

Desinficering av sjukvårdstelefoner

Utveckling av en produkt som kombinerar laddning och desinficering med hjälp av ultraviolett strålning

Kandidatarbete i Teknisk design

KRISTOFFER BORRE, IDA KARLSSON,
RICHARD LARSSON, JOSEFIN SOHL

Institutionen för Produkt och Produktionsutveckling
Avdelningen Design & Human Factors
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2010

KANDIDATARBETE PPUX03

Desinficering av sjukvårdstelefoner

Utveckling av en produkt som kombinerar laddning och desinficering
med hjälp av ultraviolet strålning

Kandidatarbete i Teknisk design

BORRE KRISTOFFER, KARLSSON IDA, LARSSON RICHARD, SOHL JOSEFIN

Institutionen för Produkt och Produktionsutveckling
Avdelningen för Design & Human Factors

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2010

Desinficering av sjukvårdstelefoner
Utveckling av en produkt som kombinerar laddning och desinficering med hjälp
av ultraviolett strålning
Kandidatarbete i Teknisk design
BORRE KRISTOFFER, KARLSSON IDA, LARSSON RICHARD, SOHL JOSEFIN

© BORRE KRISTOFFER, KARLSSON IDA, LARSSON RICHARD, SOHL JOSEFIN
2010

Kandidatarbete PPUX03
Institutionen för Produkt och Produktionsutveckling
Avdelningen Design & Human Factors
Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg
Sverige
Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Omslag:
Renderad bild på slutprodukt, med transparent lucka för att exponera den inre
strukturen

Tryckeri / Institutionen för Produkt och Produktionsutveckling
Göteborg, Sverige 2010

Förord

Denna rapport är en dokumentation av produktutvecklingsprojektet "Desinficering av sjukvårdstelefoner", som genomfördes som ett kandidatarbete på Chalmers Tekniska Högskola våren 2010 . Projektet utfördes av studenter på programmet Teknisk Design i samarbete med Ascom Wireless Solutions.

Flera personer var till stor hjälp under arbetet då de bidrog med kunskap och vägledning som ledde fram till en väl genomförd process och ett fint slutresultat . Först och främst vill vi tacka Robert Holmberg på Ascom Wireless Solutions för hans stöd och engagemang i projektet.

Vi vill också tacka vår examinator, Örjan Söderberg och handledarna Alexandra Rånge och Oskar Rexfelt för deras vägledning under arbetets gång.

Göteborg, den 11 maj 2010-05-11

Kristoffer Borre, Ida Karlsson, Richard Larsson och Josefin Sohl

Sammandrag

Ultraviolett strålning har länge använts för desinfektion av vatten för att eliminera mikroorganismer, dvs. bakterier, virus och svamp. På senare tid har användningen även ökat vad gäller desinfektion av fysiska objekt med UV-strålning. Syftet med detta kandidatarbete har varit att undersöka möjligheten att använda UV-strålning för att desinficera DECT-telefoner i en laddningsstation samt utveckla ett koncept för detta ändamål. En studie genomfördes för att identifiera den mest effektiva metoden för att desinficera objekt. För att uppnå hög desinficeringsgrad bör UVB- eller UVC-strålning användas, samt en inneslutning som förhindrar ljus från att komma in i desinfektionskammaren. Att hålla ljuset ute är viktigt för att förhindra att mikroorganismerna växer till liv efter att de oskadliggjorts av UV-strålningen. En prototyp till en laddstation konstruerades som inorporerade kognitiv ergonomi och design för att göra den väl anpassad till användning i sjukhusmiljö.

Abstract

Ultraviolet Germicidal Irradiation has long been used for water disinfection of microorganisms i.e. bacteria, viruses and fungi. Recently, there has been a surge of products using UVGI for disinfecting objects. The purpose of this bachelor project has been to evaluate the use of ultraviolet light as a means of disinfection of DECT phones in a charging station. A study was conducted to identify the most efficient method of ultraviolet disinfection regarding objects. To achieve a high degree of disinfection UVB- or UVC-radiation should be used as well as an encapsulation that prevents light from entering the disinfection chamber. To keep the light out is important to prevent photo reactivation of the bacteria extinguished by the ultraviolet light. A prototype charger station was subsequently constructed, using cognitive ergonomics as well as product design to make it well suitable for use in a hospital environment.

Innehållsförteckning

SAMMANDRAG	3
ABSTRACT	4
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	5
1 INLEDNING	8
1.1 BAKGRUND	8
1.2 SYFTE OCH MÅL.....	9
1.3 FRÅGESTÄLLNING.....	9
1.4 RAMAR OCH AVGRÄNSNINGAR	9
2 METODER OCH VERKTYG	10
2.1 FÖRSTUDIE	10
2.1.1 Intervjuer.....	10
2.1.2 Observationer.....	11
2.1.3 Enkätundersökning	11
2.2 ANALYS AV PRODUKT.....	12
2.2.1 Heuristic Task Analysis (HTA).....	12
2.2.2 Funktionsanalys.....	12
2.2.3 Miljöeffektsanalys.....	12
2.2.4 EEA-analys.....	13
2.3 IDÉGENERERING	13
2.3.1 Brainstorming.....	13
2.3.2 Osbornes idésporrar.....	13
2.3.3 Slumpordlista	14
2.3.4 Morfologisk matris.....	14
2.3.5 Mood board	14
2.4 UTVÄRDERING AV KONCEPT	14
2.4.1 Elimineringmatris	14
2.4.2 Pugh-matris.....	16
3 GENOMFÖRANDE	17
3.1 PROJEKTPLANERING OCH UPPTÄKT.....	18
3.2 FÖRSTUDIE	18
3.3 IDÉGENERERING OCH IDÉUTVECKLING	19
3.4 KONCEPTUTVÄRDERING OCH KONCEPTVAL.....	19
3.5 KONCEPTUTVECKLING OCH DETALJKONSTRUKTION	19
3.6 TILLVERKNINGSANPASSNING	20
3.7 SLUTREDOVISNING	20
4 DELRESULTAT	21
4.1 DATAINSAMLING OCH ANALYS	21
4.1.1 Smittspridning på sjukhus.....	21
4.1.2 Desinfektion med ultraviolettt strålning.....	22
4.1.3 UV-strålningens effekt på polymerer.....	23
4.1.4 Beräkning av belysningstid.....	24
4.1.5 Säkerhetsföreskrifter vid användning av ultraviolettt strålning.....	26
4.1.6 Befintlig produkt.....	27
4.1.7 Användningsmiljö.....	28
4.1.8 Användare.....	28
4.1.9 Hantering	28
4.1.10 Ergonomi.....	29
4.1.11 Miljöeffektanalys	30

4.1.12	<i>AIDG – Ascom Industrial Design Guideline</i>	31
4.1.13	<i>Mood board</i>	32
4.2	KRAVSPECIFIKATION.....	33
4.2.1	<i>Utmaningar</i>	35
4.3	VAL AV LJUSKÄLLA	35
4.4	IDÉGENERERING OCH UTVÄRDERING	36
4.4.1	<i>Öppningsfunktion</i>	37
4.4.2	<i>Handtag</i>	38
4.4.3	<i>Ställning för telefoner</i>	39
4.4.4	<i>Indikatorer för laddningsstatus</i>	40
4.5	KONCEPT OCH DELREDOVISNING.....	42
4.5.1	<i>Koncept Byrålådan</i>	42
4.5.2	<i>Koncept Tombolan</i>	43
4.5.3	<i>Koncept Brödlådan</i>	44
4.5.4	<i>Koncept Boxen</i>	45
4.6	KONCEPTUTVÄRDERING.....	46
4.6.1	<i>Koncept Byrålådan</i>	46
4.6.2	<i>Koncept Tombolan</i>	46
4.6.3	<i>Koncept Brödlådan</i>	47
4.6.4	<i>Koncept Boxen</i>	48
4.7	KONCEPTVAL.....	48
4.8	VIDAREUTVECKLING AV VALT KONCEPT.....	48
5	SLUTRESULTAT	49
5.1	SLUTLIG PRODUKT.....	50
5.2	DETALJKONSTRUKTION	51
5.3	MATERIAL.....	54
5.4	TILLVERKNINGSANPASSNING	55
5.5	KOSTNADER.....	55
6	DISKUSSION	57
6.1	METODER.....	57
6.2	GENOMFÖRANDE	58
6.3	SLUTRESULTAT	60
6.3.1	<i>Indikatorer</i>	60
6.3.2	<i>Ställning</i>	60
6.3.3	<i>Handtag</i>	61
6.3.4	<i>Miljöanpassning</i>	61
6.3.5	<i>Material</i>	61
6.4	VIDAREUTVECKLING	62
6.5	SYFTE OCH MÅL.....	62
6.6	AVGRÄNSNINGAR.....	63
6.7	PROJEKTET I ALLMÄNHET	63
7	SLUTSATS	64
	REFERENSER	65

BILAGOR	68
BILAGA 1 - FUNKTIONSANALYS	70
BILAGA 2 - EEA-ANALYS	71
BILAGA 3 - SAMMANSTÄLLNING ENKÄTSVAR	73
BILAGA 4 - MORFOLOGISK MATRIS	74
BILAGA 5 - ELIMINERINGSMATRISER	75
BILAGA 6 - PUGH-MATRIS.....	76
BILAGA 7 - PREFERENSTEST PROFIL	78
BILAGA 8 - DIAGRAM RESULTAT PREFERENSTEST PROFIL	80
BILAGA 9 - UTVÄRDERING AV SLUTPRODUKT GENTEMOT KRAVSPECIFIKATION	83
BILAGA 10 - FOTON AV FYSISK SLUTMODELL	85

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I samhället och framförallt inom vården är det idag aktuellt med hälso- och smittskyddsfrågor. Skydd mot smittspridning är speciellt viktigt i sjukhusmiljö där risken för smittspridning mellan patienter är stor eftersom sjukvårdspersonalen förflyttar redskap och verktyg mellan olika patientrum (Jeske et al. 2007). Smitta kan då överföras mellan patienterna och orsaka onödiga insjukningar och i värsta fall även dödsfall (Basal hygien inom hälso- och sjukvården m.m. 2009:37). Ett viktigt redskap som vårdpersonalen använder i sin yrkesroll är trådlösa telefoner. Telefonerna är viktiga kommunikationsredskap som bärs med under hela arbetsdagen och som även kan ge information om hur de enskilda patienternas hälsovården ser ut. Eftersom telefonerna bärs av sjukvårdspersonal på deras ronder är det viktigt att de är rena för att minska risken för spridning av smittor. Undersökningar från olika delar av världen visar att det i dagsläget kan finnas patogener, smittbärande organismer, på upp till 20 procent av sjukvårdspersonalens telefoner (Goldblatt et al. 2007).

Uppdragsgivaren för projektet, Ascom Wireless Solutions Sverige, ingår i Ascomgruppen med säte i Schweiz. Ascom Wireless Solutions Sverige, här efter benämnt Ascom, har sitt huvudkontor i Göteborg och fokuserar på trådlös internkommunikation för industri och sjukvård.

Ascom har börjat undersöka hur telefoner på ett effektivt och kontinuerligt sätt kan desinficeras till en hög grad av renhet utan att risken för "mänskliga faktorn" ska påverka resultatet, exempelvis att vårdpersonal glömmar eller inte har tid att rengöra telefonerna. Konceptet består i att kombinera desinficering av telefonerna med uppladdning av deras batteri i laddningsstationerna. Telefonerna kommer då att automatiskt desinficeras varje gång de laddas. Ultraviolett strålning, här efter benämnt UV-strålning, används för själva desinficeringen medan batteriuppladdningen ska ske med samma teknik som finns idag.

Konceptet ger en stark fördel mot konkurrenter då det är något som inte finns på marknaden idag. Desinficering med hjälp av UV-strålning är dock en teknik som funnits sedan mitten av 1800-talet och har visat sig kunna vara väldigt effektivt. Tester har visat att den starkaste UVC-strålningen kan eliminera över 99.9 procent av bakterierna på en yta (Kowalski 2009).

1.2 Syfte och mål

Syftet med projektet är att undersöka förutsättningarna för att ta fram koncept på en laddningsstation för trådlösa telefoner i sjukhusmiljö med integrerad desinficering med hjälp av ultraviolett strålning, så kallad UVGI-teknik (*Ultraviolet Germicidal Irradiation*) samt arbeta fram ett koncept på en sådan produkt.

Målet är att ta fram material och koncept till en produkt som är tillräckligt genomarbetat för att det ska gå att avgöra om det finns möjlighet för vidareutveckling. I konceptet ska kostnadsberäkningar, tidsaspekter med avseende på renings- och laddningstider, säkerhet samt materialbeständighet beaktas.

1.3 Frågeställning

Följande frågeställningar ska besvaras under projektets gång.

- Vilka krav ställs på produkten vad gäller desinficerande egenskaper, livslängd under långvarig UV-bestrålning och vilka arbetsmiljöskydds krav finns för användande av UV-strålning?
- Hur ska produkten utformas för att på bästa möjliga sätt uppfylla de krav som ställs på den från brukarmiljö, uppdragsgivare och användare?
- Hur kan det slutliga konceptet vidareutvecklas?

1.4 Ramar och avgränsningar

Projektets omfattning kommer begränsas vad gäller följande:

- Vad gäller produktens semantiska förståelse kommer avgränsning göras till företagets huvudsakliga marknader, dvs. Europa och Nordamerika.s
- Användningsmiljön kommer att begränsas till de krav som uppstår i en sjukhusmiljö.
- Kostnadskalkyler kommer inte beräknas exakt, men kommer uppskattas med hög noggrannhet.
- Den invändiga konstruktionen av produkten kommer inte vara exakt utan presenteras i generella drag.

2 Metoder och verktyg

Användning av systematiska konstruktionsmetoder och verktyg under ett projekts samtliga faser ger en god grund för beslutsfattande vilket underlättar det vidare arbetet. De ger även läsaren möjlighet att följa de tankegångar som förs i beslutsprocesser samt ger stöd i form av checklistor som förhindrar att viktiga moment glöms bort (Johannesson et al. 2004:108).

Nedanstående text beskriver de metoder och verktyg som har använts i detta projekt.

2.1 Förstudie

Under förstudien i en produktutvecklingsprocess söks information och fakta som kan vara relevant för utvecklingsarbetet. Informationen kan handla om en särskild teknik som ska användas i produkten eller syfta till att ge kunskap om användning eller upplevelse av en befintlig, liknande produkt. Nedan presenteras de informationsinsamlingsmetoder som har använts i det här projektet.

2.1.1 Intervjuer

Intervjuer kan vara både strukturerade, halvstrukturerade och ostrukturerade. Vid strukturerade intervjuer får den intervjuade personen välja svar från ett antal förbestämda alternativ, eller ge en gradering som svar på en fråga. Resultaten från denna typ av intervju är lätta att analysera och föra statistik på.

En halvstrukturerad intervju ger intervjuaren möjlighet att variera frågorna beroende på vilka svar som ges. Intervjuaren har ofta en tydlig bild av vad svaren kan komma att bli, men metoden öppnar upp för flera alternativ. Frågeställaren kan växla mellan öppna frågor och frågor med förväntande svar.

Vid den ostrukturerade intervjun är frågorna öppna och den intervjuade har chans att styra ämnet till det som anses viktigast/mest relevant ur dennes synpunkt. Denna typ av intervju kan exempelvis väljas om intervjun handlar om ett ämne där frågeställaren inte har så mycket tidigare kunskap, men även andra behov kan spela in.

Vid användning av intervjumetoder är det mindre risk att den intervjuade misstolkar frågorna, och det är större chans att fler svar kommer in jämfört med enkätundersökningar. Närvaron av intervjuaren kan dock påverka svaren, eftersom den intervjuade personen kan känna sig tvungen att ge de svar som denne tror att intervjuaren vill ha. (Jordan 2002:68-69)

2.1.2 Observationer

Observation innebär att användare studeras i den miljö där produkten vanligtvis brukas. Metoden har en hög ekologisk validitet jämfört med studier utförda i t.ex. laboriemiljö. Utredaren kan välja att be användaren utföra ett antal uppgifter för att se hur denne löser ett specifikt problem eller välja att observera hur användaren beter sig i en normal situation utan några regler eller begränsningar.

Under studien är det viktigt att utredaren minimerar eventuella effekter av sin egen närvaro. Om användaren vet att han/hon blir betraktad kan det påverka dennes handlingar. Minimering av närvaro kan t.ex. uppnås genom att studien utförs på avstånd eller med en dold kamera. (Jordan 2002:63)

2.1.3 Enkätundersökning

Ett effektivt sätt att nå ut till många brukare är att använda sig av enkäter. Dessa kan se ut på många sätt och kan vara antingen i pappersform eller i digital form.

Två saker påverkar svaren i en enkät: hur frågorna är ställda och hur svarsalternativen ser ut. Frågorna kan vara riktade t.ex. "Hur lätt var produkten att använda" eller mer neutrala, "Produktens användning var...". Det första alternativet har en positiv vinkling som kan påverka brukaren medan den andra formuleringen kan anses något formell och uppstyld. Svarsalternativen kan antingen bestå av fördefinierade alternativ eller vara helt öppna, dvs. då brukaren själv formulerar sitt svar på frågan. Vid fördefinierade alternativ kan fixa alternativ som "1 gång per dag, 1 gång per vecka..., aldrig" osv. användas, eller en linjär form med två ändpunkter där brukaren själv får estimera vart på skalan denne hamnar. Ändpunkterna är oftast motsatser, t.ex. "Väldigt bra - Väldigt dåligt". Skalan däremellan kan se ut på olika sätt. Ett sätt är att sätta in boxar som kan finnas antingen i jämnt eller ojämnt tal. Ett jämt antal boxar tvingar användaren att luta åt någon av ändpunkterna, däremot kan de brukare som ligger exakt i mitten inte välja det alternativ de önskar. Detta bör beaktas när svaren analyseras och sammanställs, bl.a. visar forskning på att 10-40 procent fler väljer ett neutralt alternativ om det finns tillgängligt. (Rexfelt 2010)

Antal steg som finns att välja på kan också variera. Det är viktigt att fundera på t.ex. hur mycket mer kvalitativ information det ger om en användare väljer "steg 7 av 10" istället för "steg 8 av 10". Om brukaren ska få välja mer på känsla kan en linje med eller utan steg sättas in och användaren får markera vart denne ligger.

Om statistik och tabeller ska föras över enkätsvaren krävs fördefinierade svar. Förutom att det är lätt att nå ut till en stor målgrupp har en enkät även fördelen att brukaren inte behöver interagera direkt med en försöksledare, vilket kan påverka svaren. Om enkäterna skickas ut är det oftast väldigt låg andel som återkommer ifyllda. Ett sätt att lösa detta på kan vara att bjuda in personer och låta dem fylla i enkäten på plats. (Jordan 2002:65-67)

2.2 Analys av produkt

Ett tidigt steg i produktutvecklingsprocessen är att analysera en befintlig eller liknande produkt om sådan existerar. Detta görs för att belysa eventuella problem med produkten gällande dess funktion, användning eller ergonomi för att på så sätt ta reda på vilka områden som kan förbättras. För analysarbetet finns en mängd metoder att välja bland. I följande stycke beskrivs endast de som använts i detta arbete.

2.2.1 Heuristic Task Analysis (HTA)

Med hjälp av en HTA delas momenten av en handlingssekvens upp i steg som struktureras upp i en kronologisk hierarki. På detta sätt fås en överblick över vilka steg som krävs för att utföra en viss uppgift samt i vilken ordning dessa steg ska ske. Stegen kan sedan vidare analyseras med avseende på användarvänlighet. Både fysiska och kognitiva steg kan tas i beaktning, beroende på vad som eftersöks. (Jordan 2002:73-74)

2.2.2 Funktionsanalys

Vid utformandet av en produkt är det viktigt att ha en tydlig bild över vilka funktioner produkten bör ha. Funktionerna kan delas upp i olika kategorier. Det finns en huvudfunktion, som ofta är anledningen till varför produkten från början har utvecklats. För att kunna utföra huvudfunktionen krävs vanligtvis en mängd andra funktioner, så kallade delfunktioner. Den tredje kategorin kallas stödfunktioner. I den gruppen ingår de funktioner som stödjer den överordnade kategorin men utan att de är nödvändiga för att huvuduppgiften ska kunna utföras. Ett lämpligt sätt att beskriva funktionerna kortfattat är med ett verb och ett substantiv. Funktionerna kan delas in i hierarkier liknande de som görs i HTA-diagram. En sådan hierarki kallas för funktionsträd. Överst i funktionsträdet finns huvudfunktionen och längre ner finns de olika del- och stödfunktionerna. (Österlin 2007:42-44)

2.2.3 Miljöeffektsanalys

I en miljöeffektsanalys undersöks alla skeden i en produkts liv från råvaruframställning, till produktion och slutligen hur den förbrukas och kasseras. Analysen ger möjlighet att skapa förbättringar i samtliga av dessa skeden och på så sätt frambringa en mer miljömässigt hållbar lösning. (Österlin 2007:52)

2.2.4 EEA-analys

En metod för vidare bearbetning av miljöeffektsanalysen är en EEA, *Environmental Effect Analysis*. I EEA-analysen listas och specificeras först alla miljöeffektbärande aktiviteter och sedan viktas aktiviteterna med avseende på Styrande dokument (Sd), Intressenter (I), Omfattning (O) samt Potential för förändring (Pot). Styrande dokument avser vilka regleringar och lagar det finns både inom en organisation samt från samhället. Intressenter viktas hur stor påverkan företagets anseende får av de miljöeffektbärande aktiviteterna. Omfattning avser hur stor eller liten miljöeffekten blir av aktiviteterna, medan potential viktas hur stor potentialen är för att få till en förändring. De olika kriterierna bedöms från 1-3 och sedan läggs siffrorna ihop till en slutsumma. Ett beslut om eventuell åtgärd tas sedan baserat på de olika kriterierna. (Nyström 2009)

2.3 Idégenerering

När informationsinsamlings- och analysfaserna är klara påbörjas idéarbetet, där det är viktigt att ta fram så många idéer som möjligt. I detta skede görs inget urval av idéer utan alla idéer får en chans att utvecklas. Idéarbetet kan ske på flera sätt till exempel i grupp eller individuellt. Ofta är det bra att hämta inspiration från något eller att använda sig av någon av de idégenereringsmetoder som finns. Nedan följer exempel på några av dessa.

2.3.1 Brainstorming

Brainstorming är en metod för idégenerering som företrädesvis utförs i grupper på två till sex personer. De deltagande personerna får gärna ha olika intressen eller erfarenheter. För att brainstorming ska fungera så bra som möjligt är det viktigt att stämningen i gruppen är god och att alla medlemmar får komma till tals. Under mötet är det inte tillåtet att kritisera eller bedöma idéer. Gruppen bör sträva efter att ta fram ett så stort antal idéer som möjligt. Idéerna behöver inte vara realistiska, det viktigaste är att variationen mellan dem är stor. Materialet som kommer fram dokumenteras och används sedan för vidare utveckling. (Österlin 2007:51)

2.3.2 Osbornes idésporrar

Osbornes idésporrar är en metod som kan användas då en mängd idéer har tagit form. Med hjälp av en lista på ord såsom förstora, kombinera eller omplacera diskuteras idéerna och på så sätt kan nya synsätt uppstå som leder vidare till nya idéer. (Österlin 2007:52)

2.3.3 Slumpordlista

En slumpordlista kan användas för inspiration i idégenereringsfasen. Slumpvis utvalda ord plockas ur t.ex en ordlista eller tidning. Orden kan användas som de är eller kombineras. (Österlin 2007:52)

2.3.4 Morfologisk matris

En produkt bestående av flera komponenter eller funktioner som alla kan utformas på mer än ett sätt kan sammanfogas i en mängd varianter beroende på hur varianterna på komponenterna kombineras. För att få en tydlig bild av antalet möjligheter som finns kan det vara bra att ställa upp en matris över de olika komponenterna och deras lösningar. Detta kallas för en morfologisk matris. Utseendet på matrisen kan anpassas efter produkten. (Österlin 2007:56-57)

2.3.5 Mood board

Mood board används för att skapa en helhets känsla vad gäller eftersträvd form, färg och uttryck för en produkt. Olika bilder sätts samman till ett collage som fungerar som inspirationskälla under projektarbetet. Till skillnad från en kravlista behöver den eftersträfvade stilen i en mood board inte uppfyllas. (McDonagh & Storer 2004)

2.4 Utvärdering av koncept

När ett flertal idéer har arbetats fram är nästa steg att utvärdera dessa. Detta görs för att tydligt visa för- och nackdelar med idéerna. Arbetet är självdokumenterande och kan senare användas som beslutsunderlag vid val av koncept. För att göra en utvärdering finns det olika typer av matriser till hjälp. Matriserna varierar efter hur jämförelserna sker och vad som tas i beaktande vid bedömningarna. Vissa matriser jämför de olika idéerna mot varandra och andra värderar varje idé oberoende av de övriga. I det här projektet användes två matriser som presenteras i följande stycken.

2.4.1 Elimineringssmatris

I det första steget i utvärderingsprocessen utförs en inledande sällning av idéerna. Endast lösningar som uppfyller de ställda kraven eller lösningar som behöver undersökas ytterligare, för att kunna bedömas utifrån givna kriterier, går vidare i processen. För att göra detta första urval kan en elimineringssmatris användas. (se figur 1)

Sid 1	Elimineringsmatris för:							Elimineringskriterier: (+) Ja (-) Nej (?) Mer info krävs (!) Kontroll produktspec	
Lösning	Löser huvudproblemet	Uppfyller alla krav	Realiserbar	Inom kostnadsramen	Säker och ergonomisk	Passar företaget	Tillräcklig info	Beslut: (+) Fullfölj lösning (-) Eliminera lösning (?) Sök mer info (!) Kontroll produktspec	
								Kommentar	Beslut
1	+	+	+	+	+	+	+		+
2	+	+	-						-
3	+	+	?	+	+	+	+		?
4									
5									
6									
7									

Figur 1: Elimineringsmatris efter Pahl och Beitz

Med hjälp av matrisen bedöms samtliga lösningar efter huruvida de

- löser huvudproblemet
- uppfyller kraven i produktspecifikationen
- kan realiseras i verkligheten
- är inom den gällande kostnadsramen
- är fördelaktiga ur miljö-, säkerhets- eller ergonomisk synvinkel
- passar företagets produktprogram

Efter att bedömningen gjorts framgår det tydligt vilka koncept som går vidare till nästa utvärdering (+), vilka som inte gör det (-) samt vilka som kräver mer efterforskning (?). (Johannesson et al. 2004:132-133)

2.4.2 Pugh-matris

Efter eliminering med hjälp av matriser krävs ytterligare utvärdering för att komma fram till det mest passande konceptet. Detta steg kan göras genom användning av Pughs relativa beslutsmatris (se figur 2). Metoden resulterar i ytterligare eliminering av alternativ men även i skapande av nya genom kombinationer av de tidigare alternativen. I en relativ beslutsmatris jämförs de olika koncepten med varandra. Utifrån produktspecifikationen formuleras urvalskriterier som används för jämförelsen. Därefter väljs ett av alternativen ut som referensobjekt och mot detta viktas sedan de övriga alternativen för vart och ett av urvalskriterierna. Viktningen sker genom att ställning tas till huruvida alternativet är bättre (+), lika bra (0) eller sämre (-) än referensobjektet. Då bedömningen avslutats summeras resultatet i antal (+), (0) och (-), ett nettovärde beräknas och beslut om vidareutveckling tas. (Johannesson et al. 2004:133-134)

Kriterium	Alternativ				
	1 (ref)	2	3	4	5
Önskemål A		0	+	0	-
Önskemål B		+	+	+	+
Önskemål C		0	0	-	-
Krav D		0	-	0	0
Önskemål E		-	+	-	-
Summa (+)		1	3	1	1
Summa (0)		3	1	2	1
Summa (-)		1	1	2	3
Nettovärde	0	0	2	-1	-2
Rangordning	2	2	1	4	5
Vidareutveckling	ja	ja	ja	nej	nej

Figur 2: Relativ beslutsmatris enligt Pugh

3 Genomförande

Projektets genomförande visas översiktligt i figur 3. Uppstart och projektplanering tog den första arbetsveckan i anspråk. I denna fas strukturerades arbetet upp och en tidsplanering togs fram.

Förstudien pågick under en längre tid. Till en början var informationsinsamlingen inriktad på att ge en övergripande kunskap om de tekniker som var tänkta att användas och efter hand blev informationen som söktes mer specificerad. Informationen som kom fram analyserades och sammanställdes för att utgöra grunden för arbetet i de kommande projektfaserna.

Idégenerering och idéutveckling skedde parallellt i en iterativ process. Inledningsvis togs enklare idéer fram av huvud- och delfunktionerna och ett par av de olika detaljerna. Några av dessa idéer utvecklades till förbättrade versioner och andra ledde fram till helt nya idéer. De olika dellösningarna jämfördes i en elimineringsmatris som resulterade i att fyra koncept att gå vidare med valdes ut.

I konceptutvärderingen användes Pugh-matrisen för att jämföra de fyra koncepten som tagits fram och underlätta ett beslut i konceptvalsfasen. Samtliga resultat till och med konceptutvärderingen presenterades i en delredovisning som hölls då projektet kommit halvvägs tidsmässigt.

Tillsammans med uppdragsgivaren valdes ett slutligt koncept ut. Beslutet grundades delvis på de för och nackdelar som framkom ur Pugh-matrisen men även på personliga åsikter från arbetsgruppen och uppdragsgivaren.

Då ett koncept valts ut var nästa steg att vidareutveckla detta genom tillverkningsanpassning och detaljkonstruktion. Återigen bearbetades båda faserna parallellt och iterativt. En stor del av laddningsstationens form och dess detaljer söktes fram med hjälp av CAD-program.

Arbetet ledde fram till ett slutresultat som godkändes av uppdragsgivaren. Den nya produkten utvärderades och hela resultatet presenterades på en slutlig redovisning.



Figur 3: Projektets faser

3.1 Projektplanering och uppstart

Projektet inleddes med en grundläggande planering där ett antal delmål samt ett slutmål formulerades. En projektbeskrivning innehållande de formulerade målen samt syfte, frågeställningar och avgränsningar togs fram och stämde av med uppdragsgivaren. Lämpliga metoder och tillvägagångssätt för samtliga av projektets faser diskuterades och valdes ut. Ett schema togs fram där viktiga hållpunkter, till exempel delredovisningar och möten lades in och tiden för var och en av faserna uppskattades och dokumenterades. För att skapa en tydlig bild av vad slutkonceptet förväntades uppfylla gjordes en kravspecifikation (se kap 4.2) och en enklare funktionsanalys (se bilaga 1). Kravspecifikationen uppdaterades allteftersom arbetet fortskred.

3.2 Förstudie

Under förstudien åtgick mycket tid till att söka information om UVGI-teknik, desinficering och UV-strålningens verkan på olika material. Detta gjordes främst genom litteratursökningar men även genom intervjuer av personer som var kunniga inom ämnena. Ett studiebesök gjordes på Bakteriologiska avdelningen på Sahlgrenska för att ge ytterligare kunskap om bakterier och smittspridning.

För att få en uppfattning om hur användningen av sjukhustelefoner och deras tillhörande laddningsstationer ser ut skickades en enkätundersökning till ett flertal sjukhus i Sverige, Danmark och Holland. Det skickades enkäter till sex svenska sjukhus och åtta utländska. Från de svenska sjukhusen returnerades fyra svar och från de utländska sjukhusen returnerades ett svar. I formuläret ställdes frågor om vilka i personalen som använder telefonerna, om telefonerna är personliga, om de flyttas mellan avdelningar, hur länge och hur ofta de laddas, hur de rengörs och om laddningsstationernas placering. För att komplettera informationen utfördes även ett besök på Sahlgrenska sjukhus där en kortare intervju hölls med en av läkarna.

En miljöeffektsanalys genomfördes med hjälp av en EEA-analys. Här analyserades först den befintliga laddningstationen och efter hand genomfördes en EEA-analys för den nya produkten allteftersom dennas beståndsdelar utformades.

Inför idégenereringen togs en mood board fram vilken byggde på uppdragsgivarens designmanual samt kunskaper om användningsmiljön och brukarna. I designmanualen fanns företagets formspråk, värderingar och önskade uttryck beskrivna.

Informationen som framkom under förstudien analyserades och sammanställdes och en kravspecifikation togs fram.

3.3 Idégenerering och idéutveckling

Idégenereringen inleddes med brainstorming. För inspiration användes Osbornes idésporrar och slumpordlista. Först koncentrerades arbetet på utformningen av de delar som ägde egenskaper som styrde utformningen av resterande funktioner. Därefter genererades lösningar på hur telefonerna skulle hållas uppräta, hur laddaren skulle indikera laddnings- och desinficeringsnivå samt hur insidan skulle konstrueras för att ge optimal bestrålning av telefonerna.

För att systematisera arbetet avsattes tid för både individuell och gemensam idégenerering. En metod som användes vid de gemensamma tillfällena var att samtliga medlemmar i gruppen skissade på idéer under ett par minuter och därefter skickades idéerna vidare till nästa gruppmedlem.

En del av idéerna vidareutvecklades eller användes som inspiration för helt nya lösningar. De lösningarna som blev resultatet av arbetet sorterades i en morfologisk matris (se bilaga 4) för att illustrera deras olika kombinationsmöjligheter.

3.4 Konzeptutvärdering och konceptval

Idégenereringen resulterade i en mängd idéer med stor inbördes variation. För att göra ett första urval av dessa användes en elimineringsmatris (se bilaga 5). Med denna som grund valdes fyra koncept som ansågs vara särskilt fördelaktiga.

De fyra koncepten undersöktes vidare med hjälp av modeller i kapa-board. Under modellbygget fastställdes konceptens form och dimensioner. De fyra lösningarna illustrerades därefter med noggrant utförda skisser.

Med hjälp av Pugh-matris (se bilaga 6) och kravspecifikation (se kap 4.2) utvärderades koncepten och jämfördes mot varandra. Koncepten och resultatet från utvärderingen redovisades för studenter och kursansvariga på Chalmers tekniska högskola och för uppdragsgivaren. Tillsammans med uppdragsgivaren valdes ett slutligt koncept ut. Beslutet baserades delvis på de för- och nackdelar som framkommit av utvärderingen men även på subjektiva åsikter från arbetsgrupp och uppdragsgivare.

3.5 Konzeptutveckling och detaljkonstruktion

När det slutliga konceptet valts ut återstod att utveckla detta så att krav och förväntningar möttes på ett fullgott vis. Till att börja med arbetades formen på ytterhöljet fram. Eftersom huvudfunktionens konstruktion var bestämd var detta mestadels ett estetiskt arbete som syftade till att fånga upp produktens önskade uttryck och göra det i linje med Ascoms designmanual och en framtagen mood board. Arbetet skedde genom skisser och med hjälp av CAD-program.

Arbetsgruppen träffades ofta under denna fas för att diskutera produktens form och utseende.

Vid utformandet lades stor vikt på laddningsstationens profil eftersom den utgjorde en stor del av det totala uttrycket. En mindre preferensundersökning utfördes där ett antal profiler visades och åtta testpersoner fick bedöma var och en av dessa genom att sätta kryss på en skala för vad de ansåg att profilen uttryckte. (se bilaga 7)

Då ett tillfredsställande uttryck uppnått påbörjades arbetet med detaljer. Flera alternativ togs fram för varje detalj och efter konsultation med uppdragsgivaren valdes de bästa alternativen ut.

3.6 Tillverkningsanpassning

Tillverkningsanpassningen fokuserade till stor del på elektroniken och laddningsstationens konstruktion. För att kretskort, sladdar och lysrör skulle rymmas inuti laddaren var det viktigt att det gavs tillräckligt med utrymme för dessa. Även i denna fas, som ägde rum samtidigt som konceptutveckling och detaljutformning, var CAD-program ett viktigt verktyg. Med hjälp av programmen kunde tester utföras för att exempelvis undersöka om komponenter slog i varandra vid handhavande.

Med avseende på produktens tänkta material togs även viss hänsyn till släppningsvinklar och rundningar. Optimal placering av skarvar och fästen diskuterades och ungefärliga kostnadsberäkningar togs fram.

3.7 Slutredovisning

Inför slutredovisningen utvärderades den framtagna produkten och renderingar togs fram av modellen som helhet och utvalda detaljer. Efter önskemål från uppdragsgivaren byggdes en realistisk modell i skala 1:1 försedd med dioder samt fungerande laddningsfunktion. Förutom en PowerPoint-presentation gjordes även en presentationsplansch av produkten. Det sammanfattade arbetet redovisades därefter med modell och bilder inför studenter och kursansvariga på Chalmers tekniska högskola och därefter för uppdragsgivaren.

4 Delresultat

I följande kapitel finns resultatet från förstudie, idéarbete och konceptutvärdering samlade. Inledningsvis presenteras fakta som tagits fram under förstudien och som anses relevant för produktens utformning. Detta följs av en presentation av gruppens idéförslag samt en utvärdering av dessa. Slutligen presenteras de fyra utvalda koncepten och processen fram till det slutliga valet av koncept.

4.1 Datainsamling och analys

Nedan följer samtliga resultat som framkom under förstudien. Mycket av materialet kommer från litteraturstudien och består därför av ren fakta och beräkningar som har använts för att fatta beslut om exempelvis lämpliga tekniker eller material, men här framläggs även information som framkom i enkätundersökning och miljöeffektsanalys om brukare, arbetsmiljö och ergonomi.

4.1.1 Smittspridning på sjukhus

Smittspridning på sjukhus är ett aktuellt samhällsproblem. Då patienter blir smittade av ett virus eller en bakterie på ett sjukhus kallas detta nosokomiala infektioner. Dessa infektioner har den senaste tiden börjat sprida sig och smitta även i övriga samhället. Detta leder till stora problem då virus som kommer från sjukhusmiljö i många fall utvecklat antibiotikaresistens. (Kowalski 2009:12)

På sjukhus kan patogener spridas både genom luften och genom kontakt med ytor. Det har visat sig att det finns ett starkt samband mellan densiteten av patogener i luften och på ytor. Patogener på ytor är grogrunden för de som sedan tas upp i luften, samt att de patogener som finns i luften fäster på ytor (Kowalski 2009:9). Den vanligaste vägen vid överföring av patogener till patienter är via sjukhuspersonalens händer (Stordalen 1999:39). Saliv kan också föra vidare smittbärande organismer (Lignell, 2010). Då en DECT-telefons mikrofon kan utsättas för saliv när personalen talar i den är detta viktigt att tänka på vid rengöring av telefonen.

Smittograden av nosokomiala infektioner ligger på cirka 10 procent av de som behandlas för kroppslig, ej psykiatrisk, slutenvård i Sverige (Öppna jämförelser av hälso- och sjukvårdens kvalitet och effektivitet: jämförelser mellan landsting 2009:49).

En studie på sjukhus i New York och Israel 2007 testade förekomsten av patogener på sjukvårdspersonalens bärbara telefoner. På sjukhuset i New York visade det sig att 10 procent av telefonerna som användes av sjukvårdspersonalen bar på minst en patogen. För sjukhusen i Israel var siffran 75 procent. Bland de smittade telefonerna förekom MRSA, vilken är en form av

resistenta bakterier, på 10 procent av enheterna. Studien visade även att mellan 38-58 procent av vårdpersonalen använde sina telefoner under själva patientkontakten. (Goldblatt, et al. 2007)

Det finns inga generella riktlinjer angående tvätt av telefoner på sjukhus. Men vad gäller handtvätt säger socialstyrelsens författning bl.a. att händer ska tvättas med alkoholbaserat handdesinfektionsmedel eller medel med motsvarande effekt, direkt före och efter patientkontakt. Skyddshandskar ska användas när det finns risk för kontakt med kroppsvätskor eller biologiskt material. (Socialstyrelsens föreskrifter. Basal hygien inom hälso- och sjukvården m.m. 2007) Enkäten som skickades ut visade att sjukhus idag använder ett antal skilda desinfektions- och rengöringsmetoder för telefonerna. Detta bekräftades även av Ascom som får många förfrågningar från sina kunder över vilka desinfektionsmedel telefonerna tål (Holmberg, 2010).

Effekten av vårdrelaterade sjukdomar blir både ökade kostnader för samhället samt personligt lidande för patienter. Vårdtiden ökas med i genomsnitt 4 dygn för varje fall av vårdrelaterad infektion och sammanlagt genererar dessa infektioner extra kostnader på 4,3 miljarder kronor per år i Sverige. (Öppna jämförelser av hälso- och sjukvårdens kvalitet och effektivitet: jämförelser mellan landsting 2009:50)

4.1.2 Desinfektion med ultraviolett strålning

Ultraviolett strålning är ljus med en våglängd mellan 100 och 400nm, vilket är osynligt för det mänskliga ögat. Inom detta spektrum finns ett flertal teoretiska indelningar, men de som är intressanta för desinfektion är främst UVC (200-280nm) och UVB (280-320nm). Både UVC och UVB-strålning förekommer naturligt, men UVC-strålningen endast i mycket begränsad omfattning. På grund av dess ovanlighet har levande organismer, såsom bakterier, inte byggt upp något naturligt skydd mot den och därför är den mycket skadlig för dessa. För UV-desinfektion är det således UVC- och UVB-strålning inom den lägre delen av spektret som är intressant. (Kowalski 2009:17-28)

Desinfektion med UV-strålning fungerar genom att strålningen bryter sönder mikroorganismernas DNA och RNA, vilket förhindrar att bakterierna kan föröka sig, men också leder till direkt celledöd hos en viss andel.

Känsligheten hos olika virus och bakterier varierar emellertid kraftigt. Dels finns en variation kring vilken del av UV-spektret där mikroorganismen uppvisar den största känsligheten och dels finns det variationer i den generella hårdigheten gentemot UV-ljus. Detta beror dels på att cellkärnorna omges i varierande grad av mörka proteiner, dvs. mörkt pigment, som absorberar UV-ljuset och förhindrar det att nå den känsliga kärnan och dels blanka celltytor som reflekterar UV-ljuset. (Kowalski 2009:28-42) Även fett från exempelvis fingeravtryck innehåller proteiner som absorberas UV-ljuset. Därför är det viktigt att skydda UV-lampor från vidröring om dessa ska användas till desinficering, annars minskar effekten.

En stor del bakterier kan dock återskapa sig själva efter bestrålningen, så kallad "photo reactivation", om de exponeras för dagsljus och har tillgång till hög luftfuktighet. Studier på E. Coli-bakterier har visat att processen har sin topp efter två till tre timmar från att UV-belysningen avslutats. Det visades också att graden av "photo reactivation" minskade om belysningstiden förlängdes (Kowalski 2009:68).

Vid utformning av desinfektionslösningar är det således viktigt att ta hänsyn till att objekten behöver befinna sig i mörker när de bestrålas med UV-ljus. De bör också vara kvar i mörker under cirka tre timmar för att graden av återskapade mikroorganismer ska vara så låg som möjligt. Det spelar inte någon större roll om de utsätts för små doser av dagsljus då och då under denna tid, utan det viktiga är att de största delen av tiden befinner sig i mörker.

Desinfektion med UV-strålning används mot mikroorganismer i luft, vatten och på ytor. Av dessa har desinfektionen av ytor den mest komplexa problematiken till följd av ytors varierande, och i mikroskopiskt perspektiv, skrovliga struktur. Till skillnad från ett flöde av vatten och luft har mikroorganismerna större möjlighet att döljas av gropar och skarvar i ytans struktur. Någon heltäckande forskning på området är således inte möjlig då variationerna från fall till fall är stora. I generella tester tycks dock skillnaderna vara minst i jämförelse med desinfektion av luft och vid beräkning av stråldoser kan dessa uppmätta värden användas även vid desinfektion av ytor. (Kowalski 2009:9)

4.1.3 UV-strålningens effekt på polymerer

De flesta polymerer har generellt dålig motståndskraft mot UV-strålning. Undantag finns dock som exempelvis PMMA, men det finns även olika sätt att förbättra UV-beständigheten hos andra plaster. Huvuddelen av forskningen angående ultraviolett strålningens nedbrytande effekt är gjord på den strålning som solen ger (UV-A och UV-B) och inte den energirikare UV-C-strålningen som huvudsakligen används vid desinficering. (Kowalski 2009:361) De studier som har gjorts på den strålningen har dock visat att effekterna är i stort sett desamma, bara kraftigare på grund av det högre energiinnehållet i den kortvågiga UV-C-strålningen.

Flera faktorer förutom vilken polymer plasten består av påverkar UV-beständigheten. Exempelvis färg och ytstruktur påverkar hur mycket av strålningen som absorberas respektive reflekteras bort. Den del av strålningen som absorberas bryter successivt ner materialet genom ett flertal olika processer. Hur nedbrytningsprocessen ser ut skiljer sig från polymer till polymer, men man kan generellt säga att energin i fotonerna i strålningen bryter bindningar mellan atomerna i polymeren och på så sätt bryts de ner till kortare kolkedjor. I andra material kan dock effekten istället vara att nya bindningar mellan atomer skapas och på så sätt förändrar materialets egenskaper. Även värmen i sig som bildas vid absorptionen av strålningen har nedbrytande effekter.

Vanligast är att effekterna av nedbrytningen börjar synas som en missfärgning i ytan på plasten. Under senare skeden, efter en högre stråldos, blir materialet poröst och får sämre strukturell hållfasthet. UV-strålningen tränger dock inte ner långt i materialet och endast det översta skiktet påverkas (ca 0,025 mm ner i materialet). Transparenta plaster är därför extra känsliga för UV-strålning eftersom effekterna av missfärgning på dem blir mycket tydligare och UV-strålningen kan tränga ner djupare i dessa.

För att minimera UV-strålningens effekt på plaster finns ett antal tekniker, förutom att från början välja en polymer med god motståndskraft. Det finns speciella tillsatser, så kallade UV-stabilisatorer, som kan blandas i plaster för att ge dem bättre UV-beständighet. De fungerar genom att ta upp strålningen och själva brytas ner, istället för att molekylerna i plasten gör det. Med tiden får de dock sämre effekt, beroende på vilken typ av stabilisator som används, men det finns exempel med mycket lång livslängd. De mest effektiva UV-stabilisatorerna tar upp och omvandlar strålningsenergin till värme vid materialets yta.

Ett tredje sätt att öka ett materials UV-beständighet är att använda någon form av ytbehandling som tål UV-strålning och skyddar materialet under. Metallisering är en vanlig form inom industrin och det utplånar i princip alla effekter som strålningen kan ha på plasten eftersom metaller inte påverkas alls av UV-strålning samt har låg genomsläpplighet av denna. Ett väldigt tunt skikt räcker då för att helt skydda materialet under från strålningen. En ytterligare fördel med denna metod som är användbar i telefonladdningsstationen är att det mesta av strålningen reflekteras från ytan och på så sätt kan en större andel användas till effektiv desinficering av telefonernas skal. Exempelvis reflekterar en aluminiumbeläggning upp till ca 80 procent (beroende på ytbehandling och -struktur) av strålningen. (Kowalski 2009:491) Magnesium är en annan metall som kan uppnå mycket hög grad av reflektion av UV-strålningen (upp till 98 procent), men då krävs ett avsevärt mycket tjockare lager än med aluminiumbeläggning (Kowalski 2009:373). Vanligast inom industrin och mest kostnadseffektivt är aluminiummetallisering.

Olika typer av färger kan också fungera som ett effektivt skydd mot strålningen. Bäst är att använda en ljus (vit) färg som reflekterar så mycket som möjligt av strålningen men även en mattsvart färg som absorberar nästan all strålning kan fungera om den har låg genomsläpplighet. Den kommer dock att upphettas mer än en färg som reflekterar en större andel av ljusspektret vilket kan påverka polymeren den ska skydda negativt. Med vanlig vit väggfärg kan ända upp till 60 procents reflektion av UV-strålningen uppnås.

4.1.4 Beräkning av belysningstid

De teoretiska beräkningsmodeller som finns kring desinfektion med UV-strålning är huvudsakligen anpassade till vatten och luftdesinfektion. Värden på mikroorganismernas överlevnadsgrad är med andra ord inte direkt överförbara till projektet, utan fungerar mer som vägledning. Dessutom används 90 procents

förstörelse som standardvärde inom forskningslitteraturen och vid högre ställda krav blir dessa värden inte längre relevanta.

Med hjälp av blanka ytor kan en stor del av UV-strålningen reflekteras och förbättra effektiviteten av desinfektionen. På så sätt minskas både den tid som krävs och energianvändningen.

För att ge en uppskattning av belysningstiden redovisas i figur 4-6 ett antal välkända mikroorganismer och hur lång tid (med direkt belysning) det skulle ta att uppnå 90 procent förstörelse med den valda lampan Philips TUV 15W (för val av ljuskälla, se kap. 4.3). (Kowalski 2009:471-481)

Bakterier

E. Coli	0.2 sekunder
Rickettsia p. (Tyfus)	0,1 sekunder
Salmonella typhi	0,2 sekunder

Figur 4: Belysningstider för eliminering av bakterier

Virus

Coronavirus (SARS)	25 sekunder
Avian Influenza Virus (fågelinfluensa)	0.2 sekunder
Hepatitis A virus	2.5 sekunder

Figur 5: Belysningstider för eliminering av virus

Svamp

Aspergillus fumigatus (mögelsvamp)	18 sekunder
Candida albicans	6 sekunder
Mucor mucedo (mögelsvamp)	5 sekunder

Figur 6: Belysningstider för eliminering av svamp

De teoretiska belysningstiderna är med andra ord korta. I realiteten blir tiderna dock något längre, då en högre grad av desinfektion eftersträvas och då vissa delar av telefonerna endast belyses indirekt med reflekterat ljus.

4.1.5 Säkerhetsföreskrifter vid användning av ultraviolett strålning

Att överexponeras för UV-strålning är skadligt för människor. UV-A och UV-B finns en förhållandevis god motståndskraft mot, men den energirikare UV-C-strålningen som inte finns i naturen är skadlig även i låga doser. Ögonen är känsligast för strålningen men även oskyddad hud kan snabbt ta skada. Vid kraftig överexponering uppstår akuta skador på ögon och hud men det finns även risk för skador med fördröjd effekt såsom hudcancer.

Strålskyddsmyndigheten har i sin publikation SSMSF 2008:48 ställt upp ett antal riktlinjer för användning av konstgjorda UV-strålningskällor i arbetsmiljöer där människor vistas. Riklinjerna syftar till att förhindra uppkomsten av akuta skador, men de ska inte uppfattas som en skarp gräns då en sådan är beroende av många andra faktorer i miljön. Det är främst risken för övergående skador på hornhinnan i ögonen som har legat till grund för nivåerna då det är den som först tar skada vid exponeringen.

I standarderna IEC 60950-1 och IEC 60825-9 är endast angivet att om ljuskällan är inkaplad behövs ingen särskild varning eller skyddsutrustning för att hantera produkter med UV-strålkällor. Stråldosen minskar även exponentiellt med avståndet till strålkällan så en användare som utsätts för öppen exponering av UV-strålning och befinner sig på avstånd får endast en liten dos av strålningen.

För att beräkna hur lång tid som hud och ögon klarar av att utsättas för UV-strålning innan akuta skador uppkommer finns i SSMSF 2008:48 en beräkningsformel (se nedan). Då olika våglängder har olika grad av effekt på hud och ögon behöver först en så kallad viktad irradians beräknas där summan av stråldosen multipliceras med dess våglängd och dess relativa biologiska effektivitet.

$$E_{\text{eff}} = \sum E_{\lambda} * S(\lambda) * \Delta\lambda$$

E_{λ} = spektral irradians i W/m^2nm

$S(\lambda)$ = relativ biologisk effektivitet (dimensionslös)

$\Delta\lambda$ = våglängdsintervall i nm

E_{eff} är då den viktade irradiansen jämfört med en monokromatisk strålkälla med våglängden 270 nm, vilket är den våglängd som hud och ögon är mest känslig för. Vid den våglängden tål huden och ögonen endast $30 J/m^2$ innan akuta skador uppstår, så för att beräkna den tid som kroppen då klarar blir formeln för den längsta rekommenderade exponeringstiden t_{max} (s):

$$t_{\text{max}} = 30 / E_{\text{eff}}$$

I fallet med laddningsstationen och det lysrör som valts, Philips TUV 15W, (för val av ljuskälla, se kap. 4.3), blir formeln inte helt relevant att använda eftersom

dess strålning huvudsakligen är fokuserad kring våglängden 253,7 nm och mängden som användaren utsätts för blir svår att uppskatta då det bara skulle ske om ljuskällan skulle vara helt exponerad.

Enligt tabell 1 i SSMSF 2008:48 är den maximala rekommenderade strålmängden vid 253,7 nm 60 J/m² under ett dygn. Som jämförelse kan nämnas att solen i Sverige vid sommarsolståndet vid 60° N har uppmätts till maximalt 100 J/m² under en timme mitt på dagen (inom spektret 290-400 nm). Om man antar att lysröret, Philips TUV 15W, är helt exponerat och att användaren befinner sig på ett avstånd av 0,5 meter blir tiden användaren kan exponeras ca 2 minuter per dygn innan maxvärdet är uppnått. Risken för strålningsskador blir alltså väldigt liten eftersom detta är värsta tänkbara fall.

4.1.6 Befintlig produkt

Den befintliga produkten erbjuder laddning för sex telefoner och visas i figur 7. Varje telefon hålls fast med en flexibel hållare som kan stödja flera av Ascoms telefonmodeller, se figur 9. Telefonerna fäster direkt i ett kretskort som är placerat inuti laddningsenheten (se figur 10). Indikeringen av telefonernas laddstatus sker på Ascoms allra senaste produkter genom dioder under telefonerna som lyser orange under laddning och grönt när telefonerna är färdigladdade (se figur 11). Produkten är gjord för väggmontering med hjälp av skruvar.



Figur 7: Befintlig produkt med telefoner



Figur 8: Befintlig produkt



Figur 9: Telefonhållare befintlig produkt



Figur 10: Kretskort



Figur 11: Dioder befintlig produkt

4.1.7 Användningsmiljö

Användningsmiljön för produkten är sjukhus och vårdcentraler i olika storlekar. Miljön skiftar beroende på vilken skala och struktur de olika sjukhusen eller vårdcentralerna har. Gemensamt för samtliga är dock att det är arbetsplatser där det ställs höga krav på effektivitet, säkerhet och renlighet.

Miljön innehåller många olika typer av sjukvårdsteknisk apparatur och produkten bör inte sticka ut, utan vara diskret och lätt att använda. Det kan uppkomma stressade situationer då sjukvårdspersonalen snabbt måste få tag på en telefon och då måste produktens användning vara lättförståelig och telefonerna lättillgängliga. Då det kan vara ont om utrymme är det viktigt att produkten är platseffektiv. Den ursprungliga produkten placeras i dagsläget ofta i rad på en vägg när sådan kapacitet behövs (Holmberg 2010).

4.1.8 Användare

Eftersom inga besök har kunnat genomföras i syfte att studera användningen av telefonerna i sjukhusmiljön har bilden av användarna istället växt fram genom intervjuer och enkäter.

Bilden av användaren visar en bred grupp människor med olika ålder, kön och utbildningsgrad då i princip all vårdpersonal på sjukhusen hanterar telefonerna och laddningsstationen. Rutinerna kring användning skiljer sig åt mellan olika sjukhus, vilket ger en ytterligare fragmenterad bild av användningen.

Åldersmässigt är användarna personer i yrkesverksam ålder, mellan 18 och 65 år. Ett fåtal undantag kan förekomma. När det gäller utbildningsgraden varierar den mellan grundskola, gymnasium och högskola.

Vid mindre vana av ny teknik ställs krav på att produkten ska vara lätt att använda och intuitiv även för personer som är ovana vid den moderna teknikens semantik och symbolspråk.

4.1.9 Hantering

Enkätundersökningen (se bilaga 3), intervjuer samt information från uppdragsgivaren ligger till grund för slutsatserna kring hanteringen av laddningsstationen. Det har visat sig att användningen skiljer sig väldigt mycket åt mellan olika sjukhus, men även mellan olika avdelningar inom dessa. En del arbetsplatser har personliga telefoner medan de på andra delar mellan exempelvis olika skiftlag. Detta leder till att användningen av laddningsstationen varierar från laddning då telefonen har låg batteristatus (upp till 2-3 dagar mellan laddningarna) till laddning ett flertal gånger per dag då telefonen placeras i laddningsstationen mellan skiftbyten.

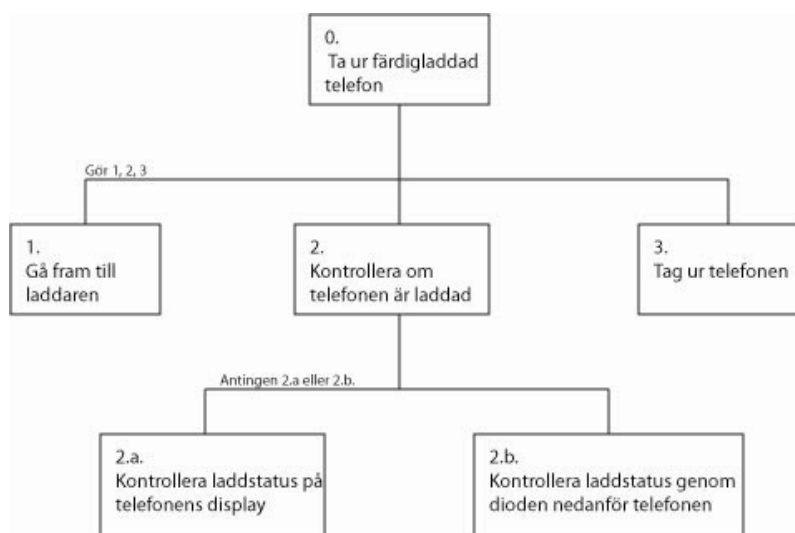
Det visade sig också att telefonerna ofta desinficeras med hjälp av olika desinfektionsmedel ett flertal gånger per vecka, vilket sliter kraftigt på materialet. Den typ av laddningsstation som undersöks i det här projektet, med plats för flera telefoner, är placerade i utrymmen där många personer rör sig. Enligt Ascom händer det på större arbetsplatser att de placeras flera bredvid varandra vilket ställer krav på designen av laddaren att den ska kunna öppnas även i den situationen (Holmberg, 2010).

4.1.10 Ergonomi

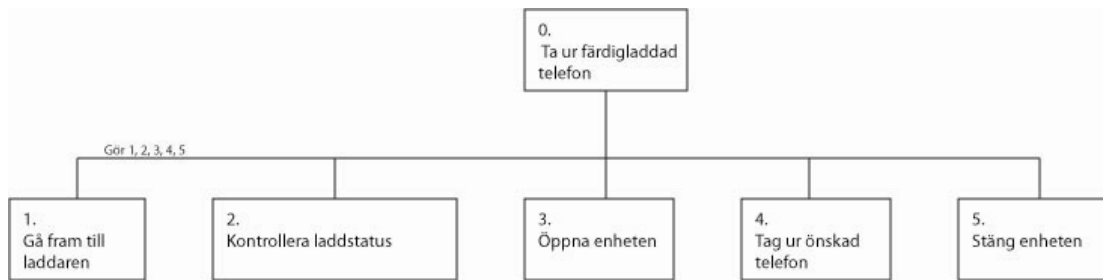
Den befintliga produkten anses ha goda ergonomiska egenskaper. Användaren handhar produkten endast när han eller hon sätter i eller tar ur telefonen, samt visuellt kontrollerar om den är färdigladdad. Produkten är gjord för att monteras på en höjd som gör det lätt att ta tag i telefonerna, samt gör det lätt att på ett överskådligt vis kontrollera laddningsstatus vilken visualiseras både genom dioder och på telefonernas displayer.

Den nya produkten kommer innebära mer hantering vid isättande och uttagning av telefoner då en inkapsling, för att förhindra "photo reactivation", måste öppnas och stängas varje gång. Därför är det viktigt att denna öppningsfunktions hantering är enkel att förstå och att den inte är ergonomiskt belastande. Även laddningsstatus ska fortsättningsvis vara lättöverskådligt.

För en överskådlig blick av produktens hantering före och efter den nya desinficeringsfunktionen illustreras detta i två enkla HTA-scheman nedan. (Figur 12 och 13).



Figur 12: HTA över funktionen "Ta ur färdigladdad telefon" i den befintliga produkten



Figur 13: HTA över hur funktionen "Ta ur färdigladdad telefon" ungefär kommer se ut i den nya produkten

Som figurerna visar är den förmodade skillnaden mellan processerna "Ta ur färdigladdad telefon" att det tillkommit två nya steg: "Öppna enhet" samt "Stänga enhet". På den befintliga versionen kan användaren välja att se laddningsstatus genom telefonens display eller på laddningsdioden som är placerad under telefonen på själva laddaren. För att se laddningsstatus med den nya funktionen kan användaren bara se status genom att titta på indikatorer på laddningsenheten, eller genom att först öppna enheten och sedan titta på telefonens display.

4.1.11 Miljöeffektanalys

En analys av dagens laddningsstation utan desinficeringsfunktion visade att råvaruframställning samt resthantering är det som ger störst ekologiskt avtryck (se bilaga 2). Råvaruframställning av plasten ABS samt PC ger negativ miljöpåverkan då de baseras på råolja, ett icke förnyelsebart material. Vad gäller resthantering erbjuds kunderna idag att skicka tillbaka laddningsenheterna till företaget för sortering. Detta fungerar dock ej optimalt då många kunder väljer att slänga enheterna själva, vilket resulterar i en förlust i kontrollen av hur de återvinns. Det anses svårt att byta ut materialet mot ett mer miljövänligt. Ett alternativ skulle kunna vara återvunnen plast med en yta av ny plast. Detta innebär dock fler delar som ska framställas och fraktas, vilket kan resultera i fler monteringssteg.

När desinficeringsfunktionen läggs till på laddningsstationen kommer mer material att gå åt p.g.a. inkapslingens vilken kommer öka miljöbelastningen. Detta måste vägas emot den positiva effekt som den nya funktionen har för användare och samhälle. Av de nya delar som läggs till ger råvaruframställning av UV-lampa samt elektronik den största negativa miljöpåverkan, samt resthantering av dessa. Även transporter ger en negativ effekt men produktionen är tänkt att i så stor del som möjligt kombineras med övriga komponenter. Elförbrukningen för produkten kommer troligtvis att öka i och med desinficeringsfunktionen, men systemet kan utformas på ett sådant sätt att UV-lampan inte lyser hela tiden utan bara under några sekunder varje gång enheten stängs. På detta sätt undviks att materialet i laddaren och i telefonerna bryts ned och elförbrukningen minskar.

Produkten bör märkas för källsortering. Eventuellt kan en pant läggas till produktpriset vilken fås tillbaka om produkten skickas tillbaka till det tillverkande företaget för sortering då den kasseras. Andra steg för förbättrad hållbarhet är att underlätta för användaren att själv källsortera produkten, genom att det ska vara enkelt att demontera de olika komponenterna, speciellt elektroniken.

Tillverkning av komponenter och frakt sker idag främst från Europa för den nuvarande produkten, arbetsförhållandena anses etiska (Holmberg 2010).

4.1.12 AIDG – Ascom Industrial Design Guideline

AIDG (Ascom Industrial Design Guideline) är ett dokument med riktlinjer från Ascom som ska användas vid utformning av produkter i företagets namn, för att på så sätt skapa ett enhetligt intryck både visuellt och kognitivt. Man räknar upp sju stycken produktvärden som ska inkorporeras i nya produkter:

1. *Enkelhet*. Detta skapas med harmoniska former och kompositioner, renhet och fokus på nyckelfunktioner. Karaktären ska vara okomplicerad, intuitiv och med ett effektivt informationsflöde.
2. *Hållbarhet*. Produkterna ska vara robusta, starka, kompakta med genomtänkta detaljer och intelligent val av material. Interaktionsytorna ska vara stora och uttrycket ska balanseras mellan elegans och hårdhet.
3. *Användarvänlighet*. Genom ergonomisk utformning, effektiva och okomplicerade lösningar åstadkoms detta. Funktioner ska uttryckas och indikeras med hjälp av former, hög kontrast och intuitiv layout.
4. *Kompetens*. Ascoms produkter ska vara professionella och särskilja sig från konsumentprodukter.
5. *Pålitlighet*. Detta uttrycks genom ärlighet i kvalitet, material och vikt. Produkterna ska vara optimerade för sitt användningsområde och formerna ska finnas av en anledning. Ascoms produkter ska vidare inte vara överdrivet formgivna och "designade".
6. *Elegans*. Produkterna ska vara värdiga, tidlöst vackra och åldras med stil. De ska uttrycka en ergonomisk elegans med rena, geometriska former och ha ett långt materialliv.
7. *En vän till användaren*. Genom att använda produkten ska ett känslomässigt band uppstå mellan produkt och användare.

Utformningen av produkter behandlas också i mer generella termer. Färg bör användas för att förstärka det visuella uttrycket, men bör på samma gång fungera som en väg att kommunicera produktens funktioner för användaren. Mörka ytor vid sidorna kontrasteras med ljusare ytor i produkternas centrala delar – inom den ljusa ytan finns mörkare accentdetaljer som blir lätta att identifiera genom den kontrasterande effekten.

De ljusa ytorna specificeras som NCS 0515-R80B, vilket är en vit färg med en svag dragning åt ljusblått. De mörka ytorna betecknas med NCS 5020-R90B, vilket är en grå färg med inslag av en varm brun färg. (Ascom Industrial Design Guideline 2009)

4.1.13 Mood board

Vid utformningen av projektets mood board har dessa riktlinjer legat till grund för urvalet av bilder. Enkelheten är ett återkommande uttryck som märks i valet av produkter med rena, geometriskt enkla former. Det finns även inslag av färgkontrast mellan ljusa och mörka färger där det vita dominerar, något som även för tankarna till utrustning i rena sjukvårdsmiljöer. Mood boarden är också ett försök att hitta bildexempel som inkorporerar Ascoms designvärden i produkter som är mer relaterade till den aktuella laddstationen, det vill säga med en form som öppnas och sluts kring sitt innehåll. Bilderna har även valts för att de inte representerar någon specifik tidsålder – flera har en futuristisk enkelhet som knyter an till elegansen i AIDG.



Figur 14: Mood board efter Ascom Industrial Design Guideline

4.2 Kravspecifikation

En kravspecifikation gjordes, till en början baserad på problemformuleringen och sedan reviderad i samverkan med Ascom. Det teoretiska bakgrundsmaterialet från förstudien, tillsammans med besök och enkätundersökningar, gav ytterligare delar som byggde upp den slutgiltiga formen på kravspecifikationen.

Efter sammanställning viktades kraven i tre kategorier: önskemål, starka önskemål och krav. Kategorin krav utgjordes huvudsakligen av krav från företaget rörande funktion, samt krav som reglerades av myndigheter och internationella standardiseringsinstitut. Båda kategorier av önskemål utgjordes huvudsakligen av estetiska och ergonomiska hänsynstaganden. Kravlistan syns i figur 15.

1 = Önskemål

2 = Starkt önskemål

3 = Krav

	Krav	Specifikation	Viktning
1	Inre delar ska tåla exponering av UV-strålning	6 års användning (antal timmar, UV-C, -B, -A)	3
2	Medge laddning av telefoner	6 st samtidigt	3
3	Uppnå standard för elektroteknisk apparatur	IEC 60950-1	3
4	Passa in i sjukhusmiljö	Ska upplevas som neutral av 4 personer av 5	1
5	Medge väggmontering	Skall klara av en vikt utav 50 kg	3
6	Ej ta upp för mycket volym	Inte gå utanför måtten (Hx BxL): 40x25x55	3
7	Förhindra vidröring av UV-lampa	Lampan ska inte vidröras av misstag vid normalhantering	2

8	Medge desinfektion av telefonen	99,99 % på alla uv-exponerade ytor	3
9	Förhindra utsläpp av UV-strålning vid användning	Skall ej uppnå skadlig mängd av UV-exponering	3
10	Tillåta åtkomst av telefon under laddning	100-percentil	3
11	Tåla normal användning under hela sin livslängd	6 år	3
12	Tillåta dockning av samtliga modeller	Samtliga aktuella modeller i Ascoms sortiment	3
13	Medge användning även för färgblinda	Röd/Grön	2
14	Indikera korrekt telefonplacering	Ska uppfattas korrekt av 8 personer av 10	1
15	Följa riktlinjer i Ascoms designmanual	Bli godkänd av uppdragsgivare	1
16	Medge enkelt byte av UV-lampa för servicetekniker	Ska kunna ske inom loppet av 30 min av tekniker	1
17	Indikera desinficeringsstid	Rengjord och ej rengjord	1
18	Desinficerat objekt ska tåla UV-exponeringen	Ska hålla i 5 år, behöver ej se ut som ny efter 5 år	2
19	Total produktionskostnad (inkl. material, tillverkning och frakt) ska ej övergå en beräknad maxgräns	Maxgräns 2000 SEK	2
20	Vara lättrengörig	10/10 användare ska kunna rengöra produkten på ≤ 2 min.	2
21	Kunna produceras med befintligt kretskort och hållare	Det som Ascom använder sig av idag	2

Figur 15: Kravspecifikation

4.2.1 Utmaningar

Vid arbetet med att utveckla de fyra koncepten med hänsyn tagen till kravspecifikationen uppmärksammades ett antal utmaningar som det var viktigt att den färdiga produkten angrep på optimalt vis. Dessa utmaningar har till stor del styrt utformningen av laddningsstationen så för att ge en bättre förståelse för hur koncepten arbetades fram och varför de ser ut som de gör presenteras en sammanfattning av dem i detta kapitel.

En av utmaningarna var att så mycket som möjligt av telefonernas yta ska exponeras av UV-ljus. Därför bör insidan på laddaren bestå av ett material som har god reflektionsförmåga och en yta utformad för att reflektera ljuset så att det belyser telefonerna i alla riktningar. Ännu en metod är att undvika att delar på laddaren skuggar eller skymmer telefonerna.

Utmaning nummer två var att förhindra vidröring av lysröret, något som skulle kunna uppnås genom en strategisk placering av detta. En sådan placering är till exempel långt bak i laddaren eller skymt av luckan då denna öppnas.

Av praktiska skäl är det viktigt att laddningsstationen inte upptar mer utrymme än vad som är nödvändigt, vilket innebär att elektronik, lysrör och kretskort ska få plats inuti laddningsstationen samt att ljuset ska ha tillräckligt med utrymme för att kunna reflekteras runt telefonerna.

Ljuskärl bör förhindras dels för att bakterierna inte ska återhämta sig efter att de bestrålats samt för att skydda användaren ifrån UV-ljus. Konstruktionen bör därför vara helt tät då laddaren är stängd. Det är även viktigt att UV-lampan aldrig lyser när laddaren är öppen för att skydda användaren från att exponeras av ljuset.

Ännu en utmaning var hur stråldosen ska doseras för att uppnå tillräcklig desinficering med minimal förslitning av det bestrålade materialet. Detta är en avvägningsfråga som bör beslutas efter att laborationstester har utförts.

Det slutliga konceptet ska vara försett med någon form av indikator som visar när telefonerna är färdigladdade. Utseende och placering av dessa indikatorer är beroende av den yttre formen på laddningsstationen.

4.3 Val av ljuskälla

Det finns ett stort utbud av lampor som genererar UV-strålning på marknaden. För att hitta den som var mest lämplig för det aktuella projektet vägdes följande faktorer in i valet av lampa:

1. Lampans inköpskostnad ska vara så låg som möjligt.
2. Lampan ska kunna kallstartas.

3. Lampans spektrum ska befinna sig i intervallet 200-300 nm.
4. Lampans effekt är av mindre betydelse.
5. Lampan ska helst vara av mediumtryckstyp

Lampan ska med andra ord vara effektiv för desinfektion, samtidigt som effekten inte behöver vara hög. UV-lampor med hög effekt används främst vid desinfektion där det finns en hög genomströmning av kontaminerat ämne, till exempel i vattenverk där vattnet bestrålas under bråkdelen av en sekund. Eftersom telefonerna laddas i flera timmar bedömdes belysningstiden vara mindre relevant.

Eftersom lampan kommer stängas av och på under dagen var det även viktigt att den kan kallstartas, det vill säga att den når full effekt direkt efter att strömmen slagits på. Detta bedömdes som viktigt för att ge en korrekt bestämning av belysningstiden; en onödigt lång belysningstid skulle påverka plasten i telefonerna på ett negativt sätt, utan att detta vägdes upp av fördelar i desinfektionens effektivitet.

På marknaden finns två typer av lampor; låg- och mediumtryckslampor. Lågtryckslamporna genererar strålning inom ett smalt band i UVC-spektrat, medan mediumtryckslamporna genererar ett bredare spektrum över både UVB och UVC-spektrat. Laborrietester har visat att mediumtryckslampor ger en effektivare desinfektion och därför bedömdes det som önskvärt att lampan skulle vara av denna typ (Kowalski 2009:68).

Utifrån ovannämnda kriterier studerades marknaden för UV-lampor. Ett flertal lampor uppfyllde kriterierna, men lampan som hade flest återförsäljare på den europeiska marknaden var Philips TUV 15W. Kostnaden för denna lampa är runt 80 kronor i handeln. Till detta kommer kostnad för ballast, sockel och glimtändare, vilket ger en total kostnad omkring 300 kronor.

Det slutgiltiga valet av lampans effekt behöver dock studeras närmare vid laborrietester, där man kan se effektiviteten av desinfektion på telefoner. Detta kommer dock inte utföras i detta projekt utan är en möjlig vidareutveckling.

4.4 Idégenerering och utvärdering

För att underlätta arbetet med elimineringsmatrisen (se bilaga 5) sorterades de uppkomna idéerna i fyra huvudområden; öppningsfunktion, handtag, ställning för telefoner och indikatorer för laddning.

4.4.1 Öppningsfunktion

Öppningsfunktion avser funktionen att kapsla in telefonerna ljustätt, samt hur de görs tillgängliga för användaren genom öppning/stängning av inkapslingsfunktionen. Samtliga idéer är tänkta att ha en metalliserad och därigenom reflekterande insida för maximal reflektion av UV-strålning samt skydd för plasten mot denna.

Av förstudien framkom att Ascom använder sig av ett avlångt kretskort till sina laddningstationer. Att samma kretskort ska användas i även den här modellen finns listat som ett önskemål i kracspekifikationen. Användning av det befintliga kretskortet innebär att telefonernas placering, alla på rad bredvid varandra, är bestämd. Andra alternativ undersöktes dock men då telefonerna lätt skymmer varandra i skenet från UV-lampan med andra placeringar ansågs det bäst att behålla den avlånga strukturen. De UV-lysrör som finns tillgängliga till rimliga priser på marknaden är avlånga och produkten kommer både bli billigare och mer miljövänlig om bara ett lysrör behöver användas.

Efter många idéer bildades grupperingar av grundprincipen för öppningsfunktionen som antingen grundade sig på skenor, gångjärn, lameller eller någon typ av roterande axel.

I figurerna 16-19 visas principer som grundar sig på att produkten öppnas med hjälp av skenor. Positiva aspekter med skenor är att det går att variera på många sätt vad gäller form och konstruktion. Negativa aspekter är dock att det kan vara svårt att få en jämn rörelse så att "locket" eller "luckan" inte fastnar om skevhet uppstår i skenor. En lösning med skenor syns i figur 16 där locket dras uppåt och därmed inte tar upp extra volym i utrymmet mellan användaren och produkten.



Figur 16



Figur 17



Figur 18



Figur 19

En grupp som kan kombineras med skenor är den med lameller som fälls in respektive ut, se figur 20. Här kvarstår dock frågetecken om hur ljustätt lamellerna kan hålla, samt hur hållbar konstruktionen blir. Lamellerna tar emellertid inte upp något extra utrymme utanför laddningsstationens grundgeometri när de fälls ut och in.



Figur 20

En annan princip för att öppna och tillsluta inkapslingen är med gångjärn. Även med gångjärn kan konstruktionen varieras en hel del, men de mest uppenbara varianterna är att gångjärn antingen placeras så att luckan fälls nedåt, som i figur

21, eller uppåt, som i figur 22. I figur 23 fälls även telefonerna ut med luckan och exponeras därmed närmare användaren.



Figur 21



Figur 22



Figur 23

Den sista principen för öppning och stängning av inkapslingen är den med roterande axel, se figur 24. Här kan funktionen "Skydda UV-lampan från berörning" byggas in genom att en form, t.ex. en halv cylinder roterar i ett yttre hölje. När höljet är stängt döljs telefonerna från användaren men exponeras för UV-lampan. När höljet öppnas exponeras telefonerna mot användaren, medan UV-lampan är dold för både användare och telefoner.

De idéer för öppningsprincipen som gick vidare var de i figur 17,19, 21, 20 och 24.



Figur 24

4.4.2 Handtag

Handtag avser var användaren greppar för att öppna och stänga laddningsstationen.

En typ av handtag är de som består av en utbuktning eller urgröpfung i ytan på locket eller luckan, se figur 25 och 26. I bilderna är själva ytan till vänster, så figur 25 visar utbuktning och 26 visar urgröpfung. Dessa typer av handtag kan göras väldigt diskreta och löpa bara ett stycke över luckan eller längs med hela dess längd.



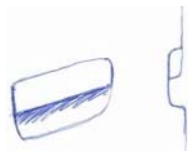
Figur 25



Figur 26

En annan typ av handtag illustreras i figur 27. Här finns en snäppfunktion som användaren måste trycka upp för att luckan ska öppnas.

Ett mer distinkt handtag visas i figur 28. I detta fall är det uppenbart att det är ett handtag och hur det ska greppas. Handtagen kan emellertid komma att dominera produktens uttryck.



Figur 27



Figur 28

De handtag som ansågs värda att vidareutveckla var de i figur 25, 26 och 28.

För att utvärdera dessa togs formen och den kognitiva ergonomi i beaktande. Det var viktigt att handtaget skulle kommunicera luckans låga vikt, samt den lilla kraft som skulle behövas för att öppna och stänga luckan. Bland idéerna valdes det utstickande handtagen bort (Figur 28), eftersom det indikerade att användaren skulle greppa om det med hela handen och lyfta med stor kraft. Det integrerade, men utåtbuktande handtaget (Figur 26) valdes bort eftersom det bedömdes vara svårare att göra rent, samt att det gav ett mer komplext formspråk, vilket inte överensstämde med Ascoms designmanual.

4.4.3 Ställning för telefoner

Ställning för telefonerna avser en konstruktion för att hålla telefonerna upprätt. I kravspecifikationen finns ett önskemål om att de befintliga ställningarna ska användas men för att inte utesluta potentiella bättre lösningar för tidigt så togs ändå ett par förslag på dessa fram. Materialet i samtliga ställningar är tänkt att vara PMMA för att inte förhindra UV-ljusets åtkomst av telefonerna.

I figur 29 står telefonen fritt och hålls upp av kontakten med kretskortet.



Figur 29

I figurerna 30-32 stöttas telefonen av en ställning bakifrån. Konstruktionen av denna kan varieras mycket. Telefonerna blir lättillgängliga med denna typ av ställning och kontaktytan mellan telefon och ställning blir minimal. Under idégenereringens gång framkom det dock information om att telefonerna lätt rasar i golvet om de inte är ordentligt säkrade i konstruktionen och väggen laddaren är monterad mot vibrerar kraftigt, t.ex. då en dörr i närheten slås igen.



Figur 30



Figur 31



Figur 32

I figur 33 visas en typ av hållare som griper tag runt telefonen. Denna kan varieras och behöver inte gripa tag runt hela. Den befintliga produkten använder sig av denna typ av hållare som håller fast telefonen i ett klogrepp.

I elimineringsprocessen ansågs ställningarna i figur 32 och 33 ha störst potential.



Figur 33

Efter samråd med Ascom framkom att företaget gjort ett omfattande utvecklingsarbete av hållare där bland annat funktionalitet vid väggvibrationer hade tagits i beaktande. För det fortsatta arbetet valdes därför de befintliga hållarna (se Figur 9).

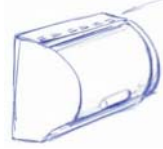
4.4.4 Indikatorer för laddningsstatus

Indikatorer för laddningsstatus avser hur laddnings- och desinficeringsgrad ska förmedlas till användaren. Ascoms designmanual reglerade utseendet och färgen på dioderna. Under samtal med företaget framkom även önskemål att dioderna ska sitta på kretskortet för att undvika kabeldragningar. Eftersom kretskortet är monterat i laddningsstationens bottendel innebar detta att lysdioderna behövde placeras under luckan eller i sidostyckenas undre del.

Inledningsvis ansågs konceptet som presenteras i figur 34 och 37 ha högst potential, men efter de nya önskemålen beslutades om en kompromiss. Dioderna placeras under luckan, men på en yta som vinklas utåt, vilket ger användaren bättre överblick om han eller hon står nära laddningsstationen.



Figur 34



Figur 35



Figur 36



Figur 37

4.5 Koncept och delredovisning

Vid delredovisningen presenterades fyra koncept. För att underlätta jämförelsen mellan de olika funktionslösningarna gjordes skisser med lika eller snarlika perspektiv och uttryck. Formspråket hölls neutralt för att fokus vid jämförelsen skulle ligga på de olika funktionslösningarna. Det bedömdes också ligga nära Ascoms kärnvärden vad gäller enkelhet, även om formen inte till fullo skulle överensstämma med den slutgiltiga.

4.5.1 Koncept Byrålådan

Konceptet Byrålådan består av en sidomatad laddningsstation, där den högra gaveln sitter samman med en utdragbar bottenenhet som innehåller fästen för de sex telefonerna tillsammans med kretskort och kontakter till varje telefon. Bottenenheten är upphängd på hjul som rullar över skenor som återfinns på insidan av laddstationen, men för att öka stabiliteten behöver även någon form av förlängning finnas, som följer med bottenenheten och förhindrar knäckning när den utdragna bottenenheten belastas med tyngd.

Laddning och ultraviolett desinfektion påbörjas när lådan skjuts igen och kontakter i anslagsytan mellan gaveln och huset slås på och indikerar fullständig stängning. Detta indikeras sedan med lysdioder som placeras i lämplig höjd på långsidan.

Lysröret är placerat på insidans tak. Eftersom användarna aldrig kommer i kontakt med detta kan placeringen göras mer anpassad till att möjliggöra den mest effektiva belysningen. Detta görs genom att den direkta strålningen träffar telefonerna rakt framifrån och att indirekt strålning som reflekterats från den metalliserade bakgrunden träffar telefonens baksida.



Figur 38: Koncept Byrålådan stängd



Figur 39: Koncept Byrålådan öppen

4.5.2 Koncept Tombolan

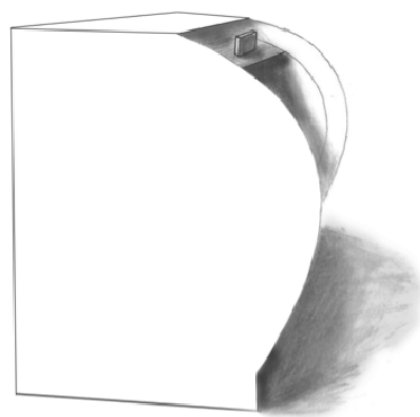
Tombolan består av en frontmatad laddningsstation. En halv cylinder roteras kring en axel med infästningar i gavelstyckena. Vid öppet läge exponeras telefonerna sittandes i sina respektive kontakter, samtidigt som lysröret täcks av halvcyklinderns front. Vid stängt läge exponeras återigen lysröret för telefonerna och luckan är stängd för att förhindra läckage av UV-strålning och insläpp av dagsljus.

Laddning och ultraviolett desinfektion påbörjas när luckan sluts. Detta indikeras av lysdioder som är placerade på laddningsstationens främre del, under den nedre listen mellan cylinder och huvudstycke.

Lysröret är placerat på den bakre delen av insidans tak. På så sätt täcks den av den öppnade cylindern och förhindrar beröring av lysröret. Eftersom telefonerna står något bakåtlutade i sina kontakter kommer en stor del av telefonerna belysas av ljus som reflekterats från den metalliserade insidan och detta kräver en något längre desinfektionstid.



Figur 40: Koncept Tombolan i perspektiv



Figur 41: Koncept Tombolan i profil

4.5.3 Koncept Brödlådan

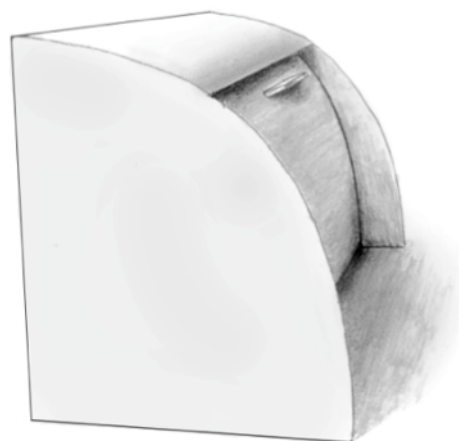
Konceptet Brödlådan består av en frontmatad laddningsstation. Det är en lösning där en lucka glider i vertikala spår, upphängd i bromsade hjul på ömse sidor vilka gör att luckans rörelser blir jämna och med en kontrollerad hastighet. När luckan är öppen hänger den under laddstationen och eftersom lysröret även här är exponerat för användarna kommer det att behöva täckas, antingen med ett aluminiumnät eller med en skiva av exempelvis plexiglas.

Laddning och ultraviolett desinfektion påbörjas när luckan sluts. Detta indikeras sedan med lysdioder på laddstationens övre del, strax bakom den list som bildas mellan luckan och huvudstycket.

I detta koncept kommer placeringen av lampan att påverkas av konstruktionen av skyddet som placeras framför den. Desinfektionen kommer vara beroende av att UV-ljuset reflekteras mellan de metalliserade ytorna i kammaren där telefonerna desinficeras.



Figur 42: Koncept Brödlådan i perspektiv



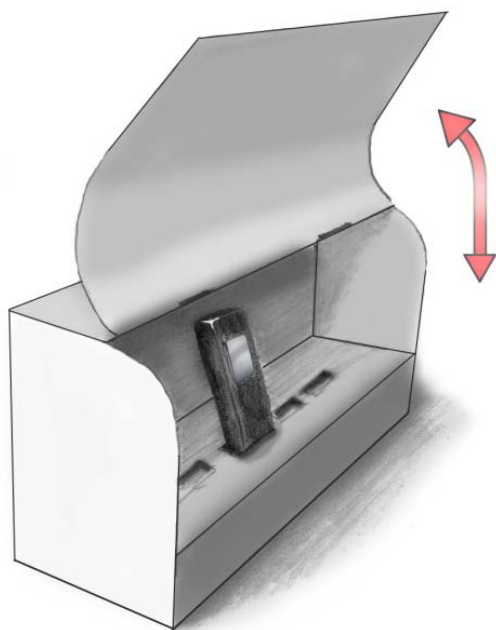
Figur 43: Koncept Byrålådan i profil

4.5.4 Koncept Boxen

Konceptet "Boxen" består även den av en frontmatad laddningsstation. Det är en mekaniskt enkel lösning, där en lucka öppnas framför telefonerna. Denna kan vara monterad med gångjärnen antingen på den övre eller undre listen, beroende på önskat uttryck. Eftersom det kommer vara möjligt för användaren att vidröra lysröret kommer detta att behöva täckas med någon form av skydd, exempelvis ett nät av aluminium eller en skiva av plastmaterial som släpper igenom UV-strålning, exempelvis PMMA.

Laddning och ultraviolett desinfektion påbörjas när luckan sluts. Om luckan öppnas nedåt kommer detta indikeras av lysdioder i laddstationens övre del, strax bakom den list som bildas mellan luckan och huvudstycke. Om luckan däremot öppnas uppåt kommer lysdioderna placeras under den nedre listen på laddstationens framsida.

Lysröret är placerat på insidans tak. Placeringen kommer att påverkas dels av gångjärnens konstruktion och dels av lysrörets skyddskonstruktion, men desinfektionen kommer vara beroende av att UV-ljuset reflekteras mellan de metalliserade ytorna inne i desinfektionskammaren.



Figur 44: Koncept Boxen öppen



Figur 45: Koncept Boxen stängd

4.6 Konceptutvärdering

I detta kapitel presenteras de bakomliggande tankegångarna till valet av koncept. En stor del av beslutsfattandet vilar på resultatet från Pugh-matrisen (se bilaga 6).

4.6.1 Koncept Byrålådan

Konceptet löser problemet med att ljusröret blir väl inkapslat och därmed svårt att vidröra av misstag vid normal användning. Det finns också mycket utrymme att skapa reflekterande ytor på insidan och ytorna kan ges en friare utformning än på de andra koncepten. Konceptet har även en liten öppningsskarv kring luckan vilket gör det enklare att förhindra ljusläckage både in och ut från laddaren.

En stor nackdel med konceptet är att det tar mycket volym i anspråk då det öppnas. Enligt användarundersökningen är det vanligt att det monteras flera laddningsstationer på rad vilket blir svårt med detta koncept. En annan nackdel med konceptet är de mer komplexa kontakterna som krävs eftersom telefonerna sitter monterade på en rörlig del. Släpkontakter, som krävs för att telefonerna ska laddas även när laddaren är öppen skulle göra konceptet dyrare både ur material- och monteringsynpunkt. Även konstruktionen med den rörliga delen som måste göras robust och tåla mycket slitage under den långa livslängden kommer att göra konceptet dyrare än de övriga.

En sak som kan upplevas negativ av användarna är att det blir något krångligare och tar längre tid att använda detta koncept än de andra. Själva öppnandet och åtkomsten av telefonerna blir inte lika smidig och kopplingen mellan laddningsindikatorer på utsidan och vilken telefon de hör till blir otydligare och mindre intuitiv.

Byrålådan fick samma betyg som koncept Brödlådan och koncept Boxen i Pugh-matrisen men sämre än koncept Tombolan, men skillnaderna mellan koncepten var små och även något missvisande då hänsyn ej togs till viktning av kraven. Byrålådan blir främst lidande av detta då dess stora fördel för själva desinficeringen, en av de viktigaste delfunktionerna, inte ger så stort utslag.

4.6.2 Koncept Tombolan

Den största fördelen med koncept Tombolan är att öppningen och åtkomsten av telefonerna blir en smidig och snabb process. Den tar heller inget utrymme i anspråk annat än sin egen grundgeometri då luckan öppnas inom denna. Det gör att den kan placeras förhållandevis fritt i förhållande till andra objekt på väggen. Den får också en förhållandevis liten skarv, endast i över- och underkant av luckan, som blir lätt att hålla tät då konstruktionen med en roterande lucka på en axel blir väldigt stabil.

När luckan är öppen döljs lysröret naturligt för användaren så att risken för oavsiktlig vidröring av detta elimineras. Det kan dock vara en nackdel för produktens uttryck då det innebär att användaren aldrig ser lysröret och på så sätt inte uppfattar desinficeringsfunktionen lika tydligt. Även vid service är det en nackdel att lysröret är mer svåråtkomligt. Förvisso ser aldrig användaren när lysröret lyser i de andra koncepten heller, men det blir ändå en tydligare indikation på att laddningsstationen har mer än en funktion.

Kopplingen mellan indikatorlamporna och telefonerna blir tydlig och intuitiv då de är placerade i nära anslutning till varandra vilket är en fördel för detta koncept. Axlar och annat gör dock konceptet dyrare då fler komponenter och mer montering krävs än i de allra enklaste koncepten. Det vägs dock till viss del upp av den högre kvalitetskänslan som detta koncept ger med sin mer integrerade form och antagligen stabilare konstruktion och där känslan i luckan, den enda interaktionsytan användaren har med laddningsstationen, kan fintrimmas till att ge rätt känsla.

En nackdel med detta koncept är att det sticker ut något mer från väggen än de andra på grund av att luckan måste ha plats att roteras in i laddningsstationen. Det är dock inget större problem då skillnaden inte blir särskilt stor och miljön där den kommer att placeras tillåter det.

I Pugh-matrisen fick koncept Tombolan högst poäng främst på grund av sin integrerade form som gör att den passar väldigt bra in i miljön där den ska användas samt att den döljer lysröret helt för användaren.

4.6.3 Koncept Brödlådan

Koncept Brödlådan bedömdes som sämre i Pugh-matrisen, tillsammans med koncept Boxen och koncept Byrålådan. Dess fördel i jämförelse med dessa koncept, som det liknar i hög grad, är mer subjektivt hur den upplevs av användaren. Öppningsfunktionen med glidande gångjärn känns mer påkostad och ger en annan känsla. Konceptet går också att konstruera i en mindre storlek i förhållande till exempelvis koncept Tombolan som kommer sticka ut längre från väggen.

Öppningsfunktionen är den mest känsliga av de fyra koncepten vilket gör att den har större sannolikhet att gå sönder inom produktens normala livslängd. Skarven blir också stor och svårare att hålla helt ljustät. Lysröret blir exponerat och kräver någon form av skydd runt för att förhindra användaren från att vidröra det. Skyddet leder dock till att UV-strålningen som når fram till telefonerna blir något mindre. Jämfört med koncept Byrålådan blir desinfektionen också sämre på grund av att de ytorna som har störst behov av desinfektion, framsidan och knappsatsen endast blir bestrålade med reflekterat ljus och ingen direktstrålning från lysröret.

4.6.4 Koncept Boxen

Koncept Boxen är egentligen två koncept i ett då gångjärnen kan placeras antingen i över- eller underkant. För utvärderingen av konceptet spelar det dock liten roll då båda lösningarna uppfyller kravspecifikationen i princip likvärdigt. Det har också stora likheter med koncept Brödlådan där det enda som egentligen skiljer dem åt är hur gångjärnen för luckan fungerar. Konstruktionen är dock enklare och billigare än hos koncept Brödlådan men ger då också ett billigare och enklare uttryck och känsla för användaren.

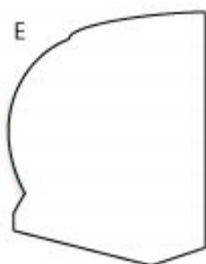
Precis som för koncept Brödlådan är de största nackdelarna den stora skarven som behöver ljusstätas samt att lysröret blir förhållandevis mycket exponerat för användaren vilket gör att en skyddsanordning krävs som minskar effektiviteten av desinficeringen något då en del av UV-strålningen kommer att absorberas och reflekteras av den.

4.7 Konceptval

Det koncept som slutligen valdes ut för vidareutveckling var koncept Tombolan. Beslutet fattades i samråd med uppdragsgivaren och grundades delvis på resultatet från Pugh-matrisen och delvis på subjektiva bedömningar utifrån resultatet från förstudien. En egenskap som vägde tungt var den mer exklusiva känslan som konceptet visade i förhållande till de övriga. Detta ansågs vara en viktig egenskap då produkten ska säljas in hos företagsledningen. Även det faktum att UV-lampan alltid är skyddad samt det minimala utrymme som tas i anspråk vid öppning och stängning var av vikt då beslutet fattades.

4.8 Vidareutveckling av valt koncept

Resultaten från preferensundersökningen visade att två profilversioner fick högre betyg än övriga och ansågs mer lätta, neutrala och snygga. Då undersökningen genererar subjektiva svar analyserades resultaten inte med hög noggrannhet utan gav en mer översiktlig bild över hur profilernas form uppfattades. Skisser på profilerna och diagram över resultaten från preferensundersökningen finns i bilaga 8. Den profil som till slut valdes syns i figur 46.



Figur 46: Vald profil för slutkoncept

5 Slutresultat

I följande stycke presenteras resultatet av projektet. Produktens helhet och detaljutformning beskrivs med text och bilder. Därefter redovisas tillverkningsanpassning och kostnadsberäkningar. I figur 47 och 48 visas renderingar av den slutliga produkten. En fullskalig modell framställdes som hjälpmedel i presentationssammanhang, se bilaga 10.



Figur 47: Slutlig produkt, öppen framifrån med telefon

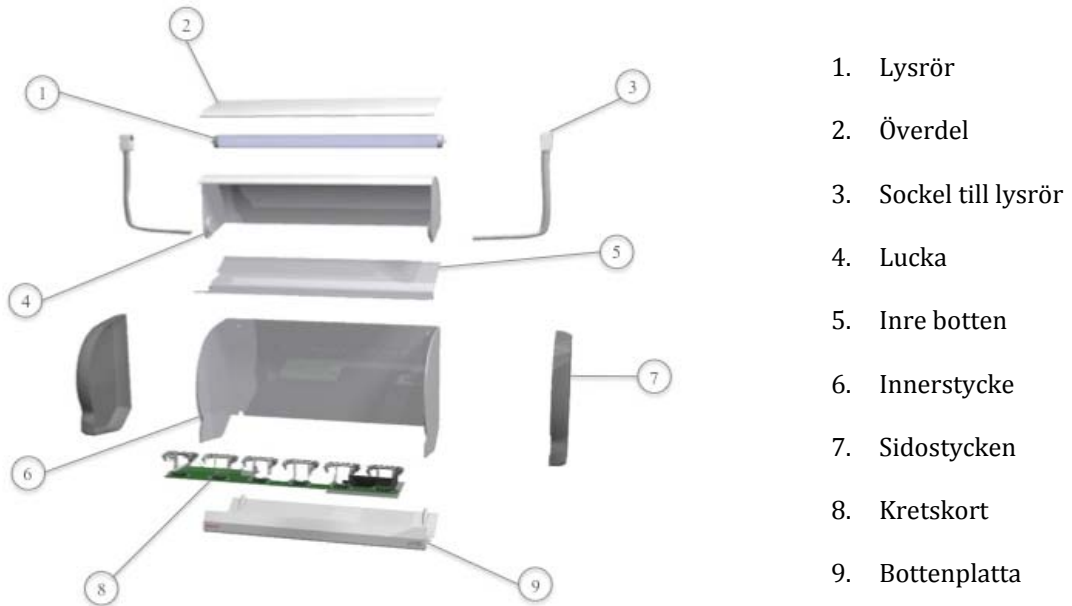


H: 29 cm
B: 22 cm
L: 47,5 cm

Figur 48: Slutlig produkt, stängd i perspektiv

5.1 Slutlig produkt

I figur 49 visas en sprängskiss med en tillhörande, BOM-lista, *Build of Material*, vilken namnger de olika delarna.



Figur 49: Sprängskiss med BOM-lista

I den slutliga produkten är de yttre ytorna placerade så tätt intill den innanliggande tekniken som möjligt för att få ner storleken på produkten. Den konvexa luckan och dess roterande öppningsrörelse styrde till stor del utformningen av fronten och överdelen på laddningsstationen. Den cirkulära formen bryter av vid laddningsstationens högsta punkt där ytan istället följer tangenten vågrätt in mot väggen och därigenom skapas på ett naturligt sätt utrymme för lysrör samt en stabil bakre vägg för fästning mot vägg.

Den nedre delen av produkten är anpassad efter kretskort och elektronikkomponenter. Laddningsstationens botten är svagt vinklad för att förhindra att produkten uppfattas som bordsplacerad och även för att ge ett bättre estetiskt intryck. Produkten monteras ofta strax över midjehöjd så för att dioderna inte ska skymmas av den konvexa luckan då användaren står nära laddningsstationen är ytan för dioderna vinklad uppåt.

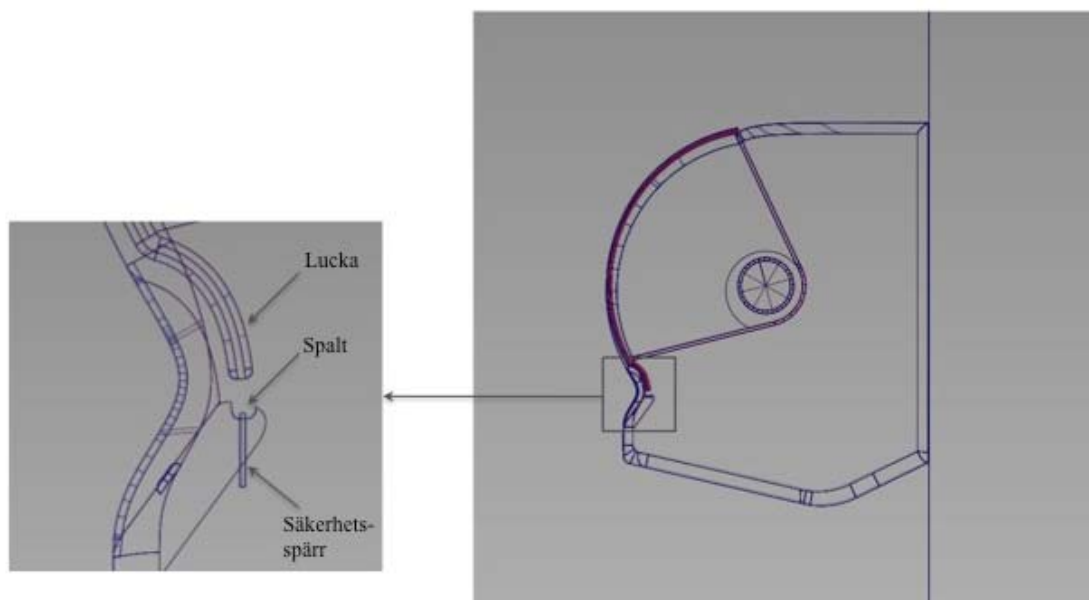
Luckan är konstruerad så att den kan dras långt bak för att telefonerna ska vara lätta att komma åt.

Huvuddelen av laddningsstationen består av ljus plast som uttrycker renlighet och passar väl in i sjukhusmiljö. Sidorna består av en plast i mörkare färg som går mot det grå hållet. De mörka sidorna ger kanterna ett mjukare mer estetiskt avslut och ger produkten ett uttryck av enkelhet vilket går i linje med Ascom

Industrial Design Guideline. Sidorna har även en funktion då de rymmer infästning och sladdar för lysröret.

5.2 Detaljkonstruktion

En säkerhetsåtgärd som vidtogs för att skydda användaren från att utsättas för UV-strålning samt för att minska förslitning på lampa och laddningsstation är att lysröret inte kan lysa då luckan är öppen. Detta förhindras med hjälp av en strömbrytare i spalten där luckan och basen av laddningsstationen möts, vilken förhindrar att ström kopplas till lampan då luckan står öppen (se figur 50). När luckan stängs trycks strömbrytaren ner och kretsen sluts. Lampan är även kopplad till en timer som sköts av komponenter på kretskortet. Den är inställd på cirka 1 minut vilket är den ungefärliga tid som lampan behöver lysa för att tillräcklig desinficering ska ske.



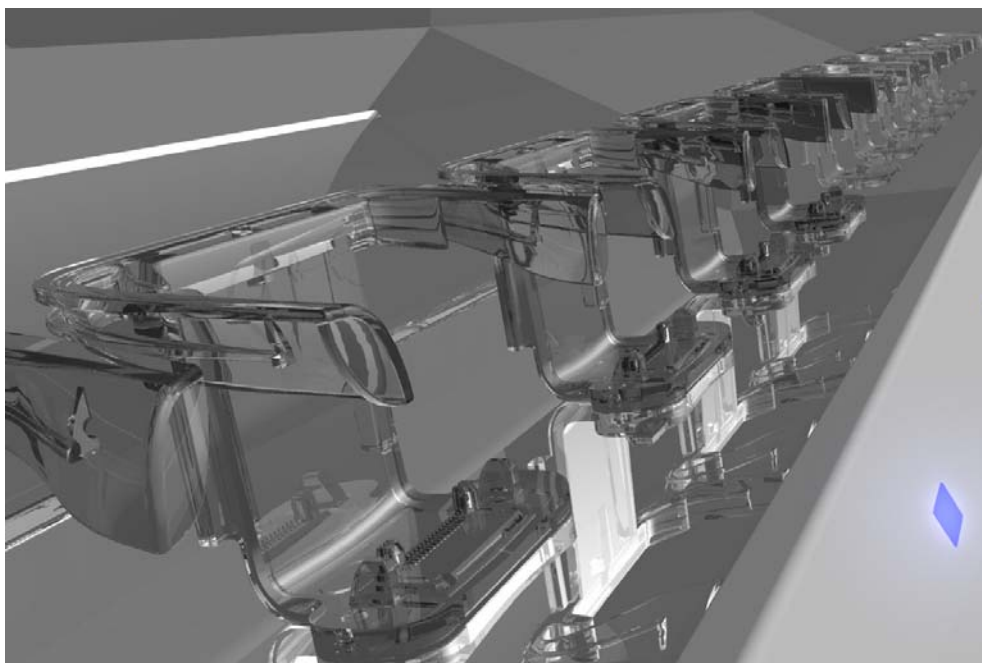
Figur 50: Spalt för att tätta behållaren och säkerhetsspärr

En annan lösning som främst syftar till att skydda lysröret från att skadas vid hantering är att luckan är placerad framför lysröret då denna är öppen. Detta förhindrar att lampan skadas eller smutsas ner då telefonerna sätts i och tas ur. För att möjliggöra åtkomst av lysröret vid service är den övre delen på laddningsstationen löstagbar med hjälp av verktyg, då den är fästad med snäppfästen och skruvar. Anledningen till att övre delen bara kan tas av med hjälp av verktyg är för att det enbart är tänkt att utbildade servicetekniker ska byta lampan.

För att skapa en känsla av kvalitet i öppningsfunktionen används en bromsad axel då luckan öppnas och stängs. När luckan öppnats halvvägs medger placeringen av luckans tyngdpunkt att den rullar upp sista biten av sig själv och samma princip gäller vid stängning då luckan har tillräcklig tyngd för att falla den sista biten. Funktionen gör även att luckan alltid sluts ordentligt och därför inte kan lämnas på glänt av misstag vilket skulle förhindra att desinfektionsmomentet går igång. Bromsmekanismen är placerad i sidostycket på den roterande axeln.

Handtaget går utmed hela laddningsstationens längd för att underlätta åtkomst för användaren. Utformningen av handtaget är diskret och den möjliggör ett kraftigt grepp. Detta är gjort med tanke på att tyngdpunktslösningen för öppningsmekanismen tar bort behovet av att använda stora krafter vid öppning och stängning. Kraften ifrån användarens fingertoppar räcker. Den stora interaktionsytan går även i linje med Ascoms designmanual.

Laddningsstationens insida är metalliserad för att skydda plasten från att brytas ner av UV-ljuset samt för att reflektera ljuset och på så sätt belysa telefonerna maximalt. För att ytterligare möjliggöra exponering av telefonerna är hållarna för dessa gjorda i PMMA som släpper igenom ljus och även tål att exponeras av höga doser UV-ljus (se bild 51). Hållarna är placerade långt fram i laddningsstationen för att underlätta åtkomst av telefonerna för användaren. Utformningen av hållarna är den samma som används i övriga laddare på Ascom.

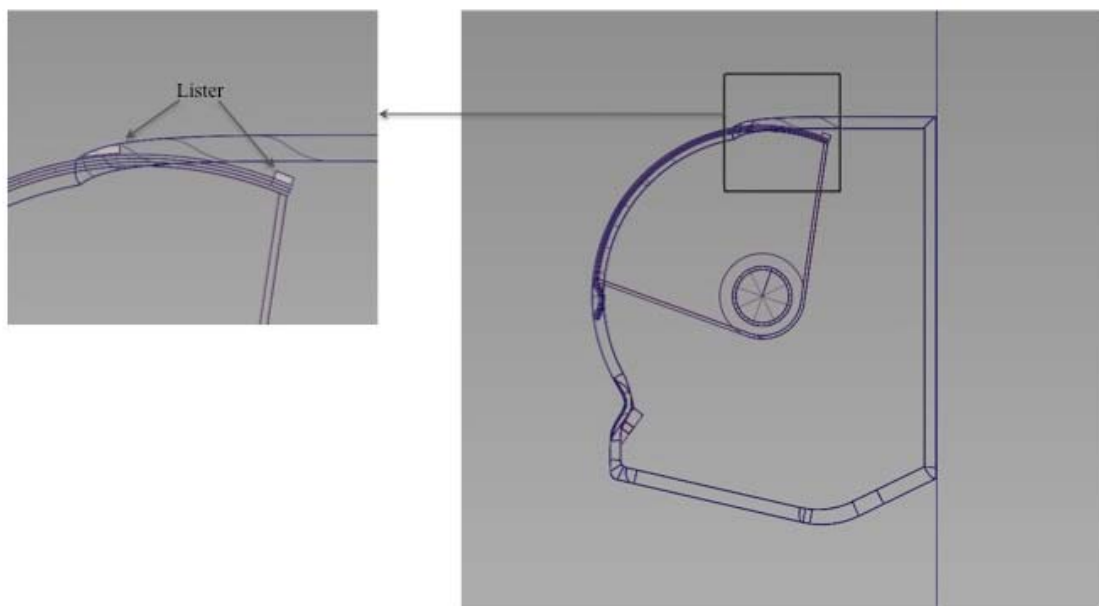


Figur 51: Spalt för att täta behållaren och säkerhetspärr

För att indikera telefonernas laddningsstatus är sex stycken dioder placerade på laddningsstationens bas. Diodernas placering gör att användaren snabbt förstår

vilken diod som är kopplad till respektive telefon utan att luckan behöver öppnas. Färgen på dioderna är orange när telefonerna laddas och blå då telefonerna är färdigladdade, enligt Ascoms nya riktlinjer för hur dioder bör vara utformade.

Springorna mellan luckan och behållaren är noggrant utformade för att undvika ljusläckage. Luckans sidor följs åt av skydd som även fungerar som fäste i axeln som luckan roterar runt. I den övre kanten är ytorna som möts då luckan är stängd försedda med lister som försäkrar total förslutning, se figur 52. I den nedre kanten möts luckan av en spalt vilken säkerställer ljusstäthet samt ger konstruktionen ökad stabilitet, se figur 50.



Figur 52: Lister för att täta behållaren

Längst ner till höger på laddningsstationen sitter en blå text, UVGI, som är tänkt att indikera den använda tekniken samt påvisa laddningsstationens desinficerande funktion. Att göra användaren och kunden uppmärksamma på denna funktion är av särskild vikt för det valda konceptet eftersom lysröret aldrig synliggörs för användaren.

5.3 Material

Laddningsstationens ytterhölje och insidans botten är tillverkad av ABS-plast. Det är samma typ av plast som finns i dagens laddningsstationer från Ascom och materialet bedömdes vara lämpligt även för den nya produkten. Eftersom plasten kommer skyddas från UV-strålning med hjälp av metallisering behövs ingen hänsyn tas till materialets UV-beständighet. ABS-plast är ett både kostnadseffektivt och beprövat material som ger hårda och hållfasta produkter. Det bedömdes därför vara det bästa valet.

Insidan av laddningsstationen är metalliserad, dels för att skydda plasten och dels för att skapa en reflekterande yta som UV-ljuset studsar mot och belyser de av telefonens sidor som är vända från UV-lampan. Aluminium erbjuder den bästa reflektiviteten bland de vanligast förekommande metallerna och är således den metall som valts (Kowalski 2009:491). Den är också den billigaste och mest använda inom industrin.

För att så få delar som möjligt av telefonerna ska hamna i skugga är hållare gjorda i PMMA. Det är en UV-beständig, genomskinlig plast som även släpper igenom ljus i intervallet 200-300 nm, det vill säga det intervall som är av intresse för UVGI (Massey, 2006)

Det befintliga kretskortet används även för den nya laddningsstationen.

Internt kablage är dolt från UV-ljuset och ingen särskild hänsyn behöver tas vad gäller UV-beständigheten hos kablarnas isoleringsmaterial. Befintligt material i kablar används således även i den nya laddningsstationen.

Den valda UV-lampan är Philips TUV 15W (se kap. 4.3).

Befintlig LED-teknologi används. Inga särskilda hänsyn behöver tas vid valet av lampor.

Det öppningsbara locket ansluter till sidostycket med ett glidlager. Detta väljs utifrån standardkomponenter från Ascoms komponentleverantörer.

Färgerna utgår från Ascoms designmanual. Sidorna har färgen NCS 5020-R90B. Övriga delar har färgen NCS 0515-R80B.

5.4 Tillverkningsanpassning

Med hänsyn tagen till konstruktion och tillverkning fattades ett beslut om att samla all elektronik i laddningsstationen på ett ställe. Den mest praktiska placeringen av elektroniken är i bottenplattan eftersom det är där som kretskortet är placerat. Detta är även den huvudsakliga anledningen till diodernas placering. Andra placeringar som hade kunnat ge en bättre överblick begrundades men att hålla elektroniken samlad vägde tyngst då beslutet fattades. Det enda undantaget som gjorts är lysröret som har sin placering i produktens övre del där det skyddas bakom luckan och ger den mest optimala bestrålningen. Sladdarna som leder till lysröret finns inbyggda i laddningsstationens sidoväggar.

Eftersom produkten kommer att tillverkas i plast har hänsyn tagits till rundningar och släppningsvinklar. Plasthöljet kan inte tillverkas i ett stycke och därför har en uppdelning gjorts i delar som är mer lämpliga för tillverkning (se figur 49). Delarna kommer att monteras med hjälp av skruvar och snäppfästen. Produkten ska även väggmonteras. För detta har särskilda skruvhål gjorts bakom UV-lampan samt i nedre delen av den bakre plattan. Vägghöjning bör därför ske innan UV-lampan monteras.

5.5 Kostnader

Kostnaden ökar något hos den nyutvecklade laddningsstationen, främst på grund av tillägget av komponenter för UV-strålning och kravet på inneslutning som användande av den desinficeringsmekanismen innebär. Uppskattningarna av merkostnaderna, som presenteras i figur 54, tillsammans med kostnaderna för dagens produkt ger en total kostnad för den nyutvecklade laddningsstationen inklusive alla komponenter, materialkostnader och montering på cirka 1500 kr. Uppskattningarna är gjorda utifrån uppgifter från befintliga teknikgrossister samt listan på kostnader från uppdragsgivaren (se figur 53).

Komponent	Pris i SEK
Power supply 5V/5A RS-25-5 !S	95.88
CR3 Cover Complete !S	215.58
Cover top L.grey CR3 CR4 !S	16.36
Cardboard Box 473x157x125mm	9.45
Light guide CR3 !S	2.20
CR3 PCBA	476.26
CR3 Final Assembling	163.07
CR3 Packing & Label	12.40
Summa	962.96

Figur 53: Kostnadskalkyl för befintlig produkt (Holmberg 2010)

Komponent	Uppskattat pris i SEK
Lysrör	45.00
Transformator och sockel samt kablage	150.00
Metallisering av plastytor	10.00
Merkostnad för större plastkomponenter	200.00
Merkostnad montering	70.00
Axel med bromsat lager (2 st)	30.00
Lysdiod (6 st)	1.00
Strömbrytare med kablage (2 st)	10.00
Summa	516.00

Figur 54: Kostnadskalkyl tillägg ny produkt

6 Diskussion

6.1 Metoder

Intervjuer användes till viss del i projektet, både av ostrukturerad och av halvstrukturerad karaktär.

De ostrukturerade intervjuerna understöddes av väl underbyggda faktakunskaper kring desinfektion med UV-strålning, vilket ledde till att samtalen snabbt kunde föras in på ämnen som var relevanta för projektet. Även om de var ostrukturerade låg de ändå nära de halvstrukturerade intervjuerna eftersom det fanns en klart definierad problembild som vi önskade få svar på. Det ledde också till att samtalen hade ett stort mått av flexibilitet, då ämnen kunde fördjupas när det var uppenbart att intervjupersonen hade stor insikt i en viss fråga.

De halvstrukturerade intervjuerna genomfördes huvudsakligen på platser där det var svårt att få tillträde och där det således var viktigt att inget blev utelämnat av misstag. För att samtalen skulle flyta på ett naturligt sätt formulerades inga tydligt definierade frågor – istället gjordes en lista över ämnen som var viktiga att diskutera och kring dessa tilläts intervjupersonerna att hålla sig relativt fritt.

Valet att inte förhålla sig helt strikt till någon av intervjuteknikerna ledde till metoder som var bättre anpassade till det aktuella projektet, vilket i sin tur ledde till bättre och mer djuplodande intervjuer.

På grund av landstingets policy kring upphandlingar får projekt som görs på uppdrag av företag inte delges information från sjukvårdsenheter i landstingets regi. Några egentliga observationer kunde därför inte göras, vilket påverkade valet av metod eftersom observationer annars är en viktig källa till information. Istället lades större vikt vid tidigare nämnda intervjuer, samt en enkätundersökning som sändes till både svenska och utländska sjukhus. I jämförelse med intervjuerna var enkätundersökningarna ett betydligt trubbigare instrument, då antalet frågor behövde hållas nere för att öka chansen att få ett svar.

Vid det fortsatta arbetet med analysen av laddningsstationen användes en HTA-analys. Det upplevdes dock som att HTA-analysen främst var till för att bringa klarhet i stora, komplexa system och att den därför inte gav så mycket ytterligare information när den applicerades på laddningsstationen. Som struktur i funktionsanalysen gav den emellertid en grund att stå på.

Även miljöeffektsanalysen fungerade som strukturerande när de olika komponenternas miljöpåverkan skulle undersökas. Då analysen bygger på att man ser på hela kedjan från råvaruframställning, användning och resthantering, minimerar man risken att något försummas eller glöms bort. I slutändan ledde

det till en djupare analys än vad man skulle gjort utan att ha miljöeffektsanalysens struktur som grund.

När den nya laddningsstationen skulle utformas, både tekniskt och estetiskt, inleddes detta med brainstorming. Det var en metod som fungerade väl, eftersom gruppens sammansättning gav en tillåtande atmosfär där idéer kunde genereras utan att de ifrågasattes. Brainstormingsessionerna gav en stor bas för den vidare utvecklingen av koncepten, något som förmodligen inte hade blivit resultatet om idégenereringen skett på annat sätt, exempelvis i enskildhet.

För att strukturera idéerna och få en bättre helhetsbild användes en morfologisk matris. Det gav upphov till ett antal huvudteman och varianter kring dessa teman, där de som bedömdes som bäst bearbetades i en elimineringsmatris. Ur denna matris valdes de fyra bästa för vidareutveckling.

I takt med att koncepten kom allt närmare slutkonceptet blev det även viktigt att förankra dem i företagets formspråk och användarmiljön. För detta användes en mood board som inspirationskälla och som stöd för i vilken riktning vi önskade att färg, form och uttryck skulle röra sig i produktutvecklingsarbetet.

Pughmatrisen användes sedan för att jämföra de olika koncepten med kravlistan. Det visade sig vara ett något trubbigt verktyg, då alla koncept uppfyllde kraven i stor utsträckning och inget helt entydigt svar kunde fås av Pughmatrisen. I Pughmatrisen tas det inte heller hänsyn till kravens viktning. För att slutgiltigt välja koncept krävdes diskussioner, både inom gruppen och tillsammans med företaget.

6.2 Genomförande

Fram till delredovisningen flöt arbetet på mycket bra och informationssökningen hade gett svar på nästan alla våra frågor. Idégenereringen var också lyckad och gav många idéer; koncepten som togs fram var dock något lika varandra vilket gjorde metoder som exempelvis Pugh-matris svåra att använda. Planeringen genom hela projektet fungerade bra och arbetsbördan spreds ut över hela projekttiden. Rapportskrivningen tog dock lite längre tid än planerad men det upplevdes inte som något större problem.

Ett problem som uppstod när det gällde att undersöka användningen och användningsmiljön för laddningsstationen var svårigheten att få svar från sjukhus då de offentliga sjukhusen inte har lov att svara på frågor när ett företag står bakom projektet. Detta gjorde också utbudet begränsat när vi sökte användare som kunde svara på vår enkät eftersom privata sjukhus i Sverige fortfarande är förhållandevis små och därmed inte Ascoms huvudsakliga målgrupp.

Ett visst tillägg i information kom dock av de enkäter som skickades till sjukhus i Danmark och Holland, vilka tillhör Ascoms utländska marknad. Dock var kvalitén på dessa svar svårare att bedöma då de dels gavs på deras eget språk

(holländska) och dels för att vi inte riktigt vet vilken typ av sjukhus och avdelning de som svarade arbetar för, eller hur allmängiltiga deras uppfattningar är. För bedömningen av användarna hade det varit lättare med Svenska sjukhus då vi har en bättre uppfattning om hur vården i Sverige fungerar.

Från de åtta utländska sjukhusen vi kontaktade fick vi svar från ett och från de sex personer på svenska sjukhus som fick enkäten fick vi svar från fyra. I själva verket är dock förhållandet mellan de som svarade och hur många som kontaktades ungefär lika både för de svenska och utländska kontakterna. Skillnaden är att de svenska först fick frågan ifall någon ville svara på enkäten innan den skickades ut. Kanske borde även denna strategi använts för enkäterna till de utländska sjukhusen för att generera ett högre svarsfrekvens.

Då det visade sig att det skulle bli svårt att få hjälp av sjukvårdspersonal fick andra metoder användas för designutvecklandet. De åsikter som framlades av åhörarna vid delredovisningen gav en viss uppfattning om hur åsikterna såg ut hos en större grupp människor. Dock hade mer input förväntats. Detta hade möjligen kunnat åstadkommas om förbestämda diskussionsfrågor hade formulerats och ställts efter redovisningen.

Följden av att det var svårt att komma i kontakt med användarna blev att Ascoms åsikter vägde tungt. Slutprodukten gick därav väl i linje med Ascoms förväntningar vilka eventuellt kan skilja sig något från användarnas. Ascom har dock en god uppfattning om miljön och situationen där den ska användas så avsaknaden av användartester i vårt projekt anses inte vara ett större problem.

Då Ascoms designmanual var under utveckling och främst riktade sig till företagets huvudprodukter så som telefoner och personsökare och inte till tillägsprodukter som laddningsstationer så gav den inte lika specificerad information som önskat. Därför användes till stor del den framtagna mood boarden samt projektgruppens egna uppfattning av Ascoms önskade uttryck då produktens design arbetades fram.

Själva slutdesignen efter konceptvalet mötte först en del problem och det var svårt att bestämma den slutgiltiga utformningen på delar där inte funktionen verkade begränsande. Alla delar hängde mer eller mindre ihop så att formen på en bestämde formen på nästa och så vidare. Vi valde då att göra en snabbenkät där uttrycket utvärderades på sidoprofilen, då det kändes som att den utgjorde själva grundformen för hela produkten.

Den tillverkade slutmodellens del i projektet blev mer ett sätt att presentera vårt koncept än ett sätt att utvärdera produktens form och funktion. Skissmodellerna som gjordes på koncepten tidigare under projektet gjorde dock mycket för att få en bättre känsla för formen än CAD-modellerna kunde ge. Slutkonceptet framtogs sen huvudsakligen med hjälp av CAD och slutmodellen kunde bekräfta tidigare dragna slutsatser.

6.3 Slutresultat

Produkten som helhet utvärderades gentemot den uppsatta kravspecifikationen (se bilaga 9). Det visade sig att alla krav blev uppfylla, dock gick ett starkt önskemål ej att utvärdera utan laboratorietester då detta gäller hur väl telefonerna tål att exponeras för ultraviolett strålning. Önskemålet om att indikera desinficeringsgrad är heller inte uppfyllt i nuläget. Funktionen valdes medvetet bort eftersom desinficeringen går på väldigt kort tid och telefonerna kommer därför nästan alltid att vara fullt desinficerade då de har placerats i laddningsstationen. För att förhindra "photo reactivation" ska telefonerna sedan befinna sig i mörker ett antal timmar, men desinficeringsgraden kommer fortfarande vara konstant. Om funktionen ändå ska finnas med ansågs en bättre lösning vara att utnyttja mjukvaran i telefonerna för detta syfte. Båda dessa önskemål behandlar alltså främst telefonerna och inte laddningsstationen och beaktas som möjliga vidareutvecklingar. Utifrån jämförelsen med kravspecifikationen anses slutprodukten uppnå de förväntade målen på ett mycket bra sätt.

6.3.1 Indikatorer

Att produkten skulle kunna passa in i Ascoms övriga produktsortiment var ett starkt argument för att använda de typer av dioder som Ascom har beslutat sig för att använda i sina produkter. Under idé- samt konceptgenereringsprocesserna fanns det dock utrymme för alternativa sätt att både visa laddningsstatus på samt placering av dessa indikatorer. Ett mer innovativt indikationssystem kunde ha valts om produkten skulle lanseras som en fristående enhet och inte inom en produktlinje. Nya system innebär dock alltid en viss nivå av omställning för användarna och för denna produkt ansågs det bästa alternativet att behålla det ursprungliga systemet.

6.3.2 Ställning

Ascom har under en längre tid tagit fram telefonhållare som ska klara av att hålla många olika telefonmodeller samt klara av att hålla fast telefonerna vid stötar, till exempel vibrerande väggar. Dessa hållare visade sig fungera bra även för att underlätta telefonernas UV-exponering då de kan tillverkas i PMMA och därmed släppa igenom ljuset. Dock undersöktes även detta område med öppet sinne och flera koncept med andra typer av hållare fanns med fram till det slutgiltiga konceptvalet. De befintliga hållarna ansågs ändå som bäst lämpade då deras utformning tillät ett stadigt grepp om telefonen samt var flexibla för många telefonmodeller.

6.3.3 Handtag

Vad gäller handtaget så kunde ett mera klassiskt handtag med grepp utformats för att ytterligare säkerställa att användaren förstår hur produkten ska öppnas. Att det till slut blev det avlånga urgröpta handtaget beror delvis på att det är mycket enklare att rengöra en sådan yta. Det är även väldigt flexibelt att använda olika grepp eller olika vinklar med den avlånga handtaget vilket ansågs önskvärt då användaren kan komma att behöva nyttja produkten under stressade situationer. Det ultimata ur en synpunkt med fokus på maximal sterilitet hade varit en automatisk öppnings- och stängningsprocess med hjälp av exempelvis en infraröd sensor kopplad till en elmotor vid luckans axel. Detta hade dock inneburit mer teknik och material och därmed ökat tillverkningskostnaden för produkten.

6.3.4 Miljöanpassning

Som tidigare nämnts kommer den nya produkten innebära mer material och energiåtgång på grund av UVGI-tekniken. Detta måste dock vägas emot den samhällsnytta denna typ av produkter gör. UVGI-teknik används redan för rening av luft och vatten på många håll men det krävs fortfarande mer satsningar för att det ska slå igenom för desinficering av ytor. Kostnaden för produkten kommer öka men den innebär även en chans för sjukhus och vårdcentraler att profilera sig som extra hänsynstagande när det gäller att skydda patienter från resistenta bakterier. Detta kan vara extra viktigt i ett samhälle där allt fler privata sjukhus och vårdcentraler etableras. I framtiden kan behållare med UVGI-teknik tänkas rengöra andra objekt än telefoner och därmed tjäna fler syften.

6.3.5 Material

De material som valts har begränsats av UVGI-tekniken. Ett alternativ hade varit metall vilket är starkt UV-resistent, men det hade förändrat produktens uttryck markant och priset för produkten hade gått upp eftersom Ascoms underleverantörer idag arbetar med plast.

För att produkten ska fungera ultimat borde materialet i telefonerna bytas ut samt ytorna göras enklare; nuvarande utstående knappar i mjukt plastmaterial innebär svårigheter både för att nå upp till en hög desinfektionsgrad samt för att uppnå en hög UV-beständighet. Inom projektets ramar ingick det ej att förändra telefonerna och en vidare undersökningar av deras framtida utformning har inte skett.

6.4 Vidareutveckling

Som vidareutveckling föreslås noggranna laborietester med olika typer av plastmaterial i telefonerna och olika exponeringstider. På så sätt kan den exakta tiden som behövs för att desinficera telefonerna utan att plasten i telefonerna påverkas undersökas.

Det är även möjligt att laborera med ytorna på insidan av produkten. Utformningen av dessa kommer till viss mån påverka hur strålning sprider sig över telefonernas ytor. En optimerad reflektion skulle bland annat kunna leda till förkortade belysningstider.

Ett mjukvarusystem som kommunicerar mellan telefoner och laddare skulle också kunna underlätta för att räkna ut exakta tider för hur länge telefonerna ska befinna sig i mörker för att förhindra "photo reactivation".

Förutom telefoner skulle andra objekt också kunna desinficeras med denna typ av produkt, till exempel personsökare eller annan utrustning vilket öppnar upp för en större marknad.

6.5 Syfte och Mål

Projektets syfte definierades till stor del av företagets önskemål och vad de önskade få ut av att delegera det till Chalmers. Även om det innebar att projektgruppen skulle undersöka möjligheterna att konstruera en kombinerad laddningsstation med desinficeringsfunktion, var själva faktainsamlingen inte någon dominerande del av projektets totala arbetsinsats. Skillnaden gentemot ett projekt där möjligheterna redan var undersökta var således inte överdrivet stor, mycket beroende på att tekniken funnits sedan mitten av 1800-talet och att det fanns mycket användbar litteratur i ämnet. För ett projekt med tunnare forskningsläge kring basteknologin hade ett liknande syfte varit mindre lämpligt inom ramen för ett kandidatarbete.

Målet att uppnå ett koncept som var väldigt genomarbetat gjorde även att projektet kunde relateras till stora delar av utbildningen Teknisk Design. Frågor kring material, ekonomi och kognitiv ergonomi stod många gånger i fokus och kunde återkopplas till kurser i samma ämne som ingått i kandidatutbildningen.

Till skillnad från projekt som genomförs inom ramen för Chalmers, där målet definieras av skolan, blev detta projekt mer realistiskt. Detta märktes särskilt i frågan om ekonomin, där företaget satte upp ett kostnadstak vilket sällan eller aldrig finns i rena skolprojekt.

Det utförda projektet bedöms uppfylla de ställda målen väl. Forskningen kring möjligheterna att använda ultraviolett strålning för desinficering av telefoner anses till en hög grad lyft fram information som är genomgripande och väsentlig för projektet. Den slutliga produkten anses också tillfredsställande då samtliga krav och nästan alla önskemål uppfylls på ett fullgott sätt.

6.6 Avgränsningar

De avgränsningar som gjordes (se kap 1.4) visade sig vara väl avvägda och gav projektet en rimlig omfattning. De gav oss möjlighet att fokusera på de viktigaste design- och konstruktionsaspekterna utan att behöva fördjupa oss i detaljer där det krävs annan och mer erfaren expertis för att bestämma den slutgiltiga utformningen. Exempel på sådana områden är delar av tillverknings- och monteringsanpassningen av plastdelarna (främst deras insida) samt elektroniken där vi har lämnat plats för kablar och dioder samt tillräckligt utrymme för lysröret med dess sockel och transformator, men inte gjort detaljkonstruktionen av dessa.

Vissa delar av desinficeringsfunktionen har också fått lämnas ofärdig då det krävs tester på en fullskalemodell för att fastställa och maximera effektiviteten av denna. Både den tid som strålningen behöver vara påslagen och den exakta utformningen av reflektionsytor är sådant som behöver analyseras i labbmiljö, vilket inte fanns tillgängligt under projektet.

6.7 Projektet i allmänhet

Vid ett par tillfällen kom information projektgruppen tillhanda efterhand under projektets gång, till exempel starka önskemål från uppdragsgivaren om vilka indikatorsystem och hållare som skulle användas. Detta berodde till viss del på att uppdragsgivaren nyss justerat sitt system för att göra produktlinjen mer enhetlig. Den nya informationen gjorde att vissa idéer och koncept ibland fick omvärderas i efterhand. Tack vare kontinuerlig kontakt med uppdragsgivaren hann inte projektet framskrida så långt att den nya informationen fick allvarligare konsekvenser än mindre justeringar. Det ansågs i projektgruppen som en bra erfarenhet att få uppleva dessa itereringsprocesser.

7 Slutsats

Det anses fullt möjligt att integrera laddning och desinficering av sjukhustelefoner med hjälp av UV-strålning. Desinficering kan ske till en hög nivå, under rätt förutsättningar kan minst 99,99 procent av bakterier och virus oskadliggöras. Med hjälp av rätt material, som har UV-beständiga egenskaper, och en väl avvägd desinficeringstid anses produkten klara en livslängd på 5 år. Det anses även säkert att använda produkten utan risk för skadliga bieffekter hos användare.

Ett koncept är framtaget vilket till hög grad uppfyller de krav som ställts upp samt har god realiserbarhet.

För att finna ultimat desinficeringsgrad krävs vidare laborationstester för strålningsstyrka, intervall för strålningsdoser samt hur den inre strukturen ska utformas för största möjliga exponering av telefonernas ytor.

Referenser

Böcker

Johannesson, H., Persson, J-G., Pettersson, D. (2004) Produktutveckling – effektiva metoder för konstruktion och design. Första upplagan. Stockholm: Liber

Jordan, P W. (2002) An Introduction to Usability. UK, Padstow: Taylor & Francis

Kowalski Wladyslaw, (2009), Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook UVGI for Air and Surface Disinfection, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, Springer

McDonagh, Deana; Storer, Ian. "Mood boards as a design catalyst and resource: Researching an under-researched area", The Design Journal, Volym 7, Nummer 3

Stordalen, J. (1999). Hygien i vårdarbete. Lund: Studentlitteratur.

Österlin, K. (2007) Design i fokus. Upplaga 2:1. Malmö: Liber

E-böcker/Artiklar

Ascom Industrial Design Guideline, PA5, 2009,

Jeske, Tiefenthaler, Hohlrieder, Hinterberger, Benzer, Bacterial contamination of antesthetist's hands by personal mobile phone and fixed phones use in operating theatre, [Elektronisk], Department of Anesthesia and Critical Care Medicine, Department of hygiene, Innsbruck medical university, Innsbruck,

Goldblatt, J. G., Krief, I. (2007). Use of Cellular Telephones and Transmission of Pathogens by Medical Staff in New York and Israel. [Elektronisk]. Infect Control Hosp Epidemiol, 28:500-503., Tillgänglig: <<http://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/513446>>. [2010-02-06].

Socialstyrelsen, Socialstyrelsens föreskrifter. Basal hygien inom hälso- och sjukvården m.m. (SOSFS 2007:19). [Elektronisk]. Stockholm: Socialstyrelsen. Tillgänglig: < http://www.socialstyrelsen.se/sosfs/2007-19/Documents/2007_19.pdf>. [2010-02-27].

Strålskyddsmyndighetens publikation: SSMSF 2008:48 *Strålskyddsmyndighetens allmänna råd om hygieniska riktvärden för ultraviolet strålning*

Sveriges kommuner och landsting, Socialstyrelsen, Öppna jämförelser av hälso- och sjukvårdens kvalitet och effektivitet: jämförelser mellan landsting 2009,

ISBN 978-91-7164-485-5, [Elektronisk] . Stockholm: Sveriges Kommuner och Landsting och Socialstyrelsen. Tillgänglig: www.skl.se/publikationer

Muntliga referenser

Eliasson, Björn, läkare Lundberglaboratoriet för diabetesforskning, Sahlgrenska Universitetssjukhuset. intervjun genomförd 16/2 2010.

Holmberg Robert, Teknikchef Ascom, intervju den 23 mars 2010.

Lignell Marie, Biomedicinsk analytiker, Sahlgrenska bakteriologiska enheten, intervju 9 Februari 2010

Rexfelt Oskar, Doktor PPU, Chalmers Tekniska Högskola, 2009, Föreläsning, Göteborg, 29 Oktober

Bilagor

Lista över bilagor

Bilaga 1 - Funktionsanalys

Bilaga 2 - EEA-analys

Bilaga 3 - Sammanställning enkätsvar

Bilaga 4 - Morfologisk matris

Bilaga 5 - Elimineringsmatriser

Bilaga 6 - PUGH-matris

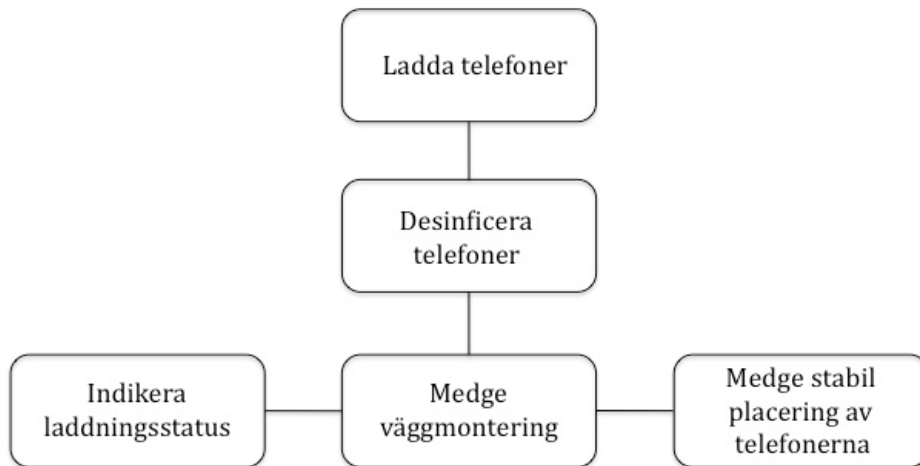
Bilaga 7 - Preferenstest profil

Bilaga 8 - Diagram resultat preferenstest profil

Bilaga 9 - Utvärdering av slutprodukt gentemot kravspecifikation

Bilaga 10- Foton av fysisk slutmodell

Bilaga 1 - Funktionsanalys



Påverkanfas	Aktivitet	Miljöaspekt
Råvaruframställning	ABS	Energiförbrukning, resursförbrukning, utsläpp
Råvaruframställning	PC	Energiförbrukning, resursförbrukning, utsläpp
Råvaruframställning	Elektronik	Giftiga metaller, resursförbrukning
Råvaruframställning	Skrivar	Energiförbrukning
Råvaruframställning	Sladdhölje	Energiförbrukning, resursförbrukning, utsläpp
Tillverkning	Formsprutning	Energiförbrukning, utsläpp
Tillverkning	Ytbehandling plast	Arbetsmiljöpåverkan, utsläpp
Tillverkning	Elektroniktillverkning	Energiförbrukning
Tillverkning	Montering	Energi, arbetsmiljöpåverkan
Användning	Elförbrukning	Energiförbrukning
Transport	Råvaror	Avgasutsläpp
Transport	Till montering	Avgasutsläpp
Transport	Till kund	Avgasutsläpp
Resthantering	Delvis sortering	Förbränning av tungmetaller, utsläpp i naturen
Med UV		
Råvaruframställning	UV-lampa	Energiförbrukning, resursförbrukning, utsläpp
Råvaruframställning	Elektronik	Energiförbrukning, resursförbrukning, utsläpp
Transport	UV-lampa	Avgasutsläpp
Transport	Skydd från UV-exponerir	Avgasutsläpp
Transport	Elektronik	Avgasutsläpp
Tillverkning	UV-lampa	Energiförbrukning, utsläpp
Tillverkning	Skydd från UV-exponerir	Energiförbrukning, utsläpp
Tillverkning	Elektronik	Energiförbrukning, utsläpp
Användning	Elförbrukning, UV-expon	Energiförbrukning, nedbrytning genom UV-exponering
Resthantering	Delvis sortering	Förbränning av tungmetaller, utsläpp i naturen

Bilaga 2 - EEA-analys

Miljöpåverkan	S	O	POT	Åtgärd
Minskade och omfördelade resurser	3	1	1	Kan byta typ av plast
Minskade och omfördelade resurser	2	1	1	Svårare då sladdhöljen har standard
Minskade och omfördelade resurser	2	1	2	Använda mindre elektronik/återanvänd Snäppfästen
Minskade och omfördelade resurser	2	1	1	Svårare då sladdhöljen har standard
Förbrukning av resurser, utsläpp	1	1	1	Annan typ av form
Förbrukning av resurser, utsläpp	1	1	1	Byta material
Förbrukning av resurser, utsläpp	2	1	1	Använda mindre elektronik/återanvänd
Förbrukning av resurser, utsläpp	1	2	1	Underlätta med t.ex snäppfästen m.m.
Förbrukning av resurser	1	2	1	Använda förnyelsebar energi
Miljögifter, växthuseffekt	2	1	2	Flytta produktion närmare (dock i Europa redan)
Miljögifter, växthuseffekt	2	1	2	Flytta produktion närmare (dock i Europa redan)
Miljögifter, växthuseffekt	2	1	2	Använda miljövänliga alternativ
Spridning av tungmetaller	3	2	2	I dagsläget erbjuds retur för sortering, kan utvecklas mer
Minskade och omfördelade resurser	3	1	1	Svårt då det inte finns så många tillverkare.
Minskade och omfördelade resurser	3	1	1	Använda mindre elektronik/återanvänd
Miljögifter, växthuseffekt	2	1	1	Svårt då det inte finns så många tillverkare.
Miljögifter, växthuseffekt	2	1	2	Flytta produktion nära, samverka med övriga plastdetaljer
Miljögifter, växthuseffekt	2	1	2	Samverka med övrig elektronik
Förbrukning av resurser, utsläpp	1	1	1	Svårt då det inte finns så många tillverkare.
Förbrukning av resurser, utsläpp	1	1	2	Samverka med övriga plastdetaljer
Förbrukning av resurser, utsläpp	1	1	1	Samverka med övrig elektronik
Hälsöfrågor samt spridning av partiklar	1	3	1	Ganska säker, kan kapslas in ordentligt.
Spridning av tungmetaller	3	2	2	I dagsläget erbjuds retur för sortering, kan utvecklas mer

Bilaga 3 - Sammanställning enkätsvar

Datum	Vilket system har ni för internkommunikation idag?	Vem använder interntelefonerna hos er?	Hur används telefonerna?	Hur ofta och hur länge laddas telefonerna?	Hur ofta och med vad rengörs/desinficeras telefonerna idag?	Hur är laddarna placerade?
3/22/2010 11:19:27	DECT-telefoner Leverantör: ASCOM	Samtlig personal (5 pers)	Är inte personlig används vid behov, bärs inte runt	1gg/dygn. En DECT sätts för laddning vid stängn kl 17.00 och byter plats med nr två vid start på morgonen och nr två laddas i ca 2 tim.	Minst 2 ggr/vecka med ytdesinfektion Plus från Dax	1 st finns på skrivbord på kontoret bakom receptionen
3/23/2010 15:26:55	DECT-telefoner:Eriksson och Ascom. Mobiltelefoner: Eriksson, Nocia och HTC. Fast telefoni: Telia Fast telefoni digital: Eriksson Intersökare.	Alla kategorier på sjukhuset.	Chefer och Läkare har personliga bärbara telefoner.	Vet ej.	Vet ej.	Olika på olika verksamheter.
3/24/2010 12:00:34	DECT-telefoner. Tillverkare: Condigi /televagt (danskt företag) Läkare sökes via personsökare (firma?) eller DECT-telefon	All personal	DECT-telefoner bärs runt hela arbetspasset, vi har ett sk tyst kallelse-system, vilket innebär att ringningar ifrån patienter och vårdrum kommer direkt i telefonerna. Tillverkare: Condigi /televagt (danskt företag)	De telefoner som inte är i bruk sitter i en laddare, när displayen signalerar svagt batteri, byter vi ut batteriet med ett som sitter i laddaren	Vid varje skiftbyte, dvs morgon, middag och kväll Spritavtorkas med ytdesinfektion	Vi har en gemensam laddare på avdelningen, med 8 fack, som sitter alldeles innanför dörren till expeditionen
3/22/2010 12:57:00	Analog telephones, digital telephones, portable telephones, answering machines, signals. The facility handled the desk mobile phones. Other communications are managed by the computer department.	Everybody uses the phone.	Some devices are shared and some not.		There is not a "strict" policy for cleaning the telephone, the telephones are cleaned with water and a micro fibre cleaning cloth. The telephones are cleaned twice weekly in offices and daily in consulting rooms. The computer screens and keyboards are cleaned with the same method once a week.	

Bilaga 4 - Morfologisk matris

Oppløsningsfunktion	Med støtte	Ingen støtte	Sittende
			
			
			
			

Bilaga 5 - Elimineringmatriser

Sid 1	Elimineringsmatris för: Öppningsfunktion								Elimineringskriterier: (+) Ja (-) Nej (?) Mer info krävs (!) Kontroll produktspec	
	Lösning	Löser huvudproblemet	Uppfyller alla krav	Realiserbar	Inom kostnadsramen	Säker och ergonomisk	Passar företaget	Tillräcklig info	Kommentar	Beslut
1	+	+	+	+	+	0	-	Utrymmeskrävande	+	
2	+	+	+	+	+	+	-	Skevt?	+	
3	+	+	+	+	+	+	-	Komplicerad konstruktion	+	
4	+	+	+	+	-	-	-	Klämrisk	-	
5	+	+	+	+	-	-	+	Klämrisk	+	
6	+	+	+	+	+	-	+	Enkel	+	
7	+	+	+	+	0	0	-	Utrymmeskrävande	-	

Sid 2	Elimineringsmatris för: Öppningsfunktion								Elimineringskriterier: (+) Ja (-) Nej (?) Mer info krävs (!) Kontroll produktspec	
	Lösning	Löser huvudproblemet	Uppfyller alla krav	Realiserbar	Inom kostnadsramen	Säker och ergonomisk	Passar företaget	Tillräcklig info	Kommentar	Beslut
8	+	+	+	+	+	-	-	Utrymmeskrävande	-	
9	+	+	?	?	+	+	-	Smidig att använda, komplicerad att utforma	?	
10	+	-	?	+	+	+	-	Hållbar konstruktion?	-	
11										
12										
13										
14										

Sid 3	Elimineringsmatris för: Handtag								Elimineringskriterier: (+) Ja (-) Nej (?) Mer info krävs (!) Kontroll produktspec	
	Lösning	Löser huvudproblemet	Uppfyller alla krav	Realiserbar	Inom kostnadsramen	Säker och ergonomisk	Passar företaget	Tillräcklig info	Kommentar	Beslut
1	+	+	+	+	+	+	+	Svårt att rengöra?	+	
2	+	+	+	?	?	+	-	Ergonomisk? Dyr?	-	
3	+	-	+	+	?	-	+	Byråläda, svårt att rengöra?	-	
4	+	+	+	+	+	+	+	Enkel	+	
5	+	+	+	+	+	+	+	Enkel, men ger utbukt i profil	+	

Sid 4	Elimineringsmatris för: Ställning								Elimineringskriterier: (+) Ja (-) Nej (?) Mer info krävs (!) Kontroll produktspec	
	Lösning	Löser huvudproblemet	Uppfyller alla krav	Realiserbar	Inom kostnadsramen	Säker och ergonomisk	Passar företaget	Tillräcklig info	Kommentar	Beslut
1	+	-	-	+	-	-	+	Ostabil	-	
2	+	+	+	+	+	+	+	Nuvarande form, lättare produktion	+	
3	+	+	+	+	-	-	+	Ostabil	-	
4	+	+	+	+	-	-	+	Ostabil	-	
5	+	+	+	+	-	+	+	Ostabil	+	

Sid 5	Elimineringsmatris för: Indikatorer								Elimineringskriterier: (+) Ja (-) Nej (?) Mer info krävs (!) Kontroll produktspec	
	Lösning	Löser huvudproblemet	Uppfyller alla krav	Realiserbar	Inom kostnadsramen	Säker och ergonomisk	Passar företaget	Tillräcklig info	Kommentar	Beslut
1	+	+	+	-	+	+	-	Extra kretskort	+	
2	+	+	+	-	-	-	-	Problem med att koppla diod till rätt telefon	-	
3	+	+	+	-	-	+	-	Komplicerad kabeldragning	-	
4	+	+	+	+	-	+	-	Samma princip som används till övriga laddare	+	

Bilaga 6 - PUGH-matris

Relativpoängsättning jämfört med referens, (-)=sämre (0)=likvärdig (+)=bättre

Kriterium: Önskemål eller krav	Referens: Tombolan	Alt: Byrålådan	Alt: Brödlådan	Alt: Boxen
Inre delar ska tåla exponering av UV-strålning		0	0	0
Medge laddning av telefoner		0	0	0
Uppnå standard för elektroteknisk apparatur		0	0	0
Passa in i sjukhusmiljö		-	-	-
Medge väggmontering		0	0	0
Förhindra vidröring av UV-lampa		-	-	-
Medge desinfektion av telefonen		+	-	-
Förhindra utsläpp av UV-strålning vid användning		+	-	-
Tillåta åtkomst av telefon under laddning		-	0	0
Tåla normal användning under hela sin livslängd		0	0	0
Tillåta dockning av samtliga modeller		0	0	0
Medge användning även för färgblinda		0	0	0
Indikera korrekt telefonplacering		-	0	0
Följa riktlinjer i Ascoms designmanual		0	0	0
Medge enkelt byte av UV-lampa		-	+	+
Indikera desinficeringsstid		0	0	0
Desinficerat objekt ska tåla UV-exponeringen		0	0	0
Indikera desinficeringsstid		0	0	0
Desinficerat objekt ska tåla UV-exponeringen		0	0	0
Total produktionskostnad ska inte överskrida 2000 kr		0	0	0
Vara lättrenörlig		0	0	0

Antal -		5	4	4
Antal 0		10	13	13
Antal +		2	1	1
Totalsumma		-3	-3	-3
Rangordning	1	2	2	2

Bilaga 7 - Preferenstest profil

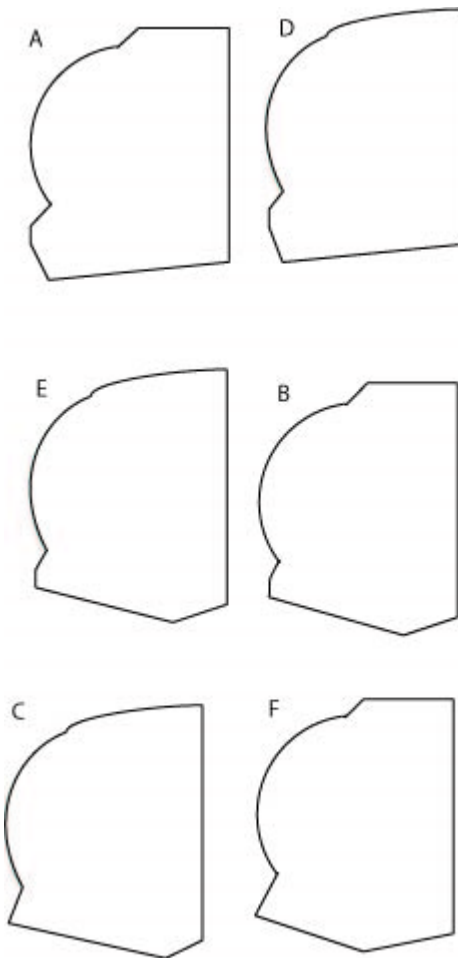
Test nr:						
Lätt- Tung						
Neutral- Uppseendeväckande						
Snygg- Ful						

Test nr:						
Lätt- Tung						
Neutral- Uppseendeväckande						
Snygg- Ful						

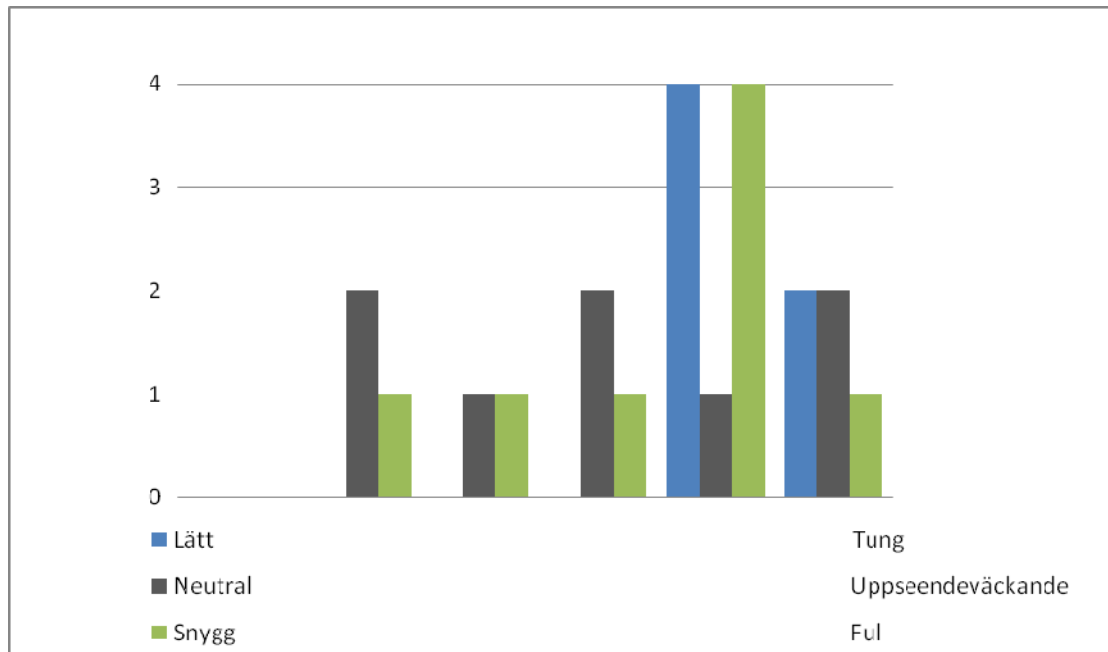
Test nr:						
Lätt- Tung						
Neutral- Uppseendeväckande						
Snygg- Ful						

Test nr:						
Lätt-						

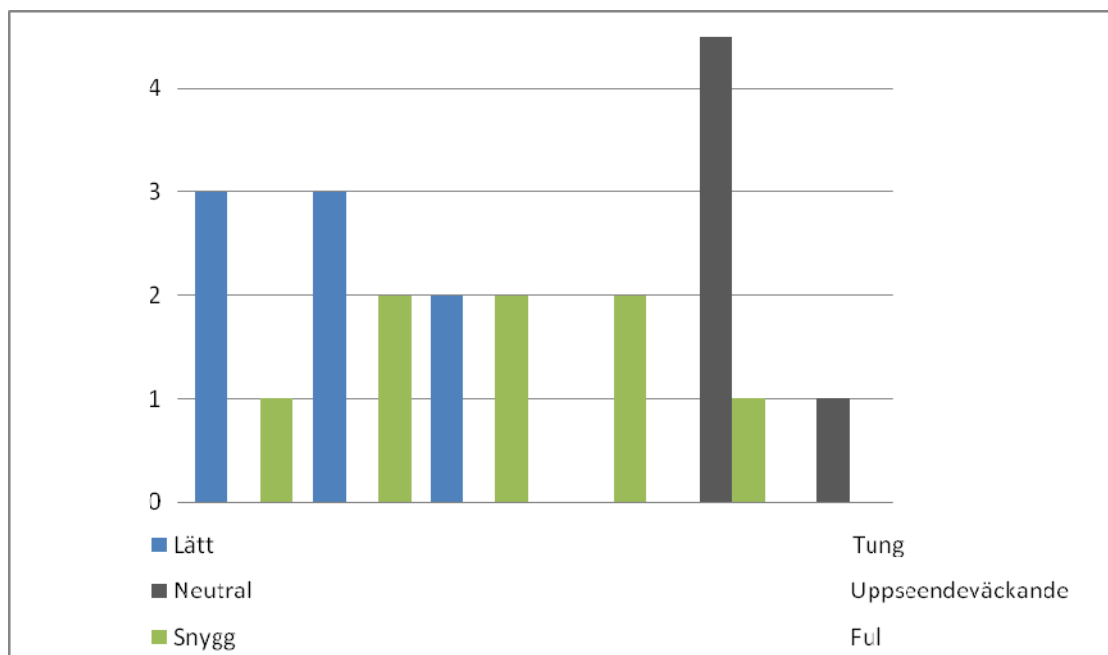
Tung						
Neutral- Uppseendeväckande						
Snygg- Ful						



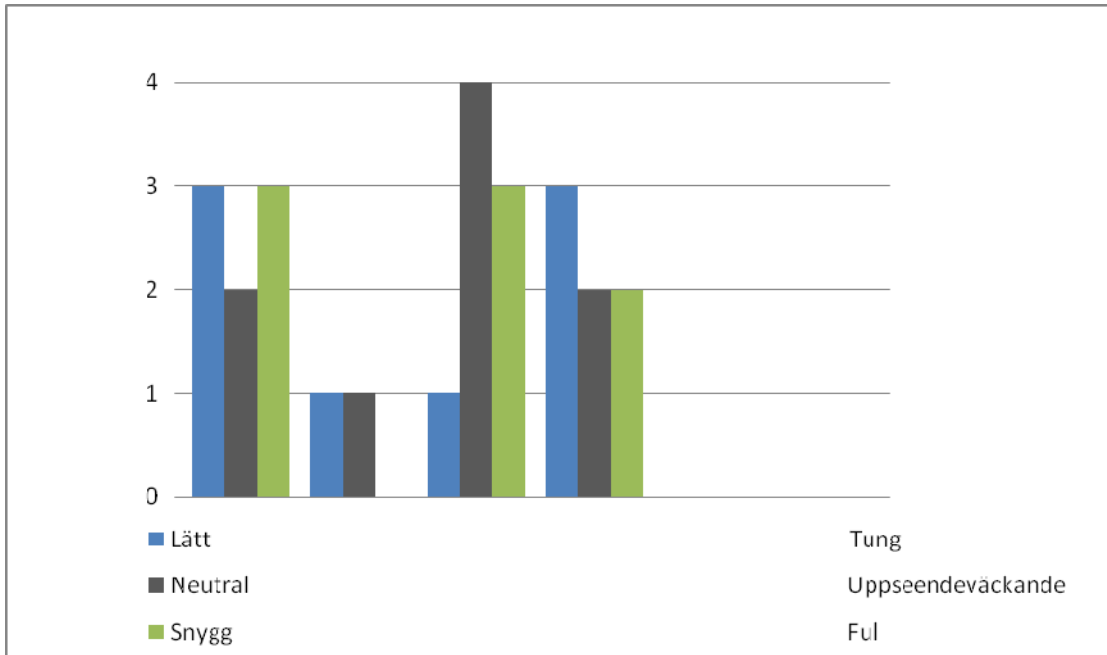
Bilaga 8 - Diagram resultat preferenstest profil



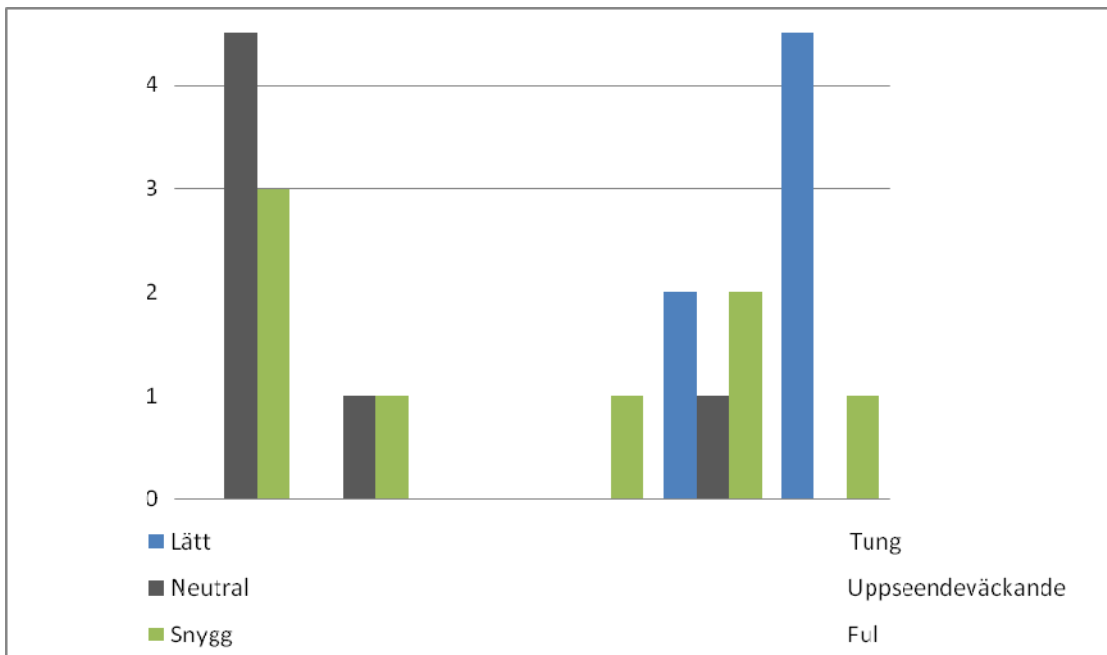
A



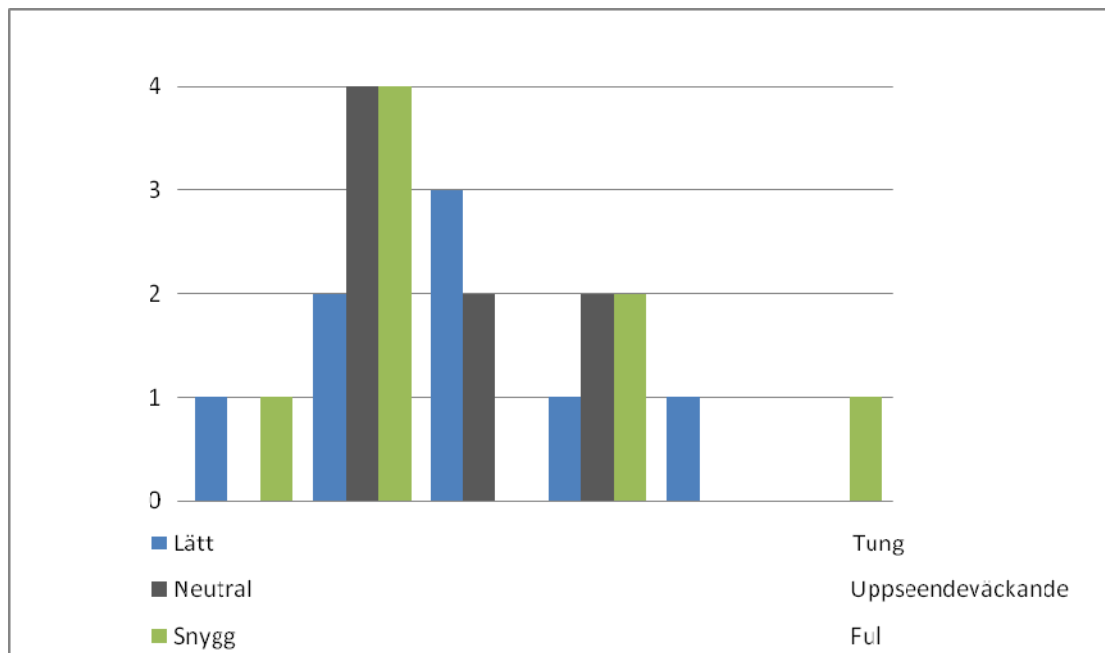
B



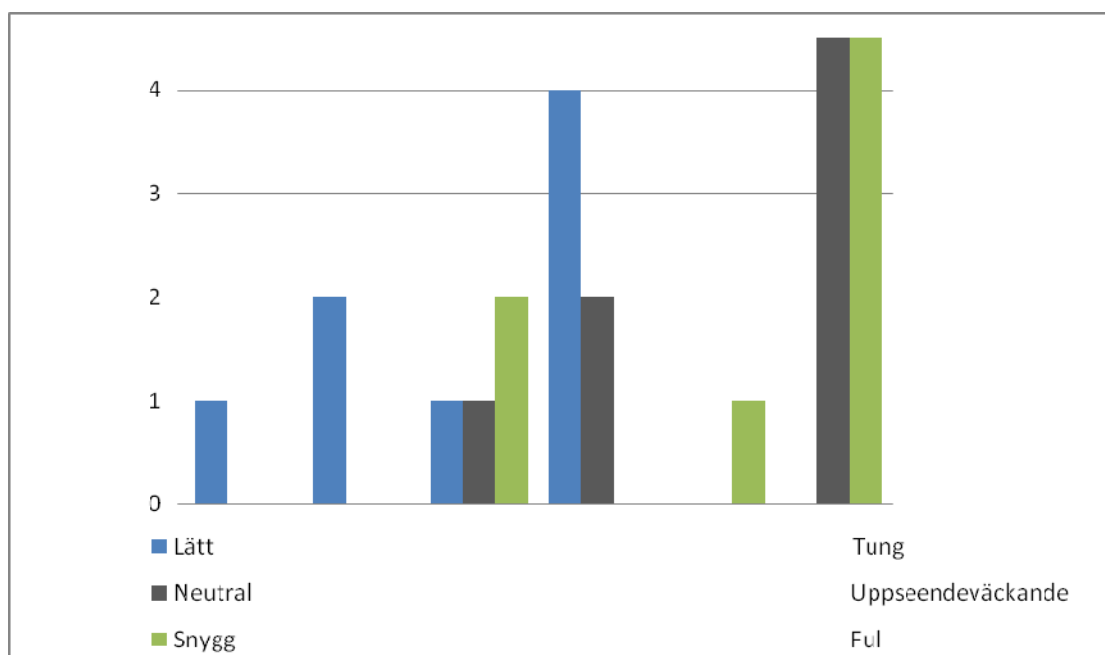
C



D



E



F

Bilaga 9 - Utvärdering av slutprodukt gentemot kravspecifikation

	Krav	Viktning	Uppfyller kravet
1	Inre delar ska tåla exponering av UV-strålning	3	Ja
2	Medge laddning av telefoner	3	Ja
3	Uppnå standard för elektroteknisk apparatur	3	Ja
4	Passa in i sjukhusmiljö	1	Ja
5	Medge väggmontering	3	Ja
6	Ej ta upp för mycket volym	3	Ja
7	Förhindra vidröring av UV-lampa	2	Ja
8	Medge desinfektion av telefonen	3	Ja
9	Förhindra utsläpp av UV-strålning vid användning	3	Ja
10	Tillåta åtkomst av telefon under laddning	3	Ja
11	Tåla normal användning under hela sin livslängd	3	Ja
12	Tillåta dockning av samtliga modeller	3	Ja
13	Medge användning även för färgblinda	2	Ja
14	Indikera korrekt telefonplacering	1	Ja

15	Följa riktlinjer i Ascoms designmanual	1	Ja
16	Medge enkelt byte av UV-lampa för servicetekniker	1	Ja
17	Indikera desinficeringstid	1	Nej, kan uppnås om mjukvara programmeras i telefoner
18	Desinficerat objekt ska tåla UV-exponeringen	2	Vet ej, laboratorietester krävs
19	Total produktionskostnad (inkl. material, tillverkning och frakt) ska ej övergå en beräknad maxgräns	2	Ja
20	Vara lättrengörig	2	Ja
21	Kunna produceras med befintligt kretskort och hållare	2	Ja

Bilaga 10 - Foton av fysisk slutmodell



