

Spår längs Hökensås av Tidanssjöns utveckling och existens

Felicia Lind

**Degree of Bachelor of Science
with a major in Earth Sciences
15 hec**

**Department of Earth Sciences
University of Gothenburg
2020 B-1091**

Faculty of Science



UNIVERSITY OF GOTHENBURG

Spår längs Hökensås av Tidanssjöns utveckling och existens

Felicia Lind

ISSN 1400-3821

B1091
Bachelor of Science thesis
Göteborg 2020

Mailing address
Geovetarcentrum
S 405 30 Göteborg

Address
Geovetarcentrum
Guldhedsgatan 5A

Telephone
031-786 19 56

Geovetarcentrum
Göteborg University
S-405 30 Göteborg
SWEDEN

Abstract

During deglaciation, ice-dammed lakes formed in front of the retreating ice margin. Between Billingen and Hökensås, and south of the middle Swedish end-moraine-zone, a depression exists. In this area an ice-dammed lake was formed called Tidanissjön. This ice-dammed lake had several outflows along the western side towards Billingen and to the east over Hökensås during its existence. The water level in Tidanissjön dropped as the ice retreated north. To increase the understanding of Tidanissjöns development and water levels, sandar, deltas, moraines, stream channels and dead ice pits have been studied. The level of height for the sandur and deltas are graded to the different water levels during their formation. At the same time as Lake Tidan existed, the depression in Vättern also consisted of an ice lake, Vätternissjön. During certain periods the ice lakes were connected to each other but also to the Baltic ice lake. Waterflow between the ice lakes are studied and identified along Hökensås. During an early stage of Tidanissjön, Vätternissjön was dewatered to Tidanissjön, conversely during a later period. After the ice had retreated north of lake Mullsjö, Tidanissjön became connected to the Baltic Ice Lake and ceased to exist. Tidanissjön had then existed for over 1000 years.

Sammanfattning

Under deglaciation uppstod det uppdämda issjöar vid iskanten. Mellan Billingen och Hökensås i mellansvenska randmorän zonen och söder därom finns en sänka där en issjö bildades genom dämning mellan landet i söder och iskanten, Tidanissjö. Denna issjö har haft flera utlopp både åt väster mot Billingen men också öster ut över Hökensås till Vätternsänkan. Passpunkterna förflyttades längre norrut allteftersom isen retirerade. För att öka förståelsen för Tidanissjöns utveckling och vattennivåer har sandurfält, deltaplan, moränryggar, strömkanaler och dödisgropar studerats. Belägenheten av sandurfälten och deltaplanen indikerar Tidanissjöns olika vattennivåer under deras bildning. Samtidigt som Tidanissjön existerade bestod Vätternsänkan också av en issjö, Vätternissjön. Under vissa perioder var issjöarna förbundna med varandra men också med Baltiska issjön. Tappningar mellan issjöarna är studerade och identifierade längs Hökensås. Tidigt under Tidanissjöns existens avvattnades Vätternissjön till Tidanissjön, omvänt var det vid en senare period. När isen retirerat förbi Mullsjön blev Tidanissjön en del av Baltiska Issjön och Tidanissjön upphörde. Den uppdämda issjön hade då existerade i över 1000 år.

Innehåll

Abstract	2
Sammanfattning	2
Introduktion	4
Metod	5
Geografiska informationssystem	6
Visuell identifiering	6
Granskning av kartor	7
Fältarbete	7
Resultat	8
Beskrivning och utvärdering av delområden	8
Mullsjö	9
Fagerhult	10
Alvasjö	12
Tidaholm	13
Hjo	14
Tibro	15
Älgarås	16
Fagersanna	17
Karlsborg	18
Sammanställning	19
Diskussion	19
Tolkning och analys av bildningar	19
Tidanissjöns tappningar	21
Slutsats	22
Uteblivet fältarbete	23
Referenser	24

Introduktion

I mellersta södra Sverige mellan Billingen och Vättern finns landskapsformer som ger en förståelse för hur isen rörde sig under deglaciationen. Området är främst format under isens reträtt och spår av händelsen finns i Tidansänkan och längs Hökensås. Sänkan är belägen öster om Billingen mellan Värnen och Vättern, väster om en höjdsträckning kallad Hökensås. Hela området har varit av stort geologiskt intresse under lång tid och det består än idag. Tidigare forskning har visat att det fanns isdämda sjöar i Tidan- och Vätternbassängerna, och att de blev en del av baltiska issjön dock är händelseförloppet inte fullständigt klarlagt. Lokalt utbildade issjöar med höga nivåer har tidigare förväxlats med baltiska issjön (Nilsson, 1968). Norrman (1964) och Waldermansson (1986) har framförallt studerat Vätternissjön och dess förhållande till det aktuella området. En detaljerad beskrivning av Tidansänkan och tappningarna har gjorts av Påsse och Pile (2016).

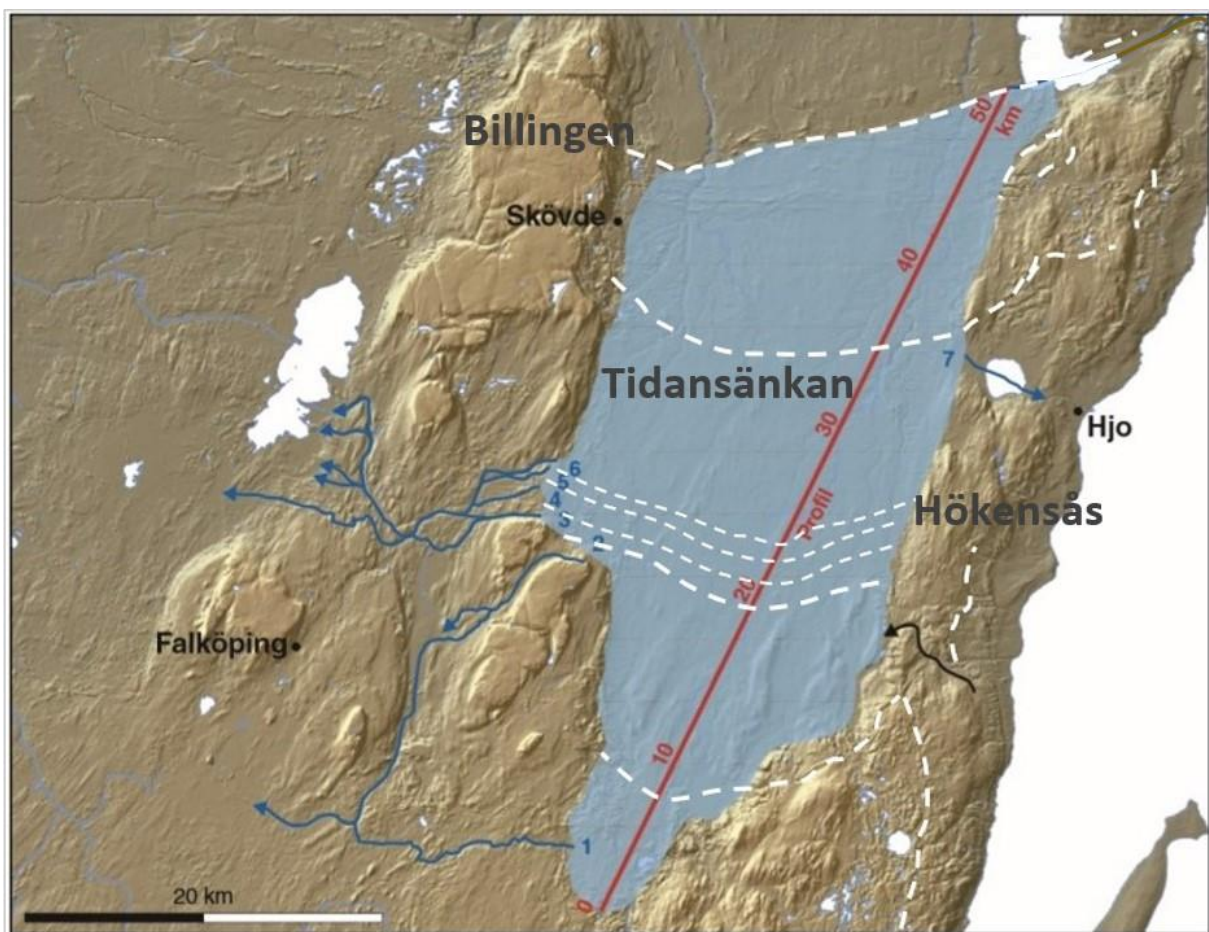
Med hjälp av *Light detection and ranging* (LiDAR) kan man utföra en mer precis kartering och med denna höjddata bestämma nivåer för sandur- och deltaytor samt tolka till vilka nivåer isen tidigare dämt upp vatten för att klargöra stadiernas inbördes förhållande. Syftet är alltså att kartera och identifiera landskapsformer som deltaplan, sandurfält, rullstensåsar och moräner. Utifrån bildningarnas höjdnivåer kan man utläsa Tidan- och Vätternissjöns vattennivåer under dess utveckling på vardera sida om Hökensås. För att sedan föreslå iskantens position under deglaciationen. På så sätt är detta examensarbete en undersökning av issjöns utveckling presenterad av Påsse och Pile (2016).

Hökensås är en höjdsträckning i nordsydlig riktning med varierande höjd och en allmän lutning åt norr (Munthe, 1905). Den utmätta höjden varierar från 90 till 320 meter över havet. På båda sidor om Hökensås i väst och öst lutar det ner mot slättlandet som är beläget på 115 meters höjd (Blomberg, 1906b). Hökensås är en horst (Munthe, 1905) och höjdsträckningen består av en medelgrov granit med grå och rödlätt färg. På vissa ställen har bergarterna diorit och gabbro identifierats (Munthe, 1905). Slättlandet i området utgörs av det subkambriska peneplanet som under en lång tid eroderats (Lidmar-Bergström, 1982). Öster om Hökensås finns det också en gravsänka som är benämnd Vätternsdalen (Waldemarson, 1986). Här har man funnit sedimentära bergarter som tillhör Visingsögruppen som bildades för ca 800 miljoner år sedan (Magnusson, 1963). Den västra sidan av Tidansänkan begränsas av platåbergen vilka är rester från sedimentär berggrund som bildades under kambrium- och silurtiden (Magnusson, 1963).

Hökensås har mäktiga lager av kvartära sediment i sandur och deltan med en viss variation av jordarter men främst sand i de studerade områdena. Övergripande består höjdsträckningen av morän medan slätterna främst utgörs av lera och en del sand. I området förekommer också moränryggar och andra geomorfologiska strukturer (Blomberg, 1906b). Finkornigt sediment förekommer längs Hökensås östra sida och angränsande till Vätternsdalen finns det stråk av sand och lera som avsatts under ett stadie av Vätternissjöns (Blomberg, 1906a). I Bredvik och Hjo västerut mot Mullsjön vidare till Styrshult finns större avlagringar av sand (Blomberg, 1906b) som vittnar om tappning utav Vättern.

Allt eftersom iskanten förflyttades mer norrut uppstod en issjö i Tidansänkan, issjön var belägen 240 m ö.h. för 12 700 år sedan (Påsse & Pile, 2016). Under samma tid sträckte sig en istunga ner i Vätternsdalen (Nilsson, 1942) som retirerade och avancerade ett flertal gånger (Greenwood et al., 2015). Den uppdämda issjön i Tidansänkan benämns Tidansissjön och kom

att ha sitt utlopp vid flera olika passpunkter över platåbergen och Hökensås allt eftersom iskanten retirerade och landet steg (figur 1). För ungefär 13 000 år sedan (Stroeven et al., 2016) när isen retirerat från den södra delen av Tidansänkan uppstod Tidanissjön. Tidanissjön existerade i över 1000 år (Påsse & Pile, 2016) och upphörde efter att Tidanissjön blev en del av Baltiska issjön. När isen retirerat förbi Hjo och Mullsjön (figur 1) öppnades en passage som förband Tidanissjön med Vätternissjön som då var förbunden med Baltiska issjön. Vattennivån uppgick då till 150 m ö.h. och hann sjunka 25 meter innan tappningen av Baltiska issjön ägde rum vilket var för ungefär 11 500 år sedan (Stroeven et al., 2016). Iskanten var då belägen norr om Billingens nordspets och norr om Hökensås. Landskapsformer och dänningsnivåer inom området ger en förklaring till händelseförloppet av isens reträtt i Tidansänkan och tömningen av baltiska issjön.



Figur 1. Påsse och Piles karta (2016) med komplement. Blå pilar representerar utlopp för Tidanissjön och siffrorna visar ålderssekvensen. Svart pil representerar inlopp för Tidanissjön och vita streckade linjer representerar isfrontens positioner.

Metod

Hökensås är studerat genom LiDAR och som underlag till bildningarna i området har Örhlings karta används (Örbling, Peterson, & Johnson, 2018). Hökensås är uppdelat i delområden efter identifierade sandurfält och deltaplan. Totalt har nio olika platser identifierats och varje område presenteras av en karta. Tolkningar av händelseförloppen är

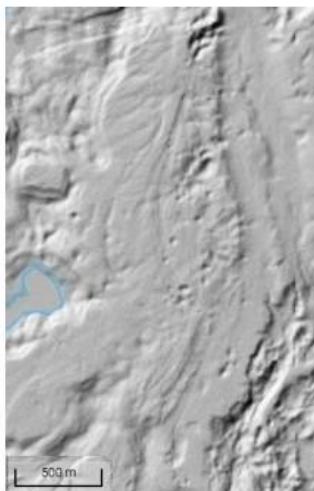
numrerade för varje plats genom identifiering av olika bildningar främst moränryggar, isälvsavlagringar och sandurfält men också genom deltaplan, dödisgropar och strömkanaler.

Geografiska informationssystem

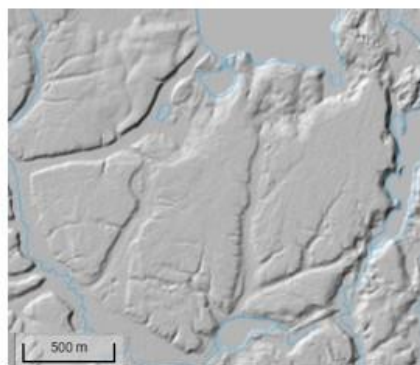
Höjddata med en upplösning av 0,1 vertikalt och 0,3 horisontellt (Lantmäteriet, 2016) över Hökensås är hämtad från lantmäteriet som genom LiDAR fått fram detaljerade information av terrängen. Höjdnivåer och landskapsformer i höjdmodellen är analyserade i QGIS, Bucuresti 3.12, där tolkningar av strukturerna främst har utförts visuellt. Verktyg för terrängen har också använts för att få fram lutningen och topografin. Varje enskild struktur av intresse är markerad och ersatt med antingen en polylinje eller polygon som representerar bildningen i en del av området. Landformerna som karterades var; sandur (figur 2), delta (figur 3), rullstensåsar (figur 4), moränryggar (figur 5) och dödisgropar (figur 6). Resultatet är presenterat i form av kartor, en för varje delområde som tillsammans utgör en karta över området. Detta ger en möjlighet att tolka geomorfologin och händelseförloppen vid isens avsmältning i Tidansänkan.

Visuell identifiering

För att kunna identifiera sandurplan har jag letat efter strömkanaler och dödisgropar då dessa ofta finns på dess yta (figur 2). De angränsar ofta till bildningar som indikerar iskantens position. Deltan påminner om sandur men har vanligtvis en planare yta (figur 3) och för att skilja dessa åt har jag undersökt höjden. Sandur är ofta belägna högre än deltan. Både sandur och deltan har en tydlig brant vid dess avgränsningar. Rullstensåsar identifieras genom deras smala slingrande upphöjda ryggar (figur 4). Skillnaden mellan rullstensåsar och moränryggar är att moränryggarna är tjockare och rakare (figur 5). De har vanligtvis motsatt orienterings riktning från varandra, rullstensåsar följer isens rörelse i nord-syd och moränryggarna dess iskant i väst-östlig riktning. Dödisgropar är runda mindre hål på ytan (figur 6), ofta belägna på sandur eller deltan.



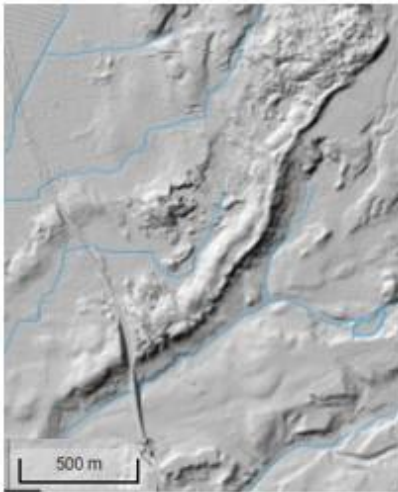
Figur 2 visar identifierad sandur.



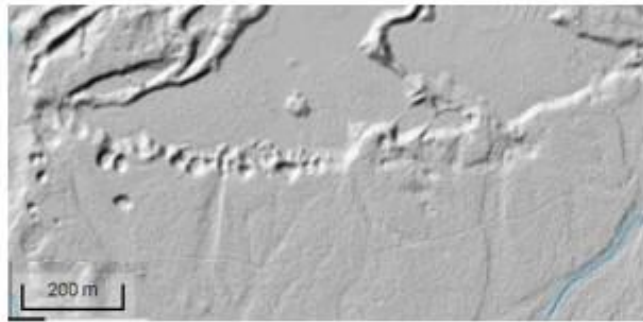
Figur 3 visar identifierade deltan.



Figur 4 visar identifierade rullstensåsar.



Figur 5 visar identifierad moränrygg.



Figur 6 visar identifierade dödisgropar.

Granskning av kartor

Arbetet grundar sig också i en litteraturstudie och tar därför stöd i tidigare forskning. Som komplement och stöd till landformstolkningarna studerades SGU:s berggrundskarta och jordartskarta för att få en uppfattning om sediment och bergarter i områdena (SGU, u.å.). Kartbladen över Gällö (Blomberg, 1906a), Hjo (Blomberg, 1906b) och Karlsborg (A. H. Westergård, 1926) med tillhörande beskrivningar har bidragit till tolkningarna över Hökensås. Christian Öhrlings detaljerade karta (Öhrling et al., 2018) har legat som grund för kartläggningen av bildningarna i området. Tore Påsse & Otto Piles (2016) kartor över området som representerar isens position under deglaciationen har också haft betydelse för identifikationen av flera geomorfologiska strukturer. Sarah L Greenwoods (Greenwood et al., 2015) karta över Vättern fhar bidragit till mina tolkningar av Hökensås östra sida.

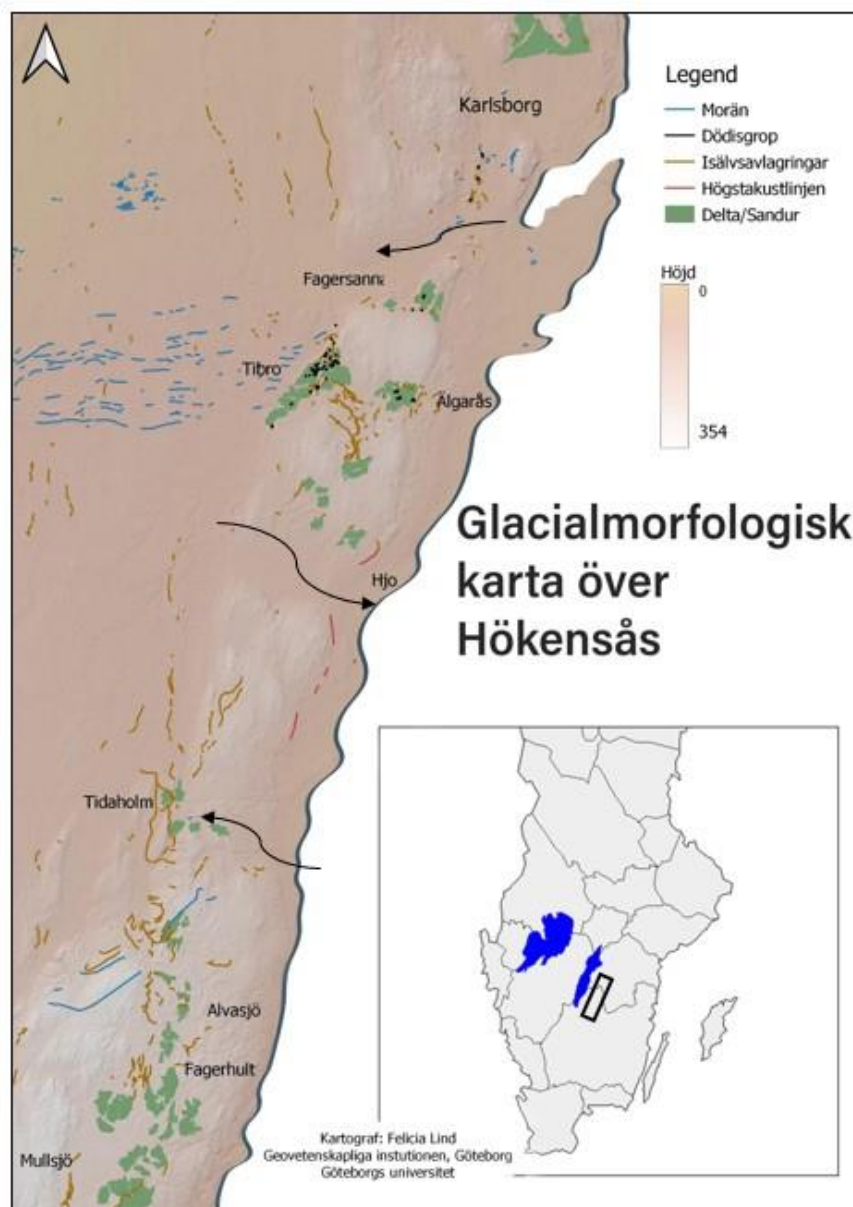
Fältarbete

En dag spenderades i fält för att få en överblick av området och för att undersöka de bildningarna som varit svårare att identifiera. Sedimentanalyser utfördes i fält för att få en bättre uppfattning om dessa bildningar.

Resultat

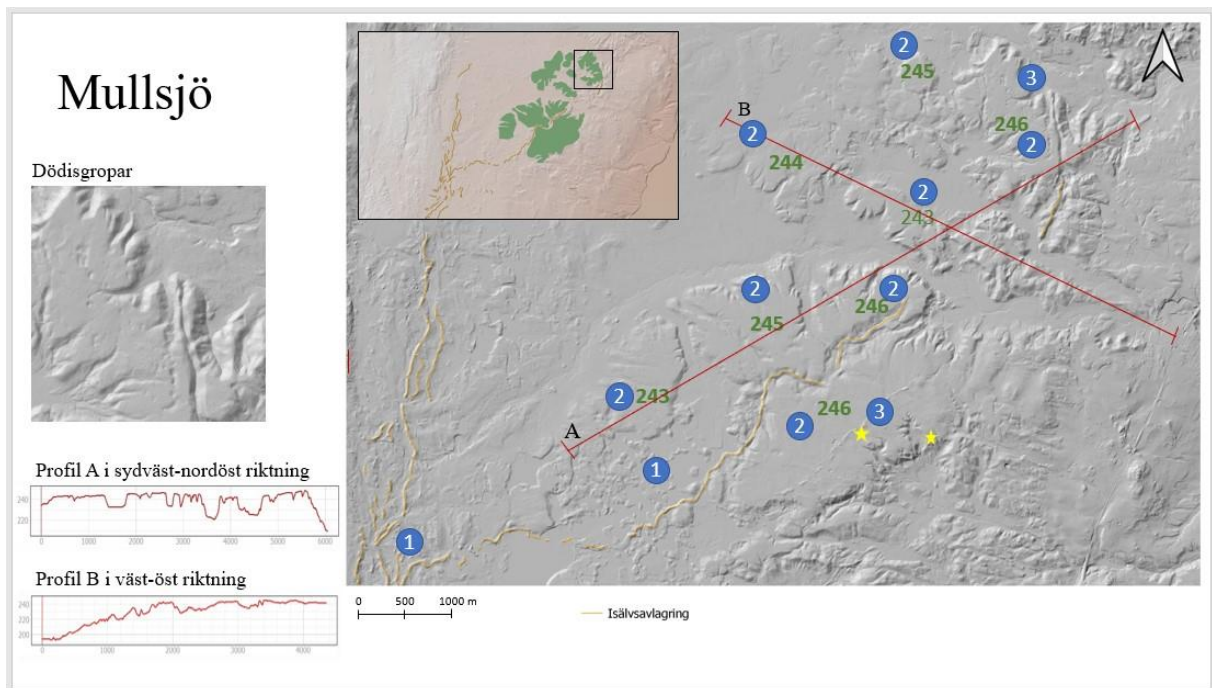
Beskrivning och utvärdering av delområden

Tidanissjöns utveckling redovisas med kartor för varje studerat område samt med en översiktskarta för Hökensås. Översiktskartan visar alla identifierade bildningar av intresse för studien samt Tidansjöns utlopp och inlopp över Hökensås. Tillsammans ger de en bild av Tidansjöns olika stadier varigenom man kan förklara händelseförloppen för Tidansjöns sänka. Totalt har 9 olika områden längs Hökensås identifierats där alla är benämnda efter lokal plats (figur 7). Utloppen för hela Tidansjöns sänka med indikationer av iskantens position presenteras i figur 1.



Figur 7. Översiktskarta för Hökensås som visar bildningar och delområden. Pilarna representerar avvattningen över Hökensås.

Mullsjö

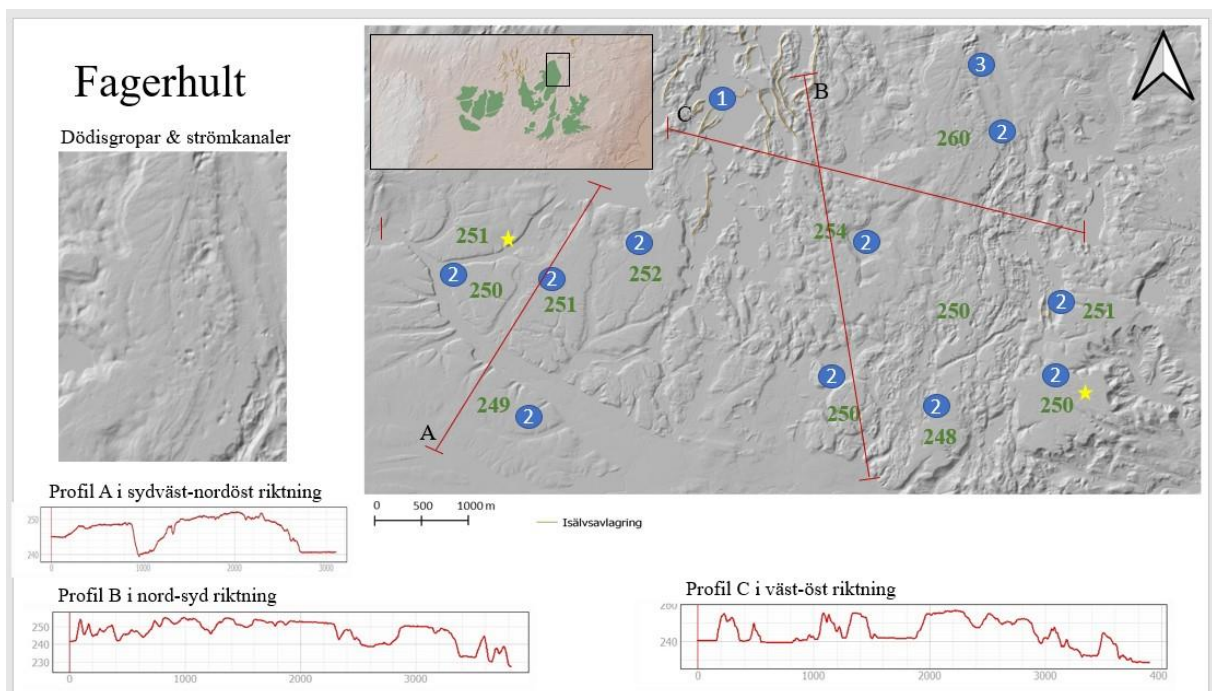


Figur 8. Insticksbilden i färg representerar identifierade bildningar i området. Varje enskild platå är markerad med en grön siffra som indikerar dess höjd över havet. Gul stjärna representerar den besökta platsen och de röda strecken representerar profiler. Området för insticksbilden i svartvit presenteras av rutan i insticksbilden med färg. Ordningföljden av bildningarnas uppbyggnad representeras av siffror. I Mullsjö avser nummer 1 rullstensåsar, nummer 2 representerar deltaplan och sandurfält och nummer 3 representerar en sanddyn och dödisgropar. Området beskrivs i löptexten.

De markerade bildningar längst i söder på översigtskartan för Hökensås (figur 7) är benämnt Mullsjö. Hökensås sträcker sig längre söder ut än vad Tidansänkan gör vilket innebär att detta område är beläget strax söder om Tidansänkan på den östra sidan av Hökensås angränsande till Vätternbassängen. Området visas i kartan över Mullsjö (figur 8) och består av 8 upphöjda plana ytor belägna på ungefär 245 meters höjd. Dessa bildningar består av sandigt isälvs sediment (SGU, u.å.) och från fältstudier identifierades sand innehållande en del större korn upp till 10 cm med rundade kanter och oval form. Sedimentets egenskaper tyder på fluviala processer och avsättning en bit bort från iskanten (Prothero, 2014). Från profilerna över området kan man utläsa stora höjdskillnader mellan omkringliggande terräng och upphöjda plana ytor. De höjer sig allmänt 10 meter över omgivningen med branta begränsningar. Det finns ingen tydlig höjdskillnad som indikerar avrinningsriktningen för området men eventuellt finns en svag lutning åt väst. För att fluvialt sediment med en sådan sluttning ska bildas betyder det att de plana ytor i öst var närmre isloben i Vätternsänkan. I Mullsjö området har också smala slingrande ryggar identifierats emellan och invid de upphöjda plana ytorna. I den västra delen av området följer ryggarna Hökensås kant i en nord-sydlig riktning medan ryggarna belägen mellan de upphöjda plana ytorna har en nordostlig-sydvästlig riktning. Denna typ av landskapsform benämns rullstensås och bildas under isen vilket innebär att de ofta har samma rörelseriktning som isen (Douglas & David, 2014). I fält vid en skärning av de upphöjda plana ytorna identifierades rundade stenar och sand som

antingen indikerar att det finns rullstensåsar under de upphöjda plana ytorna eller att isen rört sig fram och tillbaka för att först avsatt de upphöjda plana ytorna och sedan rullstensåsarna. Oavsett, avsattes rullstensåsarna innan de plana ytorna. Ovanpå samma upphöjda plana yta sträcker sig en rygg av fin sand som troligtvis transporteras genom vind, bildningen tolkas som en sanddyn. På de nordligaste upphöjda plana ytorna har sänkor i marken identifierats som dödisgropar vilket antingen kan vara en indikation av iskantens position eller grunt vatten. Anmärkningsvärt för området är att dessa upphöjda plana ytor är belägna på ungefär samma höjd vilket indikerar att de bildats samtidigt. Tolkningen för Mullsjö områdets bildning är att de smala slingrande ryggarna (rullstensåsar) avsattes först. Därefter har plana ytor byggts upp inneslutande isblock som sedan smält fram och bildat gropar, vattenytan var då lägre än platåytan. De identifierade bildningar tolkas som rullstensåsar, dödisgropar respektive deltaplan och sandurfält. Deltaplanen tyder på existensen av en uppdämd issjö begränsad av isloben i Vätternsänkan och Hökensås. Rullstensåsarna tyder på att isen retirerat i en nordöstlig riktning och enligt tolkningarna för området har iskanten varit positionerad i öster. Vattnet har troligtvis transporterats åt sydväst under denna period.

Fagerhult

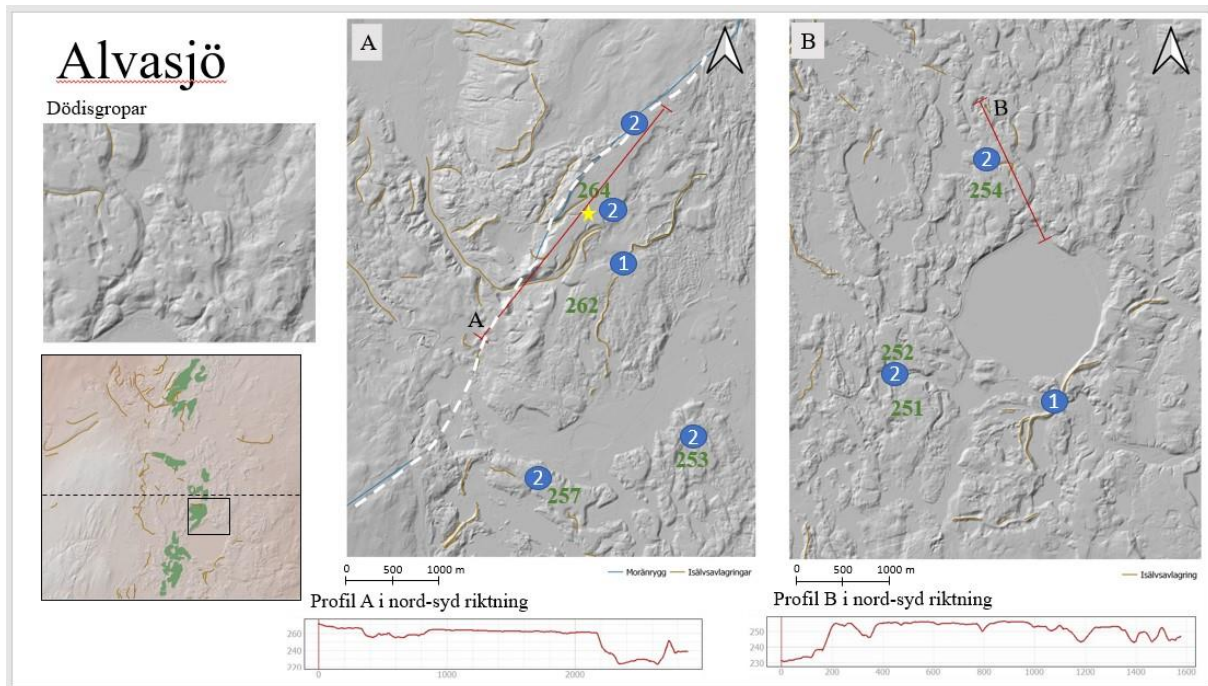


Figur 9. Insticksbilden i färg representerar identifierade bildningar i området. Varje enskild platå är markerad med en grön siffra som indikerar dess höjd över havet. Gul stjärna representerar den besökta platsen och de röda strecken representerar profiler. Området för insticksbilden i svartvit presenteras av en ruta i insticksbilden i färg. Ordningföljden av bildningarnas uppbyggnad representeras av siffror. I Fagerhult representerar nummer 1 rullstensåsar, nummer 2 representerar deltaplan och sandurfält och nummer 3 representerar dödisgropar och strömkanaler. Området beskrivs i löptexten.

Följande område i nordlig riktning längs Hökensås är benämnt Fagerhult och ligger nordväst om Mullsjö. Fagerhult angränsar till Hökensås östra sida och vätterdalens västra sida. I kartan för området har smala ryggar i en nordsydlig riktning identifierats samt gropar och

strömkanaler. Kartan (figur 9) visar också bildningar av upphöjda plana ytor belägna på en högre höjd än omkringliggande terräng. Alla upphöjda plana ytor är belägna på en höjd av ca 250 m ö.h. -med brant stupande slänter. Den nordligaste upphöjda ytan skiljer sig från de andra då den är belägen på en höjd av 260 m ö.h. och utgörs av flätade strömkanaler. Resterande upphöjda plana ytor är karterade som sandigt isälvsediment (SGU, u.å.) vilket bekräftades i fält och bildningarna tolkas därför som sandur eller deltaplan. De upphöjda planen väster därom består av fin och mellan sand och i öster huvudsakligen av sand men också en del grus. En annan skillnad mellan den nordliga plana ytan och övriga deltaplanen är deras ytstruktur som indikerar olika bildningsmiljöer. Deltaplanen har en slätare homogen yta som indikerar att de avsatts under vattenytan medan den nordliga upphöjda plana ytan, 160 m ö.h., består av dödisgropar som kan vara en indikation på ett kort avstånd till isens position. Eftersom det både identifierats flätade strömkanaler och dödisgropar på bildningen tolkas den upphöjda plana ytan som ett sandurfält. Dödisgroparna på sandurfältet är orienterad i en nordnordväst-sydsydöstlig riktning och man bör ta i beaktande varför de är dispositionerade som de är och varför denna strukturen inte finns på de södra plåtåerna eller mer utspritt. Förhållandet talar för att de bildats vid iskanten. Den allmänna lutningen för området är åt sydsydväst vilket är densamma för strömkanalerna och de smala slingrande ryggarna som tolkas som rullstensåsarna. Fagerhults bildningar är snarlika de i Mullsjö, även bildningarna i detta område tyder på en issjö mellan Hökensås och istunga i Vätterndalen precis som i Mullsjö. Tolkningen ger också en tydligare förståelse för iskantens position och issjöns vattennivå. De flätade strömkanaler på sandurfältet indikerar att issjöns vattennivå var omkring 250 meter. Den ökande kornstorleken åt öster minskar med avstånd från iskanten vilket bekräftar iskantens position i öst.

Alvasjö

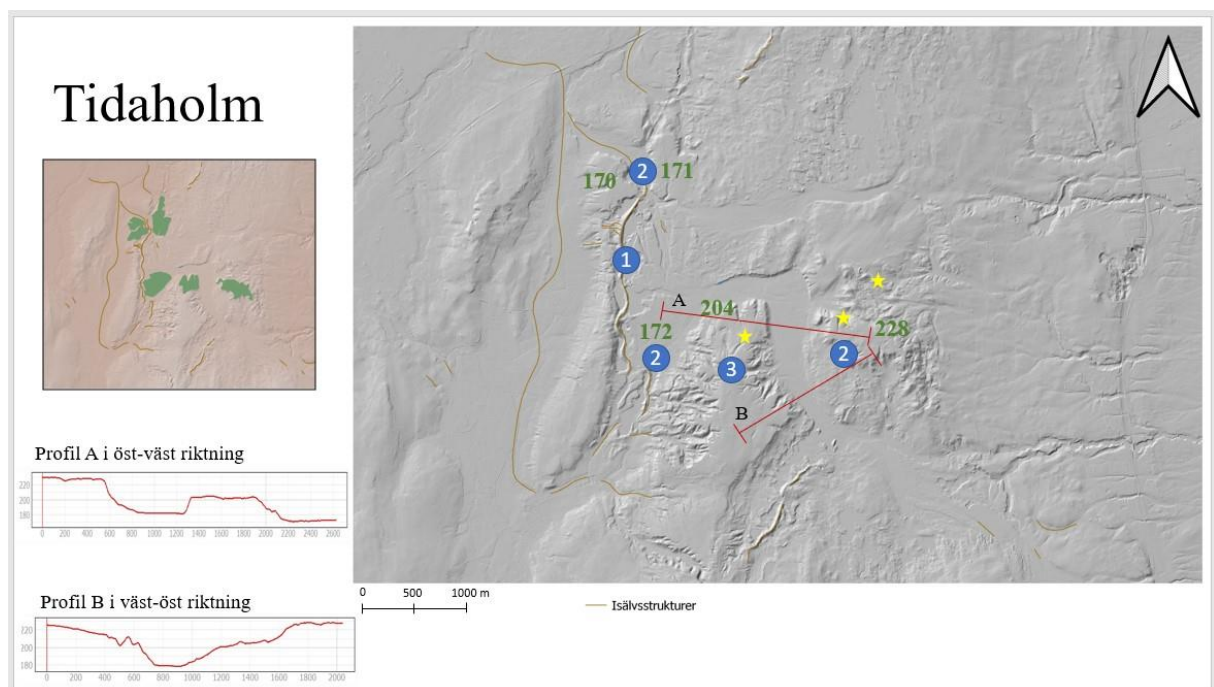


Figur 10. Insticksbilden i färg representerar identifierade bildningar i området. Varje enskild platå är markerad med en grön siffra som indikerar dess höjd över havet. Gul stjärna representerar den besökta platsen och de röda strecken representerar profiler. Området för insticksbilden i svartvit presenteras av rutan i insticksbilden i färg. Ordningföljden av bildningarnas uppbyggnad representeras av siffror. I Alvasjö är kartan för området uppdelad i två delar, markering för uppdelningen representeras av en streckad linje i insticksbilden i färg. I karta A representerar nummer 1 rullstensåsar, nummer 2 representerar moränrygg och deltaplan samt sandurfält. I karta B representerar nummer 1 rullstensåsar, nummer 2 representerar sandurfält och deltaplan. Området beskrivs i löptexten.

Längre norrut över Hökensås ligger Alvasjö (figur 10) som är ett långsmalt område indelat i två delar, karta A uppvisar den norra delen av området och karta B den södra delen av området. Tillsammans täcker kartorna hela området som består av många upphöjda plana ytor, ett fält av smala slingrande ryggar, två större ryggar samt utspridda gropar. Höjden för de upphöjda plana ytorna varierar från 251–264 m ö.h. och området har en svag lutningsriktning åt syd. I karta A (figur 10) har två större ryggar i sydvästlig-nordostlig riktning identifierats på två olika platser och tillsammans sträcker de sig tvärs över hela det norra området. Ryggen i söder är karterad som morän medan ryggen i norr är karterad som sandigt isälvs sediment (SGU, u.å.). Från fältstudier identifierades block och silt vid den södra ryggen och denna bildning tolkas som en ändmorän vilken indikerar iskantens position. Söder om den norra ryggen identifierades isälvs sediment samt enstaka stora block och flätade strömkanaler. Stora block transporteras vanliga inga långa sträckor med vatten vilket betyder att iskanten varit belägen i närheten. Iskantens position indikeras av blocken och strömkanaler vid den norra ryggen. Söder om denna ryggen syns upphöjda plana ytor men också smala slingrande ryggar som sträcker sig i nord-sydlig riktning vilket tycks vara ett gemensamt drag för hela Alvasjö. Dessa representerar orienteringen av islobens kant i Vätternsänkan. Öster om av Alvasjö tvärs för dess mitt finns ett område med flera gropar i marken som sträcker sig 1 km åt söder. Groparna tolkas som dödisgropar och det är mycket möjligt att de indikerar en iskant öster om området. Innan de upphöjda plana ytorna bildades avsattes de smala slingrande ryggarna,

vilka tolkas som rullstensåsar. Den nordligaste upphöjda ytan tolkas som ett sandurfält och resterande plataer som deltaplan. I Alvasjö området har många upphöjda plana ytor eroderat och rullstensåsar har inte alltid en kontinuitet vilket gör att tolkningarna har brister. Rullstensåsarnas halvdana uppbyggnad kan också bero på att de icke byggts upp kontinuerligt under isen. Bildningarna i området tyder på att det tidigare varit belägna under en uppdämd issjö mellan Hökensås och isloben i Vätternbassängen. De plana ytorna kan knytas an med de i Mullsjö och Fagerhult som tillsammans utgör ett stort sandurfält mellan isloben i Vätternsänkan och Hökensås östra sida. Iskanten som identifierats i karta A (figur 10) tillhör Tidaneloben som genomskär en dal vilken skulle kunnat vara ett möjligt utlopp. Issjön mellan Hökensås och Vätternloben är på så sätt uppdämd både i öst och väst eftersom dalen blockeras.

Tidaholm

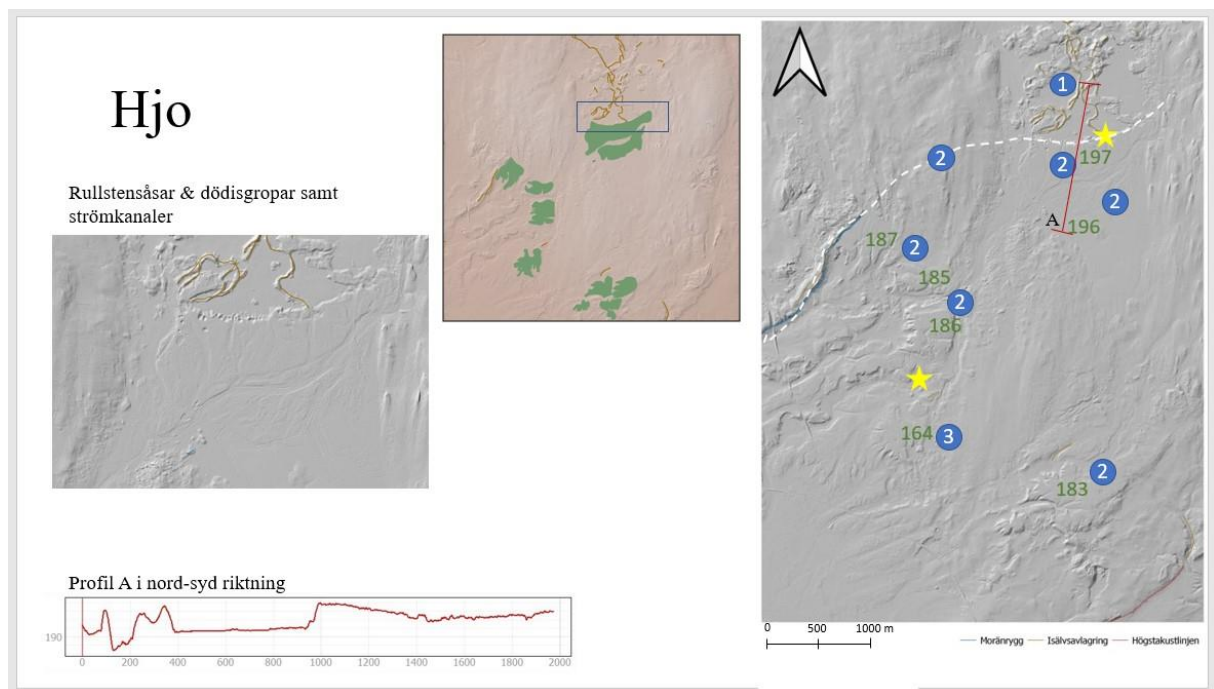


Figur 11. Insticksbilden i färg representerar identifierade bildningar i området. Varje enskild platå är markerad med en grön siffra som indikerar dess höjd över havet. Gul stjärna representerar den besökta platsen och de röda strecken representerar profiler. Området för insticksbilden i svartvit presenteras av rutan i insticksbilden i färg. Ordningföljden av bildningarnas uppbyggnad representeras av siffror. I Tidaholm representerar nummer 1 rullstensåsar och nummer 2 representerar delta. Området beskrivs i löptexten.

Tidaholm ligger vid Hökensås västra sidan angränsande till den forna Tidanelssjön (figur 2). I området har smala slingrande ryggar och upphöjda plana ytor identifierats (figur 11). De två smala slingrande ryggarna har en nordsydlig riktning respektive nordnordöst-sydsydvästlig riktning. Det finns en stor höjdskillnad mellan de upphöjda plana ytorna som når ungefär 170 m ö.h. i väst respektive 204 m ö.h. och 228 m ö.h. i den östra delen av området. Mellan dessa ytor går en dal som lutar både åt väst och öst vilken är en erosionsränna som skurits ner. Vätternissjön var belägen, 208 m ö.h. (Nilsson, 1942), vilket var högre än Tidanelssjön vilket

tyder på att vattnet runnit från Vätternissjön till Tidanissjön. Strandlinjen belägen 170 m ö.h. bildades vid ett senare stadie av Tidanissjön. Från fältstudier identifierades flera stora block jämnt fördelade på sandig mark med tämligen plan yta 204 meter över havet. Vid 228 meter över havet identifierades stora block i slänten på väldigt fin sand. Sådana avsättningar finner man vid en strand där block strandats med isflak eller där kraftig erosion lämnat kvar större block och i slutskedet sand, så som vid en tappning. Vid en skärning i området belägen ungefär 200 m ö.h. identifierades finsand innehållande korsbäddar vilka täcks av ett lager med blandade kornstorlekar som sand, grus och silt. Den upphöjda plana ytan belägen 204 m ö.h. är karterade som isälvs sediment och den upphöjda plana ytan belägen 228 m ö.h. som sandigt isälvs sediment (SGU, u.å.). De upphöjda plana ytorna i området tolkas som ett deltaplan trots att fluvialt sediment av större storlek identifierats på ytan. Det fluviala sedimentet och blocken representerar en tappning över Hökensås.

Hjo

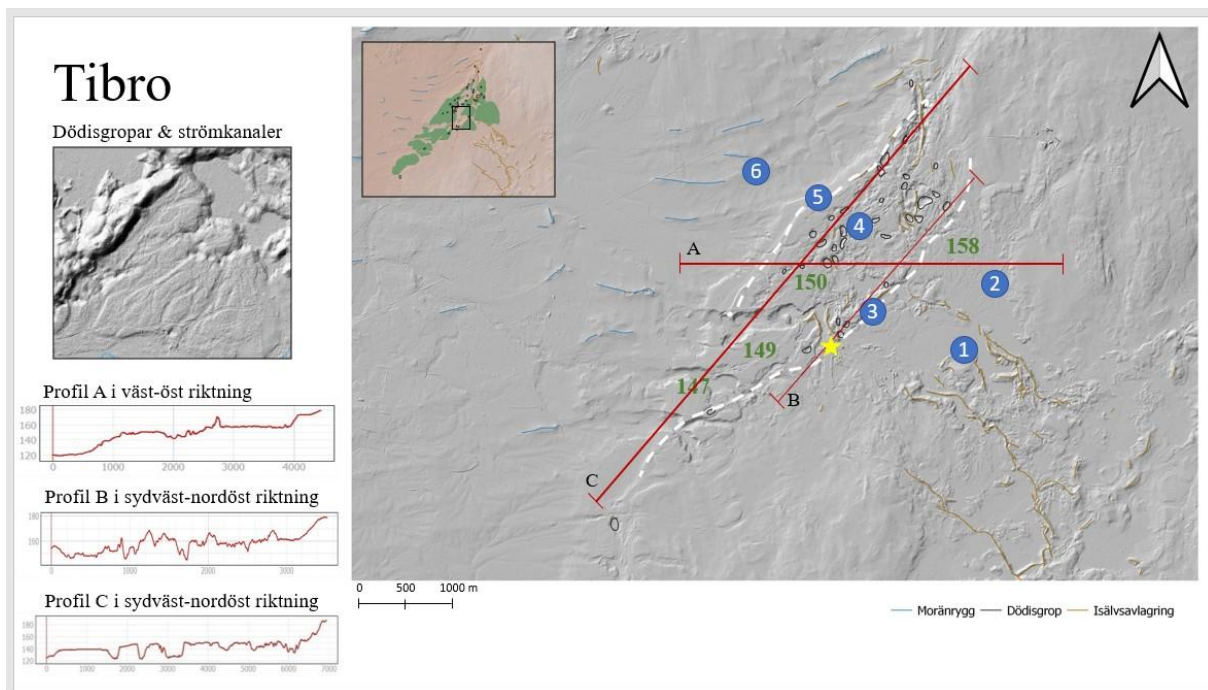


Figur 12. Insticksbilden i färg representerar identifierade bildningar i området. Varje enskild platå är markerad med en grön siffra som indikerar dess höjd över havet. Gul stjärna representerar den besökta platsen och röda streck representerar profiler. Området för insticksbilden i svartvit presenteras av rutan i insticksbilden i färg. Ordningföljden av bildningarnas uppbyggnad representeras av siffror. I Hjo representeras nummer 1 rullstensåsar, nummer 2 representerar iskantens position och sandurfält samt delta och nummer 3 representerar delta. Området beskrivs i löptexten.

Området benämnt Hjo har i tillhörande kartas (figur 12) nordöstra del en tydlig kant med ett större antal gropar öster om krönet. Slänten angränsar till en plan yta med flera smala slingrande ryggar. Söder om slänten är marken platt och belägen 197 m ö.h. Det skiljer alltså 5 meter i höjd om vardera sida av slänten eftersom den norra sidan är belägen 192 m ö.h. Från profilen kan man tydligt se hur topografin stiger åt syd. Strömkanaler har identifierats söder om slänten och från fältarbete identifierades också några mellanstora och stora stenar.

Området är karterat som isälvs sediment (Blomberg, 1906b) vilket bekräftades i fält. Det studerade området har en större rygg i väster och upphöjda plana ytor belägna ungefär 185 m ö.h. som består av sandigt isälvmaterial (SGU, u.å.). Utmärkande i södra delen av området är att en av de upphöjda plana ytorna är belägen hela 22 meter lägre, belägen 164 m ö.h. jämfört med resterande plana ytor vilket tyder på att den bildats efter de andra. Den stora ryggen tolkas som en moränrygg som tillsammans med slänten indikerar iskantens position. Bildningarna har troligtvis byggts upp samtidigt med undantag för de smala ryggarna som tolkas som rullstensåsar och bildats först. De plana ytorna vid moränryggen och slänten tolkas som sandurfält och de andra upphöjda plana ytorna som deltaplan. Vid slänten av bildningen belägen 186 m ö.h. identifierades varvig lera, grövre uppåt. En uppåtgående sekvens av grövre sediment indikerar antingen en häftigare vattenföring eller minskat avstånd till iskanten. Denna bildning samt sandurfältet och resterande deltaplanen har bildats då isfronten stod i Hjo.

Tibro

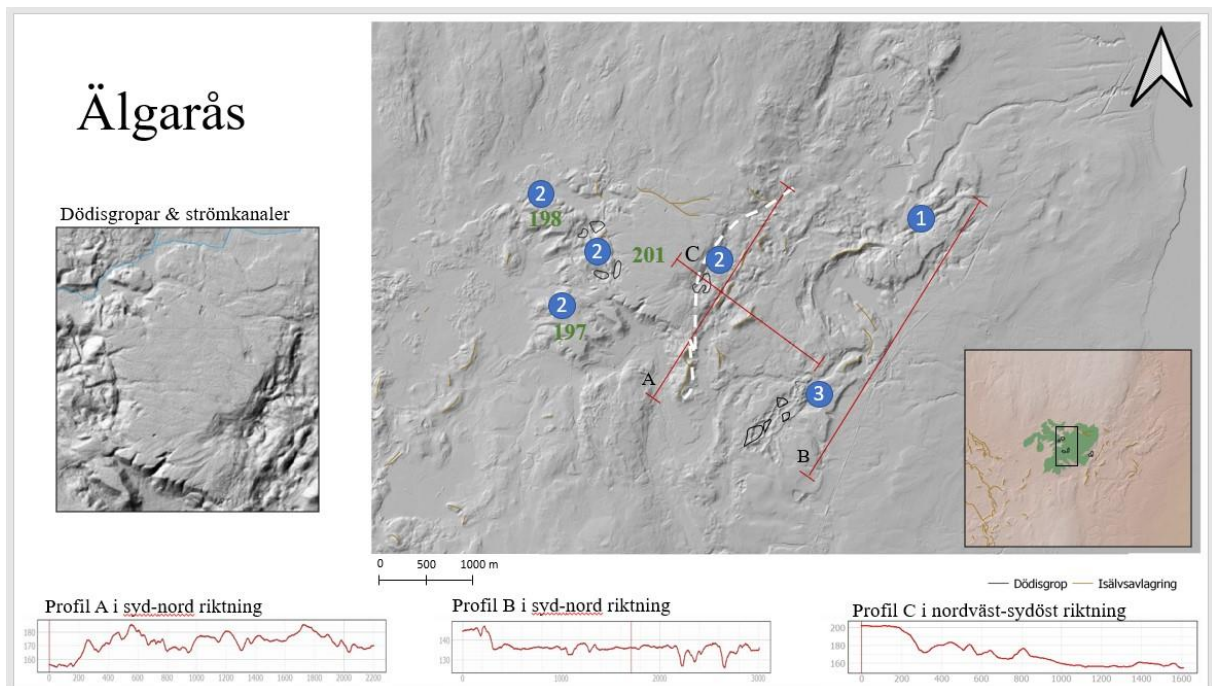


Figur 13. Insticksbilden i färg representerar identifierade bildningar i området. Varje enskild platå är markerad med en grön siffra som indikerar dess höjd över havet. Gul stjärna representerar den besökta platsen och röda streck presenterar profiler. Området för insticksbilden i svartvit presenteras av rutan i insticksbilden i färg. Ordningsföljden av bildningarnas uppbyggnad representeras av siffror. I Tibro representerar nummer 1 rullstensåsar, nummer 2 representerar sandurfält, nummer 3 representerar iskantens position, nummer 4 representerar sandurfält, nummer 5 representerar iskantens position och nummer 6 representerar randmoräner. Området beskrivs i löptexten.

Söder om den östra delen av de mellansvenska randmoränerna vid Tibro är upphöjda plana ytor belägna på varierande höjder mellan 147 till 158 m ö.h. Utöver dessa ändmoräner syns (figuren 13) två andra ryggar som träder fram mitt i området. Mellan dessa ryggar utgörs marken av ett fält bestående av flera gropar och flätade strömkanaler det vill säga ett sandur. De upphöjda plana ytorna är belägna på olika höjder men består alla av isälvs sediment (SGU,

u.å.). Bildningen i öst uppgår till 158 m ö.h. och tolkas som ett sandur medan bildningarna i väst är belägna på 147 m ö.h. respektive 149 m ö.h. Sistnämnda bildningar tolkas som deltaplan. Från profilen i västöstlig riktning kan man tydligt se fältet med gropar och dess ojämna yta likaväl som de platta ytorna och höjdtoppen som indikerar den sydligaste ryggen. I området finns en allmän lutning åt sydväst. I tibrområdet har också smala slingrande ryggar identifierats i södra delen av området vilka tolkas som rullstensåsar och bildats i ett tidigt skede. Därefter bildades de plana fältet beläget 258 m ö.h. följt av ryggen längst i sydväst. Vid denna rygg identifierades flätade strömkanaler och block i fält vilket tyder på att iskanten varit positionerad längs dess västra sida. Därefter bildades det ojämna fältet beläget mellan ryggarna. Groparna mellan ryggarna är en följd av att insandade isblock smält bort det vill säga dödisgropar. Bildningen av de upphöjda plana ytorna skedde innan isen lämnade den nordvästliga moränryggen där isens reträtt gjort ett uppehåll. Strömkanalerna på sandurfälten indikerar att vattennivån i Tidanssjön inte överstigit 155 m ö.h.

Älgarås

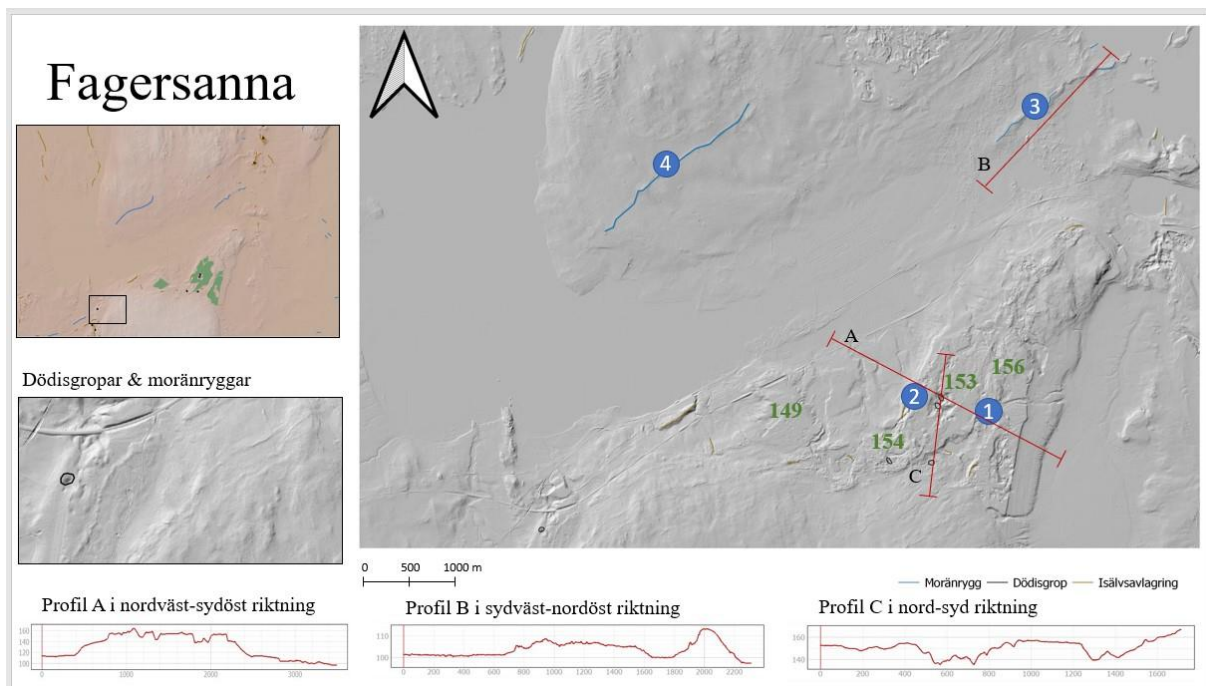


Figur 14. Insticksbilden i färg representerar identifierade bildningar i området. Varje enskild plåtå är markerad med en grön siffra som indikerar dess höjd över havet. Gul stjärna representerar den besökta platsen och röda streck presenterar profiler. Området för insticksbilden i svartvit presenteras av rutan i insticksbilden i färg. Ordningföljden av bildningarnas uppbyggnad representeras av siffror. I Älgarås representerar nummer 1 rullstensåsar, nummer 2 representerar dödisgropar, nummer 3 representerar sandur och delta samt iskanten i väst och nummer 4 representerar dödisgropar i öst. Området beskrivs i löptexten.

Älgaråsområdet ligger öster om Tibro på den östra sidan av Hökensås angränsande till Vätterndalen. I området har upphöjda plana ytor, smala slingrande ryggar och gropar identifierats (figur 14). Älgarås har en allmän lutning åt väster och de upphöjda plana ytorna är belägna ungefär 198 m ö.h. och består av isälvs sediment (SGU, u.å.). Ovanpå den större plana ytan finns strömkanaler och utspridda gropar vilket tyder på att det är ett sandur.

Groparna i området tolkas som dödisgropar. Utöver dessa bildningar har några få slingrande smala ryggar identifierats med orientering åt nordöst-sydväst och tolkas som rullstensåsar. Sydöst om sandurfältet visas i kartan en rygg som sträcker sig i nordnordöstlig-sydsydvästlig riktning genom området. Ryggen tolkas som en moränrygg och indikerar iskantens position efter reträtt från kanten av sandurn. Nedanför denna rygg går det tydligt att se strandlinje belägen 135 m ö.h. som indikerar vattennivån innan baltiska issjöns tappning i väst. Längre öster ut har ytterligare en upphöjd plan yta bildats på ungefär 160 meters höjd. Söder om denna yta är dödisgroparna positionerade längs ett område i nordnordöstlig-sydsydvästlig riktning. Dödisgroparnas disponering tyder på att iskanten även varit positionerad här men vid ett senare tillfälle. Dödisgroparna och sandurfältet beläget ca 200 m ö.h. representerar en iskant. Vid den östra sidan av Hökensås var isen belägen högre än i väst och på grund av områdets topografi var ytan begränsad. Smältvatten från isen har således transporterats ner i Tidansänken vid Tibro och söder ut till Mullsjön. Denna slutsats drog redan Norrman (1971).

Fagersanna

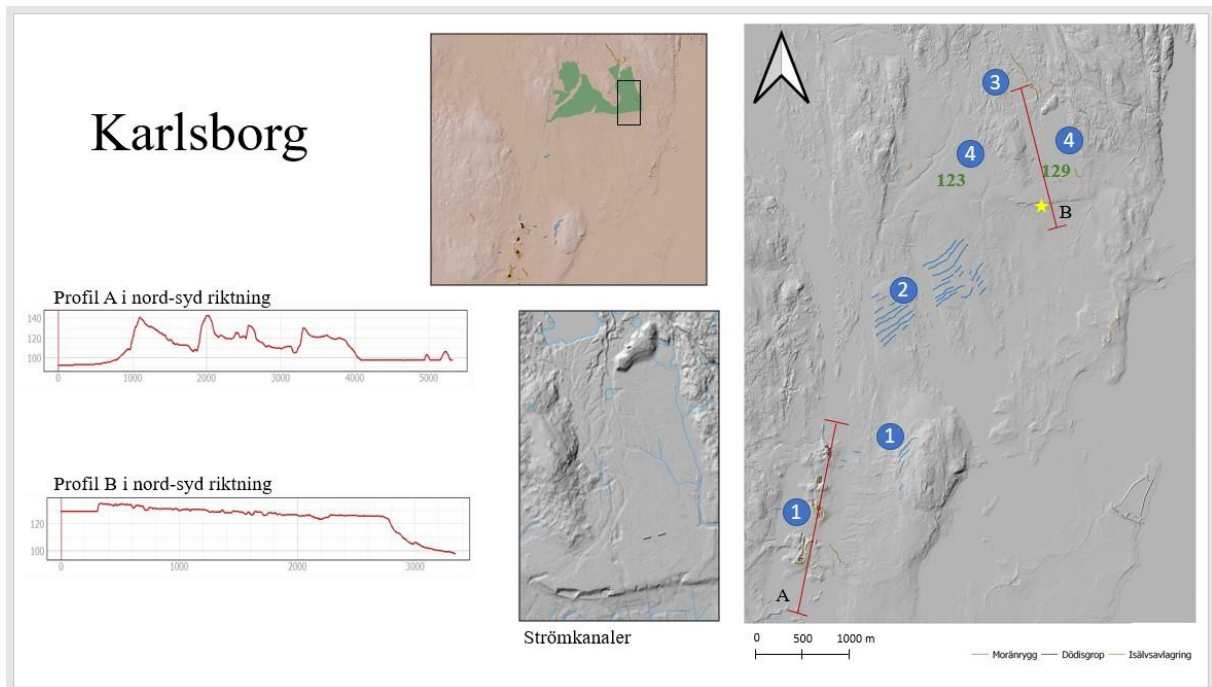


Figur 15. Insticksbilden i färg representerar identifierade bildningar i området. Varje enskild platå är markerad med en grön siffra som indikerar dess höjd över havet. Gul stjärna representerar den besökta platsen och röda streck representerar profiler. Området för insticksbilden i svartvit presenteras av rutan i insticksbilden i färg. Ordningföljden av bildningarnas uppbyggnad representeras av siffror. 1 Fagersanna representerar nummer 1 sandurfält, nummer 2 representerar dödisgropar, nummer 3 representerar moränrygg och nummer 4 representerar moränrygg. Området beskrivs i löptexten.

Fagersanna är beläget på den norra delen av Hökensås vid sjön Örlen (figur 2). Två markanta ryggar har identifierats i den norra delen av området (figur 15) men även flera upphöjda plana ytor har identifierats. Som kartan visar (figur 15) sträcker sig en erosionsyta mellan höjderna i norr och söder. Den västra delen av erosionsytan täcks av sjön Örlen och den östra delen av torv (SGU, u.å.). Detta område är av speciellt intresse för diskussionen kring baltiska issjön tappning (Strömberg, 1994) som ägde rum för 11 500 år sedan (Andréasson, 2015). Bevis för

tappningen finns i den västra delen av området där flera fält med stora block identifierats. Alla upphöjda plana ytor är belägna på ungefär samma höjd i Fagersanna vilket indikerar att de bildats samtidigt. Längs udden i västöstlig riktning har flera dödisgropar identifierats ända fram till Tibro och de mellansvenska ändmoränerna, det finns också långsträckta ryggar i samma riktning strax intill groparna. Ryggarna och dödisgroparna följer udden fram till de upphöjda plana ytorna i öst och representerar iskantens position. De upphöjda plana ytorna i området har en heterogen yta som tillsammans med moränryggarna indikerar att det är sandur. Från profil B (figur 15) i sydväst-nordöstlig riktning syns en rygg tydligt i topografien. Denna rygg och den i väst tolkas som moränrygg men avstånden mellan ryggarna, 2 km vinkelrätt mot sträckning, indikerar att de inte bildats samtidigt. Moränryggarna i söder och norr representerar båda iskantens position före tappningen av baltiska issjön. Sandurfältets höjd indikerar att vattennivån vid tappningen av baltiska issjön var lägre än 150 meter över havet.

Karlsborg



Figur 16. Insticksbilden i färg representerar identifierade bildningar i området. Varje enskild platå är markerad med en grön siffra som indikerar dess höjd över havet. Gul stjärna representerar den besökta platsen och röda streck representerar profiler. Området för insticksbilden i svartvit presenteras av rutan i insticksbilden i färg. Ordningföljden av bildningarnas uppbyggnad representeras av siffror. I Karlsborg representerar nummer 1 moränryggar, nummer 2 representerar moränryggar, nummer 3 representerar rullstensåsar och nummer 4 representerar sandurfält och deltaplan. Området beskrivs i löptexten.

Längst i norr i undersökningsområdet (figur 2) ligger Karlsborg. Detta område består av många långa ryggar samt några upphöjda plana ytor, slingrande åsar och gropar (figur 16). I den södra delen av kartan syns kullar med sänkningar i marken, som sträcker sig i nord-sydlig riktning och består av isälvs sediment (SGU, u.å.). I öster och i mitten av området har flera ryggar bestående av morän identifierats. De är De Geer moräner med ett inbördes avstånd av 100 meter. Sträckningen på ryggarna talar för att de bildats i ett estuarium i Vätternsänkan.

Längst upp i norr på kartan syns smala slingrande ryggar som tvärt bryts vid en kant. Söder om kanten har plana ytor med flätade strömkanaler och en kulle identifierats. Denna kulle är resterna av ett större delta beläget 156 m ö.h. och som troligen avslutats som en sandurbildning intill glaciären strax innan tappningen av Baltiska issjön. Bildningen är känd som Böskullen, vilken bildades i en vik i Vätternsänkan under Baltiska issjöns tid (J. Norrman, 1964). De plana ytorna med flätade strömkanaler består av sandigt isälvsediment som sträcker sig förbi Humsjön och Angsjön norrut (A. H. Westergård, 1926) och är belägna på 123 respektive 129 m ö.h. Hela det plana området söder om Böskullen är ett delta bildat efter baltiska issjöns tappning och känt som Perstorpsdeltat. De flätade strömkanalerna på ytan indikerar att vattennivån var omkring 125 meter över havet efter tappningen av baltiska issjön. Söder om strömkanalerna invid distalbranten, som syns tydligt i insticksbildens södra del (figur 16), identifierades böljeslagsmärken i ett sandtag.

Sammanställning

En tabell har skapats för att sammanställa lutningsriktningarna för varje område samt alla upphöjda plana ytors höjdnivåer.

Tabell 1 medelvärde för höjden av områdets ytor och lutning samt issjöns namn och dess vattennivå.

Område	Lutningsriktning	Genomsnittlig höjdyta [m ö.h.]	Issjö	Vattennivå issjön [m]
Mullsjö	väst	245	Vätternissjön	250
Fagerhult	sydost	251	Vätternissjön	257
Alvasjön	syd	256	Vätternissjön	260
Tidaholm	väst	190	Tidanissjön	200
Hjo	väst	186	Tida- Vätternissjön	185
Tibro	sydväst	150	Baltiska issjön	150
Älgårås	öst	198	Vätternissjön	135
Fagersanna	väst	153	Tidanissjön	147
Karlsborg	syd	126	Baltiska issjön/ Yoldiahavet	120

Diskussion

Tolkning och analys av bildningar

Kunskap om hur sediment i Tidansbassängen avsatts har stor betydelse för att förstå Tidanssjöns vattennivåer och iskantens position. I Hökensås har upphöjda plana ytor varit av stort intresse och de har antingen identifierats som sandurfält eller deltaplan. Avgörande för tolkningarna är uppkomsten av flätade strömkanaler, block eller korsbäddar samt böljeslagsmärken. Bildningar med en heterogen yta har på grund av vattenflödet strömryggar

och strömkanaler och har således inte befunnit sig under vattenytan till skillnad från bildningar med släta ytor. Det är främst genom det resonemanget bildningarna korreleras med Tidanssjöns nivåer.

Dödisgropar har identifierats på flera plana ytor över Hökensås. Bildningar som dessa uppstår genom att isblock bäddas in i sedimentet vid iskanten. Förekomsten av dödisgropar kan därför indikerar iskantens läge (Douglas & David, 2014). Groparna på de upphöjda plana ytorna skulle också kunna bero på att isblock och löst material från flytande isberg tappats ner till botten (Waldemarson, 1986). Waldemanssons teori om isberg som droppat sediment tyder på att det varit en issjö med ett visst djup där groparna bildats.

Upphöjda plana ytor med stegvis höjdförändring i en viss riktning kan ha bildats samtidigt men en annan förklaring till varför de är belägna på olika höjder är på grund av landhöjningen. Den stegvisa höjdskillnaden kan utöver en succesiv förändring bero på erosion. Om vattennivån sjunkit kan de uppbyggda fälten (figur 13) närmare utloppet eroderas vilket gör att redan avsatt sediment transporteras vidare och bygger upp ett nytt fält längre bort från isens mynning. Alla deltan byggs inte heller upp till ytan.

Mellan Alvasjö och söder om Tidaholm finns ett sandur beläget ungefär 200 m ö.h. Detta sandur kan inte bildats när iskanten stod i Alvasjö utan har istället bildats vid ett senare tillfälle när vattennivån var lägre.

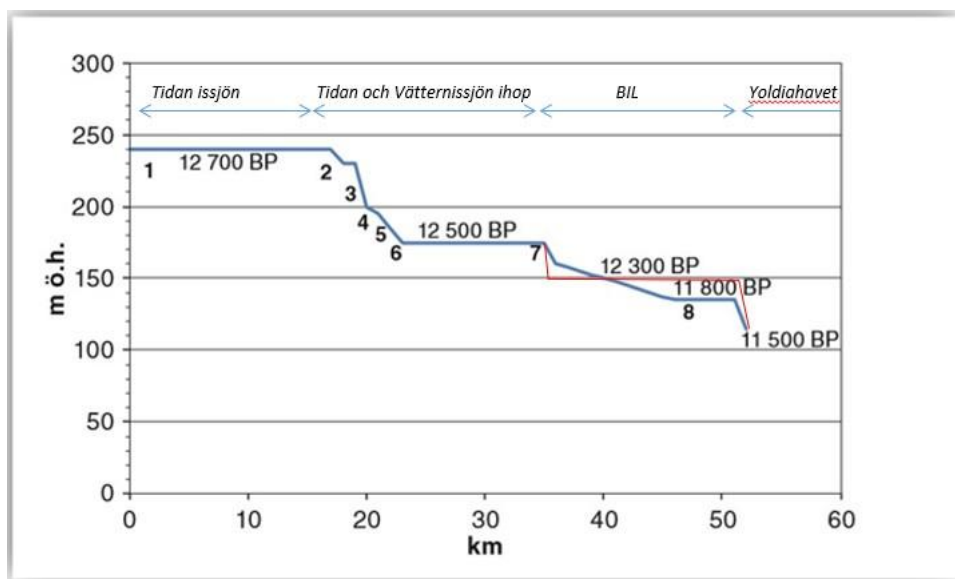
Bildningarna i Tidaholm som har en nivå på 205 m ö.h. är täckta av isälvsediment och stora block. Denna ränna som har beskrivits i tidaholmsområdet går genom de upphöjda plana ytorna och indikerar ett vattenflöde. I området har inga bildningar som indikerar iskantens position identifierats och man kan då fråga sig hur de stora blocken i området avsatts. Stora krafter krävs för att flytta block och eftersom inga bevis av att iskanten funnits i närheten, innebär det att blocken placerats i området genom ett kraftigt vattenflöde. Men även fast jag inte funnit några bevis för en iskant bör inte antagandet om en iskant i öster förkastas. Iskanten i Vätternsänkan sträckte sig längre söder ut än i Tidansänkan (Greenwood et al., 2015) och tidigare analyser av områden Mullsjö, Fagerhult och Alvasjö har indikerat en uppdämd issjö mellan Hökensås och isloben i Vätternsänkan. De tre områdena kan kopplas till varandra och troligtvis har alla bildningar i områdena bildats under samma period. Iskanten från detta stadie kan mycket väl ha fortsatt upp på Hökensås och då varit belägen i närheten av plåtåarna i Tidaholm. I samband med att bildningar på Vätterns västra sida avsattes avancerade iskanten i Vätternsänkan (Greenwood et al., 2015). Sammanfattningsvis har iskanten varit belägen i närheten av Tidaholm och som för de andra tre områdena har de fluviala sedimentet på dessa nivåer avsatts i en issjö.

Mellan områdena Tibro, Älgårås och Hjo finns rullstensåsar som sträcker sig åt nord-syd, nordöst-sydväst och nordväst-sydöst. I alla tre områdena finns bildningar som indikerar iskantens position och det är området mellan dessa bildningar som utgörs av rullstensåsar. När isen lämnade Hjo och retirerade norrut efterlämnades isblock mellan rullstensåsarna. Eftersom rullstensåsarna har skarpa krön och inte eroderats på grund av svallning och kvarstår än idag talar det för att vattennivån i issjöarna aldrig nått områdets nivå efter att isen lämnat området. Älgårås är det område som är beläget högst vilket innebär att smältvatten från stagnerad is mellan områdena har runnit åt både söder och väster men inte åt öst (J. O. Norrman, 1971). Söder om Hjo har deltaplan belägna på samma höjd identifierats om båda sidor av en bergstopp och dessa kan ha bildats genom strömmande vatten från norr. Enligt de

identifierade sandurfältet i Hjo har vattennivån i issjön inte överstigit 187 m ö.h. vilket stärker teorin om ett vattenflöde från norr. Allteftersom issjöns vattennivå sjunkit har nya deltaplan bildats i området belägna 164 m ö.h. respektive 151 m ö.h.

Tidanissjöns tappningar

Bevis för Tidanssjöns olika vattennivåer har identifierats på flera ställen över Hökensås. Flera landskapsformer som indikerar iskantens position har också identifierats. Genom att korrelera vattennivåer och iskantens position kan händelseförloppet för Tidanssjön beskrivas.



Figur 17 efter Pässe och Pile (2016). I figuren kan man se Tidanssjöns nivå vid olika tidpunkter och avstånd från dess sydligaste punkt. Den blå linjen representerar Pässe och Pile (2016) förslag och den röda linjen är min tolkning: efter #7 sjönk vattennivån i Tidanssjön ner till samma nivå som Baltiska issjön och issjöarna förbands.

Det första utloppet av Tidanssjön inträffade i den södra delen av Tidansänkan (figur 1). Deltaplan i söder belägna 235 respektive 237 indikerar en vattennivå något högre. Vid denna period var Tidanssjön belägen 240 m ö.h. (Nilsson, 1942) och utloppet ägde rum öster om Kinnarp (Pässe & Pile, 2016).

Nästa passpunkt är belägen vid Tidansänkans västra del (Nilsson, 1942) en bit norrut (figur 1) vid Kungslena (Pässe & Pile, 2016). Passpunkten var belägen 230 m ö.h. (Pässe & Pile, 2016) vilket bildningarna belägna 228 m ö.h. vid Tidaholm vittnar om.

Som tidigare diskuterat tyder bildningarna i Tidaholm belägna 200 m ö.h. på att vatten strömmat över Hökensås från öst till väst. Denna händelse tolkar Erik Nilsson som en tappning mellan Vätternissjön och Tidanssjön. Tappningen skedde vid S Fågelås väster ut över Hökensås och när Vätternissjön var belägen 208 m ö.h. hade den sitt utlopp mot Tidansänkan och enligt Nilsson uppstod en förbindelse mellan Tidanssjön och Vätternissjön 200 m ö.h. (Nilsson, 1953). Erik Nilssons förklaring av den avancerade geomorfologi för området har ifrågasatts av John O. Norrman (1963) som anser att Tidans-Vätternissjön inte kan ha existerat och förbundits över Hökensås. Norrman nämner att det finns mataråsar men detta

har jag inte kunnat hitta i ytterligare litteratur eller i mina LiDAR studier. Norrman anser också att det inte är ett subakvatiskt isranddelta som Nilsson hävdar. Mina studier av området visar att det är ett delta som troligen bildats när iskanten i både Tidansänkan och Vätternsänkan stod vid området. Över denna del av Hökensås har det avvattnats åt båda håll. När Vätternissjön rann över till Tidansjön för ungefär 12 500 år sedan hade Tidansjöns sitt utlopp i väster och vattennivån var omkring 200 m ö.h. (Påsse & Pile, 2016).

När iskanten förflyttades ännu mer åt norr öppnades nya utlopp (figur 1). Tidansjön rann ut i Dala som också är beläget på den västra sidan om Tidansbassängen. Passpunkten vid Dala var belägen 195 m ö.h. (Påsse & Pile, 2016).

Ytterligare en ny passpunkt på den västra sidan av Tidansänkan öppnades belägen 180 m ö.h (figur 17). Under denna period hade Tidansjön fortfarande ett inlopp från Vätternissjön (Påsse & Pile, 2016).

Vattennivån i Tidansjön sänktes ännu mer på grund av fortsatt förflyttning av utloppet längre norrut. Det nya utloppet var beläget strax norr om Plantaberget, som ligger på den västra sidan om Tidansänkan, där passpunkten var 175 m ö.h. (Påsse & Pile, 2016). Nilsson (1953) anser att Vätternissjön och Tidansjön hade vid denna tid samma vattennivå.

För 12 400 år sedan när iskanten retirerat ännu längre norrut och frilagt områdena ända upp till Hjo öppnades en ny passpunkt vid Mullsjön på 160 m ö.h. En förbindelse mellan Tidansjön, Vätternissjön och baltiska issjön ägde då rum (Björck & Digerfeldt, 1989). Förbindelsen mellan issjöarna vid Hjo fortsatte fram tills dess att tappningen av baltiska issjön skedde.

När isen retirerat förbi Hökensås norra del men fortfarande var belägen söder om Billingens nordspets blev issjöarna förbundna med varandra vid ytterligare en plats. Passet vid sjön Örlen öppnades upp. Det finns strandlinjer vid sjön som tyder på att vattennivå var 150 m ö.h. vilket innebär att Tidansjön haft en högre vattennivå än vad Påsse och Pile (2016) presenterat. Längs Hökensås östra sida sträcker sig en strandlinje 135 m ö.h. i höjd med Mullsjödalen som är den strandlinje baltiska issjön hade innan tappningen vid Billingen (Nilsson, 1937). Bildningarna i Fagersanna tyder också på att vattennivå varit belägen runt 150 m ö.h.

När isen retirerade förbi Karlsborg sammanfördes Tidansjön, Vätternissjön och Baltiska issjön med havet i väst eftersom Billingens nordspets smält fram (Caldenius, 1944). I området finns fält av block som representerar tappningen av Baltiska issjön.

För 11 300 år sedan var hela området isfritt och Tidansänkan hade smält fram (Påsse & Pile, 2016) och idag rinner ån Tidans genom forna Tidansjöns sänka norrut över slättlandet.

Slutsats

Tidansjön uppstod för 12 700 år sedan och var då belägen 240 m ö.h. strax därefter sänktes vattennivån till 230 m ö.h. För 12 500 år sedan avvattnades Vätternissjön mot Tidansänkan och vattennivån uppgick då till 200 m ö.h. Därefter öppnades flera andra passpunkter belägna mellan 195–175 m ö.h. För 12 400 år sedan hade Tidansjön samma nivå som Baltiska issjön och Vätternissjön, vattennivå uppgick till 160 m ö.h. Vattennivån sjönk sedan succesivt ner

till den nivå som tappningen av baltiska issjön hade. För 11 500 år sedan när isen retirerat förbi sjön Örlen ägde tappningen rum och Tidanssjön upphörde. Den fortsatta landhöjningen medförde en separat utveckling för Vätternsänkan och Tidansänkan.

Uteblivet fältarbete

Uppsatsen är skriven under våren 2020 då Covid-19 spred sig över världen. Pandemin gav upphov till restriktioner från folkhälsomyndigheten vilket medförde att studier tvingades ske på distans. Fältstudier kunde så ledes inte utföras och arbetet stöds därför främst från tidigare studier men också genom analys av höjddata från geografiska informationssystem. Fältarbete hade kunnat bidra till studien genom sedimentanalyser så som kornstorlek och form, och på så sätt underlätta tolkningar av landskapsformerna och i viss mån kunna bekräfta händelseförloppet.

Referenser

- A. H. Westergård, H. E. J., N. Willen. (1926). *Beskrivning till kartbladet Karlsborg* Retrieved from
- Andréasson, P.-G. (2015). *Geobiosfären : en introduktion* (2., uppdaterade och utök. uppl. ed.): Lund : Studentlitteratur.
- Björck, S., & Digerfeldt, G. (1989). Lake Mullsjön - a key site for understanding the final stage of the Baltic Ice Lake east of Mt. Billingen. *Boreas*, 18(3), 209-219. doi:10.1111/j.1502-3885.1989.tb00394.x
- Blomberg, A. (1906a). *Beskrifning till Kartbladet Gällö*. Retrieved from SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING:
- Blomberg, A. (1906b). *Beskrifning till KARTBLADET HJO*. Retrieved from Sveriges geologiska undersökning:
- Caldenius, C. (1944). Baltiska issjöns sänkning till Västerhavet: En geokronologisk Studie. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 66(3), 366-382. doi:10.1080/11035894409445684
- Douglas, B., & David, J. A. E. (2014). *Glaciers and Glaciation, 2nd edition*: Taylor and Francis.
- Greenwood, S. L., O' Regan, M., Swärd, H., Flodén, T., Ananyev, R., Chernykh, D., & Jakobsson, M. (2015). Multiple re-advances of a Lake Vättern outlet glacier during Fennoscandian Ice Sheet retreat, south-central Sweden. *Boreas*, 44(4), 619-637. doi:10.1111/bor.12132
- Lantmäteriet. (2016). *Quality description of National Elevation Model*. Retrieved from Lantmäteriets hemsida:
- Lidmar-Bergström, K. (1982). *Pre-quaternal geomorphological evolution in southern Fennoscandia*. Diss. Lund : Univ., Lund.
- Magnusson, N. H. (1963). *Sveriges geologi* (4. uppl. ed.). Stockholm: Stockholm : Sv. Bokförl./Norstedt.
- Munthe, H. (1905). De geologiska hufvuddragen af Västgötabergen och deras omgivning. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 27(6), 347-401. doi:10.1080/11035890509450927
- Nilsson, E. (1937). Bidrag till Vätterns och Bolmens senkvartära historia. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 59(2), 189-204. doi:10.1080/11035893709444942
- Nilsson, E. (1942). Gotiglaciala issjöar i södra Sverige. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 64(2), 143-159. doi:10.1080/11035894209445092
- Nilsson, E. (1953). Om södra Sveriges senkvartära historia. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 75(2), 155-246. doi:10.1080/11035895309454170
- Nilsson, E. (1968). *Södra Sveriges senkvartära historia : geokronologi, issjöar och landhöjning = The late-quaternal history of Southern Sweden : geochronology, ice-lakes, land-uplift*. Stockholm: Stockholm : A&W.
- Norrman, J. (1964). Lake Vättern. Investigations on Shore and Bottom Morphology, a. *Geografiska Annaler*, 46, 1.
- Norrman, J. O. (1963). Tida-Vätterissjöns Förbindelse över Hökensårs Preliminärt Meddelande. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 85(1), 145-155. doi:10.1080/11035896309448876
- Norrman, J. O. (1971). Skallhultsplatån, en Supraakvatisk Deltayta Bildad Innanför Inlandsisens Rand under Isavsmältningen i Vätterbäckenet. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 93(1), 215-224. doi:10.1080/11035897109451938
- Prothero, D. R. (2014). *Sedimentary geology : an introduction to sedimentary rocks and stratigraphy* (Third edition. ed.): New York : W.H. Freeman.
- Påsse, T., Pile, O. (2016). *Beskrivning till jordartskartorna 8D Skara NV, NO, SV och SO och 9D Mariestad SV = Description to the quaternary maps 8D Skara NV, NO, SV och SO and 9D Mariestad SV*. Uppsala: Uppsala : Sveriges geologiska undersökning SGU.
- SGU. (u.å.). Geokartan.

- Stroeven, A. P., Hättestrand, C., Kleman, J., Heyman, J., Fabel, D., Fredin, O., . . . Jansson, K. N. (2016). Deglaciation of Fennoscandia. *Quaternary Science Reviews*, 147(C), 91-121. doi:10.1016/j.quascirev.2015.09.016
- Strömberg, B. (1994). Younger Dryas deglaciation at Mt. Billingen, and clay varve dating of the Younger Dryas/Preboreal transition. *Boreas*, 23(2), 177-193. doi:10.1111/j.1502-3885.1994.tb00598.x
- Waldemarson, D. (1986). *Weichselian lithostratigraphy, depositional processes and deglaciation pattern in the southern Vättern basin, South Sweden*. Diss. Lund : Univ., Lund.
- Öhrling, C., Peterson, G., & Johnson, M. (2018). *Lateglacial – early Holocene geomorphology between Lake Vänern and Lake Vättern, southern Sweden*.