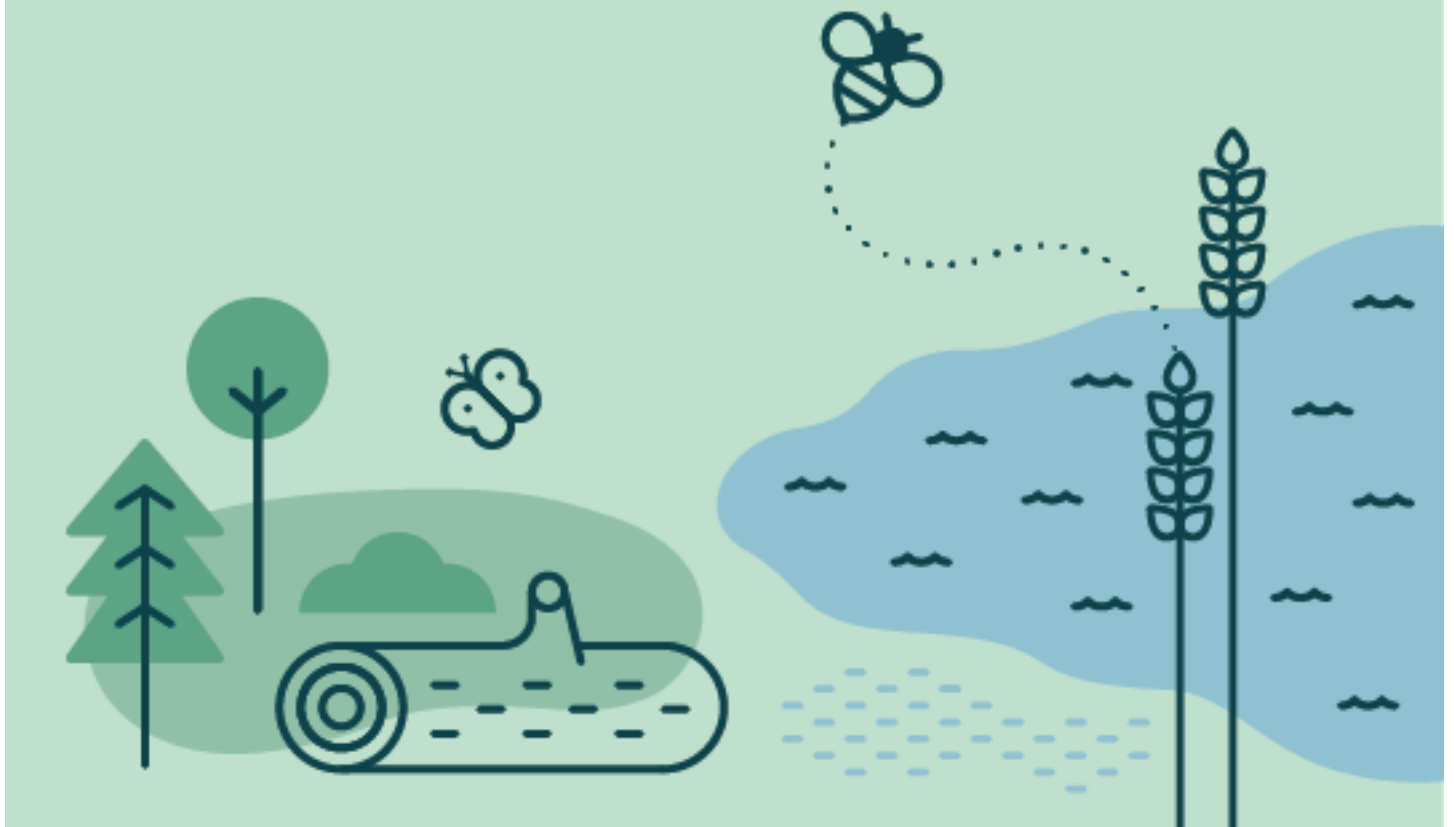


Kartering av ålgräs 2020

Flygbildstolkning och verifiering i fält

Rapportnummer 2021:09



Förord

Ålgräsängar är kärlväxter som bildar viktiga biotoper i den marina miljön. Den minskade utbredningen av ålgräsängar från senare delen av 1900-talet gör att det är miljöer som vi behöver kartera, känna till och förhålla oss till på lokal nivå, bland annat för att de inte ska skadas när den marina miljön brukas eller vid förändrad mark- och vattenanvändning.

Miljöförvaltningen har låtit utföra en översiktlig kartering av ålgrässets förekomst i kommunen med hjälp av flygbildstolkning, där de karterade ytornas förekomst har verifierats i fält. Kartering ingår som en del av förvaltningens miljöövervakningsplan och har tidigare utförts med en frekvens på cirka vart femte år sedan början av 2000-talet. Miljöövervakningsplanen fastställs av miljö- och klimatanmännen i samband med att budgeten beslutas varje år. Rapporten ger en beskrivning av metod och övergripande resultat, men en viktig del av resultaten är de kartor i geografiska informationssystem (GIS) som producerats och som används i staden som underlag i förvaltning av kommunens marina områden. Förekomsterna är också rapporterade till Artportalen.

Uppdraget har utförts av Jimmy Ahlsen, Sandra Andersson och Kerstin Fransson på Marine Monitoring AB. Rapporten har kvalitetsgranskats av professor Leif Pihl.

Kartering av ålgräs 2020

Flygbildstolkning och verifiering i fält

Göteborgs Stad, miljöförvaltningen

Jimmy Ahlsen, Sandra Andersson och Kerstin Fransson

Foton: Sandra Andersson och Kerstin Fransson

ISBN nr: 1401-2448

Vill du använda text eller bilder ur denna rapport citerar du: Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2021-09 Kartering av ålgräs 2020 Flygbildstolkning och verifiering i fält

Detta är en rapport i miljöförvaltningens rapportserie. Hela rapportserien hittar du på <https://goteborg.se/mfrapporter>

Sammanfattning

Syftet med studien har varit att översiktligt kartera ängar av ålgräs med hjälp av flygfotografering och flygbildstolkning för att få en översiktlig bild av förekomst av ålgräsängar i Göteborgs Stads geografiska område. I studien har det även ingått en fältverifiering av flygbildstolkningen.

Ålgräs är det vanligaste sjögräset i svenska vatten, framför allt på västkusten. Ålgräsängarna fyller en rad viktiga funktioner i den marina miljön, bland annat som habitat för många andra växter och djur vilket bidrar till en hög biologisk mångfald. Ålgräset har på västkusten minskat sedan 80-talet och den främsta anledningen till den dramatiska minskningen av ålgräsets utbredning anses vara övergödning och försämrade vattenkvalitet.

Flygbildstolkningen utfördes i GIS och den framtagna utbredningen verifierades sedan i fält genom två olika nivåer av ansträngning. I fyra vikar karterades utbredningen av ålgräs fullskaligt medan resterande underlag verifierades översiktligt genom punktkartering. Vid den översiktliga verifieringen avgränsades inte ängarnas areella utbredning vilket innebär att den totala ytan kan vara överskattad, om delar av ängen utgörs av drivande alger, eller underskattad om ålgräset förekommer djupare. Förekomst av antal ängar bedöms istället ha en högre säkerhet.

En yta på totalt 990 hektar ålgräs bedömdes efter fältverifieringen finnas inom Göteborgs Stads havsområde på 0-6 meter. Fältverifieringen visade att 35 % av antalet framtagna ålgräsytor vid första flygbildstolkningen bestod av annan vegetation eller var vid verifieringstillfället vegetationsfria. Vanligast var att vegetationen istället för ålgräs bestod av lösdrivande fleråriga makroalger. Fördelningen varierade dock beroende på område, där feltolkningarna norr om Göta Älv till 80 % bestod av lösdrivande fleråriga makroalger, medan det söder om Göta Älv även fanns höga andelar av ängar bestående av nating samt fintrådiga alger. För att stärka kvaliteten i flygbildstolkningen anses fältverifiering vara en viktig del.

Fyra vikar karterades fullskaligt i fält, där endast två visade sig utgöras av ålgräs. Vid verifieringen justerades främst ålgräsets maximala djuputbredning. Vid flygbildstolkningen har sikten förhindrat avgränsning vid 5,0 – 5,4 meters djup och vid verifieringen i fält justerades djuputbredningen till mellan 5,6 och 7,0 meters djup. Den maximala djuputbredningen är en del i att bedöma ålgräsets kvalitet och är således viktigt att få med. Den relativa ytan som missas när sikten begränsas vid större djup är dock liten. Majoriteten av ängarna har dessutom ett mindre maxdjup som varit fullt synligt vid flygbildstolkningen. Anledningen bedöms vara att majoriteten av ålgräsängarna förekommer inom långgrunda, skyddade vikar.

Innehåll

1	Bakgrund.....	5
1.1	Syfte	5
1.2	Biotopen ålgräsängar.....	5
1.2.1	Ekologi	5
1.2.2	Hot.....	6
1.2.3	Skyddsstatus	7
1.2.4	Förväxlingsarter.....	7
2	Metod.....	10
2.1	Avgränsning genom fjärranalys	10
2.2	Fältverifiering	10
2.2.1	Översiktlig verifiering	11
2.2.2	Fullskalig verifiering	12
2.3	Justering av avgränsning.....	13
2.4	Brister i undersökningen	13
3	Resultat	15
3.1	Ålgräsets utbredning – Översiktlig verifiering	15
3.2	Ålgräsets utbredning – Fullskalig verifiering.....	18
4	Diskussion	22
5	Slutsats	27
6	Referenser.....	28

1 Bakgrund

1.1 Syfte

Syftet med studien har varit att översiktligt kartera ängar av ålgräs med hjälp av flygfotografering och flygbildstolkning för att få en översiktlig bild av förekomst av ålgräsängar i Göteborgs Stads geografiska område. I studien har det även ingått en fältverifiering av flygbildstolkningen.

1.2 Biotopen ålgräsängar

I följande avsnitt presenteras allmän information om ålgräsängar (*Zostera marina*), deras struktur och funktion, hot- och skyddsstatus samt vilka arter och lösdrivande vegetation som ålgräs kan förväxlas med vid en flygbildstolkning. Informationen är främst hämtad från Havs- och vattenmyndighetens rapporter som behandlar ålgräs (Havs- och vattenmyndigheten 2016a; 2016b; 2017).

1.2.1 Ekologi

Sjögräs är fröväxter helt anpassade till att leva i den marina miljön. De växer, blommar och pollineras helt under vattenytan och har stor geografisk spridning i hela världen (förutom Antarktis). I Sverige finns det fyra sjögräsarter; ålgräs (*Zostera marina*), dvärgålgräs (*Zostera noltii*), hårnating (*Ruppia maritima*) och skruvnating (*Ruppia cirrhosa*). I denna undersökning ligger fokus på ålgräs (figur 1), men även de andra arterna kan förekomma inom undersökningsområdet och således utgöra möjliga förväxlingsarter.

Ålgräs är det vanligaste sjögräset i svenska vatten, framför allt på västkusten, och är en väl studerad art. På västkusten förekommer ålgräset grunt (0-10 meter djup), i leriga till sandiga vikar med låg till måttlig vågexponering. Växten bildar ängar av tätt stående plantor där ängens täthet och plantornas bladlängd och bladbredd beror på yttre fysiska förhållanden så som ljusförhållande och vågexponering. En ålgräsplanta använder sig av rötter och rhizom för att ta upp näring samt till att förankra sig i sedimentet. Förutom näringsupptag och lagring av stärkelser i rötterna kan ålgräset även ta upp näring genom bladytan.

Ålgräsängarna fyller en rad viktiga funktioner i den marina miljön, bland annat som habitat för många andra växter och djur vilket bidrar till en hög biologisk mångfald. Bland annat bildar ängarna komplexa tredimensionella strukturer och således en viktig uppväxtmiljö för många olika fisk- och kräftdjursarter så som torsk, ål och havsöring. Ålgräsängarna binder även sedimentet och dämpar vågrörelser och strömmar och förhindrar således grumling och erosion. Ålgräsängarnas förmåga att binda organiskt material så som kol och näringsämnen bidrar även till att minska övergödning och växthuseffekten.

Ålgräset kan tack vare sin förmåga till näringsupptag, både från sedimentet och vattenmassan samt möjlighet att lagra näring i rotsystemet, leva i miljöer med relativt näringsfattigt vatten. Dock kräver ålgräset en mycket högre ljusmängd

jämfört med alger och är därmed extra känslig för dåliga ljusförhållanden. Vid övergödning, som leder till höga näringshalter och dåliga ljusförhållanden, kan snabbväxande, fintrådiga alger konkurrera ut ålgräset. Påväxt av fintrådiga alger och drivande algmattor leder till minskad tillgång på näringsämnen och ljus samt riskerar att orsaka syrebrist vilket samtliga påverkar ålgräset negativt.



Figur 1. Ålgräsäng. Foto © Marine Monitoring AB.

1.2.2 Hot

Utbredning av ålgräsängar i Bohuslän har studerats sedan 1980-talet med flertalet upprepade inventeringar inom kommunerna Strömstad, Lysekil, Uddevalla, Stenungssund och Kungälv. Kartering utförda 2003-2004 av Nyqvist med flera (2009) konstaterade att det hade skett en minskning på mer än 60 % sedan 1980-talet. En uppskattad areal på 12 500 hektar har försvunnit inom de undersökta kommunerna. Huvudsaken av förlusten av ålgräsets utbredning hade skett i Kungälv, där i medeltal 87 % försvunnit, vilket motsvarat mer än hälften av den totala förlusten i Bohuslän. År 2015 utfördes nya inventeringar av ålgräset inom Kungälv och Stenungssunds kommun som visade ytterligare förluster inom det redan hårt drabbade området (Havs- och vattenmyndigheten 2016). Ålgräsets utbredning hade sedan 2000-talets karteringar minskat med ytterligare 80 % och inom Kungälvs kommun återstod endast mindre än 2 % av 1980-talets ålgräsängar. I delar av Göteborgs Stads vattenområde finns det fältstudier gjorda över ålgräsets utbredning under 1980-talet och på senare år, bland annat under 2018 och 2019 (Göteborg stad, Miljöförvaltningen 2019; 2020). I dagsläget har det dock inte utförts några jämförande analyser över förändringar i ålgräsets utbredning. Flygbildstolkning av ålgräsets utbredning har tidigare utförts vid tre tillfällen, 2005, 2009 och 2014 (Jenneborg 2006, Holm 2010 och Jenneborg 2015). Vid en jämförelse mellan dessa undersökningar har ålgräsets areella utbredning minskat från 843 hektar år 2005 till 774 hektar år 2009 och 667 hektar år 2015. Siffrorna är dock framtagna genom fjärranalys och flygbildstolkning och därmed mindre säkra än till exempel förändringarna som skett i Kungälvs kommun som baseras på fältinventeringar.

Den främsta anledningen till den dramatiska minskningen av ålgräsets utbredning anses vara övergödning och försämrad vattenkvalitet. Ålgräset hotas även av drivande fleråriga makroalger, överfiske, kustexploatering, dumpning av muddermassor, landavrinning och klimatförändring. Överfiske leder till en ökad mängd snabbväxande alger när trofiska kedjereaktioner från en ökning av små rovfiskar får algbetande djur att minska. Ökad kustexploatering i form av anläggning av bryggor, hamnar, muddringar med mera leder till en förlust av miljöer där ålgräset växer. Dumpning av muddermassor, landavrinning och till viss del klimatförändringen leder till försämrad vattenkvalitet genom bland annat grumling av vattnet och övergödning. Ålgräset påverkas även negativt av klimatförändringen när vattentemperaturen stiger eller när salthalten i Östersjön minskar.

1.2.3 Skyddsstatus

Ålgräsängar anses ha ett högt natur- och bevarandevärde och är en starkt hotad livsmiljö. Ålgräset skyddas därför genom olika konventioner, antingen specifikt eller som del av ett generellt skydd. Inom de regionala havsmiljökonventionerna OSPAR och HELCOM är ålgräsängar utpekade som hotade eller minskande habitat. Ålgräs har även blivit bedömt som sårbar (VU) i den svenska rödlistan för 2020. Anledningen till att ålgräsängar valts ut som ett hotat habitat är att en minskad utbredning av ålgräs har rapporterats under senare år samt att ängars återhämtning är långsam. Även habitatens viktiga ekologiska roll och känslighet har beaktats.

År 2017 publicerade Havs- och vattenmyndigheten ett åtgärdsprogram för ålgräsängar i Sverige. Åtgärdsprogrammet ger förslag till åtgärder för att bland annat skydda och underlätta en naturlig återhämtning av ålgräs (Havs- och vattenmyndigheten 2017). En av de föreslagna åtgärderna är att inkludera ålgräs inom den nationella och regionala miljöövervakningen. Ålgräs har också på senare år inkluderats i undersökningstypen för övervakning av vegetationsklädda mjukbottnar, som används inom den nationella miljöövervakningen. Den nya undersökningstypen är under utveckling och testas i Västerhavet under 2019 och 2020 (Havs- och vattenmyndigheten 2020).

Då det är av stor betydelse att skydda det ålgräs som finns kvar har Göteborgs Stads kommunstyrelse föreslagit att kommunfullmäktige ska besluta att arbeta med att inrätta marina biotopskyddsområden för ålgräs. Att skydda ålgräs blir betydligt billigare än att återskapa förlorat ålgräs och det finns även en stor risk att återskapande av förlorade ålgräsängar misslyckas. Det tar dessutom minst 5 till 10 år innan en planterad äng uppnår samma struktur och funktion som en naturlig äng samt de ekosystemtjänster som gått förlorade (Havs- och vattenmyndigheten 2016b).

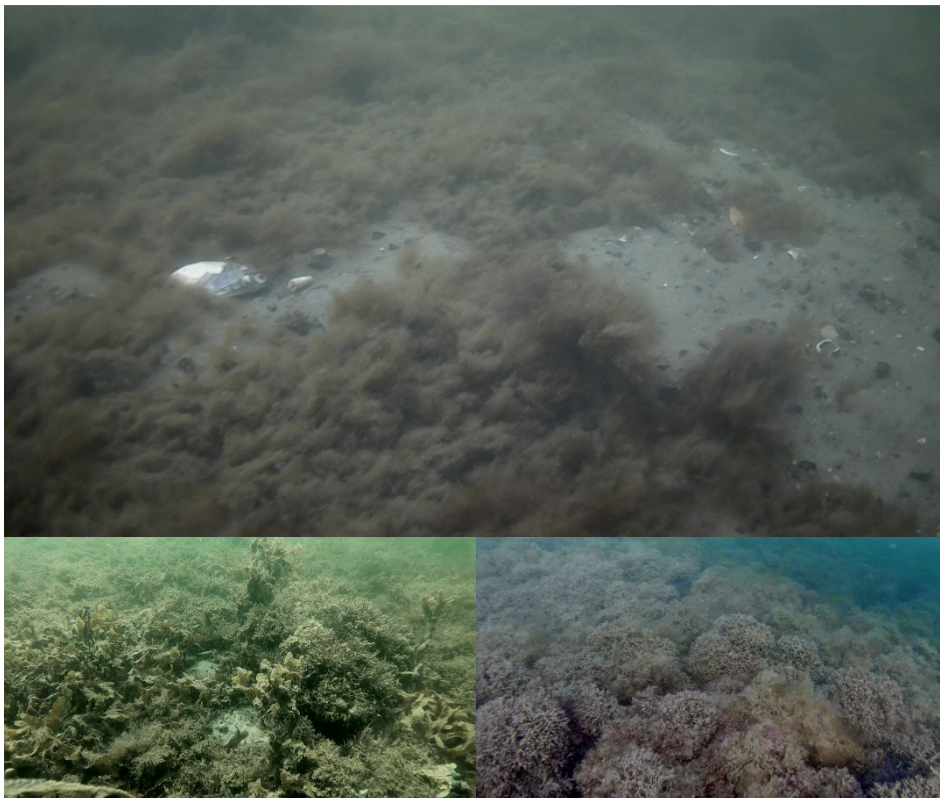
1.2.4 Förväxlingsarter

Ålgräset är helt klart det vanligaste sjögräset på västkusten, men det förekommer även dvärgålgräs. Arten är mindre än ålgräset, men då de två arterna växer tillsammans kan de vara svåra att särskilja vid fältkartering. Mer

vanligt förekommande på västkusten, och ofta tillsammans med ålgräset är hårnating och skruvnating. Dessa natingarter är mer vanliga i grunda mer utsötade miljöer och skiljs lätt åt från ålgräs vid fältkartering. Att särskilja ålgräs från dvärgålgräs och nating genom flygbildstolkning anses dock vara omöjligt.

Att ålgräset förväxlas med andra marina kärlväxter bedöms vara av mindre betydelse då de alla fyller en viktig ekologisk funktion. Ålgräset kan dock även förväxlas med annan vegetation vid flygbildstolkning. Stora mattor av lösdrivande makroalger kan uppkomma inom områden där ålgräs förväntas, och att kategorisera dem som separata typer kan vara svårt. Om dessa mattor utgörs av ettåriga snabbväxande alger är de ofta temporärt förekommande men vid analys av en ögonblicksbild så ger de intrycket av att vara sammanhängande ålgräsängar. Det är framförallt svårt att särskilja ålgräsängar från vegetationsfria bottenar om båda habitaterna är täckta av fintrådiga alger, vilket är vanligt förekommande i skyddade grundområden längs Bohuslän (figur 2).

Det finns även områden i Göteborgs skärgård, som tidigare hyst ålgräs, där lösliggande fleråriga makroalger idag dominerar. Arter som är vanligt förekommande inom dessa mattor är sågtång (*Fucus serratus*) och kräkel (*Furcellaria lumbricalis*) (figur 3). Dessa arter kan vara frilevande, kan täcka stora ytor och vara mer eller mindre permanenta på vegetationsfri sedimentbotten. Vid en flygbildstolkning kan dessa mattor tolkas som ålgräs.



Figur 2. Drivande, lösliggande mattor av makroalger på en annars vegetationsfri botten i Göteborgs skärgård. På den övre bilden syns fintrådiga alger och den nedre bilden fleråriga makroalger dominerat av sågtång (*Fucus serratus*) och kräkel (*Furcellaria lumbricalis*). Foto: © Marine Monitoring AB



*Figur 3. Ålgräs från Göteborgs skärgård med lösliggande mattor av fintrådiga alger (övre bilderna) samt med drivande fleråriga makroalger (nedre bilden).
Foto: © Marine Monitoring AB*

2 Metod

2.1 Avgränsning genom fjärranalys

Kartering av ålgräsets utbredning utfördes genom flygbildstolkning över Göteborgs Stads havsområden inom djupintervallet 0-6 meter.

Undersökningsområdet bestämdes genom studier av sjökort där djup 0-6 m markerades i geografiskt informationssystemet ArcGIS (10.7, Esri). En övergripande genomgång av undersökningsområdet gjordes innan flygning för att optimera rutten och ta bort områden som inte omfattades av studien, till exempel tydliga hårdbottenytor och grunda utsjörev.

Flygningen genomfördes den 1:e och 20:e augusti 2020. Den 1:e augusti fotograferades endast de mindre delarna norr om Göta Älv som första inkörning medan majoriteten av flygfotograferingen skedde den 20:e augusti.

Fotograferingen utfördes med en digitalkamera med upplösning på 50,6 megapixels, fast brännvidd på 26 millimeter och med polariseringsfilter för att minimera reflexer i vattenytan. Flygningen utfördes under lugna dagar, på 300 meters höjd den 1:e augusti och på 200 meters höjd den 20:e augusti med 90 graders vinkel. För att uppnå optimala resultat har fotografering utförts vid goda ljusförhållanden med minimal reflexion i vattenytan, med bra sikt i vattnet samt klart och lugnt väder, dels några dagar innan fotograferingen samt när själva fotograferingen sker.

Till varje foto registrerades flygkurs, höjd över havet, tidpunkt samt position. Efter flygningen har varje foto georefererats i ArcGIS utifrån registrerad mittposition och ortofoton som underlag (Göteborgs Stad, Öppna Data, Ortofoton 2017). Georefererade flygfotobilder analyserades visuellt med hjälp av ArcGIS bildbehandlingsfunktioner och tillsammans med underlag från tidigare fältundersökningar (Palmkvist med flera 2020, Bergkvist med flera 2019, Jenneborg 2015, Holm 2010, Jenneborg 2006) sammanställdes ålgräsets utbredning till ett nytt underlag för att användas vid fältverifieringen.

2.2 Fältverifiering

Efter genomgången flygbildstolkning genomfördes två typer av verifiering i fält. En översiktlig verifiering utfördes för att bekräfta den ålgräsförekomst som avgränsats vid flygbildstolkning. Inom vissa specifika vikar genomfördes dessutom en mer fullskalig verifiering genom transektinventering där ålgräsängarnas utbredning bestämdes i mer detalj. Fältverifieringen genomfördes under september månad, mellan den 15-18:e, 21-23:e och den 29:e.

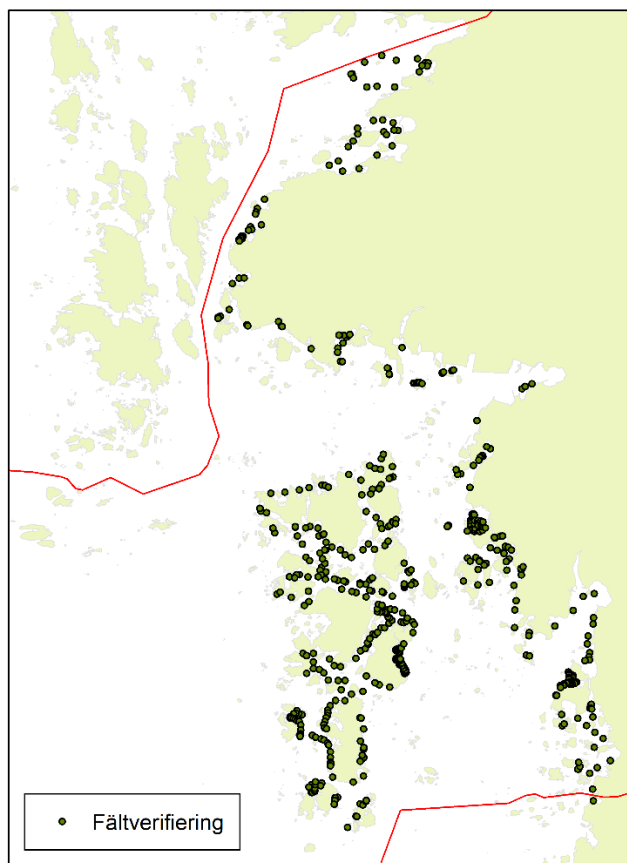
2.2.1 Översiktlig verifiering

Den översiktliga verifieringen utfördes genom punktverifiering med dropvideokamera (figur 4) och majoriteten av de framtagna ålgräsyterna besöktes i fält. Enstaka flygbildstolkningar besöktes inte på grund av deras utsatthet och svårigheten att besöka under rådande väder- och vindförhållande vid fältundersökningen. Exempelvis så verifierades inte de flygbildstolkade ålgräsyterna kring Vinga och In-Vinga.



Figur 4. Karteringsutrustning i form av dropvideokamera. Foto © Marine Monitoring AB.

Initialt verifierades om den besökta flygbildstolkade ytan bestod av ålgräs genom en dropvideopunkt innanför utbredningen (figur 5). Om ålgräs detekterades så noterades position och täckningsgrad på punkten samt påväxtgrad av fintrådiga alger. Den flygbildstolkade ytan registrerades som bekräftad och fältverifieringen fortsatte till nästa. Om ålgräs inte detekterades genomfördes en kortare avsökning inom den flygbildstolkade ytan. Utan fortsatt detektion förkastades ytan. Substrat och vegetation av annat slag än ålgräs noterades till senare analys av metodens träffsäkerhet.



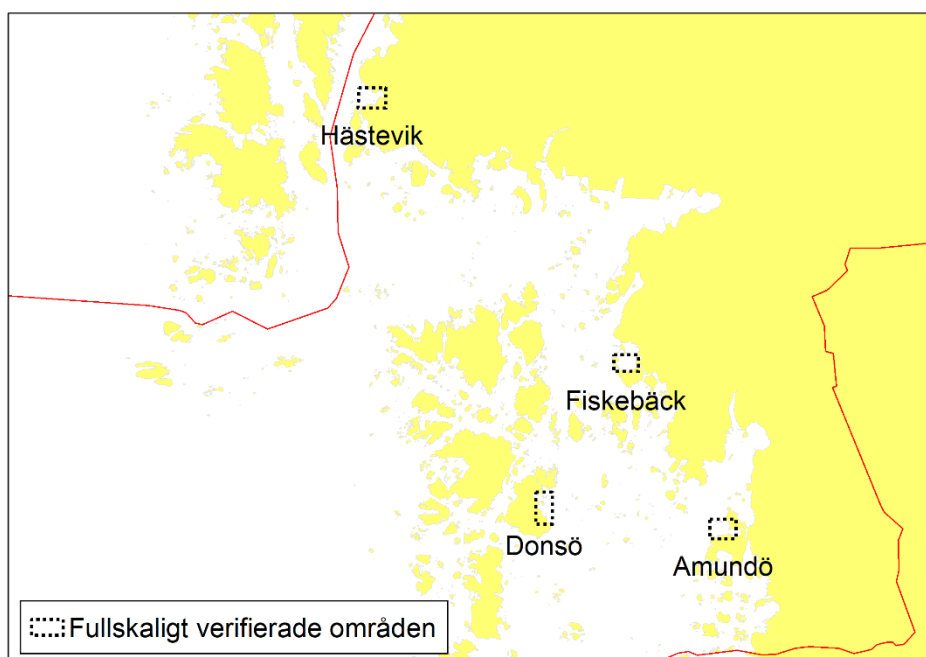
Figur 5. Besökta positioner i fält där verifiering av flygtolkat underlag genomförts. Totalt noterades 578 positioner.

Ingen detaljerad avgränsning av detekterade ålgräsängars utbredning utfördes under den översiktliga verifieringen utan endast en kvantitativ undersökning för att bekräfta eller förkasta en äng. Ålgräsängens areella utbredning förlitades istället på flygbildstolkningen.

2.2.2 Fullskalig verifiering

Den fullskaliga verifieringen utfördes genom transektinventering enligt Naturvårdsverkets fältmetodik ”Manual för basininventering av marina naturtyperna 1110, 1130, 1140 och 1170” (Naturvårdsverket 2008). Havsbotten inventerades genom en visuell inspektion med hjälp av båt, vattenkikare och videokamera för undervattensbruk, längs med sträckor (transekter) på havsbotten. Transekterna placerades parallellt från strandlinjen ut till områdets yttre gräns. Avståndet mellan transekterna var 50-100 meter. Utmed transekterna noterades ålgräsängens max- och mindjup, areell utbredning, ålgräsängens täckning av botten (täckningsgrad) samt täckning av fintrådiga alger inom ängen. Vid varje förändring av bottenmiljön registrerades position och bottendjup med hjälp av GPS-mottagare samt ekolod. Täckningsgrad bestämdes utefter en standardiserad skala (1, 5, 10, 25, 50, 75, 100 %). I de grundaste områdena (<0,5 meters djup) utfördes kartläggningen till fots med vattenkikare samt handburen GPS och lod.

Totalt verifierades fyra vikar fullskaligt: Hästevik norr om Öckerö färjeläge, söder om Fiskebäcks hamn, mellan Amundö och Stora Amundön samt öster om Donsö (figur 6).



Figur 6. De fyra vikarna som verifierades fullskaligt: Hästevik norr om Öckerö färjeläge, söder om Fiskebäcks hamn, mellan Amundö och Stora Amundön samt öster om Donsö.

2.3 Justering av avgränsning

Efter den översiktliga och fullskaliga verifieringen justerades det första underlaget utifrån framtagna fältdata. Ytor som förkastats i och med fältverifieringen togs bort eller justerades. Transektinventeringen av de fyra vikarna fördes också in i ArcGIS och analyserades enligt metodiken för basininventering. Framtagna ytor jämfördes med flygbildstolkade ytor och dessa justerades vid behov.

2.4 Brister i undersökningen

Flygfotograferingen genomfördes under två dagar, med ungefär två veckors mellanrum. Den första flygningen, den 1:e augusti, utfördes på högre höjd, 300 meter i stället för den enligt metoden fastställda 200 meter. Den fotograferade ytan, som innefattar havsområdet norr om Göta älv, utgör dock en liten del av Göteborgs stads havsområden som ingått i studien. Kvaliteten i flygbildstolkningen bedöms inte påverkas av den högre höjden då upplösningen på bilderna varit så mycket högre än vad som krävs i metodbeskrivningen. En flygfotobild tagen på 300 meters höjd med 50,6 megapixels motsvarar en upplösning på 22,4 megapixels inzoomat till 200 meters höjd.

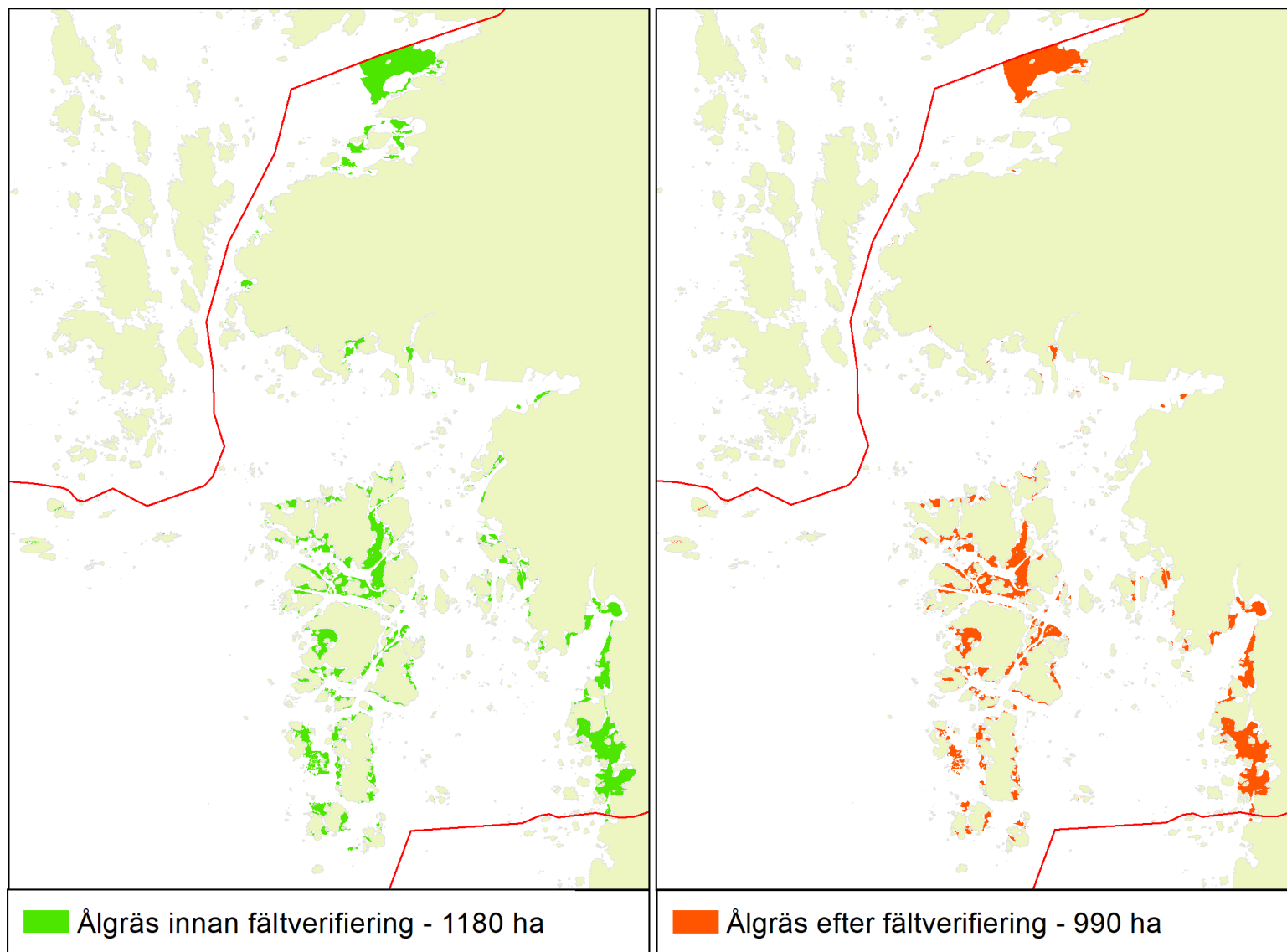
Utifrån en grov uppskattning har cirka 4700 hektar utav de framtagna cirka 6200 hektar grundområden (0-6 meter) fotograferats. Undersökningsområdet

bestämdes utifrån sjökort, vilket användes som guide vid flygfotograferingen, med fokus på de grundare områdena intill land. Flygplansföraren sköter förutom själva flygningen, även navigering och fotografering. Gränsen mot 6-meterskurvan planeras från underlaget, men uppskattas under flygningen utefter sikten. Där sikten tar slut avslutas flygtransekten och planet vänder till nästa transekt, vilket resulterat att delar av de djupare bottnarna inte inkluderats i flygbildstolkningen (motsvarande cirka 9 %). Eftersom sikten bedömdes vara otillräcklig hade det troligen ändå inte gått att avgränsa ålgräs inom dessa områden. Samtidigt finns det en liten andel grundare områden som oavsiktligt missats (cirka 15 %). Huvudsakligen har bristerna uppkommit på grund av att flygtransekterna ibland inte har legat tillräckligt nära varandra, och ett glapp på ungefär 100 meter har uppkommit mellan bilderna. I de flesta fallen har det dock varit möjligt att härleda och koppla eventuella ålgräsängar mellan två bilder, eller att utesluta förekomst. Dessa ytor har även inventerats översiktligt eller verifierats i fält.

3 Resultat

3.1 Ålgrässets utbredning – Översiktlig verifiering

Efter flygfotograferingen påbörjades flygbildstolkningen av georefererade bilder i det geografiska informationsprogrammet ArcGIS. Den sammanlagda ytan av ålgräs utifrån flygbildstolkningen motsvarade 1180 hektar vilket utgjorde 334 separata ytor med ålgräs (figur 7, vänster). Därefter genomfördes den översiktliga fältverifieringen under september månad. Totalt besöktes 305 av de 334 flygbildstolkade ålgräsängarna. Ingen avgränsning av ålgräsängarna genomfördes utan endast konfirmation huruvida flygbildstolkningen varit korrekt. Efter fältverifieringen återstod 216 ytor som bekräftats utgöras av ålgräs, till en sammanlagd yta på 990 hektar (figur 7, höger).



Figur 7. Resultat från flygbildstolkningen innan (vänster) och efter (höger) justeringar utifrån fältverifieringen.

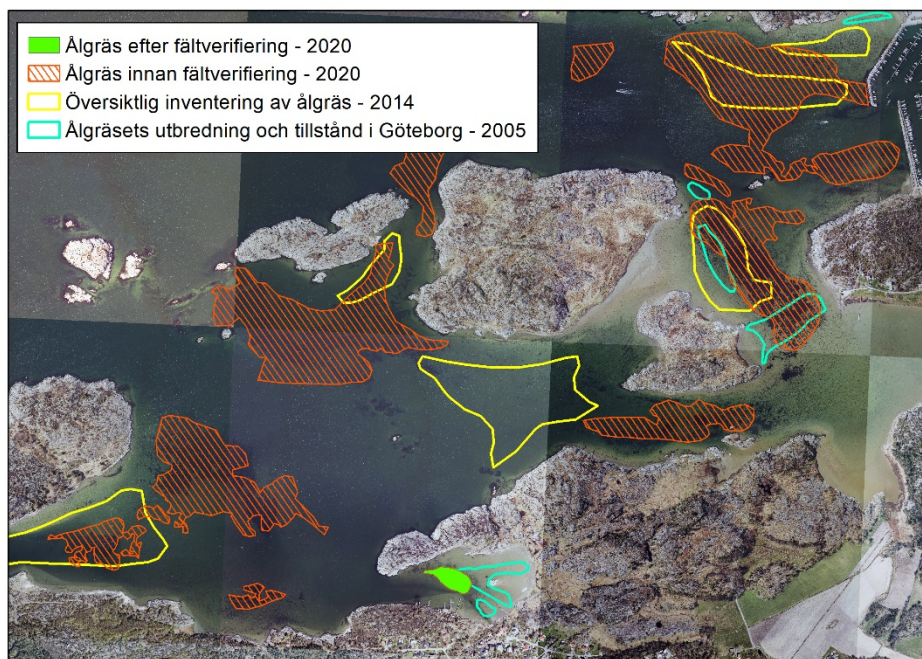
Skillnaden före och efter fältverifieringen innebär att 117 flygbildstolkade ytor tagits bort, men i själva verket togs 126 ytor bort efter verifieringen och 9 tillkom. De tillkommande ytorna beror framför allt på att större vikar justerats och delats upp i flera delar. Skillnaden före och efter motsvarar en minskning på 35 % av antal ängar. Däremot förändrades själva ytan till mindre del, med en minskning på 16 %. Det betyder att de ytor som tagits bort haft en relativt liten areal medan stora ålgräsängar snarare har justerats istället för att helt förkastas.

De flygbildstolkade ytorna som tagits bort efter fältverifieringen har i huvudsak haft en annan typ av vegetation än ålgräs, men ibland även varit helt vegetationsfria vid verifieringstillfället. Absolut vanligast (48 %) var att den föreslagna ytan istället för ålgräs hade lösdrivande fleråriga makroalger (tabell 1).

Tabell 1. Lista över orsakerna till att flygbildstolkade ytor togs bort efter fältverifieringen, separerat i den norra delen (norr om Göta Älv) och södra delen (söder om Göta Älv) samt totalt för hela Göteborg Stad.

Orsak	Antal Norr	%	Antal Söder	%	Antal Totalt	%
Lösdrivande fleråriga makroalger	35	80	26	32	61	48
Nating	0	0	22	27	22	17
Fintrådiga alger	0	0	16	20	16	13
Vegetationsfri botten	3	7	13	16	16	13
Hårt substrat med fastsittande makroalger	6	14	5	6	11	9
Totalt	44	100	82	100	126	100

Då det främst var inom Göteborgs norra skärgård som lösdrivande fleråriga makroalger misstolkats som ålgräs vid flygbildstolkningen analyserades orsaken till misstolkningar separerat för vattenområdena norr och söder om Göta älv (tabell 1). Av samtliga ytor norr om Göta Älv var det 56 % som togs bort, och utav dessa var 80 % av fallen på grund av lösdrivande fleråriga makroalger. Vid till exempel området utanför Björlanda Kile tolkades många och stora ytor som ålgräs vid den första flygbildstolkningen. Vid fältverifieringen upptäcktes dock att majoriteten av de tolkade ytorna bestod av lösdrivande fleråriga makroalger, och endast en vik i de södra delarna av området bestod av ålgräs (figur 8). Av samtliga ytor söder om Göta Älv var det 32 % som togs bort, och anledningen är mer jämnt fördelad mellan de olika orsakerna till misstolkningar (tabell 1). Det är dock fortfarande lösdrivande fleråriga makroalger som är den vanligaste orsaken till felaktig ålgrästolkning.



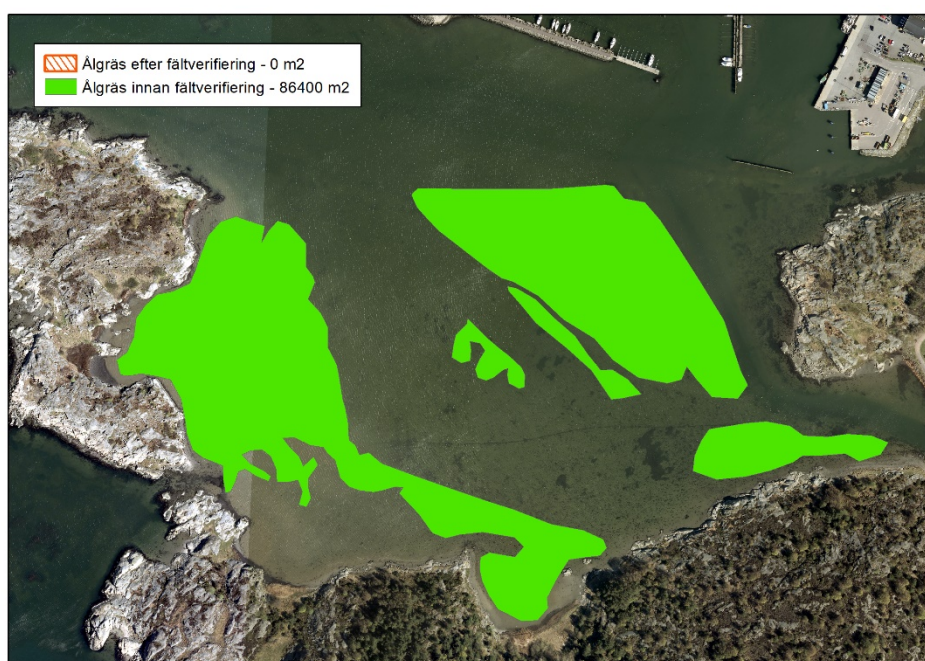
Figur 8. Ålgräs före och efter fältverifieringen utanför Björlanda Kile 2020. Majoriteten av de tolkade ytorna visade sig bestå av lösdrivande fleråriga makroalger och endast en faktiskt ålgräs. Även tolkade ålgräsytor från flygbildstolkningar 2005 och 2014 presenteras. Bakgrundskartan består av Göteborgs Stads Ortofoton 2017.

3.2 Ålgräsets utbredning – Fullskalig verifiering

Den fullskaliga verifieringen gjordes inom fyra vikar, Hästevik norr om Öckerö färjeläge, söder om Fiskebäcks hamn, mellan Amundö och Stora Amundön samt öster om Donsö. Inom samtliga vikar registrerades ålgräsängar vid flygbildstolkningen, men vid verifieringen var det bara två av vikarna som innehöll ålgräs. Hästevik norr om Öckerö bestod helt av lösdrivande fleråriga makroalger (figur 9). Området söder om Fiskebäcks hamn bestod i huvudsak av lösdrivande alger, men också en del nating i de inre delarna (figur 10). För dessa två vikar kan därför ingen jämförelse av ålgräsängarnas yta före och efter den fullskaliga verifieringen göras.



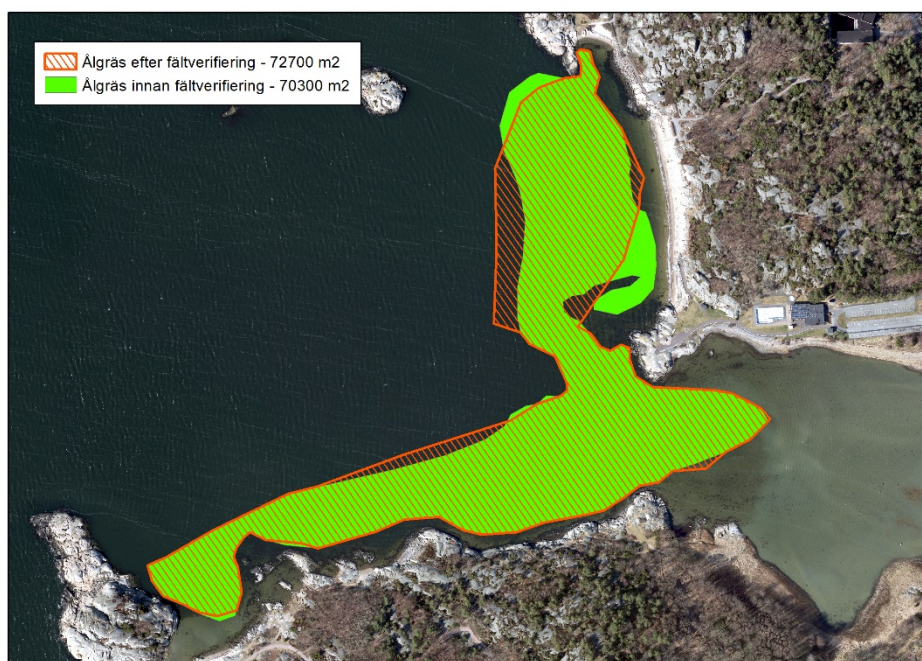
Figur 9. Resultatet från den fullskaliga verifieringen av Hästevik. Den gröna ytan representerar den flygbildstolkade ytan innan genomförd fältverifiering. Inget ålgräs detekterades i området vid den fullskaliga verifieringen. Bakgrundskartan består av Göteborgs Stads Ortofoton 2017.



Figur 10. Resultatet från den fullskaliga verifieringen av viken söder om Fiskebäck. Den gröna ytan representerar den flygbildstolkade ytan innan genomförd fältverifiering. Inget ålgräs detekterades i området vid den fullskaliga verifieringen. Bakgrundskartan består av Göteborgs Stads Ortofoton 2017.

De två vikarna mellan Amundö och Stora Amundön samt öster om Donsö innehöll korrekt ålgräs men den areella utbredningen behövdes justeras efter fältverifieringen, både den maximala djuputbredningen och utbredningen mot land.

I viken mellan Amundö och Stora Amundön fastställdes att ålgräsängen var cirka 0,2 hektar större än vad som uppskattades vid flygbildstolkningen. Det var i huvudsak djuputbredningen som behövde justeras. Maxdjupet ändrades i fält från cirka 5,4 till 5,6 meter. Även mot land behövde delar av den tolkade ytan justeras (figur 11), då den grunda delen delvis utgjordes av vegetationsfri botten istället för ålgräs. Inom området påträffades ålgräs mellan 0,9 och 5,6 meters djup och täckte i medeltal 10-50 % av botten. Inom ängen påträffades fintrådiga alger som täckte 25-50 % av ålgräsplantorna.



Figur 11. Resultatet från den fullskaliga verifieringen av viken mellan Amundö och Stora Amundön. Den gröna ytan representerar den flygbildstolkade ytan innan genomförd fältverifiering. Den streckade orangea ytan representerar den fältinventerade ytan. Bakgrundskartan består av Göteborgs Stads Ortofoton 2017.

I viken öster om Donsö justerades ålgräsängen till en mindre total yta efter fältverifieringen (figur 12). Det var främst inom den norra delen som ytan minskade då den inre gränsen för ålgräsförekomst var djupare än vad som uppskattats vid flygbildstolkningen. Grundare förekom istället lösdrivande fleråriga makroalger. Inom den södra delen av ängen noterades ålgräs djupare vid fältverifieringen och den yttre gränsen med ålgräs flyttades ut från cirka 5,0 till 6,2-7,0 meters djup. I den norra delen av ålgräsängen flyttas istället den maximala djuputbredningen in grundare. Inom området påträffades ålgräs

mellan 0,9 och 7,0 meters djup och täckte i medeltal 25-75 % av botten. Inom ängen påträffades fintrådiga alger som täckte 10-50 % av ålgräsplantorna.



Figur 12. Resultatet från den fullskaliga verifieringen av viken öster om Donsö. Den gröna ytan representerar den flygbildstolkade ytan innan genomförd fältverifiering. Den streckade orangea ytan representerar den fältinventerade ytan. Bakgrundskartan består av Göteborgs Stads Ortofoton 2017.

4 Diskussion

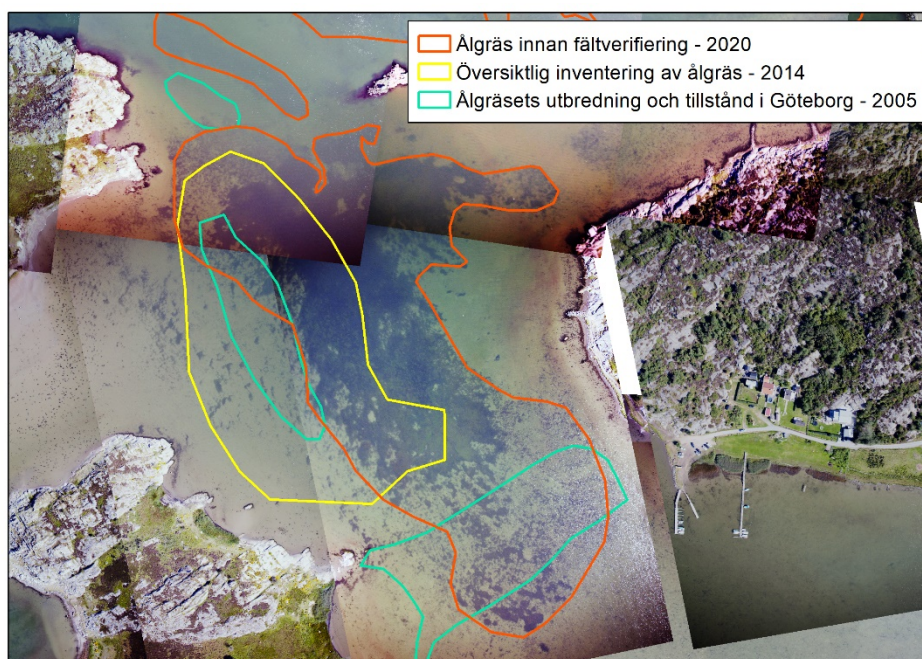
Efter den översiktliga fältverifieringen minskade antalet ytor framtagna vid flygbildstolkningen med 35 %, och den totala arealen av ålgräs minskade med 16 %. Norr om Göta Älv var träffsäkerheten lägre och mer än hälften av de framtagna ytorna togs bort. Detta jämfört med en tredjedel som togs bort söder om älven. Norr om Göta Älv berodde misstolkningen till 80 % på lösdrivande fleråriga makroalger. Viktigt att poängtera är att ingen verifiering av ålgräsängarnas faktiska areal genomfördes i fält utan bara en bekräftelse eller förkastning av ängarna. Det innebär att den minskade arealen på 16 % endast baseras på flygbildstolkningen. Det finns således en risk att ängarnas ytor är överskattade om till exempel delar av en äng består av annan typ av vegetation, eller underskattade om ålgräs förekommer djupare än vad som gått att avgränsa med flygbildstolkning. Det är även viktigt att poängtera att norr om Göta älv, där mattor av fleråriga makroalger dominerar på de grunda sedimentbottenarna, har arealen av ålgräs minskat betydligt mer än 16 % efter fältverifieringen i jämförelse med områden söder om Göteborg.

Att se skillnad på ålgräs och lösdrivande fleråriga makroalger är svårt för blotta ögat. Samma ytor har också under tidigare flygbildstolkningar uppskattats som ålgräs (Jenneborg 2006 och Jenneborg 2015). I figur 13 visas en flygbildstolkad yta utanför Björlanda kile som bestod av lösdrivande fleråriga makroalger. I samma figur syns att ytorna från tidigare års undersökningar skiljer sig en del i storlek och placering. Det är möjligt att det funnits ålgräs i viken vid de tidigare undersökningarna men att det försvunnit och idag tagits över av lösdrivande fleråriga makroalger. Det är också möjligt att tidigare ålgräsängar även då faktiskt varit lösdrivande fleråriga makroalger.

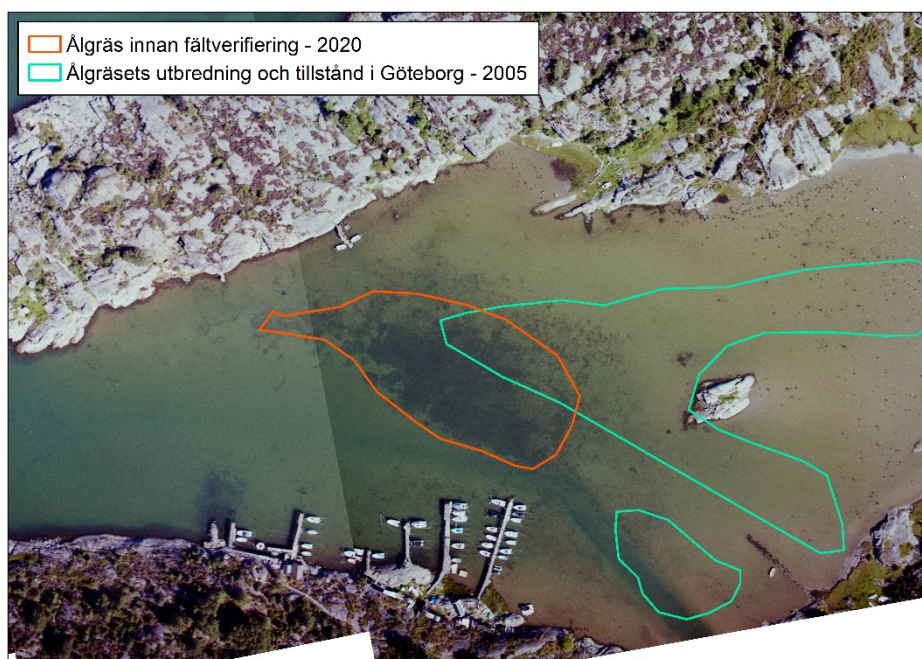
Studier har demonstrerat att lösdrivande fleråriga algmattor kan vara mer eller mindre permanenta framförallt om de utgörs av arter som är frilevande och kan bilda täta sammanhängande ytor och täcka stora arealer. Förekomsten av lösdrivande fleråriga makroalger kan också variera mycket över tid, framförallt beroende av områdets exponeringsgrad samt storleken på ”mattorna”. Detta är dock dåligt studerat i dagsläget men det pågår studier som drivs av Länsstyrelsen i västra Götaland i samarbete med Göteborgs universitet.

I den södra delen av området utanför Björlanda Kile konfirmerades ålgräsförekomsten vid fältverifieringen (figur 14). Enligt historiska flygbildtolkningar ska det även funnits ålgräs i viken under 2005, men mer i de inre delarna.

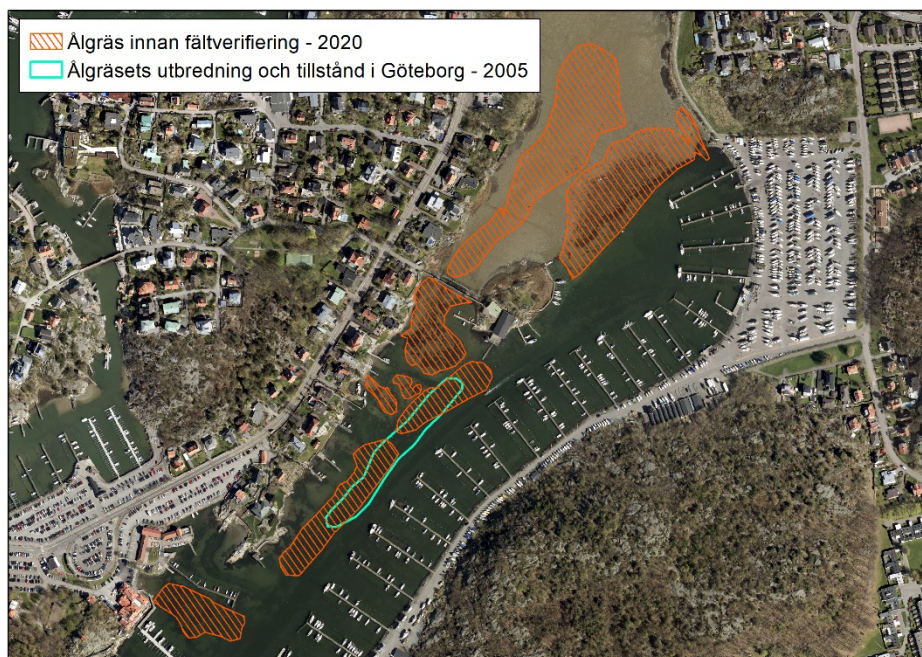
Söder om Göta Älv berodde misstolkningen på mer än bara lösdrivande fleråriga makroalger. Där var också nating och fintrådiga alger vanliga misstolkningar. I Hinsholmskilen flygbildstolkades ålgräsytor som vid fältverifieringen visade sig felaktiga, i det här fallet bestående av sjögräset nating (figur 15). Natingen är enkel att artbestämma i fält men är i stort sett omöjlig att skilja från ålgräs vid flygbildstolkning (figur 16).



Figur 13. Exempel på en yta som tolkats som ålgräs men som visade sig bestå av lösdrivande fleråriga makroalger. I samma vik har tidigare flygbildsundersökningar (2005) tolkat ålgräs. Bakgrundskarta består av georefererade flygbilder tagna utanför Björlanda kile.



Figur 14. Exempel på en yta som tolkats som ålgräs och visats sig korrekt. I samma vik har en tidigare flygbildsundersökning (2005) också tolkat ålgräs. Bakgrundskarta består av georefererade flygbilder tagna vid Sävvik söder om Björlanda kile.



Figur 1. Ålgräs före och efter fältverifieringen vid Hinsholmskilen 2020. Samtliga av de tolkade ytorna visade sig bestå av sjögräset nating. Inom området har ålgräs även avgränsats vid flygbildstolkning 2005. Bakgrundskartan består av Göteborgs Stads Ortofoton 2017.



Figur 216. Exempel på en yta som tolkats som ålgräs men som visade sig bestå av nating. I samma område har tidigare flygbildsundersökningar (2005) tolkat ålgräs. Bakgrundskarta består av georefererade flygbilder inom Hinsholmskilen.

Överlag så stämmer 2020 års utbredning in bra med tidigare flygbildsundersökningar från 2005, 2009 och 2014. De flygbildstolkade ängarna skiljer sig åt i exakt position och storlek men ligger oftast inom samma generella område (till exempel figur 14). I de norra delarna, norr om Göta Älv, var det dock vanligt att tidigare undersökningar markerat ålgräsängar som fältverifieringen 2020 noterat bestå av lösdrivande fleråriga makroalger (till exempel figur 8).

Den fullskaliga verifieringen utfördes inom fyra områden. Som vid den översiktliga verifieringen bestod delar av de flygbildstolkade ålgräsängarna av lösdrivande fleråriga makroalger. Två av de fyra områdena visade sig helt bestå av annat än ålgräs. För de två områdena som korrekt bestod av ålgräs behövde justeringar göras både in mot land och ut mot djupet. In mot land justerades ålgräsängarna på grund av lösdrivande fleråriga makroalger eller tomma ytor. Ut mot djupet justerades ålgräsängarna när maxdjupet inte varit möjligt att se i flygbilden. Båda flygbildstolkade ängarna hade ett maxdjup på 5,1 - 5,4 meter vilket indikerar att det varit där den visuella gränsen varit vid flygbildstolkningen. I själva verket hade ålgräsängarna som tolkades ett maxdjup på 5,6 - 7,0 meter. Även vid den översiktliga verifieringen noterades ängar som hade underskattat maxdjupet. Nitton av de flygbildstolkade vikarna som översiktligt verifierades hade i verkligheten ett större maxdjup. De utökade djupen har varierat mellan 3,0 - 7,0 meter. Generellt är det ålgräsängarna i den sydvästra delen av Göteborgs Stads havsområden som har justerats till de högsta maxdjupen, vilket är områden där det generellt finns mer djupgående ålgräsängar.

Resultaten från denna studie tyder således på att ålgräsets areella utbredning kan underskattas vid en flygbildstolkning i områden där ålgräs förekommer djupare än 5,0 - 5,5 meters djup, vilket såklart kan variera beroende av siktdjupet inom olika områden och vid olika flygtillfällen. I denna studie och i tidigare studier i Göteborgs skärgård förekommer ålgräs djupare söder om Göta älv i jämförelse med norr om Göta älv. I norra skärgården förekommer ålgräs ner till cirka 3,0 - 4,0 meters djup och i södra skärgården har ålgräs noterats ner till cirka 5,0 - 7,0 meters djup (Palmkvist med flera 2020, Bergkvist med flera 2019, Andersson 2017, Andersson 2016). I områden där drivande algmattor är vanligt förekommande, framförallt norr om Göta älv, demonstrerar istället resultaten att ålgräsets utbredning överskattas. Ålgräsets utbredning bedöms dock inte underskattas på grund av att ålgräsängar tolkas som drivande alger eller makroalger på hårt substrat vid flygbildstolkningen.

Ungefär en femtedel av samtliga flygbildstolkade ytor visade sig vid fältverifieringen bestå av andra arter av marina kärlväxter än ålgräs. En flygbildstolkning bör således inkludera alla arter av sjögräs, framförallt eftersom de inte går att särskilja vid analysen, men även för att de uppfyller en liknande ekologisk funktion. En del ytor (cirka 13 %) visade sig även vara helt vegetationsfria vid verifieringstillfället. Inom dessa ytor har det troligen förekommit mattor av drivande alger vid flygtillfället som därefter drivit bort från området.

Det är svårt att bedöma om en äng består av ålgräs eller inte enbart från flygfoto. Vid jämförelse med tidigare flygbildstolkningar (2005, 2008 och 2015) så stämmer underlagen bra överens med varandra, framförallt jämfört med innan fältverifieringen. Det innebär att många av de flygbildstolkade ytorna som togs bort efter fältverifieringen finns registrerade som ålgräsängar vid tidigare undersökningar. Det betyder inte direkt att det vid de tillfällena inte fanns ålgräs i de områdena, men det finns ändå en risk att utbredningen har överskattats. Däremot betyder det att det är viktigt att genomföra en fullskalig verifiering för att kvalitetssäkra flygbildstolkningen.

Flygbildstolkningen är i sig en komplicerad process och kräver många flyg- och kontorstimmar för bara framtagning av tolkningsbara underlag, samt till sist själva tolkningen. För att underlätta processen och fokusera på fältverifiering kan ett alternativ vara att istället använda redan framtagna aktuella underlag. Göteborgs Stad publicerar öppna ortofoton med några års mellanrum, de senaste 2019, som har hög kvalitet och upplösning och som skulle kunna användas för flygbildskartering. Dock sker fotograferingen efter snösmältningen, före lövsprickning, i ungefär april-maj. För tolkning av ålgräsutbredningen är det mer lämpligt med bilder tagna under juli-september när ålgräset har sin maximala utbredning. Sent på säsongen ökar dock andelen fintrådiga alger vilket kan försvåra analysarbetet. Med modern fotoutrustning går det att få högkvalitativa bilder från högre höjd än de fastställda 200 metrarna, exempelvis sker Göteborgs Stads fotografering på cirka 1887 meters höjd. Flygningen på 300 meter i de norra delarna under 2020 innebar inga brister i kvalitet, utan innebar snarare en lättare flygning. Hade även de södra delarna fotograferats på 300 meter så hade samma ansträngning lett till en täckning på 90 % jämfört med studiens 76 %. Ännu högre flyghöjd hade dock med den aktuella studiens utrustning inneburit att kvaliteten varit under den enligt metodiken bestämda 12,5 megapixels.

Drönare har använts som ett komplement till flygplan, men metoden är begränsad till småskalig kartering. Noggrannheten är dock hög (cirka 80 %, Infantes med flera manuskript) inom de områden som körs jämfört med fältkartering. Infantes med flera (manuskript) jämförde även tolkning av bilder tagna från drönare med bilder tagna med satellit och kom fram till att noggrannheten var lägre vid analys av satellitbilderna (medel 63-70 % för satellitbildstolkning). Att använda satellitbilder är en kostnadseffektiv metod, men kvaliteten på bilderna är lägre.

5 Slutsats

Inom Göteborgs Stad har ålgräsets utbredning tolkats genom analys av flygbilder och verifierats genom fältkartering. En yta på totalt 990 hektar ålgräs bedöms finnas inom Göteborgs Stads havsområde inom djupintervallet 0 till 6 meter. De flygbildstolkade ytorna verifierades översiktligt i fält med enstaka punktkarteringar. Dock verifierades inte ängarnas areella utbredning vilket innebär att den totala ytan kan vara överskattad, om delar av ängen utgörs av lösliggande alger, eller underskattad om ålgräset förekommer djupare. Däremot bedöms förekomst av antal ängar ha en högre säkerhet.

Fältverifieringen visade att 35 % av de framtagna ålgräsytorna bestod av annan vegetation eller var vid verifieringstillfället vegetationsfria. Vanligast var att vegetationen istället för ålgräs bestod av lösdrivande fleråriga makroalger. Fördelningen varierade dock beroende på område, där feltolkningarna norr om Göta Älv till 80 % bestod av lösdrivande fleråriga makroalger, medan det söder om Göta Älv även fanns höga andelar av ängar bestående av nating samt fintrådiga alger. För att stärka kvaliteten i flygbildstolkningen anses fältverifiering vara en viktig del.

Fyra vikar karterades fullskaligt i fält, där endast två visade sig utgöras av ålgräs. Vid verifieringen justerades främst ålgräsets maximala djuputbredning. Vid flygbildstolkningen har sikten förhindrat avgränsning vid 5,0 - 5,4 meters djup och vid verifieringen i fält justerades djuputbredningen till mellan 5,6 och 7,0 meters djup. Den maximala djuputbredningen är en del i att bedöma ålgräsets kvalitet och är således viktigt att få med. Den relativa ytan som missas när sikten begränsas vid större djup är dock liten. Majoriteten av ängarna har dessutom ett mindre maxdjup som varit fullt synligt vid flygbildstolkningen. Anledningen bedöms vara att majoriteten av ålgräsängarna förekommer inom långgrunda, skyddade vikar.

6 Referenser

Andersson S. 2016. Klassificering av miljöstatus i Ryaverkets recipientområde –Kvalitetsfaktor Makroalger. Marine Monitoring AB.

Andersson s. 2017. Fältinventering av utvalda lokaler inför restaurering av ålgräs (*Zostera marina*). Marine Monitoring AB

Bergkvist, J., Fransson, K., Ahlsen, J. 2018. Inventering av ålgräsängar i vattenförekomsten Brännö-Styrsö. Miljöförvaltningen Göteborgs Stad. R 2019:04

Göteborgs Stad, Öppna Data. Ortofoto 2017.
<https://goteborg.se/wps/portal?uri=gbglnk%3a2015816171319546>

Havs- och vattenmyndigheten 2016a. Förvaltning och restaurering av ålgräs i Sverige - Ekologisk, juridisk och ekonomisk bakgrund. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:8.

Havs- och vattenmyndigheten 2016b. Handbok för restaurering av ålgräs i Sverige, vägledning. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:9

Havs- och vattenmyndigheten. 2017. Åtgärdsprogram för ålgräsängar. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2017:24

Havs- och vattenmyndigheten 2020. <https://www.havochvatten.se/overvakning-och-uppfoljning/miljoovervakning/marin-miljoovervakning/vegetationskladda-bottnar.html>.), uppdaterad 2020-10-01.

Holm, D. 2010. Ålgräs och grundbottenfauna – tre undersökningar i Göteborg 2009. Miljöförvaltningen Göteborgs Stad R 2010:4

Jenneborg, L-H. 2006. Ålgräsets utbredning och tillstånd i Göteborg. Miljöförvaltningen Göteborgs Stad R 2006:4

Jenneborg, L-H., Jenneborg, M-L. 2015. Översiktlig inventering av ålgräsängar i Göteborgs kommun. Miljöförvaltningen Göteborgs Stad R 2015:8

Naturvårdsverket 2008. Manual för basinventering av marina naturtyper 1110, 1130, 1140 och 1170.

Nyqvist, A., André, C., Gullström, M., Baden, S., Åberg, P. 2009. Dynamics of seagrass meadows on the Swedish Skagerrak coast. *Ambio* 38, 85–88.

Palmkvist, J., Rådén, R., Emanuelsson, A., Lindborg, J., Erkenbord, F. 2020. Inventering av ålgräsängar i tre vattenförekomster i Södra Göteborgs kustvatten. Miljöförvaltningen Göteborgs Stad R 2020:6



Miljöförvaltningen

Box 7012, 402 31 Göteborg

Telefon, växel: 031-365 00 00

E-post: miljoforvaltningen@miljo.goteborg.se