

TrashCam

- Drönare för kartläggning av marint skräp i Östersjön



En rapport från projektet TrashCam finansierat av Vinnova 2018-2019



Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	3
Inledning	5
Syfte och mål	6
Metodbeskrivning	6
Manuell mätning av skräp på stränder	6
Mätning av skräp på stränder med drönare	8
Resultat	10
Jämförande studie av metoderna	10
Autoidentifiering av marint skräp	12
AI-baserad bildanalys	12
Diskussion och slutsatser	13





Inledning

Skräp i havet är ett av våra snabbast växande miljöproblem idag. Det mesta av det marina skräpet består utav plast som har negativ påverkan med effekter på miljötillstånd, naturvård, djurliv, rekreation, besöksnäring samt skapar behov av kostsamma städinsatser. Det finns därför ett stort intresse hos politiker, myndigheter och miljöorganisationer att vidta åtgärder för att minska tillförseln av plast till havet.

Det är också av stor betydelse att veta hur mycket och vilken typ av skräp som finns i havet. En vedertagen metod för detta, som används världen över, är att mäta antalet skräp på stränder. Den kunskapen ger en möjlighet att identifiera källor, följa tidstrender, sätta in relevanta åtgärder och utvärdera effekter av dessa. Kunskapen om skräpsituationen och dess konsekvenser kan även kommuniceras till allmänheten och i förlängningen bidra till en attityds- och beteendeförändring kring nedskräpning.

År 2012 startade den svenska övervakningen av skräp på stränder som vetter mot Kattegatt, Öresund och Östersjön. Programmet pågår fortfarande. Metoden att mäta skräp på stränder går ut på manuell plockning av skräp på en specificerad strandsträcka där antalet skräp räknas och kategorisering enligt det protokoll som ingår i metodiken. Det finns några vedertagna metoder för detta, t.ex. OSPAR- eller UNEP-metoden. På svenska stränder längst Kattegatt, Öresund och Östersjön används något som kallas MARLIN-metoden. En modifiering av UNEP-metoden efter Östersjöns specifika förhållanden.

Håll Sverige Rent koordinerar och kvalitetssäkrar mätningarna samt ansvarar för databasen för skräp på stränder. Arbetet finansieras av Havs- och vattenmyndigheten.

På hela kuststräckan Kattegatt, Öresund och Östersjön är det endast 10 stränder som ingår i miljöövervakningsprogrammet dvs 0,00001 % av kusten. Konsekvensen av det lilla dataunderlaget har visat sig bli att ingen vågar uttala sig om hur mycket skräp som finns i Östersjön. De befintliga manuella metoderna tar relativt lång tid och kräver arbetskraft. Kostnaderna för övervakningen är den främsta anledningen till att det inte ingår fler stränder i det befintliga programmet.

Idén till projektet TrashCam uppkom då vi såg möjligheten till att skaffa mer kunskap om skräp på svenska stränder om vi genom innovativa lösningar kunde hitta en mer kostnadseffektiv metod med hjälp av drönare. Detta skulle kunna komma myndigheter till hjälp i deras beslut om åtgärder mot marin nedskräpning.

En annan applikation av att mäta skräp på stränder med drönare och därmed kartlägga större områden är att man kan göra riktade städinsatser på t.ex. stränder med störst behov. Kommunerna är de som främst ansvarar för städning av stränder och kostnaderna kan i vissa fall vara höga. Dessutom finns krav på att ha mål och åtgärder för att förebygga och begränsa nedskräpningen i de nya föreskrifterna för kommunala avfallsplaner. Att kartlägga och följa upp nedskräpningen är avgörande för att kunna sätta in rätt åtgärder och mätbara mål. Genom inventeringen kan kommunen ta reda på var skräpet finns och var det kommer ifrån, hur mycket och vad för slags skräp det är, hur olika åtgärder fungerar samt mäta utvecklingen över tid.



Syfte och mål

Syftet med projektet var att undersöka om vi med hjälp av drönare kan kartlägga och utvärdera förekomsten och spridningen av marint skräp på utvalda pilotstränder i Östersjön. I projektet ville vi kombinera olika befintliga spetstekniker, som var för sig är innovativa, i ett nytt sammanhang för att utveckla en metod specialiserad för att kartlägga skräp på stränder. Genom att använda bl.a. ett autoidentifieringsprogram var avsikten att detta blir ett effektivt och kostnadsbesparande sätt att inventera marint skräp på stränder.

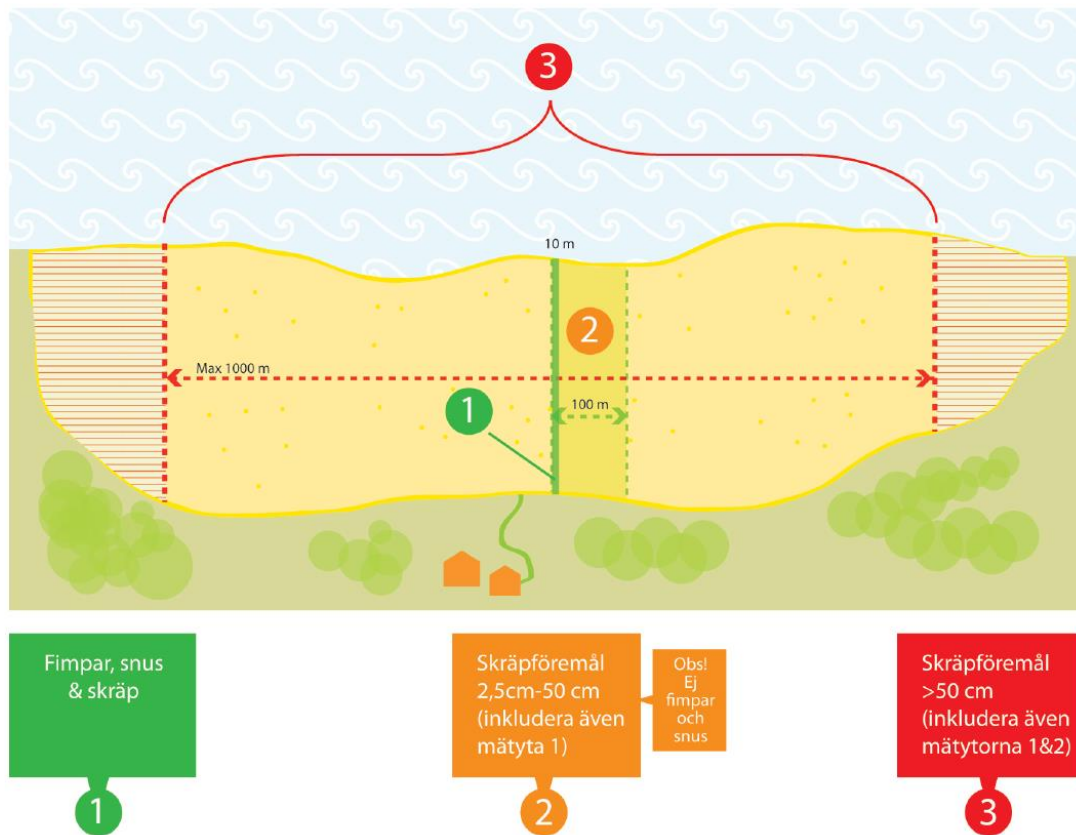
Metodbeskrivning

Manuell mätning av skräp på stränder

Den nationella miljöövervakningen av marint skräp görs idag manuellt. I regionen Kattegatt, Öresund och Östersjön ingår tio stränder i övervakningsprogrammet. Det genomförs tre mätningar per år och strand. Här följer en kortfattad beskrivning av metoden men den fullständiga manualen hittas på Håll Sverige Rents hemsida¹.

Inledningsvis inhämtas specifika data för stranden och mättillfället som antecknas enligt protokollet. En eller flera personer mäter sedan upp området på stranden som delas in i tre olika mätområden som överlappar varandra (Figur 1). Samma område ska mätas vid varje mättillfälle och fasta landmärken eller GPS koordinater kan användas för att markera hörnen. För område 1 och 2 används måttband för att mäta upp arean.

¹ Beach litter measurement method description.
https://www.hsr.se/sites/default/files/appendix1_measurement_method.pdf

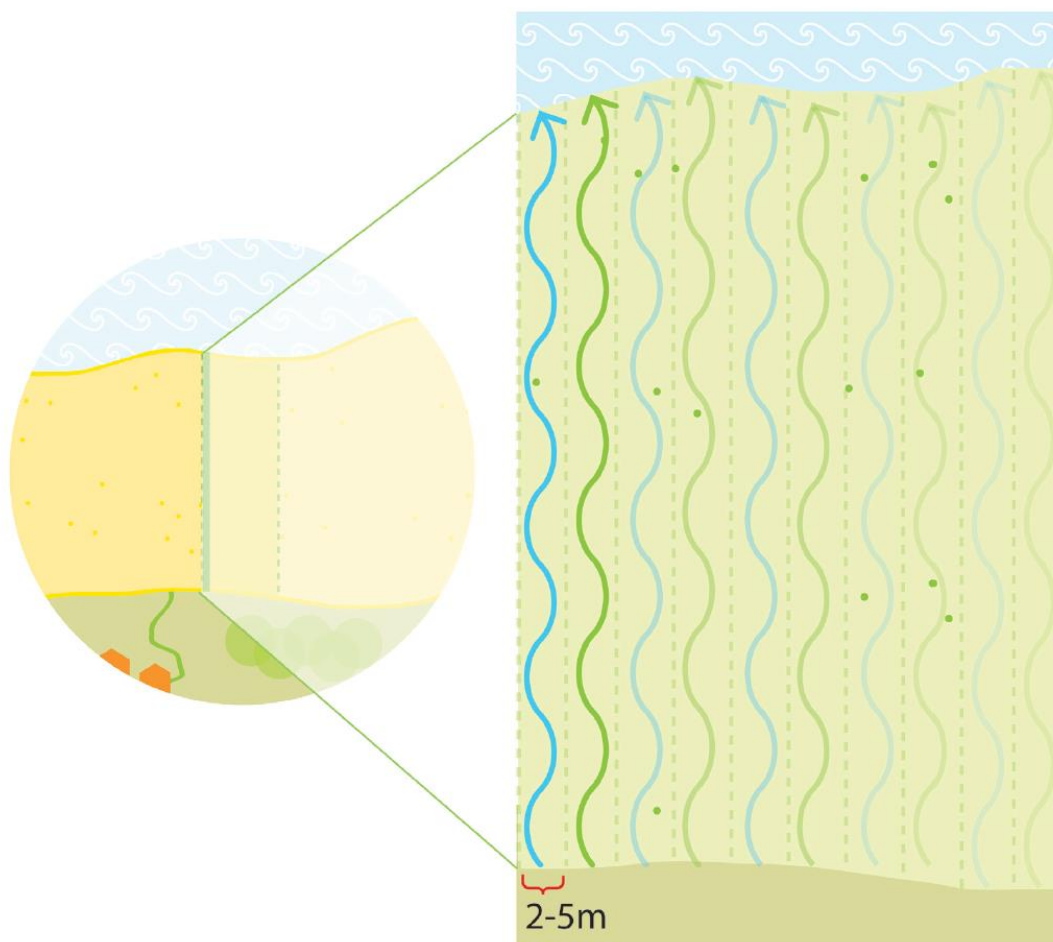


Figur 1. Mätområde 1,2 och 3 vid en mätning av skräp på en strand.

Stranden anses sluta där vegetationen blir kraftigare, klippor eller sanddynor tar vid eller där en väg eller ett fysiskt hinder börjar (t.ex. mur, staket eller hus). Om stranden är djupare än 50 m avgränsas djupet vid avståndet 50 m från vattenlinjen, och denna punkt ses sedan som strandens bakre slut.

Sedan går man över ytan systematiskt (Figur 2), skräpet plockas upp från marken², räknas och kategoriseras enligt de protokoll som ingår i metoden. Skräpet kan antingen kategoriseras direkt eller samlas ihop och kategoriseras i efterhand. Protokoll för område 2 och 3 är indelat i 10 olika materialkategorier med totalt 82 olika skräpföremål- eller skräpfragmentskategorier.

² Här kan noteras att skräpföremål större än 50 cm inte alltid kan forslas bort vid mättillfället utan får då markeras och tas om hand vid annan tidpunkt.



Figur 2. Personerna går över stranden systematiskt enligt bilden för att allt skräp ska hittas och plockas upp.

När de tre ytorna har gått över och måttbanden har plockats ihop så är mätningen klar. Skräpet slängs eller källsorteras i avsedda sopkärl.

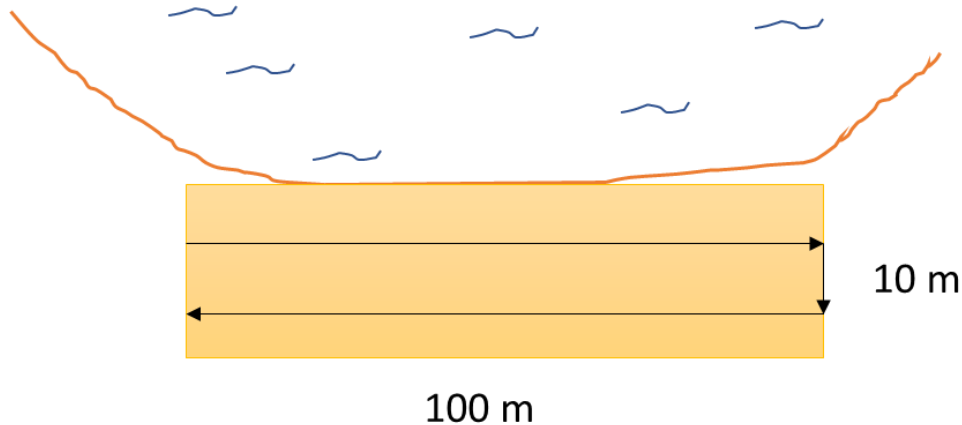
Håll Sverige Rent överför data från protokollen till databasen för strandskräp.

Inom projektet gjorde Håll Sverige Rent fem manuella mätningar där det samtidigt gjordes mätning med drönare för att kunna bedöma hur noggrann en mätning med drönare blev jämfört med att mäta manuellt enligt den traditionella metoden. Vi mätte också hur lång tid genomförandet av mätningarna tog för att avgöra effektiviteten i att mäta skräp på stränder med drönare.

Mätning av skräp på stränder med drönare

Att utföra mätning av skräp på stränder med drönare är förhållandevis enkelt när det gäller det praktiska arbetet i fält. Den personen eller de personerna som ska utföra mätningen mäter upp området enligt samma principer som för den manuella mätningen (se föregående avsnitt) alternativt använder GPS-koordinater. Drönaren och den övriga tekniska utrustningen iordningställs. Drönaren flygs sedan systematiskt över mätområdet enligt en förutbestämd rutt till dess att hela ytan är

fotograferad med tillräcklig överlapp. I vårt fall innebar det att det krävdes en flygning över ungefär var tredje meter inom mätområdet (Figur 3).



Figur 3. Principen för hur flygningarna utfördes systematiskt (ej skalenlig karta) och antal flygningar per 10 m som utfördes i projektet. Mätytan var i verkligheten ca 30 m bred.

I fallet med utrustningen som användes i projektet (en multirotor med kameror: Canon IXUS 160 och SONY RX100) var den mest lämpliga strategin för att inhämta data att flyga lågt utan zoom. Detta översattes till följande operativa parametrar:

- Höjd på cirka 5-8 meter
- Hastighet på antal bilder kameran tar per sekund 1 bild/s
- Markhastighet på 1 m/s.

Den tekniska rapporten från projektet beskriver detaljerna kring hur de operativa parametrarna optimerades³.

Allt skräp behöver avlägsnas från marken efter flygningen för att mätningen ska bli korrekt vid nästa mättillfälle dvs avsikten är inte att mäta ackumulerat skräp.

Efterbehandling och analys av flygbilder

Av flygbilderna som togs med drönare på stränderna skapades ortofoton som sedan analyserades med avseende på hur många och vilken typ av skräp som fanns på marken. Detta gjordes manuellt som GIS analys i programmet QGIS, samt automatiserat med hjälp av AI-metoden maskinigenkänning av bildmaterial. Se avsnitt Autoidentifiering av marint skräp i denna rapport och den tekniska rapporten³.

Liksom i fallet med den manuella metoden noterades hur lång tid det tog att analysera bilderna för att uppskatta metodens effektivitet.

³ TrashCam - UAV's for marine litter mapping. <https://www.hsr.se/fakta/vara-rapporter-och-resultat>

Resultat

Jämförande studie av metoderna

Inom projektet har det gjorts ett stort antal testflygningar med drönare där skräp har identifierats, både på stränder och vid andra underlag. Vid fem olika tillfällen var Håll Sverige Rent med och mätte skräp med den manuella metoden på samma område där drönaren först gjort en mätning. Resultatet visas i Tabell 1.

Tabell 1. Genomförda mätningar med den manuella metoden samt resultaten för dessa. Gulmarkerad mätning användes för effektstudien.

KOMMUN	STRAND	DATUM	TIDSÅTGÅNG (MIN)	AREA (M ²)	TOTALT ANTAL SKRÄP PÅ 100 M-OMRÅDE	VARAV ANTAL CIGARETTER OCH SNUS
Värmdö	Torpesand	2018-08-21	inga uppgifter	1000	41	12
Älvkarleby	Rullsand	2018-10-19	95	3000	137	38
Värmdö	Torpesand	2019-04-05	45	1000	126	20
Västervik	Bondbacken	2019-04-08	200	930	107	70
Älvkarleby	Rullsand	2019-04-12	120	3000	290	140

Rullsand i Älvkarleby ingår i den nationella övervakningen av skräp på stränder medan de övriga två stränderna var obekanta för oss. Tidsåtgången avser hur lång tid det tog att plocka upp skräpet och kategorisera det. Tiden har justerats för antal deltagare som plockade skräp vid mätningen. Tiden för att föra in data i databasen är ej medräknad.

Den andra mätningen på Rullsand valdes ut för ett första test för analys av ortofotot då vi ansåg att den var mest representativ för hur både en manuellmätning och en drönarmätning ska genomföras.

För de övriga mätningarna kan nämnas att den första mätningen på Torpesand var ett test som vi inte förväntade oss skulle ingå i studien och därför saknas uppgifter om tidsåtgången. Första mätningen på Rullsand gav inte något resultat från flygfotograferingen då fotografierna visade sig vara suddiga och inte gick att analysera. Den manuella mätningen på Bondbacken tog extra lång tid då vi var fem personer som plockade skräp varav fyra skulle lära sig metoden samtidigt och är inte representativ för hur lång tid det tar att mäta skräp manuellt.

Vid bildanalysen av ortofotot från Rullsand (2019-04-12) började en person från Håll Sverige Rent arbetet men gav till upp då osäkerheten för vad som identifierades som skräp var för stor. Det tog också mycket lång tid, efter ca tre timmar var en femtedel av ortofotot analyserat. Då personal från SKARL, som har vana vid den här typen av analyser, tog det trots det nästan tre timmar för att analysera hela bilden (Figur 4).

Skräpinventering - Rullsand - 2019-04-12



Figur 4. Resultat vid bildanalys av ortofotot från Rullsand 2019-04-12.

I diskussioner senare insåg vi också att det krävs större dataskärmar och eventuellt också skärmar med bättre kvalitet än vad Håll Sverige Rent tillhandahåller för att bildanalysen ska kunna utföras på ett fullgott sätt.

I Tabell 2 jämförs metoderna med avseende på tidsåtgång för arbetet i fält och kategorisering av skräpet (manuellt eller via manuell bildanalys). Som tabellen visar så tog det ca 90 minuter att plocka skräpet men endast 30 minuter av efterarbete med att kategorisera skräpet enligt den manuella metoden. För flygfotograferingen med drönare tog det ca 45 minuter att förbereda och genomföra flygningen och nästan 3 timmar att analysera ortofotot efteråt.

Vid bildanalysen av ortofotot identifierades 26 % av antalet skräp jämfört med hur många som hittades när skräpet plockades upp manuellt. Vad det gäller fimpar och snus hittades ca 20 % vid bildanalysen jämfört med vad som hittades manuellt⁴.

Då resultatet tydligt visar på svårigheterna med manuell bildanalys utfördes effektstudien endast på data från en mätning av skräp, från stranden Rullsand.

⁴ Här ska dock poängteras att i den manuella metoden räknas fimparna inom ett 10 m område som multipliceras med 10 för att få enheten "antal skräp per 100 m". Vid bildanalys räknas fimpar i hela området.

Tabell 2. Jämförelse av tidsåtgång och noggrannheten för hur många skräp som hittades på stranden i Älvkarleby kommun med de olika metoderna, manuell plockning och flygning med drönare och analys av ortofoto.

KOMMUN	ÄLVKARLEBY			
Strand	Rullsand			
Datum	2019-04-12			
Area	3000 m ²			
		Tidsåtgång (min)	Totalt antal upphittade skräp inom 100 m-området	Varav antal cigaretter och snus
Manuell metod	Plocka upp skräpet	90	290	140
	Kategorisering av skräpet	30		
Drönarmetod	Flygtid inkl. förberedelser	45		
	Analys av ortofoto	175	75	26
Andel skräp identifierat på ortofoto av manuellt plockat skräp			26%	19%

Autoidentifiering av marint skräp

AI-baserad bildanalys

Både manuell räkning för hand och manuell bildanalys i GIS tar lång tid. Eftersom den manuella analysen i GIS inte gav någon fördel gentemot den räkning som gjorts för hand testade projektet även att analysera bildmaterialet med hjälp av AI-baserad bildigenkänning. Fördelen med AI-baserade analyser i bilder från drönare är att analysen av skräp skulle kunna ske helt automatiserat och betydligt snabbare än med nuvarande metoder. För all typ maskininlärning är tillgängligheten av stora data att träna programvaran på en utmaning.

det här fallet har det inte funnits några sådana dataset tillgängliga. En av dem innovativa metoderna som togs fram inom projektet är ett sätt att generera stora mängder bilder på skräp för att träna upp programvaran med. Efter att en sådan metod hade utvecklats var det sedan möjligt att testa automatiserad bildigenkänning av skräpet på stränderna. Resultaten visar att för de typerna av skräp som programvaran var väl intränad på var resultaten goda. I väl avgränsade sammanhang på mindre ytor kunde noggrannheten i bildigenkänningen vara lika precis som både



den manuella analysen i GIS och räkningen för hand. Exempelvis i ett kontrollerat experiment på ett strandområde 10x10m kunde programvaran räkna antalet cigarettfimpar lika väl som för hand och manuellt i GIS. Däremot för skräp som programvaran inte är väl intränad på är noggrannheten inte tillfredställande och analysen blir då bristfällig. Det har även visat sig lättare att identifiera större skräp än små. Även skräp med högre kontrast mot bakgrunden är betydligt lättare att identifiera.

Sammanfattningsvis visar den AI-baserade bildigenkänningen på en potential att utföra automatiserade skräpanalyser i drönarbaserat bildmaterial. Men det är helt beroende på hur mycket och bra data som programvaran har tränats på. För närvarande är inte programvaran tillräckligt väl tränad för att kunna ersätta dagens manuella skräpinventeringar. Men för varje ny skräpbild som genereras kan programvaran förbättras.

Diskussion och slutsatser

Projektet hade som utgångspunkt att det rimligtvis borde vara tidseffektivt att mäta skräp på stränder med drönare jämfört med att plocka upp skräpet manuellt. Drönare kan snabbt scanna av stora områden efter större skräp (>50 cm) vilket också den del av projektet som handlar om flygningar med förarlöst plan visade på⁵. Den typen av flygningar kan ha stor betydelse för kommuner som vill göra inventeringar av s.k. hotspots med mycket skräp i syfte att genomföra riktade städinsatser.

För miljöövervakningen av skräp på stränder har dock stora skräp (>50 cm) mindre betydelse. Dels därför att så stora skräp sällan ger skador på djurlivet om skräpet inte innehåller miljöfarliga kemikalier som kan läcka ut i naturen. Dels därför att antalet stora skräp oftast är betydligt färre än mindre skräp och dess bidrag blir därför litet till det totala antalet skräp.

Projektet fokuserade därför på mindre skräp mellan 2,5 och 50 cm (inklusive fimpar och snus) som i den manuella metoden inventeras i ett relativt litet område (maximalt 100x50 m). På svenska ostkusten är till exempel fimpar ett vanligt skräp. Resultaten från testflygningarna med en multirotor visade på att den behöver köras relativt lågt och långsamt för att flygbilderna skulle få tillräckligt hög kvalitet.

Vad det gäller tidsaspekten för arbetet så visade arbetet i fält tydligt att det går fortare att flyga över mätområdet med drönare än att plocka upp skräpet manuellt. Men inkluderas tiden för bildanalys tar det nästan dubbelt så lång tid att mäta skräp med drönare och flygfotografering jämfört med att göra en manuell mätning. Här ska också nämnas att om det endast görs en mätning med drönare måste området städas efteråt för att få ytan ren inför nästa mätning. Den tiden är inte medräknad i studien.

Den viktigaste aspekten vad det gäller jämförelser mellan metoder var dock den låga träffsäkerheten när det gäller manuell analys av ortofotot. Endast ungefär en fjärdedel av skräpet (26 %) kunde identifieras som skräp vid bildanalysen av det skräp som

⁵ TrashCam - UAV's for marine litter mapping. <https://www.hsr.se/fakta/vara-rapporter-och-resultat>



plockades upp med den manuella metoden. Ett resultat som inte kan bedömas som tillräckligt tillförlitligt.

Även om någon som arbetar med bildanalys kan träna upp sig på att både bli snabbare och duktigare på att identifiera skräp så är vår slutsats att autoidentifiering av skräpet är nödvändigt för att mätning av skräp på stränder med drönare ska kunna rekommenderas.

När det gäller antalet hittade skräp så är det också en klar fördel med den manuella metoden att det inte förekommer några falska positiva resultat. Den mänskliga faktorn gör att skräp ibland missas även om utföraren är noggrann. Det är dock lätt att avgöra om det är ett skräp när man har det framför ögonen. Här har vi dock utgått ifrån att alla 75 markerade föremål är skräp och inget annat i den bildanalys som gjordes av ortofotot från Rullsand eftersom vi inte kunde göra någon efterkontroll av detta.

Det ska också nämnas att den drönare som användes i projektet var känslig för vindar och kameran behövde maximalt med dagsljus för att ge bra foton. Flygningar kunde till exempel inte genomföras vid regn. Det begränsade när det var möjligt att arbeta i fält. Väderleken påverkar inte möjligheten till manuella mätningar på samma sätt.

SKARL nämner i den tekniska rapporten⁶ att en klar fördel med drönare och flygbilder är att bilderna kan sparas och analyseras vid ett senare tillfälle. Metoden skulle kunna användas redan idag för det ändamålet. Håll Sverige Rent tror dock inte att det är resursmässigt försvarbart i dagsläget att ta flygbilder för arkivering då data redan inhämtas på annat sätt. Vi har dock stora förhoppningar på teknikutvecklingen och hoppas kunna se ett autoidentifieringsprogram av skräp inom relativt snar framtid. Håll Sverige Rent kommer också överväga om vi på något sätt kan bidra till den utvecklingen.

⁶ TrashCam - UAV's for marine litter mapping. <https://www.hsr.se/fakta/vara-rapporter-och-resultat>.