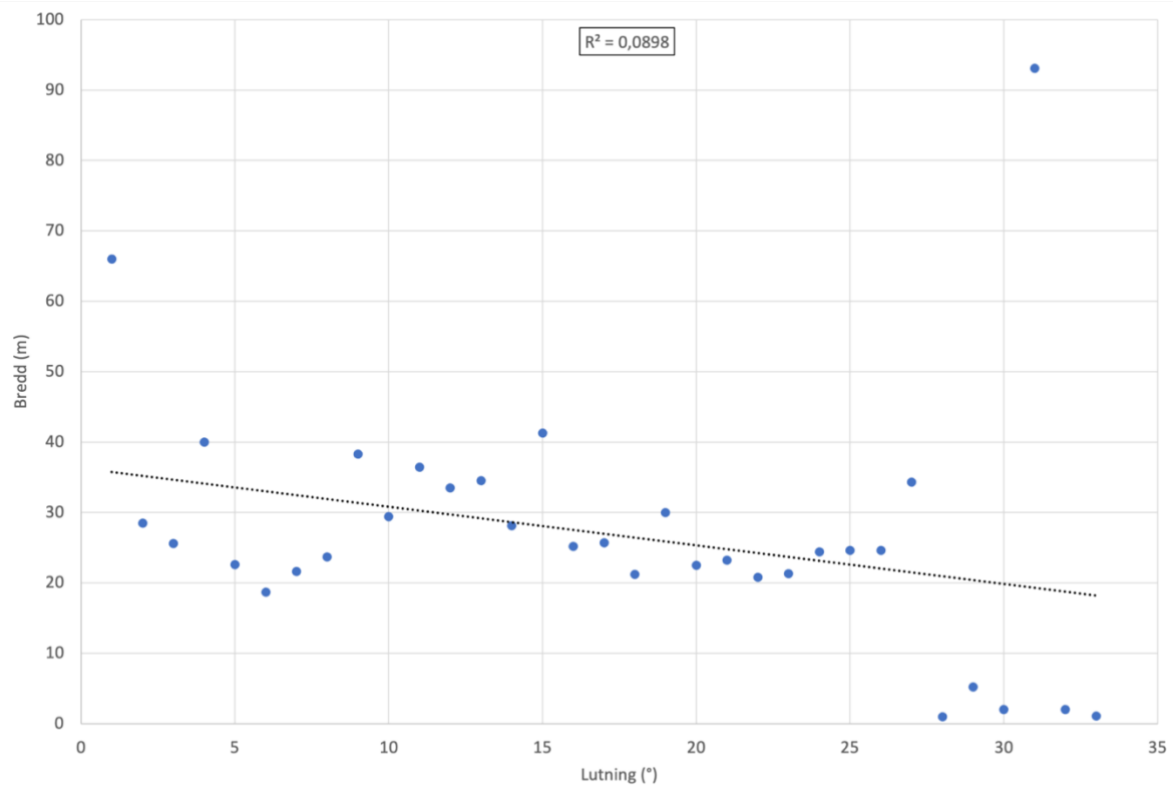
Faktorer med störst påverkan på Rolfåsns tillrinning samt fårans bredd är multipla, främst anses marklutning, marktäckte, jordarter och klimat påverka flodfåran. Detta visas genom analys av avrinningsområdets terräng och markegenskaper.

Marken 30 meter ifrån flodfårans kanter lutar som mest i de norra delarna av avrinningsområdet. En större marklutning kan innebära större risk att vegetation och organiskt material rasar ner i vattendraget. Detta innebär dels en ökad sedimenttillförsel som vidare leder till att flodbankar bildas. Figur 13 och 14 visar linjära regressioner över relationen mellan breddmått tagna i fält respektive i GIS och flödesackumuleringen. Figurerna 13 och 14 visar att lutningen inte kan klassas som en av de starkaste påverkande faktorerna till tillrinningen i flodfåran. Däremot visar resultatet att lutningen fortfarande påverkar tillrinningen och vattendragfårans bredd. Eftersom marken lutar relativt mycket i de nordliga delarna av avrinningsområdet innebär det att detta område även löper större risk för ras av organiskt material eller vegetation.



**Figur 13.** Linjär regression som visar hur flödesackumuleringen och breddmätningarna i fält överensstämmer med varandra. Med relativt lågt  $R^2$  - värde på 0,1226, vilket indikerar på svag linjär relation mellan flödesackumulering och flodbredd.

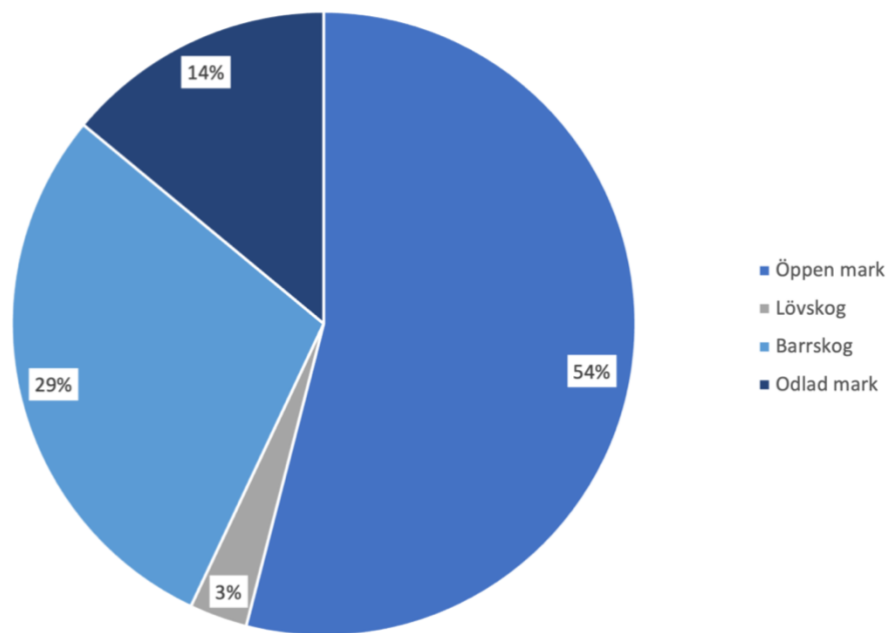
**Figure 13.** Linear regression that presents the flow accumulation and width measurements in the field agree with each other. With a relatively low  $R^2$  value of 0.1226 that indicates a weak linear relationship between flow accumulation and the river width.



**Figur 14.** Linjär regression som visar hur flödesackumuleringen och mätningarna av flodbredd i GIS överensstämmer med varandra. Med relativt lågt  $R^2$  - värde på 0,0898, vilket indikerar på svag linjär relation mellan flödesackumulering och flodbredd.

**Figure 14.** Linear regression that views how the flow accumulation and width measurements in GIS agree with each other. With a relatively low  $R^2$  value of 0.0898 that indicates a weak linear relationship between flow accumulation and the river width.

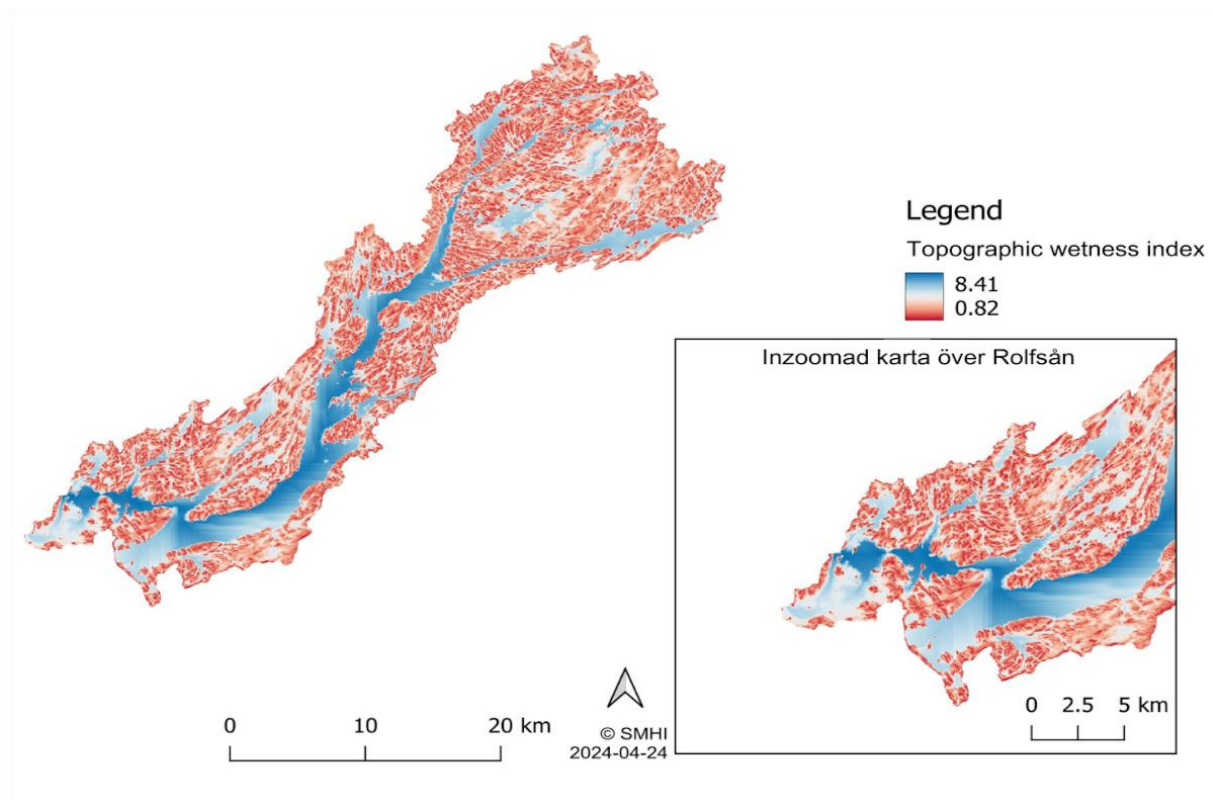
Marktäcket har analyserats efter mätpunkterna där öppen mark har störst utbredning (se Figur 15 & bilaga 1). Stora delar av studieområdet består av öppen mark, vidare består även stora delar av barrskog.



**Figur 15.** Marktäcke utifrån studiens mätpunkter. Med störst täckning av öppen mark och minst av lövskog.

**Figure 15.** Land cover based on measurement points in the study. With the greatest coverage of open land and the least of deciduous forest.

Närområdets jordarter påverkar även flodfåran. Majoriteten av Rolfsåns kringliggande mark består av postglacial lera (se Figur 3 & bilaga 1). Lertypen har låg hydraulisk konduktivitet och släpper sakta igenom vatten. Figur 16 visar att de södra delarna av avrinningsområdet innefattar stora delar av högt topographical wetness index (TWI). De nordliga delarna består till majoriteten av ett lägre TWI-värde vilket innebär att marken inte har samma kapacitet att bevara vätska som i de södra delarna. Detta beror på att lutningen och avståndet till dräneringspunkter är större i norra delen av avrinningsområdet.



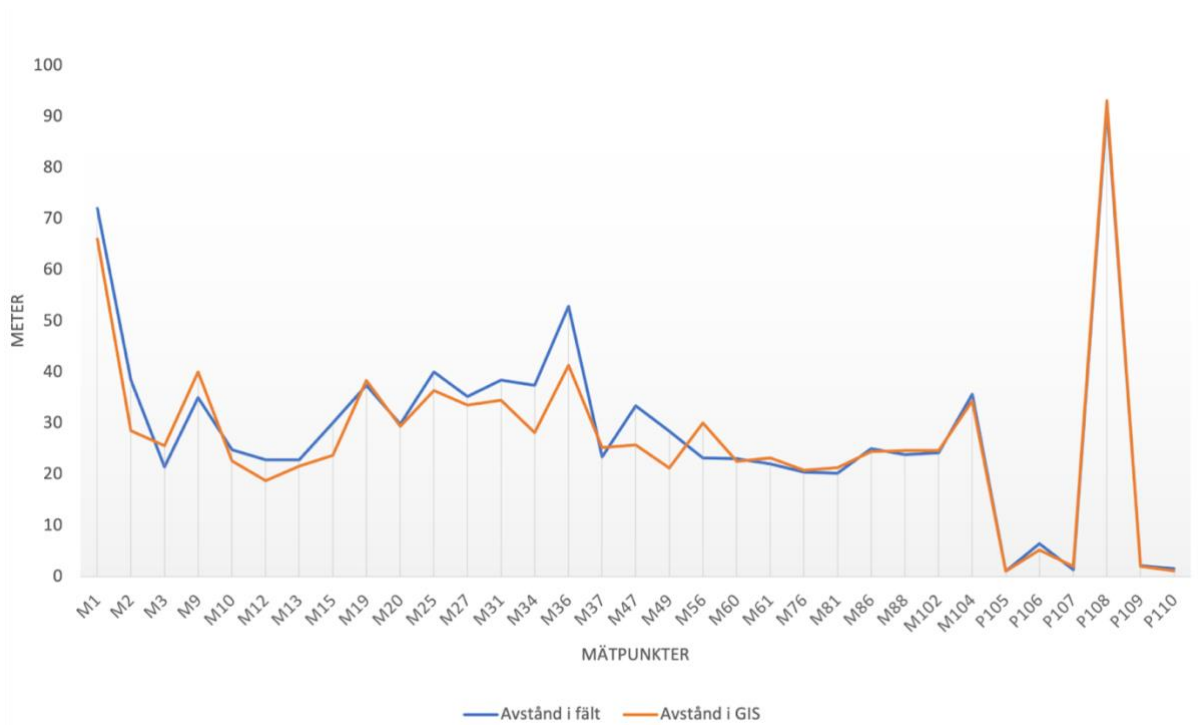
**Figur 16.** Topografiskt våthetsindex (TWI) över avrinningsområdet visar markens potential till hög fuktighet eller våtmark baserat på områdets topografi. Färgtoner närmare blått visar på potentiella områden med hög markfuktighet eller våtmark medan röda färgtoner visar på torrare områden.

**Figure 16.** Topographic wetness index (TWI) over the catchment area showing the soil's potential to high moisture or of wetland area based on the topographic. Shades shifting towards blue indicate potential areas of high soil moisture or wetlands, whereas shades shifting towards red indicates drier areas.

En annan faktor som påverkar tillrinningen i avrinningsområdet och vattenfårans bredd är klimatet, som varierar beroende på säsong. Avrinningsområdets klimat beskrivs som tempererat med varma somrar och milda vintrar. Under våren bidrar bland annat snösmältning till ökad tillrinning vilket sannolikt leder till högre vattennivåer. Med ökade vattennivåer kan erosion ske i vattendragets kanter som vidgar fårans bredd. Till skillnad från vårens ökade tillflöden och bredd i vattenfåran är det mer vanligt att varmare perioder bidrar till torka och minskad tillrinning. Torka kan leda till lägre vattennivåer vilket minskar flodfårans bredd. Höst- och vintersäsong bidrar till ökad tillrinning och vattennivå av ökad nederbörd, till skillnad från sommarsens relativt lägre nivåer av nederbörd. Våren är däremot den säsong då tillrinning och vattennivåerna är som högst. Detta beror på vintersäsongens frusna vatten smälter under våren, vilket plötsligt ökar tillrinningen.

### 5.3 Säkerheten med uppskattningens bredd utifrån analyser i GIS

Måttagna i nordliga delen av Rolfsån (M1-47) visar på att de två tagna måtten inte alltid överensstämmer med varandra (se Figur 17). Måttagna i de södra delarna av Rolfsån (M49-104) överensstämmer i större utsträckning än de nordliga delarna. Mätpunkter tagna utanför flodfåran (P105-110) visar en relativt hög överensstämmelse.



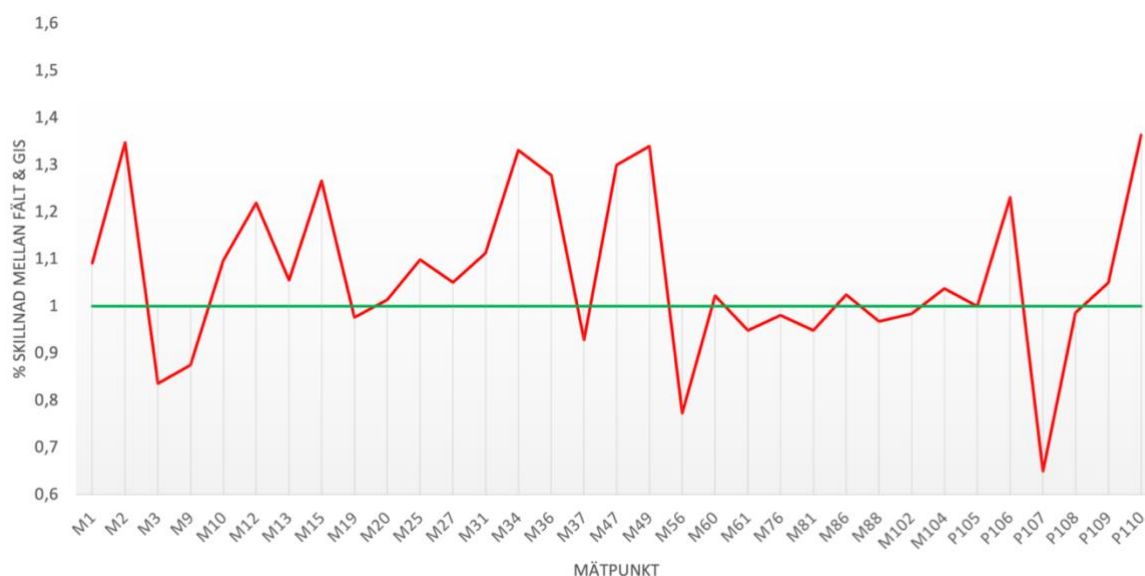
**Figur 17.** Linjediagram över tagna mått i fält (blå linje), respektive i GIS (orange linje), visat i meter.

**Figure 17.** Line diagram of measurements taken in the field (blue line) and in GIS (orange line), presented in meters.

Vid ett antagande att mätningar kan vara korrekta med en acceptabel felmarginal på plus-/minus 5 procent (med mätvärden inom intervallet 95–105 procent) stämmer jämförelsen mellan fält och GIS i 14 av 33 mätpunkter (cirka 42 procent). Mätvärdet för fältmätningar var längre än GIS-värdet i 14 av 33 mätpunkter (cirka 42 procent). I 5 av 33 mätpunkter (cirka 15 procent) var GIS-värdet längre än fältmätningarna. Detta ger resultatet att mätningarna i GIS och i fält har en relativt stor överensstämmelse. Däremot visar resultatet att mätningar i fält tenderar att vara kortare än de som tas i GIS, vilket antyder att analysen i GIS inte fullt ut ger samma värde som fältmätningen.

Eftersom de 33 mätvärdena har en stor variation, från minst 1 meter till maximalt 93 meter, gjordes en intern jämförelse mellan varje mätpunkt. En perfekt korrelation ger ett värde av 1 (100 procent) och då mätvärdet i fält var längre än GIS mätvärdet var värdet

mer än 100 procent (se Figur 18). En acceptans med plus/minus 5 procent på de jämförande mätvärdena antogs vara samma, alltså värden mellan 95–105 procent i figuren är samstämmiga mellan fält och GIS.



**Figur 18.** Relation (%) mellan mätning i fält och mätning i GIS. Grön linje representerar full överensstämmelse mellan mätningarna. Värden över 1 betyder att mätningen i fält är lägre än mätningen i GIS. Värden under 1 betyder att mätningen i fält är kortare än i GIS.

**Figure 18.** Relation (%) between measurement in the field and measurement in GIS. Green line represents full unity of the measurements. Values above 1 means that the measurement in the field is lower than the measurement in GIS. Values below 1 means that the measurement in the field is shorter than in GIS.

Vidare stämmer även mätningarna från GIS väl överens med avrinningsområdets topografi, där de södra delarna av avrinningsområdet oftast har flackare terräng och därmed kan förväntas ha bredare flodsträckor. Avslutande tas resultatet fram att Rolfsåns habitatareal med viss säkerhet går att uppskatta med hjälp av analyser i GIS. Analyser av terrängen i GIS stämmer överens med studieområdets faktiska terräng. Däremot visar statistisk analys att det

finns variationer i mätningarna i GIS jämfört med mätningar i fält, som redovisats tidigare i avsnittet.

## 6. Diskussion

### 6.1 Resultatdiskussion

Studien visar att det är fler flodfåror längs avrinningsområdets brantare lutningar, i norr jämfört med södra delen av avrinningsområdet (se Figur 11). Däremot hittas fler och större flodfåror i söder. Detta går i linje med Burns (2015) hypotes att flodfåror ökar i bredd, men även blir djupare och ökar i flödes hastigheten nedströms. Det är inte ovanligt att landskapsterräng blir mer flackare närmare Hallands kustområde (Frisk & Larsson, 1999). Däremot finns det i avrinningsområdet bitvis branter och landskap präglad av kvarstående restberg sedan senaste istiden på kustslätterna.

Faktorer som kan påverka flodfårans tillrinning och bredd är dels klimatförhållanden, såsom nederbörd och temperaturvariationer. Kraftig nederbörd kan leda till ökad tillrinning och därmed ökad erosion vilket kan bidra till att vidga vattendragfåran. Däremot kan långa perioder av varm lufttemperatur och mindre luftfuktighet leda till att flodfåran minskar. Tidpunkt då flygbilderna är tagna samt mätningar i fält är utförda påverkar resultatet. Att mäta under andra tidpunkter skulle mer troligen ge annat resultat än det studien tar fram.

Marktäcket i studieområdet består till stora delar av öppen mark i studieområdet. Vidare tar även barrskog upp stor area. Något som inte analyserades i studien är hur vegetationen påverkar flodfåran. Tidigare studier visar att högre vegetation kan ge en klimatologisk effekt på vattendraget då vegetationen skuggar floden, detta kommer sänka vattnets temperatur (SGI, 2016). Vidare kan mark som är trädbevuxet bidra till att minska risken för ytavrinning i området. Ett område som är mer trädbevuxen skulle alltså minska ytavrinningen. Detta innebär i sin tur att flodbankar och sedimentavlagringar minskar i området som följaktligen kan öka flodfårans hastighet då sedimentavlagringar och bankar mer troligen bromsar flödes hastigheten. Att studera hur vegetationen i Rolfsån med tillhörande avrinningsområde skulle förstärka studiens frågeställningar. Detta eftersom tidigare studier visar på att undersökta floder påverkas av närområdets vegetation.

Överensstämmelsen mellan mätningar av flodfårans bredd i GIS och fält resulterar i att vara överensstämmande med 42 procent inom felmarginalen på plus-/ minus fem procent. Fältmätningarna tenderar att vara kortare än GIS-beräkningarna, vilket kan indikera som

felkälla i GIS-mätningarna. Påverkan av felmarginalen på 5 procent (plus/minus) påverkar tolkningen av resultaten. Detta eftersom felmarginalen öppnar upp för ett begränsat spann av accepterad varians i mätningarna. Att i studien inte använda felmarginal skulle innebära att fler mätvärden anses som inkorrekta. Resultatet i studiens tredje frågeställning skulle då mer troligen resultera i att det inte hittas ett starkt samband mellan uppskattningen av vattendragets bredd utifrån analyser i GIS eftersom studien inte valt att acceptera felsteg.

Vad som ligger bakom skillnaderna mellan fältmätningarna och GIS-mätningarna kan vara att den digitala kartinformationen innefattar rumsliga felaktigheter. Om kartdatan är inkorrekt georefererad eller inte nyligen tagen kan det leda till underskattning eller överskattning av flodfårans bredd. En annan orsak kan vara att studiens metodik har brister i förmågan att korrekt översätta fältmätningar till GIS-mätningar. Detta är något som visas i figur 18 där mätpunkterna "P106" till "P110" visar en stor differens. Variationen av mätningarna från GIS respektive i fält visar på att det finns en stor fluktuation vilket tyder på att mätvärdena inte har den totala förmågan att korrekt interpretiera de två datakällorna. Vidare kan variationen bero på tidsskillnaden mellan mätning i fält och tidpunkt då flygbilden är tagen.

Slutligen är det viktigt att notera att trots de ovan nämnda osäkerheterna i GIS-mätningarna, ger studien fortfarande värdefull insikt i det modifierade avrinningsområdet och flodens egenskaper. Genom att kombinera resultat från GIS-analysen med kunskap om den geografiska och topografiska kontexten tas en mer komplett bild av pågående landskapsprocesser fram.

## ***6.2 Metoddiskussion***

Studiens metoder innehållande GIS, fältmätningar och statistisk analys är utformade efter att följa linje med studiens syfte och vidare frågeställningar. Studiens valda geospatiala data anses som lämplig dels eftersom den fokuserar på studieområdet men även på enbart lämpliga variabler efter studiens syfte. Datan är tagen ifrån verifierbara källor, däribland svenska myndigheter eller välkända företag. Att använda andra källor skulle dels innebära annat resultat. Andra geospatiala källor innefattar med stor sannolikhet annan information som kan vikta olika i analysen. Däremot menas inte att andra källor kan ta fram ett allt för olik resultat, detta baserat på att analysen över höjdm modeller och jordarter mer troligen innefattar liknande attribut över olika datakällor. Markanvändning och andra filer som är digitaliserade

genom geometrityper, såsom polygoner, punkter och linjer kan å andra sidan skiljas mellan olika källor. Digitalisering utförd i studien är även en faktor som kan skiljas åt baserat på val av flygfoto. De två flygfotografierna som valdes att användas inom digitaliseringen av flodfårans bredd är tagna ifrån två välkända företag som båda visualiserar jordens yta under två olika tidpunkter. Med detta i åtanke kan flodfårans bredd förändras över tid från det att bilderna är tagna och fältmätningarna är gjorda. Detta kan visas som ett felsteg inom analysen. Vidare är även flygbildernas upplösning något som begränsar förändringar i flodfårans. Detta liknar Hamada, Walston & Hayses (2022) argument, där precisionen begränsas av upptäckbara förändringar i kanalens bredd. Tillskillnad från flygbilder riktar författarna argumentationen till satellitbilder, där dess upplösning begränsar analysen. Denna studies valda flygbilder berörs liksom satellitbilder av upplösningen då bättre upplösning öppnar upp för en mer precisionsenlig analys.

Mätningen av flodfårans bredd är utförda med hjälp av en laseravståndsmätare. För att försäkra att instrumentet stämde överens med verkligheten kalibreras mätaren innan fältmätningarna. Att inte kalibrera skulle innebära större osäkerhet i resultatet. Vidare fanns möjligheten att använda en manuell mätare, exempelvis måttband i fält. Men detta ansågs inte vara det mest lämpliga valet eftersom distansen i fält varierade i avstånd. Att ta sig till vardera sida av flodens kant för de 33 mätpunkterna ansågs mer tidskrävande än att använda laseravståndsmätare.

Ett förändrat urval av mätpunkter skulle troligen innebära ett annorlunda resultat eftersom mått från valet av mätpunkter är baserade på precis geografisk plats. Avrinningsområdet förändras nedströms, om så vid en distans på 100 meter. Urvalet av mätpunkter gjordes av tre säkerhetsfaktorer. Att se utom dessa tre faktorer skulle under analyseringen innebära ett förändrat resultat. Detta eftersom avrinningsområdet förändras, däremot ansågs det inte lämpligt att förändra säkerhetsfaktorerna för att tillges ett annat resultat.

## 7. Slutsatser

Studien om beräkning av den akvatiska habitatarealen i Rolfsåns avrinningsområde visar att dynamiken av floden förändras och påverkas av flera olika faktorer. Genom analysen av olika variabler bundna till flodfåran visar resultatet dels att flodfåran ökar i bredd och därmed habitatareal nedströms av en flackare topografi. Topografiska förhållanden spelar avgörande roll i formen av flodfåran. Ökad flödes hastighet och topografisk lutning bidrar till att flodfåran blir bredare vid inloppet av flodfåran. Däremot är terrängen inte den enda påverkande faktorn. Marklutning, marktäckte jordarter och klimat påverkar även flodfårans flödes hastighet och bredd.

Marktäckte 30 meter från flodfåran består främst av öppen mark följt av barrskog. Hög vegetation i kombination med marklutning ökar risken för ras av organiskt material och vegetation ner i flodfåran. Ökad tillförsel av markmaterial bidrar till att flodbankar bildas vilket bromsar ner tillrinnings hastigheten och minskar fårans bredd. Terrängens lutning i relation till avrinningsområdet visas inte vara den största påverkande faktorn för Rolfsåns tillrinning och flodfårans bredd, men anses ändå som en viktig variabel. Markens jordarter består främst av postglacial lera vars egenskaper bland annat sakta genomsläpper vatten genom dess porer. Markens topografi samt jordarter visar på större förmåga av tillrinning i avrinningsområdets södra delar. Vidare visar resultatet att tillrinningen är som kraftigast under vårsäsongen.

Uppskattningen av fårans bredd och habitatareal är dels genomförd i fält men även i GIS. Metodiken syftar till att tillföra mer omfattande uppfattning av Rolfsåns rumsliga utbredning till studiens analys. Relationen mellan uppskattningen i GIS samt i fält visar en relativt stor överensstämmelse, men avvikelser hittas. Avvikelsena kan bero på flera faktorer, bland annat skillnader i geografiskt referenssystem, noggrannhet i datainsamling och tolkningen av satellitbilder.

Baserat på studiens identifierade resultat kan framtida studier utveckla förståelsen av komplexa vattensystem och vidare säkerställa god hållbarhet för vattendrag med kringliggande miljöer. Eftersom studien baseras på Sveriges referensarealer i förhållande till europeiska kommissionen bör även referensarealerna vidareutvecklas för att ta fram verifierbara resultat. Därefter kan mer informerade beslut om resursförvaltning och miljöskydd tas som kan bidra till en mer hållbar framtid.

## Referenser

Beck, H. et al. (2018). *Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution*. Scientific Data. 5. 180214. 10.1038/sdata.2018.214.

Berggren, C. (2004). *Natura 2000-områden* (Examensarbete). <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1029894/FULLTEXT01.pdf> [Hämtad 2024-04-27]

Bing. (2024). Bing Kartor - Vägbeskrivningar, reseplanering, trafikkameror m.m. [Satellit]. <https://www.bing.com/maps?cp=57.476491%7E12.183836&lvl=11.7&style=h> [Hämtad 2024-04-26]

Burn, R. (2015). Oxford University Press. *Investigating downstream changes in river characteristics* [https://www.geographypods.com/uploads/7/6/2/2/7622863/geoactive\\_downstream\\_changes\\_on\\_a\\_river.pdf](https://www.geographypods.com/uploads/7/6/2/2/7622863/geoactive_downstream_changes_on_a_river.pdf) [Hämtad 2024-04-26]

Consoli, G., Haller, R. M., Doering, M., Hashemi, S., & Robinson, C. T. (2022). Tributary effects on the ecological responses of a regulated river to experimental floods. *Journal of environmental management*, 303, 114122. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114122>

Dakin Kuiper, S. et al. (2023). Fish and Fisheries. *Advances in remote sensing of freshwater fish habitat: A systematic review to identify current approaches, strengths and challenges*. <https://doi.org/10.1111/faf.12772>

Degerman, E. & Näslund, I. (2021). *Fysisk restaurering av akvatiska miljöer*. (GRIP on LIFE Rep. Nr. 2021:03). Östersund: Länsstyrelsen Jämtlands län.

Direktiv 92/43/EEG. Europeiska unionen (EU). (1992). Rådets direktiv 92/43/EEG /1992. *Bevarande av livsmiljöer samt vilda djur och växter* [Art- och habitatdirektivet]. EUR-Lex <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A31992L0043> [Hämtad 2024-04-16]

Dunne, K. B. J. & Jerolmack, D. J. (2020). *What sets river width?*. Sci. Adv. 6, eabc1505.

DOI:[10.1126/sciadv.abc1505](https://doi.org/10.1126/sciadv.abc1505) [Hämtad 2024-04-27]

Fiskeriverket & Naturvårdsverket. (2008). *Ekologisk restaurering av vattendrag*  
[https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/aqua/externwebb/sidan-publikationer/ekologisk-restaurering-av-vattendrag/ekologisk-restaurering-av-vattendrag\\_web.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/aqua/externwebb/sidan-publikationer/ekologisk-restaurering-av-vattendrag/ekologisk-restaurering-av-vattendrag_web.pdf) [Hämtad 2024-04-27]

Frisk, M. & Larsson, K. (1999). *Agrarhistorisk landskapsanalys över Hallands län*. (Landskapsprojektet 1999:7). Stockholm: Riksantikvarieämbetet. [https://www.raa.se/publicerat/rapp2008\\_6.pdf](https://www.raa.se/publicerat/rapp2008_6.pdf) [Hämtad 2024-04-26]

Forrester, P. A., & Hulme, K. F. (1981). Laser rangefinders. *Optical and Quantum Electronics*, 13 (4), 259-293.  
<https://doi.org/10.1007/bf00619793>

Google. (2024). Google Maps [Satellit].  
<https://www.google.com/maps/@57.4468087,12.1664966,28183m/data=!3m1!1e3?entry=ttu> [Hämtad 2024-05-06]

Hamada, Y., Walston, L. J. & Hayse, J. W. (2022). *Estimating channel width for the middle green river using remote sensing*. Argonne, Illinois: Environmental Science Division, Argonne National Laboratory.

Havs- och vattenmyndigheten. (2013). *Havs- och vattenmyndighetens författarsamling. HVMFS 2013:19*  
<https://www.havochvatten.se/download/18.67e0eb431695d8639337366a/1708778082076/2013-19-keu-2019-01-01-ersatt-av-2019-25-201925.pdf> [Hämtad 2024-04-27]

Havs- och vattenmyndigheten. (2015). *Art- och habitatdirektivet*. <https://www.havochvatten.se/vagledning-foreskrifter-och-lagar/lagstiftning-direktiv-och-forordningar/art--och-habitatdirektivet.html> [Hämtad 2024-04-18]

Jordbruksverket. (2022). *Remiss om EU-kommissionens förslag till förordning om restaurering av natur* [Jordbruksverket, M2022/01470]  
<https://www.regeringen.se/contentassets/d5414b47c46d4c05a4bb112bf5b7e736/jordbruksverket.pdf> [Hämtad 2024-04-26]

Kraufvelin P., Bryhn A., Olsson J. (2021). *Erfarenheter av ekologisk restaurering i kust och hav*. (Havs- och vattenmyndigheten rapport 2020:28). Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten.

Lindhagen, C; Marks kommun. (2005). *Lax och öring i Rolfsåns vattensystem - dåtid, nutid och framtid*. (Mastersuppsats, Södertörns högskola).

Liu, H & Wang, L. (2006). *An efficient method for identifying and filling surface depressions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling*. International Journal of Geographical Information Science. 20. 193-213. 10.1080/13658810500433453.

Länsstyrelsen i Hallands län. (2022). *Rolfsån Bevarandeplan för Natura 2000-området*. <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.45f58e4d18180023efb26597/1656917715068/Bevarandeplan%20Rolfs%20omradet.pdf> [Hämtad 2024-03-26]

Länsstyrelsen Västra Götaland. (2021). *Rolfsån Bilaga 1*. <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.138bab1c17cbcc62eef2ee2/1635410388066/Bilaga%201%20Objektsrelaterad%20information%20Rolfs%20omradet.pdf> [Hämtad 2024-04-09]

Länsstyrelsen Västra Götaland. (2022). *Sammanfattande redovisning av samverkansprocessen för provningsgruppen Rolfån 106\_1*. <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.74b418a31817ff11b114ee3/1655889565559/Sammanfattande%20redovisning-samverkansprocessen-provningsgrupp-rolfsan-juni-2022.pdf> [Hämtad 2024-04-09]

Mengen, D. et al. (2020). *Modeling River Discharge Using Automated River Width Measurements Derived from Sentinel-1 Time Series Remote Sensing*. 12. 3236. 10.3390/rs12193236.

Motion 2022/23: 2194. *Art- och habitatdirektivet*. [https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/motion/art-och-habitatdirektivet\\_ha022194/](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/motion/art-och-habitatdirektivet_ha022194/) [Hämtad 2024-05-05]

Naturskyddsföreningen. (2021). *Viva vatten - Skugga bäcken*. <https://www.naturskyddsforeningen.se/inspiration-tips-och-verktyg/viva-vatten-skugga-backen/> [Hämtad 2024-05-05]

Naturvårdsverket. (2010). *Manual för uppföljning av vattendrag i skyddade områden*. [https://www.naturvardsverket.se/4ac25c/contentassets/3a4c26aa75be461081141418a82ac823/5-ufmanual-vattendrag\\_faststalld20100503.pdf](https://www.naturvardsverket.se/4ac25c/contentassets/3a4c26aa75be461081141418a82ac823/5-ufmanual-vattendrag_faststalld20100503.pdf) [Hämtad 2024-05-06]

Naturvårdsverket. (2018). *Vägledning om förvaltning av skyddad natur*. (Rapportnummer 6838). Stockholm: Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket. (2020). *Sveriges arter och naturtyper i EU:s art- och habitatdirektiv. Resultat från rapportering 2019 till EU av bevarandestatus 2013-2018*. <https://www.naturvardsverket.se/4ac60f/globalassets/media/publikationer-pdf/6900/978-91-620-6914-8.pdf> [Hämtad 2024-04-18]

Naturvårdsverket. (2023). *Redovisning av uppdrag att rapportera utfästelser*. (Rapportnummer NV-02553-23). Stockholm: Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket. (2024a). *Översyn av referensarealer för livsmiljötyper i art- och habitatdirektivet*. (Rapportnummer NV-11038-22). Stockholm: Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket. (2024b). *Referensvärden för naturtyper och arter*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/biologisk-mangfald/vart-arbete-med-biologisk-mangfald/referensvardn-for-naturtyper-och-arter/> [Hämtad 2024-04-16]

Passy, P & Théry, S. (2018). *The Use of SAGA GIS Modules in QGIS*. 10.1002/9781119457091.ch4.

Pourali, S., Arrowsmith, C., Mitchell, D. & Matkan, A. (2014). *Modelling An Overland Water Flow Path In An Urban Catchment Using GIS*. *GeoInformatica*. 4. 2014-1.

Regeringen. (2014). *Regeringsbeslut M2014/593/Nm:Etappmål för biologisk mångfald*  
<https://www.regeringen.se/contentassets/49401effbf8a4d669362913bd26b2019/regeringsbeslut-m2014593nm-etappmal-for-biologisk-mangfald-och-ekosystemtjanster> [Hämtad 2024-05-15]

Riksdagen. (1998). *Förordning (1998:1252) om områdesskydd enligt miljöbalken m.m.* (Författningssamling nr. 1998:1252) [https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-19981252-om-omradesskydd-enligt\\_sfs-1998-1252/](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-19981252-om-omradesskydd-enligt_sfs-1998-1252/) [Hämtad 2024-04-06]

Riksdagen. (2023). *Översyn av regler för Natura 2000-områden.* (Interpellation nr. 2023/24:15).  
[https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/interpellation/oversyn-av-regler-for-natura-2000-omraden\\_hb1015/](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/interpellation/oversyn-av-regler-for-natura-2000-omraden_hb1015/) [Hämtad 2024-04-26]

Skogsstyrelsen. (2014). *Hänsyn till vatten.* <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/malbilder-for-god-miljohansyn/malbilder-kantzoner-mot-sjoar-och-vattendrag/hansyn-till-vatten-alla-faktablad-samlade-i-en-pdf.pdf> [Hämtad 2024-05-07]

Statens geotekniska institut. (2016). *Naturanpassande erosionskydd i vattendrag* (Rapportnummer SGI Publikation 28). Linköping: Statens geotekniska institut.

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. (u.å). *Månads-, årstids- och årskartor*  
<https://www.smhi.se/data/meteorologi/kartor/normal/manadsmedeltemperatur-normal/manad/mars> [Hämtad 2024-05-06]

Sveriges riksdag. (2023). *Översyn av regler för Natura 2000-områden* [https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/interpellation/oversyn-av-regler-for-natura-2000-omraden\\_hb1015/](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/interpellation/oversyn-av-regler-for-natura-2000-omraden_hb1015/) [Hämtad 2024-04-27]

U.S. Army Corps of Engineers. (1994). *Channel Stability Assessment for Flood Control Projects* (Rapportnummer EM1110-201418) Washington, DC.: Department of the Army. (Sida 2-1, 2-2)

Wang, J. et al. (2014). *Geometric road runoff estimation from laser mobile mapping data.* ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. II-5. 10.5194/isprsannals-II-5-385-2014.

Wikström, S. A. & Bergqvist, L.; Länsstyrelserna & Havsmiljöinstitutet. (2023). *Funktionella landskap – hav, sötvatten och våtmarker* (Rapportnummer 2023:02) Malmö: Länsstyrelsen Skåne.

Zhang et al. (2017). An integrated algorithm to evaluate flow direction and flow accumulation in flat regions of hydrologically corrected DEMs. 10.1016/j.catena.2016.12.009

## Bilagor

**Bilaga 1.** Mätpunkter med mått från fält, GIS och elfiskeregistret, samtliga i meter. Även jordarter och marktäckte visas.

**Appendix 1.** Measuring points from field, GIS and elfiskeregistret, all in meters. Soil types and ground cover are also shown.

ID	Mått fält (m)	Mått gis (m)	Elfiskreg. bredd (m)	Jordart	Marktäcke
M1	72	66		Postglacial sand	Öppen mark
M2	38,4	28,5		Morän omväxlande med sorterade sediment	Lövskog
M3	21,4	25,6	4	Morän omväxlande med sorterade sediment	Lövskog
M9	35	40	10	Morän omväxlande med sorterade sediment	Barrskog
M10	24,8	22,6		Gyttjelera	Barrskog
M12	22,8	18,7		Gyttjelera	Barrskog
M13	22,8	21,6		Gyttjelera	Öppen mark
M15	30	23,7		Fyllning	Öppen mark
M19	37,4	38,3		Fyllning	Öppen mark
M20	29,8	29,4		Fyllning	Öppen mark
M25	40	36,4		Gyttjelera	Öppen mark
M27	35,2	33,5		Gyttjelera	Odlad åker
M31	38,4	34,5		Gyttjelera	Odlad åker
M34	37,4	28,1	20	Postglacial lera	Barrskog
M36	52,8	41,3	6	Postglacial lera	Odlad åker
M37	23,4	25,2		Postglacial lera	Odlad åker
M47	33,4	25,7		Postglacial lera	Öppen mark
M49	28,4	21,2		Postglacial lera	Öppen mark
M56	23,2	30		Postglacial lera	Odlad åker
M60	23	22,5		Postglacial lera	Öppen mark
M61	22	23,2		Postglacial lera	Öppen mark
M76	20,4	20,8		Postglacial lera	Öppen mark

M81	20,2	21,3		Postglacial lera	Öppen mark
M86	25	24,4		Postglacial lera	Öppen mark
M88	23,8	24,6		Postglacial lera	Öppen mark
M102	24,2	24,6		Postglacial lera	Öppen mark
M104	35,6	34,3		Svärmsediment	Öppen mark
P105	1	1		Svärmsediment	Odlad åker
P106	6,4	5,2	20	Svärmsediment	Öppen mark
P107	1,3	2		Svärmsediment	Öppen mark
P108	91,8	93,1		Glacial finlera	Öppen mark
P109	2,1	2		Postglacial sand	Barrskog
P110	1,5	1,1		Kärrtorv	Barrskog

