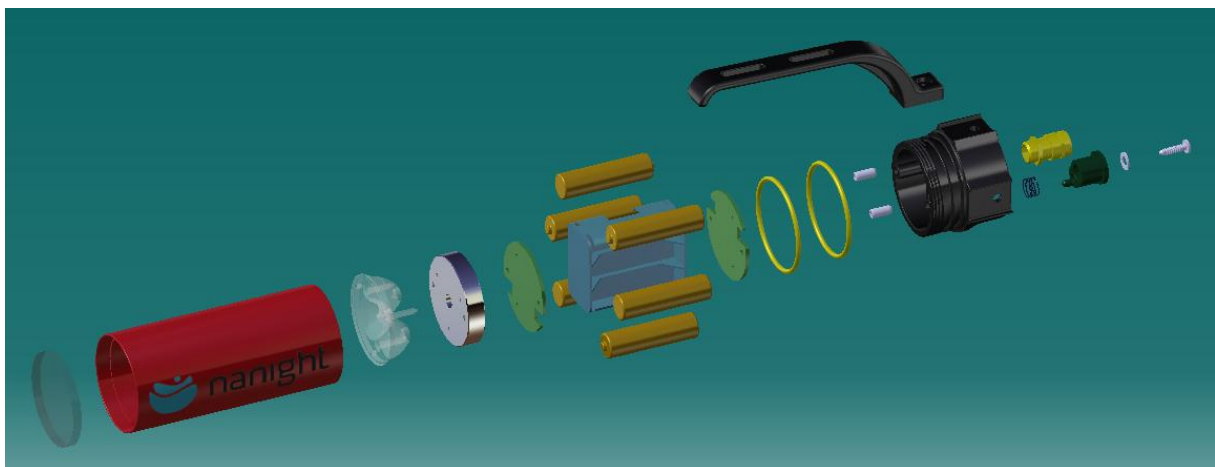




Utveckling av dyklampa hos Nanight AB från idé till prototyp

Development of divelight at Nanight AB from idea to prototype

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskiningenjör

MARCUS BROMAN

Chalmers Tekniska Högskola
Institutionen för produkt- och produktionsutveckling
Avdelningen för produktutveckling
Göteborg, 2013

FÖRORD

Jag vill tacka Mats Alemyr, Institutionen för produkt och produktionsteknik, för handledningen i arbetet.

Även ett stort tack till mina handledare på Nanight, Ulf Backudd och Per Ohlson som varit ett stort stöd och bollplank under arbetets gång. De har varit mycket tillmötesgående för att hjälpa mig med saker som anskaffning av utrustning, trycktester och prototyper.

Parallellt med mitt arbete utvecklades elektroniken till lampan av Anders Nilsson, Nanight, som även han varit ett stöd, främst vid designen av lampan.

SAMMANFATTNING

Projektet har utförts på Nanight kontor i Örgryte, Göteborg. Där har man sett potential i att utveckla en ny dyklampa till ett lägre pris än konkurrenterna som har samma prestanda. Marknadens lampor ligger högt i pris i relation till vad som erhålls i ljusstyrka, batteritid, design, tillbehör mm. Nanight har en vision om att utveckla en lampa som marknaden efterfrågar; en lampa med bra egenskaper till ett rimligt pris. Syftet har därför varit att utveckla en lampa med inriktning mot prispress utan att tumma för mycket på prestandan. För att uppnå detta så används standardiserade och enkla detaljer.

För att hitta vad de potentiella köparna efterfrågar görs en marknadsanalys. I kombination med resultatet som erhålls från denna undersöks konkurrerande lampor för att hitta styrkor och svagheter. Kravspecifikationen och de tekniska lösningar som analyserats utgör grunden till konstruktionen av den nya lampan.

Alla ingående detaljer med undantag för elektroniken har tagits fram i 3D-CAD programmet Catia v.5 för att enkelt kunna visualisera konstruktion och design. Ur detta program så har flertalet ritningar och modeller tagits fram för prototyp tillverkning i verkstad och 3D-skrivare. Dessa prototyper har används till olika typer av testning. Dock så behövs ytterligare testning av strömbrytare och tätningen innan lampan är fulländad.

SUMMARY

The project has been carried out on Nanight offices in Örgryte, Göteborg. There they have seen the potential in developing a new divelight at a lower price than competitors who have the same performance. The markets lights are expensive in relation to what is obtained in brightness, battery life, design, accessories, etc.. Nanight has a vision to develop a lamp that the market demands, a lamp with good features at a reasonable price. The aim has been to develop a lamp with a focus on low costs without compromising too much with performance. To achieve this it is used standardized and simple parts.

To find what the potential buyers are demanding, a market analysis are made. In combination with the results obtained from this analysis the investigation of competing lights are analyzed to find their strengths and weaknesses. The specification of requirements and the analyze of technical solutions sets the basis for the construction of the new lamp.

All component parts with the exception of the electronic components has been developed in 3D CAD software Catia v.5 to easily visualize the structure and design. From this program has several drawings and models developed for prototyping in workshops and 3D printers. These prototypes have been used for various types of testing. However additional testing of the switch and seal is necessary before the lamp is complete.

Innehåll

1. INLEDNING.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Avgränsningar.....	1
1.4 Precisering av frågeställning.....	2
2. TEKNISK BAKGRUND.....	3
2.1 Tätning.....	3
2.2 Korrosion	3
2.3 Batterier.....	3
3. METOD.....	5
3.1 Förstudie.....	5
3.2 Koncept.....	5
3.3 Testning av prototyper	5
4. FÖRSTUDIE.....	7
4.1 Kundkategori och marknadspotential.....	7
4.2 Produktinformation om konkurrerande produkter	8
4.3 Referensprodukter	10
4.4 Enkätundersökning.....	15
4.5 Kravspecifikation	16
5. KONCEPTGENERERING	17
6. KONCEPTVAL	23
6.1 Pugh-matris	23
6.2 Materialval.....	23
6.3 Tillverkning	24
7. KONCEPT TILL PROTOTYP	25
7.1 Tester.....	25
7.1.1 Värmeledningstest	25
7.1.2 Trycktest	27
7.1.3 Lystest.....	28
7.2 Beräkningar	28
8. FÄRDIG PROTOTYP	29

8.1 Tekniska lösningar	29
8.2 Elektronik i lampan	32
9. SLUTSATS	34
Förslag till fortsatt arbete	34
KÄLLFÖRTECKNING	35
BILAGOR	37

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Nanight AB är ett företag vars konsulter inom data, elteknik och programmering utvecklar mjukvara och elektromekaniska system. Företaget inriktar sig även mot produktutveckling för marin miljö. I dykningen ser Nanight potential att tillämpa sin kompetens för att utveckla en dyklampa. Främst ses potential att utveckla en lampa som ligger betydligt lägre i pris än de flesta med samma prestanda på dagens marknad. Detta genom att använda sig av färre detaljer och effektivare lystechnik.

1.2 Syfte

Examensarbetet består av att konstruera och designa en handhållen dyklampa med led-belysning. Ett handtag och även ett multifunktionellt fäste är önskvärt och anses konkurrenskraftigt då de flesta på marknaden saknar detta. Lampan ska kunna säljas, med vinst naturligtvis, till ett lägre pris än teknisk likvärdiga konkurrenterna på marknaden. Arbetet ska inkludera delar av produktionsunderlag dels för prototyper och masstillverkning. Detta i form av ritningar och 3D-modeller.

1.3 Avgränsningar

Belysningen ska bestå av LED-lampor och att lampan ska vara uppladdningsbar. Utformning av tillhörande elektronik i lampan kommer inte att innefattas i detta arbete utan sker parallellt av annan personal på Nanight. Dock så kommer elektroniken integreras i lampan i arbetet.

P.g.a. aluminiums höga korrosionsbeständighet och lätta vikt har Nanight valt det materialet till lampkroppen. Företaget har även insett en fördel med att utnyttja att belysningsindustrin tar fram stora volymer av linser med lysdioder som passar i en armatur med MR11-GU4 fattning. Den minsta diametern för en sådan lins har valts. Prisnivån sjunker vid massproduktion. En annan förutsättning är att målprodukten ska ha en ljusspridningslins av typen Laika 3 spot (se bilaga 1-2) som ska placeras i anslutning till en skyddslins av akrylplast. För att höja konkurrenskraften så vill Nanight använda sig av flera batterityper i lampan. Det ska gå att sätta in typer med hög energitäthet såsom litium-polymer och litium-jon för lång brinntid. Men även AA batterier såsom uppladdningsbara nickel metallhydrid och vanliga alkaliska standardbatterier. Den sistnämnda är viktig för att enkelt kunna köpa eller ha med sig nya batteri om man inte skulle ha tillgång till laddare. Elektroniken och monteringsmöjligheterna finns i lampan och batteripaketen kan monteras där som utbytbara moduler.

1.4 Precisering av frågeställning

Frågor som kommer att behandlas i examensarbetet.

- *Vilka kundbehov och vilken marknad finns för produkten?
- *Vilka material är lämpliga att använda sig av?
- *Vad blir material och komponentkostnaden?
- *Hur ska konstruktion vara för att klara höga tryck?

2. TEKNISK BAKGRUND

2.1 Tätning

Som för de flesta typer av produkter som kommer att utsättas för fukt så måste dessa tätas. Ett mycket vanligt och effektivt sätt att göra detta är att användas sig av tätningar i form av o-ringar. Hur dessa beter sig vid olika typer av påtryckningar illustreras i bilaga 2. Vid mycket högt tryck kan utträngningshinder (stödringar eller glidringar) användas (Mägi och Melkersson, 2011). För att o-ringarna ska täta på rätt sätt måste det vara rätt dimensioner på såväl o-ringen som dess spår. Det sistnämnda beror naturligtvis på vilka dimensioner det är på o-ringen men hänsyn måste också tas till konstruktionen. T.ex. om innerdiametern på ett rör är 50 mm och om o-ringen ska täta mot dennes inneryta så måste o-ringen vara större än så eftersom den ska komprimeras något. Tvärsnittsarean på o-ringen bestäms av applikation. Andra saker att tänka på är att det finns applikationer som är rörliga och kräver högre motståndskraftighet för slitning. Som tidigare nämnts så kräver o-ringars placering rätt dimensioner. För att dessa ska bli rätt finns standarder för inbyggnadsmått, se bilaga 3.

2.2 Korrosion

När aluminium utsätts för kontakt med vatten bildas ett oxidlager utanpå materialet. Detta lager skyddar själva metallen från korrosion i vatten. Dock så är denna yta inte estetiskt tilltalande och vill ofta undvikas. Detta kan avhjälpas med en ytbehandling. En form av ytbehandling som lämpar sig mycket bra för just aluminium är anodisering, även kallat eloxering. Denna metod är relativt billig och ger bra resultat. Behandlingen är omtyckt då den går att få i de flesta vanliga färger enligt materialdatabasen CES EduPack 2012.

2.3 Batterier

Det finns flera typer av batteriteknologier. Nedan beskrivs kort de vanligaste.

Alkaliskt

Är det mest använda batteriet. Hos typen AA ligger polspänningen på 1,5 V och kapaciteten på ca 2500 mAh (www.batteryuniversity.com). Dock så sjunker polspänningen relativt snabbt ner till 1,2 V för att sedan sjunka ytterligare till 0,9 V.

Nickel-metall-hydrid

Detta batteri är ett av de mest lättillgängliga uppladdningsbara batterier som finns till trådlösa produkter (www.batteryuniversity.com). Det är inte ovanligt att man ser batterier i storleken AA med just NiMH teknologi. Polspänningen ligger där på 1,2 V och kapaciteten på 2700 mAh (www.kjell.com). Det är billigt men har dock hög självurladdning, ca 20 % de första 24 timmarna. De har inga restriktioner på transport som nedanstående typer kan ha p.g.a. gasbildning. Detta batteri kan laddas över 300 cykler innan kapaciteten minskar nämnvärt (www.batteryuniversity.com).

Litium-jon

Denna typ av batterier har en hög energitäthet och låg självurladdning vilket är bra om man inte använder produkten på ett tag (www.batteryuniversity.com). Det är uppladdningsbart och en av de snabbast växande och lovande batteriteknologier som finns på marknaden. Polspänningen ligger normalt på 3,6 V och kan leverera över 3000 mAh. Utan några märkbara försämringar kan detta batteri laddas över 1000 cykler (www.batteryuniversity.com).

Litium-jon polymer

Li-po batterier är också uppladdningsbara och likaså växande på marknaden trots att det ger endast en lite högre energitäthet trots sitt högre pris (www.batteryuniversity.com). Det kan stiga till 10-30 % mot kostnaden för batteri av typen litium-jon. Dock så har Li-po fördelen att de kan göras tunnare. Batteripaketet kan även böjas något och är väger mindre. Hos båda teknologier finns risk för gasuppbyggnad som kan få batteripaketet att expandera.

3. METOD

I detta kapitel beskrivs övergripande arbetsgången i projektet från början till slut.

3.1 Förstudie

Inledande i arbetet har det gjorts en förstudie som blir en teoretisk grund att arbeta utifrån. Där ingick en marknadsanalys. Den innehåller en konkurrentanalys där konkurrerande produkters styrkor och svagheter identifierats för att dels inte behöva uppfinna någon teknisk lösning som redan finns men även se vad som bör undvikas. Vad dagens dyklampor har för funktioner och tillbehör och hur dessa ser ut. Marknadsanalysen innehåller även en marknadsundersökning för att ta reda på de potentiella kundernas önskemål och uppfattning om produkten som var till stor hjälp vid utformning av lampan. Detta i form av en nätbaserad enkätundersökning på ett välkänt dykforum samt ett separat utskick till olika dykare. Slutligen i marknadsanalysen har det gjorts en analys av marknadspotentialen och vilket marknadssegment som försäljningen riktas mot. Detta är även användbart inför marknadsföringen av dyklampan, men den del behandlas inte detta arbete. All information som kom fram i dessa dokument analyserades och formade en kravspecifikation som innehöll krav och önskemål på produkten som ska möta och förhoppningsvis till och med överträffa köparens förväntningar.

3.2 Koncept

Utifrån kravspecifikationen och delar av förstudien så arbetades ett antal koncept fram. Koncepten innehöll en del tekniska lösningar som sedan skulle falla t.ex. pga. för höga kostnader. Av alla koncept gjordes en form av värdering och utsållning tills ett koncept kvarstod som man valde att gå vidare med. Denna utvärdering var en kombination av Pugh-matris där fördelar och nackdelar jämfördes mot en referensprodukt och även mer ingående hänsynstagande av kostnader för tillverkning och materialval (Bergman, Klefsjö, 2010, s. 117-118). Konceptet som sedan valdes finputsades och förberedes för produktion och redovisningsunderlag i ett 3D-CAD program. Val av ingående köpkomponenter skedde med hänsyn till satta krav och önskemål i samråd med Nanight och olika leverantörer som bistod med expertis inom området för att detaljen ska vara av rätt material och rätt dimensioner. Kostnader för tillverkning och komponenter både till prototyp för provning och även i stor skala togs fram. Detta genom prisförfrågningar hos relevanta företag enligt ritningsunderlag från 3D-CAD. Med tanke på arbetets tidsfrist fanns inte tid att vänta på svar på alla förfrågningar utan i samråd med Nanight gjordes beställningar enligt resonemanget "första bästa".

3.3 Testning av prototyper

Enligt Nanights krav så ska belysningen bestå av LED-lampor användas. Dessa genererar värme och kan utgöra fara för kringliggande komponenter och även värma upp höljet som utgör lampkroppen. Detta hölje får inte bli såpass varmt att användaren kan ta skada av detta. Ett test för att kontrollera att värmebortledningen fungerar gjordes. Även ett trycktest för att

kontrollera lampans hållbarhet under vatten. Trycktesten kompletterades med hållfasthetsberäkningar på trycket mot röret och trycket mot linsen. Dessa beräkningar inkluderar materialdata för att en säkerhetsfaktor skulle kunna beräknas. Ett lystest utfördes också, dels med en LUX-meter och även jämförelsevis mot konkurrerande produkter. För att snabbt kunna få fram detaljer till prototyper så användes i första hand närliggande verkstäder och tillverkare där man kunde besöka dessa och få direkt feedback och produktkritik på detaljerna. I andra fall har tät kontakt via telefon och mail hållits. En del av detaljerna till prototypen gjordes i 3D-skrivare då de blev för dyra att framställa på annat sätt. Slutligen så utvärderades prototyperna. Saker som ergonomi, estetik, hållbarhet och olika funktioner kontrollerades.

4. FÖRSTUDIE

I detta kapitel så undersöks vad som finns och vad som efterfrågas på marknaden. Detta formar slutligen en kravspecifikation.

4.1 Kundkategori och marknadspotential

Underlaget till analysen är en ungefärlig bedömning gjord till grund för ett första steg i produktutvecklingen. Det är, för företaget, en obeprövad produkt på ett obeprövat marknadsområde.

Försäljningen av dyklamporna kommer att i Europa inriktas sig mot den svenska, tyska och engelska marknaden sport och fritidsdykare i alla åldrar. Även yrkesdykare är av intresse men där är marknaden betydligt mindre. Mats Gunnarsson på Svenska sportdykarförbundet uppskattar att det finns ca 130 000 svenskar med dykcertifikat och att det görs ca 500 000 dyk i Sverige varje år. Därför ser Nanight det är viktigt även med en nätbaserad utlandsförsäljning, då främst Tyskland och England. De sistnämnda är uppskattningar, efter Nanights egna erfarenheter, med högst marknadspotential i Europa.

Behovet av lampor hittas hos dykare som dyker i mörka vatten eller djupt nog för att ljuset ska avta i styrka. Men det finns även ett behov hos dykare som filmar eller fotograferar under vatten och då behöver extra belysning.

Det har skett teknologiska framsteg inom området som ger en betydligt effektivare belysning än t.ex. halogen (www.nyteknik.se). Den nya teknologin ger ett bättre marknadsläge genom att den tillfredställer ett behov som inte kunde gjorts tidigare och detta ger ökad efterfrågan och försäljningsvolym.

Det finns vissa väletablerade aktörer på marknaden som har stora marknadsandelar. Med en ny lampa från ett oprövat företag som Nanight gäller det att ha en konkurrenskraftig produkt till ett ekonomiskt fördelaktigt försäljningspris. I marknadspenetreringen gäller det att hitta rätt kundsegment för att kunna erövra marknadsandelar.

När det kommer till försäljningspriset av Nanights lampa så är målsättningen att hamna under 1000 SEK och då även, till skillnad från de närmaste konkurrenterna, i tillägg kunna erbjuda flertalet tillbehör för att öka användbarheten och därmed öka konkurrenskraften.

4.2 Produktinformation om konkurrerande produkter

Till att börja med är det viktigt att poängtera att det endast ses till det svenska utbudet av undervattenslampor eftersom det blir för stort omfång om man ska täcka in internationella länders marknad. Som konkurrenter ses de sladdlösa handhållna lampor som bygger på LED- eller HID-teknik. Med detta sagt så har produktomfånget smalnat av tillräckligt för att kunna göra en konkurrentanalys.

Idag finns det flera undervattenslampor som trots det stora prisintervallet inte skiljer sig märkvärdigt om man ser till funktionerna. Samtliga har en på/av-knapp och drivs av någon sorts batteriteknologi. Merparten av lamporna har en enkel avlång utformning som liknar en traditionell ficklampa. Några modeller har även ett så kallat pistolgrepp.

I figurerna nedan visas undervattenslampor, sorterade efter pris, i stigande ordning.



Bild 1. D14 LED-lenser frogman Ca pris: 479 SEK hos conrad.se



Bild 2. Plastimo xenonlampa Ca pris: 996 SEK hos marinaman.se



Bild 3. ACQ-Divelight120-LED7-mk2 Ca pris: 1200 SEK hos acquris.se

De dyrare modellerna har ett ergonomiskt utformat grepp på handtaget och är mer detaljrika i sin utformning.



Bild 4. Darkbuster LED-12

Ca pris: 4299 SEK hos conrad.se



Bild 5. ACQ-Divelight120-HID35

Ca pris: 7800 SEK hos acquris

I det flesta fall så anger tillverkaren värden på batteritid, ljusstyrka och vilket vattendjup lampan klarar av innan den går sönder eller börjar läcka av trycket. T.ex. kan lampan "D14 LED-lenser frogman" (bild 1) lysa i 20 tim med 150 lm och är vattentät ner till 60 m medan "ACQ-Divelight120-HID35" (bild 5) har en drifttid på ca 120 min, lyser med kraftfulla 2700 lm och är vattentät ner till 120 m. Det som vinns i ljusstyrka förloras i drifttid. Till saken hör också att HID-tekniken kräver mycket ström vid tändning (ca 5 ggr mer än vid kontinuerlig drift) och detta kortar ner den totala drifttiden. Batteriteknologin skiljer också lamporna åt. De tre sist listade har uppladdningsbara litium-jon batterier medan resterande har alkaliska AA batterier.

Den sistnämnde har en magnetisk strömbrytare som ligger ovanpå lampan utan någon genomföring, se bild 6.



Bild 6. Magnetisk strömbrytare

Merparten av lamporna på marknaden kan inte uppvisa något tillbehör förutom avtagbar handlovsrem. Denna avsaknad är en svaghet som kommer att utnyttjas av Nanight. Mer information om detta kommer senare i projektet.

4.3 Referensprodukter

Till att börja med har marknaden skummats efter referensprodukter som är en produkt som, helst inom flertalet områden, efterliknar den som ska utvecklas. Efter diskussion med Nanight så valdes följande referensprodukter ut: Seacsub R5 Focus och Beuchat Dive Light 4 LEDs. Dessa valdes ut eftersom deras visuella utseende och konstruktion efterliknar målprodukten bäst. Idéer om tekniska lösningar och design kan hämtas från två håll.

För att få bästa möjliga uppfattning över produkterna monteras de isär för att sedan analyseras på detaljnivå.

Beuchat Dive Light 4 LEDs

Dyklampan levereras med tillhörande väska, batterier samt instruktionsblad till ett pris av 1932 SEK (se bild 7). Den är 60 mm i diameter och 140 mm lång. Den kräver 4 stycken AA batterier. Enligt uppgifter från tillverkare kan den nå ett djup på upp till 200 m utan att gå sönder.



Bild 7. Översikt lampa Beuchat

Efter ett första steg av demontering får man en överskådlig helhetsbild över lampans större komponenter (se bild 8).

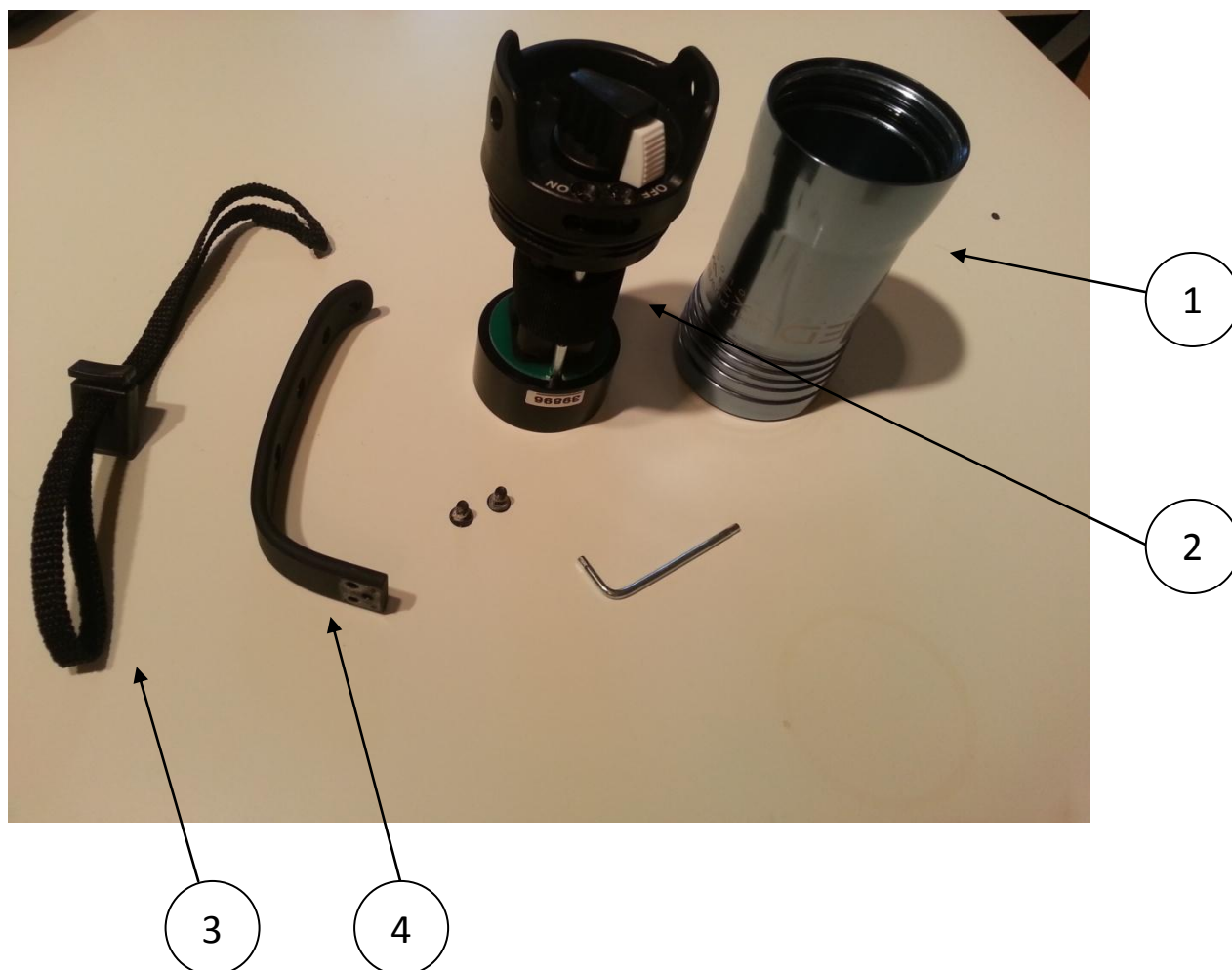


Bild 8. Isärmontering av lampa Beuchat

Lampkroppshöljet (1) består av ett anodiserat aluminiumrör som i främre änden (lysänden) har ett glas som är tätat med en o-ring. Den bakre änden är invändigt gängad för att passa ihop med lampans innerkropp (2). Innerkroppens bakre ände är av hårdplast och innehåller en strömbrytare, ett fäste med två skruvar för handtaget (4) och även hål som handlovsremmen (3) träs fast i. Skruvarna till handtaget ligger inte i anslutning till lampans insida och riskerar inte på så vis något läckage. Innerkroppen i den bakre änden är naturligtvis också gängad (5, se nästa sida) och har även den en o-ring samt någon sorts smörjmedel. Två bakåtriktade "öron" är i kombination med den vita säkerhetsströmbrytaren ett skydd för oavsiktlig påsättning av lampan.

Innerkroppen består av tre huvuddelar: en bakre ände av plast som innehåller strömbrytaren, ett mittenparti som innehåller batteripaketet även det av plast. Den tredje delen, lyspaketet som är av stål sitter längst fram. Dessa tre delar hålls ihop av två längsgående gängade stänger av stål som skruvas ihop. Runt batteripaketet sitter ett kardborreband som ska säkra att batterierna hålls på plats (se bild 9).



5

Bild 9. Batteripaket

Inuti den bakre änden av innerkroppen, som sitter ihop med två skruvar, sitter reglagen för strömbrytaren (5).

Vid demontering av de längsgående stålstängerna delas batteripaketet från lamppaketet (se bild 10). Den två trådarna som är lödda fast i "den gröna plattan". Lamppaketet är skruvat fast i stålhuvudet (se bild 11).

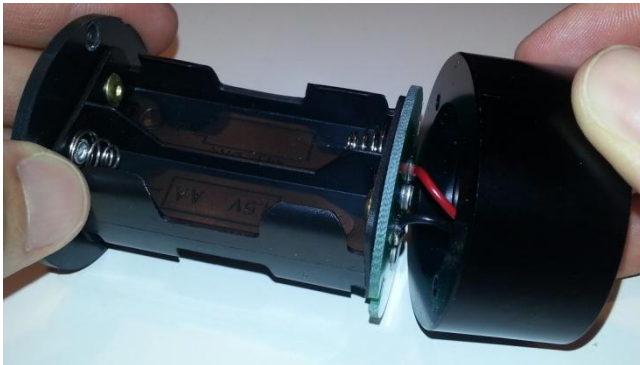


Bild 10. Batteripaket och lamppaket

Bild 11. Fästplatta lamphuvud



Bild 12. Insida lamphuvud

Demontering av lamphuvudet visar de fyra LED-lamporna och linsen, se bild 12.

Seacsub R5 Focus

Denna dyklampa levereras med instruktionshäfte, se bild 13. Ca pris: 2430 SEK.

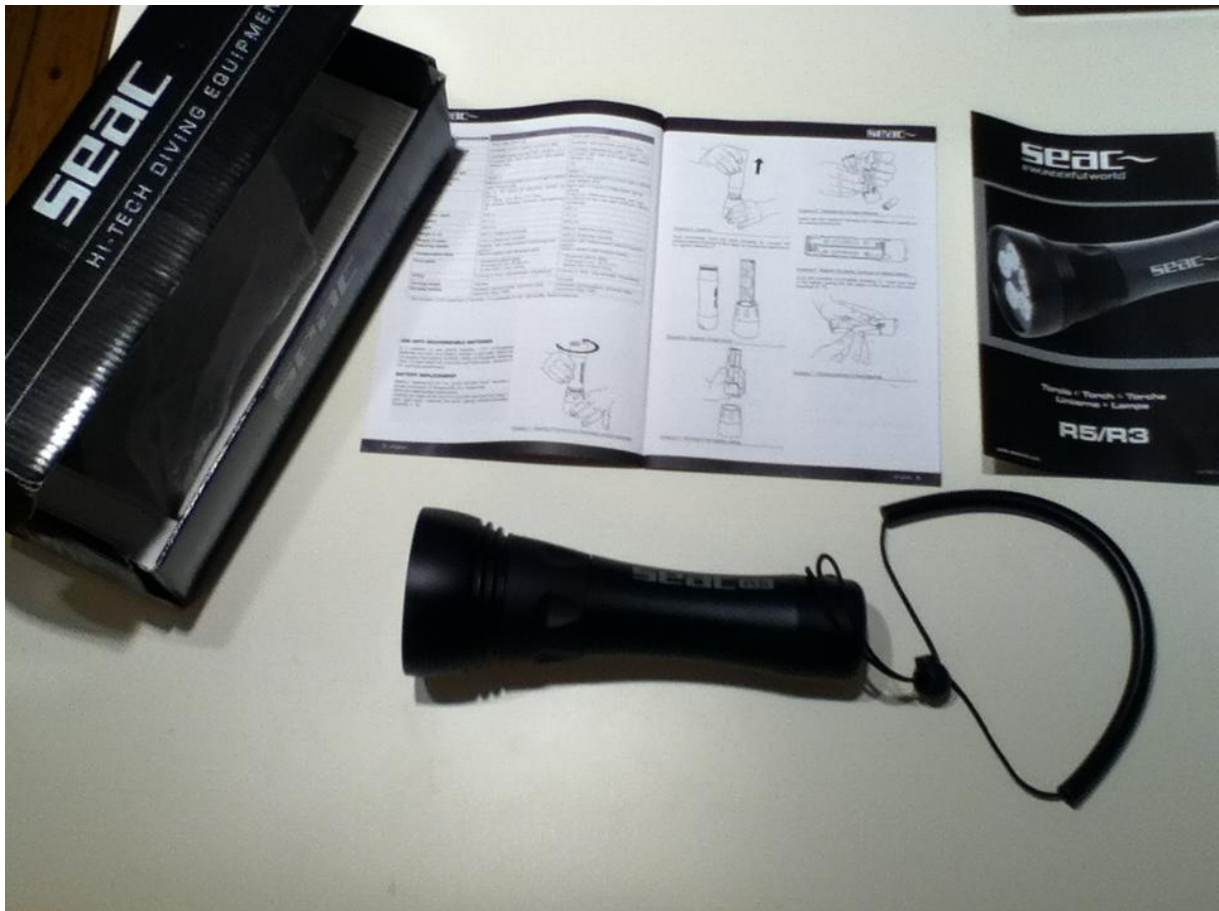


Bild 13. Översikt lampan Seac

Lampans yttre är helt i aluminium med undantag för linsen. Lampan väger 666 g. Den kräver 8 stycken AA/R6 batterier vilket inte följer med utan får köpas separat. Den är 77 mm i diameter och 210 mm lång. Enligt tillverkarens uppgifter så tål den trycket till ett djup av 200 m.

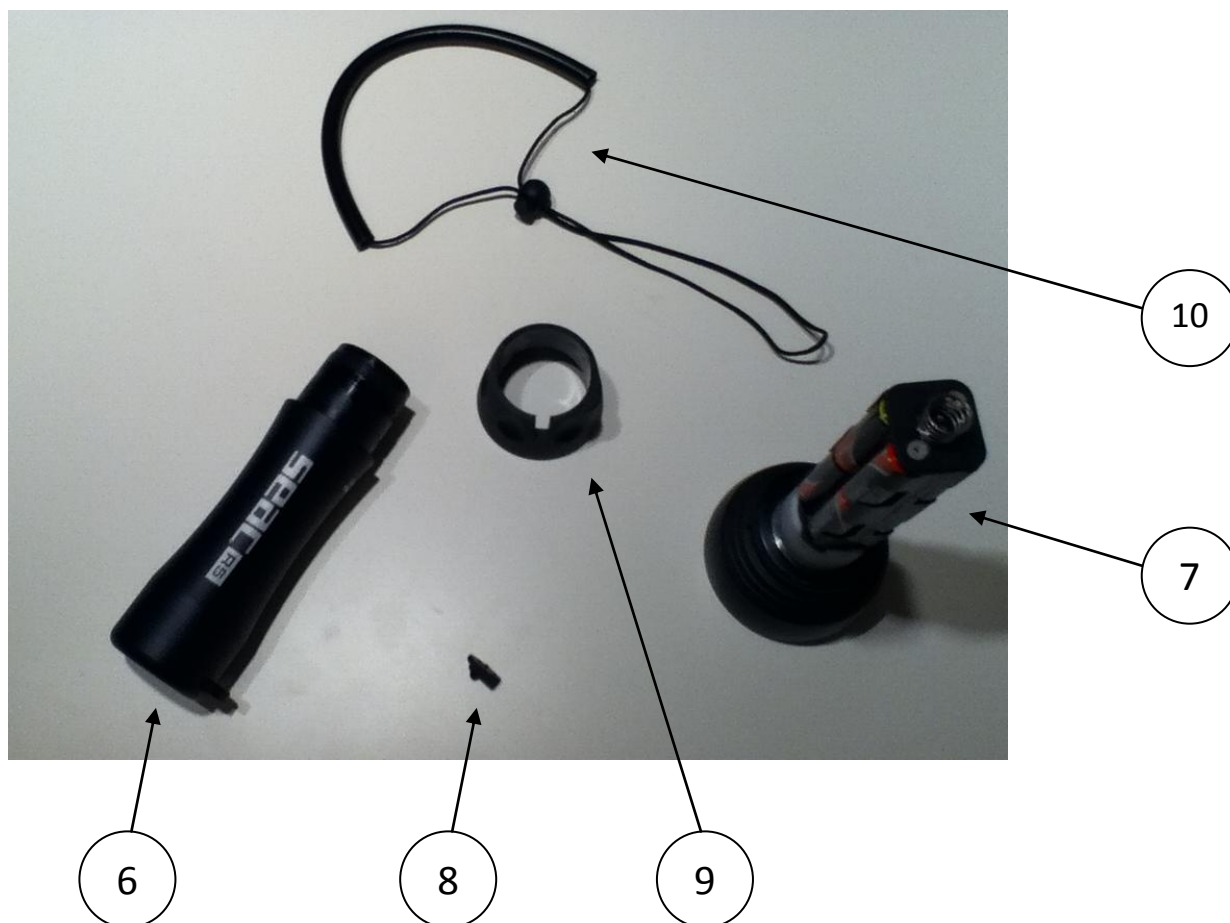


Bild 13. Isärmontering av lampan Seac

Även här så går lampan att dela upp i flera större komponenter, se bild 13. Lamphöljet (6) är gängat i lysänden. Den roterbara, elektromagnetiska, strömbrytarringen (9) ska sitta på lamphöljet för att sedan skruvas ihop med objekt (7) som består av ett batteripaket och ett lamphuvud. För att förhindra oavsiktlig aktivering av lampan säkras strömbrytarringen av plastspärr (8) som gör att ringen inte kan rotera. Även till denna lampa så finns det en handlovsrem (10) som ska sitta längst bak på lamphöljet.



Bild 14. Batteripaket och lamphuvud

Batteripaketet är kopplat med en RCA-kontakt till lamphuvudet och kan enkelt kopplas på och av, se bild 14. Möjligheten att montera isär lamphuvudet ytterligare är mycket begränsad.

4.4 Enkätundersökning

För att få en bild av köparen och deras krav och önskemål så har en enkätundersökning gjorts som skickats ut till en grupp utvalda individer och även en hemsida för dykare (www.dykarna.nu) som enligt sidan själv är "Skandinaviens största Community för apparatdykare", se bilaga 4.

Dykarna.nu

Svaren från denna enkät visar att över 75% av dykarna dyker minst 20 gånger per år. Nästintill samtliga svarande har eller har ägt en dyklampa. Detsamma gäller användandet, nästan alla svarande har någon gång använt en dyklampa. Dessa svar är lovande då det med detta förhoppningsvis finns ett högt medvetande och även hög kompetens inom produktområdet. Drygt 20% kan dock inte tänka sig köpa en dyklampa. Orsaken till detta besvarades i fritext på fråga nummer 5 där det ansågs att lamporna var för dåliga eller att man hellre bygger egna lampor.

När det gäller priset så tycker lite drygt hälften att lampan får kosta över 2000 kr medans knappt 25% tycker att 1000-2000 kr vore lämpligt. Spridningen bland svaren i fråga nummer 6 kan bero på varje svarares tolkning av begreppet "allround" dyklampa. De bestämda svarsalternativen skulle ge en indikation om vad det rör sig om för lampa. En del kommentarer om enkäten kring prisfrågan har fått. T.ex. så anser en del att de tillgängliga prisintervallen ligger alldeles för lågt och att en lampa inte ska kosta under 10 000 kr.

Som med många andra produkter man köper så är det inte bara priset man ser till utan även vilka egenskaper och prestanda produkten har. Nästan en tredjedel tycker att belysningen är för dålig i förhållande till priset. Mer om detta i fråga 10. Fler saker som medlemmarna på dykforumet fick svara på var om det var viktigt att dyklampan var uppladdningsbar där hela 82,5% svarade ja samt hur djupt lampan ska klara av. På frågan om djupet erhöles den största spridningen av svar i hela enkäten. Flest tyckte dock att den ska klara ner till 80 m. Även här erhöles kommentarer kring frågeställningen. En del tyckte att det är en självklarhet att lampan ska klara över 120 m, även fast man väldigt sällan dyker så djupt, eftersom man skulle ha inräknat en säkerhetsfaktor. Trots dessa kommentarer tolkas svaren som de står.

Den sista frågan i enkäten handlar om hur dagens lampor skulle kunna göras bättre. Här svarade 95 av 185 personer på frågan. Många tycker att lamporna är för dyra i förhållande till vad man får. Flertalet tycker även man ska kunna justera ljusvinkeln. Vad som också efterfrågas är högre robusthet, kompakthet, brinntid samt induktiv laddning, magnetisk strömbrytare och fler grepp och fästanordningar.

Fristående utskick

Här var antalet svarande 10 stycken. Antalet dyk per år var betydligt färre. Sju stycken dök 0-3 gånger per år och tre personer dök 4-9 gånger per år. Bara 4 av 10 äger eller har ägt en dyklampa och 7 av 10 har någon gång använt en. Nästan alla av de 86% som svarade att de inte skulle kunna tänka sig att köpa en motiverade det med att de dyker för sällan och att de vid behov hyr lampa. Detta speglar också frågan om pris då 6 av 10 tycker att den får kosta endast 300-500 kr.

Hela 60% av de svarande vet inte huruvida marknadens lampor ger en tillfredsställande belysning i förhållande till lampans pris. Precis som i den andra enkäten så är det en hög andel som anser att det ska vara uppladdningsbar. Däremot så tycker hela 70% att lampan ska klara 40 m djup. Den sista frågans svar lägger också fokus på brinntid, kompakthet och fler monteringsmöjligheter.

Summeringen ovan av de båda enkäterna ska som tidigare nämnts användas för att skapa en kravspecifikation. Demografiska variabler hos den potentiella köparen har uteslutits då det inte anses ha någon inverkan. Ingen urskiljning av dykartyper har heller gjorts då målet med den nya produkten är att nå så många typer som möjligt och därför försöka kombinera ihop allas krav och önskemål.

4.5 Kravspecifikation

Tack vare förstudien så har en kravspecifikation sammanställts. Detta var ett levande dokument genom hela produktutvecklingen och pekade ut riktning för de nästkommande stegen idégenerering och konceptframtagning.

I kravspecifikationen listades de krav och önskemål som ansågs relevanta för den blivande produkten. Det är först här som en uppfattning om vad som krävs av målprodukten skapats. Vilka saker som absolut borde finnas med men även saker som inte är fullt så viktiga. T.ex. så sågs det i enkätundersökningen det var ett väldigt starkt önskemål om att lampan ska vara uppladdningsbar. Detta är inte tillgodosett hos många av de lampor som finns på marknaden. Det starka önskemålet har i kravspecifikationen därför satts till ett krav. Kravspecifikationen innehåller också mer självklara grundfunktioner som att den ska kunna lysa och drivas av batteri men även att den ska vara korrosionsbeständig samt för ekonomins skull enkel att montera. För fullständig kravspecifikation se bilaga 5.

5. KONCEPTGENERERING

Inledande i konceptgenereringen så diskuterades med Nanight frågor som tätning, värmeavledning och kravet på att batteriet ska vara utbytbart. Det bestämdes att varken värmeavledning eller vattentätheten kunde bestämmas i teorin utan måste prövas på riktigt. Dock så ligger det en teoretisk grund till konstruktionen av de berörda delarna. Sammanfogningsmetoder som ansågs lämpliga till konstruktionen med hänsyn till de krav som ställdes var limning och gängning. Tätningen sker med lim eller o-ring.

Flera koncept arbetades fram. Dessa presenteras nedan.

Koncept 1.

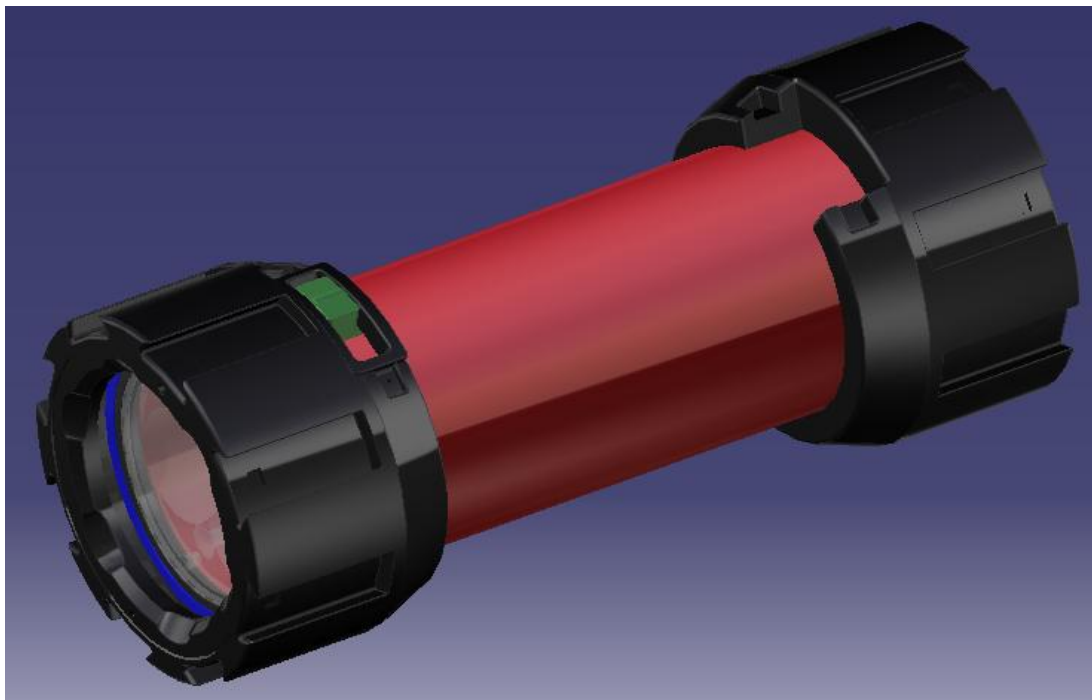


Bild 15. Koncept 1

Det första konceptet som gjordes bestod av två identiska flänsar i plast, se bild 1. Dessa är monterade i varsin ände av lampkroppen och fungerar som både lamphuvud och en öppningsbar bakände för batteribyte. Flänsarna är limmade fast i lampkroppen. De har en gänga i respektive ytterände.

I framdelen, även kallat lamphuvudet, så är en o-ring placerad i det förberedda spåret. Denne trycks fast av akryllinsen som i sin tur trycks fast av en låsfläns som är gängad och skruvas således fast.

Invändigt så sitter paketet med LED-lampa, kretskort och kylfläns samman direkt mot insidan av akryllinsen, se bild 16. Det är ett uttag i kylflänsen som är en förberedelse för att förhindra rotation av det tidigare nämnda paketet. Kylflänsen är av aluminium och ska leda den producerade värmen till lampkroppen.

I bakkdelen av lampan så är flänsens innergänga till för bakpluggen som kan skruvas ur för byte av batteriteknologi. Denna har två urtag som möjliggör denna skruvningen utan hjälp av verktyg. Bakpluggen trycker fast en likadan o-ring som framdelen men har utöver detta en till o-ring för att säkra vattentätheten. Inuti änden av bakpluggen sitter en fjäder som trycker fast batteripaketet i axiell riktning.

Utanpå lampan så har en skjutbar magnetisk strömbrytare integrerats med flänsen fram. Denne är av plast och har lägena av och på. Själva knappen är något försänkt i skenan den går i för att förhindra oönskad tändning av lampan.

Flänsarna har konstruerats med 8 st spår vardera. Dessa ska fungera som fästen för olika tillbehör ex. för att kunna montera ihop flera lampor eller för ett handtag. Fästena är av plast och ska "snäppas" fast. Urtaget för strömbrytaren fyller baktill ingen funktion och är stängt.

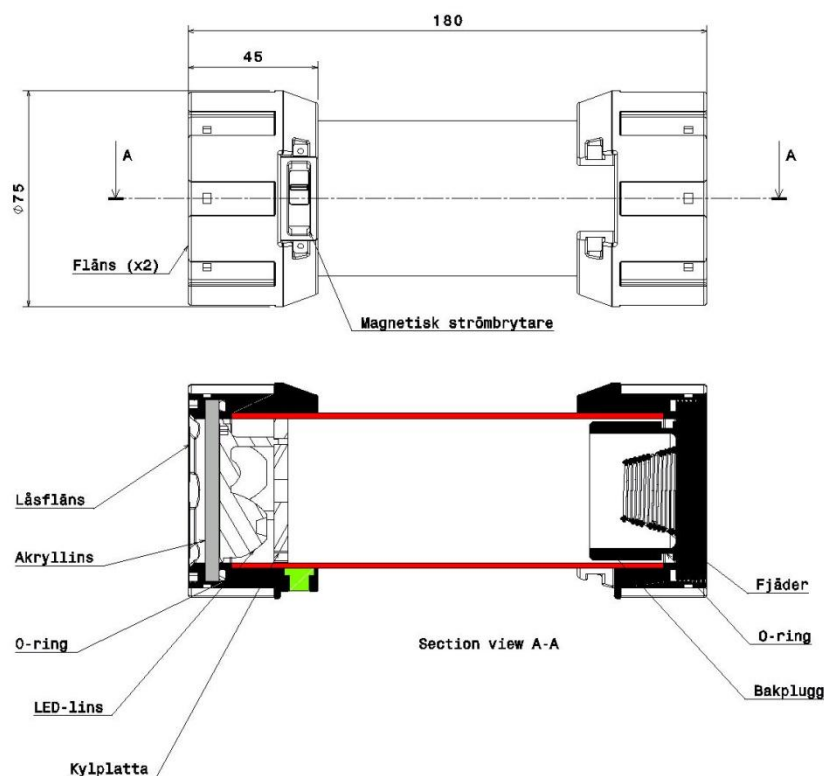


Bild 16. Illustrering av koncept 1 i genomsnitt

Koncept 2.

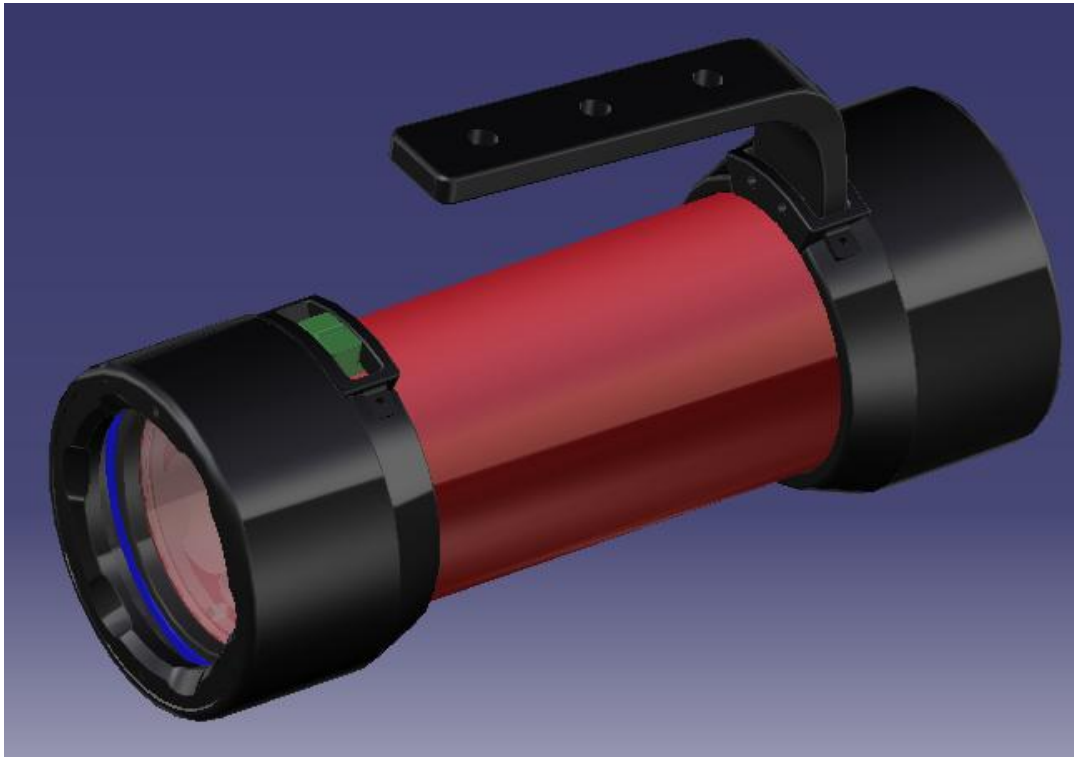


Bild 17. Koncept 2

Det andra konceptet är uppbyggt precis lika som det första med undantaget att de identiska flänsarna inte har några spår för fästen, se bild 17. Lampans diameter blir således mindre men tappar funktionalitet. Ett handtag är baktill monterat i urtaget för strömbrytare.

Koncept 3.

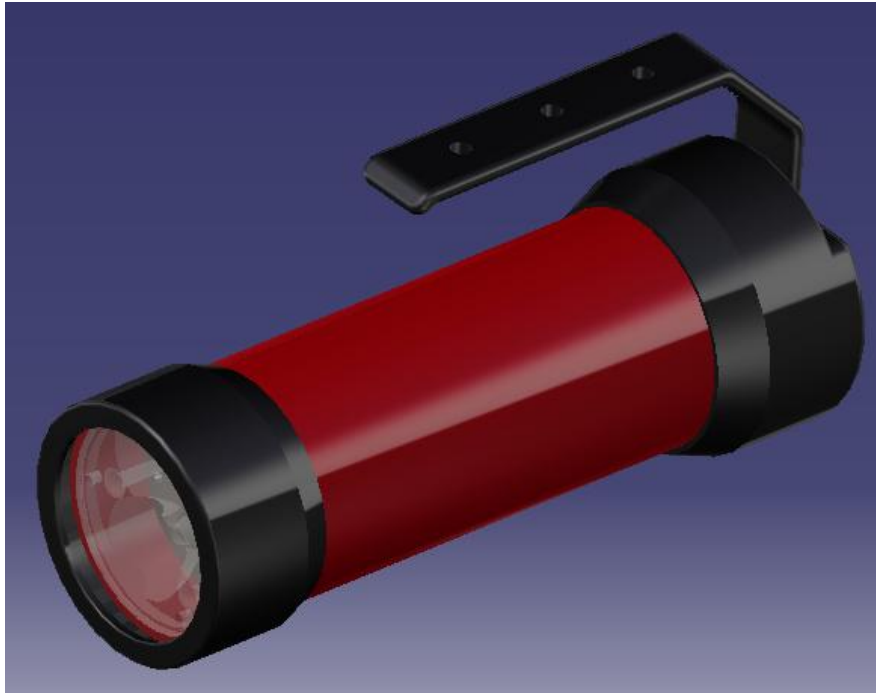


Bild 18. Koncept 3

Precis som det två tidigare koncepten består detta av två flänsar, se bild 18. Dock är de inte identiska. Framdelen är helt slät utan spår och trycker fast akryllinsen mot aluminiumröret. Emellan sitter en gummipackning för vattentätning. Flänsen limmas fast i lampkroppen. Insidan av lampan ser ut som koncept ett och två.

Bakdelen har en innergänga och skruvas på den gängade bakre delen av aluminiumröret. Även denna har en fjäder som trycker fast batteripaketet framåt i lampan. På bakdelen sitter ett fäste för handtag och även ett urtag för en magnetisk strömbrytartryckknapp. Denna är något försänkt för att förhindra oönskad tändning av lampan. Knappen möjliggör flera lyslägen tex för att förlänga lystiden. Inuti den bakre flänsen sitter i en packning som ska förhindra vatteninträngning. Handtaget har flera hål som möjliggör montering av olika tillbehör eller olika sätt av montering.

Koncept 4.

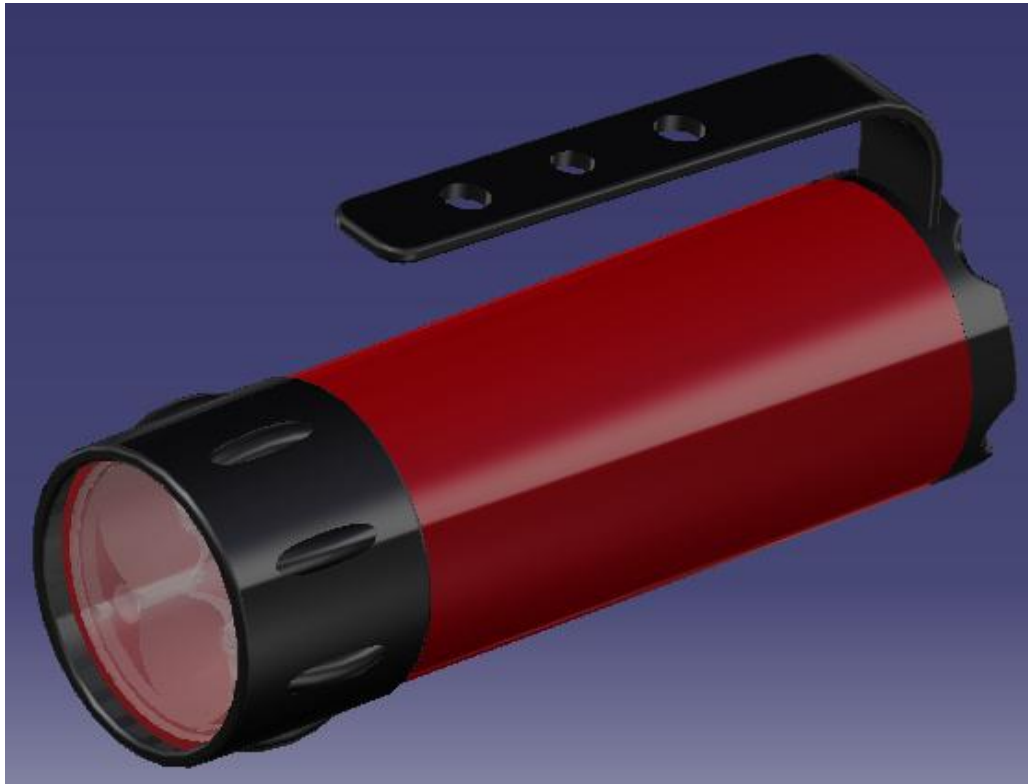


Bild 19. Koncept 4

Det fjärde konceptet består också av olika fram och bakdel som sitter på lampkroppen, se bild 19. I den främre delen så limmas akryllinsen fast i aluminiumröret. Denna fog täcks med ett gummiöverdrag som också det limmas fast. Överdragets "bubblor" fyller ingen direkt funktion utan är endast för estetikens skull.

Bakdelen av röret är innergängat och skruvas ihop med bakpluggen som är av plast, se bild 20. Denne har ett urtag för handtag och en försänkning med en roterbar magnetisk strömbrytare. Brytaren har en genomgående del till insidan av lampan. Denna del är gängad och skruvas från insidan. Utifrån sett så finns en försänkning i hålet för den genomgående delen där det sitter en o-ring. När knappen skruvas fast kläms o-ringen åt och tätar.

Handtaget har hål som möjliggör montering av olika slag. Bakpluggen har gropar runt om som förenklar avskruvningen vid batteribyte. Denna har även en yttre o-ring för vattentätheten.



Bild 20. Koncept 4 bakifrån

Koncept 5.

Det femte och sista konceptet har en framdel utan någon plastfläns alls, se bild 21 I framdelen är det ett urtag som linsen kan vila på och också limmas fast i.

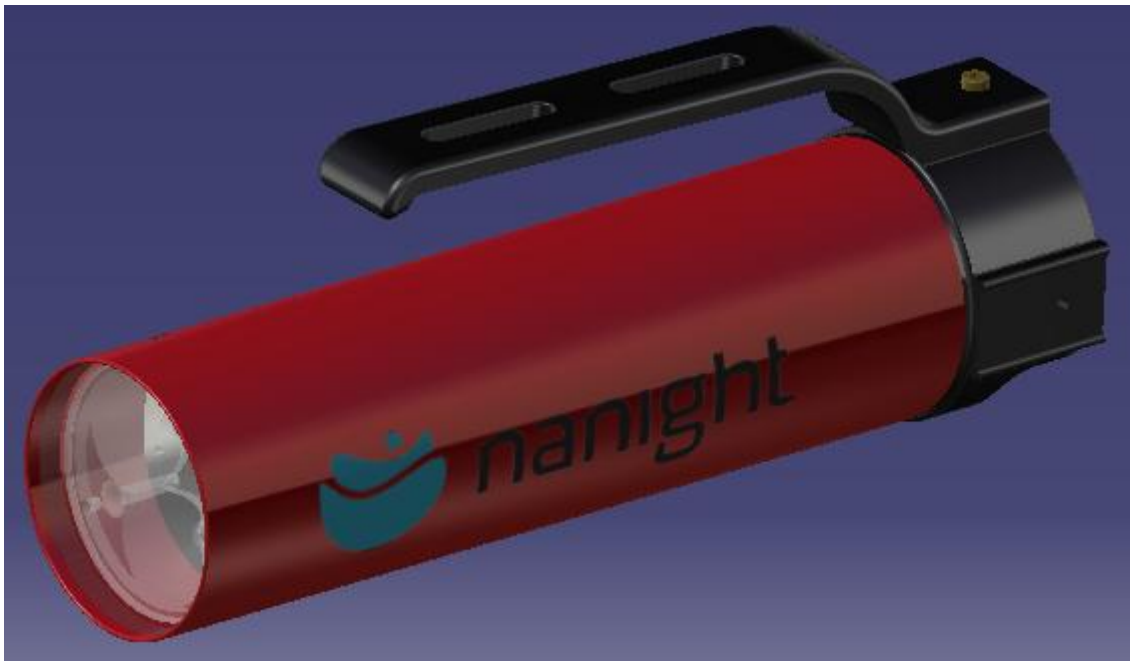


Bild 21. Koncept 5

6. KONCEPTVAL

Alla koncept har en liknande konstruktion invändigt och det som skiljer sig mest är ändarna. För att gå vidare med endast ett vinnande koncept att jobba vidare med så har en sällning med fokus på just dessa delar gjorts. Efter erhållna offerter visade sig att kostnaden för vissa koncept blev ohållbart stor och därför har de sällats bort. I kostnaden har priset för material och tillverkning räknats in. För valet av koncept har en Pugh-matris används (). Där viktas koncepten mot en referensprodukt som i detta fall är lampan från Beuchats som även användes i förstudien.

6.1 Pugh-matris

Val av koncept sker med en Pugh-matris

Tabell 1. Pugh matris

Kriterier		Koncept 1	Koncept 2	Koncept 3	Koncept 4	Koncept 5	
Belysningskapacitet	Ref. Beuchat	+	+	+	+	+	
Kostnad för tillverkning		-	-	+	-	+	
Kostnad ingående komponenter		-	-	-	-	+	
Brinntid		+	+	+	+	+	
Möjlighet för montage av tillbehör		+	S	S	S	S	
Uttrycka sportighet		-	-	-	-	-	
Användarvänlighet		S	S	S	S	S	
Summa			S	1-	1+	1-	3+
(S = samma som referensprodukt)							

Vinnande ur Pugh-matrisen kom koncept nr. 5. Kriteriet belysningskapacitet är visuellt uppskattat enligt provning ovan vattennivå. Kostnadens viktning motiveras nedan under rubrikerna materialval och tillverkning. Brinntiden hos samtliga koncept är längre än referenslampans eftersom koncepten innehåller fler batterier alternativt li-po batterier. Övriga viktningar är uppskattningar som gjorts av Nanight.

6.2 Materialval

Som tidigare nämnts har Nanight bestämt att lampkroppen ska bestå av ett cirkulärt aluminiumrör och att linsen ska bestå av akrylplast (PMMA). Valet av aluminiumrör baseras, som nämnts tidigare i avgränsningar, på diametern hos de minsta linserna till lysdioder som finns i belysningsindustrins masstillverkning.

När det gäller aluminiumlegeringen som lampkroppen består av så gäller generellt att alla aluminiumlegeringar är korrosionsbeständiga, dock i olika grad. Monica Henriksson på Tibnor ansåg att aluminium med legeringen EN 6063 var passande till vår applikation i marin miljö.

Akrylplasten levereras laserskurna med önskad diameter och tjocklek. Denna är enligt uppgifter från leverantör helt klar och passar bra till optik.

För att täta lampan så ansågs användning av o-ringar lämpligt. Anders Karlsson på Teknik Produkter rekommenderade o-ringar av materialet EPDM för våran applikation. O-ringarnas omkrets är standardiserade men det finns viss töjning i ringen och går därför att sträcka till en något större diameter om så önskas. Anders rekommenderade en ring med tvärsnittsdiameter 3 mm.

Inuti lampan så behövs någon form av värmeavledning från dioderna som blir mycket varma. Detta avhjälpas med en kylplatta av aluminium som har urtag för kabelgenomföring och för skruv (se ritning). Denne sitter i kontakt med rörväggen inuti lampan, där värme ska ledas ut, och kontakten förstärks med kylvasta.

6.3 Tillverkning

Aluminiumrören kapas i önskad längden med avseende på akryllins, lamppaket, kretskort, kylplatta, batteripaket och övriga komponenters utrymmesbehov. För att lampan ska få sitt sportiga och därmed för konsumenterna tilltalande utseende så kommer aluminiumröret att ytbehandlas med en anodisering. Vald legering lämpar sig mycket väl för denna typ av ytbehandlig enligt Ulf Sarman på Bodycote, Göteborg. Detta är en enkelt och relativt billig ytbehandling (CES edupack 2012). Detta gäller genomgående för alla koncept och är en accepterad kostnad.

De plastdetaljer som inte går att svarva fram ska tillverkas i ett formverktyg för plastgjutning. Dessa verktyg är mycket dyra att tillverka men produktionskostnaden för varje detalj är liten (CES edupack 2012). Efter erhållna offerter på formverktyg till plastfläns i koncept 1 så ansågs det för dyrt att välja en sådan konstruktion. Kostnaden för verktyget skulle kosta 100 000 - 150 000:- att tillverka i Kina (Tomas Eliasson, Eliasson Plast). Detaljerna med ett sådant verktyg kostar ca 2-8:-/ st att göra. Rekommenderade plaster att formspruta med enligt Tomas Karlsson på PTA Plastic är PC/PBT, Xenoy CL100 alternativt en glasfiberförstärkt kvalitet. Trots det låga priset per detalj så krävs det för att detta skulle bli lönsamt att Nanight är tvungna att sälja långt över den nuvarande uppskattade försäljningsvolymen per år. Motiveringen, enligt leverantörerna, till de dyra verktygskostnaderna är den inre gången i flänsen. Denne kräver en mekanisk utmatning ur verktygsformen av insatsen som ger gångorna. Utan denne så dyker formpriserna drastiskt och landar på 30 000 - 40 000:- men det går inte att frånga i konstruktionen. Koncept 3 har olika utseende på fram och bakänden och även en innergånga på den bakre så även detta får för dyra verktygskostnader. Koncept nr 4 har en bakre ände med yttergånga vilket är med fördelaktigt eftersom att innergånga aluminiumröret inte är en så stor kostnad, ca 10 SEK per rör enligt leverantör i Kina (FOSHAN NANHAI SHI HUA ALUMINUM CO.,LTD) . Däremot så kräver det ett verktyg för gjutningen av gummiöverdraget som sitter framtill vilket ger en för hög kostnad. Slutligen i koncept nr 5 som är det vinnande konceptet så behöver endast bakkdelen gutas i plast. Detta ses som en stor fördel även om det tappar viss funktionalitet som t.ex. tillbehörsfäste.

7. KONCEPT TILL PROTOTYP

Orsaken till att prototyper tas fram är bl.a. för att kontrollera vattentätheten, värmeavledning och få en verklighetsuppfattning om storleken på lampan. Till prototypen så användes 4 stycken aluminiumrör (2 st längd 120 mm och 2 st 180 mm) med invändig gänga samt 4 st förenklade bakplugg av plast till ett sammanlagt pris av 2600:- exkl. moms hos Sankt Bernhards Mekaniska AB i Partille, Göteborg, se ritningar bilaga 6-8. Vid förklaring av applikation rekommenderade Lars Sundberg på SB mekaniska plasten polyacetal. I detta skede av projektet så var lampan tänkt att kunna användas både med ett och två batteripaket (som placeras i längdled, staplandes) så därför finns röret två olika längder. Efter vidare arbete med att implementera elektroniken upptäcktes att två staplade batteripaket inte gick att använda sig av p.g.a. det krävde onödigt dyra och svåra lösningar. Den förenklade bakpluggen beställdes just förenklad p.g.a. kostanden blir avsevärt lägre samt att den ska integreras med insidans komponenter, som i det skedet inte var klara. Handtaget, bakpluggen och strömbrytareknappen som är för dyra, p.g.a. komplexiteten, att bearbeta fram har tillverkats i en 3D-skrivare hos Chalmers Tekniska Högskola vid institutionen för produktutveckling med hjälp av Sven Ekered. Detaljerna gav bra information om vilka delar som behövde ändras för att göra dem mer ergonomiska, bl.a. höjdes handtaget avsevärt. Tidigare gick det inte att få in fingrarna för att greppa handtaget. Till värmeavledningen används en cirkulär platta av aluminium med tjocklek 5 mm, då detta material har bra värmeledningsförmåga (CES Edupack 2012). Denna beställdes enligt ritning (se bilaga 9). Nya reviderade 3D-utskrifter på bakpluggen, handtag och strömbrytarknapp köptes från Annika Larsson på Goodtech Solutions, Arvika. Dubbel uppsättning av de tre detaljerna kostade 1685:- moms exw. Denna gång i ett material med högre elasticitetsmodul, s.k. PA 3200 som är en glasfylldarmerad plast. De nya utskriftarna görs för att kontrollera handtagets ergonomi och hållbarhet samt funktionaliteten hos det nya spåret i bakpluggen som strömbrytarknappen löper i. Strömbrytarknappen blev såpass styv i det nya materialet att den ej fyllde sin funktion.

7.1 Tester

För att komplettera den information som prototyperna ger visuellt och ergonomiskt så gjordes två tester. Ett värmeledningstest och ett trycktest.

7.1.1 Värmeledningstest

För att kontrollera att värmeavledningen från lysdioderna fungerade gjordes ett test på land i rumstemperatur med en IR-termometer, se tabell 2. En aluminiumbricka, även kallad kylfläns, ska leda bort värmen från dioderna ut i lampkroppen. Brickan smörjdes in med kylpasta för att få bra kontakt mellan komponenterna samt till rörväggen.

Tabell 2. Värmeledningstest 1

Värmeledningstest								
Mätapparatur: IR-termometer								
Strömsättning på dioderna: 0.8 A								
Spänningssättning på dioderna: 8.5 V								
Mätpunkt:	Tid (min.)							
	0	3	5	7	10	15	30	60
T1	24.1	35.3	38.0	43.0	44.1	50.5	51.2	60.0
T2	25.6	27.2	28.2	31.0	33.1	35.3	42.1	44.2
T3	24.5	25.5	26.0	27.6	28.9	31.0	35.6	39.5
*Alla temperaturer är angivna i °C								

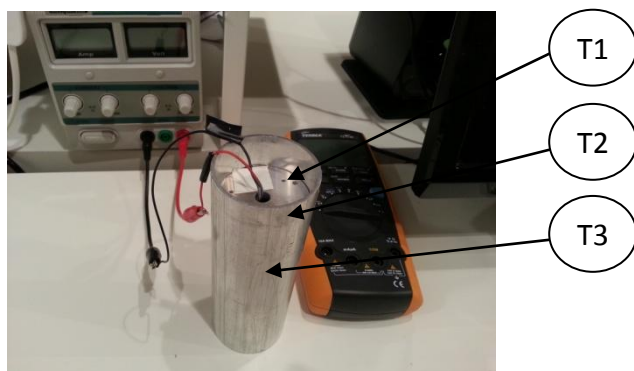


Bild 22. Mätpunkter test 1



Bild 23. Montering av LED-lins på kylplatta

Baksidan (inte diod sidan) av plattan, mätpunkt T1, blev såpass varm att den inte gick att ta i för hand, för mätpunkter se bild 22. Mätpunkt T2 ligger på rörets utsida i höjd med brickan. Där leds värmen till resten av röret, bl.a. mätpunkt T3 som är mitt på rörets utsida. Högsta temperaturer efter 60 minuter i T2 och T3 blev ca 44°C respektive ca 40°C vilket inte är en behagligt att ta i. Med tanke på att lampan inte är avsedd för användning ovan vatten så ses inte detta som negativt. Under ytan så kommer vattnet att kyla lampan såpass mycket att något obehag inte kommer uppstå. Montage av LED-lins på kylplatta, se bild 23.

Ett kompletterande test med två stycken kylplattor ihopmonterade med ett skruvförband gjordes också, se tabell 3. Målet var att öka anläggningsytan mot innerväggen på röret och därmed leda bort mer värme. Eftersom temperaturskillnaden mellan T2 och T3 var såpass liten så togs inte den tredje mätpunkten med i det andra testet.

Tabell 3. Värmeledningstest 2

Värmeledningstest 2					
Mätapparat: IR-termometer					
Strömsättning på dioderna: 0.8 A					
Spänningssättning på dioderna: 8.5 V					
Mät punkt:	Tid (min.)				
	0	5	10	30	60
T1	25.0	33.4	37.1	44.3	47.0
T2	25.3	35.7	40.0	48.3	52.0
*Alla temperaturer är angivna i °C					

Jämförelsevis mellan de två testerna ser man att temperaturen hos dubbla brickor ligger lägre och även temp. på ytan på röret ligger högre vilket tyder på att mer värme leds bort från området kring dioderna och ut i röret vilket är precis vad som önskas.

Vid användning av en IR-termometer som ska läsa av temperaturer på reflekterande ytor så rekommenderar, återförsäljaren av IR-termometrar, Allqa (www.allqa.com) att täcka mätytorna med maskeringstejp för att inte få missvisande värden.

7.1.2 Trycktest

Med användning av en så kallad tryckkammare kan man trycktesta dyklampprototypen hos ett företag som heter GDA Sverige AB i Göteborg, se information från offert i bilaga 10. Dock så valdes i ett första skede ändå att göra en egen tryckning för att få en indikation om hur konstruktionen håller ihop.

Det egna trycktestet utfördes i Gullmarsfjorden. Två stycken lampkroppar med enda skillnaden att akryllinerna framtill var limmade med olika lim. Den ena lampkroppen var limmad med ett transparent epoxylim och det andra med ett svart snabblim rekommenderat av Håkan Jakobsson på Loctite. I övrigt så bestod lampkropparna av likadana rör och bakplugg från SB-mekaniska med vardera o-ring på bakpluggen.

Prototyperna sänktes ner samtidigt i en förtyngd nätpåse fäst till en lina. De nådde ett djup av 50 m. Efter 2 min under det maximala trycket, 5 bar = 0,5 Mpa som blir vid 50 meters djup, så togs påsen upp för analysering på land. Det upptäcktes att lampprototypen limmad med epoxylimmet hade läckt in lite vatten (ca. 5 cl). Den andra var däremot helt tät. Nackdelen med limmet från Loctite, som höll tätt, är att det är svart vilket motsäger önskemålet om att ha en osynlig fog. Dessutom så var det svårapplicerat och rann ut okontrollerat. Möjligtvis kan andra tekniker användas för applicering som förhindrar detta.

För att säkra vilken del av lampan som läckte, antingen bakpluggen eller framdelen med linsen, så valdes att säkra båda delar. Ett nytt lim från 3M, DP804 Clear Acrylic Adhesive beställdes (se produktblad i bilaga 11). Detta lim har bättre egenskaper.

7.1.3 Lystest

I lystestet så jämfördes lampan med lampan från Beuchat. Detta utfördes med en ljusmätare (LUX Light Meter). Enheten lux visar hur mycket en yta belyses. Resultatet som erhöles visar att Beuchat lös från en meters håll med ca 2000 lux medans Nanights lampa nådde drygt 3500 lux. Spridningen av ljuset är väldigt lika. Nanights lampa ger något vitare ljus.

7.2 Beräkningar

Under vattnet kommer lampan att utsättas för ett hydrostatiskt tryck. Önskat är att den ska klara ett djup på 120 m. Det har gjorts två stycken beräkningar som illustrerar trycket på lampkroppen samt trycket på akryllinsen framtill.

Den första beräkningen har i samråd med tekniklektor Kjell Melkersson på institutionen för produktutveckling på Chalmers tekniska högskola ansetts såpass lik en hålaxel i ett krympförband att beräkningen kan ske enligt en sådan formel.

Hämtad materialdata från Tibnors produktlista över aluminiumrör ger sträckgränsen $\sigma_s = 240$ MPa. Säkerhetsfaktorn på lampkroppen blir då 11. I tillägg till detta så kommer komponenter inuti lampan hjälpa till att motverka det yttre trycket.

Den andra beräkningen visar på hållfastheten av linsen framtill. Bakpluggen anses, med dess förstövningar, som starkare än linsen fram och därför görs bara beräkningar på just framdelen.

Vid 120 meters djup utsätts en fast inspänd lins med radien 26 mm och tjockleken 5 mm för en radialspänningen 24 MPa. Några uppgifter från leverantör har inte erhållits.

Materialdatabasen CES anger att sträckgränsen för linsens akrylplast ligger inom 43,8-79,6 MPa och ger då en säkerhetsfaktor på 1,83-3,32. Det gjordes även förstörande prover som visade på att limmet är starkare än akrylplasten och ska därmed inte vara ett problem.

8. FÄRDIG PROTOTYP

Nedan presenteras den färdiga prototypen och dess innehåll inkluderat elektroniken.

8.1 Tekniska lösningar

När alla tekniska lösningar var framtagna så finputsades lite på detaljerna. Dels visuellt och dels tekniskt.

Till den färdiga prototypen så hamnade mycket fokus på att optimera den vidareutvecklade bakpluggen för formsprutning. Detta genom kontakt med flera formsprutningsföretag som bistod med lärorik produktkritik.



Bild 24. Bakplugg från insidan



Bild 25. Bakplugg från utsidan

Runt om flänsen baktill så finns det tre stycken fästen som ska fungera som fäste till handtag och även möjliggöra att montera ihop flera lampor, därav det inverterade fästet vänster i bild 24. I den bild 24 så ses två hål i tangent med den invändiga diametern. I dessa ska det monteras cylindriska pinnar med invändig gänga för att sedan kunna skruva fast de invändiga komponenterna. I botten på den invändiga diametern ses förstyrningar och hål för att fästa det bakre kretskortet.

Utvändigt på bakpluggen ska strömbrytareknappen sitta fast med en syrafast, gängpressande, skruv (se bilaga 13) i hålet i tappen som ses i bild 25. Denne knapp har en tapp som följer spåret. I läget till vänster så ska en magnet, som sitter i knappen, sluta en read-switch som sitter på insidan av pluggen på ett kretskort. Av-läget på lampan är till höger och vid längre transporter så kan man förhindra att lampan sätts genom att lyfta knappen (se bild 26) och sätta den i ett fast läge, även kallat parkeringsläge. Knappen innehåller en tryckfjäder som trycker knappen mot bakpluggen men kan vid behov som ovan beskrivit lyftas i och ur p-läget.

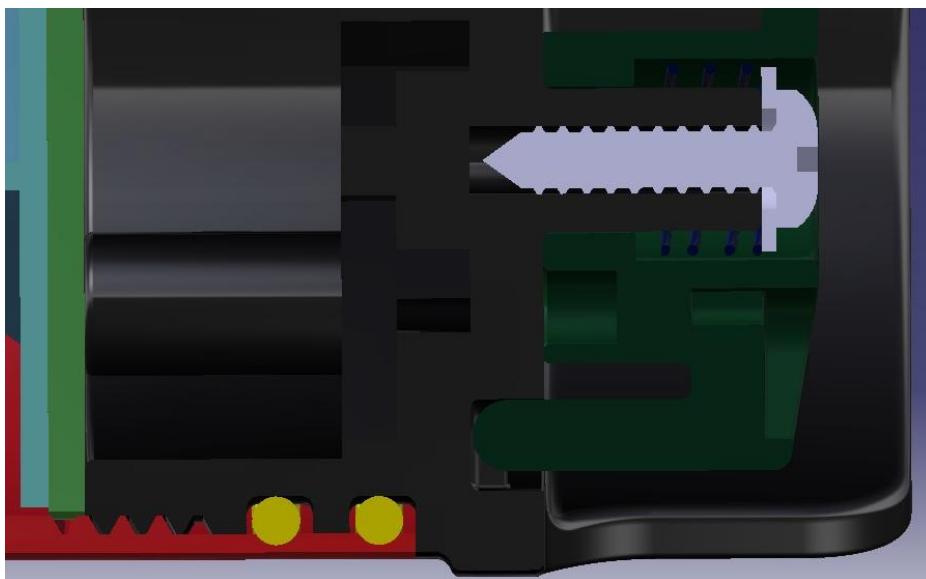


Bild 26. Visar knapp och o-ringar i genomskärning

Hålet rakt igenom bakpluggen är ett genomgående hål som ska efterbearbetas och gängas för att passa med en kabelförskruvning som medger möjligheten till en kanister (separat batteripaket med sladd).

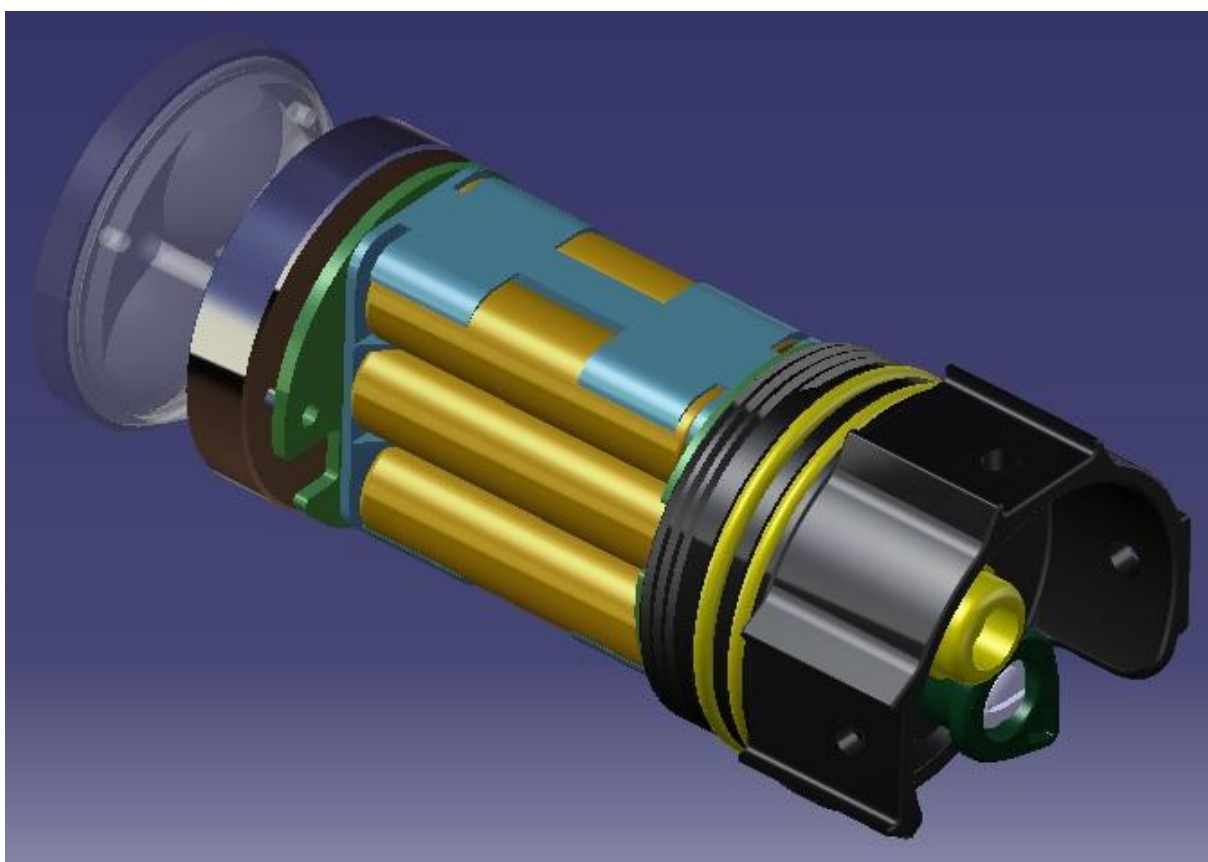


Bild 27. Lampa med batterier

I bild 27 visas lampan utan handtag och hölje. Fästplattorna är nitade fast i batteripaketet. Hål i dessa plattor finns för skruvförband och det finns även urtag för kablar, se ritning bilaga 14. Paketet med batterier och fästplattorna kan tas bort från lampan och direkt ersättas med något annat paket med exempelvis litium-polymer eftersom elektroniken är förberedd för det. I bakpluggen så sitter två stycken o-ringspår som ett resultat av förbättringar från den läckande lampan i trycktestet.



Bild 28. Färdig lampa utan elektronik

Handtaget har hål för av montage med olika typer av tillbehör. En förstävning är inlagd som tangerar handtagets bas för att stärka upp, se bild 28.

I lampan ovan sitter det sex stycken 1.5 V AA/R6 batterier som är uppladdningsbara alternativt icke uppladdningsbara. Vid batteribyte kan bakpluggen enkelt skruvas ur röret för hand. Alla invändiga komponenter kommer att följa med ut då de sitter sammankopplade hela vägen fram till linsen. När man skruvat isär lampan är batteripaketet enkelt att nå för att kunna ta ur och sätta i batterier. Ingen ytterligare isärmontering krävs alltså för att byta batterier. För att byta ur batteripaketet krävs lossning av fyra stycken skruvförband, två fram och två i bakpluggen.

8.2 Elektronik i lampan

I lampan kommer det finnas tre stycken kretskort för att den ska kunna fungera på rätt sätt. Ett symbolisk schema över detta ses i bild 29.

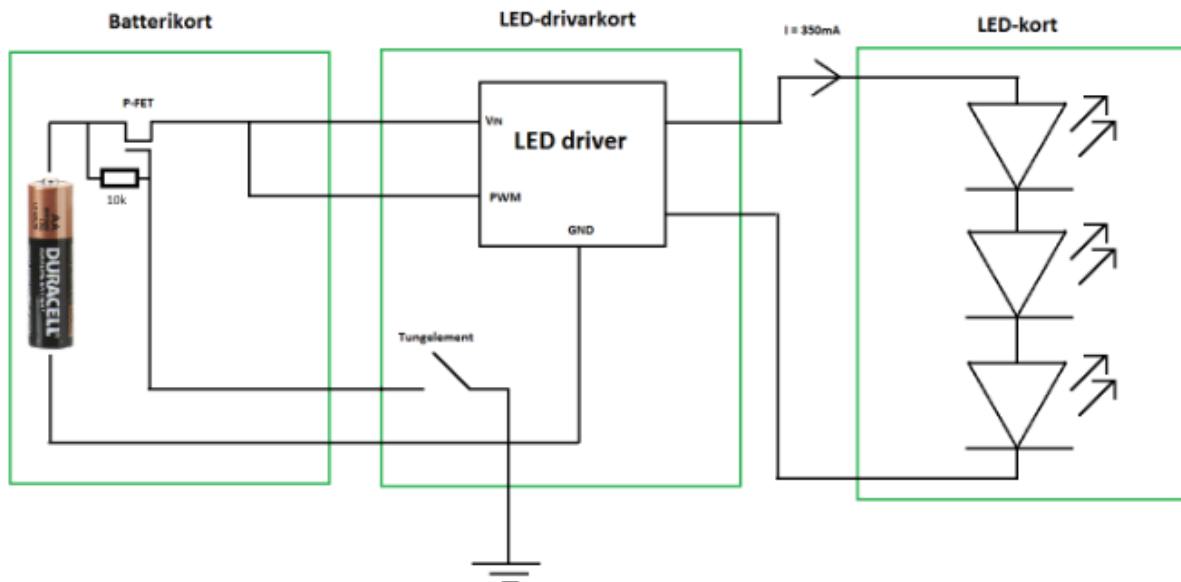


Bild 29. Bild över kretskorten

Kortet som de tre lysdioderna sitter på längst fram i lampan kommer från SEOUL SEMICONDUCTOR och har benämningen W42180U2SX och ger ett vitt ljus. Lampan drivs av sex stycken R6/AA batterier. De batterier av denna typ som inte är uppladdningsbara har en polspänning på 1.5 V medan de uppladdningsbara ligger på 1.2 V. Den totala polspänningen blir då för sex batterier 7.2-9 V. Dioderna som används har ett framspänningsfall på 3-4 V och kopplade tillsammans i serie 9-12 V. Spänningen från batteripaketet är alltså lägre än vad dioderna vill ha. För att avhjälpa detta samt för att ljusintensiteten inte ska sjunka när energin i batterierna minskar så krävs att spänningen pumpas upp till en högre spänning än det totala framspänningsfallet för alla tre dioder och att strömmen kan begränsas till så mycket dioderna klarar av. Till detta så används lysdiodsdrivkretsen LT3517 från Linear Technology. Beroende på vad man vill ha så kan den generera inspänningen till en högre eller lägre utspänning samt begränsa strömmen till vad man vill ha. I kretsen sitter en Buck-Boost koppling som har en verkningsgrad på 80-90 % vilket är lägre än en Boost koppling men har fördelen just att den kan minska eller öka utspänning jämfört med inspänningen. I Boost kopplingen så kommer dessutom att utspänningen alltid vara lägre än framspänningen över dioderna eftersom den endast kan höja spänningen. Med annan batteriteknologi med högre spänning kan denna behöva sänkas för att passa dioderna. Denna krets, tillsammans med tillhörande komponenter kallas drivarkort och sitter monterad i bakpluggen. På detta kort kommer tungelementet, som registrerar magneten i strömbrytarknappen, att sitta (se hela kretsen i bilaga 15).

Det tredje och sista kretskortet som sitter på batteripaketet har elektronik som med hjälp av signal från tungelementet bryter eller sluter strömmen.

LED-kortet (längst fram i lampan) är ansluten med en sladd till drivarkortet (längst bak i lampan). Drivarkorten är i sin tur ansluten med en fyrpolig kontakt till kretskortet på batteripaketet.

LED-kortet är även designat för att kunna leda bort värmen som lysdioderna avger från framsidan till baksidan av kortet där kylplattan sitter.

Drifftiden på lampan fås genom att jämföra batteriernas kapacitet och hur mycket energiåtgången i dioderna förutsatt att det är samma spänning i de båda. Ett vanligt uppladdningsbart batteri har kapaciteten 2700 mAh med spänningen 1.2 V. Dioderna har ett framspänningsfall på mellan 3 V och 4 V. I detta fall valts att räkna på det medelvärde i produktbadet från tillverkare. Detta ligger på 3,25 V. Om vi skulle driva tre dioder med 800 mA så ger Ohms lag ($P=U*I$), med en verkningsgrad från drivkretsen på 80 %, en total effekt på $3,25 \text{ V} * 0,8 \text{ A} * 3 \text{ st dioder} = 7,8 \text{ W}$ för att driva lampan. Med förlusten i drivkretsen på 20 % så krävs det $7,8 \text{ W} / 0,8 = 9,75 \text{ W}$ för att uppnå detta. Med sex stycken batterier på 1,2 V så blir strömmen till kretsen $9,75 \text{ W} / (1,2 \text{ V} * 6) = 1,35 \text{ A}$. Om man jämför batteriernas ström på 2,7 A (2700 mAh) med vad kretsen behöver så får man en drifftid på $2,7 / 1,35 = 2$ timmar.

Skulle man driva dioderna med 350 mA så blir drifftiden ca 4,5 timmar. Eftersom detta inte ger någon markant skillnad i ljusstyrka är det senare alternativet att föredra.

9. SLUTSATS

Lampan har ett utseende som tros komma att tilltala den prismedvetna köparen som ändå vill ha en robust och bra lampa. Det den tappar i sportighet tar den igen i pris vilket tros komma locka många köpare. Funktionaliteten är bra med fler tillbehörsmöjligheter. I nästa steg ligger utveckling av ett handtag av typen good-man handle vilket har setts på flertalet konkurrenter och ses som ett måste. Tyvärr fanns inte tiden till att ta fram ett sådant handtag i detta arbete. 3D-utskriften gav ett robust svar gällande det raka handtaget vilket tidigare har varit ett orosmoment just ur hållfasthetssynvinkel. Vid trycktestet i Gullmarsfjorden upptäcktes vilket stort behov det finns av att använda sig av en dyklampa även för den som snorklar då vattnet var grumligt och ljuset avtog efter några meters djup.

Det nya limmet i kombination med dubbla o-ringar baktill samt med de ordentliga stödkanter för inbyggnaden av o-ringarna som finns nu (tidigare trycktes o-ringen mot gängen) så kommer det ge en bättre tätning. Beräkningar visar att lampan kommer klara tryck ner till mer än 120 m om all tätning håller vilket var ett av önskemålen i kundundersökningen. Tyvärr fanns inte tid till att göra tester på den nya konstruktionen.

Tyvärr hann inte en modul för att kunna sätta in litium-polymer batterier konstrueras.

Kostnaden för alla ingående komponenter och en del tillverkning exkluderat elektroniken, se bilaga 16. Uppskattningar för verktyg (från Kina) till formsprutning uppgår till ca 50 000 SEK med hänsyn till de offerter som erhållits på tidigare konstruktioner. Ungefärliga beräkningar visar på att alla ingående detaljer (även elektroniken), tillverkning och montering kommer att kosta ca 250 SEK per lampa. I denna summa finns inte kostnaden för emballage, frakt etc.

Förslag till fortsatt arbete

Saker att jobba vidare med innan det är aktuellt för produktion är bl.a. bakpluggen. Denne måste utvecklas ytterligare för att passa till formsprutning. En del släppningar måste läggas in för att kunna få ut detaljen ur formsprutningsverktyget. Strömbrytarknappen måste ses över. De senaste 3D-utskriften gav en bra bild över vart man ska lägga tyngdpunkten i detta, rörelsen mellan av- och påläge. Även den nya konstruktionen med nya limmet från 3M och dubbla o-ringar måste trycktestas samt någon lösning för en korrekt applicering av limmet. En mer exakt kostnad för montering av alla komponenter är också rekommenderat.

KÄLLFÖRTECKNING

Internetkällor:

<http://www.acquris.se/security/product.php?id=970> (2012-09-18)

<http://www.acquris.se/security/product.php?id=896> (2012-09-18)

<http://www.allqa.com/IR.htm> (2012-11-02)

http://batteryuniversity.com/learn/article/cost_of_power (2012-11-23)

http://batteryuniversity.com/learn/article/Nickel_based_batteries (2012-11-23)

http://batteryuniversity.com/learn/article/battery_performance_as_a_function_of_cycling (2012-11-23)

http://batteryuniversity.com/learn/article/the_li_polymer_battery_substance_or_hype (2012-11-23)

http://batteryuniversity.com/learn/article/lithium_based_batteries (2012-11-23)

<http://www.conrad.se/DYKARLAMP-A-DARKBUSTER-LED-12.htm?websale7=conrad-swe&pi=868705> (2012-09-18)

<http://www.conrad.se/DYKARLAMP-A-D14-LED-LENSER-FROGMAN.htm?websale7=conrad-swe&pi=572530> (2012-09-18)

<http://www.kjell.com/sortiment/el/batterier/laddningsbara-batterier/nimh-batterier/standardbatterier/gp-aa-batterier-p32160#ProductDetailedInformation> (2012-11-23)

<http://www.marinaman.se/vattentat-dykarlampa-p-4710-c-766.aspx> (2012-09-18)

Så ersätter du dina 60-wattare, Nyteknik.

<http://www.nyteknik.se/special/article3233166.ece>, Charlotta von Schultz, 17 augusti 2011, (2012-11-20)

Personreferenser:

Anders Karlsson, Teknikprodukter AB, tel. 036-37 62 00

Annika Larsson, Goodtech Solutions AB, Arvika tel. 0570-72 77 20

Eva, Foshan Nanhai Shi Hua Aluminium Co.,Ltd, tel. (86) 757 85526291

Lars Sundberg, Sankt Bernhard Mekaniska AB, tel. 031-265022

Mats Gunnarsson, Svenska sportdykarförbundet, tel. 070-285 64 22

Monica Henriksson, Tibnor tel. 010-484 02 19

Tomas Eliasson, T.Eliasson Plast tel. 033-257 705

Tomas Karlsson, PTA Plastic, Nyköping tel. 0155-981 95

Ulf Särman, Bodycote, Göteborg tel. 070-629 56 61

Tryckta källor:

Bergman, B. och Klefsjö, B. (2007) Kvalitet från behov till användning, Studentlitteratur

Mart, M. och Melkersson, K. (2011) Lärobok i maskinelement, Göteborg 2011

Programvara, Materialdatabas CES EduPack 2012



LEDIL F'FORM OPTICS

Laika-3 TRIPLE lenses for SSC P3 & P4



- Designed for Seoul Semiconductor P4 series of white and monochrome LEDs
- Lens material optical grade PMMA with high UV and temperature resistance (min 105°C)
- Sub lens available for medium light distribution, preassembled to main lens
- No lens holder. Fastening to heat sink with droplets of glue
- High optical efficiency, >85%
- Diameter 50 mm (MR16)
- Mechanical CAD models available upon request

LENS TYPES

NAME	ORDERING CODE	FWHM Angle, P4
Laika-3 spot	C10257 Laika-3-S	±5°
Laika-3 medium	CA10370 Laika-3-M	±14°
Laika-3 wide	C10363 Laika-3-W	±26°



LAIKA-3-S



LAIKA-3-M



LAIKA-3-W

© Ledil Oy - PRELIMINARY - Subject to change without prior notice

Ledil Oy
Tehdaskatu 13
FIN-24100 SALO, Finland

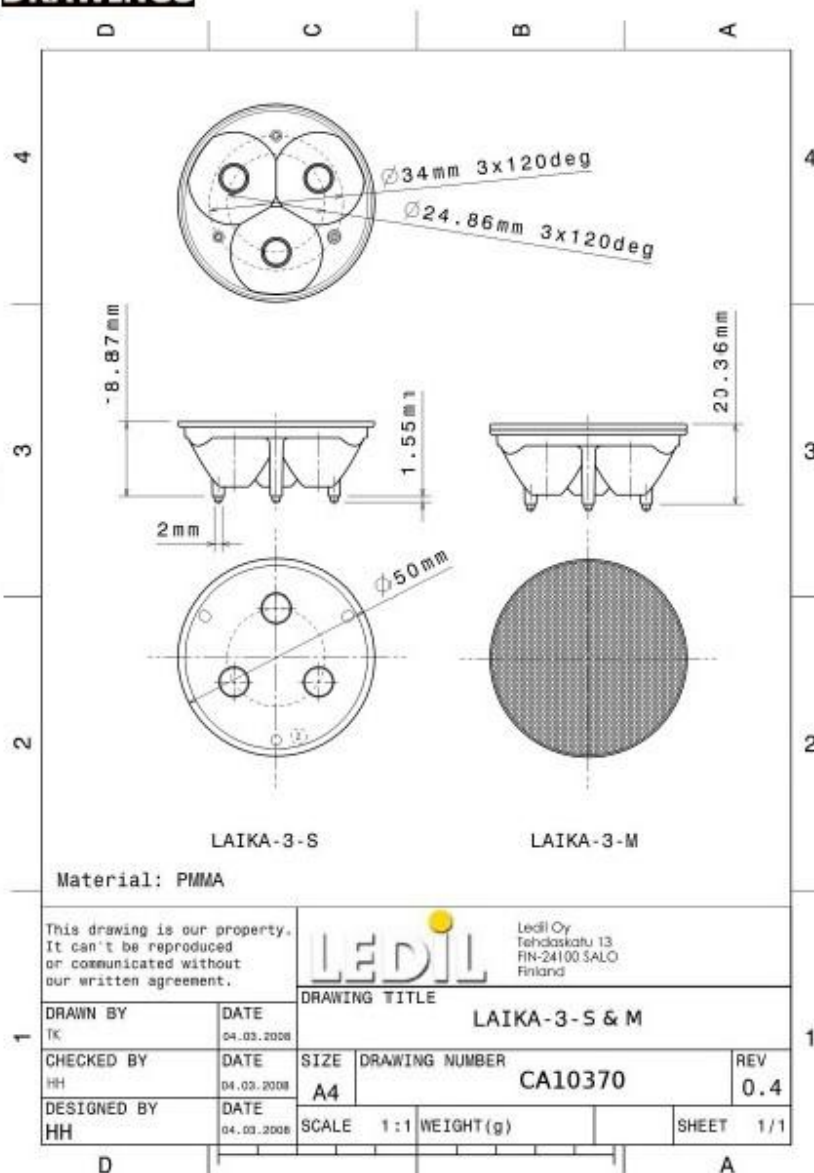
www.ledil.com
email: ledil@ledil.com
FAX: +358-2-733 8001

2009-12-11



LEDIL F'FORM OPTICS

DRAWINGS



© Ledil Oy - PRELIMINARY - Subject to change without prior notice

Ledil Oy
Tehdaskatu 13
FIN-24100 SALO, Finland

www.ledil.com
email: ledil@ledil.com
FAX: +358-2-733 8001

2009-12-11

Bilaga 2. Illustrering över o-ringens tätning

O-RINGAR INBYGGNAD

**Teknik
produkter**

O-ringar inbyggnad (SMS 1588)

Allmänna anvisningar

Principen för O-ringens funktion är att O-ringens hoptrycks mellan omgivande detaljer och åstadkommer tätning mot dessa, se figur 1 – 4.

O-ringar för dynamisk inbyggnad måste för att få goda funktionsegenskaper ha relativt stor tvärsnittsdiаметer i förhållande till ringens innerdiameter.

O-ringar för statisk inbyggnad kan ha mindre tvärsnittsdiаметer, men då utrymmet medger kan även O-ringar med stor tvärsnittsdiаметer användas.

Arbetsstrycket för vilket O-ringar kan användas är beroende av inbyggnadsfall och inbyggnadens mått och toleranser. Se figur 1 – 4. Utsatts O-ringarna för högre tryck än det rekommenderade maximala arbetsstrycket föreligger risk för att materialet pressas ut i spalten mellan detaljerna. Se figur 3. Vid varaktigt höga tryck kan det därför bli nödvändigt att vidta någon av följande åtgärder:

Minska spelet mellan detaljerna. Rekommenderas när tillverkningsmetod och ekonomiska faktorer tillåter.

Använda O-ring av hårdare material. Härvid bör beaktas:

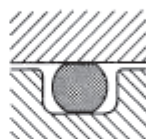
- Medför oftast större sättning
- Högre start- och rörelsefriktion vid dynamiska tätningar.
- Tätningsförmågan vid låga tryck kan minska.

Använda utfrångningshinderande stödningsringar. Se figur 4

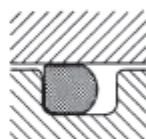
Vid både statisk och dynamisk inbyggnad utsätts O-ringarna för nötning om trycket är varierande eller pulserande. För att minska O-ringarnas slitage bör de vara smorda och inbyggnadsdelarnas ythjälpnet så god som möjligt. Vid mycket låga loke-pulserande eller växande tryck kan för statiska tätningar något sämre ythjälpnet tillåtas än de exemplifierade användas.

Skarpa kanter, håll, gängor o d, vilka O-ringens kommer i kontakt med vid monteringen, fasas och rundas i överensstämmelse med nedanstående figurer och tabeller.

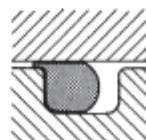
Tabell 1					
O-ringens tvärsnittsdiаметer, D ₂	1.6	2.4	3.0	5.7	8.4
F min	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1



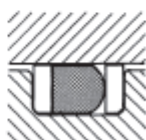
Figur 1. Inget arbetstryck



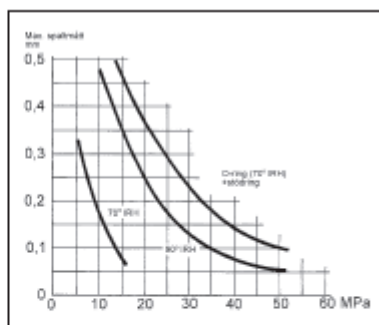
Figur 2. Regulerat arbetstryck



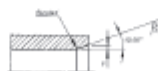
Figur 3. Tryck som överstiger max arbetstryck men som momenten kan hållas.



Figur 4. Högt tryck varvid utfrångningshinderande stödningsringar används.



Figur 5. I ovanstående figur visas funktionen spänning-tryck, statisk applikation, dels för O-ring 70° IRH och 90° IRH utan stödningsringar (Parkers seal Co handbok) dels för O-ring 70° IRH med stödningsringar.

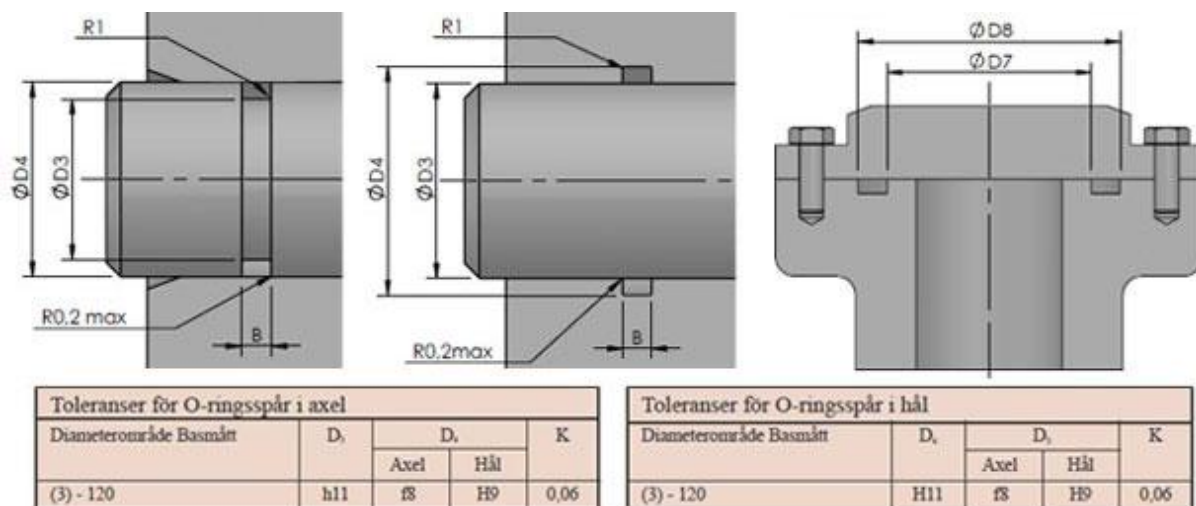


Figur 6. Invärdig fas.



Figur 7. Utvärdig fas.

Bilaga 3. Typer av inbyggnation av o-ringar för olika applikationer



Teknikprodukter.se 2012-10-29

<http://www.solidcomponents.com/company/default.asp?SCCC=SCCRE86GC&Lang=46>

Mått för respektive o-ring hittas vid val av o-ring enligt tabell på samma websida.

Bilaga 4. Enkätundersökning

1 av 4

Undersökningen genomfördes mellan den 2012-09-25 och 2012-10-01. Totalt antal svarande är 185 stycken. Fråga 5 och fråga 10 är öppna frågor och besvarades med fritext. Dessa svar står inte med i bilgan utan kommenteras i rapporten.

1. Hur ofta dyker du?

		Response Percent	Response Count
0-3 ggr per år		1,1%	2
4-9 ggr per år		4,3%	8
10-20 ggr per år		16,8%	31
>20 ggr per år		77,8%	144

2. Har du någon gång använt en dykarlampa?

		Response Percent	Response Count
Ja		98,4%	180
Nej		1,6%	3

3. Äger eller har du ägt en dykarlampa? (om ja, gå till fråga 6)

		Response Percent	Response Count
Ja		98,3%	177
Nej		1,7%	3

4. Skulle du kunna tänka dig att köpa en? (om ja gå till fråga 6)

		Response Percent	Response Count
Ja		79,5%	31
Nej		20,5%	8

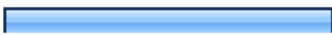
5. Vad är orsaken/ orsakerna till att du inte kan tänka dig att köpa en dykarlampa?

	Response Count
	7

6. Hur mycket tycker du det är rimligt att betala för en s.k. allround dykarlampa?

		Response Percent	Response Count
< 300 kr		0,5%	1
300-500 kr		3,3%	6
500-1000 kr		15,8%	29
1000-2000 kr		24,5%	45
> 2000 kr		56,0%	103

7. Tycker du att marknadens lampor ger tillfredsställande belysning i förhållande till lampans pris?

		Response Percent	Response Count
Ja		61,1%	113
Nej		31,4%	58
Vet ej		7,6%	14

8. Är det viktigt att dykarlampan är uppladdningsbar?

		Response Percent	Response Count
Ja		82,5%	151
Nej		17,5%	32

9. Att en dykarlampa ska hålla för trycket under vatten är en självklarhet. Men hur djupt anser anser du den ska klara?

		Response Percent	Response Count
upp till 20 m		0,0%	0
upp till 40 m		9,7%	18
upp till 80 m		37,3%	69
upp till 120 m		27,6%	51
över 120 m		25,4%	47

10. Vad tycker du skulle kunna göras bättre hos dagens dykarlampor?

Response
Count

95

Bilaga 5. Kravspecifikation

Funktionella	Krav/ Önskemål
LED-lampor som ger effektiv och energisnål belysning	Krav
Justerbar ljusvinkel från spot till wide	Önskemål
Vattentät ner till 80 m	Krav
Vattentät ner till 120 m	Önskemål
Uppladdningsbar	Krav
Induktiv uppladdning	Önskemål
Induktiv uppladdningstid från tom till full laddning < 10 tim	Önskemål
Uppladdning utan isärmontering	Önskemål
Magnetisk strömbrytare ¹	Önskemål
Medge byte från li-po batterier till R6/AA batterier	Krav
Medge fler monteringsmöjligheter ²	Önskemål
Hög korrosionsbeständighet	Krav
Hög stöttålighet	Krav
Livslängd	
Brinntid 2 tim ³	Krav
Brinntid > 3 tim	Önskemål
Vikt	
< 500 g på land ⁴	Krav
< 300 g under vatten	Krav
Estetik	
Uttrycka sportighet för att vara attraktiv för konsumenten	Krav
Ergonomi	
Enkelt att slå på och av ljuset även för den som dyker med handskar	Krav
Kännas greppvänlig vid användning	Krav
Kunnas laddas utan förarbete med verktyg	Krav
Ekonomi	
Enkel att montera i produktion	Krav
Få komponenter med komplicerad geometri	Krav
Produktionskostnad < 1000 kr	Krav
Produktionskostnad < 600 kr	Önskemål

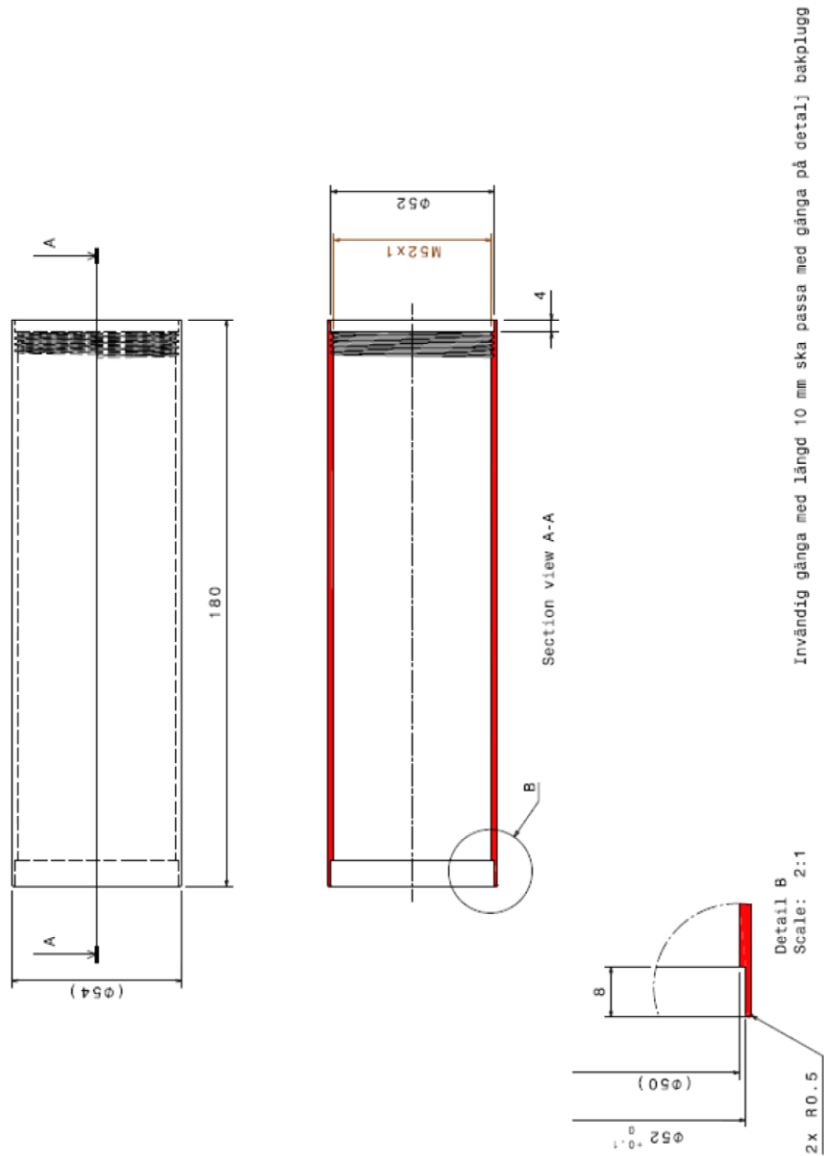
¹ Se kapitel om konkurrerande produkter

² Fler monteringsmöjligheter ex. montera ihop två lampor och byte till annan typ av handtag

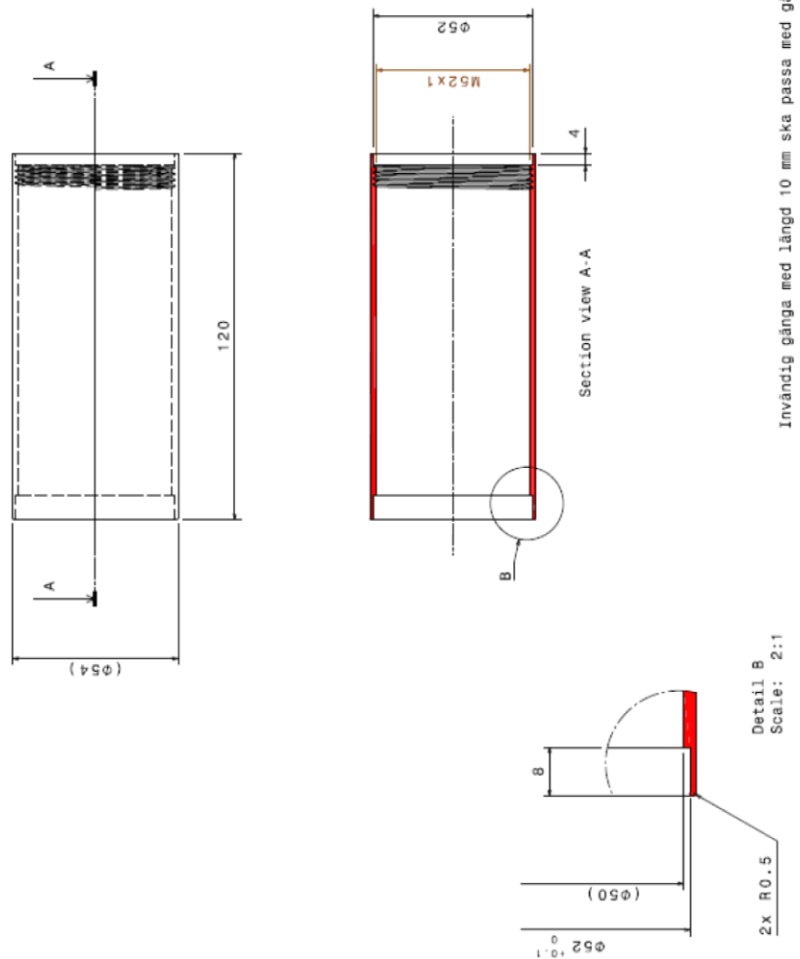
³ Tubtid per dyk ca. 45 min. Ska därmed räcka till två dyk

⁴ Anses lämpligt då referenslampa Seac på 666 g var obekvämt tung

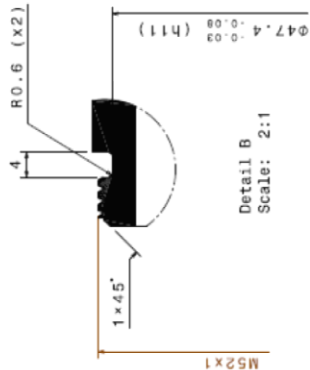
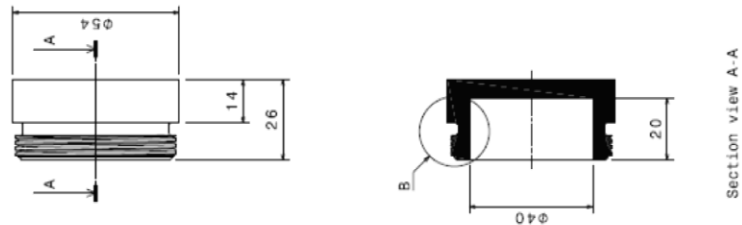
Bilaga 6. Lampkropp, lång version



Bilaga 7. Lampkropp, kort version



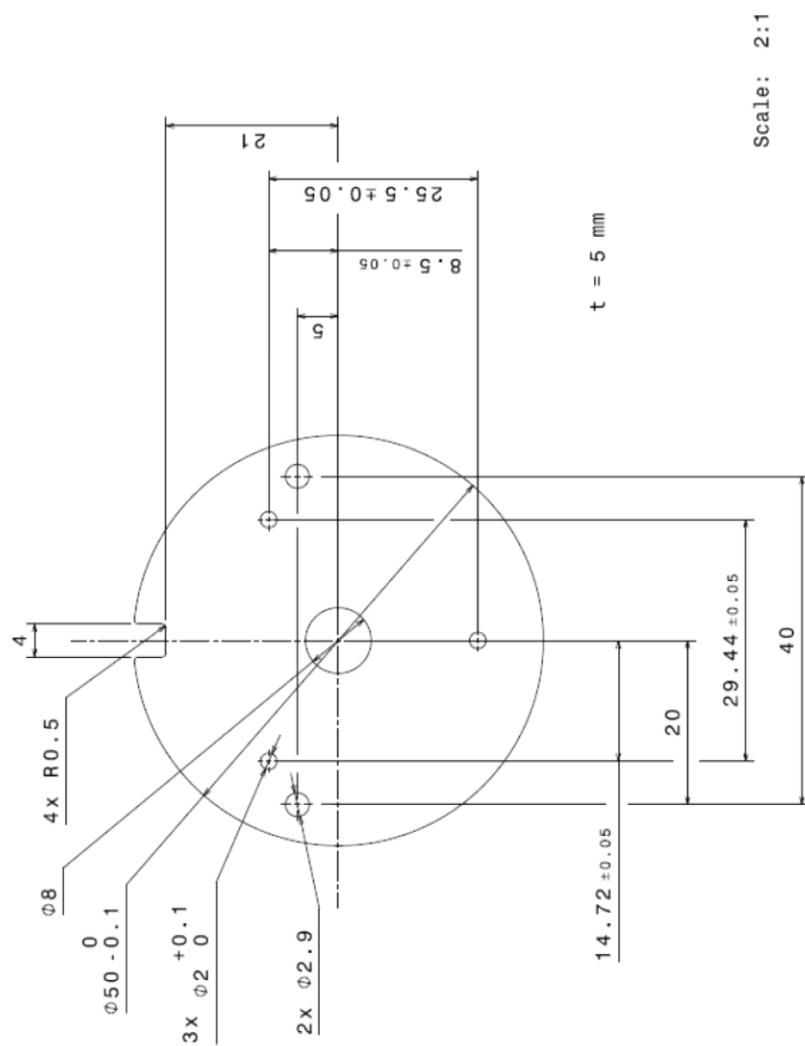
Bilaga 8. Förenklad bakplugg



Utvändig gänga med längd 8 mm ska passa med gänga på detalj alurör

Bilaga 9. Kylplatta

Håldiameter 2 mm passar med stödbenen till LED-linsen.



Bilaga 10. Offert provtryckning dyklampa

Hej Marcus

Provtryckning av en dyklampa:

- maximal dimension: 200mm x 100mm x 80mm
- provtryck: 120 msv (12bar)
- media: vatten
- tryckhåltid: min 10 timmer
- dokumentation: provprotokol med tryckloggning

Vi offererar arbetet för en kostnad på 2100:-- excl. moms.

Med vänliga hälsningar

Udo

Udo Schmitte

GDA Sverige AB

Design, Manufacture & Maintenance

of Hyperbaric Technology

Hagelvädersgatan 5

418 34 Göteborg

Tel. +46(0)31 6446 - 03

Fax. +46(0)31 6446 - 10

mailto:udo.schmitte@gda-sverige.se

We at GDA Sverige AB works as a quality and environmental management system certified under EN ISO 9001:2008 and 14001:2004 by DNV

Bilaga 11. Produktblad lim



Scotch-Weld™

DP804 Clear Acrylic Adhesive

Preliminary Product Data Sheet

Date February 2010
Supersedes: New

Product Description	3M Scotch-Weld DP804 Clear Acrylic Adhesive is a two-part, 1:1 mix ratio, structural adhesive with significantly less odour than most acrylic adhesives. DP-804 has excellent shear and peel strength along with good impact resistance and durability. DP804 is specifically designed to quickly bond clear plastics (PMMA, polycarbonate) and also offers good adhesion on glass and metals. DP804 offers high transparency when mixed and offers excellent long term resistance to UV.
----------------------------	---

Key Features	- 1:1 mix ratio - 3 minute work life - 4 minute time to handling strength - Bonds most metals, clear plastics and glass - Low-Odour Acrylic Adhesive - Excellent shear and peel strength - Excellent resistance to UV, non-yellowing - Very good performance at elevated temperatures - Very good ageing properties in humid and warm environment
---------------------	---

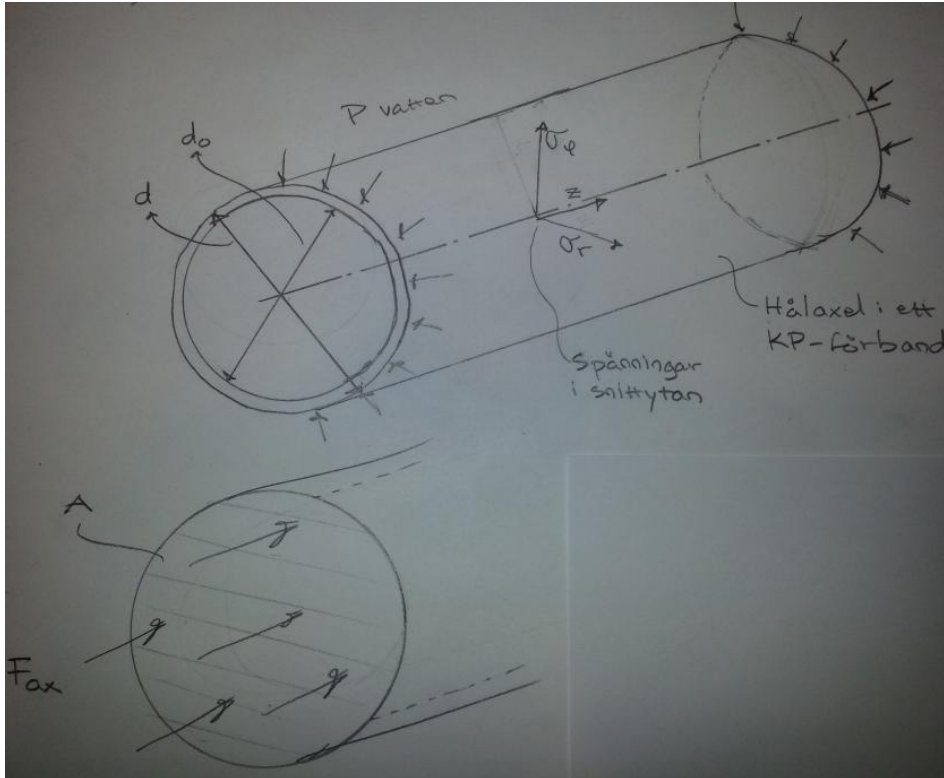
Typical Uncured Properties		BASE	ACCELERATOR
	Base	Acrylic	Acrylic
	Specific Gravity	1.07	1.07
	Viscosity Brookshield viscometer 25rpm/2 min @ 25°C	8000	8000
	Colour	Transparent (Colourless)	Transparent (Colourless)
	Work Life in Mixing Nozzle² @ 23°C (73°F)	3 minutes	
	Time to Handling Strength (0.35 MPa Shear Strength @ 23°C (73°F))	4 minutes	
	Applied Open Time (3mm bead)² @ 23°C (73°F)	4 minutes	
	Mix Ratio	By Volume	1:1
		By Weight	1:1

Bilaga 12. Beräkningar

1 av 3

Nedan visas de två beräkningar som gjorts.

Beräkning rör



Hålaxel:

Spänningarna högst vid innerradien: $r = \frac{d_0}{2} = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ m}$ där $d_0 = 50 \text{ mm}$, innerdiametern på röret.

$$\kappa_a = \frac{d_0}{d} = \frac{0,050}{0,054} = 0,926$$

P_{vatten} = hydrostatiska trycket under vatten, δ = vattens densitet, g = gravitationskonstant, h = meter under vatten.

$$P_{vatten} = \delta g h = 1000 \cdot 9,82 \cdot 120 \approx 1,2 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \sigma_r &= -p_{vatten} \cdot \frac{1 - \kappa_a^2 \left(\frac{d}{2r}\right)^2}{1 - \kappa_a^2} = \\ &= -1,2 \cdot 10^6 \cdot \frac{1 - 0,926^2 \left(\frac{0,054}{2 \cdot 0,025}\right)^2}{1 - 0,926^2} \Rightarrow \sigma_r = 0 \text{ MPa} \end{aligned} \quad (2.50)$$

$$\sigma_{\varphi} = -p_{vatten} \cdot \frac{1 + \kappa_a^2 \left(\frac{d}{2r}\right)^2}{1 - \kappa_a^2} = \frac{-2 \cdot p_{vatten}}{1 - \kappa_a^2} =$$

$$\frac{-2 \cdot 1,2 \cdot 10^6}{1 - 0,926^2} \Rightarrow \sigma_{\varphi} = -16,8 \text{ MPa} \quad (2.50)$$

$$F_{axiell} = p_{vatten} \cdot A = 1,2 \cdot 10^6 \cdot \pi \cdot 0,027^2 = 2748 \text{ N}$$

Där A = rörändens hela area, $A_{tvärsnitt}$ = rörväggens tvärsnittsarea

$$\sigma_{axiell} = \frac{F_{axiell}}{A_{tvärsnitt}} = \frac{2748}{0,00033} = 8,15 \text{ MPa}$$

∴ Max effektivspänning vid $r = \frac{d_0}{2}$

$$\sigma_e^{v.M.} = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_{\varphi}^2 + \sigma_{axiell}^2 - \sigma_r \sigma_{\varphi} - \sigma_r \sigma_{axiell} - \sigma_{\varphi} \sigma_{axiell}}$$

$$\sigma_e^{v.M.} = 22 \text{ MPa}$$

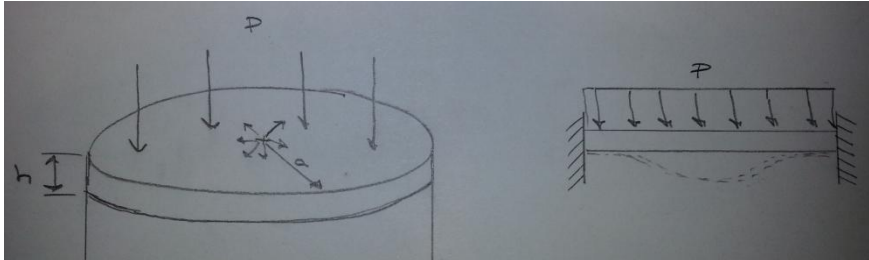
Säkerhetsfaktor

$$\frac{\sigma_s}{\sigma_e^{v.M.}} = \frac{240}{22} \approx 11$$

Källa beräkning rör: Lärobok maskinelement kap. 2 s. 98-105, Kjell Melkersson.

Beräkning lins

Beräkning av uppkommen radialspänning i linsen.



$$(\sigma_r)_{max} = -\frac{6M_r}{h^2} = \frac{3}{4} \frac{pa^2}{h^2} = \frac{3}{4} \frac{1,2 \cdot 10^6 \cdot 0,026^2}{0,005^2} \approx 24,3 MPa$$

(s. 56)

Där: p = hydrostatiska trycket under vatten, a = linsens radie, h = linsens tjocklek.

Säkerhetsfaktor

$$\frac{\sigma_s}{(\sigma_r)_{max}} = \frac{43,8}{24,3} \approx 1,8$$

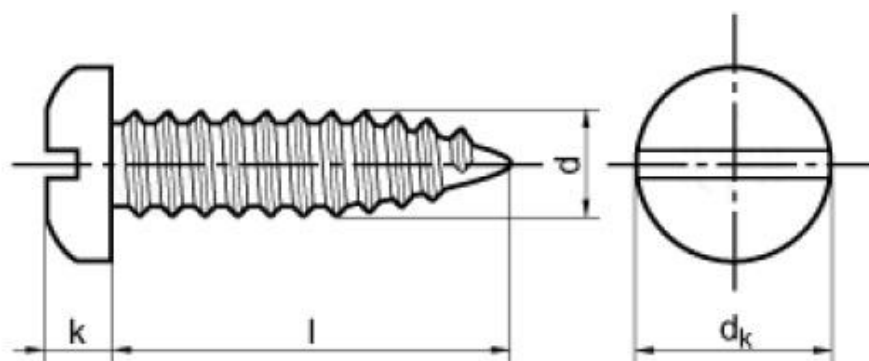
Källa beräkning lins: Timoshenko, Woinowsky-Krieger "Theory of Plates and Shells" second edition, McGraw-Hill, 1981.

Bilaga 13. Produktblad skruv till strömbrytare



CSS Plåtskruv kullrig med spår A4

Syrafast, DIN 7971 C, ISO 1481 C



Artikelnummer

79714B 7 16

Benämning

Tapping screw stainless steel,A4,DIN 7971 C ST3,9x16



d	ST3,9
l	16
k	2,25
dk	7,5
nr	B7

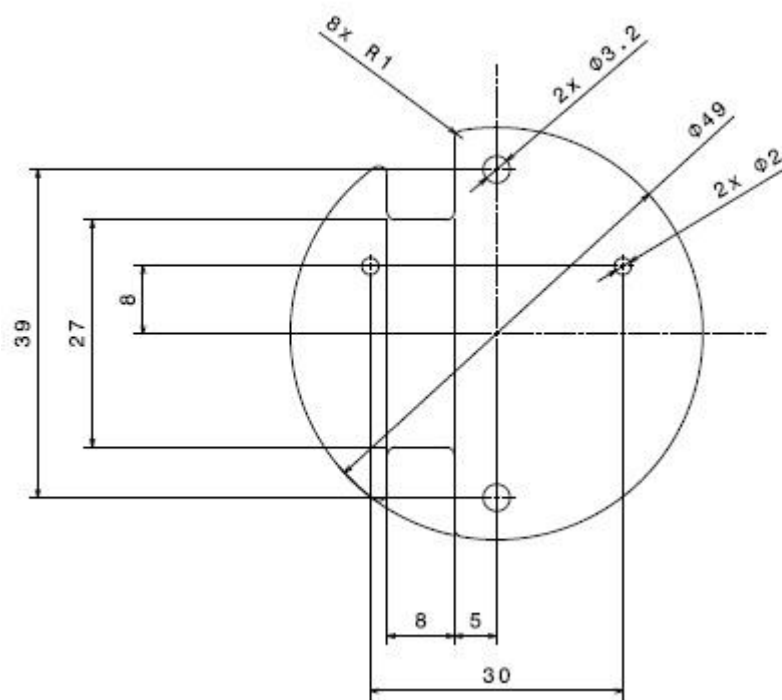
Created: 2012-11-15 17:01:18

Address: Mattssons i Anderstorp
Box 134
Depåg. 1
334 23 Anderstorp
Sweden

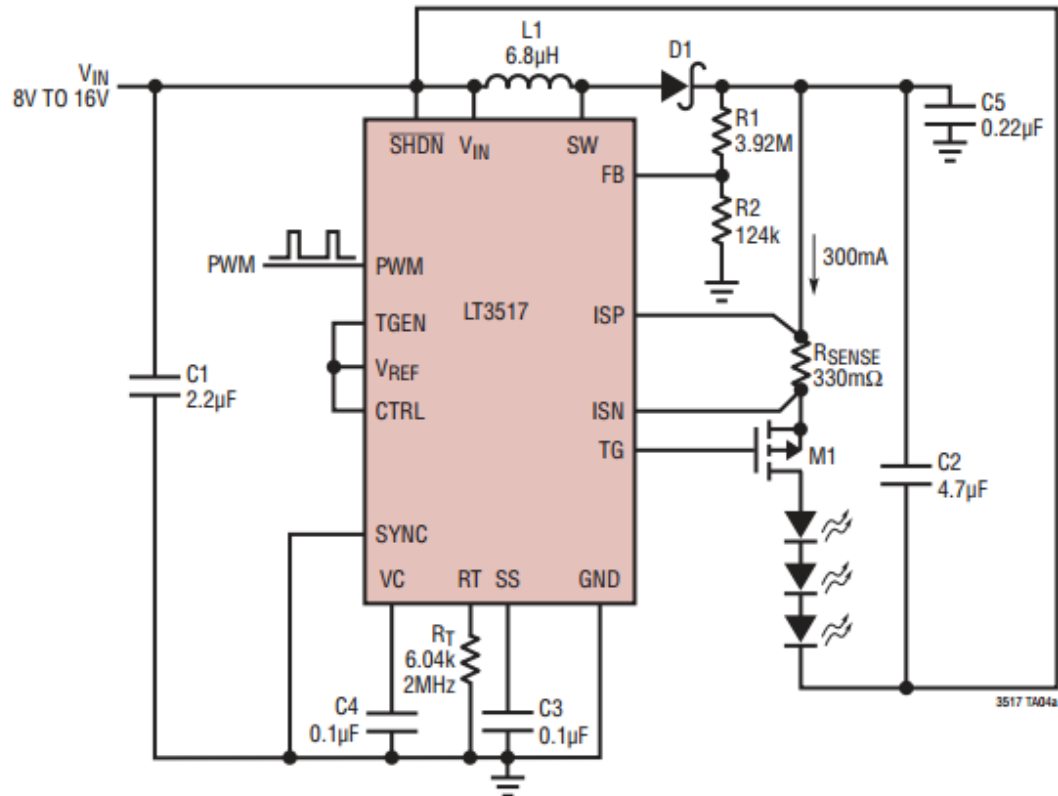
Phone:
Fax:
Web:

46 (0)371-890 00
46 (0)371-171 77
www.mattssons.com

Bilaga 14. Ritning fästplatta



Bilaga 15. Kretsschema



C1: KEMET C0806C225K4RAC
 C2: KEMET C1206C475K3RAC
 C3, C4: MURATA GRM21BR71H104KA01B
 C5: MURATA GRM21BR71H224KA01B
 D1: DIODE DFLS160
 L1: TOKO B992AS-6R8N
 LEDS: LUXEON I (WHITE)
 M1: ZETEX ZXMP6A13FTA

Bilaga 16. BOM

Del	Funktion/ tillämpningsområde	Pris	Antal	Tot. Pris	Leverantör	Leverantörens benämning
Aluminiumplatta	kylfläns	15	1	15	INM mekaniska	
Rör	lampkropp	16	1	16	Foshan Nanhai Shi Hua Aluminium Co.,Ltd	AW/EN 6063
Akryllins	skyddslins fram	3	1	3	Brion (Göteborg)	PMMA
O-ringar	tätning	3	2	6	Kullager	Art.nr.:OR2640E
Batteripaket	batterihållare	1,87	1	1,87	Comfortable Electronic Co., Ltd.	Art.nr.: BH363D
Fjäder	strömbrytarknapp	2,37	1	2,37	Lesjöfors	Art.nr.: 3383
Cylindrisk pinne inv. gänga	fäste batteripaket	4,06	2	8,12	Wiberger	CPIG DIN7979 5X20
Ytbehandling rör	skydd mot korrosion/estetik	7,8	1	7,8	Bodycote	Comp-cote
Lim	tätning lins fram	215	50 ml	0	3M	DP804 Clear
Fästplatta	bat.kretskort och fäste för bat.pkt.		2	0		
Arbetskostnad	montering	16	1	16		
Plastdetaljer	bakplugg, handtag, knapp	12	2	24		
Summa:				100,16		