

Design av en Ruggad Kamera-Styrenhet

Victor Åhlund

AVDELNINGEN FÖR PRODUKTUTVECKLING | INSTITUTIONEN FÖR
DESIGNVETENSKAPER | LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA | LUNDS UNIVERSITET
2022

EXAMENSARBETE

ruggad *adjektiv*

Från engelskans rugged.

1. En grov eller irregulär yta.
2. Starka drag markerade med fårör eller rynkor.
- 3a. Visar på stor styrka och uthållighet; inte ömtålig.
- 3b. Kraftig konstruktion: robust



Design av en Ruggad Kamera-Styrenhet

Utveckling av ett formspråk för produkter till militärt bruk,
samt tillämpning på en styrenhet till en kamera.

Victor Åhlund



LUNDS
UNIVERSITET

Design av en Ruggad Kamera-Styrenhet

Utveckling av ett formspråk för produkter till militärt bruk, samt tillämpning på en styrenhet till en kamera.

Copyright ©Victor Åhlund

Publicerad av

Institutionen för designvetenskaper
Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet
Box 118, 221 00 Lund

Ämne: teknisk design (MMKM10)

Avdelning: Avdelningen för produktutveckling

Huvudhandledare: Per Liljeqvist

Bitr. handledare: Ulf Hörndahl (Bertin Exensor)

Examinator: Per Kristav

Abstract

In this project a design language for military sensor products was developed. Where particular attention was directed towards developing a common visual identity which can be used on the company's different products. This design language was applied on a control-unit for a camera, which is to be used outdoors in tough conditions. A solution for a compact portable storage media was developed for the control-unit which at the same time is usable with thick gloves. Based on collected information it was decided to manufacture the control-unit out of milled aluminium. Development of the design language and control-unit made up two distinct parts of the project.

The method was divided into five parts: identify needs, collect information & analyse, concept generation, further development and development in detail. Where the process was performed separately and to some extent in parallel for the two parts of the project.

The needs were already identified and were further specified together with the company at the start of the project.

The development of the design language followed the presented steps. A market research was performed, which became the foundation for three generated concepts which were delimited and iteratively developed towards the presented design language.

During development of the control-unit information was collected and analysed to make a decision on material and manufacturing method. Information was also collected as a source of inspiration when generating concepts for the storage media solution. No development in detail was performed for the control-unit as it will be performed by the company when the electronics are integrated.

Keywords: Design Language; Military Design; Sensor; Bertin Exensor; Product development

Sammanfattning

I detta projekt utvecklades ett formspråk för militära sensorprodukter. Med särskild vikt på att företagets olika produkter skulle få ett gemensamt visuellt uttryck. Detta formspråk tillämpades sedan på styrenheten till en kamera, vilken används utomhus i tuffa förhållanden. Till styrenheten utvecklades en lösning för ett kompakt portabelt lagringsmedia som samtidigt går att använda med tjocka handskar. Baserat på insamlad information beslutades det att enheten skulle tillverkas i aluminium med hjälp av skärande bearbetning. Formspråket och styrenheten utgjorde två distinkta delar av projektet.

Arbetsmetodiken delades in i fem delar: identifiera behov, informationsinsamling & analys, konceptgenerering, vidareutveckling och utveckling i detalj. Där processen genomfördes separat och till viss del parallellt för de två delarna av projektet.

Behoven var redan identifierade och specificerades under projektets uppstart i samråd med företaget.

Utvecklingen av formspråket följde de övriga stegen. En marknadsundersökning genomfördes, vilket var grund till tre konceptförslag som sedan avgränsades och iterativt utvecklades till det presenterade formspråket.

Vid utveckling av styrenheten inhämtades och analyserades information för att besluta om material och tillverkningsmetod. Informationsinsamling utgjorde även en inspirationskälla vid konceptgenerering till lösningen för lagringsmediat. För styrenheten genomfördes ingen utveckling i detalj, vilket görs av företaget i samband med integrering av elektronik.

Nyckelord: Formspråk; Militär design; Sensor; Bertin Exensor; Produktutveckling

Innehåll

Akronym- och förkortningslista	8
1 Introduktion	9
1.1 Projektbeskrivning	9
1.2 Mål	9
1.2.1 Formspråk	9
1.2.2 Styrenhet	9
1.3 Friheter och Begränsningar	10
2 Metodik	12
2.1 Designprocess enligt Design i Fokus	12
2.2 Anpassning av metodiken	13
3 Bakgrund	14
3.1 Bertin Exensor	14
3.2 ID Kameran	15
3.3 Materielanskaffning	16
4 Formspråk	17
4.1 Förstudie	17
4.1.1 Exensors Formspråk	17
4.1.2 Exensors Grafiska Profil	21
4.1.3 Marknadsundersökning	23
4.1.3.1 Produktdesign	23
4.1.3.2 Systemdesign	26
4.1.3.3 Integrering med grafisk profil	28
4.1.3.4 Slutsatser	32
4.2 Konceptförslag	32
4.2.1 Kylflänsar	32
4.2.2 Stealth	33
4.2.3 Flexnet	34
4.2.4 Diskussion	35
4.3 Vidareutveckling	35
4.3.1 Skisser och Modeller	35

4.3.2	Diskussion med Företaget	40
4.3.3	Fortsatt Utveckling	42
4.3.4	Användartest	46
4.3.4.1	Resultat	47
4.3.4.2	Felkällor	47
4.4	Formspråket i Detalj	48
5	Styrenhet	55
5.1	Specifikation av Styrenheten	55
5.2	Tillämpning av Formspråk	55
5.3	Materialval	56
5.3.1	Krav på material och tillverkningsmetod	56
5.3.2	Polyamid - SLS	56
5.3.2.1	Tillsatser till Polyamid	57
5.3.3	Aluminium - Skärande Bearbetning	58
5.3.4	Hållbarhet	58
5.3.5	Analys	59
5.4	Portabelt Lagringsmedia	60
5.5	Mekanisk Konstruktion	67
5.6	Prototyp	69
5.6.1	Reflektion	71
5.7	Resultat	72
5.8	Fortsatt utveckling	73
6	Diskussion	74
	Bilaga A Tidsplan	79
	Bilaga B Användartest	80

Akronym- och förkortningslista

DFM	Design for Manufacturing
EMI	Electromagnetic Interference
Exensor	Bertin Exensor
FDM	Fused Deposition Modeling
PIR	Passiv Infraröd
SLS	Selective Laser Sintering
TPE	Termoplastisk Elastomer

1 Introduktion

1.1 Projektbeskrivning

Huvudsyftet med detta examensarbete är att designa och konstruera styrenheten till Bertin Exensors (Exensors) ID Kamera. Som del av designen ska även Exensors formspråk utvecklas sådant att det kan användas i framtida produkter. Vad styrenheten gör är fördefinierat i form av ungefärlig storlek, elektriska anslutningar, funktion och handhavande.

Exensor är verksamma inom försvarsindustrin och utvecklar trådlösa mark-sensorsystem som detekterar och klassificerar mänsklig aktivitet. ID Kameran är en del av detta system och används för att ta högupplösta bilder. ID kamerans delar samt funktion beskrivs i avsnitt 3.2.

1.2 Mål

Målet med projektet är att skapa/utveckla/använda Exensors formspråk och tillämpa det på styrenheten till ID Kameran. Projektet har därför två delar, som är beroende av varandra.

1.2.1 Formspråk

- Följ/utveckla/skapa ett formspråk baserat på företagets verksamhetsområde och tidigare produkters utseende. Frihet ges att antingen utgå från redan existerande formspråk, eller utveckla något nytt från grunden.
- Exensors formspråk är idag spretigt, vilket innebär att ett formspråk ska utvecklas som kan användas framöver, i nya produkter.

1.2.2 Styrenhet

- Tillämpa formspråket på styrenheten.
- Arbeta med de personer inom företaget som berörs av designen, bland annat de som utformar elektroniken och marknadsavdelningen. Detta

för att paketering av elektroniken ska vara möjlig och att produkten uppfyller de krav som ställs av kund.

- Detaljutveckling sker utanför detta projekt. Integration av elektronik samt slutlig anpassning för produktion utförs av Exensor.
- Skapa en lösning för löstagningsbart lagringsmedia som är vattentätt, ruggat och relativt litet.
- Ha avståndet mellan externa kontaktdon i åtanke, ur ett användbarhetsperspektiv. Produkten ska gå att använda i ett brett temperaturspann. Så hänsyn måste tas till att användaren bär handskar och är i en utomhusmiljö.
- Produkten ska klara tuffa förhållanden. Den måste vara vattentät, tåla slag, extrem kyla och värme. Standarder som ska följas är: MIL-STD-810 (bruksmiljö), MIL-STD-461 (EMC) samt en IP67 klassning. Tester utförs av Exensor utanför detta projekt.
- Produkten kommer tillverkas i väldigt låga volymer (serier i total) men ska ändå vara producerbar till ett rimligt pris.
- Ha i åtanke att delar av designen kan återanvändas i framtida produkter.

1.3 Friheter och Begränsningar

Gällande formspråket finns relativt stor frihet i och med specifikationen att skapa/utveckla/använda. Inget uttalat genomgående formspråk används sedan tidigare i företagets produkter vilket ytterligare ökar friheten. Men det nya formspråket ska ändå hålla sig i närheten av tidigare produkters utseende och tydligt visa att de är för militärt bruk.

Eftersom styrenheten till ID Kameran var fördefinierad i ungefärlig storlek, elektriska anslutningar, funktion och handhavande så är det endast utformningen som ska tas fram, tillsammans med en plan för hur den kan tillverkas samt monteras. Elektroniken kommer att konstrueras i ett senare steg efter

detta examensarbete. Därför behöver flexibilitet lämnas till den integrering, vilket innebär att ingen detaljutveckling bör genomföras i detta arbetet.

2 Metodik

2.1 Designprocess enligt Design i Fokus

Kenneth Österlin beskriver i sin bok Design i Fokus processen i ett designprojekt som ganska självklar. Ett enkelt exempel presenteras för vilka steg som brukar ingå: [1, s. 46]

1. Identifiera behov. Definiera problemet eller behovet och vad som ska uppnås med en lösning.
2. Informationsinsamling och analys. Marknadsundersökning och analys av olika tillvägagångssätt.
3. Konceptgenerering. Skissa och testa olika idéer.
4. Vidareutveckling. Utveckling och bearbetning av koncepten.
5. Utveckling i detalj. Förverkliga produkten och följ upp hur den funkar.

Österlin presenterar även olika metoder för att angripa problemlösningen och göra den mer angripbar. Som en vidareutveckling av de fem presenterade stegen så beskrivs problemlösningssprocessen i tre steg: analys, syntes och utvärdering. [1, s. 47]

Analysen avser att formulera problemet i form av en nuläges- och målbeskrivning där projektets begränsningar och friheter definieras. Under *Syntesen* är målet att omformulera det svåra problemet till ett enkelt. Här delas problemet med fördel in i delproblem. Där olika kreativa alternativ utformas. *Utvärderingens* syfte är att reflektera över alternativen och minska dess antal. Beslut fattas om alternativen och deras långsiktighet. Denna process är ofta iterativ. [1, s. 47]

Österlin presenterar ytterligare metoder för att i ännu större detalj bryta ner ett problem. En av dessa metoder är funktionsanalys. I en funktionsanalys bryter man ned ett föremåls funktioner till dess grundläggande funktion. En penna kan till exempel ha som huvudfunktionen att "avsätta märke". Denna huvudfunktion är i sin tur uppbyggd av delfunktioner. En produkt kan även

innehålla stödfunktioner som inte krävs för att uppfylla huvudfunktionen. [1, s. 50-53] [2]

2.2 Anpassning av metodiken

Detta projektet avser att följa metoden beskriven i avsnitt 2.1 med vissa anpassningar.

I det här projektet så var behoven redan identifierade i form av vad som ska uppnås med examensarbetet. Under uppstarten av projektet behövde dessa behov specificeras. Dessa behov var tvådelade, en del för formspråket och en för styrenheten.

Eftersom resultatet från formspråket ska kunna tillämpas på andra produkter än kamera-styrenheten så ansågs det lämpligt att behandla detta som en separat del i projektet. Så att resultaten från de två delarna tydligt kan särskiljas, samtidigt som deras beroende av varandra kan framgå. Projektet är därför indelat i en del för formspråket och en för styrenheten.

I de två delarna så genomförs separata utvecklingsprocesser inriktade på de specifika behoven. Där separat informationsinsamling och analys krävs. Samtidigt så är delarna beroende av varandra och sammanstrålar under konceptgenerering och vidareutveckling. Gällande styrenheten så kommer utveckling i detalj endast ske i begränsad utsträckning eftersom konstruktion och integrationen av elektronik sker utanför detta projektet.

Arbetet planerades enligt bilaga A där flera moment överlappar för att tillåta iterativt samt parallellt arbete. Till exempel för att samla mer information under konceptgenerering eller för att kunna växla arbetet med formspråket och styrenheten.

3 Bakgrund

3.1 Bertin Exensor

Bertin Exensor (tidigare Exensor Technology) med huvudkontor i Lund utvecklar, tillverkar och säljer marksensorsystem (engelska: Unattended Ground Sensor) under varumärket Flexnet. Produkterna används för att genomföra underrättelseinhämtning eller skydda känslig infrastruktur. Produktportföljen innehåller sensorer som detekterar och klassificerar olika typer av mänsklig aktivitet. Denna informationen skickas sedan via ett själv-läkande mesh-nätverk till en basstation där användaren kan fatta beslut. Exensor levererar kompletta system till skillnad från enstaka produkter, där den egna hårdvaran omfattar sensorer, kameror, basstationer och tillbehör. Tillsammans med denna hårdvara levereras även datorenheter med mjukvara för att styra systemet. [3]



Figur 3.1: Exensors kärnprodukter. Från vänster: Bärbar dator (RS13, extern leverantör), Seismisk-akustisk sensor (UMRAmini Mk3), Basstation/-Relä (Gateway), Handdator (PDA, extern leverantör), Passiv Infraröd sensor (PIR), Kamera (Scout MKk3).

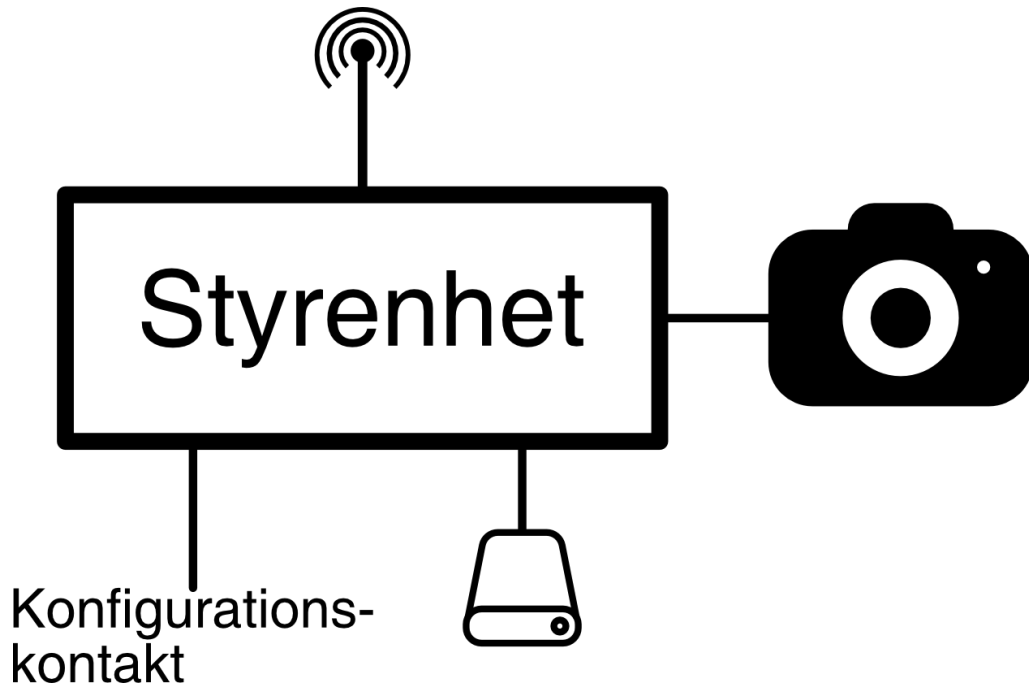


Figur 3.2: Exensors produkter i drift. Till höger visas en äldre generation av ID Kameran (Batteri och kamera anslutet till den svarta styrenheten).

3.2 ID Kameran

ID Kameran (även kallad Long-range kamera) är en övervakningslösning baserad på en kommersiellt tillgänglig systemkamera, som monterats i en robust och vädertät inkapsling. Kameran aktiveras av andra sensorer genom Flexnet-nätverket och spelar in högupplösta videor när den tar emot ett larm. Videorna lagras säkert, lokalt på enheten, medan en representativ bild skickas över radionätverket till basstationen.[4]

Styrenheten är det som ansluter systemkameran till Flexnet nätverket samt hanterar lagring av bilder och videor. Till styrenheten ansluts kamera, batteribank och antenn med hjälp av kontaktdon. Bilder och videor lagras på det portabla lagringsmediat. En startknapp med driftsindikator och ett kontaktdon för anslutning av en konfigurationskabel används för drifttagning av systemet. Konfiguration görs med hjälp av en ansluten dator. En översikt för styrenhetens anslutningar visas i Figur 3.3. [5]



Figur 3.3: Diagram över Styrenhetens funktion. En extern kamera ansluts till enheten. Bilder lagras på det löstagningsbara lagringsmediat och kan överföras via radio nätverket.

3.3 Materielanskaffning

Produkter för militärt bruk upphandlas genom offentlig upphandling. I dessa processer sätts krav på funktion från upphandlande myndighet, detta för att uppnå en viss förmåga. Produkter utvecklas även ofta tillsammans med upphandlande myndighet för att uppnå dessa tekniska krav så att önskad förmåga levereras. Detta innebär en ofta väldigt funktionsinriktad utvecklingsprocess, vilket riskerar att medföra ett begränsat fokus på användarbehov och design. Detta även om produkterna är användardrivna i sin natur med behov på god ergonomi, användbarhet etc. Denna typ av egenskaper är vanligen av sådan karaktär som är svåra att specificera i en upphandling.[6–8] [9, Kapitel 11].

4 Formspråk

Målet med formspråket är att definiera ett visuellt uttryck som på sikt kan användas på samtliga Exensor produkter. Avsikten är att bestämma ett visst antal visuella drag som går att få med på olika formfaktorer och ger ett distinkt visuellt uttryck. Det ska definieras tillräckligt tydligt så att det kan användas på olika produkter, men ändå tillräckligt flexibelt för att passa på olika typer av produkter med olika formfaktor. Det får inte vara för hårt definierat utan måste ge utrymme för att varje produkt ska gå att särskilja.

4.1 Förstudie

För att få en bakgrund till Exensors formspråk så genomförs en förstudie. I denna så undersöks Exensors nuvarande formspråk och även andra företag inom försvarsindustrin för att få en bild av hur marknaden ser ut.

4.1.1 Exensors Formspråk

Exensors kärnprodukter från figur 3.1 visas här i detalj. Det är produkter som monteras och används på olika sätt vilket medför olika krav på dess form.

Den seismisk akustiska sensorn (UMRAmini) grävs ner i den riktningen som visas i figur 4.1 med spiken ner i marken. Urfasningarna för skruvarna tillsammans med släppvinkeln indikerar att det riktningen den monteras i. Samtidigt indikerar fasen på det översta segmentet att den har en framåtriktning, vilket inte stämmer.



Figur 4.1: UMRMini Mk3. Grävs ner i marken.

Passiv Infraröd (PIR) enheten i figur 4.2 monteras vanligtvis på träd eller stativ. Det nästintill cylindriska fästet för sensor-röret hjälper till att indikera en framåtriktning. Den rektangulära ramen på sidan av enheten är kvar sedan tidigare generationer då en radar reflektorer användes för att hitta sensorn när den ska hämtas in igen.



Figur 4.2: PIR sensor. Produkterna säljs i olika färger beroende på kund. Enheten har utbytbara sensor-rör för olika räckvidd.

Kameraenheten (Scout Mk3) fungerar enligt liknande princip som PIR enheten, med skillnaden att den ansluter ett kamerahuvud. Den har dock ett väldigt annorlunda utseende. Kameraenheten är den enhet vars utseende uppskattas mest på företaget. Ett oktagonalt tvärsnitt med en yt-textur som i tidigare generationer fyllde funktion som kylflänsar. Tillverkad i aluminium.



Figur 4.3: Scout Mk3. Enheten har ett utbytbart huvud för olika typer av kameror.

Gateway och Video Gateway enheterna är lika i konstruktion. En aluminiumlåda i samma storlek fast med olika kontaktdon. Den största skillnaden är vilken sida som är upp, se figur 4.4.



Figur 4.4: Vänster: Basenhet(Gateway). Har anslutning för antenner till två olika radiotyper. Höger: Video Gateway. Enhet som hanterar videostömmar. På bilden är det svarta modemmet anslutet.

Exensors produkter använder generellt ganska enkla geometriska former som grund. De största genomgående dragen i Exensors produkter är antennkontakten, konfigurationskontakten och startknappen med dess lysdioder. Detta återfinns på alla produkter, ofta orienterat på ett liknande sätt. Startknappens och lysdiodernas beteende är också densamma.

4.1.2 Exensors Grafiska Profil

Som del av designen så undersöks hur Exensor profilerar sig grafisk i sitt marknadsföringsmaterial. I figur 4.5 visas ett reklamblad för en kameraenhet. I materialet används mycket skarpa former och ett splintermönster som bakgrund i vissa element. Exensor logotypen följer detta mönster med raka linjer och skarpa hörn.

SCOUT MK 3
INTELLIGENT REMOTE IMAGER



WIRELESS INTELLIGENT MOTION CAMERA

SCOUT MK 3
PART OF THE FLEXNET PLATFORM

The Scout Mk3 is an intelligent camera with motion detection capability that can provide pictures or videos using a variety of camera heads or lenses. Highly configurable, easy to use and rapidly deployable, the Scout Mk3 offers high quality imagery in a lightweight, compact form.

The built-in image processing detects movement and activates the camera to take images or video, compresses them and either transmits them back to the base using encrypted (AES-256) communications, or stores the pictures in the device for later retrieval. The Scout Mk3 has a storage capacity of several thousand images.

The advanced motion detection algorithms detect any movement in the user defined areas of interest. The cameras can take single or multiple images before, during and after an event has occurred within these areas. The Scout Mk3 camera applies sophisticated compression technology to allow fast transmission of data over the low bandwidth network.

The Scout Mk3 can be equipped with 2 different types of camera heads, single TI camera or a dual head combining the TI camera with a low light B&W camera. The camera heads can be mounted directly on the camera body or be remotely deployed via a cable. The camera heads can be supplied with various TI lenses to suit operational requirements.

The Scout Mk3 is activated by either sensors wirelessly over the radio network or by a PIR sensor attached via a cable. After activation, the motion control sequence starts for a pre-set time which can be configured by the operator.

The Scout Mk3 camera operates as an individual node in the mesh network, relaying data from all the other sensors (Mini Mk 3 / Scout Camera / Mesh PIR) back to the Command and Control system.

Technical specifications	
Size	<ul style="list-style-type: none"> 62mm x 62mm x 210mm (19mm single head option) 62mm x 69mm x 220mm (35mm Dual head option)
Weight	<ul style="list-style-type: none"> 1.3kg (19mm single head option) 1.5kg dual head
Battery	30 days with integrated rechargeable battery (1 year battery as option)
Temperature	-32 to +71 degrees Celsius in operation
Environmental	MIL-STD-810
EMC	MIL-STD-461
Tamper alarm	Built in anti-tamper with GPS
Position	GPS for self-location

Performance			
Camera type	Thermal	Black and white	
Resolution	640 x 512	752 x 582	
Camera FoV	18° x 14°	25° x 20°	30° x 20°
Sensitivity	50 mK	0.000lx	

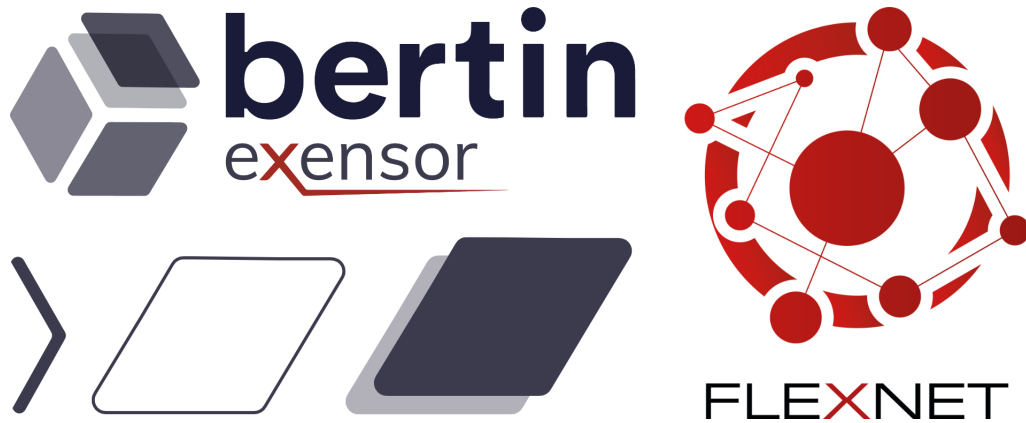
Thermal Lens Options			
	Detect (m)	Recognise (m)	Identify (m)
19mm	570	144	72
25mm	820	210	104
35mm	1140	250	142
60mm	1750	450	225

Capabilities	
—	Real time snapshot images and videos over the secure network
—	Highly configurable
—	Day and night capability
—	Silent mode
—	Rapid deployment and recovery
—	Multiple camera head and lens options

E ENSOR © 2022 Exensor Technology · info@exensor.com · www.exensor.com **bertin**

Figur 4.5: Broschyr för en kamerenhet från Exensor. Med den gamla loggan.

Vid starten av detta projekt utförde Exensor en omprofilering där en ny logga samt grafisk profil togs fram. I samband med detta så kommer mer rundade former användas i grafiskt material. Exempel på detta visas i figur 4.6.



Figur 4.6: Ny Exensor logotyp samt Flexnet logotyp med ett exempel på grafiska element som kommer att användas.

4.1.3 Marknadsundersökning

Som del av förstudien så genomförs en marknadsundersökning för att få en insikt i hur designen av produkter för militärt bruk ser ut. Detta för att få en förståelse för vad det är som gör att en produkt ser ”militär” ut. Undersökningen baseras på fysiska produkter, digitalt och tryckt material från företag verksamma inom försvarsindustrin. Huvudsakligen undersöks elektronikprodukter i samma storleksordning som Exensors produkter. För att få en så bred förståelse som möjligt så delas undersökningen in i tre delar, med olika fokus.

4.1.3.1 Produktdesign Denna del av marknadsundersökningen avser att ge en förståelse för vilka visuella drag som används för militära produkter, samt vilka trender som finns.

I figur 4.7 och 4.8 presenteras produkter från konkurrenter till Exensor. Primrose sensorerna i figur 4.7 baseras på väldigt enkel geometri. De har dekorerats med spår längs med ytan vilket efterliknar vanligt förekommande kylflänsar. Sensorerna i figur 4.8 använder också enkla former. Men ger ett mer komplext uttryck genom att kombinera fler former. Framförallt den större enheten ger indikationer på att en teknisk lösning har funnits som

med minimal ansträngning ska ges en inkapsling som är enkel att konstruera och tillverka.



Figur 4.7: Primrose marksenso-
rer från Elbit Systems.



Figur 4.8: Marksenso-
rer från
Textron Defence Systems.

I figur 4.9 och 4.10 syns liknande spår som i figur 4.8 på att en teknisk lösning skulle få en inkapsling med minimal ansträngning. Många räta vinklar med moduler som byggs på varandra.



Figur 4.9: EO/IR system från
John Cockerill.



Figur 4.10: Handdator med pek-
skärm samt tillbehör från Leonar-
do DRS.

Produkten i figur 4.11 liknar på många sätt styrenheten till ID Kameran. Liknande storlek, med kontaktdon och indikationslampor. Den använder skarpa detaljer och färgkontraster vilket förmedlar viss aggressivitet. Aggressiviteten återfinns i figur 4.12 och den typen av uttryck är vanligt förekommande i olika typer av militärfordon. Med många skarpa linjer som löper längs med hela fordonet. Till skillnad från civila fordon där skarpa linjer ofta diffunderar ut mjukt i ytan.



Figur 4.11: Navigations-system från Honeywell.

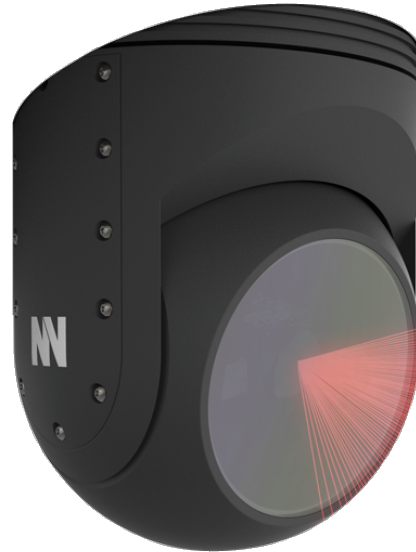


Figur 4.12: Obemannat stridsfordon, Ripsaw M5, från Textron Systems.

I figur 4.13 och 4.14 visas två liknande produkter från samma tillverkare. De använder runda former, med tillsatta skarpa detaljer liknande den i figur 4.11. Produkten från Saab i figur 4.15 har ett liknande uttryck men med skarpare kylflänsar. Formspråket från den produkten återfinns inte i andra produkter från Saab.



Figur 4.13: Kameran system från Nexvision.



Figur 4.14: Strålkastarsystem från Nexvision.



Figur 4.15: Sirius Compact från Saab.

4.1.3.2 Systemdesign Denna del syftar till att undersöka hur sammanhängande designen av produktsystem för militärt bruk är.

Produkterna i figur 4.7 har ett genomgående formspråk med gemensamma egenskaper. Det kan jämföras med produkterna i figur 4.8 som har väldigt få gemensamma drag. Avsaknaden på ett gemensamt formspråk är vanligt förekommande när man tittar på den här typen av produkter. Exempelvis så används formspråket i figur 4.7 enbart i de enheterna och återfinns inte i det företagens övriga produkter.

Detta illustreras i figur 4.16 där flera produkter från företaget i figur 4.9 syns. Där finns det väldigt få gemensamma visuella egenskaper.

Däremot så har produkterna från Nexvision i figur 4.13 och 4.14 gemensamma drag så att det visuellt går att antyda att dem kommer från samma företag. Detta bryts däremot med produkten i figur 4.17 från samma företag, den har ett mycket skarpare visuellt uttryck, som har betydligt svagare gemenskap med de övriga produkterna.



Figur 4.16: Flera produkter från John Cockerill.



Figur 4.17: Kameran system från Nexvision.

4.1.3.3 Integrering med grafisk profil Försvarsföretag har ofta ett välutvecklat marknadsföringsmaterial för att ha en professionell image mot kunder. [5]. Avsikten med denna del är därför att undersöka hur det marknadsföringsmaterialet ser ut och hur det är integreras med produkternas designen.

Invisios broschyr i figur 4.18 använder simpel geometri mestadels bestående av rektanglar. Samtidigt har produkten brutna hörn, avrundningar och en tydlig yt-textur. Invisios övriga produkter följer samma formspråk mycket väl. Invisios produkter är ganska enkla till formen och smälter därmed in ganska väl med den grafisk designen.

INVISIO V20
 Single Com Control Unit

INVISIO V20

The INVISIO V20 control unit is designed for soldiers with a single radio with one or two talk-groups. It is the smallest and lightest control unit available and powers from the connected radio. The INVISIO V20 is very intuitive and simple to use. The control unit is fully compatible with other INVISIO systems and offers state of the art situational awareness and integration to other communication devices.

Simple and lightweight
control unit for soldiers with a single or dual net radio.

Available Colors: ● ●

1 Com Port	Powers From Comms
2 PTT Buttons	Multiple Headsets
99 Grams	Com Auto-Sensing
64 x 40 x 25 mm	20 Meters Submersible

INVISIO Tactical Communication and Hearing Protection Systems 11

Figur 4.18: Utdrag ur reklamblad från Invisio.

Seraphim Optronics produkter använder ganska enkla former i produkternas design. I deras broschyr i figur 4.19 används vissa grafiska element som överensstämmer med produkternas design. Samtidigt har de grafiska elementen många små detaljer, vilket inte återfinns på produkterna. Matchande ikoner används även för att symbolisera olika produkttyper i katalogen.

SERAPHIM OPTRONICS
Intelligence & Security Solutions

YOUR GUARDIAN ANGEL

ARIEL IS A LIGHTWEIGHT, MODULAR, REMOTELY-CONTROLLED TARGET OBSERVATION AND ACQUISITION SYSTEM DESIGNED FOR COMBAT MULTI-TASKING. IT PROVIDES SUPERIOR PORTABLE DAY AND NIGHT OBSERVATION, BY ALLOWING QUICK DEPLOYMENT UNDER VARIABLE FIELD CONDITIONS.

ARIEL utilizes either built-in Video Motion Detection (VMD) or seismic sensors to detect movements (humans or vehicles), swivel the system and stave its camera to a detected target. The sensors' sensitivity can be easily adjusted by the user before or during the mission.

The system's core building block is ROSS – Seraphim's back-bone Remote Observation Surveillance System.

ROSS (ARIEL) main technical features and advantages include:

- Dual (day/ thermal) observation capability including VMD
- Camouflage-friendly design
- Minimum energy consumption
- Multiple communication support (WiFi, Cellular, Satellite)
- Easily integrated with C4I Systems
- Full synergy with a variety of sensors
- TRIL

ARIEL can be covertly located, while aiming and stealthily investigating an area or object of interest without being noticed. It communicates the real time situation picture by video via WiFi, cellular or satellite communication for a quick tactical response.

- Reconfigurable for both long and short operations, security and defence missions, and tactical maneuvering
- Extended surveillance using "sleep mode" or external batteries
- Operation via C4I center or Operational Control Unit (OCU)

ABOUT SERAPHIM

Seraphim Optronics is a long-standing provider of solutions for persistent surveillance. Based on leading imaging, DSP and AI capabilities on over 20 years of close contact with users. As our name implies, Seraphim Optronics specializes in covert intelligence, defence and security solutions.

Tel: +972 4 989 4444
marketing@seraphim-opt.com
www.seraphim-opt.com

Figur 4.19: Utdrag ur reklamblad från Seraphim Optronics.

I figur 4.20 visas ett utdrag ur Nexvisions produkt katalog. Den använder enkla grafiska element i form av rektanglar, samtidigt används vissa runda element. Element vilket även återfinns på produkterna.



PAYLOAD SPECIFICATIONS	
<p>SENSOR #1 : COLOR VISIBLE</p> <ul style="list-style-type: none"> • 7 Mpixel SONY-IMX420 • Resolution : 3208 x 2200 • Pixel : 4.5µm • Continuous optical zoom • Fields of view : 2° to 40° • Magnification : x20 	<p>SENSOR #2a : NIGHT VISION</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4 Mpixel EBCCMOS PHOTONIS • Visible & near Infrared • Continuous optical zoom • Fields of view : 2° to 40° • Magnification : x20 • Sensitivity : 100µlux
<p>SENSOR #2b : SWIR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolution : 640 x 512 • Fields of view : 2° to 40° • Magnification : x20 	<p>SENSOR #3a : THERMAL MWIR 3-5µm</p> <ul style="list-style-type: none"> • MCT • Resolution : 1280 x 1024 • Cooling by Stirling engine • Continuous optical zoom • Fields of view : 4° to 40° • Magnification : x10
<p>SENSOR #3b : THERMAL LWIR 8-13µm</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolution : 640 x 480 • Pixel : 12µm • Fixed focal lens : 4° 	<p><i>*Combination of : 1 + (2a or 2b) + (3a or 3b)</i></p>
GSG-9	GSG-11
<ul style="list-style-type: none"> • 11.7 kg / 25.8 lbs • 228mm (D) x 310 mm (H) • 9"(D) x 12.2"(H) 	<ul style="list-style-type: none"> • 18.2 kg / 40.1 lbs • 278mm (D) x 310 mm (H) • 11"(D) x 12.2"(H)

Figur 4.20: Utdrag ur reklamblad från Nexvision. [10]

4.1.3.4 Slutsatser Generellt så kan slutsatsen dras att utformningen av militära produkter är väldigt driven av funktion, men även tillverkning. Det förekommer ändå flera produkter där det framgår att både tanke och arbete har lagts på produkternas estetiska uttryck.

Vissa trender kan identifieras i denna undersökning. Kylflänsar är relativt vanligt förekommande, det används för förbättrad kylning, viktbesparingar eller av visuella skäl. Andra gemensamma visuella egenskaper är brutna hörn och skarpa linjer. Flertalet produkter kombinerar en grundgeometri i runda former som kontrasteras med skarpa detaljer. Dessa skarpa detaljer eller linjer används ofta för att framhäva ett aggressivare uttryck.

Enligt vad som diskuterades i avsnitt 3.3 så är utvecklingen av denna typ av produkter driven av hårda krav på funktion och teknik. Därmed riskerar design i ett estetiskt perspektiv att nedprioriteras. Vilket syns i vissa av produkterna som presenterats i undersökningen i form av grov geometri och dåligt sammanhängande formspråk.

Överlag är det företags- eller plattformsgemensamma formspråket inte särskilt välutvecklat. Där det ibland finns enstaka produkter med ett gemensamt uttryck, men som inte delas av andra produkter. Integrering med grafisk profil är i de undersökta fallen i form av att dela enkel geometri mellan produkt och grafiska element.

4.2 Konceptförslag

Baserat på diskussioner med företaget, egna idéer och förstudien så utvecklades några konceptförslag. Dessa presenterades i form av moodboards för att diskutera möjliga designalternativ.

4.2.1 Kylflänsar

Detta förslag i figur 4.21 baseras på att använda kylflänsar som idag finns på en av Exensors kameraenheter. Internt är det också den visuellt mest omtyckta produkten. Tillsammans med den så presenteras bilder på olika produkter som använder kylflänsar, både av funktionella och visuella skäl.

Vid vidareutveckling av detta förslag så bör en tydligare standard för hur kylflänsarna ska se ut tas fram. Exempelvis definierade dimensioner, orientering eller mönster. Exempelvis så som i figur 4.7.



Figur 4.21: Konceptförslag Kylflänsar.

4.2.2 Stealth

Detta förslag i figur 4.22 baseras på en kombination av Exensors tidigare grafiska profil och det kantigare uttryck som förekommer inom så kallad stealth design. Det förekommer både inom design av militära produkter och försvarsrelaterad design som arkitektur. De skarpa linjerna bidrar till att kommunicera en aggressivitet.



Figur 4.22: Konceptförslag Stealth.

4.2.3 Flexnet

För detta förslag så används Flexnet loggan och Exensors nya grafiska profil som grund. Där används runda former med kontraster av skarpa detaljer. Förslaget är mer abstrakt i uttrycket. De runda formerna och färre skarpa detaljer ger ett mer civilt uttryck än Stealthförslaget. Se figur 4.23.



Figur 4.23: Konceptförslag Flexnet.

4.2.4 Diskussion

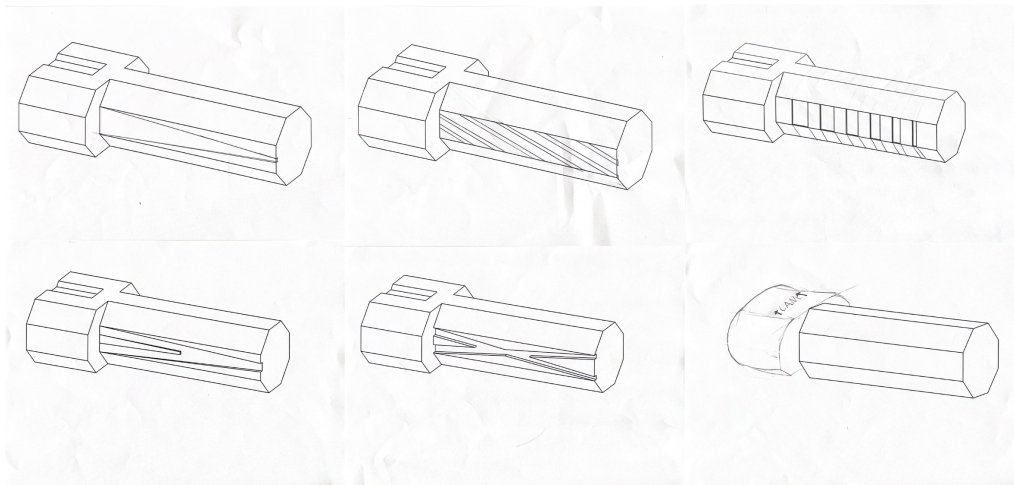
Förslagen diskuterades med företaget för att skapa en plan för fortsatt arbete. Inga direkta beslut fattades, men åsikter framgick. Det var värt att testa olika alternativ med kylflänsar för att ge en bättre känsla för hur det kan bli mer unikt. Flexnetförslaget ansågs att föredra framför Stealth av olika anledningar. En av dem var att det ger en enklare och mer flexibel utformning. En annan av rent praktiska skäl att rundade produkter inte blir lika kantstötta. Flexnetförslaget är också mer i linje med nuvarande grafisk profilering.

4.3 Vidareutveckling

4.3.1 Skisser och Modeller

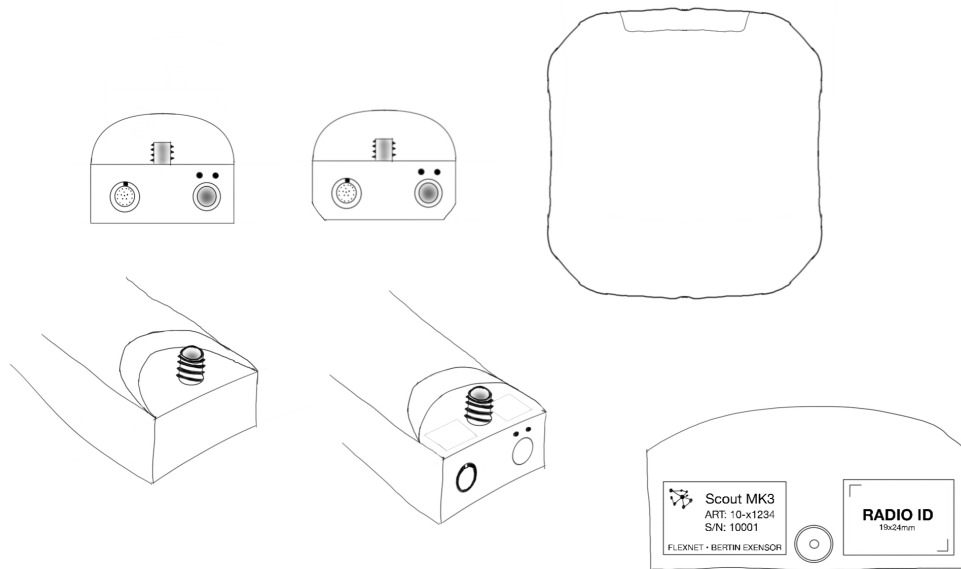
Till att börja med skissades olika typer av kylflänsar på den nuvarande kameranheten, för att utforska hur ett sådant alternativ kan se ut. Olika typer av mönster testades enligt figur 4.24. Bland annat ett i form av ett X, för att ankyta till X:et från Exensor och Flexnet. Inga av alternativen gav ett tydligt formspråk som passar på olika produkter. Därför fattades

beslutet att börja med grundformen innan dekorativa element utformas. Därav ett mer avrundat kamerahuvud i sista skissen i figur 4.24.

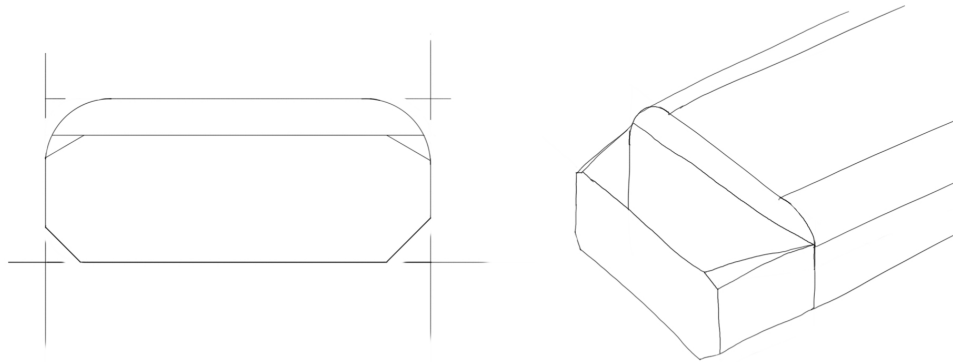


Figur 4.24: Skisser på modifikation av nuvarande produkt.

En produkt i liknande formfaktor som kameraenheten fick vara grund till nya skisser på en ny utformning. Olika kombinationer av rundade och brutna hörn testades i figur 4.25 och 4.26. En ide var att sänka ner antennkontakten, vilken idag sticker ut. Kring den görs en konisk utskärning för att ge plats för att skruva på antennen. Detta med tanken att det är ett karaktäristiskt drag som kan integreras i samtliga produkter samtidigt som det har en praktisk funktion och skyddar kontaktdonet. Provar även olika idéer på brutna och rundade hörn.

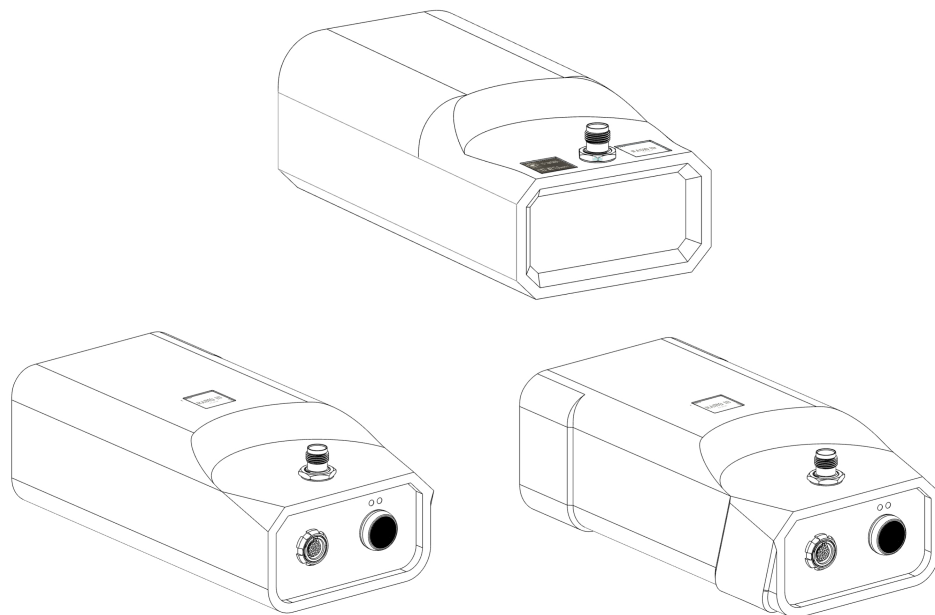


Figur 4.25: Skisser på idéer till ny utformning. Även på idéer till märkning av artikel/serienummer. Men även en plats för användaren att märka vilket radio ID enheten är tilldelad, vilket idag inte har någon tilldelad plats.



Figur 4.26: Skisser på utformning. Tanken med de brutna hörnen är att de symboliserar X:et från Exensor och Flexnet.

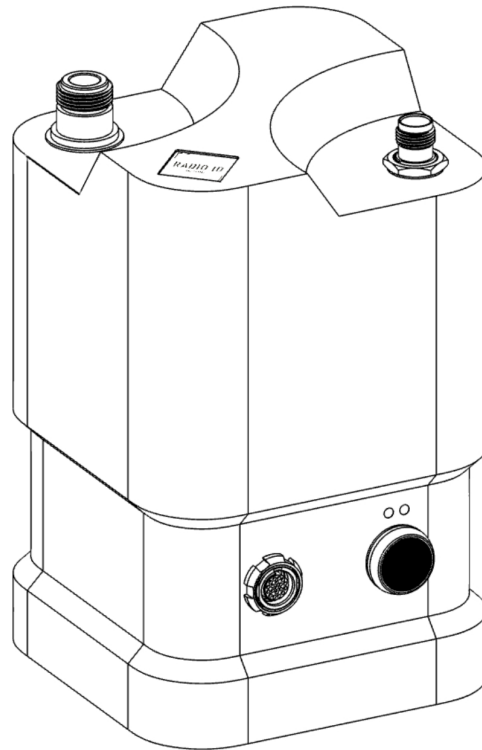
För att vidareutveckla och konkretisera dessa idéer så byggdes de i CAD för att få en ny grundform att arbeta med. Där positionerades även startknapp och konfigurationskontakt ut. Dessa används i alla produkter och har en relativt standardiserad positionering i förhållande till varandra.



Figur 4.27: Olika varianter av formen som skissades i formfaktor av en sensorenhet. Testar olika sätt att ansluta den avrundade delen med det skurna hörnet. Även att lägga till en stegad kant för ökad greppbarhet.

Utformningen på den övre modellen i figur 4.27 med brutna hörn där nere och avrundade där uppe gav en dålig balans. Så därför avrundades både ovan och nederdelen. Till den högra varianten testades att lägga till band runt enheten som också ger bättre grepp för användaren.

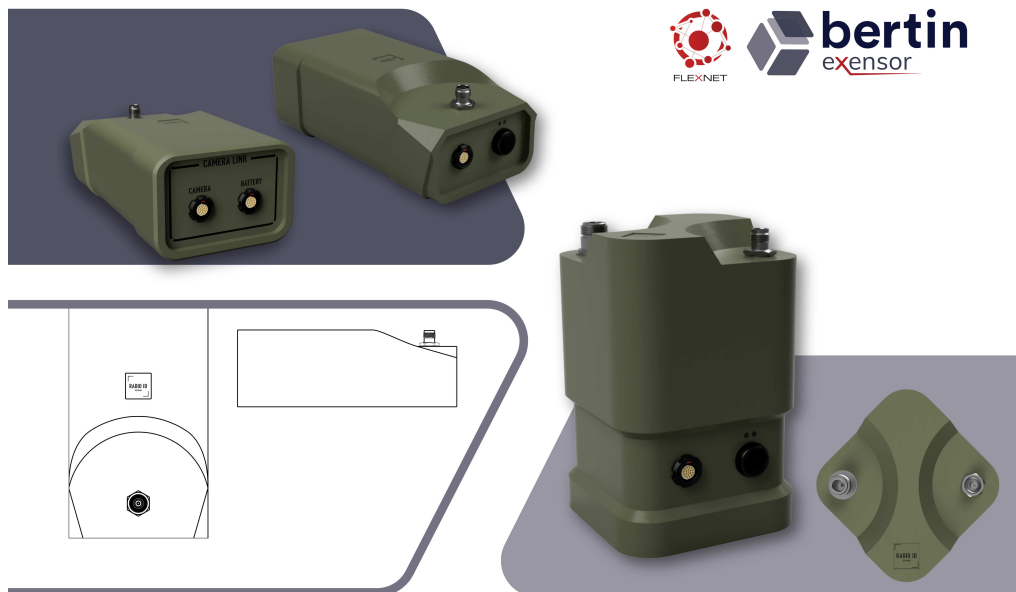
Utformningen från figur 4.27 utvecklades till en annan formfaktor för hur en Gateway-enhet skulle kunna se ut med detta formspråk. Jämför figur 4.28 med den nuvarande gateway enheten i 4.4. Detta gjordes dels för att utveckla formspråket för en annan formfaktor och dels för att få ett exempel på hur flera produkter hänger ihop.



Figur 4.28: Möjlig utformning på en Gateway enhet.

4.3.2 Diskussion med Företaget

Det som utvecklats så här långt presenterades i form av renderingar för en bredare grupp personer på företaget. Detta för att samla feedback om formspråket anses representativt för Exensors, samt andra åsikter baserat på personernas erfarenhet med olika aspekter av produkterna. Det som presenterades visas i figur 4.29.



Figur 4.29: Materialet som presenterades hos företaget.

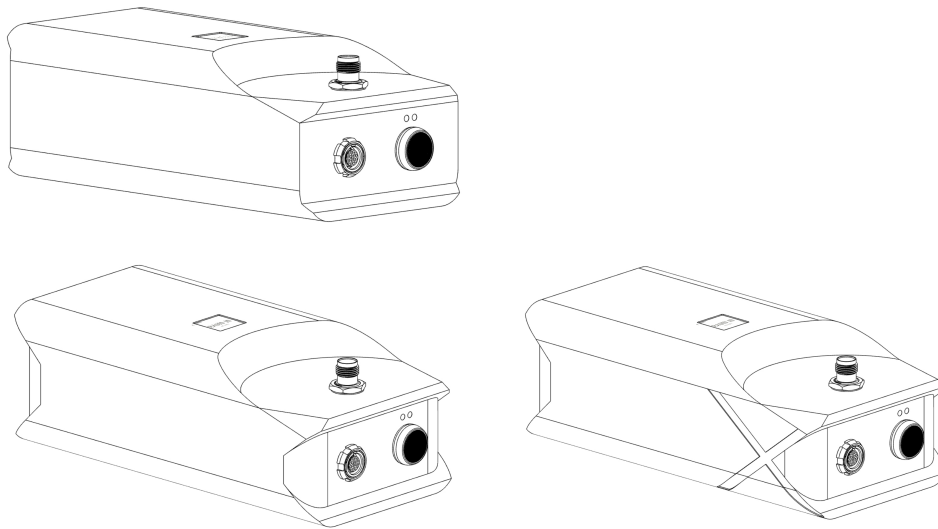
De åsikter som framgick var:

- Visuellt "känns det Exensor".
- Urskärningen kring antennkontaktarna uppskattas.
- Tänk på positionen för driftsindikator lysdioderna. Så att de inte skymms av användarens hand när knappen trycks in.
- Det är bra med någon typ av ytstruktur för att öka greppvänligheten.
- Att få med X:et från Exensor och Flexnet på något sätt.
- Tillverknings och monterbarhet. Att enheterna ska vara så kompakta som möjligt, men ändå enkla att montera.

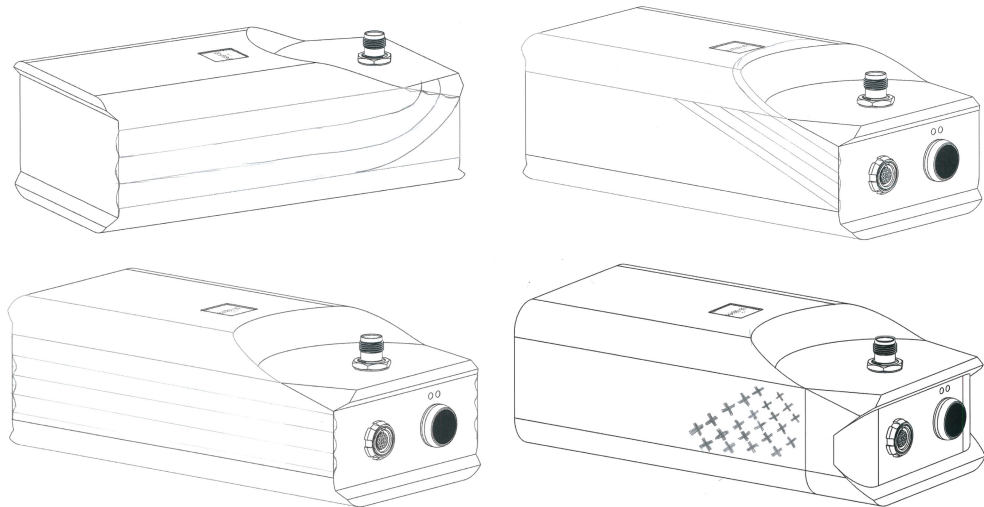
4.3.3 Fortsatt Utveckling

Baserat på de åsikter som framgick under diskussionen med personalen på företaget fortsatte utvecklingen.

Utformningen kring konfigurationsporten och startknappen på Gatewayen i figur 4.28 togs med tillbaka till sensorenheten för vidareutveckling enligt figur 4.30. Det som ändrades var att höger och vänster sidoram kring kontaktdonen togs bort. Där utforskas även olika utseenden kring kontaktdonen samt önskemålet att få med formen av ett X i designen. Detta för att knyta an till X:et i Exensor och Flexnet. Banden för ökad greppvänlighet togs även bort för ett renare uttryck. I figur 4.31 och 4.33 testas även olika typer av yt-texturer.



Figur 4.30: Vidareutveckling av Sensorenhet.

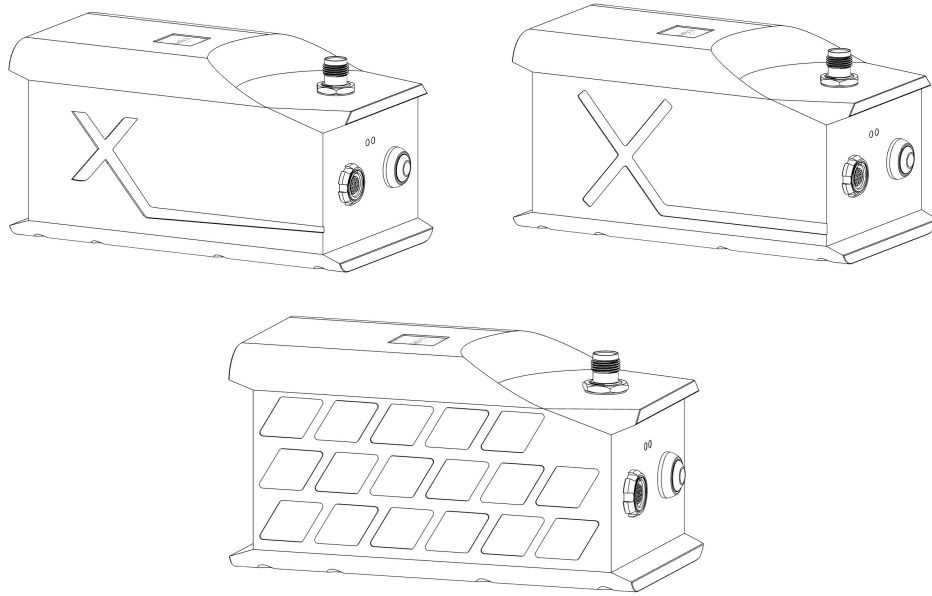


Figur 4.31: Olika idéer på yt-textur.



Figur 4.32: Postnord PEX bil. Inspiration på hur ett X kan användas i designen.

Skåpbilen i figur 4.32 var inspiration på hur x-formen kan användas i designen. Det blå strecket från X:et löper diagonalt över bilens tak och är del av ett likadant X på andra sidan.



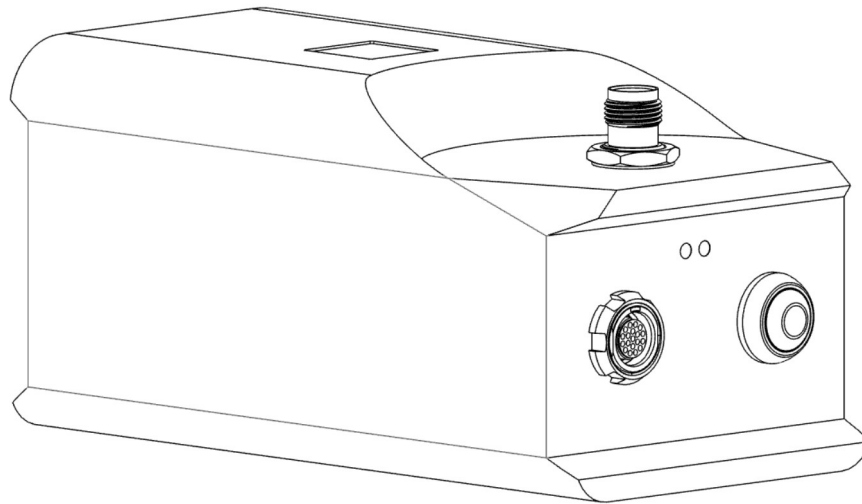
Figur 4.33: Olika sätt att använda Exensors grafiska symboler i yt-texturen.

Den första modellen i figur 4.33 använder X:et från den nya Bertin Exensor loggan. Det förhållandevis lilla x:et i förhållande till underhänget som löper ut mot produktens kortsida ansågs se för oproportionerligt ut. Därför testades även alternativet till höger där x:et görs större och linjen löper längs med baslinje. Detta alternativet stämmer däremot inte med Exensors profil och väljs därmed bort. I den sista modellen så används romberna från den grafiska profilen för att bilda ett mönster.

Några begränsningar vid yt-texturen är att mönstret bör varapräglat i ytan för bästa hållbarhet. Färg eller dekaler kommer slitas bort vid normal användning eller kräva mycket manuellt arbete. En textur som rör sig mellan ytor (från sida till topp-yta) är också en nackdel eftersom det begränsar design och tillverkning av framtida produkter. Mönster med skarpa hörn valdes även bort eftersom de kräver avrundning vid tillverkning med skärande bearbetning.

I slutändan valdes att inte använda någon yt-textur, utan behålla det rena uttrycket. Detta passar även bra med den nya Bertin Exensor grafiska profilen. I framtida produkter kan det möjligen uppkomma produkt specifika behov på en yt-textur. I sådant fall rekommenderas att arbeta utifrån produktformen och använda en mjuk textur som passar in med övriga produkten. Detta beslut lämnar även utrymme till mer framtida utveckling av formspråket.

Den första enheten med skarpa hörn i figur 4.30 valdes framför de två med rundade. Detta både av praktiska och estetiska skäl. De skarpa hörnen är generellt sett enklare att tillverka och lämnar mer plats till kontaktdon på kortsidan. Det innebär alltså att mer plats blir tillgänglig för elektroniken internt, med samma yttermått. Dessa förändringar visas i figur 4.34

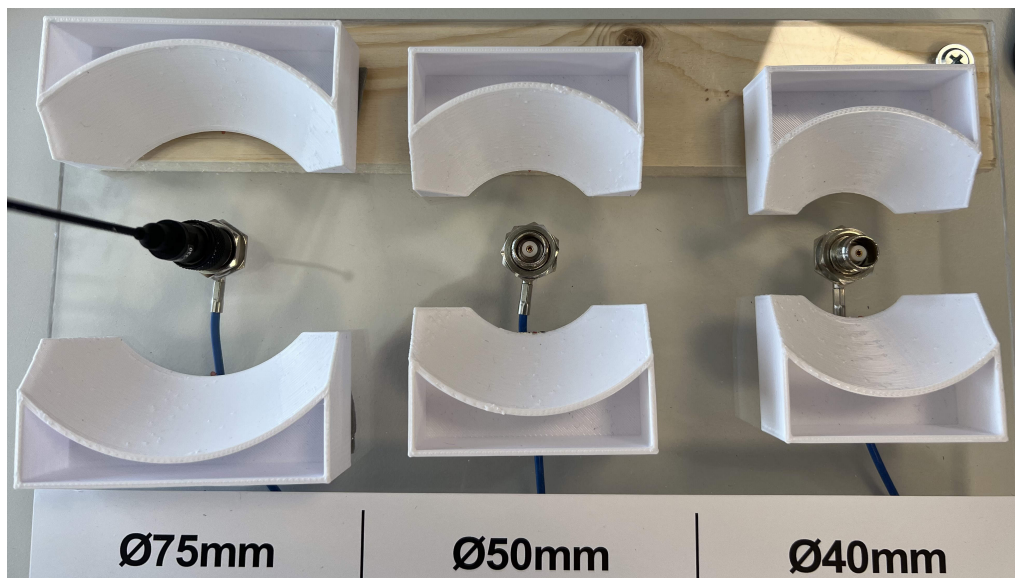


Figur 4.34: Justering av utformning på sensorenheten.

4.3.4 Användartest

Urskärningen kring antennkontakten är ett genomgående drag i detta form-språk. Idéen grundades i problemet med åtkomst till att skruva på/av antennen på vissa av Exensors produkter. Därför genomfördes ett användartest för att avgöra vilket minsta avstånd som är acceptabelt mellan antennkontakt och intilliggande sidovägg. Detta görs genom att testa olika diametrar på den koniska urskärningen.

Testet är utformat enligt figur 4.35. Där användaren fick skruva på och av en TNC stavantenn som används med Exensors produkter. Tre olika diametrar valdes ut kring vad som uppskattades vara gränzonen till för lite utrymme. De dimensioner som valdes var 40, 50 och 75mm i botten diameter med 51° i kon-vinkel. En urskärningssektion placerades på varje sida om kontakten för att testa det värsta scenariot.



Figur 4.35: Testuppställning.

Användarna fick bära två typer av handskar, ett par arbetshandskar och ett par tjocka tummvantar. Detta för att simulera olika scenarion som Exensors

produkter används i. Handskarna som användes är av samma typ som används inom Försvarsmakten. Tillsammans med Exensor beslutades det att dela in målet med testet i två delar: Att definiera en absolut minimumstorlek som fungerar med arbetshandskar och en rekommenderad minimumstorlek som funkar med tummvantar i nordiskt klimat. Tummvantarna är tjockare, styvare och ger sämre grepp än arbetshandskarna.

Se Bilaga B för ytterligare information om användartestetets uppställning och rådata.

4.3.4.1 Resultat Resultatet från testet presenteras i tabell 4.1. Från det kan man konstatera att 50mm varianten fungerar bra om man designar för den 95:e percentilen som är vanligt i ergonomisk anpassning [11]. För tummvantarna så behövs det däremot större utrymme. 75mm varianten får godkännas av alla deltagare, så en dimension mellan 50 och 75mm bör fungera, rimligtvis 70mm. Därför rekommenderas en absolut minsta storlek på 50mm och en rekommenderad minsta på 70mm för tummvantar.

Tabell 4.1: Sammanställt resultat från användartestet.

	Ø75mm		Ø50mm		Ø40mm	
Andel Positiva	Handskar	Vantar	Handskar	Vantar	Handskar	Vantar
		100% (9/9)	100% (9/9)	89% (8/9)	33% (3/9)	33% (3/9)

Vilken dimension som fungerar är direkt relaterat till handstorlek och män har generellt sett större händer än kvinnor[11]. Testerna utfördes med personal på Exensor och könsfördelningen var 3 kvinnor och 6 män. Vilket kan jämföras med Försvarsmaktens könsfördelning där cirka 22% utgörs av kvinnor [12]. Detta anses vara tillräckligt representativt för att ge beslutsunderlag till vilken dimension som ska väljas.

4.3.4.2 Felkällor Testerna som utfördes anses vara av tillräckligt god kvalitet för att kunna fatta beslut om dimensioner. Däremot har följande

felkällor identifierats som kan ha påverkat resultatet.

- Omgivningstemperaturen var rumstemperatur (cirka 20°C), vilket inte är densamma som miljön testerna avser att avspegla. Veldig låga temperaturer kan både påverka användarens och materialets rörlighet. [11; 13]
- Endast en storlek på handskar var tillgängliga för testet. Storlek 9 för arbetshandskarna, tummvantarna leveras i en universal storlek. Detta gör att de personer med mindre händer kan ha blivit begränsade i rörlighet med de större handskarna. Därmed är det också troligt att de användarna i testet angav att ett större avstånd krävdes kring antenkontakten än vad som hade krävts med rätt storlek på handskar.
- Användarna gav sina svar på en lista med glad eller ledsen gubbe för att markera om tillräckligt med utrymme fanns. Detta gör att de kunde se tidigare deltagares svar, vilket kan ha påverkat deras svar.
- Utförligare tester kunde ha utförts med fler iterationer. Exempel på andra alternativ är blindtest eller test på något som bättre efterliknar en Exensor produkt.

4.4 Formspråket i Detalj

Formspråket ska följas när nya produkter designas för att de stämma överens med formspråkets gemensamma visuella drag. Utrymme finns samtidigt i formspråket så att olika enheter ska kunna skiljas från varandra. I figur 4.36, 4.37 och 4.38 visas exempel på hur formspråket kan appliceras på produkter. I tabell 4.2 visas exempel på sådant som följer och inte följer formspråket. Formspråket definieras enligt följande:

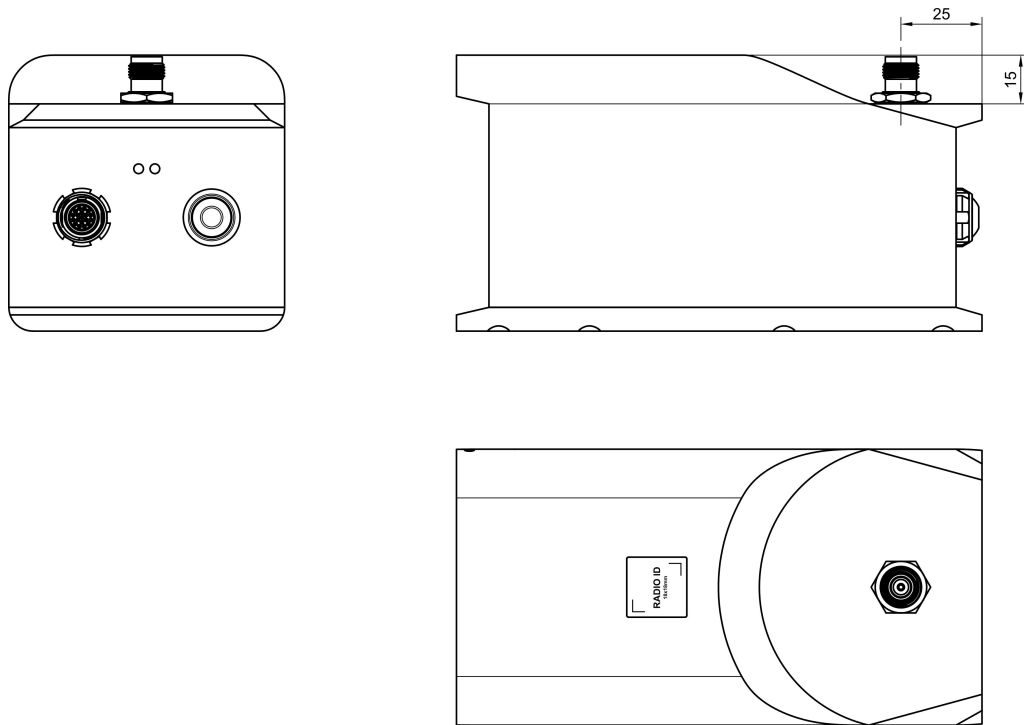
- Grundkropp innehållande rundade hörn. Anpassningsbart efter form och funktionskrav på enheten.
- Antennkontakter sänks ned så att dess topp är i nivå med enhetens toppyta.

- Den koniska urfasningen har en minsta diameter på 50mm, rekommenderat 70mm eller mer anpassat efter enhet. Konvinkel 50°.
- På enheter i stil med styrenheten i detta projekt så bildas en triangulär avfasning med en förlängd tangeringslinje från den koniska urskärningen. Se figur 4.36.
- Om enheten innehåller andra komponenter som användaren roterar på (exempelvis lås) så bör en konisk urskärning integreras i designen.
- Kontaktdon(ej antennkontakt) skyddas med en klack på var sida. Där klacken fasat på sidan mot kontaktdonen.
- På enheter som har fler kontaktdon än konfigureringskontakten så placeras alltid antennkontakten närmst sidan med startknapp och konfigureringskontakt. Se figur 4.36.
- Eftersom konfigurationskontakten återfinns på samtliga enheter så behöver den inte märkas ut. Övriga kontaktdon ska märkas med lämplig förklaring eller ikon. Kontaktdon med lika funktion bör grupperas för att kommunicera deras gemenskap.
- Om hörnet mellan topp-yta och sidoyta är avrundat så används samma radie som höjden på antennkontakten. Se dimensionen 15mm i figur 4.36.
- Om hörnet mellan botten och sido-yta är avrundat samtidigt som botten utgör ett lock till enheten. Så bör radien vara densamma som lockets tjocklek. Se figur 4.36.
- Plats bör finnas på enhetens topp-yta för att användaren ska kunna sätta en 18x18mm märkskylt med enhetens radio id.

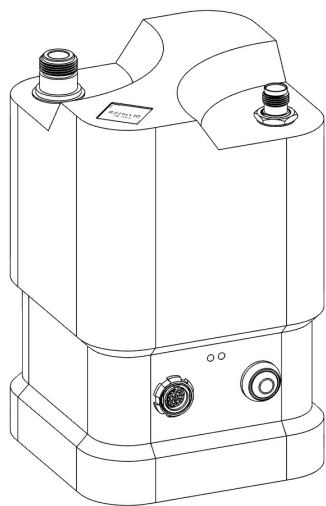
Formspråket är framtaget med hänsyn till formen på nuvarande Exensor produkter. Följande kan göras för att anpassa dem till det nya formspråket. PIR och Kameraenheten från figur 4.2 & 4.3 kan båda utgå ifrån sensorenheten som presenteras i figur 4.36. Därefter behöver de enhetsspecifika mekaniska anslutningarna för PIR sensor-röret och kamerahuvudet utformas.

PIR enheten kan behöva mer designarbete för att få till en bra övergång mellan det stora och lilla tvärsnitt mellan komponenterna.

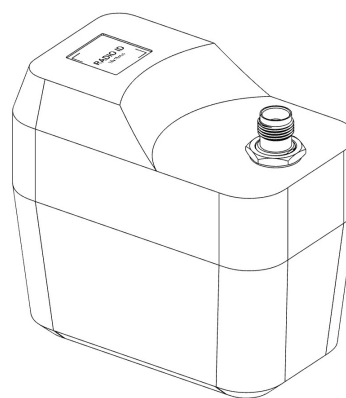
UMRAmini i figur 4.1 skiljer sig stort i utformningen från de andra sensorerna. Den koniska urskärningen kring antennkontakten bör relativt enkelt kunna integreras i den nuvarande designen. Däremot kan det överlag rundare utseendet i formspråket kräva större förändringar på formen av produkten. Ett enkelt koncept på hur detta kan se ut visas i figur 4.38. Övriga produkter, exempelvis det svarta modemet i figur 4.4 har en ganska enkel utformning och bör därmed kunna anpassas till formspråket relativt enkelt.



Figur 4.36: Definition av formspråket. Utgår från formen på styrenheten till ID Kameran.



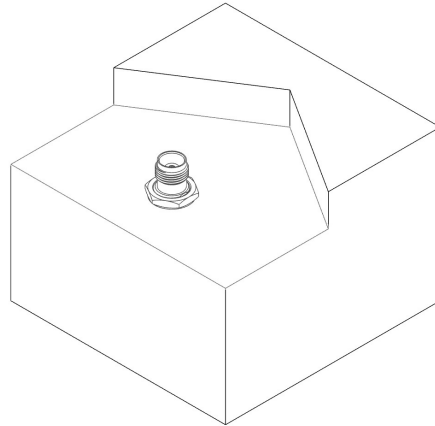
Figur 4.37: Exempel på hur en Gateway enhet kan se ut med detta formspråk.



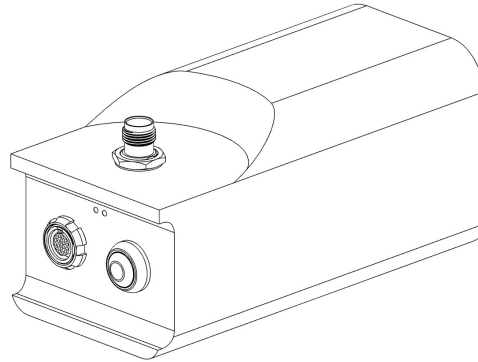
Figur 4.38: Exempel på hur UM-RAmni kan se ut med detta formspråk.

Tabell 4.2: Gör / Gör inte.

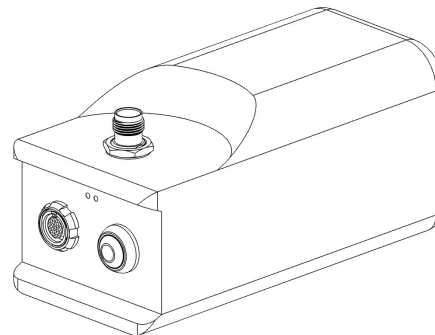
Ändra **inte** form på urskärningen kring antennkontakten.



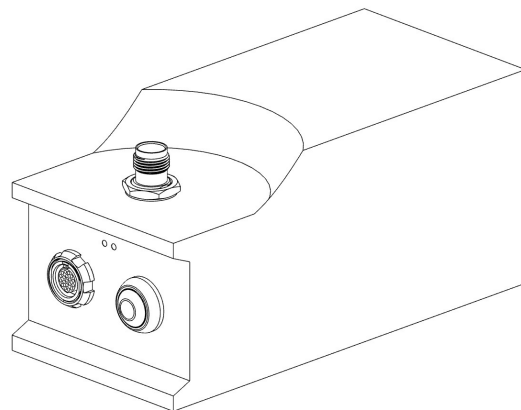
Använd **endast** rak fasning kring kontaktdon.



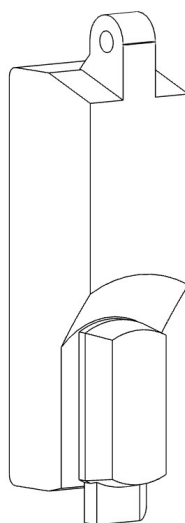
Gör **inte** alla kanter rundade. Använd de rundade kanterna för att visa enhetens riktning.



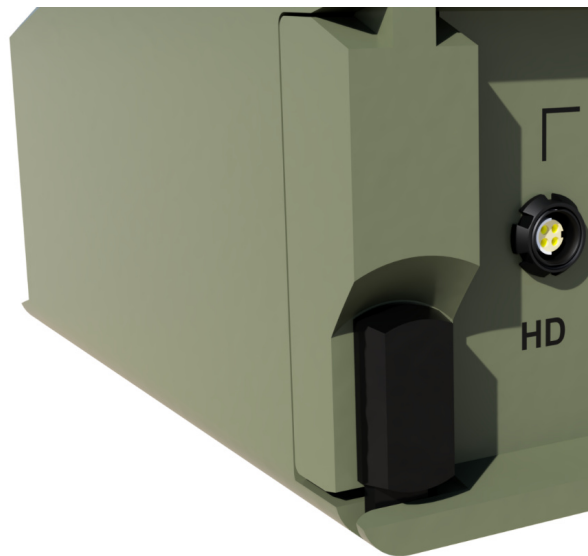
Använd **inte** enbart skarpa kanter.



Använd **gärna** koniska urskärnignar. Fast i begränsad utsträckning och där det ger mervärde.



Använd **gärna** kontrasterande färger för att indikera de komponenter som användaren kan interagera med.



5 Styrenhet

5.1 Specifikation av Styrenheten

Styrenhetens övergripande funktion beskrivs i figur 3.3. Dessa anslutningar utgörs av följande: [5]

- **Antennkontakt:** Standardiserat TNC kontaktdon.
- **Startknapp** med tillhörande indikations-lysdioder.
- **Konfigurationkontakt:** Kontaktdon från Fischer Connectors.
- **Kameranslutning:** Åtminstone två stycken kontaktdon för olika kameratyper. Flexibilitet krävs för olika antal.
- **Lagringsmedia:** Ett koncept på inkapsling till ett lagringsmedia med ungefärliga dimensioner 35x10x(50-100)mm ska utvecklas (längden inte beslutad). Lagringsmediat ska vara portabelt och gå att ansluta till styrenheten på ett vattentätt sätt, förslagsvis med en lucka. Lösningen måste möjliggöra att någon typ av sensor kan detektera att lagringsmediat håller på att matas ut (förslagsvis när luckan öppnas). Lagringsmediat ska ha plats för ett kontaktdon för anslutning med en kabel till en dator över USB protokollet. Lösningen ska fungera i varma och kalla temperaturer även om användaren bär handskar. Lösningen måste både kännas och vara robust.

Hänsyn ska tas till att elektronik i ett senare skede ska integreras i produkten. Det ska finnas plats för battericeller, kretskort och interna kontaktdon. Endast en övergripande plan behöver presenteras för detta och dimensioner är inte slutgiltiga. I samband med detta bör även hänsyn tas till att enheten ska vara så enkel som möjligt att montera samt reparera.

5.2 Tillämpning av Formspråk

Utvecklingen av formspråket i avsnitt 4 har skett parallellt med utvecklingen av styrenheten. Den sensorenhet som visas i figur 4.34 har utvecklats successivt under projektet med avsikten att det ska bli styrenheten till ID

Kameran. Detta innebär att det som återstår är kamera-anslutningen och lagringsmediat samt ID Kamera specifika moment.

5.3 Materialval

5.3.1 Krav på material och tillverkningsmetod

Efter diskussion med Exensor ställs följande krav på material och tillverkningsmetod.

- Kostnadseffektivt för låga volymer/små seriestorlekar.
- Elektriskt skärmande.
- Möjligt att vattentäta.
- Mekaniskt robust. (Inga specifika hållfasthetskrav är satta.)
- Lätta material är att föredra eftersom enheten ska vara portabel.

Exensor använder idag två huvudsakliga material/tillverkningsmetoder för sina enheter. Det ena är Polyamid tillverkat med Selective Laser Sintering (SLS) som sedan metalliseras för Electromagnetic Interference (EMI) skärmning. Det andra är aluminium genom skärande bearbetning. Aluminium är elektriskt ledande och har därmed en naturligt skärmande effekt. Båda typerna lackas sedan i färg efter kundens krav. Dessa två utgör huvudalternativen eftersom Exensor och dess leverantörer har erfarenhet inom detta. Andra alternativ har diskuterats med företaget men valdes att inte undersökas djupare, till stor del på grund av de små volymerna. [5]

5.3.2 Polyamid - SLS

SLS är en teknik som använder en laser som energikälla för att sintra ett pulver, vanligtvis Polyamid. Pulvret sintras i lager för att bygga upp en tre dimensionell geometri. Denna teknik är vanligt förekommande och ett kostnadseffektivt sätt att bygga högkvalitativa prototyper eller för småskalig produktion. Metoden ger stor flexibilitet i produktens utformning eftersom geometrier med obegränsade överhäng kan byggas. Detta är en

fördel jämfört med skärande bearbetning. Där begränsningarna är större och verktygs samt maskinkostnaderna ökar med vid mer komplex geometri. [14–16]

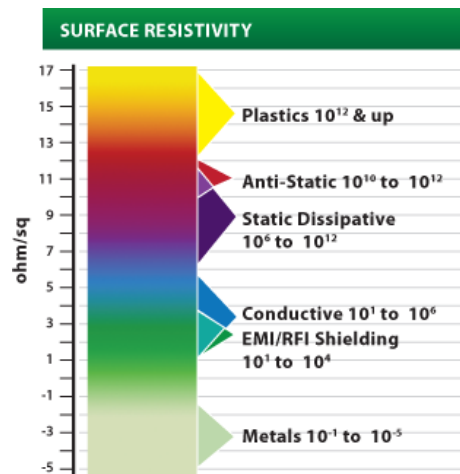
En konsekvens av sintringsprocessen är en porös struktur som genom kapilärverkan absorberar vatten, därmed kan det inte klassas som vattentätt. Detta kan motverkas genom olika efterbehandlingar som bildar en barriär, vilket uppfylls i de efterbehandlingstegen som Exensor utför. [14; 15; 17]

Eftersom polyamid har hög resistans och därmed dålig skärmande förmåga så krävs en efterbehandling som åtgärdar detta. Detta görs genom metallisering, där en hinna av ett ledande material täcker insidan av inkapslingen. Vilket ger en skärmande förmåga. Detta är ett steg som görs efter produktion och enheterna behöver skickas till en leverantör som utför detta. Det medför extra kostnader, både för tjänsten och hanteringen. Det innebär också ytterligare ledtider samt beroendet på ytterligare en leverantör. Kontaktytan mellan delar till inkapslingen behöver också poleras, vilket kräver extar arbete. [14; 15; 18]

5.3.2.1 Tillsatser till Polyamid

Metallisering är en vanlig metod för att skärma elektronik. Ett annat alternativ som förekommer är tillsatser direkt i plasten som sänker resistansen. Det finns olika typer av tillsatser för olika ändamål, där antistatiska produkter har högre ytresistans än skärmade sådana. Se figur 5.1. [19]

Dessa tillsatser är vanliga när det gäller formsprutning, exempelvis används kimirök (eng. Carbon Black) för antista-



Figur 5.1: Olika nivåer av yt-resistans. [18]

tiska produkter. Andra tillsatser som används för ännu lägre resistans är kol-fiber och metallpartiklar, vilket kan användas för skärmning. [5; 19]

En marknadsundersökning visar på att det ännu inte finns något kommersiellt tillgängligt alternativ för additiv tillverkning i polymerer, med elektriskt ledande tillsatser som ger EMI skärmning. Däremot finns det mycket forskning på området, både akademisk [14; 20; 21] och kommersiell [22]. Där används olika typer av tillsatser, till exempel grafen som med olika tekniker blandas in med grundmaterialet. Resultaten visar på goda möjligheter att kunna erhålla tillräckligt god skärmning direkt efter sintring. Detta är alltså inget tillgängligt alternativ idag, men det visar på lovande framsteg som kan vara värt att undersöka vidare för framtida produkter.

5.3.3 Aluminium - Skärande Bearbetning

För denna typ av produkt krävs generellt sett en 5-axlig CNC maskin för bearbetning. Det ökar kostnaden något jämfört med den betydligt vanligare 3-axliga varianterna. Men den stora kostnadsdrivarna är maskintiden samt tiden för efterbearbetning. Komplicerad och djup geometri ökar också kostnaden. Beroende på utformning så kan en produkt tillverkad med SLS i vissa fall kräva färre antal komponenter. Detta eftersom den tillverkningsmetoden inte begränsas av överhäng eller att nå in med skärverktyg.

En enhet tillverkad med skärande bearbetning i aluminium kräver generellt sett mindre efterbehandling än en motsvarande som tillverkats med SLS. Detta eftersom aluminium inte behöver efterbearbetas för att ge EMI skärmning. En nackdel med produkter i metall är att de syns bättre i värmekameror, vilket kräver extra kamouflage. [5]

5.3.4 Hållbarhet

På grund av de låga volymerna som denna produkt kommer tillverkas i så kommer den totala miljöpåverkan som orsakas av materialvalet vara relativt låg. Men det gör också att extra transporter som krävs för efterbehandlingar

som metalisering kommer ge en större relativ påverkan på CO₂-utsläppen under dess livscykel, jämfört med om tillverknings-serierna hade varit större.[23]

Polyamid som material kräver betydligt lägre energi för att tillverka och återvinna (smälta ned) än vad motsvarande volym aluminium gör. Polyamiden PA11 har även fördelen att den kan baseras på upp till 100% förnyelsebar råvara. Däremot så gör metaliseringssteget av polyamiden att den blir mycket svår att återvinna, eftersom metallen behöver separeras från polymeren. En stor utmaning vid återvinning av polymera material är sorteringen, eftersom olika plaster ofta blandas innan materialåtervinning och därmed måste separeras. Polymera material åldras även vid nedsmältning, vilket innebär att de inte kan återvinnas i oändlighet. Vilket inte gäller för aluminium. Miljöpåverkan från aluminium kan även drastiskt minskas genom att använda återvunnen råvara vid tillverkning.[13; 15]

5.3.5 Analys

Baserat på denna information gjordes en jämförelse tillsammans med företaget av de två alternativen. Detta presenteras i tabell 5.1. Denna jämförelse är baserad på vad som anses fördelaktigt för denna produkt.

Kostnaden för en SLS tillverkad grundkropp i polyamid är lägre än den motsvarande för aluminium. Däremot så gör efterbearbetningen att den slutliga kostnaden blir ganska jämförbar. Aluminiumalternativet har däremot fördelen att den kräver färre produktionssteg och därmed en mindre distributionskedja. Detta minimerar risken för störningar avsevärt. Gällande materialegenskaperna så anses polyamidalternativet fördelaktigt(förutsatt efterbehandling), detta tack vare den lägre densiteten och bättre kamouflerande förmåga. De bättre mekaniska egenskaper som aluminium besitter anses inte vara nödvändiga här utan polyamid är fullt tillräckligt. [5]

Tabell 5.1: Jämförelse av material och tillverkningsmetod. (+) bättre och (-) sämre.

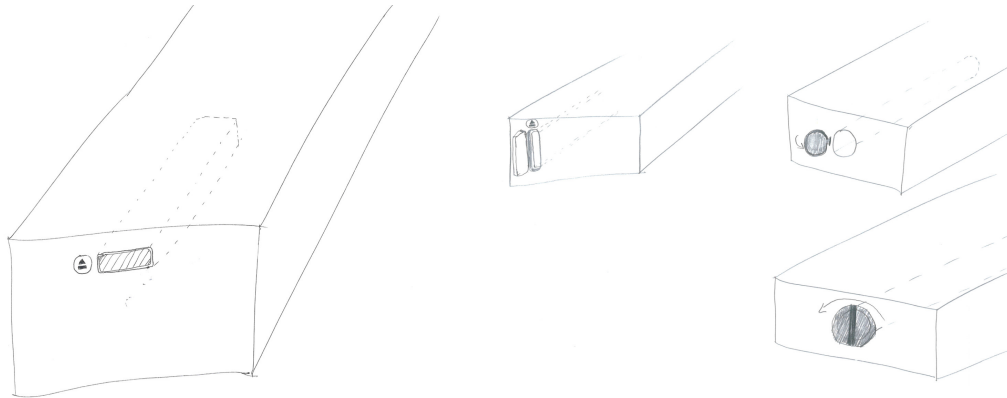
	Polyamid	Aluminium
Kostnad "Rå"*	+	-
Kostnad Efterbehandling	-	+
Antal Produktionssteg	-	+
Materialegenskaper	+	-

*Kostnad direkt från sintring eller fräsning, utan eventuell efterbehandling.

De olika faktorerna diskuterades med företaget och det beslutades att använda aluminium. Detta till stor del på grund av den förbättrade och kortare leverantörskedjan i förhållande till den låga seriestorleken. Även om det är fördelaktigt lägre massa i produkten så kommer styrenheten brukas tillsammans annan utrustning med betydligt högre vikt. En design avsedd för tillverkning i aluminium med skärande bearbetning kan också med mycket små (om några alls) anpassningar tillverkas i polyamid med SLS. Det rekommenderas att råmaterial innehållande återvunnen aluminium används.

5.4 Portabelt Lagringsmedia

Baserat på de krav som ställs på lösningen för lagringsmediat så genomfördes idé-generering för att utforska olika alternativ. Skisser från detta med löpande utvärdering och utveckling presenteras här. En lösning med någon typ av lucka anses vara att föredra eftersom enheten inte alltid måste användas med ett lagringsmedia. En lucka gör alltså att det kan hållas tätt oavsett om lagringsmediat används eller inte.



Figur 5.2: Skisser på olika sätt att integrera lagringsmediat med styrenheten. Vänster: Medie med rektangulärt tvärsnitt som tätar internt, utan lucka. Mitten: Enhet med rektangulärt tvärsnitt med lucka eller löstagningsbart gummilock. Höger: Olika varianter på cirkulära tvärsnitt.

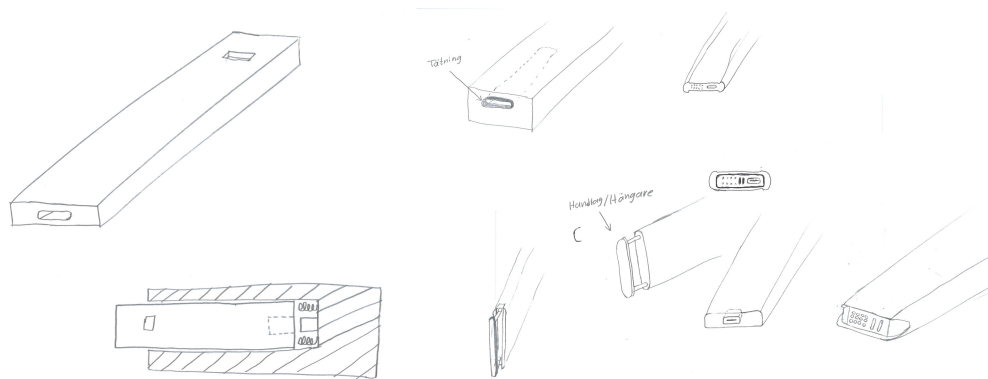
En lösning som vore enkel att konstruera är den längst ner till höger i figur 5.2 som visar ett cylindriskt lagringsmedia med ett gängat lock. Låsning med en gänga är en lösning som kräver få komponenter och använder ett standardiserat verkningsätt. Men en cylindrisk enhet skulle bli onödigt stor eftersom elektroniken är i form av ett räblock. Det är även att föredra ett lock som inte är löst i öppet läge. Av dessa anledningar valdes de cylindriska alternativen bort.

Alternativet med ett löstagningsbart gummilock i mitten av figur 5.2 är en lösning som Exensor använder idag till linskydd vid förvaring/transport av diverse enheter. Det vore en relativt simpel lösning, men i detta fallet är kraven högre gällande vattentätet jämfört med linskydden som inte har någon vattentätande funktion. Med ett så kallat levande gångjärn (integrerat gångjärn utan extra komponenter) i gummi så skulle det gå att komma ifrån problemet med ett löst lock, samtidigt som endast en komponent behövs. [5; 15]

Vid storskalig produktion så skulle lösningen med gummilock troligen formsprutas i någon typ av Termoplastisk Elastomer (TPE), men på grund av de små

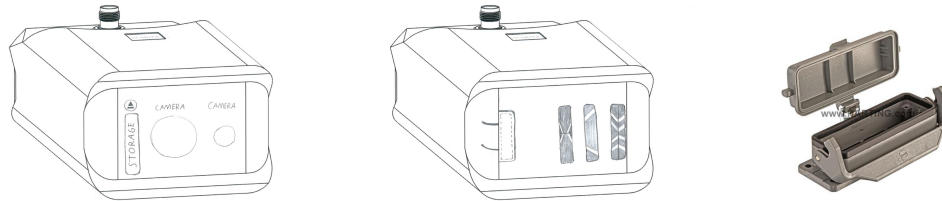
seriestorlekarna (total) för denna enheten är det inte en kostnadseffektiv lösning. En annan möjlig lösning vore 3Dutskrift i TPE, vilket skulle kunna vara ett kostnadseffektivt alternativ. Men denna lösningen valdes bort eftersom resten av enheten tillverkas i aluminium och en mekaniskt robust lösning är att föredra. Att införa ytterligare en leverantör och tillverkningsmetod är också en nackdel som bidrog till beslutet. [15]

De övriga alternativen utvecklas vidare enligt skisserna i figur 5.3. Där läggs specifikt fokus på att finna en metod för användaren att mata ut lagringsmediat ur kaviteterna från styrenheten.



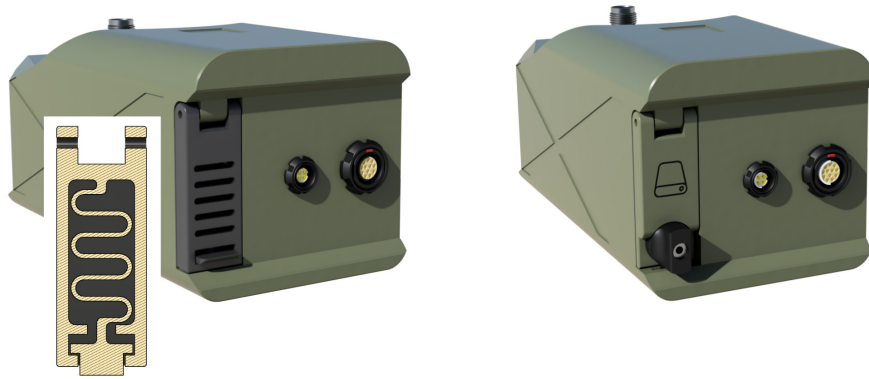
Figur 5.3: Skisser på olika metoder för att mata ut lagringsmediat samt olika utformning.

En första idé på utmatningsmekanism var en i *push to release* stil, likt det som vanligen förekommer vid micro-SD kort eller kulspetspennor. En sådan lösning skulle kräva flera små rörliga komponenter, vilka också måste vara vattentäta eller vatten- och dammtåliga. En marknadsundersökning genomfördes, men inga färdiga komponenter som mötte kraven kunde hittas. Till vänster i figur 5.3 är därför en förenklad princip, där fjädrar används för att trycka ut lagringsmediat och en låsningsmekanism som kan öppnas med en knapp. Ett annat alternativ är ett handtag som är integrerat med lagringsmediat och skjuts ut när luckan öppnas.



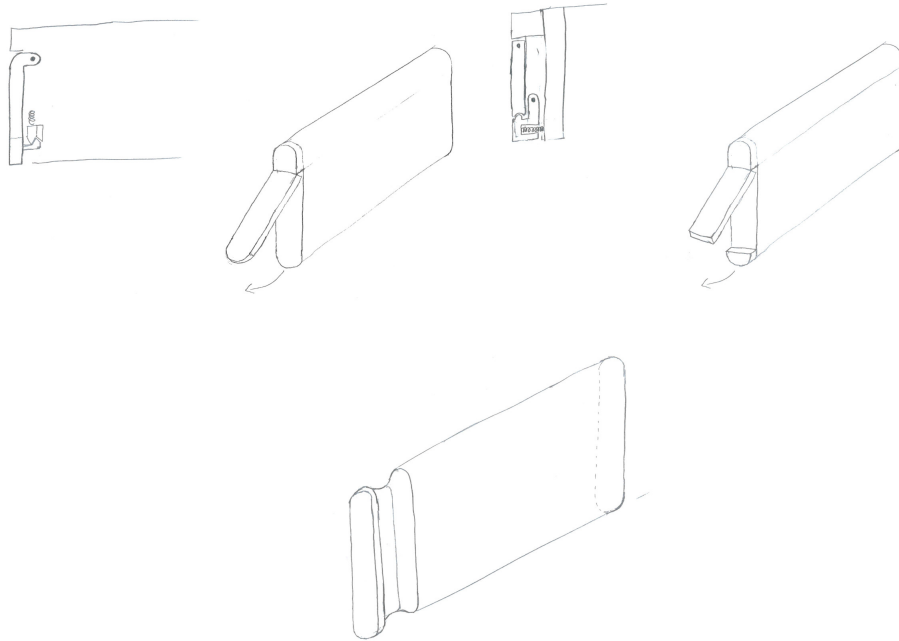
Figur 5.4: Till Vänster och Mitten: Skisser på olika sätt att placera lagringsmediat samt olika typer av luckor. Notera att utformningen på sensorenheten är en tidigare version under utvecklingen av formspråket. Till höger: en lucka för att skydda industriella kontaktdon från företaget Harting.[24]

Skisserna på lock i mitten i figur 5.4 är baserade på olika typer av mekanismer. En som skjuts undan av användaren och några som öppnas inåt när man trycker in lagringsmediat (likt en VHS spelare). De alternativen är dock svåra att göra robusta och vattentäta. Det industriella locket däremot har den robustheten som eftersträvas, men är för stort. Inspiration tas dock från det för fortsatt utveckling. För att få en känsla för storlek i förhållande till styrenheten så modellerades olika lock i CAD enligt figur 5.5.



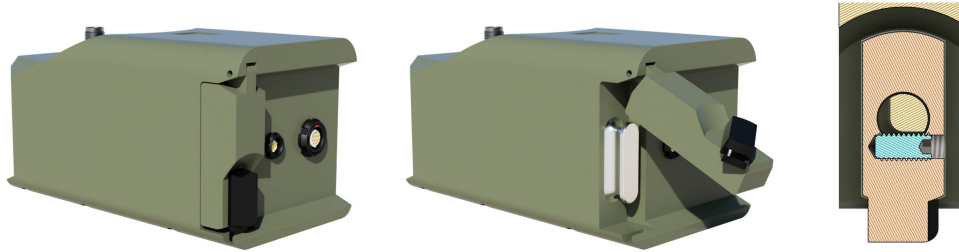
Figur 5.5: Två typer av mekanism för att låsa luckan. Den vänstra är avsedd att 3D skrivas i plast med SLS teknik i ett stycke. Där konstruktionen ger en fjädrande förmåga. Den högra är avsedd att tillverkas i aluminium och har ett vred för att låsa luckan. Båda luckorna tätas med packningar mot styrenheten.

Locken i figur 5.5 är en bra bit på vägen till att skapa en robust och vattentät lösning. De löser dock inte problemet för användaren att mata ut lagringsmediat. Därmed vidareutvecklas idéerna i figur 5.3 för att skapa ett handtag som användaren kan greppa för att dra ut mediet.



Figur 5.6: Olika typer av handtag på lagringsmediat.

De övre skisserna i figur 5.6 visar olika idéer på handtag som kan fällas ut för att ge användaren en greppyta. I skisserna visas även idéer på hur handtaget skulle kunna låsas, vilket blir komplext med många komponenter. Därav idéen längst ner med en greppyta som integrerats i lagringsmediats yta, utan några extra komponenter. Denna lösning krävs däremot att styrenheten möjliggör att användaren kan komma åt denna ytan. CAD modellen anpassades efter detta enligt figur 5.7.



Figur 5.7: CAD modell på styrenhet med lucka och lagringsmedia med integrerat handtag.

Luckan i aluminium från figur 5.5 är grunden för den i figur 5.7. Fast med en design som stämmer överens med formspråket från avsnitt 4 med den koniska urskärningen. Denna typ valdes framför den i plast på grund av att låsmekansimen ger bättre möjlighet till att sätta tryck på packningen. Samt att aluminiumvarianten passar bättre in med övriga styrenheten som är i aluminium. Inga EMI skärnings krav finns för luckan eftersom lagringsmediat tillsammans ned kontaktdonet skärmar enheten.

Till höger i figur 5.7 visas en genomskärning på hur vredet till locket sätts fast. Vilket görs med hjälp av en låsskruv, som tillsammans med axeln på locket begränsar rotationen till 90°medurs. Vredet låser fast luckan med hjälp av ett spår i nederdelen av styrenheten. Luckan fästs i styrenheten med en låsskruv som tillåter rotation. Lösningen anses uppnå de satta kraven tillräckligt bra för att kunna gå vidare till prototypstadiet för ytterligare utvärdering.

För att detektera när luckan öppnas undersöktes olika alternativ. En marknadsundersökning visade att mekaniska brytare som är vattentäta är stora och tar mer plats än önskat. En mekanisk brytare kräver också en öppning i styrenhetens inkapsling, vilket ger ytterligare en potentiell källa till läckage. Därför är ett lämpligt alternativ att montera en magnet i luckan som tillsammans med en halleffekt-sensor som kan detektera när luckan öppnas. En sådan lösning kan göras väldigt kompakt och förslaget i figur 5.7 är an-

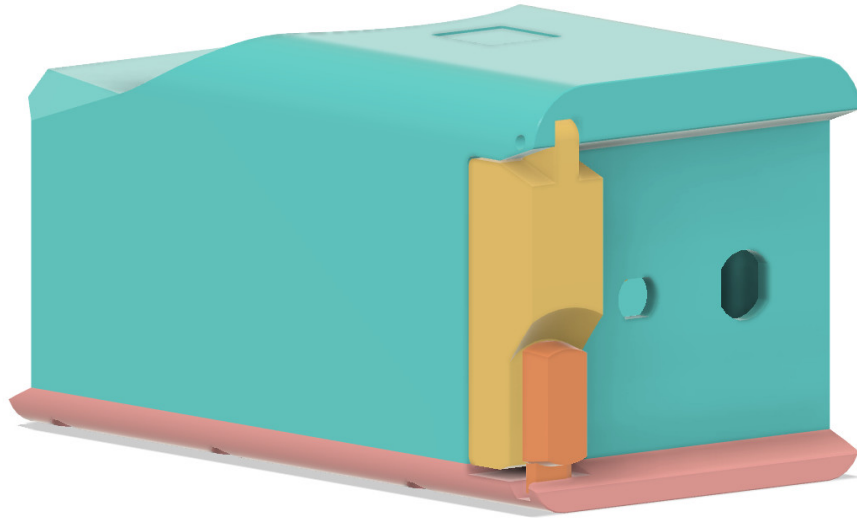
passat för det. Sensorn kan monteras innanför styrenhetens inkapsling och därmed ge en integrering som inte kräver några hål i inkapslingen.

Syftet med sensorn är att detektera när användaren håller på att fysiskt mata ut lagringsmediat så att mjukvaran i enheten slutar skriva/läsa till den. Ett annat alternativ är att använda en accelerometer för att istället detektera när enheten plockas upp och då sluta skriva/läsa, innan luckan öppnats.

Beroende på lagringsmediats slutliga längd så kan det bli svårt/dyrt att tillverka en tillräckligt djup kavitet i styrenheten. Detta eftersom ett längre skärverktyg böjs mer under bearbetning om dess diameter inte kan öka. Så för att underlätta vid tillverkning så skulle positionen av lagringsmediat kunna flyttas så att en delningslinje skapas i kavitetens symmetrilinje. Ett alternativ vore att rotera mediat 90° och placera det vid delningslinjen till styrenhetens botten. Om detta krävs bör analyseras vidare av företaget i ett senare Design for Manufacturing (DFM) arbete när lagringsmediats slutliga dimensioner och anslutningar är definierade.[16]

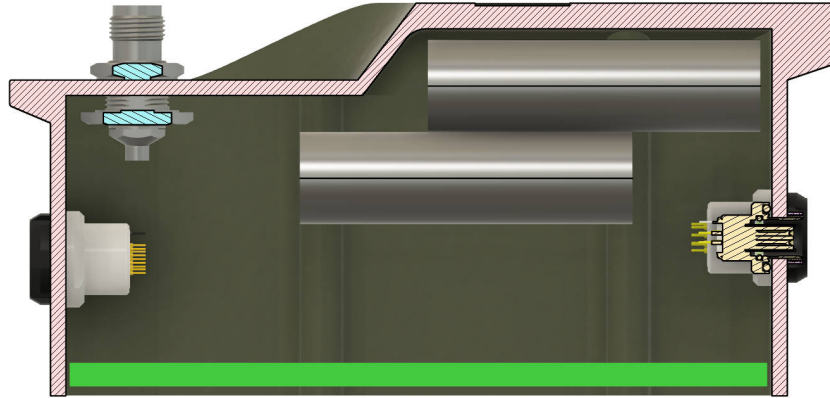
5.5 Mekanisk Konstruktion

Inkapslingen till styrenheten delas in i två huvuddelar. En större, mer komplex del utgör majoriteten av enheten (turkos komponent i figur 5.8). Samt en botten som fixeras med bultar (rosa komponent i figur 5.8) till den övre delen. Mellan komponenterna finns en så kallad dubbel-D tätning som tätar mot vatten men samtidigt är elektriskt ledande, vilket krävs för korrekt emi-skärmning. [25] Denna konstruktion är baserad på Exensors tidigare produkter, flera av vilka är konstruerade enligt samma princip.



Figur 5.8: De olika komponenterna i styrenheten. Färgerna identifierar olika komponenter.

Enheten är anpassad för att kunna integrera den elektronik som krävs. I figur 5.9 visas ett förslag på hur det kan göras. Där placeras battericellerna högst upp i en förskjuten konfiguration för att ge plats för interna kablar kring kontaktdon. Det finns då plats att montera kretskortet längst ner. Kontaktdonen monteras enligt specifikation från tillverkare. Där startkontakt och konfigurationskontakt monteras tillsammans på sidan med antennkontakten. De två kontaktdonen för kameranslutning monteras på motstående sida, tillsammans med lagringsmediat.



Figur 5.9: Snitt från sidan. Förslag på hur elektroniken kan paketeras. Battericeller monterat högst upp, kretskort längst ner.

Eftersom detaljkonstruktion genomförs utanför detta projekt så har ingen analys av lämplig vägg tjocklek genomförts. En vägg tjocklek på 3 och 5mm har använts baserat på packningens bredd. Vilket innebär att specialskärverktyg för bearbetning av överhäng kan undvikas. Men vid fortsatt utveckling bör en analys genomföras om vilken tjocklek som är lämplig för vald aluminiumlegering och de krav som sätts på produkten.

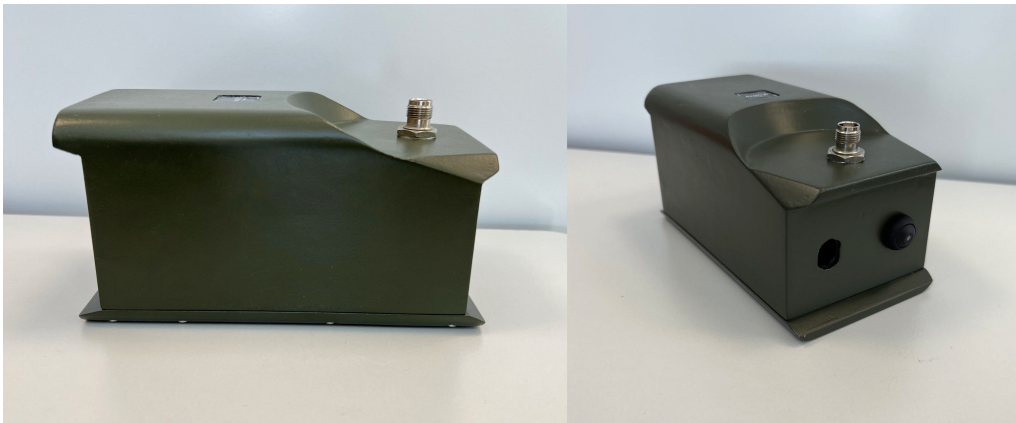
Lagringsmediat är tänkt att tillverkas i två halvor som på lämpligt sätt fästs med varandra. Om mediat inte anses behöva öppnas efter produktion så föreslås lim, annars skruvförband. Detaljkonstruktion av lagringsmediat utförs av Exensor eftersom fortsatt arbete kräver integrering av elektronik.

5.6 Prototyp

Under utvecklingen av styrenheten så gjordes först en enkel pappersmodell i form av ett räbblock för att få en känsla över enhetens yttre dimensioner. Vid utvecklingen av luckan till lagringsmediat så ökade storleken en hel del

för att få plats med gångjärn, låsmekanism och tillräcklig frigång. Dessa dimensioner var då 150x80x80mm, vilket var en godtagbar storlek.

En prototyp tillverkades med hjälp av Fused Deposition Modeling (FDM) 3D utskrift. Modellen spacklades och lackerades sedan i grön täckfärg för att efterlikna hur produkten skulle se ut i produktion. Ytterdimensionerna för denna prototyp var 162x85x85mm. Denna prototyp användes för att utvärdera konceptet.



Figur 5.10: Sidovy på prototypen.



Figur 5.11: Sekvens för utmatning av lagringsmediat.

5.6.1 Reflektion

Enklare tester för att mata ut lagringsmediat gjordes med samma typ av handskar som användes i användartestet i avsnitt 4.3.4. Ett fåtal personer provade att mata in och ut lagringsmediat under fria förhållande. Med arbetshandskarna var det inga problem att öppna luckan och dra ut lagringsmediat. De tjockare tummvantarna var mer utmanade men ansågs fungera tillräckligt bra.

Vid tester av prototypen framkom det att det var något enklare att dra ut lagringsmediat med vänster hand. Detta eftersom det är enklare att greppa handtaget på mediat i ett flerfingergrepp med vänster hand än i ett nyckelgrepp med höger hand. Därför reflekterades det kring hurvida lagringsmediat skulle flyttas över till höger sida istället, eller till en helt annan position. Detta eftersom majoriteten av människor är högerhänta. [11, Kapitel 4]

Däremot så är det också en fördel med att ha kontaktdonen på höger sida för att greppa med höger hand. Eftersom det ger något bättre åtkomst. I slutändan så beslutades det att låta positionen för lagringsmediat vara oförändrad. Eftersom nackdelarna med en position till vänster är små och andra positioner kommer medföra andra nackdelar. Det krävs inte heller någon stor kraft för att mata ut lagringsmediat, så ett förbättrat grepp som ger bättre greppkraft har inte nödvändigtvis någon fördel. Skillnaden i användarvänlighet för höger eller vänsterhänta anses vara försumbar. [11, Kapitel 4]

Prototypen diskuterades med en erfaren användare av den nuvarande ID Kameran och synpunkter på den nya designen framgick. Ett vanlig användarscenario är att styrenheten grävs ner i marken för att döljas, samtidigt som själva kameran med batteri kamoufleras. Användarna brukar då i skydd av mörker, byta ut lagringsmedia och eventuellt batteri på natten. Ett önskemål relaterat till detta var att placera lagringsmediat med lucka i horisontellt läge högst upp för att inte behöva gräva upp enheten helt vid utbyte. På grund av mörkret går det inte heller att se om det kommer in smuts eller dylikt innanför luckan. Även att lagringsmediat gärna får place-

ras på samma sida som startknappen och konfigurationskontakten. För då är allt som användaren behöver komma åt vid drift av enheten samlat.

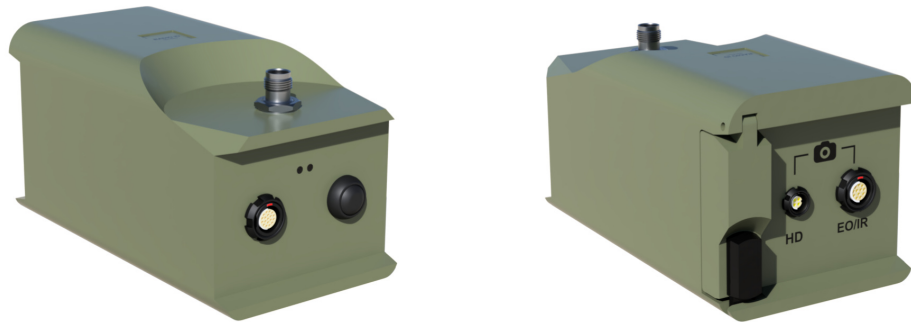
Ett eventuellt byte av position för lagringsmedia är något som Exensor kommer se över när dimensioner för lagringsmediat har bestämts. Därför kommer det slutliga förslaget i detta projekt presenteras med bibehållen position på lagringsmedia. Ett sätt att miniera mängden smuts som kommer in i kaviteten till lagringsmediat så kan ett band av ett filt eller borstliknande material placeras innanför luckan. Vilket skulle borsta av lagringsmediat medan det förs in och därmed minska mängden smuts som kan tränga långt in i kaviteten.

5.7 Resultat

Styrenheten är designad tillsammans med formspråket i avsnitt 4. Den är konstruerad för att tillverkas i aluminium med skärande bearbetning. Inkapslingen består av en över- och underdel som monteras med skruvförband. Luckan för lagringsmediat består av själva luckan och vredet. Alla kontaktdon ger en vattentät försegling. Övriga delar är konstruerade så att en packning kan användas för att uppnå rätt kapslingsklass.

Utöver grundutförandet med en startknapp, konfigurationskontakt och antennkontakt så har denna enheten två kontakter för olika typer av kameror samt plats för ett portabelt lagringsmedia. Lagringsmediat tillsammans med principen det ansluts till styrenheten med är anpassat för att vara så robust och samtidigt liten som möjligt. Lösningen är anpassad för att vara vattentät men ändå tåla damm och grus. Den är även anpassad för att användaren ska kunna bära handskar vid användning.

Renderingar på enheten presenteras i figur 5.12.



Figur 5.12: Rendering av styrenheten.

5.8 Fortsatt utveckling

Detta projekt hade avsikten att konstruera så mycket som möjligt utan att integrera elektroniken, eftersom det utförs av Exensor utanför detta projekt. Följande återstår att göra för att integrera elektroniken och förbereda inför produktion.

- Orientera elektronikkomponenter internt och konstruera lämpligt sätt att fixera dessa. Justera slutliga dimensioner och vägg-tjocklekar samt anpassa för tillverkning.
- Bestäm slutliga dimensioner för lagringsmediat och anpassa det tillsammans med styrenhetens kavitet för tillverkning.
- Slutligt arbete och testning av vattentäthet. Konstruktionen är anpassad för att packningar ska användas.
- Produktions- och montageanpassning. Förberedelse av alla detaljer inför produktion samt planering för montage så att det finns god åtkomst med verktyg.

6 Diskussion

Målet med detta projektet var att designa en styrenhet till Exensors ID Kamera och samtidigt se över företagets formspråk. Formspråk har utvecklats baserat på inspiration från andra företag inom försvarsektorn och åsikter från Exensor. Formspråket specificerades i form av ett antal visuella drag enligt avsnitt 4.4 som är framtagna med avsikten att de både på ett enkelt och passande sätt kan användas på samtliga av Exensors produkter. Dessa drag är valda så att de både uppfyller en funktion och ger estetisk värde. De är valda med omsorg så att flexibilitet finns vid anpassning till produkter med olika form och storlek. Samtidigt lämnas utrymme för att formspråket kan fortsätta utvecklas i takt med att nya behov framkommer när nya produkter utvecklas.

Formspråket tillämpades under projektets gång till ID Kamerans styrenhet enligt avsnitt 5.7. Till styrenheten utvecklades de tekniska lösningar som krävdes för att leverera ett koncept på hur styrenheten kan se ut och tillverkas. Fokus har främst legat på att ta fram en lösning för det portabla lagringsmediat som är ruggad och liten till storlek. Sekundärt har fokus legat på tillverkningsbarhet i form av materialval förberedelse för att elektronik kan integreras.

Under projektets gång har kontinuerlig diskussion och utvärdering hållits med Exensor för att hålla projektet i linje med företagets förväntningar. Diskussioner med anställda på företaget har varit en viktig del av projektet för att kunna uppfylla de mål som sattes. Diskussioner med användare och säljare har gett insikt i hur produkten kommer användas och vilka önskemål som finns. Diskussioner med utvecklare och tekniker har gett insikt i hur produkten kommer fungera rent tekniskt och hur den kan konstrueras för att tillverkas samt monteras och repareras.

Grundstrukturen av den ursprungliga tidsplanen har hållits, den ursprungliga och verkliga planen presenteras i bilaga A. Flera moment gick snabbare att genomföra än vad som var avsatt i den ursprungliga planen. Det gick även att arbeta mer parallellt med formspråket och styrenheten än initi-

alt planerat, därav kunde grunden till styrenheten tas fram redan under vidareutveckling av formspråket. Utveckling i detalj av formspråket skedde parallellt med att styrenheten utvecklades.

Formspråket och dess estetiska egenskaper är föremål för personliga samt företagsstrategiska åsikter. Under arbetets gång har flertalet av dessa diskuterats och samtliga har inte kunnat beaktas. Det som presenterats i detta arbetet är med avsikt inte särskilt hårt specificerat för att lämna utrymme för mångsidighet och framtida utveckling. Det finns för- och nackdelar med hur tydligt ett formspråk specificeras samt hur genomgående det är. Eftersom Exensor inte tidigare haft något specificerat formspråk så ansågs det lämpligt att börja med ett som inte var för hårt specificerat.

Under projektets gång så har olika för- och nackdelar kring användbarheten av den presenterade styrenheten diskuterats. Där särskilt positioneringen av kontaktdon och lagringsmediat flaggats som viktiga. Där framförallt bra positionering av lagringsmediat varit svårt att ta full hänsyn till med tanke på att dess storlek inte varit bestämd. Åsikter kring detta framkamm även ganska sent under projektets gång. I efterhand så hade det varit bättre att ta fram flera olika förslag på möjlig positionering med olika storlekar, så att de möjliga alternativen kunde ha jämförts. Istället rekommenderas det att besluta om lagringsmediats storlek så snart som möjligt medan styrenhetens utformning fortfarande är ganska flexibel.

Projektet har varit brett och inneburit utmaningar inom många olika områden. Estetiska, tekniska, användar- och tillverkningsorienterade aspekter har beaktats och vägts mot varandra. Det har bidragit med mycket ny kunskap och erfarenhet om att utveckla ett visuellt uttryck samt att konstruera en produkt med avsikten att den ska tillverkas och säljas.

Referenser

- [1] Österlin, K. (2016). *Design i fokus* (4. utg.). Liber.
- [2] Olsson, E. & Perning, U. (1981). *Värdeanalys - Kreativ Problemlösning* (4. utg.).
- [3] Exensor. (2022a). *About us*. Hämtad 28 juni 2022, från <https://www.exensor.com/exensor/>
- [4] Exensor. (2022b). *Long Range Camera*. Hämtad 29 juni 2022, från <https://www.exensor.com/products/flexnet-flexible-network-of-sensors/electro-optics/long-range-camera/>
- [5] Information från Bertin Exensor. (2022).
- [6] FMV. (2022). *Vårt Uppdrag*. Hämtad 1 juli 2022, från <https://www.fmv.se/om-fmv/vart-uppdrag/>
- [7] FMV. (2020). *Från beställning till avtal*. Hämtad 1 juli 2022, från <https://www.fmv.se/upphandling/om-upphandling/>
- [8] Nylander, L. (2007). Om materieförsörjningen i Försvarsmakten. *Försvarsmakten*. Hämtad 1 juli 2022, från <https://www.forsvarsmakten.se/sv/aktuellt/2007/12/om-materieforsorjningen-i-forsvarsmakten/>
- [9] Ulrich, K. & Eppinger, S. (2012). *Product Design and Development* (5. utg.). McGraw-Hill.
- [10] Nexvision. (2021). *Nexvision Product Catalog*. Hämtad 4 juli 2022, från <https://nexvision.fr/wp-content/uploads/2021/01/nexvisions-product-ecosystem-vertical-2021.pdf>
- [11] Bohgard, M., Karlsson, S., Lovén, E., Mikaelsson, L.-Å., Mårtensson, L., Osvalder, A.-L., Rose, L. & Ulfvengren, P. (2008). *Arbete och teknik på människans villkor* (1. utg.). Prevent.
- [12] Försvarsmakten. (2022). Personalsiffror. *Försvarsmakten*. Hämtad 10 augusti 2022, från <https://www.forsvarsmakten.se/sv/organisation/om-var-organisation/personalsiffror/>
- [13] Jr, W. D. C. & Rethwisch, D. G. (2016). *Fundamentals of Materials Science and Engineering* (5. utg.). John Wiley & Sons, Inc.
- [14] Gan, X., Fei, G., Wang, J., Wang, Z., Lavorgna, M. & Xia, H. (2020). Powder quality and electrical conductivity of selective laser sintered polymer composite components. I K. Friedrich, R. Walter, C. Soutis, S. G. Advani & I. H. B. Fiedler (Red.), *Structure and Properties of*

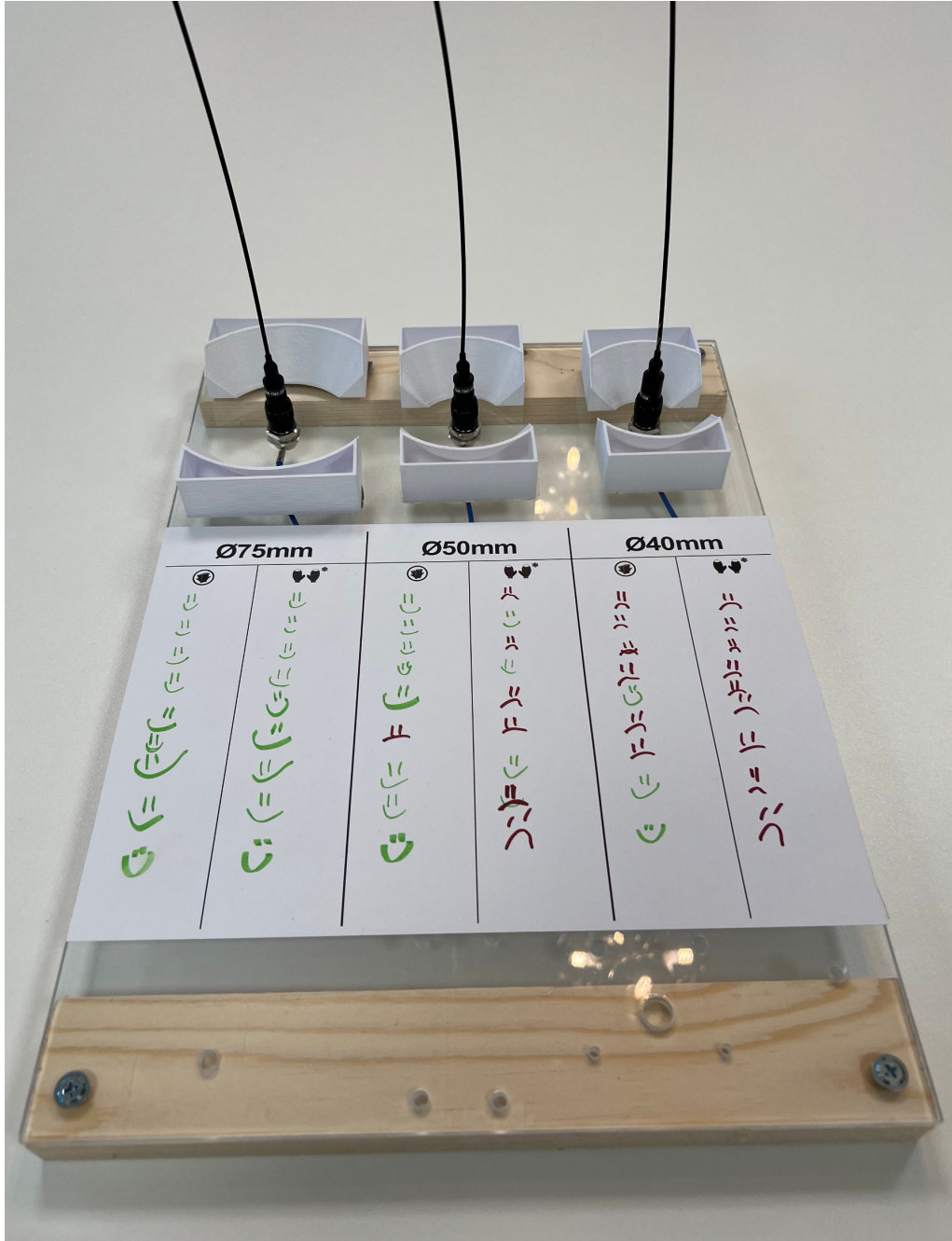
- Additive Manufactured Polymer Components* (s. 149–185). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819535-2.00006-5>
- [15] Bruder, U. (2018). *Värt att veta om plast* (8. utg.). Bruder Consulting.
- [16] Ståhl, J.-E. (2017). *Industriella Tillverkningssystem del I - Material och tillverkningsmetoder*. Industriell Produktion. Institutionen för Maskinteknologi, LTH.
- [17] Jinsik, K., Doo-Man, C., Wook, P. H. & Jisoo, K. (2022). Waterproof and Wear-Resistant Surface Treatment on Printed Parts of Polyamide 12 (PA12) by Selective Laser Sintering Using a Large Pulsed Electron Beam. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40684-022-00420-4>
- [18] Company, R. (2022). *Conductive & Anti-Static Thermoplastic Compounds*. Hämtad 4 augusti 2022, från <https://www.rtpcompany.com/products/conductive/>
- [19] Geetha, S. K., Kumar, K. K. S., Rao, C. R. K., Vijayan, M. T. & Trivedi, D. C. (2009). EMI shielding: Methods and materials A review. *Journal of Applied Polymer Science*, 112, 2073–2086.
- [20] Viskadourakis, Z., Vasilopoulos, K., Economou, E. N., Soukoulis, C. & Kenanakis, G. (2017). Electromagnetic shielding effectiveness of 3D printed polymer composites. *Applied Physics A*, 123.
- [21] Zheng, Y., Huang, X., Chen, J., Wu, K., Wang, J. & Zhang, X. (2021). A Review of Conductive Carbon Materials for 3D Printing: Materials, Technologies, Properties, and Applications. *Materials*, 14(14). <https://doi.org/10.3390/ma14143911>
- [22] Wematter, V. M. -. (2022). Conductive 3D prints with Graphene in development by startups Graphmatech and Wematter. Hämtad 4 augusti 2022, från <https://wematter.se/3d-prints-with-graphene-in-development-by-graphmatech-and-wematter/>
- [23] Gröndahl, F. & Svanström, M. (2011). *Hållbar utveckling : en introduktion för ingenjörer och andra problemlösare* (1. utg.). Liber.
- [24] Harting. (2022). *Han 16B-HBM-SL Snap Cap*. Hämtad 3 augusti 2022, från https://b2b.harting.com/ebusiness/en_us/Han-16B-HBM-SL-Snap-Cap/09300161306
- [25] Corporation, V. P. (2022). *Environmental Seal Double-D Gaskets*. Hämtad 5 augusti 2022, från <https://rubberextrusion.vanguardproducts>.

[com/product/gasket-not-under-shear-loading/environmental-seal-double-d-gaskets](#)

Bilaga B Användartest



Figur B.1: Handskarna som användes under testet.



Figur B.2: Uppställning och resultat från testet. Användarna fick prova med båda typer av handskar på varje dimension och fylla i om de ansåg att det var tillräckligt med utrymme. Antennkontaktarna är fästa i en transparent akrylskiva, med 3D utskrivna "klackar" som fästs med tejp för att simulera den koniska urskärningen.