Mal i Båven 2019

En telemetristudie

VATTENBRUKSCENTRUM NORR AB

SportFiskarna

SLU Sveriges lantbruksuniversitet

LÄNSSTYRELSEN Södermanlands län

Rapport 2021:24

Titel: Mal i Båven 2019 – En telemetristudie
Utgiven av: Länsstyrelsen i Södermanlands län
Utgivningsår: 2021
Författare: Henrik Jeuthe, Rickard Gustafsson, Gustav Hellström, Niklas Lindell & William Sidenbom
Foto: Henrik Jeuthe
Diarienr: 511-8678-2021
Rapportnr: 2021:24
ISSN-nr: 1400-0792
Kontaktperson Länsstyrelsen: Alexander Gustavsson

Rapporten finns på: www.lansstyrelsen.se/sodermanland/publikationer

Eller kan beställas hos
Länsstyrelsen i Södermanlands län
611 86 Nyköping
Tel: 010-223 40 00

Förord

Malen, en fiskart som en gång var vanligt förekommande i Sverige, har under det senaste århundrandet blivit allt mer sällsynt i landet. Malen är idag listad som sårbar av ArtDatabanken och finns endast i ett fåtal vattensystem i de sydöstra delarna av Sverige. Sedan 2017 finns ett nytt åtgärdsprogram för arten där Länsstyrelserna, tillsammans med andra aktörer, arbetar med artens bevarande. Länsstyrelsen i Södermanlands län är nationell koordinator för artens åtgärdsprogram.

Kunskapen om malens beteenden och reproduktion har varit låg. För att kunna sätta in korrekta åtgärder fanns det ett behov av att studera dessa faktorer. Föreliggande rapport redogör för den telemetristudie som genomfördes i Båven-populationen med avslut 2019. Kunskapen som framkommer är värdefull för det fortsatta arbetet med malens bevarande. Projektet är ett samarbete mellan Sveriges lantbruksuniversitet, Vattenbrukscentrum Norr och Sportfiskarna med delfinansiering från Länsstyrelsen i Södermanlands län via fiskevårdsmedel.

Alexander Gustavsson

Nationell koordinator, Åtgärdsprogram för bevarande av mal

Länsstyrelsen i Södermanlands län

Sammanfattning

Malbeståndet i Båven är ett av få självreproducerande bestånd i Sverige, och har mycket högt bevarandevärde. De senaste årens studier av malen i Båven har ökat kunskapsnivån kring malens biologi avsevärt och gett ett viktigt underlag för arbetet med bevarandeåtgärder för denna sårbara art. Men det finns fortfarande många kunskapsluckor.

Syftet med det aktuella projektet var att dokumentera malens beteende och habitatval över längre tid, så att denna kunskap kan användas i åtgärdsarbetet för arten. Kunskap om vilka områden malen primärt utnyttjar, eventuella säsongsbetonade skillnader i habitatval och förflyttning är värdefull för att bättre kunna anpassa bevarandeåtgärder och för att förstå artens spridnings- och etableringsmöjligheter - allt i linje med målsättningarna för åtgärdsprogrammet för mal, framtaget 2017. I detta syfte har vi utfört en telemetristudie i Lillsjön, intill Långdunkers herrgård i Flens kommun, Södermanland. Den delpopulation av Båven-mal som lever i Lillsjön är intressant på flera sätt. Malarna lever här i en liten sjö som trots sin ringa storlek visar en mycket variationsrik biotopsammansättning. Sjöns karaktär gör att man med hjälp av akustisk telemetri till en relativt liten kostnad och ansträngning kan samla mängder av information om malars rörelsemönster genom skiftande miljöer och över en längre tidsperiod.

Projektet har så långt resulterat i två examensarbeten. Föreliggande rapport innehåller de huvudsakliga resultaten som tagits fram i dessa arbeten, inkl. en djupare tolkning av resultaten och förslag på fortsatt arbete.

Medelstorleken för malarnas 50%-hemområde – alltså det område som de håller sig inom 50% av tiden - var ca 850 m^2 (± 600) vintertid och 9600 m^2 (±2800) sommartid, enligt Sidenboms beräkningar. De nyttjade med andra ord mer än tio gånger större yta under sommarhalvåret jämfört med vinterhalvåret. Ser man istället på malarnas 95%-hemområde så var detta ca 9 hektar (±4,4) under vintertid och 18 hektar (±5,4) sommartid. Många av malarna nyttjar alltså stort sett hela sjön som sitt hemområde. Detta innebär även omfattande överlapp mellan olika individers hemområden.

Malarna i Lillsjön spenderade merparten av sin tid i sjöns djupare delar, framför allt i de delar som är 2-4 meter djupa. Lillsjön är som mest 5 meter djup. Undantaget var försommaren, maj-juni, då malarna flyttade sig till grundare strandnära områden. Djupdata från malarnas sändare visade också att de till stor del rörde sig i den fria vattenmassan, snarare än att ligga på botten under merparten av året. Att de befann sig i de djupare delarna av sjön betyder alltså inte att de här låg på botten och vilade. Under vintern var de dock stationär på botten, precis som förväntat. Malarna var mer aktiva under natten än under dagen. Detta var extra tydligt under sommarhalvåret, men kvarstod även under vintern. Malarna uppehöll sig även i olika delar av sjön dagtid resp. nattetid. De rörde sig mer mot grunda områden under natten, men uppehöll sig mer i de djupare delarna av sjön under dagen.

Malarna började dra sig mot strandzonerna redan i april. I maj började de favorisera specifika mindre område av strandzonen. Och i juni blev nyttjandet av dessa specifika punkter ytterligare befäst. Detta tolkar vi som att leken skett i juni under det studerade året, 2019. Är detta korrekt, är det ganska förvånande då man skulle förvänta sig en något senare fortplantningsperiod i de norra delarna av utbredningsområdet. De *hotspots* som identifierats som möjliga lekplatser skulle behöva undersökas närmare under kommande fortplantningssäsonger - för att dokumentera pågående lek och på så vis få facit på vilka miljöfaktorer som ger förutsättningar för lyckad fortplantning hos malen i Sverige.

Innehåll

Sammanfattning 1

Bakgrund 3
Åtgärdsprogrammet för mal 3
Kunskapsläget idag 3
Arbetet som ledde oss till det aktuella projektet 4
Syfte och målsättningar 4

Utförande 6
Studieområde 6
Bottenkartering av Lillsjön 7
Fångst 8
Märkning 8
Akustisk telemetri 10
Aktiviteter år för år 11
2019 11
2020 11
2021 12

Resultat och diskussion 13
Hemområden 13
Habitatpreferens och rörelsemönster 14
Fortplantning – tid och plats 17

Förslag på vidare arbete 19
Studier 19
Åtgärder 19

Kommunikation 19

Ytterligare information 20
Publikationer från projektet 20
Publikationer från tidigare projekt 20

Erkännande 20

Referenser 21

Bakgrund

Malbeståndet i Båven är ett av få självreproducerande bestånd i Sverige, och har mycket högt bevarandevärde. De senaste årens studier av malen i Båven har ökat kunskapsnivån kring malens biologi avsevärt och gett ett viktigt underlag för arbetet med bevarandeåtgärder för denna sårbara art. Men det finns fortfarande många kunskapsluckor. Tidigare ansträngningar har nästan uteslutande varit begränsade till sommaren och har endast gett ögonblicksbilder från malarnas liv. Vi har ännu inte lyckats fastställa exakt plats och tidpunkt för leken. Vi vet inte var de tar vägen på vintern, och generellt väldigt lite om hur deras aktivitet och habitatval varierar över dygnet och säsongen. All denna kunskap är viktig för att kunna förbättra förvaltningsplaner och åtgärdsarbete

Åtgärdsprogrammet för mal

Åtgärdsprogrammet för mal upprättades 2017 och gäller för perioden 2017-2021. Här presenterades kortsiktiga och långsiktiga visioner för de svenska malbestånden, samt förslag på åtgärder som borde komma till stånd under programperioden. Visionerna för programmet var som följer:

Långsiktiga mål (senast 2030)

- Antalet vuxna och reproduktionsdugliga individer i samtliga populationer ska ha ökat.
- Malen har getts ökad möjlighet att sprida sig där det finns belägg att arten förekommit naturligt under det senaste seklet.
- Vandringshinder och reglering av sjöar och vattendrag i de områden där mal finns kvar har anpassats så att de inte påverkar malen negativt.
- Möjligheten för lek begränsas inte av tillgången på lekplatser och uppväxtmiljöer.
- Den genetiska statusen har förbättrats så att beståndet kan överleva framtida miljöförändringar.

Kortsiktiga mål (under programperioden)

- Antalet juvenila malar ska vara stabilt eller ha ökat, och antalet föräldrafiskar ska ha ökat.
- Tillgänglig areal och lämpliga habitat för malen ska ha ökat genom att vandringsvägar öppnats upp och livsmiljöer restaurerats.
- Framtagande av populationsspecifika bevarandeplaner.
- Habitatkartering ska vara genomförd i de viktigaste områdena.
- Kunskapen om malens ekologi ska ha ökat så att lämpliga åtgärder kan sättas in på rätt ställe.
- Viktiga lek- och uppväxtområden samt annars viktiga miljöer för mal har ett formellt skydd.

Fokus lades alltså till stor del på att säkra tillgång till viktiga habitat (skydd, restaurering m.m.) samt åtkomst till dessa (eliminera vandringshinder). När man läser åtgärdsprogrammet blir det även tydligt att mycket av kunskapen som behövs som grund för åtgärdsarbetet ännu saknas.

Kunskapsläget idag

Man vet lite om malens biologi och ekologi här i Sverige. Den omfattande kunskap som finns för malen i Centraleuropa går inte att tillämpa fullt ut under de annorlunda omständigheter som arten fått anpassa sig efter här, i utkanten av utbredningsområdet. Exempelvis tros reproduktionen begränsas av de låga temperaturer som malen upplever här i Sverige. Tillväxttakten är klart lägre och det tar alltså längre tid att samla energi för könsmognad och uppbyggnad av gonader (rom och mjölke). Reproduktionsframgången kan också vara direkt hämmad av för låg vattentemperatur under lekperioden. I kontinentala Europa påbörjar malen sin lek vid vattentemperaturer över 18 grader Celsius (Copp et al., 2009). Troligtvis gäller liknande för de svenska malarna, även om en eventuell anpassning till det svenska klimatet kan ha gjort att leken inleds vid något lägre temperaturer i Sverige. Leken

verkar inte lyckas varje år i Sverige, utan endast år där vattentemperaturen blir tillräckligt hög (Vinterstare, 2017).

Internationella studier har visat på samband mellan vattentemperatur, säsong och malens aktivitet och hemområdesstorlek, där malarna haft högre aktivitet och utnyttjat större områden under de varmare årstiderna (Daněk et al., 2016; Slavík et al., 2014), samt att malen tycks vara relativt stationär över året, och har definierade hemområden eller revir som de sällan lämnar (Brevé et al., 2014; Carol et al., 2007; Lenhardt et al., 2021).

Malen verkar föredra att lägg sin rom i vegetationsrika grundområden, exempelvis under överhäng av växter eller vid blottlagda rotsystem, och hanen vaktar rommen till dess att dessa kläckts (Horváth et al., 1984; Vinterstare, 2017). Tillgång till lekområden tros vara ytterligare en begränsande faktor för de svenska beståndens utveckling och fortlevnad. Men vi vet inte exakt vilka krav malen har på en lämplig leklokal. Med andra ord, ett framgångsrikt åtgärdsarbete i syfta att styrka de svenska malbestånden kräver omfattande kunskapsuppbyggnad kring artens biologi och ekologi.

Arbetet som ledde oss till det aktuella projektet

Gruppen bakom det aktuella projektet har tidigare utfört en rad studier på malbeståndet i Båven/Nyköpingsåns vattensystem. De tidigare studierna har omfattat såväl ren kunskapsuppbyggnad som utvärdering av både inventeringsmetodik och bevarandeåtgärder – allt i syfte att stödja arbetet kopplat till åtgärdsprogrammet. Här följer ett urval av tidigare studier ledda av projektdeltagarna:

- Kartering av lämpliga miljöer för mal
- Temperaturanalys med fokus på lekmiljöer för mal
- Beståndsstärkande åtgärder för mal i Båven
- Kartering av vandringshinder
- Beteendestudier med sonarkamera och radiotelemetri
- Utvärdering av alternativa inventeringsmetoder – elfiskebåt, sonarkamera, ROV (remotely operated underwater vehicle)

Vårt, och andras, tidigare arbete med malen har byggt på kunskapen om arten och dess livsmiljö avsevärt. Men det har också fått en att inse hur mycket grundläggande kunskap som fortfarande saknas. Arbetet har även bjudit på en del överraskningar. Nya insikter om malens liv får en att ifrågasätta det man tidigare trodde sig veta.

Utifrån denna sinnesstämning bestämde vi oss för att ta ett steg tillbaka och skaffa oss en bättre överblicksbild. Vi ville lära känna malen bättre och detta genom att följa enskilda individer minut för minut över flera års tid. Den bästa tillgängliga teknik för att åstadkomma detta just nu är akustisk telemetri. Telemetristudier i stor skala kan dock bli kostsamma eftersom den bygger på teknisk utrustning som är relativt dyr. Ju större yta som ska täckas, desto fler mottagare behövs. För det aktuella projektet har vi dock lokaliserat en lite sjö med malar i anslutning till Båven. Här skulle det bli möjligt att samla stora mängder information om malars levnadsmönster i litet format, men med möjlighet att tillämpa de nya kunskaperna även i större system.

Syfte och målsättningar

Syftet med det aktuella projektet var att dokumentera malens beteende och habitatval över längre tid, så att denna kunskap kan användas i åtgärdsarbetet för arten. Kunskap om vilka områden malen primärt utnyttjar, eventuella säsongsbetonade skillnader i habitatval och förflyttning är värdefull för att bättre kunna anpassa bevarandeåtgärder, reservatsbildning och för att förstå artens spridnings- och etableringsmöjligheter. Inför starten 2019 sattes följande målsättningar upp projektet:

- Förse 10 vuxna malar med akustiska sändare.
- Mäta, könsbestämma samt ta vävnadsprov för DNA-analys av samma individer.
- Beskriva malarnas rörelsemönster och aktivitet över dygn och säsong i förhållande till habitat och temperatur.
- Identifiera eventuella parbildningar och specifika leklokaler.
- Utvärdera valet av lekmiljö över tid. Nyttjas samma lekmiljö av samma individer år efter år, d.v.s. finns ett tydligt homing-beteende?
- Kvantifiera naturlig dödlighet

Under projektperioden har två mastersstudenter arbetat inom projektet. Dessa har satt upp specifika frågeställningar för sina studier som har direkt anknytning till det övergripande syftet med projektet. Niklas Lindell fokuserade på malbeståndet i Lillsjön (Lindell, 2021), medan William Sidenboms arbete omfattade malar i både Lillsjön och Emån (Sidenbom, 2021).

Sidenbom:

- Skiljer sig hemområdesstorleken för malarna i Lillsjön mellan säsongerna?
- Skiljer sig djuppreferens för individerna i Lillsjön mellan säsongerna?
- Uppehåller sig malen i högre grad nära land i samband med lekperioden under sommaren?

Lindell:

- Har malen preferens vad gäller djup och bottenhårdhet?
- Hur varierar rörelsemönster och habitatpreferens över dygn och säsong?
- Hur varierar hemområdenas storlek och karaktär över säsong?

Utförande

Studieområde

Telemetristudien utfördes i Lillsjön, intill Långdunkers herrgård i Flens kommun, Södermanland (Figur 1). Denna sjö ska alltså inte förväxlas med sin namne intill Hornsundssjön i Båven, där tidigare studier på mal utförts. Lillsjön (Långdunker; N 6553161, Ö 603577) är 0,318 kvadratkilometer stor, belägen 23 meter över havet och tillhör Nyköpingsåns avrinningsområde. Sjön är näringsrik och karaktäriseras av överhängande vegetation längs flera av strandkanterna. Strandlinjen är även sammansatt av grunda vassområden, kala klipp- och stenstränder, samt ett fåtal gungflyn.

Figur 1. Lillsjön ligger strax norr om Sparreholm i Södermanland, just intill Långdunkers herrgård. Sjön är förbunden med Båven via kyrkån, Torparviken och Skarvnäsviken (karta Lantmäteriet).

Den delpopulation av Båven-mal som lever i Lillsjön är intressant på flera sätt. Malarna lever här i en liten sjö som trots sin ringa storlek visar en mycket variationsrik biotopsammansättning. Man kan se

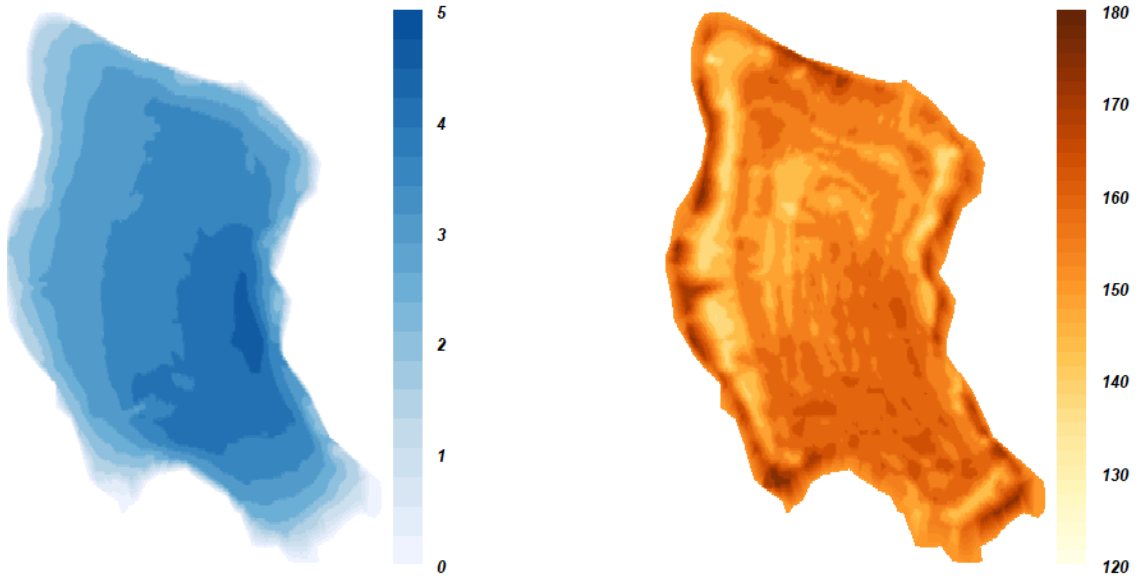
den som en miniatyrversion av de mer omfattande malrika områdena som återfinns i t.ex. nordöstra delarna av Båven (Hornsundssjön m.fl.). Sjöns karaktär gör att man med hjälp av akustisk telemetri till en relativt liten kostnad och ansträngning kan samla mängder av information om malars rörelsemönster genom skiftande miljöer och över en längre tidsperiod. En insats i denna mindre sjö kan även användas som pilotstudie för att utvärdera tekniken inför ett eventuellt storskaligare telemetriprojekt i hela Båvens sjösystem.

Det finns ett vandringshinder just i Lillsjöns utlopp till Kyrkån. Kyrkån binder samman Lillsjön med resten av Båven-systemet nedströms via Torparviken, men även med Västersjön uppström längs Kyrkån. Under planeringen av projektet mottogs information om att vandringshindret mellan Lillsjön och Kyrkån var borttaget. Denna information visade sig dock vara felaktig. Vandringshindret stoppar effektivt passage av vuxna malar, medan mindre individer kanske har möjlighet att passera (Figur 2). Eftersom Lillsjöns malar varit mer eller mindre isolerade under en längre tid skulle det vara intressant att jämföra deras genetik med den övriga populationen.

Figur 2. Vid utloppet från Lillsjön intill Långdunkers herrgård finns en gammal regleringsdamm som är mer eller mindre raserad. Foto: Rickard Gustafsson.

Bottenkartering av Lillsjön

För att bättre förstå varför malarna väljer vissa områden i sjön framför andra, gjordes en kartläggning av sjöbottnens fysiska karaktärer. Hela sjön loggades med ekolod (Lowrance HDS-9 gen 3 med Totalscan-givare). Ekolodsdata användes sedan för att producera en GIS-karta (raster) med djup och en med bottenhårdhet (Figur 3).



Figur 3. Bathymetriska kartor över Lillsjön som visar djup (vänster) och bottenhårdhet (höger) (från Lindell 2021).

Fångst

Malarna fångades in med hjälp av långrev och med spöfiske från båt . Fångstperioden var mellan slutet av maj och början av juni samtliga år.

Långrev

Långrevarna var specifikt konstruerade för fångst av vuxna malar. De bestod av två ankare, med tillhörande flytelement. Dessa var fästa i ändarna av en tamp. Längs tampen fanns ytterligare flytelement placerade för att hålla reven ytligt. Tafsar med sänke och krokar betade med betesfisk var placerade mellan flytelementen. Tafsarna var fästa med en klammer i tampen så att man enkelt kunde lösgöra en tafs i taget när reven skulle vittjas. Långrevarna placerades ut och vittjades från en mindre motorbåt. Vid fångst krokades fisken varsamt av och överfördes till en gummidukskläd blötlagd vagga. I vaggan försågs fisken med en blöt duk över huvudet.

Spöfiske

Spöfiske utfördes från ankrad båt med 6–8 spön åt gången. Varje spö var riggat mot ett fixerat flöte i varsin riktning från båten med hjälp av en tunn brottlina, brottlinan höll betet fixerat, men brast när malen tog betet. På så vis kunde eventuella trassel med flötet undvikas. Varje spö var försett med en 0,91 mm tjock flourcarbontafs vilken avslutades med en trekrok i storlek 2/0 eller en enkelkrok ämnad för mal. Samtliga spöriggar var betade med betesfisk. Spöna riggades under kvällstid och fisket pågick under följande natt.

Placeringen av betesriggar har vid profisketillfällena varit relativt jämnt fördelade över hela Lillsjön i syfte att täcka störst möjliga område samt alla olika habitattyper/djup. Betet har både vid spöfisket och långrevsfisket bestått av olika sorters betesfisk som förekommer naturligt i sjön. Exempelvis abborre (*Perca fluviatilis*), mört (*Rutilus rutilus*), braxen (*Abramis brama*) och björkna (Blicca bjoerkna).

Märkning

Sändare placerades i malarnas bukhåla genom ett mindre kirurgiskt ingrepp (Figur 4). Malarna bedövades med Trikainmetansulfonat (MS-222) inför ingreppet. Ett snitt gjordes med skalpell in till

bukhålan och en akustisk sändare fördes in genom öppningen. Därefter syddes snittet ihop. Under tiden i vaggan ventilerades fisken kontinuerligt med vatten. Fisken återutsattes därefter varsamt i vattnet. Ingreppen utfördes utan komplikationer och alla malar visade god hälsostatus vid återutsättning. Flera nymärkta malar återfångades efter bara ett dygn, vilket visar på extremt god återhämtning. Redan då var de alltså igång och sökte föda på nytt.

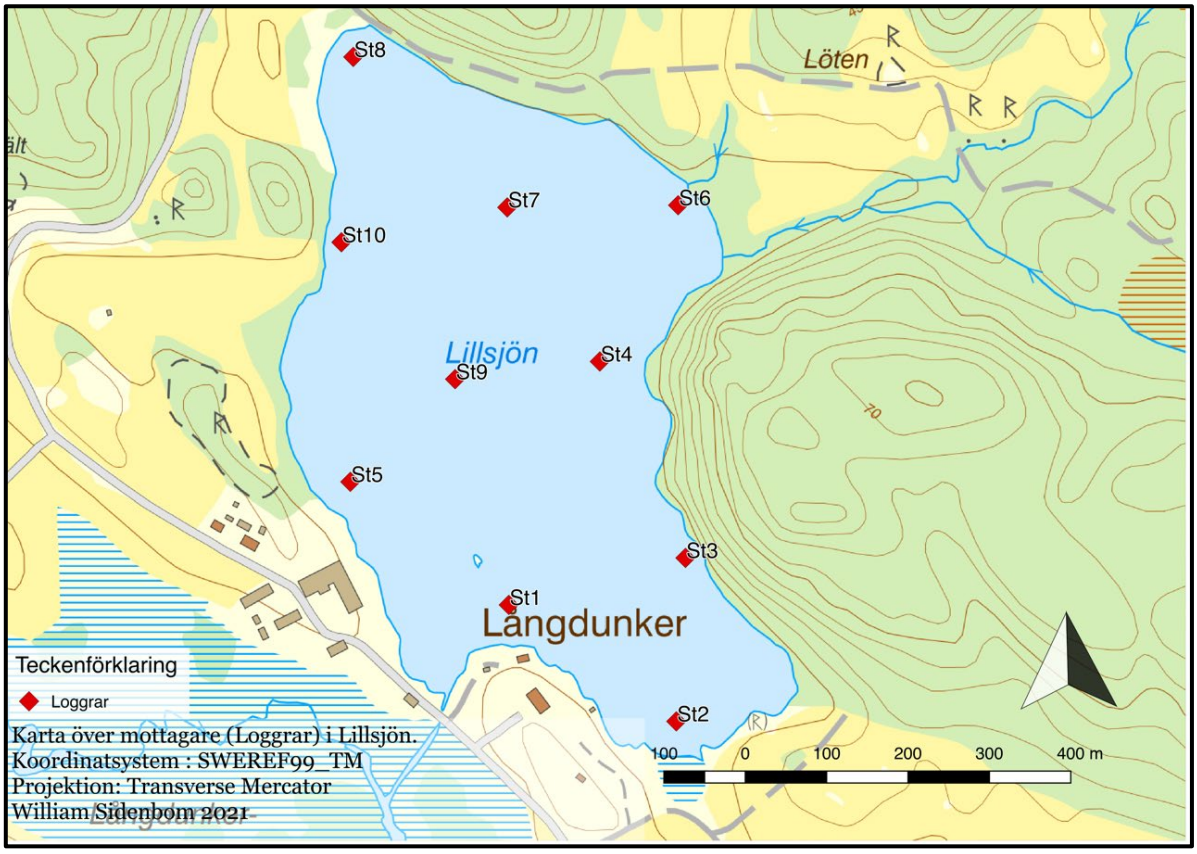
Figur 4. Akustiska sändare placerades i bukhålan hos vuxna malar genom ett mindre kirurgiska ingrepp (övre bild). Under ingreppet som tog några minuter pumpades vatten längs rännan och över malens gälar (nedre bild). Foto: Henrik Jeuthe

Akustisk telemetri

Akustiska sändare är, till skillnad mot PIT-tags, aktiva sändare som skickar ut en ID-signal som kan detekteras av utplacerade mottagare. Dessa möjliggör kontinuerlig positionering av märkta fiskar med hög rumslig och temporal upplösning utan en kontinuerlig arbetsinsats via manuell pejling. Dessutom möjliggör de datainsamling av en rad olika parametrar utöver position, exempelvis fiskens kroppstemperatur och djup (Hussey et al., 2015). Det finns ett antal internationella studier på europeisk mal, där man med framgång använt sig av akustisk telemetri för att undersöka malens rörelsemönster och områdesutnyttjande (Carol et al., 2007; Lenhardt et al., 2021; Slavík et al., 2014).

Tio stycken akustiska mottagare, modell Vemco VR2tx 69khz, placerades ut över hela Lillsjön (Figur 5), för att registrera sändarnas signaler och möjliggöra kontinuerlig positionering av de märkta malarna. Om en signal från en sändare detekteras av minst tre mottagare, så kan sändaren positioneras via hyperbolisk positionering, med en precision på 2 meter. Sändarna som använts på malarna i Lillsjön var av modell Vemco V16TP-4x-0, och dessa sänder i snitt 1 signal var 240:e (+/- 190-290) sekund, och ger förutom tidsstämpel och position, också information om fiskens djup och temperatur. Sändarna var 71 mm långa cylindrar med diameter på 16 mm och vägde 26 g.

Föreliggande rapport omfattar telemetridata insamlade under projektets första år. Eftersom mottagarna samlat data under knappt ett år är data från maj ej helt fullständiga. Denna månad har därför uteslutits ur en del analyser. För detaljerad information kring hantering, filtrering och analys av telemetridata, vänligen se examensarbeten av Sidenbom och Lindell.



Figur 5. Karta över utplacerade akustiska mottagare i Lillsjön (från Sidenbom 2021)

Aktiviteter år för år

2019

Målen för år 2019 var att:

- Köpa in telemetriutrustning
- Sätta upp ett nätverk av mottagare (hydrofoner) i Lillsjön
- Fånga 10 vuxna malar och förse dessa med sändare
- Individmärka (PIT-tag) och ta vävnadsprov (DNA) från dessa 10 och ev. ytterligare malar i sjön
- Hämta in data samt byta batteri i mottagarna innan vintern

Utfall 2019

Utrustningen köptes in av SLU under våren 2019. Fisket utfördes framgångsrikt under andra halvan av maj, då mer än 10 vuxna malar fångades in. Samtliga märktes med PIT-tags och vävnadsprover samlades in. 10 malar försågs med akustiska sändare. I samband med märkningen placerades även mottagarna ut för att kunna kartlägga malarnas rörelsemönster i hela sjön.

Det visade sig att mottagarnas batterier hade bättre livslängd än förväntat. Därför blev det inte nödvändigt med ett batteribyte innan vinterns isläggning. Vi valde därför att inte heller hämta in sommarens insamlade data i år utan skjuta på detta till våren, då det skulle göras tillsammans med batteribyte. Istället förbereddes mottagarnas riggar inför vintern genom att ta bort flytbojar som annars skulle kunna medföra problem vid isläggning.

De uppsatta målen för året nåddes alltså. Som en bonus fick projektet också viss medial uppmärksamhet under året (se avsnitt ”kommunikation”).

2020

Målen för år 2020 var att:

- Samla in och analysera telemetridata från första året av projektet
- Byta batterier i loggrar
- Komplettera med märkning av ytterligare sex vuxna malar

Utfall 2020

Under våren tömdes de loggrarna på telemetridata och batterierna byttes. I maj 2020 märktes fyra vuxna malar, totalt hade alltså 14 malar märkts under de första två åren av projektet. Flera av de märkta malarna från 2019 återfångades under fisket 2020. Med tanke på antalet återfångster hade troligen majoriteten av vuxna malar i sjön nu fångats in.

Data från loggrarna skickades till producenten i Kanada för behandling. Deras hantering försenades p.g.a. pandemin men data färdiga för analys levererades tillbaka till oss under hösten. En student vid Linköpings universitet, Niklas Lindell, rekryterades till projektet. Niklas var den första att analysera data från projektet, vilket skulle utgöra grunden i hans examensarbete. Vid slutet av det andra projektåret hade enklare analyser hunnits med, vilka i grova drag visade malarnas rörelser i djupled och över sjöns geografiska utsträckning. Nästa steg var att tillämpa mer intrikat modellering för utvärdering av beteende och habitatval m.m.

De uppsatta målen för året nåddes alltså sånär som på antalet extra malar som märkts (dessa ingick dock inte i den ursprungliga projektplanen).

2021

Målen för 2021 var att:

- Förse ytterligare några malar med sändare
- Analysera telemetridata från 2019
- Skicka data från 2020 för behandling i Kanada
- Färdigställa minst ett examensarbete baserat på data från projektet

Utfall 2021:

Ytterligare tre malar i Lillsjön försågs med sändare under försommaren 2021. Totalt märktes alltså 17 malar under hela projektet. Detta extra fältarbete och malmärkningstillfälle kunde realiseras tack vare ytterligare medfinansiering från SLU.

Niklas Lindell presenterade sitt examensarbete om mal 25 maj 2021. Examensarbetet blev sedan godkänt i början av juni.

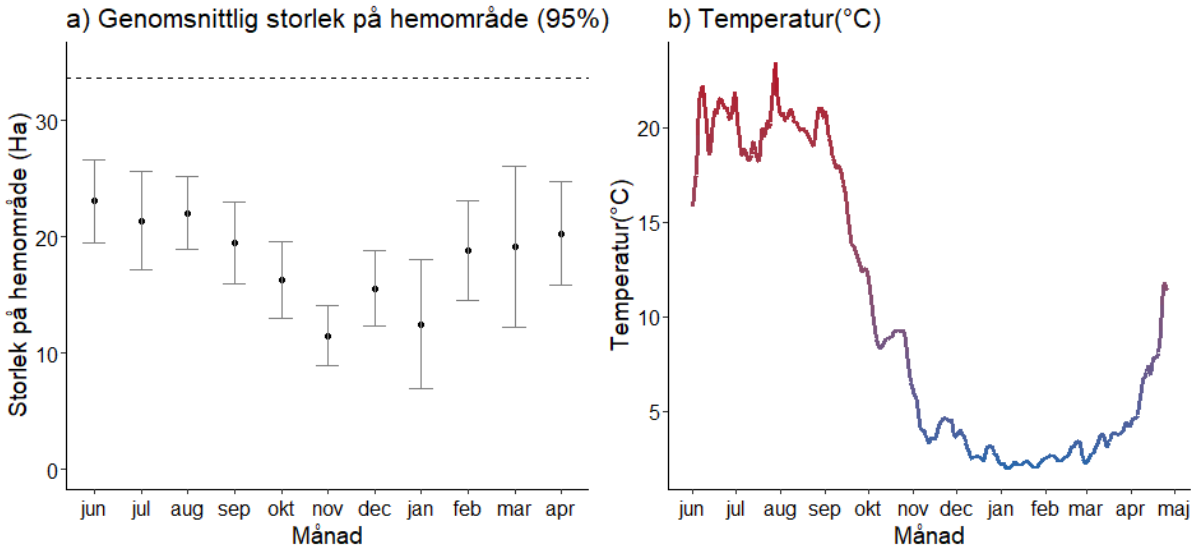
Ytterligare en mastersstudent, William Sidenbom vid VFM, SLU Umeå, började jobba med data från projektet till sitt examensarbete under senare delen av 2020. William presenterade sitt arbete 4 juni 2021 och arbetet blev godkänt strax efter sommaren.

De två examensarbetena utgör grunden till den dataanalys och framtagande av resultat som rymts under projekttiden. Stora mängder data har samlats in, och samlas fortfarande in under skrivande stund. Uttömmande analyser av dessa data ryms dock inte inom de budget- och tidsmässiga ramarna för nuvarande projekt. Arbetet med detta kommer således fortsätta efter projekttidens slut.

Resultat och diskussion

Hemområden

Medelstorleken för malarnas 50%-hemområde – alltså det område som de håller sig inom 50% av tiden - var ca 850 m^2 (± 600) vintertid och 9600 m^2 (±2800) sommartid, enligt Sidenboms beräkningar. De nyttjade med andra ord mer än tio gånger större yta under sommarhalvåret jämfört med vinterhalvåret. Ser man istället på malarnas 95%-hemområde så var detta ca 9 hektar (±4,4) under vintertid och 18 hektar (±5,4) sommartid. Man kan tolka detta som att rörelserna under sommaren var jämnare över ett stort område, medan malarna under vintertid för det mesta uppehöll sig inom ett mycket begränsat område men med sporadiska men ganska långa utflykter. Man ser på standardavvikelsen att det också var mycket stora skillnader mellan individer vad gäller storlek på hemområden. Lindells beräkningar av storlek på hemområden gav generellt något högre skattningar, med genomsnittliga storlekar på hemområden på 20-25 hektar sommartid (Figur 6). Skillnaderna i resultat kan bero på olikheter i datahantering och analysmetod. Resultaten ligger dock inom samma storleksordning.



Figur 6. Genomsnittlig storlek i hektar på 95%-hemområden för malar i Lillsjön presenterat per månad (vänster), samt vattentemperaturkurvan för samma period (höger) (från Lindell 2021).

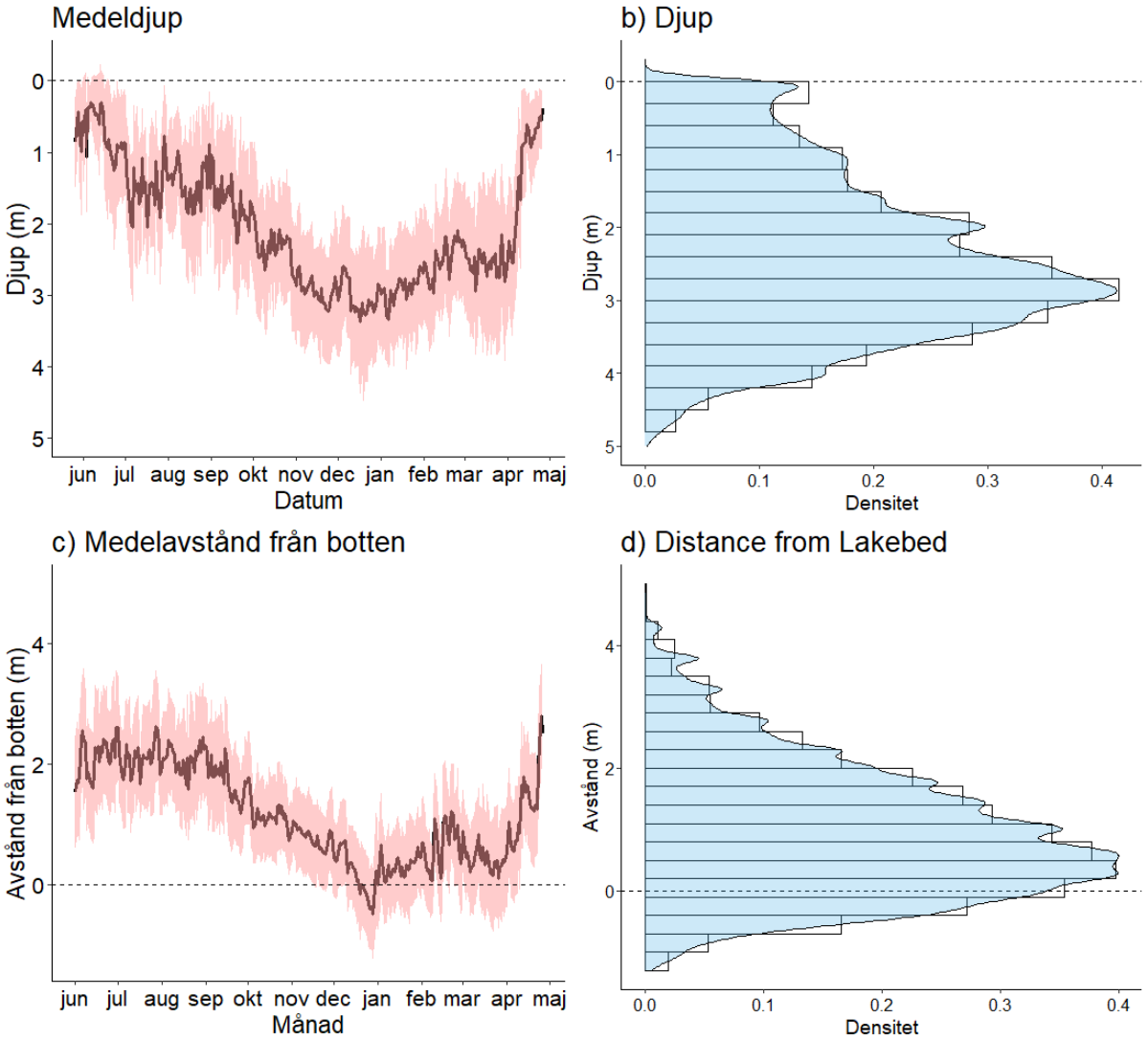
I en akustisk telemetristudie på mal i en sjö i motsvarande storlek som Lillsjön i Tjeckien fann Daněk et al. (2016) att malar med en kroppslängd på 28–55 cm hade genomsnittliga 95% hemområde på 1275m^2. Detta är nästan 100ggr mindre än medelstorleken på hemområdena för vuxen mal i Lillsjön, och kan styrka teorin om att hemområdesstorlek för mal korrelerar med fiskens kroppsstorlek, vilket observerats i en annan studie (Slavík et al., 2014). Vi har ännu inte hunnit se på om individuella skillnader inom Lillsjön kan kopplas till kroppsstorlek. Men detta kan med fördel göras först när vi har fått in data från alla nu märkta individer (17 st). Då kanske vi kan säga något mer om huruvida de stora hemområden som vi fått fram för malarna i Lillsjön är ett resultat av att vi märkt stora individer eller om malarnas hemområden i just denna sjö – eller generellt här i norra delen av utbredningsområdet – är exceptionellt stora. Det kan vara värt att notera att hela Lillsjön har en yta på just över 30 hektar. Många av malarna nyttjar alltså stort sett hela sjön som sitt hemområde. Detta innebär även omfattande överlapp mellan olika individers hemområden. Detta kan också ses i de rumsliga data som presenteras i avsnittet ”Rörelsemönster…”. Den stora rörligheten och överlapp mellan olika malars hemområden är ganska överraskande, om man jämför med tidigare litteratur om arten. Malen beskrivs ofta som något av en ensamvarg, som hittar ett lämpligt kärnområde att leva i och sedan försvarar detta revir gentemot artfränder. Visserligen har vi sett tendenser till denna toleranta ”inställning” malar emellan redan under

tidigare studier i Båvenområdet. Vid studier av malar med hjälp av sonarkamera 2017-2018 observerades stora antal vuxna malar tillsammans under gungflyn (Jeuthe et al., 2018; Östby, 2017). Radiotelemetristudier under samma period visade också på stora och överlappande individuella hemområden (Spange, 2018). Stora hemområden skulle t.ex. kunna tyda på att resurserna är begränsade i Lillsjön, som är isolerad, vilket tvingar malen att jaga över större områden (Börger et al., 2008; Slavík et al., 2014).

Att göra en motsvarande telemetristudie på mal i ett större sjösystem, exempelvis i den angränsande stora sjön Båven, vore intressant för att studera malens beteende i ett system där den inte begränsas av ytan. Resultaten visar även på att malen utnyttjar relativt stora områden under den huvudsakliga tillväxtsäsongen, vilket innebära att bevarandeåtgärder som skyddade områden skulle behöva täcka stora ytor för att vara funktionella (Kramer and Chapman, 1999).

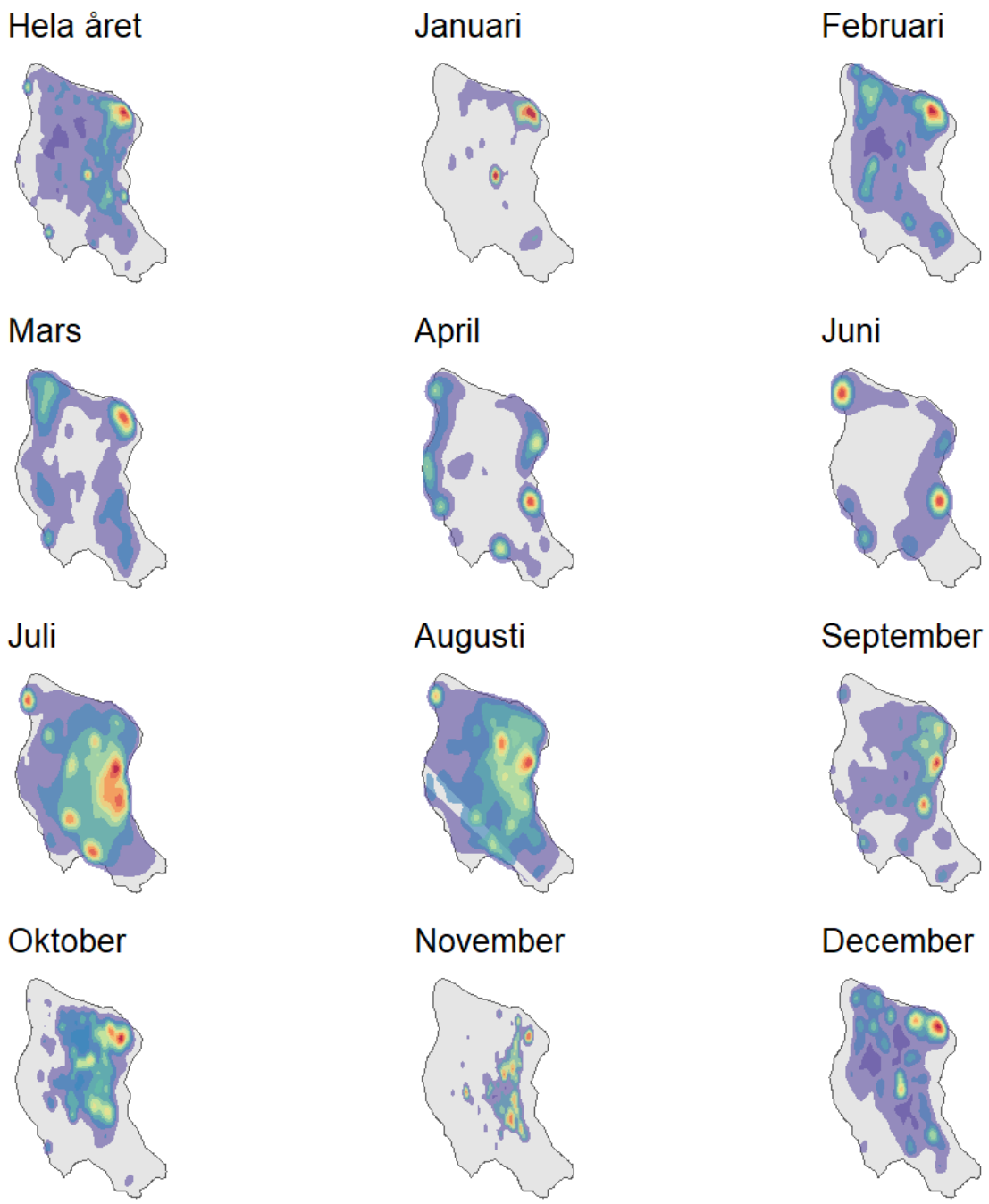
Habitatpreferens och rörelsemönster

Malarna i Lillsjön spenderade merparten av sin tid i sjöns djupare delar, framför allt i de delar som är 2-4 meter djupa (Figur 7). Lillsjön är som mest 5 meter djup (Figur 3). Undantaget var försommaren, maj-juni, då malarna flyttade sig till grundare strandnära områden. Detta beteende är med största sannolikhet kopplat till fortplantning, vilket vi återkommer till i nästa avsnitt. Djupdata från malarnas sändare visade också att de till stor del rörde sig i den fria vattenmassan, snarare än att ligga på botten under merparten av året. Att de befann sig i de djupare delarna av sjön betyder alltså inte att de här låg på botten och vilade. Under vintern var de dock stationär på botten, precis som förväntat. Malar sägs ligga i stort sett i dvala största delen av vinterhalvåret. Vad våra data visar är dock att det endast är under en kort period de är (nästintill) helt stationära i de djupare delarna av sjön. Denna period omfattar framför allt december och januari. Daněk et al. (2014) visade att syrebrist i näringsrika sjöar vintertid kan vara en orsak till att europeisk mal kan ha en viss aktivitet trots kalla temperaturer, och att fisken aktivt letar efter mer syrerika platser när syrehalten är låg. Det är inte orimligt att anta att detta kan vara orsaken till att malarna i Lillsjön i viss mån förflyttar sig även under vintern.



Figur 7. Malarnas position i vattenmassan (djupled) i förhållande till ytan (a och b; streckad linje) samt botten (c och d; streckad linje). Graferna till vänster (a och c) visar förändring över säsong, inkl. medelvärde (svart linje) och standardavvikelse (rosa band). Histogrammen till höger (b och d) visar fördelning av observationer över hela studieperioden (från Lindell 2021).

Grovt generaliserat kan malarnas nyttjande av sjöns olika delar beskrivas så här över året (se även Figur 8): Under midvintern ligger de på botten samlade till (framför allt) ett litet område i nordöstra delen av sjön. När våren närmar sig börjar de röra på sig, först inom de djupa centrala delarna av sjön. I mars letar de sig succesivt ut till strandområdena, där de sedan stannar till och med juni. Under senare delen av denna period koncentrerat till få specifika *hotspots*, troligen lekplatser. Från juli och ut över sensommaren är de mycket aktiva och nyttjar stora delar av sjön, framför allt den östra halvan. Inpå hösten avtar aktiviteten något och utbredningsområdet krymper succesivt ihop till det nordöstra hörnet igen inför vintern. Rörelsemönstret skiljer sig dock kraftigt mellan olika individer (se bilaga 1).



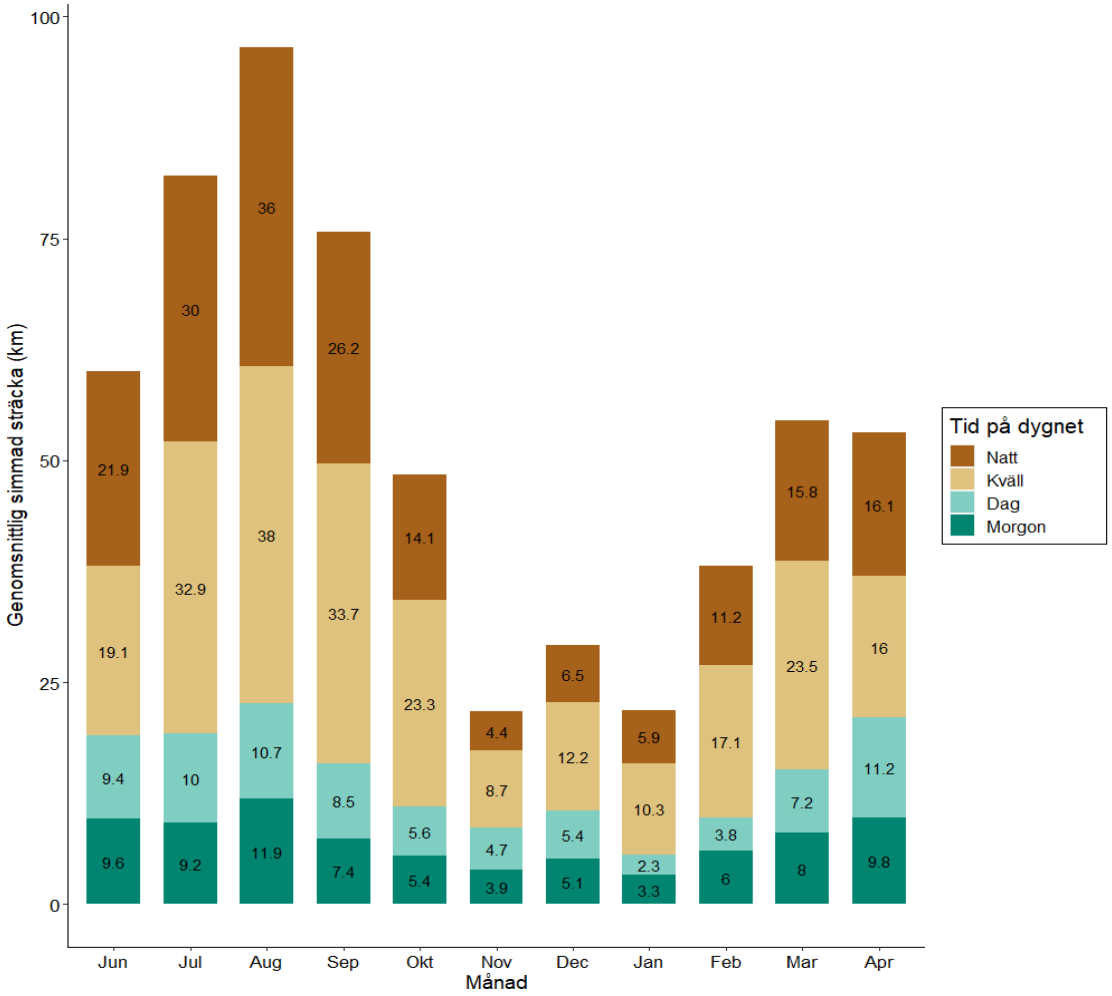
Figur 8. Kartor som visar var i Lillsjön de märkta malarna registrerades mest frekvent under olika månader. Data från samtliga malar är sammanslagna, för individuella observationer se bilaga (från Lindell 2021)

Vad som gör just det nordöstra hörnet av Lillsjön så attraktivt för malarna vet vi i dagsläget inte. Det skulle vara intressant att göra mer detaljerade undersökningar av de fysiska och biologiska karaktärer som eventuellt särskiljer detta område. Analyserna hittills omfattad endast de fysiska karaktärerna djup och bottenhårdhet. Dessa ger inga ledtrådar om just detta områdes attraktionskraft. Bottenhårdhet visade sig förövrigt inte ge någon användbar information eller förklaring till malarnas habitatsval överlag hittills under analysarbetet.

Överlag kan säsongsvariation i aktivitet nog till stor del förklaras med säsongsberoende skillnader i födosök och -intag. Detta är i sin tur kopplat till temperatur - högre temperatur ger ökad metabolism. Ökad metabolism innebär en snabbare energiförbrukning och därmed större behov av föda, men det ger

även större möjlighet till tillväxt. På våra breddgrader har malarna sannolikt ett mycket smalt fönster för tillväxt varje år, i och med den långa och kalla vintern.

Som förväntat var malarna mer aktiva under natten än under dagen (Figur 9). Detta var extra tydligt under sommarhalvåret, men kvarstod även under vintern. Malarna uppehöll sig även i olika delar av sjön dagtid resp. nattetid. De rörde sig mer mot grunda områden under natten, men uppehöll sig mer i de djupare delarna av sjön under dagen. Mest troligt kan alla dessa skillnader mellan dag och natt förklaras med att malarna jagar under natten och vilar under dagen, grovt generaliserat. Alltså skulle de grundare områdena även vara viktigare för dem när det gäller att finna föda.



Figur 9. Rörelseaktivitet hos malarna fördelat mellan olika tider på dygnet, samt hur detta förändras över året. Tid på dygnet definierades som morgon 04:00-10:00, dag 10:00-16:00, kväll 16:00-22:00 och natt 22:00-04:00. Värden i staplarna visar genomsnittliga förflyttningar i km per fisk.

Fortplantning – tid och plats

Malarna i Lillsjön spenderade mer tid i strandzonen under sommarperioden jämfört med övriga året. Detta skulle kunna bero på lekbeteenden, då man vet att malen gärna leker och lägger sin rom vid strandnära vegetation, under överhäng eller vid blottade trädrötter i strandzonen (Copp et al., 2009; Vinterstare, 2017).

Malarna spenderade överlag endast 6% av sin tid i strandzonen under potentiell lekperiod, vilket tyder på att om leken skedde nära stranden så var det under en mycket begränsad tid (Sidenbom 2021). Detta är absolut ingen omöjlighet. Själva fortplantningsmomentet – befruktning av rommen – kräver endast

ett ögonblick, och sägs äga rum under en varm sommarkväll. Även perioden från befruktning till när rommen kläcker är mycket kort hos malen, man brukar räkna med 2-10 dagar beroende på vattentemperatur. Däremot är det osäkert hur lång tid som läggs vid lekplatsen inför fortplantningen, till iordningställande av rede och uppvaktning av potentiella partners.

Om man tittar på hur de individuella malarna rört sig (bilaga 1) var det redan i april som de började dra sig mot strandzonerna. I maj började de favorisera specifika mindre område av strandzonen. Och i juni blev nyttjandet av dessa specifika punkter ytterligare befäst. Redan i juli började de favoriserade områdena lösas upp något och rörelserna blev något mer vidsträckta. Detta tolkar vi som att leken skett i juni under det studerade året, 2019. Är detta korrekt, är det ganska förvånande. Tiden överensstämmer med vad som observeras i Centraleuropa, medan man skulle förvänta sig en något senare fortplantningsperiod i de norra delarna av utbredningsområdet (Copp et al., 2009; Kuzishchin et al., 2018). Det var dock varmt i vattnet i Lillsjön redan ganska tidigt det aktuella året – vi har ännu inte data från andra år att jämföra med. Vattentemperaturen nådde en bit över 20°C redan i början av juni, varefter den varierade en hel del den följande sommaren (Figur 6). Man vet att temperaturen är mycket viktig för att få igång malens fortplantning. I fångenskap har man sett att om vattentemperaturen legat stadig över 20°C tillräckligt länge, kan en hona och en hane som tidigare gått i separata dammar sammanföras i en lekdamm med lämpligt bottensubstrat, och de leker inom ett fåtal dagar förutsatt att vädret är fortsatt gynnsamt.[1]

Att malen spenderar mer tid i strandzonen under sommartid skulle eventuellt, i tillägg till att fortplantning sker under denna period, kunna förklaras av högre vattentemperaturer i den grunda strandzonen, eller att eventuella byten uppehåller sig strandnära. Det kan också finnas en kombination av orsaker, men för att med säkerhet kunna förklara beteendet under försommaren skulle ytterligare studier behövas. För att undersöka om det helt eller delvis beror på lekbeteenden skulle perioden för lek behöva preciseras och avsmalnas ytterligare i kommande studier, i kombination med samtidig övervakning av andra möjliga faktorer. Hittills har ingen hänsyn tagits till individernas kön vid analyser av rörelsemönster. Vi får återkomma till att göra detta när vi har data från fler individer och över flera säsonger, för att med större säkerhet uttyda exakt var och när malarna leker. Det skulle vara mycket intressant att besöka de *hotspots* i Lillsjön där de individuella malarna uppehåller sig under den mest troliga lekperioden, för att dokumentera pågående lek och på så vis få facit på vilka miljöfaktorer som ger förutsättningar för lyckad fortplantning hos malen i Sverige.

[1] https://www.fao.org/3/t8389e/T8389E14.htm

Förslag på vidare arbete

Studier

- Fortsatt insamling av data från Lillsjön från sändarna hos de märkta malarna som har två (?) års batteritid kvar. Ytterligare malar kan märkas i Lillsjön men även nedströms (Skarvnäs- och Torparviken) och uppströms (Västersjön) i systemet. Detta i kombination med att vandringshindret vid Lillsjöns utlopp åtgärdas skapar goda förutsättningar att expandera studien vidare ut i Båven.
- Analys av befintlig data som ännu inte hanterats och jämföra med den data som presenteras i föreliggande rapport och de examensarbeten som jobbats fram.
- Genom PIT-studie undersöka märkta malars rörelsemönster genom Kyrkåns system kopplat till framför allt reproduktion men även födosök och hemområde. Goda förutsättningar i och med att malar är märkta i Lillsjön samt delarna av Båven runt Sparreholm.

Åtgärder

- Åtgärda vandringshindret i Lillsjöns utlopp för att möjliggöra passage för mal och andra fiskarter till och från sjön.
- Utreda möjligheter till att återskapa basnivån för Långdunkerskärret i Kyrkån med syfte att öka vattenhushållningen i landskapet och hålla kvar vattnet på de översvämningsytor som ställs under vatten idag. Denna åtgärd skulle kunna bidra till att skapa fler lek- och uppväxtplatser för malen samtidigt som andra vattenlevande organismer gynnas och näring fångas upp under sin transport till Båven.

Kommunikation

Projektets framsteg har kommunicerats direkt till den primära intressegruppen som omfattar myndigheter och akademi genom presentationer under den årliga nationella malträffen, anordnad av Länsstyrelsen i Södermanland. Vi har även fört en löpande dialog med representanter ur denna grupp samt berörda markägare i området. Utöver denna direktkommunikation har projektet presenterats och uppmärksammats genom ett flertal olika media.

Sommaren 2019 presenterade Rickard Gustafsson och Henrik Jeuthe arbetet med malen genom direktsänd medverkade i radioprogrammet Naturmorgon i Sveriges Radio P1. Avsnittet ” Båven - storlommarnas, ekarnas och de stora malarnas sjö” går att lyssna på i sin helhet här. Samma sommar publicerade Sportfiskarna en artikel om projektet på sin hemsida och detsamma gjorde Fiskejournalen. Vid flera gånger under projektperioden har Sportfiskarna uppmärksammat arbetet genom notiser i medlemstidningen Svenskt fiske.

Under arbetet med att märka de första malarna under försommaren 2019 hade vi besök av dels fotograf Jörgen Wiklund och dels fiskejournalist Martin Falklind. Jörgens besök, tillsammans med tidigare kontakt med Mats Ottosson på SRs naturmorgon, resulterade ett avsitt om malen i boken Sveriges sötvattensfiskar, författad av dessa två herrar. Avsnittet innehåller bilder på en mal fångad inom projektet samt en text som bl.a. beskriver gruppens arbete med mal i Båven.

Martins besök, tillsammans med sonen fotograf Johan Valentin Falklind, resulterade i ett inslag om malen i naturfilmsproduktionen ”Fiskarnas rike” som finns tillgänglig på Sveriges Televisions strömningstjänst, SVT play. Avsnittet om ”Sjön” omfattar filmsekvenser av malar som fångades inom

projektet, arbetet med märkning och undersökning, samt en beskrivning av malen och det pågående forskningsarbetet av Gustav Hellström.

Ytterligare information

Nedan listas diverse publikationer kopplade till gruppens arbete med mal i Båvenområdet. Dessa ska vara tillgängliga online, men kan även tillhandahållas efter kontakt med författarna av denna rapport.

Publikationer från projektet

- Lindell, N., 2021. Habitat Preference and Activity Pattern of Wels Catfish (Silurus glanis) at its Northernmost Distribution Area. Linköping University.
- Sidenbom, W., 2021. Europeisk mal Silurus glanis i Sverige - hemområden och rörelsemönster i strömmande respektive stilla vatten. Sveriges lantbruksuniversitet

Publikationer från tidigare projekt

- Malen – Sörmlands jätte. LONA-projekt. Sportfiskarna, Sveriges Sportfiske- och Fiskevårdsförbund.
- Märkning och genprovtagning av adulta malar i Båven 2018. Sportfiskarna, Sveriges Sportfiske- och Fiskevårdsförbund.
- Märkning och genprovtagning av adulta malar i Båven 2019. Sportfiskarna, Sveriges Sportfiske- och Fiskevårdsförbund.
- Östby, D., 2017. Sampling methods of the wels catfish (Silurus glanis) in freshwater lakes – Management of a vulnerable species, Dept. of Aquatic Resources. Swedish University of Agricultural Sciences
- Spange, D., 2018. Defining habitat demands of Wels catfish (Silurus glanis) in a Swedish lake. Swedish University of Agricultural Sciences
- Mal i Båven 2017 – Inventeringsstudier i lekområden. Länsstyrelsen i Södermanlands län

Erkännande

Detta projekt är huvudsakligen finansierat genom fiskevårdsmedel beviljade av Länsstyrelsen i Södermanland. Ytterligare finansiering har erhållits från inst. för vilt, fisk och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, genom Gustav Hellströms arbetstid, tillhandahållande av kompletterande telemetriutrustning, samt ekonomiskt bidrag för fältarbete utanför ordinarie projektplan utfört av Sportfiskarna.

Rapporten är en sammanställning baserad på bl.a. tidigare delrapporter för projektet samt examensarbeten av Niklas Lindell och William Sidenbom. Texter beskrivande utförande och resultat är delvis hämtade direkt ur respektive examensarbete, med författarnas medgivande.

Referenser

Brevé, N., Verspui, R., de Laak, G., Bendall, B., Breukelaar, A., Spierts, I., 2014. Explicit site fidelity of European catfish (Silurus glanis, L., 1758) to man-made habitat in the River Meuse, Netherlands. Journal of Applied Ichthyology. 30, 472-478.

Börger, L., Dalziel, B.D., Fryxell, J.M., 2008. Are there general mechanisms of animal home range behaviour? A review and prospects for future research. Ecology letters. 11, 637-650.

Carol, J., Zamora, L., García-Berthou, E., 2007. Preliminary telemetry data on the movement patterns and habitat use of European catfish (Silurus glanis) in a reservoir of the River Ebro, Spain. Ecology of Freshwater Fish. 16, 450-456.

Copp, G.H., Robert Britton, J., Cucherousset, J., García-Berthou, E., Kirk, R., Peeler, E., Stakėnas, S., 2009. Voracious invader or benign feline? A review of the environmental biology of European catfish Silurus glanis in its native and introduced ranges. Fish and Fisheries. 10, 252-282.

Daněk, T., Horký, P., Kalous, L., Filinger, K., Břicháček, V., Slavík, O., 2016. Seasonal changes in diel activity of juvenile European catfish Silurus glanis (Linnaeus, 1758) in Byšická Lake, Central Bohemia. Journal of Applied Ichthyology. 32, 1093-1098.

Horváth, L., Tamás, G., Tolg, I., 1984. Special methods in pond fish husbandry.

Hussey, N.E., Kessel, S.T., Aarestrup, K., Cooke, S.J., Cowley, P.D., Fisk, A.T., Harcourt, R.G., Holland, K.N., Iverson, S.J., Kocik, J.F., 2015. Aquatic animal telemetry: a panoramic window into the underwater world. Science. 348.

Jeuthe, H., Spange, D., Östby, D., 2018. Mal i Båven 2017 – Inventeringsstudier i lekområden. Länsstyrelsen i Södermanlands län.

Kramer, D.L., Chapman, M.R., 1999. Implications of fish home range size and relocation for marine reserve function. Environmental biology of Fishes. 55, 65-79.

Kuzishchin, K., Gruzdeva, M., Pavlov, D., 2018. Traits of Biology of European Wels Catfish Silurus glanis from the Volga–Ahtuba Water System, the Lower Volga. Journal of Ichthyology. 58, 833-844.

Lenhardt, M.B., Smederevac-Lalić, M.M., Spasić, S.Z., Honţ, Ş., Paraschiv, M., Iani, M.I., Nikčević, M.V., Klimley, P.A., Suciu, R., 2021. Seasonal changes in depth position and temperature of European catfish (Silurus glanis) tracked by acoustic telemetry in the Danube River. International Review of Hydrobiology.

Lindell, N., 2021. Habitat Preference and Activity Pattern of Wels Catfish (Silurus glanis) at its Northernmost Distribution Area. Linköping University.

Sidenbom, W., 2021. Europeisk mal Silurus glanis i Sverige - hemområden och rörelsemönster i strömmande respektive stilla vatten Swedish University of Agricultural Sciences.

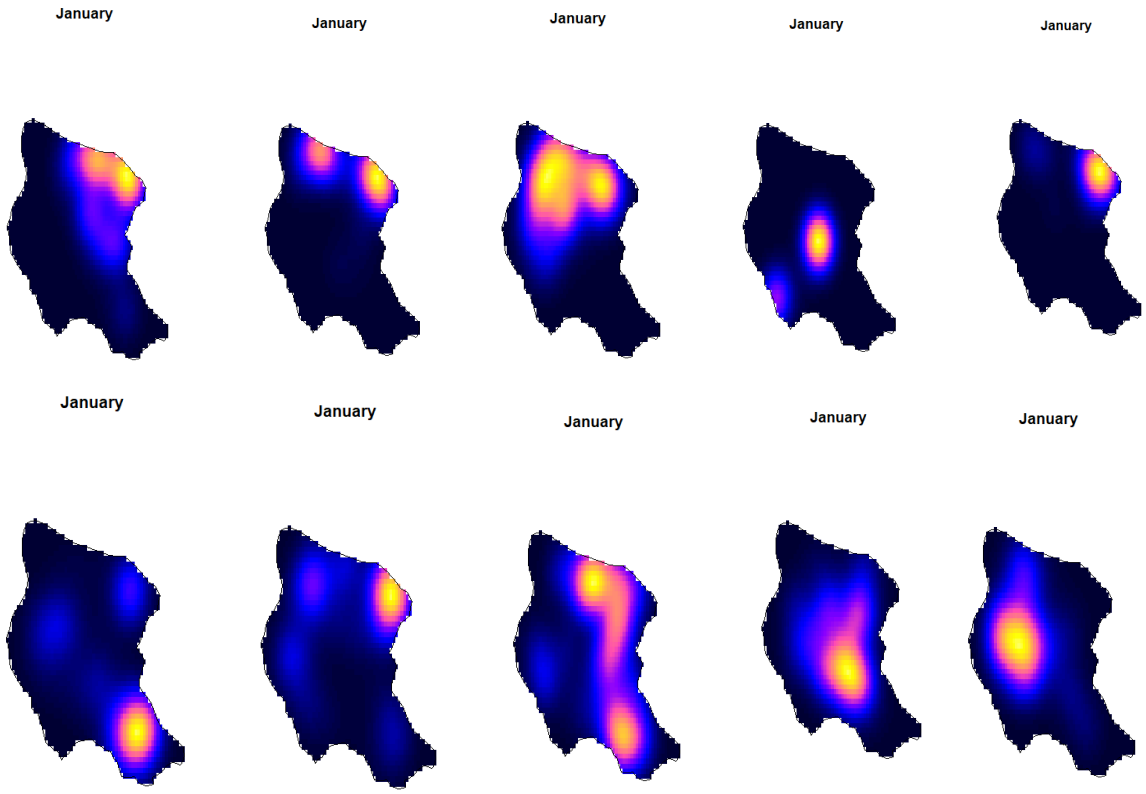
Slavík, O., Horký, P., Závorka, L., 2014. Energy costs of catfish space use as determined by biotelemetry. PLoS One. 9, e98997.

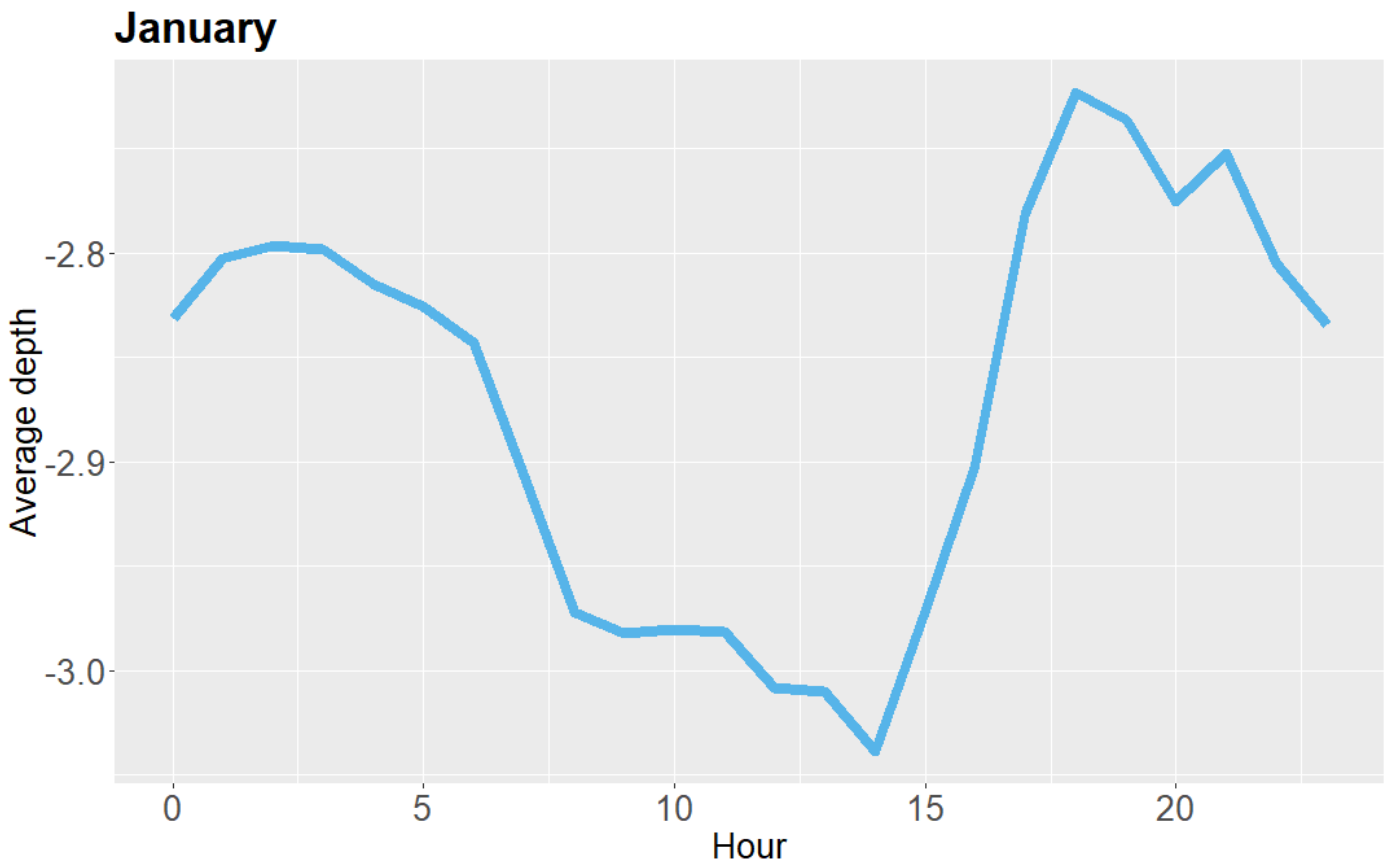
Spange, D., 2018. Defining habitat demands of Wels catfish (Silurus glanis) in a Swedish lake. Swedish University of Agricultural Sciences.

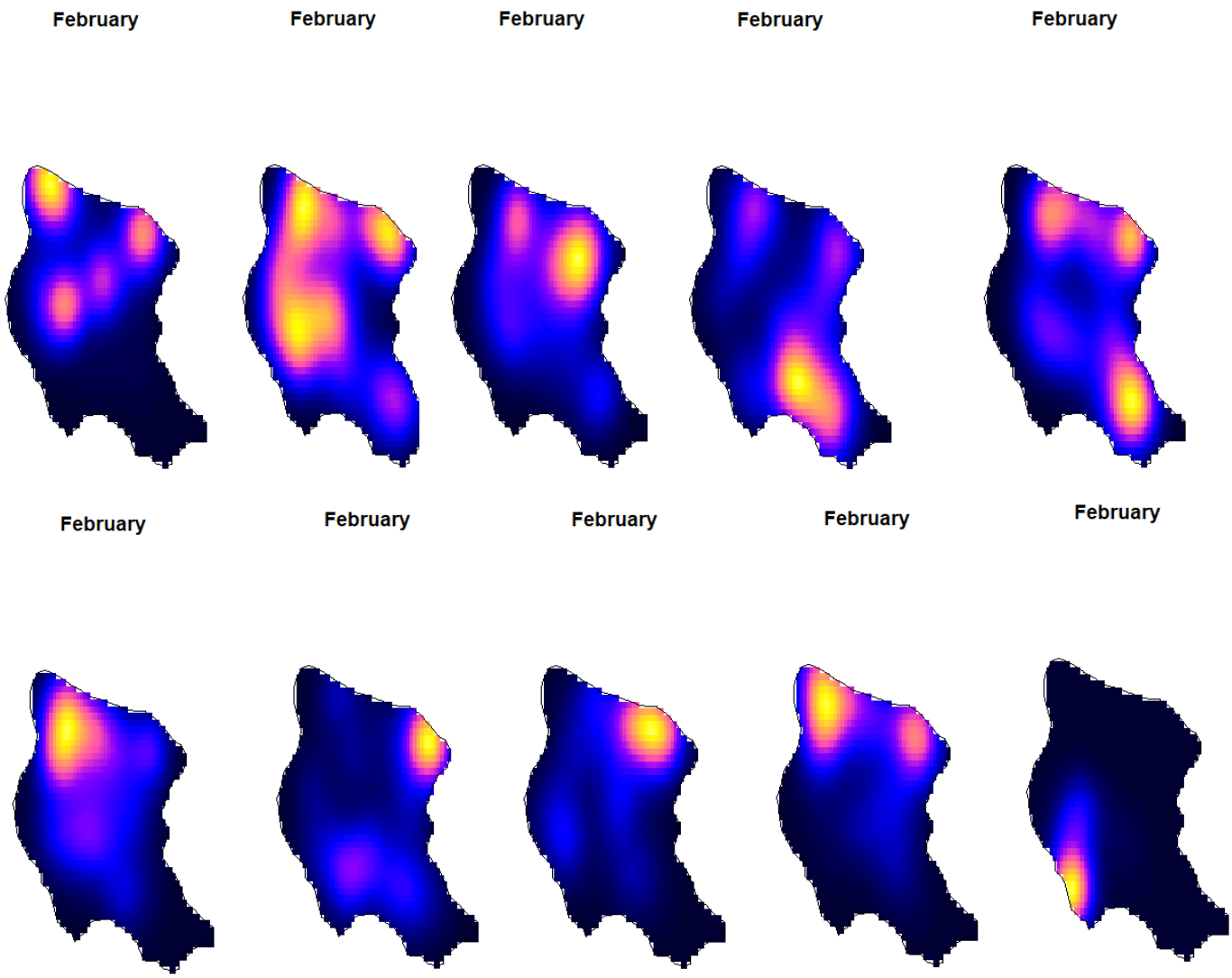
Vinterstare, J., 2017. Åtgärdsprogram för mal:(Siluris glanis).

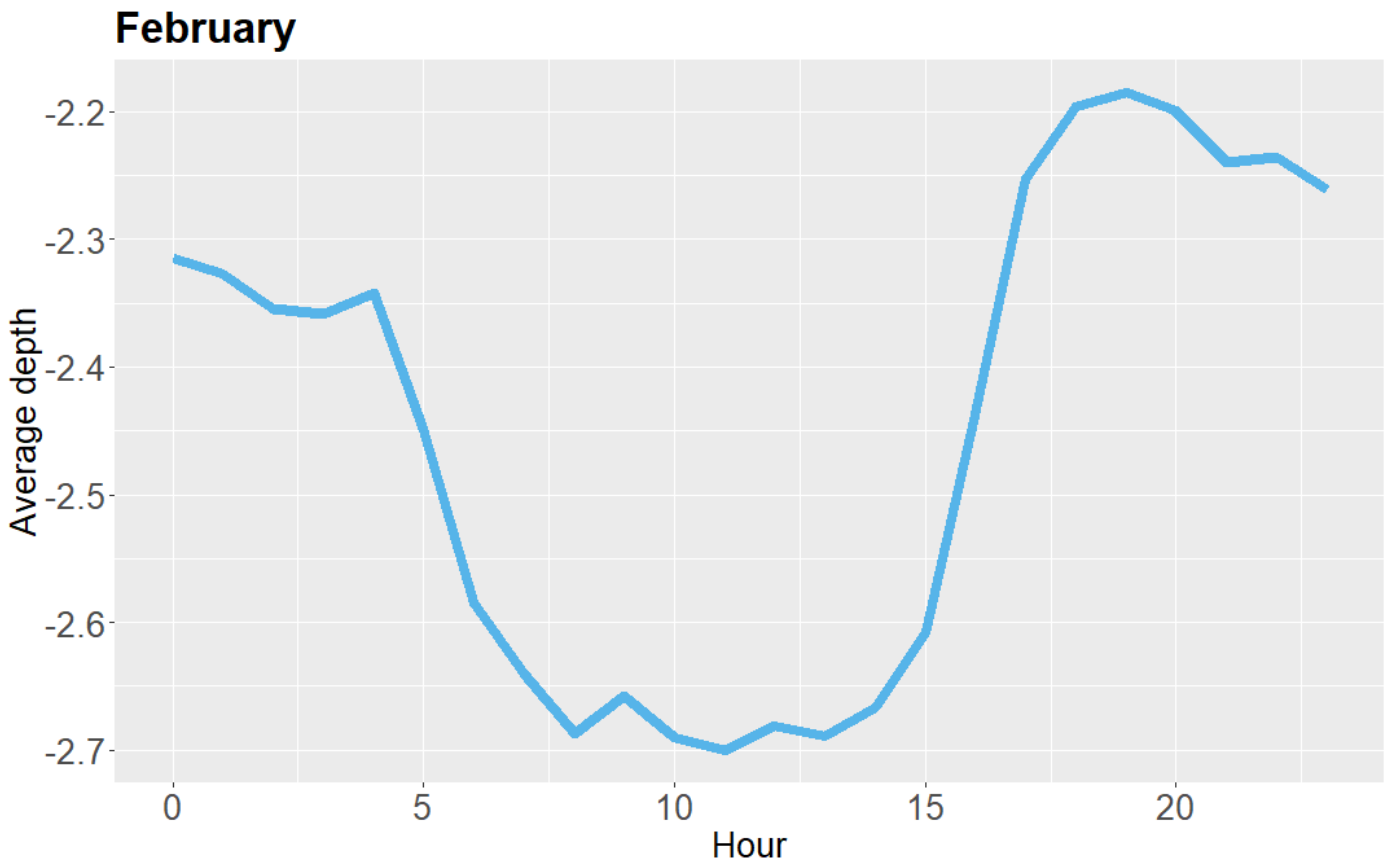
Östby, D., 2017. Sampling methods of the wels catfish (Silurus glanis) in freshwater lakes – Management of a vulnerable species, Dept. of Aquatic Resources. Swedish University of Agricultural Sciences.

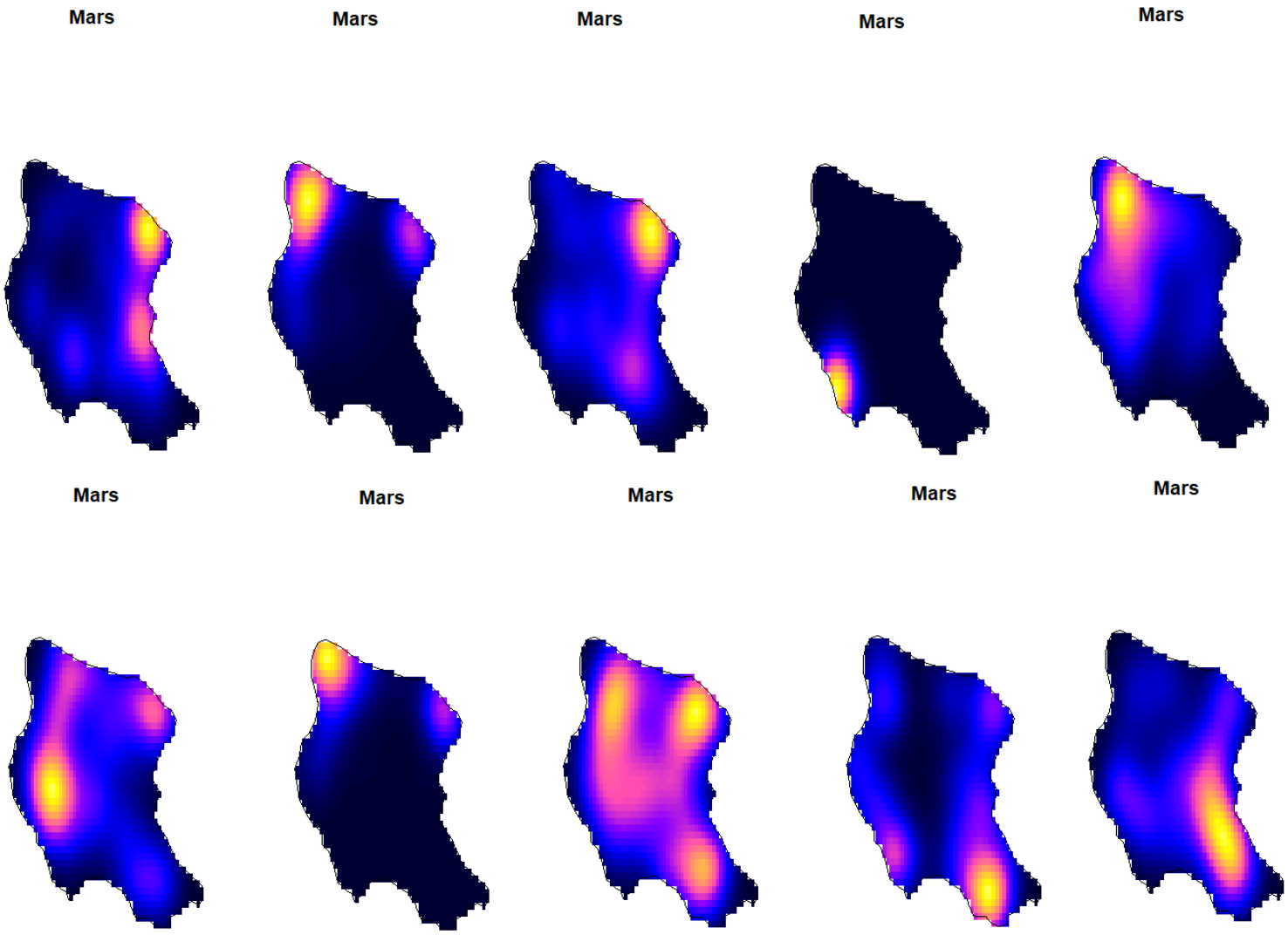
Bilaga 1. Nedan följer kartor över var de olika malarna befunnit sig under året, framtaget med hjälp av Brownian bridge kernel metoden. Under kartorna finns djupet som malarna (genomsnittligt) befunnit sig på under den månaden under olika tider på dygnet.

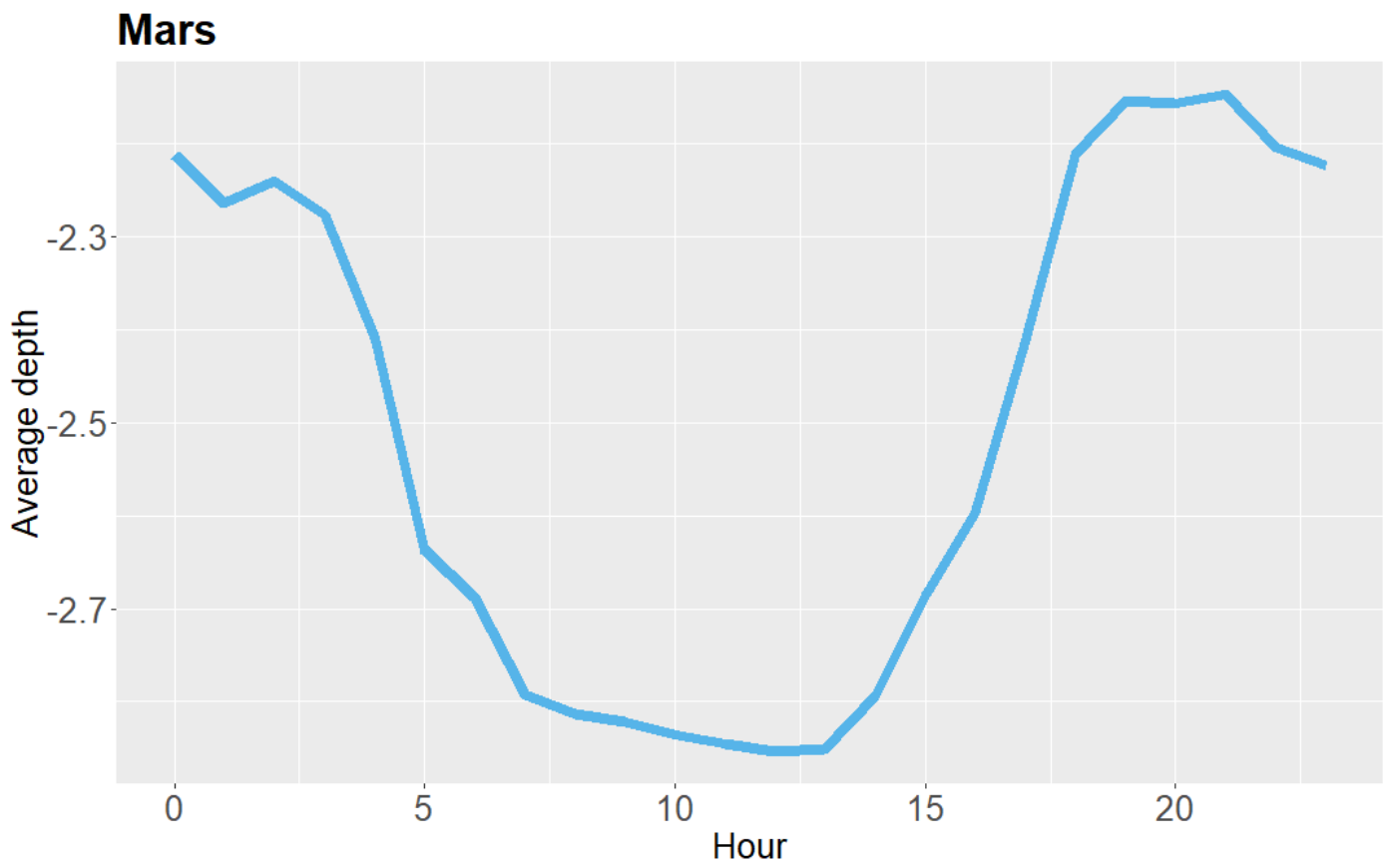


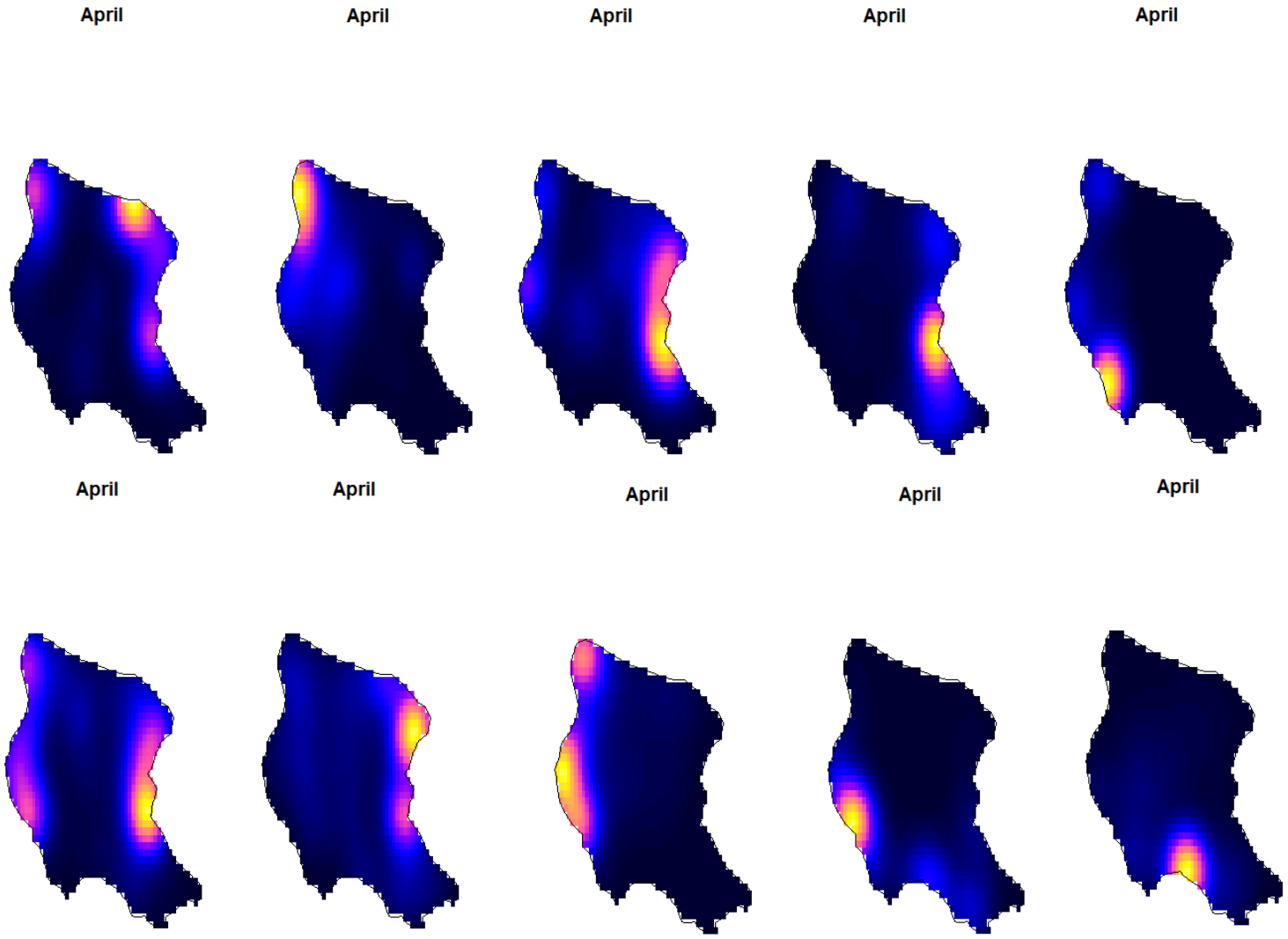


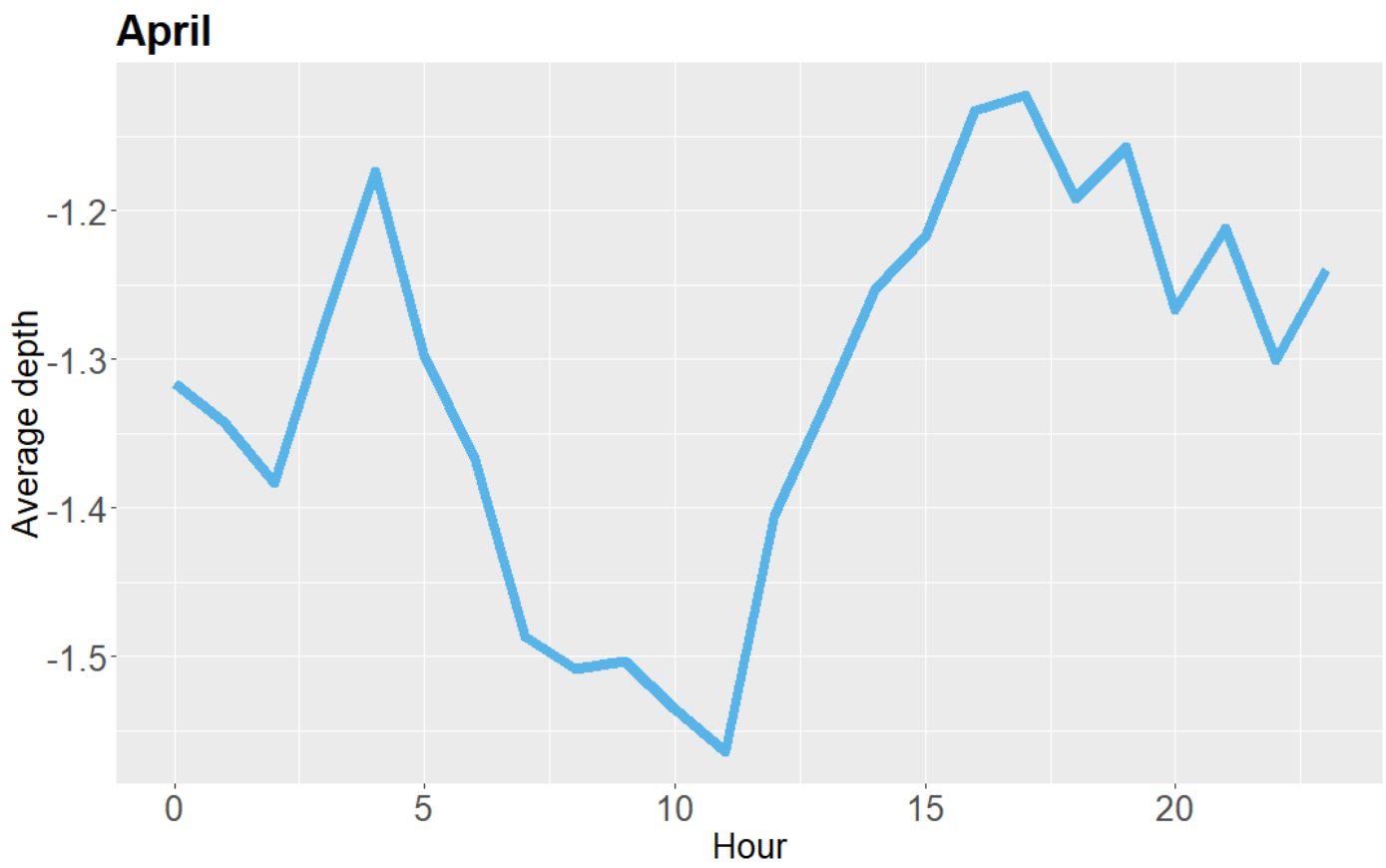

February
February
February
February
February
February
February
February
February
February

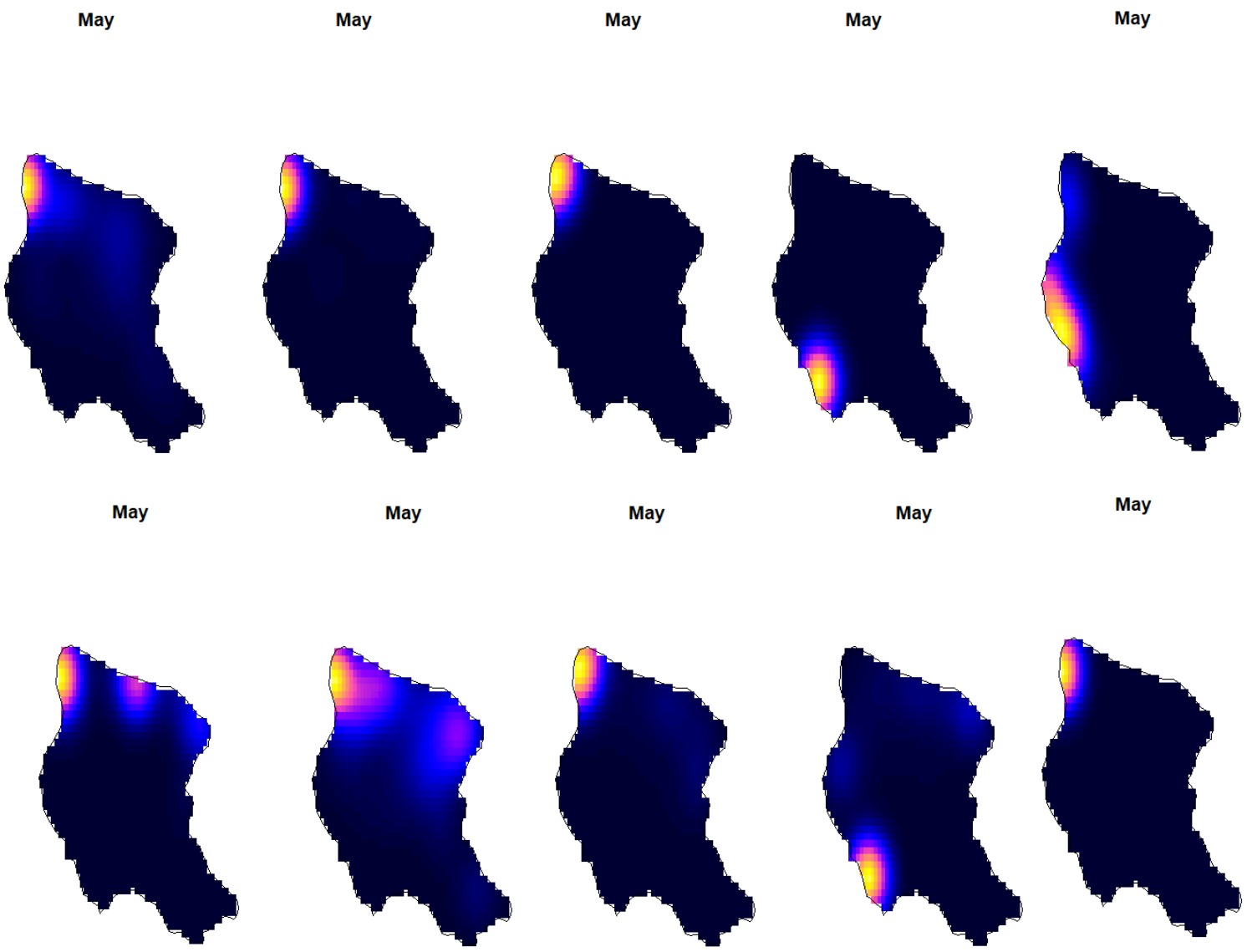

February
-2.2
-2.3
-2.4
-2.5
-2.6
-2.7
Average depth
0
5
10
15
20
Hour

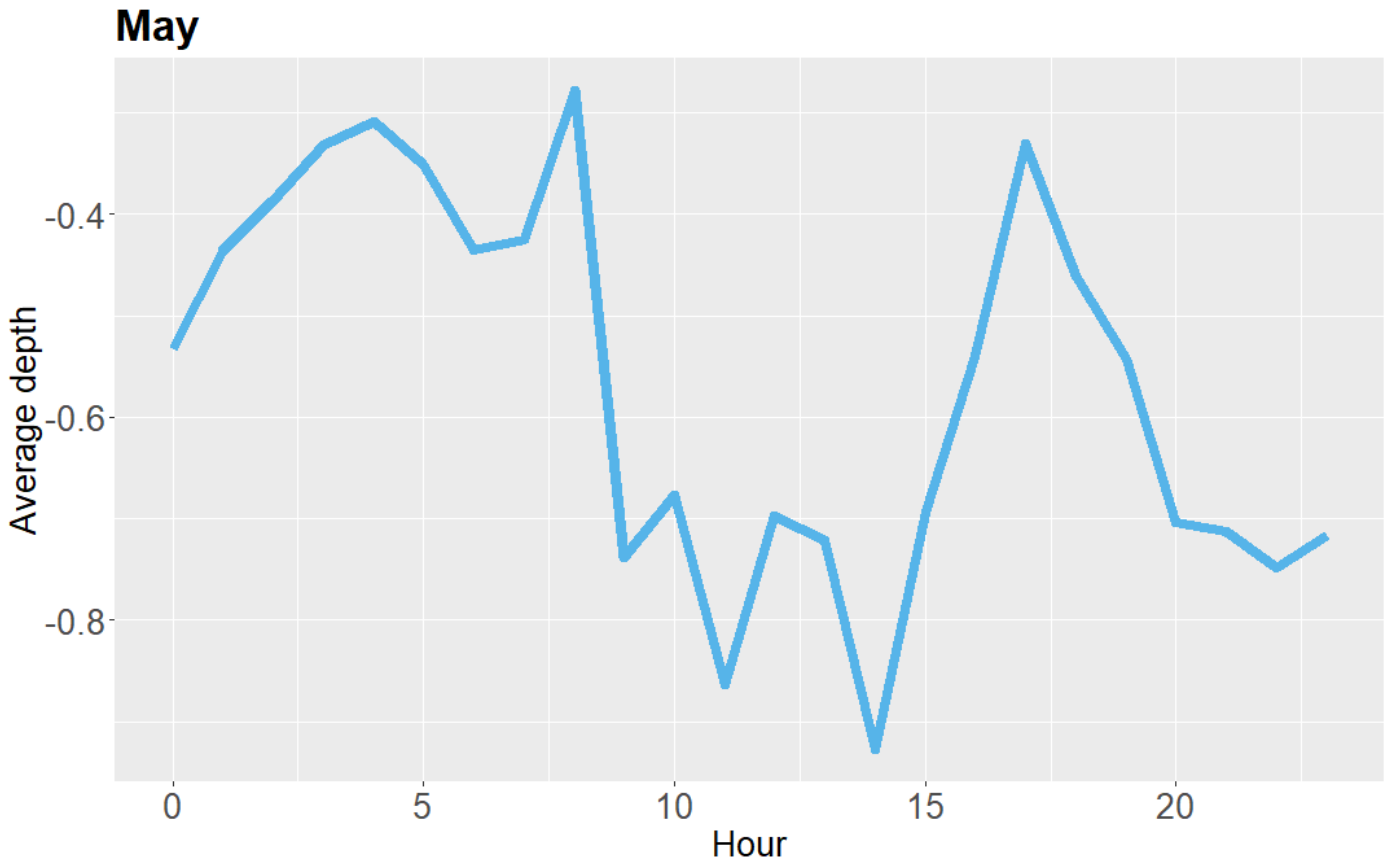

Mars
Mars
Mars
Mars
Mars
Mars
Mars
Mars
Mars
Mars

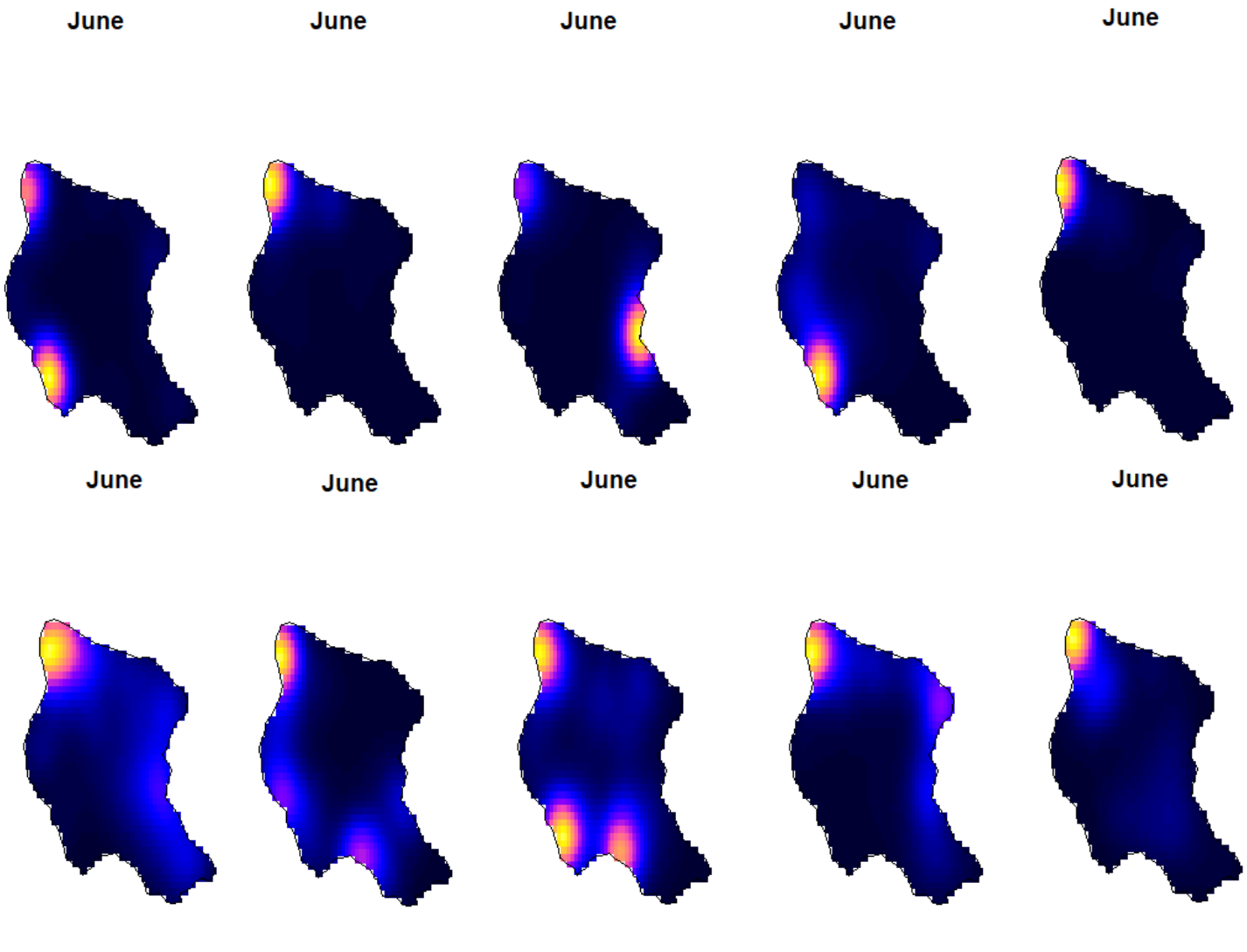

Mars
Average depth
-2.3
-2.5
-2.7
0
5
10
15
20
Hour

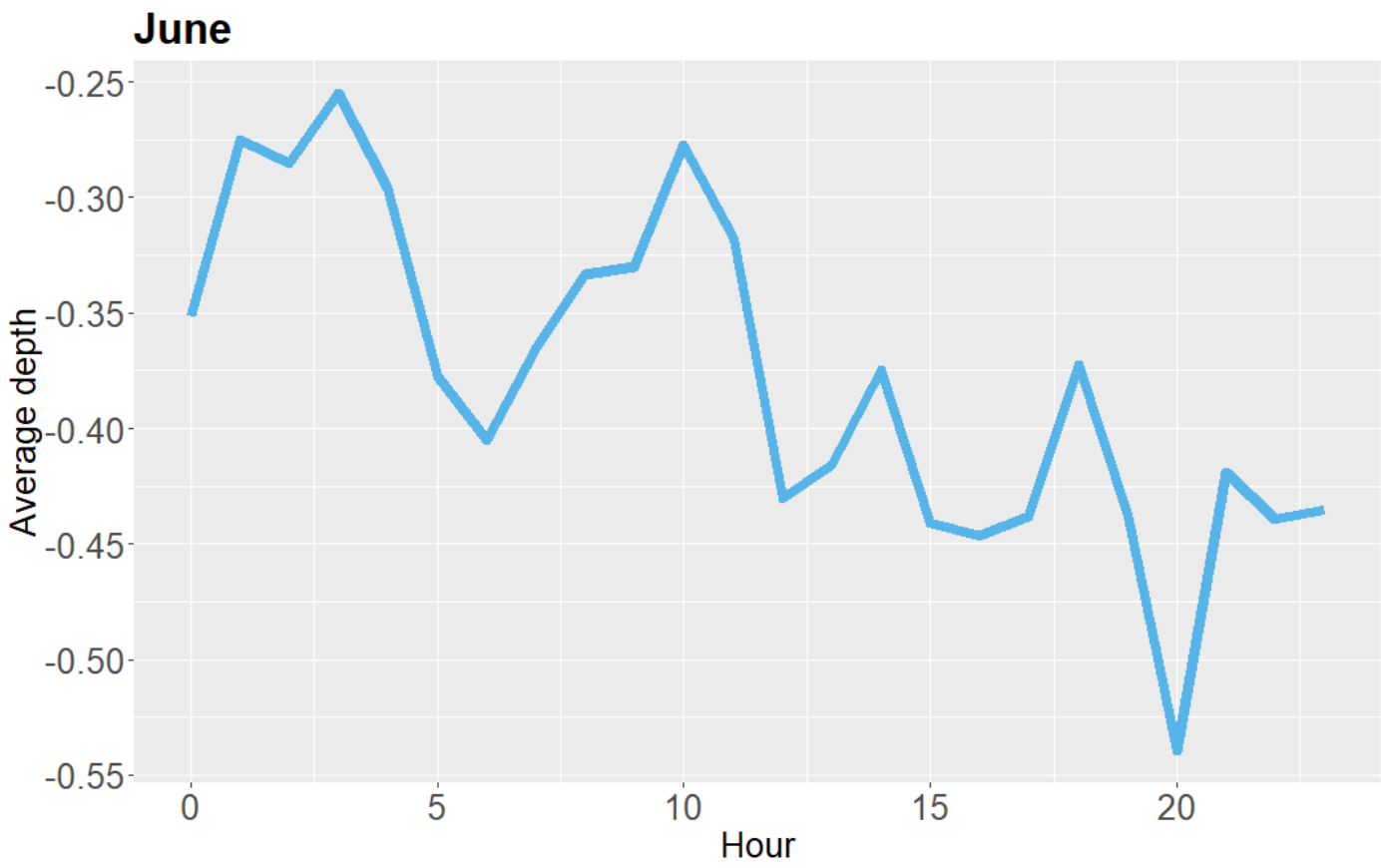

April
April
April
April
April
April
April
April
April
April

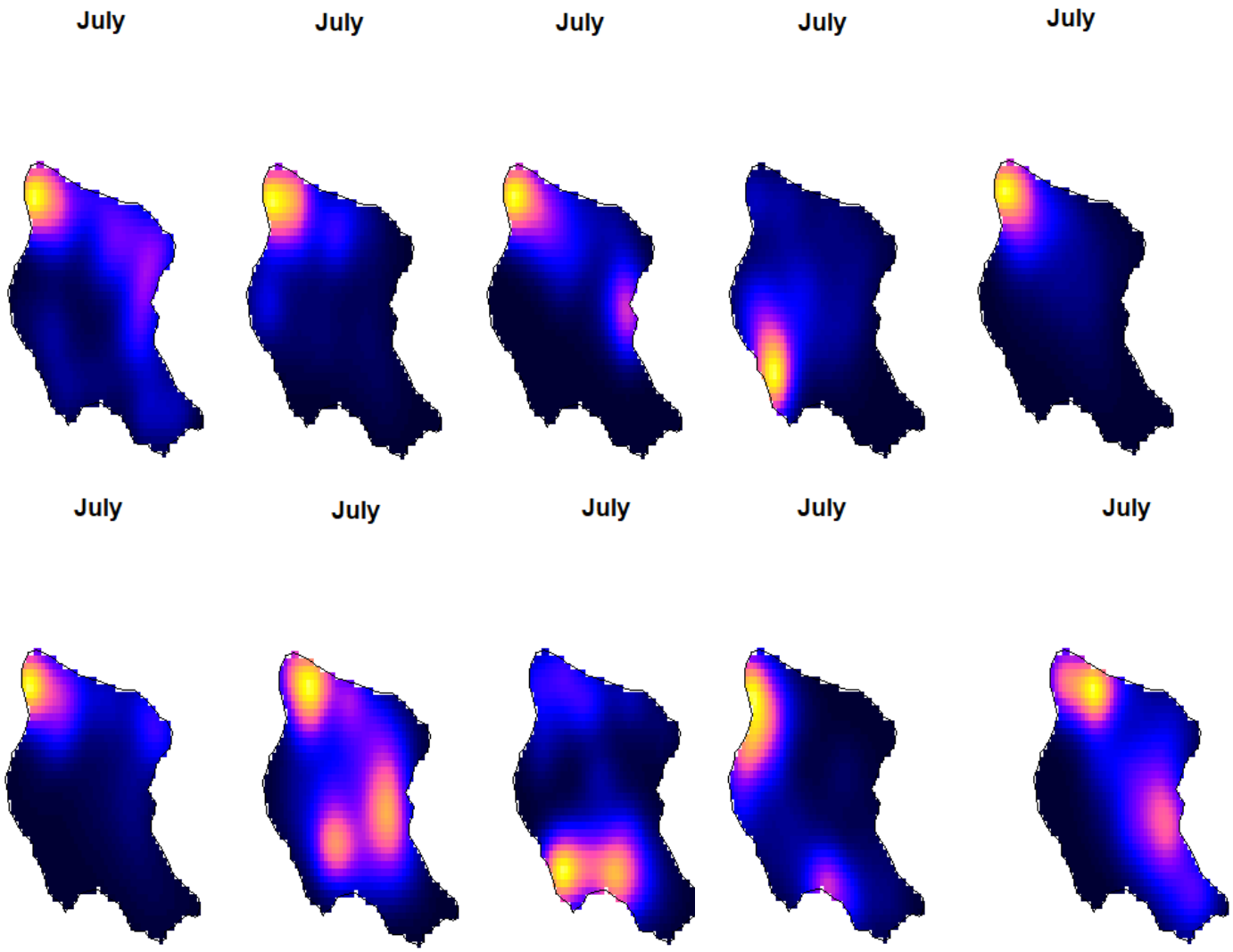

April
Average depth
-1.2
-1.3
-1.4
-1.5
0
5
10
15
20
Hour

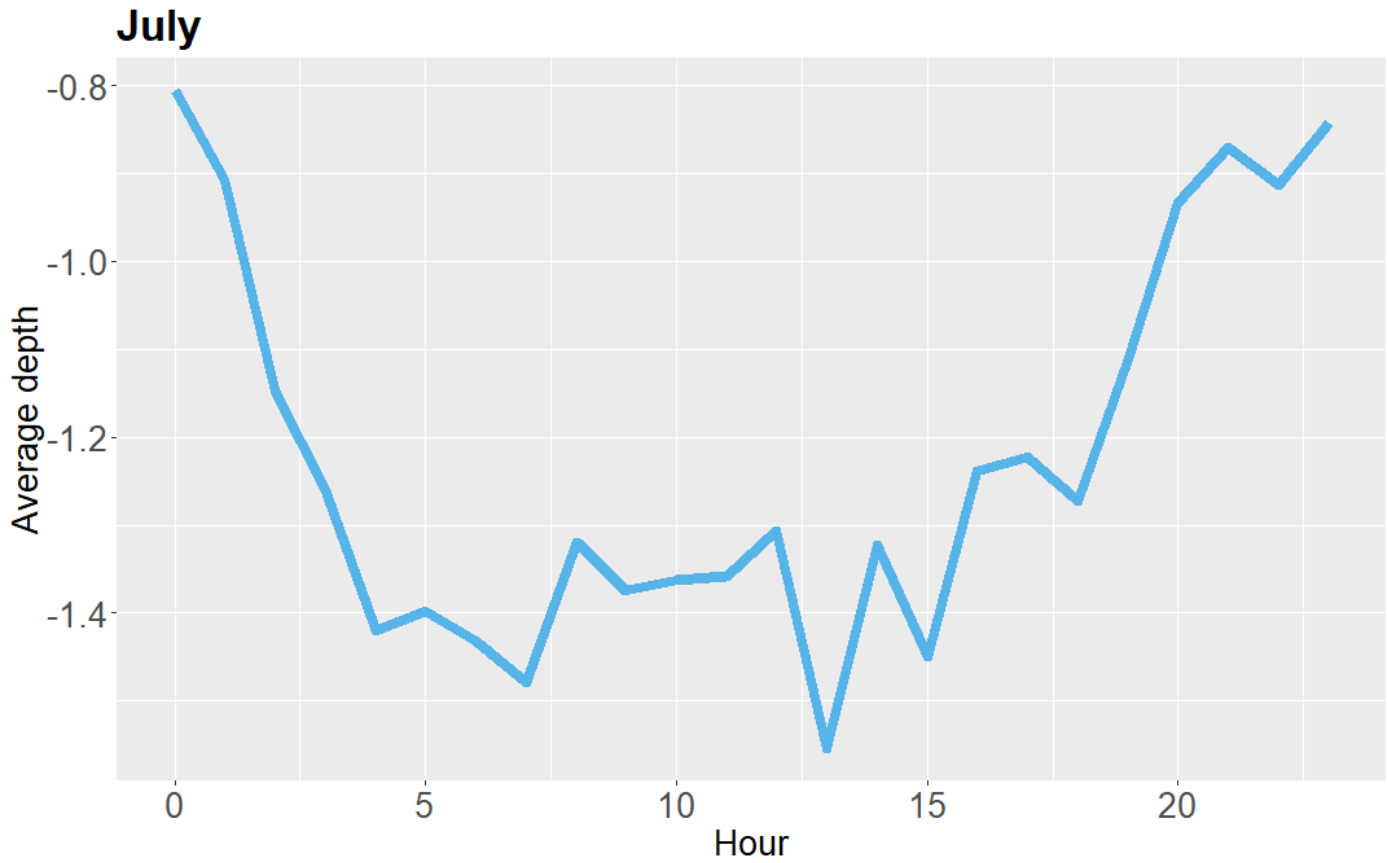

May
May
May
May
May
May
May
May
May
May

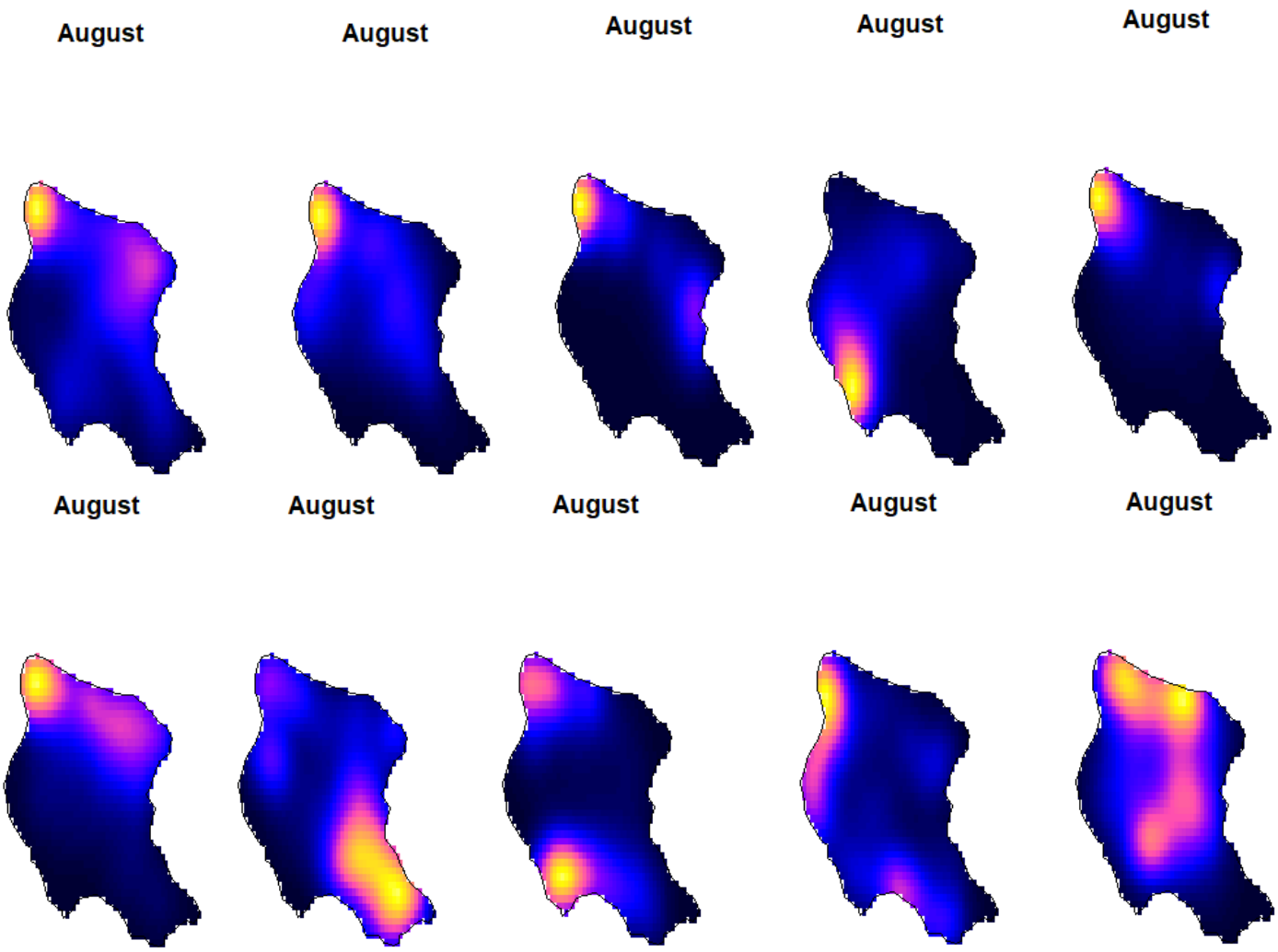

May
-0.4
-0.6
-0.8
Average depth
0
5
10
15
20
Hour

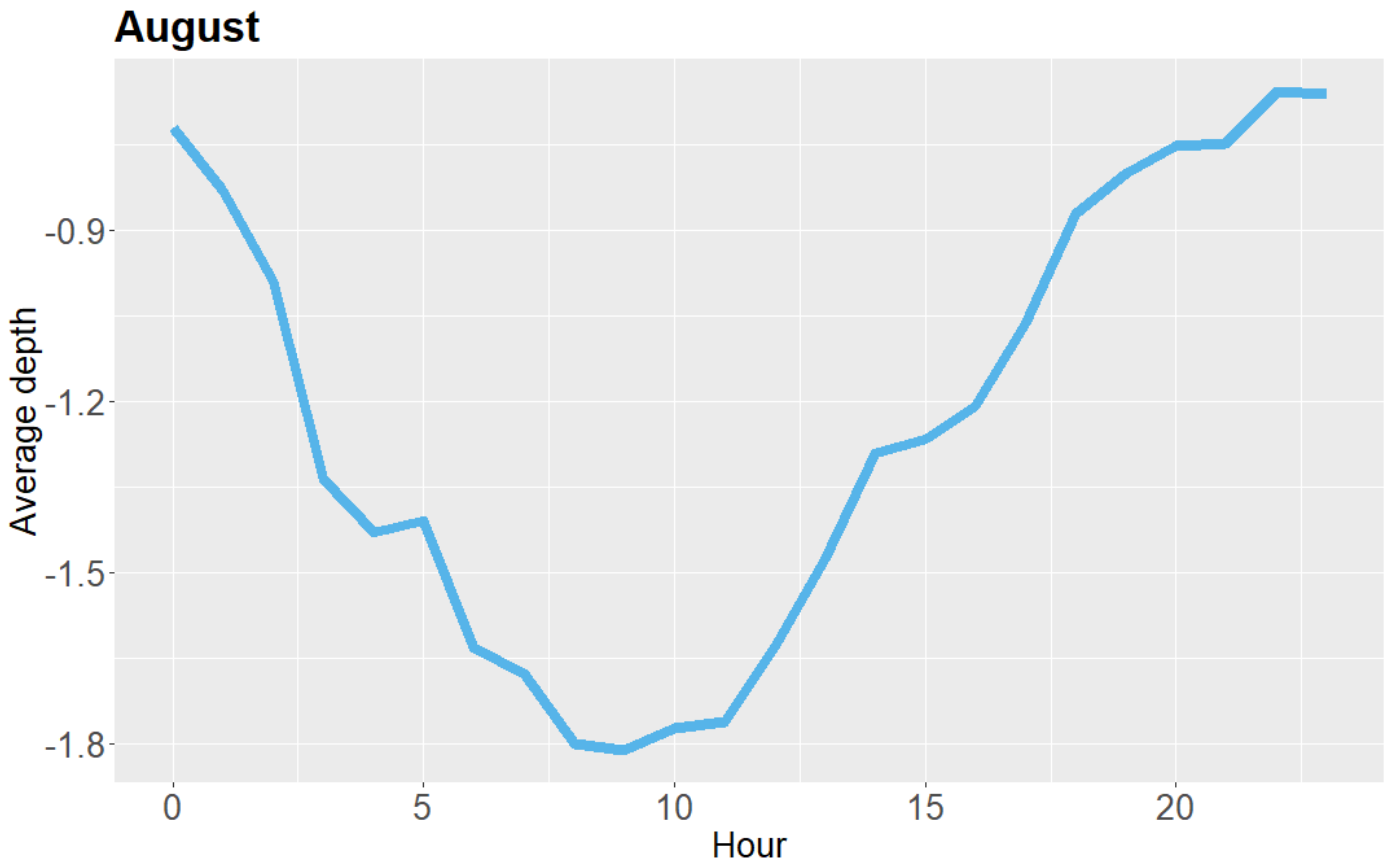

June
June
June
June
June
June
June
June
June
June

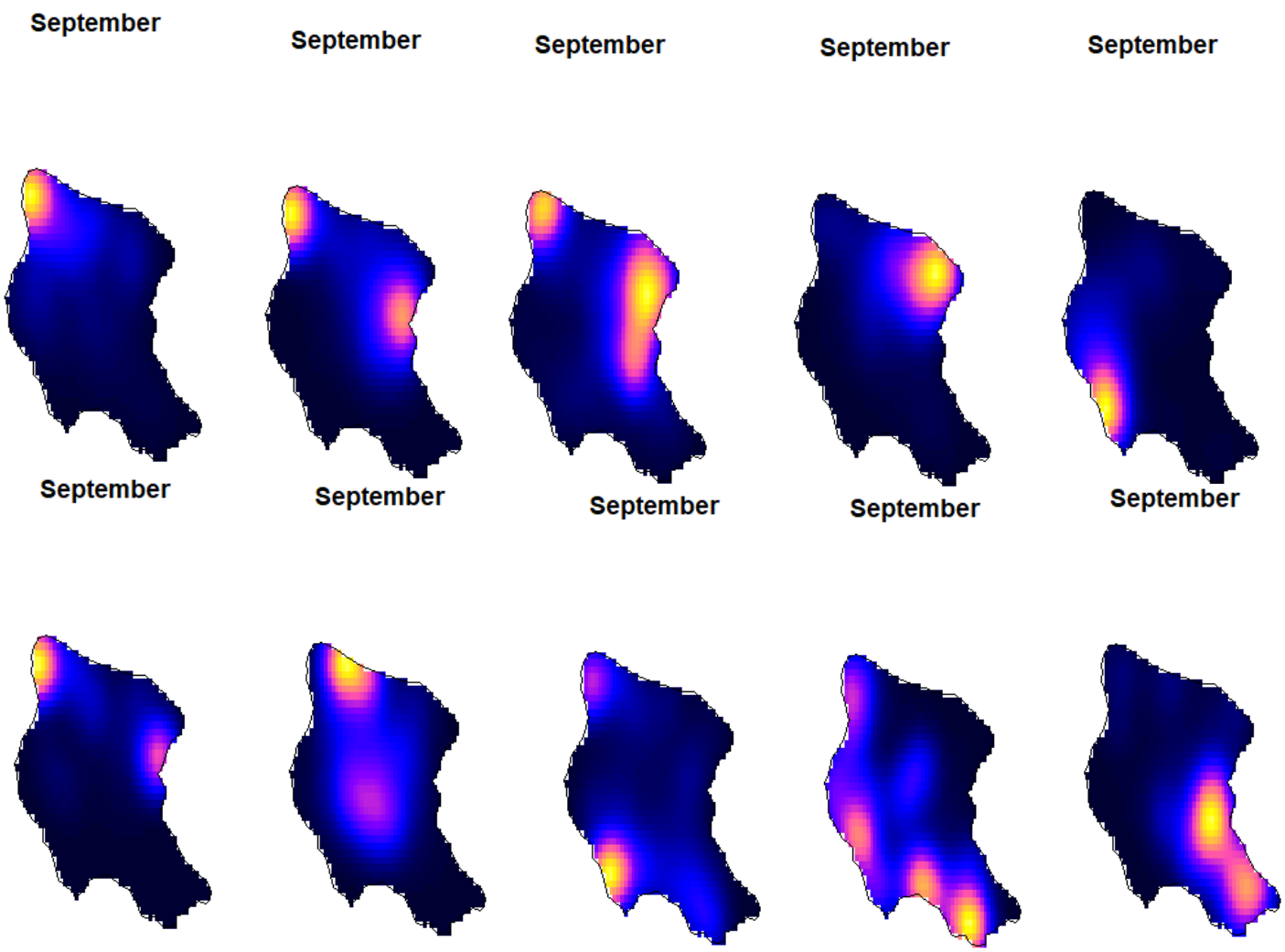

June
-0.25
-0.30
-0.35
-0.40
-0.45
-0.50
-0.55
Average depth
0
5
10
15
20
Hour

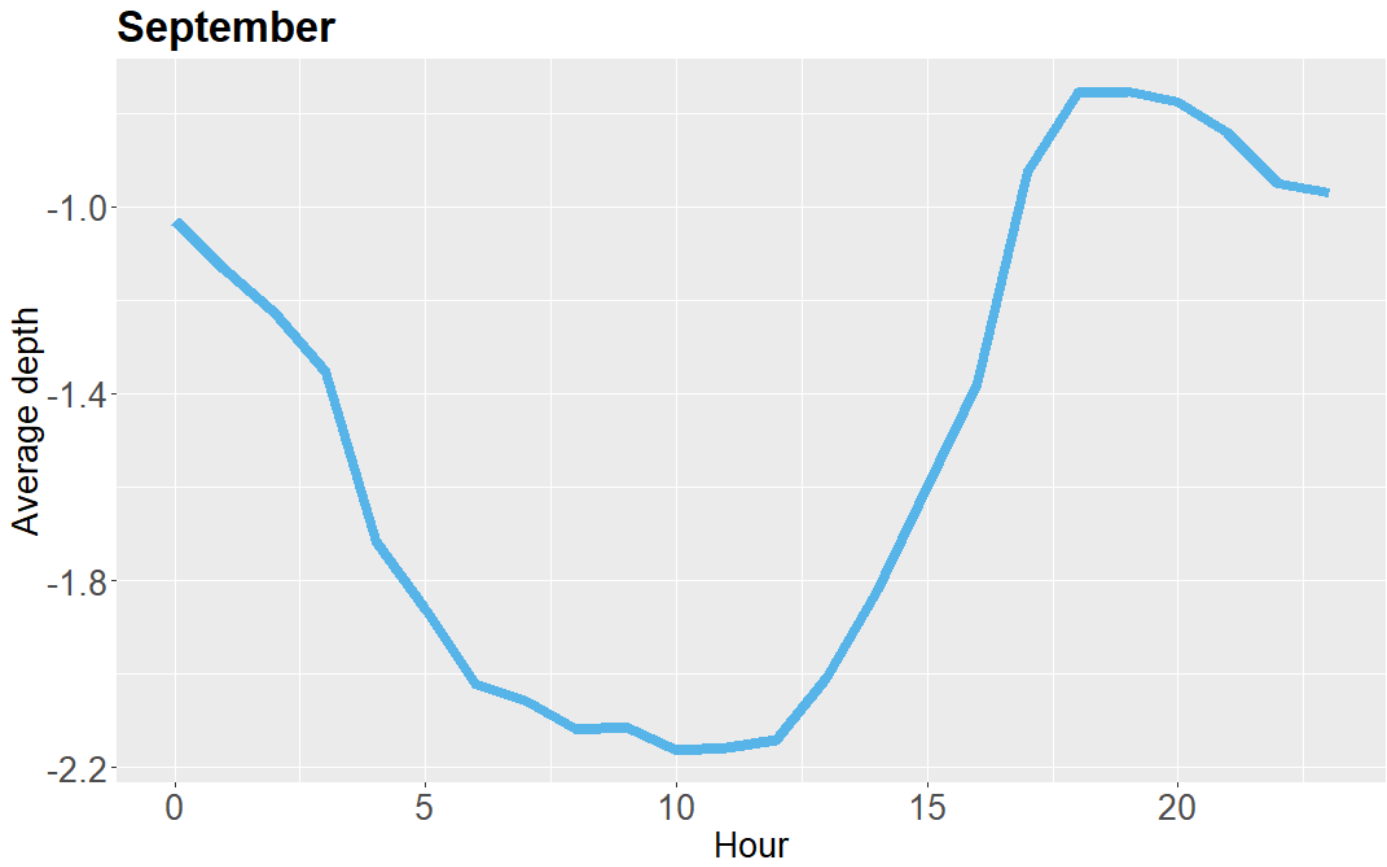

July
July
July
July
July
July
July
July
July
July

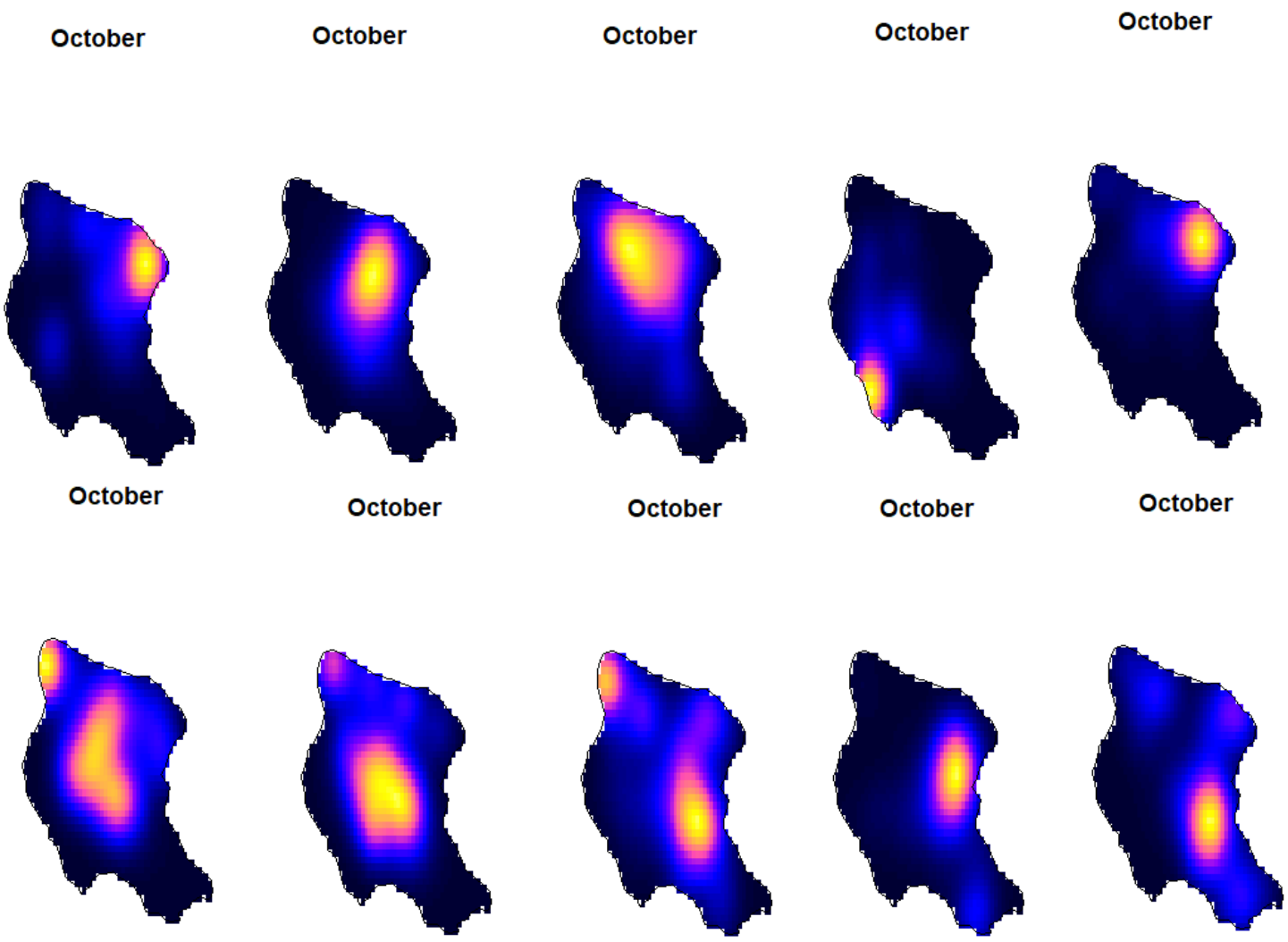

July
-0.8
-1.0
-1.2
-1.4
Average depth
0
5
10
15
20
Hour

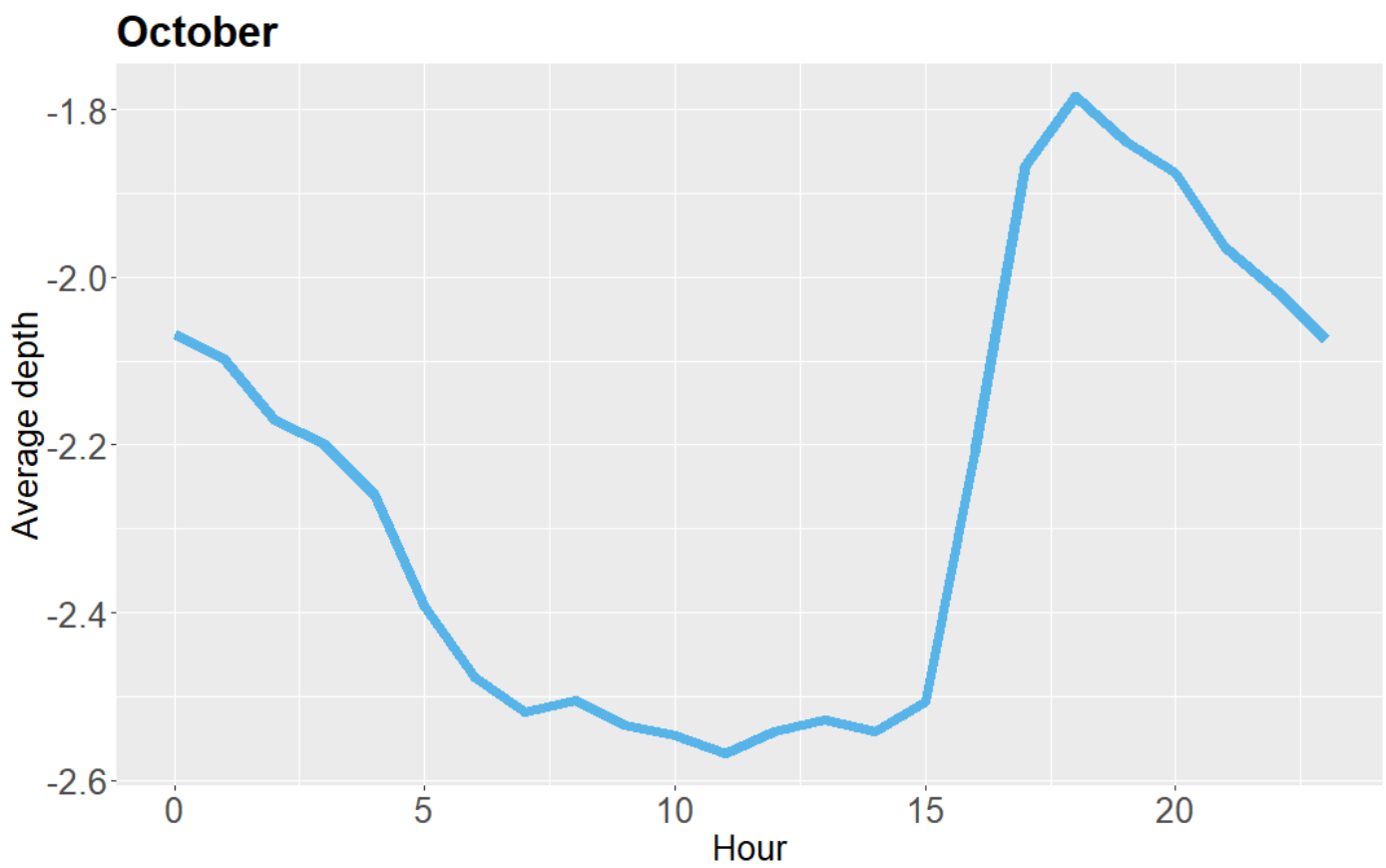

August
August
August
August
August
August
August
August
August
August

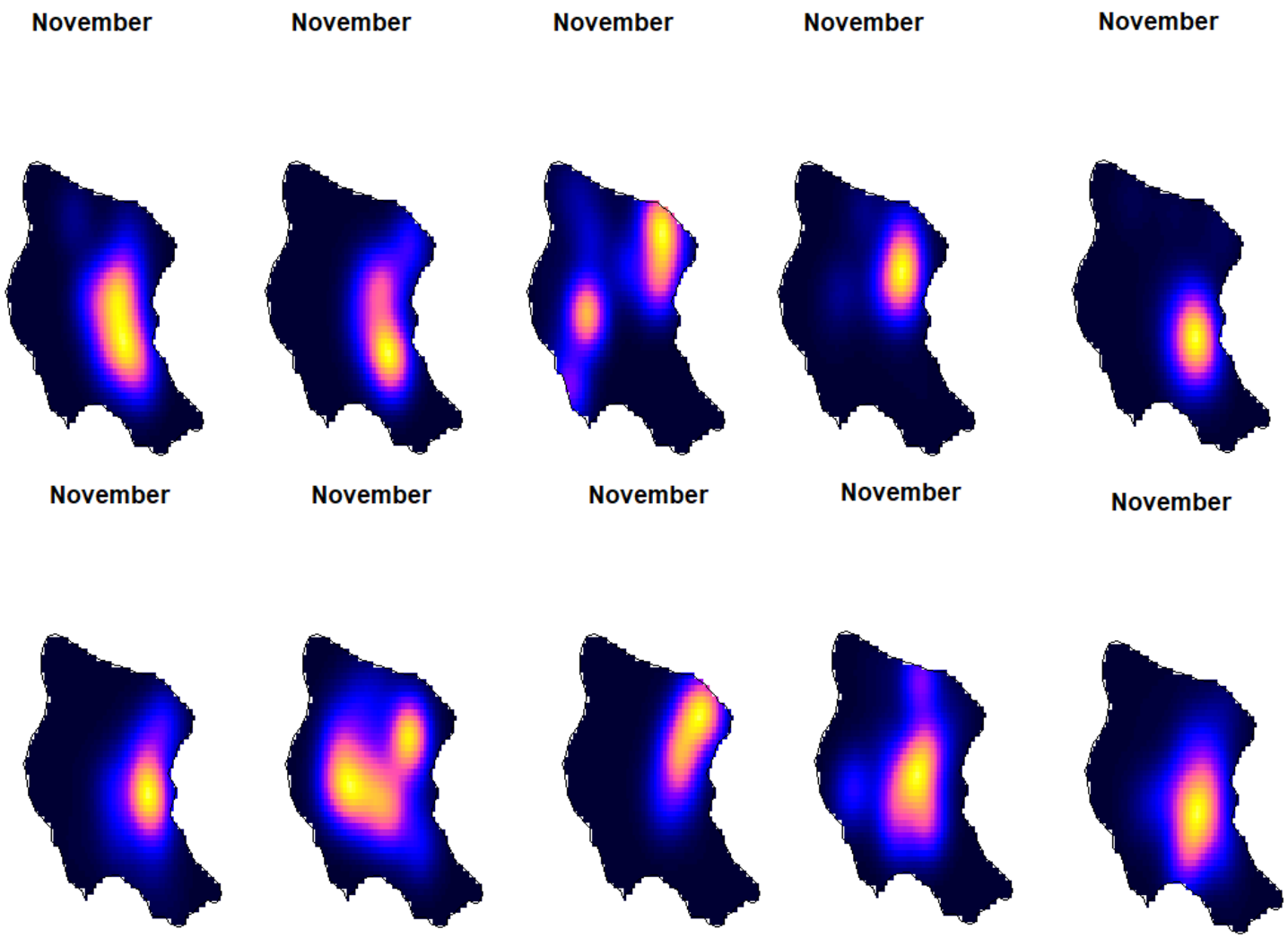

August
Average depth
-0.9
-1.2
-1.5
-1.8
0
5
10
15
20
Hour

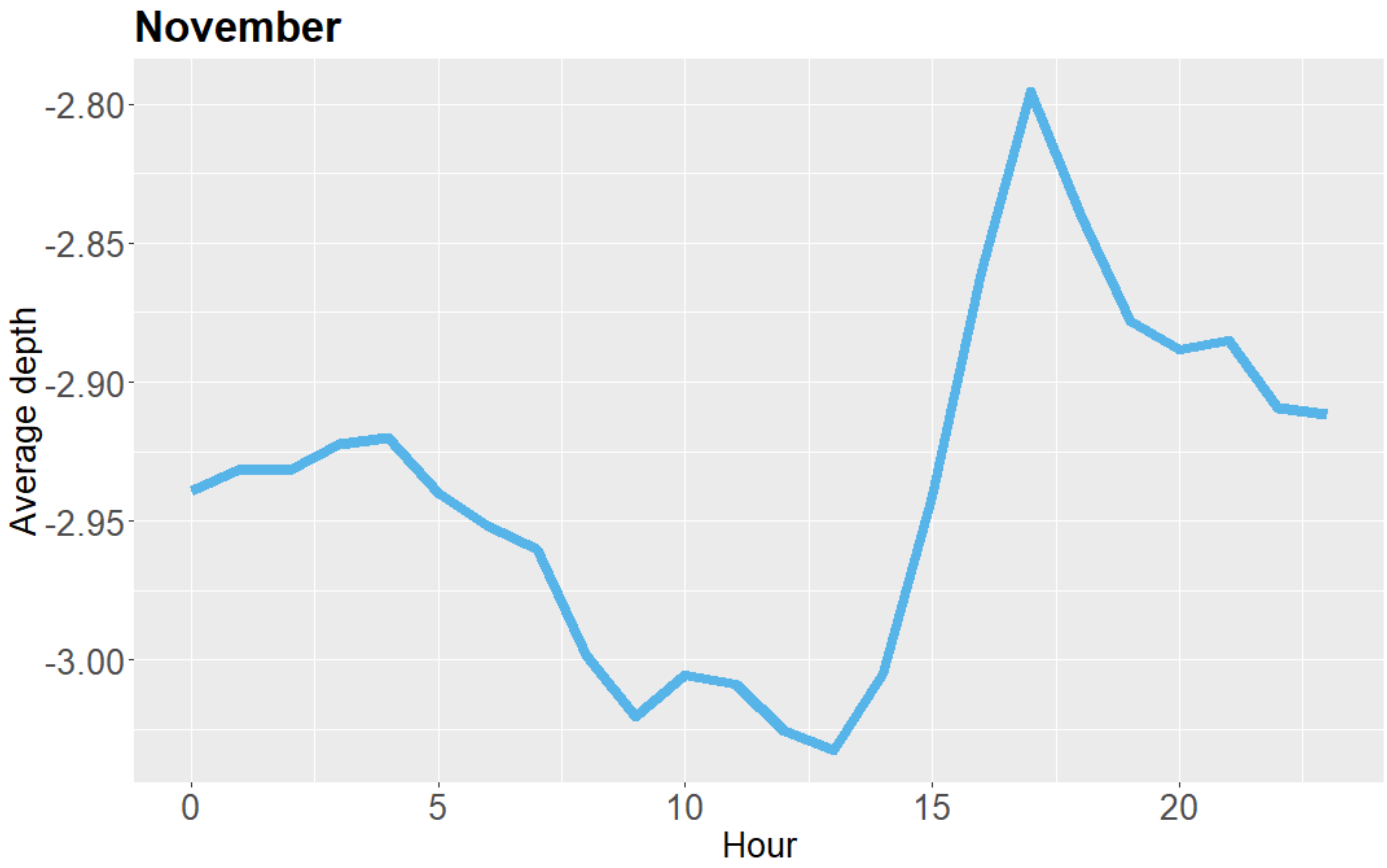

September
September
September
September
September
September
September
September
September
September

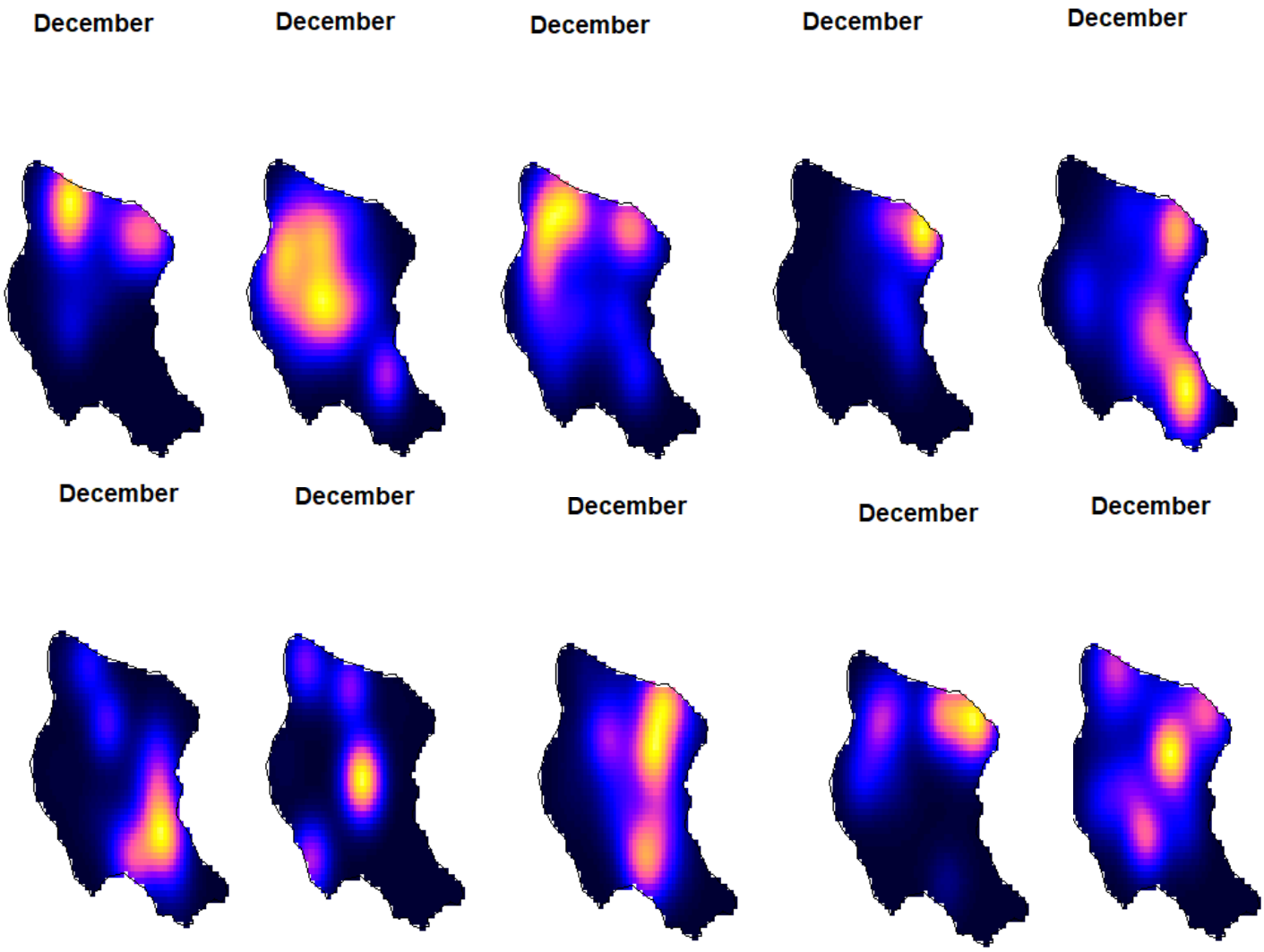

September
Average depth
-1.0
-1.4
-1.8
-2.2
0
5
10
15
20
Hour

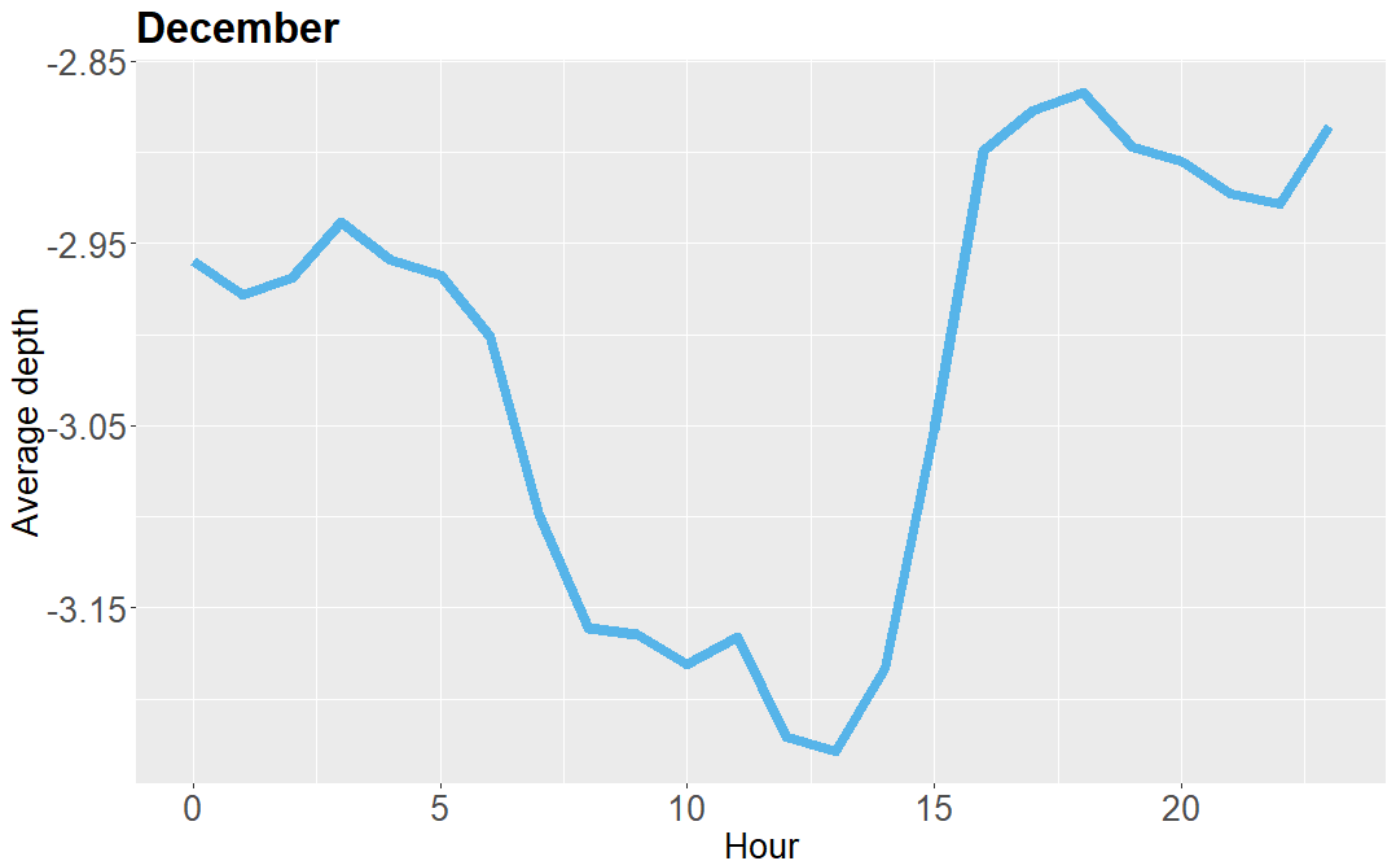

October
October
October
October
October
October
October
October
October
October


October
-1.8
-2.0
-2.2
-2.4
-2.6
Average depth
0
5
10
15
20
Hour


November
November
November
November
November
November
November
November
November
November


November
-2.80
-2.85
-2.90
-2.95
-3.00
Average depth
0
5
10
15
20
Hour


December
December
December
December
December
December
December
December
December
December


December
-2.85
-2.95
-3.05
-3.15
Average depth
0
5
10
15
20
Hour

Länsstyrelsen i Södermanlands län ger årligen
ut ett stort antal rapporter och publikationer som
samlas i Länsstyrelsens publikationsarkiv.

Rapporter och andra publikationer kan hämtas på
följande webbadress:
www.lansstyrelsen.se/sodermanland/sv/publikationer

LÄNSSTYRELSEN
Södermanlands län

www.lansstyrelsen.se/sodermanland