

POLITEHNIKA NOVA GORICA

POSLOVNO - TEHNIŠKA ŠOLA

DIPLOMSKA NALOGA

**ZASNOVA NOVE DRUŽINE TEHNIČNIH SVETIL
OD IDEJE DO PROIZVODNJE**

Gregor Semič

Mentor: prof.dr. Božidar Šarler

Nova Gorica, 2006

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju profesorju dr. Božidarju Šarlerju za izkazano pomoč in nasvete pri pisanju in oblikovanju diplomske naloge, profesorju dr. Jušu Kocijanu in g. Armandu Faganelu, za pomoč pri končnem oblikovanju le te.

Prav tako se zahvaljujem celotnemu kolektivu podjetju Intra Lighting d.o.o. iz Mirna, za pomoč pri pridobivanju podatkov za izdelavo diplomske naloge.

Hvala tudi ostalim profesorjem in sodelavcem Politehnike za izkazano pomoč v vseh letih mojega študija.

IZVLEČEK

V tem diplomskem delu smo opisali proces razvoja nove družine svetil. Razvoj je bil opravljen v podjetju Intra Lighting d.o.o. v okviru vodenja razvoja nove družine svetil Officer II. Predstavili smo, kako je nastala potreba po prenovi ter koliko časa, denarja in interdisciplinarnega znanja, na primer industrijskega oblikovanja, orodjarstva, nabave, prodaje, psihologije, timskega dela in drugih, je bilo potrebnega, da smo uspešno izvedli tako zahteven razvojni projekt. Razvili smo novo ohišje luči, ki ga sestavljata ekstrudiran aluminijast profil ter nov plastični končnik. Končnik je zelo funkcionalen in rešuje dosti pomankljivosti predhodne družine svetil. Prilagodili smo seveda tudi notranje sestavne dele, ki so se po številu zmanjšali in precej poenostavili, ter ustrezne proizvodne postopke in jih primerno prilagodili. Prikazali smo, da je za uspešno izvedbo tako obsežnega projekta potrebno zelo veliko število sodelujočih visokousposobljenih strokovnjakov z različnih področij, velika mera odgovornosti, znanja in predvsem obvladovanja komunikacije pri prenosu ključnih podatkov med vsemi, ki sodelujejo pri projektu.

KLJUČNE BESEDE

Sistem tehnične razsvetljave, razvoj nove družine svetil, industrijsko oblikovanje, aluminijasti profil, plastični končnik, prototipizacija

ABSTRACT

The development of a new family of lightning systems is described in this diploma work. The development has been performed in the Intra Lighting d.o.o. company in the framework of a development of a new lightning family with the name Officer II. We presented how the needs for the development of a new lightning family originate and how much time, money and interdisciplinary knowledge, such as industrial design, toolmaking, acquisition, management, psychology, team work and others have been needed in order to successfully complete such a complex project. A new light housing has been developed, consisting of an extruded aluminium profile and a new polymer end - plate. The end - plate is very functional and resolves many deficiencies of a previous lightning family. We have adapted also internal parts, which have been reduced in number and much simplified, as well as corresponding manufacturing processes. We have shown that a considerable amount of highly qualified professionals from different fields, a great deal of responsibility, knowledge and communication management among them is needed in order to successfully complete such a development project.

KEY WORDS

Technical lightning systems, development of a new lightning system, industrial design, aluminium profile, plastic end - plate, prototipization

KAZALO

1. UVOD	1
1.1. Opredelitev naloge.....	1
1.2. Namen naloge	2
1.3. Cilj naloge.....	3
1.4. Predstavitev podjetja.....	6
1.5. Timsko delo	9
2. IDEJA IN ŽELJA PO NOVEM PROIZVODU	11
2.1. Pregled trga obstoječih izdelkov.....	11
2.2. Namen obnove družine svetil Officer.....	12
2.2.1. Zasnova nove industrijske oblike	12
2.2.2. Opredelitev nove industrijske oblike.....	14
3. DOLOČITEV CILJEV OBNOVE DRUŽINE SVETIL.....	15
3.1. Modularnost.....	15
3.2. Prekrivanje sijalk	16
3.3. Plastični končnik brez vidnega vijachenja.....	17
3.4. Poenostavitev montaže v podjetju	19
3.5. Znižanje stroškov proizvodnje.....	19
3.6. Pridobitev prostora za dilatacijo stekel.....	21
3.7. Enostavnejša menjava sijalk	22
3.8. Enostavnejša montaža svetilke	23
3.9. Prilagajanje industrijske oblike tehničnim rešitvam.....	24
4. TEHNIČNI OPIS KOMPONENT	26
4.1. Plastični sestavni deli.....	26
4.1.1. Opis funkcionalnosti elementov	27
4.1.2. Risbe elementov	27
4.1.3. Prototipizacija elementov - stereolitografija	29
4.1.4. Plastike in njihova uporaba	31
4.1.4.1. Polimetilakrilatni difuzor - PMMA	33
4.1.4.2. Polikarbonat PC.....	33

4.1.4.3. Tlačno oblikovanje mas v izdelke	34
4.1.4.4. Snemanje brizganih izdelkov	36
4.2. Aluminijasti profil	39
4.2.1. Opis funkcionalnosti elementa	39
4.2.2. 3D-modeli in risbe elementa.....	40
4.2.3. Prototipizacija elementa	41
4.2.4. Ekstruzija aluminijastih profilov	41
4.2.5. Anodizacija aluminija.....	44
4.2.6. Rezkanje	46
4.3. Pločevinasti sestavni deli	48
4.3.1. 3D-modeli in risbe elementov	48
4.3.2. NC programiranje prebijalnikov za pločevino	50
4.3.3. Postopek rezanja - prebijanja pločevine	51
4.3.4. Upogibanje pločevine	53
4.4. Iskanje primernih kooperantov	54
4.4.1. Tehnična srečanja in sestanki	54
4.4.2. Izbor pravega kooperanta	54
4.4.3. Tehnična dodelava sestavnih delov luči	55
4.4.4. Prvi prototipni kosi	55
4.5. Uvajanje prvih prototipov	56
4.5.1. Predstavitev prototipov v podjetju.....	56
4.5.2. Predstavitev prototipov na sejmi in arhitektom.....	56
5. PRILAGODITEV PROIZVODNIH PROCESOV.....	58
5.1. Pregled obstoječega stanja	58
5.2. Prilagoditev proizvodnje.....	58
6. PRIPRAVA REKLAMNEGA MATERIALA.....	59
6.1. Studijsko slikanje prvih izdelkov - prototipov.....	59
6.2. Medijsko oglaševanje	59
7. OCENA EKONOMSKE UČINKOVITOSTI PROJEKTA	60
7.1. Kalkulacija cene osnovnega modula	60
7.2. Pričakovana amortizacijska doba izdelka.....	64

8. SKLEP.....	66
9. LITERATURA.....	68

KAZALO TABEL

Tabela 1: Sodelujoči pri izvedbi projekta	5
Tabela 2: Stroški modula brez dela.....	61
Tabela 3: Stroški za porabljen čas.....	62
Tabela 4: Stroški izdelave orodij in določitve industrijske oblike.....	62
Tabela 5: Stroški dela.....	63
Tabela 6: Stroški modula vključno z delom.....	64
Tabela 7: Bilanca uspeha projekta.....	66

KAZALO SLIK

Slika 1: Poredhodna družina svetil	2
Slika 2: Grafični prikaz predvidenega časovnega poteka projekta izdelan v programu MS Project	5
Slika 3: Povprečna starost zaposlenih v podjetju	6
Slika 4: Razdelitev zaposlenih glede na stopnjo izobrazbe	7
Slika 5: Tržni delež podjetja na tržišču	9
Slika 6: Program za matematično 3D-modeliranje Proe WF2	10
Slika 7: Začetna idejna zasnova novega plastičnega končnika	14
Slika 8: Predhodnik plastičnega končnika z vidnim vijačenjem	14
Slika 9: Nova industrijska oblika plastičnega končnika	15
Slika 10: Shematski prikaz razlike v dolžini modula glede na prejšnjo postavitev sijalk in sedanjim »prekrivanjem« sijalk	16
Slika 11: Prekrivanje sijalk.....	17
Slika 12: Staljen difuzor pri prekrivanju sijalk z močjo 80 W.....	17
Slika 13: Plastični končnik s funkcionalnimi elementi – spredaj.....	18
Slika 14: Plastični končnik s funkcionalnimi elementi – zadaj.....	19
Slika 15: Novi plastični končnik.....	19
Slika 16: Število sestavnih delov modula prejšnje in sedanje družine svetil.....	21
Slika 17: Število sestavnih delov modula sedanje družine svetil.....	21
Slika 18: Dilatacija stekla pod vratci končnika.....	22
Slika 19: Menjava sijalk.....	23
Slika 20: Prikaz načina vgradnje: stropni, viseči, stenski, vgradni	25
Slika 21: Slike razvoja nove industrijske oblike po stopnjah	26
Slika 22: Plastični sestavni deli luči.....	27
Slika 23: Plastični sestavni deli luči - risbe.....	28

Slika 24: Plastični sestavni deli luči - risbe.....	29
Slika 25: Poenostavljen grafični prikaz postopka stereolitografije.....	30
Slika 26: Prototip končnika, izdelan po postopku stereolitografije.....	31
Slika 27: Prototip vrata končnika, izdelan po postopku stereolitografije.....	31
Slika 28: Prototip vrtljivega elementa, izdelan po postopku stereolitografije.....	31
Slika 29: Snematski prikaz stroja za tlačno brizganje plastike	36
Slika 30: Orodje za brizganje plastike z izmetalnim sistemom	39
Slika 31: Vgradni profil.....	40
Slika 32: Nadgradni profil.....	40
Slika 33: 3D model sklopa nadgradnega in vgradnega profila	41
Slika 34: 2D risbe sklopa nadgradnega in vgradnega profila.....	41
Slika 35: Prototipa profilov	42
Slika 36: Linija za ekstruzijo aluminijastih profilov.....	47
Slika 37: Napaka pri izdelavi prejete palice nadgradnega profila.....	44
Slika 38: Prikaz brvnih odtenkov barvne eloksacije	46
Slika 39: Shematski prikaz postopka rezkanja	47
Slika 40: Pločevinasti sestavni deli.....	49
Slika 41: MS beležka z NC programom	50
Slika 42: Prebijalnik pločevine znamke Amada.....	51
Slika 43: Shematski prikaz prebijanja pločevine.....	51
Slika 44: Različne postavitve zelenih prebijanih oblik	53
Slika 45: Postopek kalibriranja stroja pri upogibanju pločevine.....	54
Slika 46: Stroj za upogibanje pločevine.....	54
Slika 47: Predstavitev družine svetil v podjetju	57
Slika 48: Razstavni prostor na sejmu Euroluce.....	58
Slika 49: Razstavni prostor na sejmu Euroluce	58

1. UVOD

V prvem poglavju bomo predstavili podjetje Intra Lighting d.o.o. iz Mirna v katerem smo to diplomsko delo izvajali, ter v grobem prikazali njihovo poslovno strategijo in željene cilje, ki so bili zastavljeni kot zasnova tega dela.

1.1. Opredelitev naloge

Prvi cilj te diplomske naloge je zelo dobro preučiti družino svetil Officer in okarakterizirati vse njene slabosti. Tega smo se lotili tako, da smo dobro prisluhnili domačim monterjem v proizvodnji ter problematiki, na katero so naleteli pri sestavljanju modulov. Prisluhnili pa smo tudi zunanjim monterjem, tistim, ki luči Intra Lighting d.o.o. montirajo po objektih doma in v tujini. Ti so nam dali dobre napotke, pri katerih proizvajalci iskati dobre vgradne rešitve. To nam je pomagalo opraviti tudi drugo zelo pomembno nalogo – proučitev konkurence, ki je nujno potrebna za določitev trenutnih smernic na trgu.

Konkretna naloga je bila posodobiti obstoječe, oziroma razviti popolnoma novo družino tehničnih svetil, ki bo zadovoljila vse zahteve, ki jih postavlja trg ter norme in standarde, ki jim mora svetilka ustrezati zaradi same varnosti ter estetskega videza. Zelo pomembne pa so tudi potrebe znotraj podjetja – enostavna montaža, zmanjšanje porabe časa za sestavljanje in potrebnega materiala ter sestavnih delov. Poenostaviti je bilo treba tudi servisiranje, ki se je izkazalo kot zelo šibka točka predhodne družine svetil.

1.2. Namen naloge

Podjetje Intra Lighting d.o.o. je s pomočjo znanega slovenskega industrijskega oblikovalca Mihe Klinarja iz studia Gigo Design preoblikovalo družino svetil Officer (Slika 1), ter v omenjeni projekt vložilo veliko časa in denarja za razvoj nove družine svetil Officer II, in sicer zaradi novih potreb in smernic, ki so se začele pojavljati na trgu. Razvoj je stekel tudi in predvsem zaradi tehničnih pomankljivosti, ki so se pokazale med večletno proizvodnjo in uporabo prejšnje družine svetil, zaradi znatnega znižanja stroškov proizvodnje, poleg tega pa še zaradi želja in potreb novih kupcev.

Kupci se vedno bolj ozirajo po estetsko, tehnološko in funkcionalno zelo dovršenih izdelkih na vseh področjih in temu se seveda tudi pri proizvodnji svetil ne moremo izogniti. Glavni namen razvoja je seveda bil pridobiti si čimveč novih kupcev in izboljšati poslovanje z obstoječimi. Prav oni so vir novih svežih idej in izražajo določene potrebe. Želja po pridobitvi novih kupcev pa ni dovolj, dokazati moraš, da si sposoben ustvariti nekaj novega, svežega in tehnično ter oblikovno zelo dovršenega. Ne nazadnje pa je treba kupca na koncu še prepričati, da je tvoj izdelek tisto, kar išče.



Slika 1: Predhodna družina svetil Officer (Intra Lighting, 2005)

1.3. Cilj naloge

Poglavitni trije cilji tega dela so: prvi: povečati prodajo nove družine svetil Officer II in s tem povečati prihodke podjetja, drugi: znatno zmanjšati stroške proizvodnje teh svetil in tretji, ki je tesno povezan z drugim: poenostaviti montažo domačim monterjem v proizvodnji samega podjetja in ne nazadnje poenostaviti montažo in servisiranje teh svetil na objektih, kjer so montirani.

Želje, ki jih je izrazilo vodstvo podjetja, ter napake, ki so bile storjene pri prejšnji družini svetil, so pokazale, da je treba pri novi družini svetil pomisliti predvsem na modularnost in na odpravo za arhitekto motečih vijakov na končniku luči. To je spodbudilo razvoj novega plastičnega končnika – prejšnji je bil izdelan iz aluminija in vidno vijachen. S tem plastičnim končnikom smo rešili še veliko drugih težav in želja, ki so bile predstavljene, na primer prostor za dilatacijo polikarbonatnega (v nadaljevanju PC) difuzorja (Navodnik Janez, 1998) ali polimetilakrilatnega (v nadaljevanju PMMA) difuzorja (Navodnik Janez, 1998). Ta omogoča tudi lažjo in hitrejšo menjavo fluorescenčne sijalke, lažji priklop v omrežje, saj se ga uporablja tudi kot blokator priklopnega kabla ter skriva moteče špranje, skozi katere ponavadi sije svetloba in niso zažele. Zmanjšalo se je seveda tudi skupno število sestavnih delov posameznega modula.

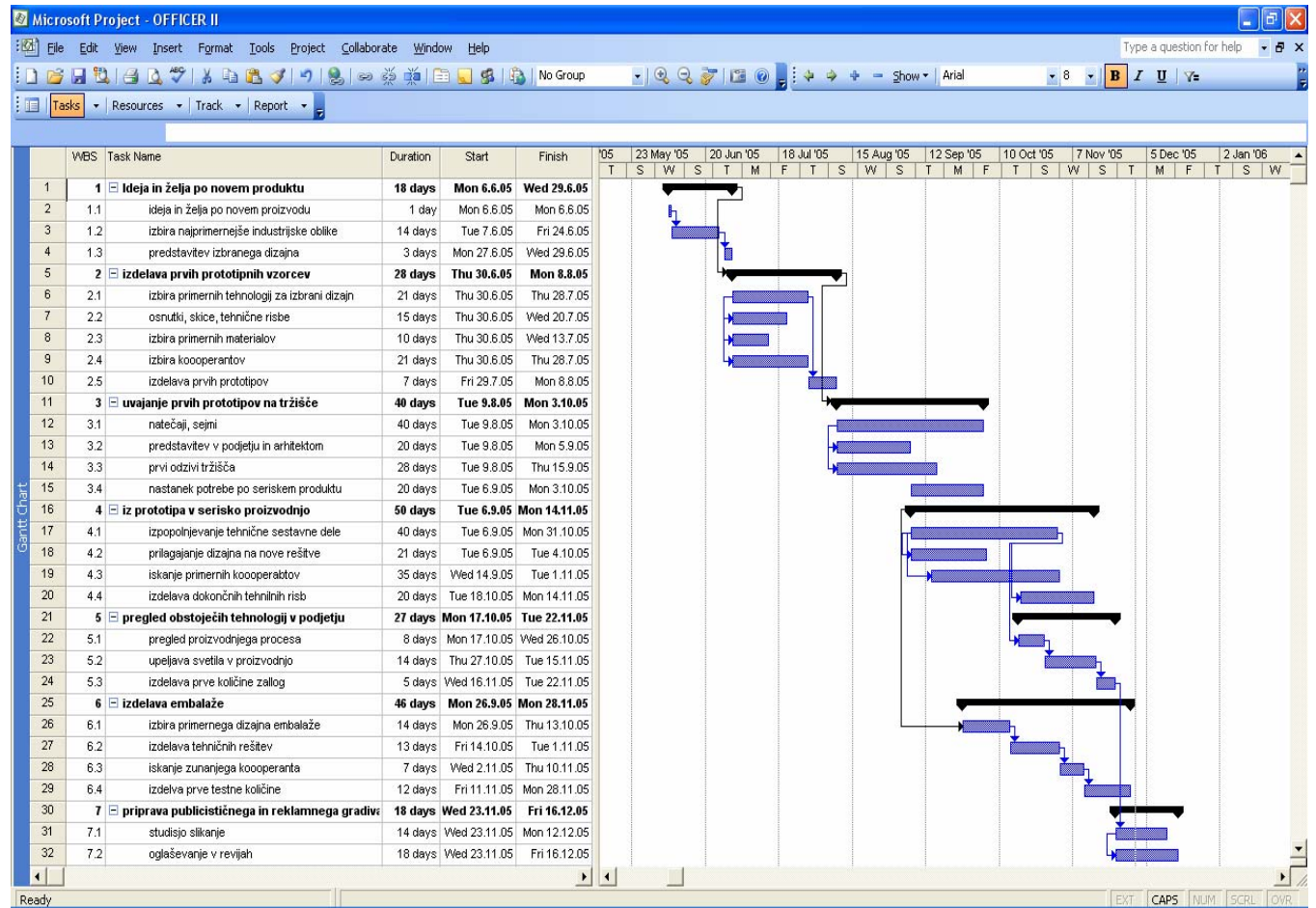
Pri novi družini luči je v primerjavi s staro poglavitna razlika ta, da je zasnovana tako, da se sijalke med seboj prekrivajo, kar omogoča neskončno dolgo svetlobno linijo brez vmesnih temnih con. To željo so izrazili prodajniki, ker so temne cone nezažele in moteče, a so bile do danes skoraj neizogibne, saj ni veliko proizvajalcev na trgu, ki bi bili sposobni ponuditi takšno tehnično rešitev; s prekrivanjem sijalk v aluminijastem profilu, s tako majhnimi zunanji gabariti.

V tabeli 1 so navedeni vsi glavni strokovni sodelavci, ki so kakorkoli sodelovali pri projektu. To število pa je veliko večje, če upoštevamo še vse njihove podrejene, kateri so imeli ravno tako pomembno vlogo pri projektu, saj se lahko zgodi, da imajo prav podrejeni operativni delavci, veliko boljše zamisli in predloge za izboljšave ali odpravljanje napak kot njihovi nadrejeni.

Na sliki 2 je grafično prikazan predvideni, oziroma željeni časovni potek projekta, ki ga je podjetje zastavilo kot cilj. Za izdelavo takšnega grafičnega prikaza se običajno uporablja programska oprema MS Project, v kateri je izdelan tudi spodnji plan projekta. To orodje nam služi kot sredstvo za planiranje in nadaljno zelo učinkovito pomoč, pri sledenju posameznih planiranih faz projekta, katere se morajo med seboj nujno prekrivati zato, da lahko izvedemo tako obširen projekt v tako kratkem času. Na ta način imamo odlično povratno informacijo kako in kdaj je potrebno ukrepati, da se veriga posameznih faz, ki so med seboj tesno povezane, ne bi pretrgala, ker bi to lahko pomenilo celo propad projekta.

Tabela 1: Sodelujoči pri izvedbi projekta

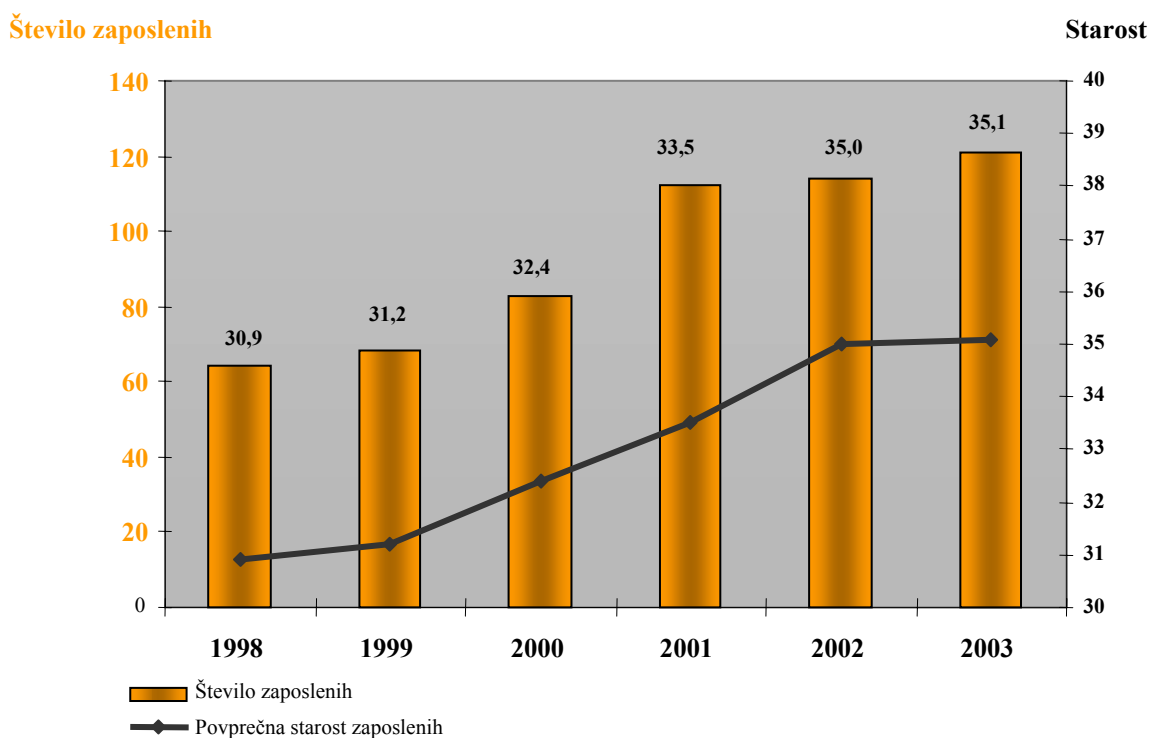
FUNKCIJA PRI PROJEKTU	PODJETJE / ODGOVORNA OSEBA
Vodja projekta »Project Manager«	Gregor Semič
Industrijsko oblikovanje	Miha Klinar – Gigo Design
Orodjarna za brizganje plastike	Šibo d.o.o. Škofja Loka
Ekstruzija aluminijastih profilov	Metra S.p.a. Italija
Razvojni oddelek podjetja	Borut Stanič, Jernej Šatej, Primož Kodrič, Dimitrij Živec, Tarik Žigon
Nabavni oddelek podjetja	Samir Šfligoj
Vodja proizvodnje - koordinacija	Roman Heufel
Vodja montaže 3 - svetovanje	Marko Šuligoj
Oddelek za kakovost - testiranja	Robert Likar
Prodajni oddelek	Aleš Brezavšček / Uroš Krulc
Prototipizacija	Marmax S.p.a. Italija - Massimiliano Zanzero
Računalniško usposabljanje in svetovanje	Audax d.o.o. Ljubljana



Slika 2: Prikaz predvidenega časovnega poteka projekta izdelan v programu MS Project (Intra Lighting 2005)

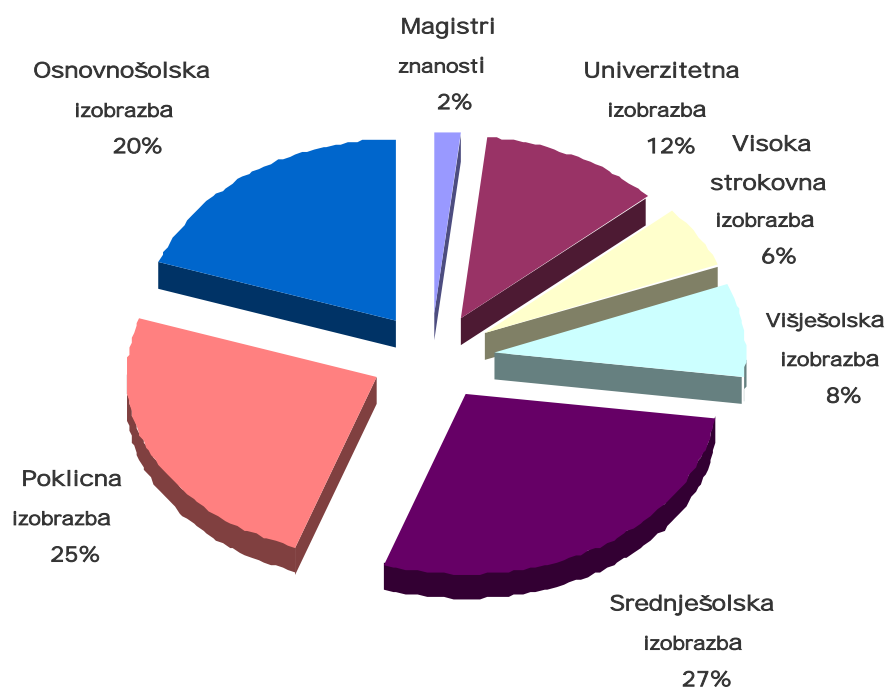
1.4. Predstavitev podjetja

Podjetje Intra Lighting d.o.o. s sedežem v Mirnu pri Novi Gorici proizvaja tehnična svetila za opremo različnih objektov. Od leta 1989, ko je bilo podjetje ustanovljeno, se je nenehno širilo, tako po obsegu proizvodnje, kot tudi po številu zaposlenih. Začeli so kot uvoznik tujih priznanih proizvajalcev svetil, leta 1992 so prešli na lastno proizvodnjo in v letu 1994 že dosegli prve izvozne posle. Od ustanovitve družbe neprestano širijo poslovanje (glej grafikone v nadaljevanju). Trenutno je v družbi 120 zaposlenih, kar je razvidno na spodnjem grafikonu (slika 3).



Slika 3: Povprečna starost zaposlenih v podjetju (Intra Lighting, 2005)

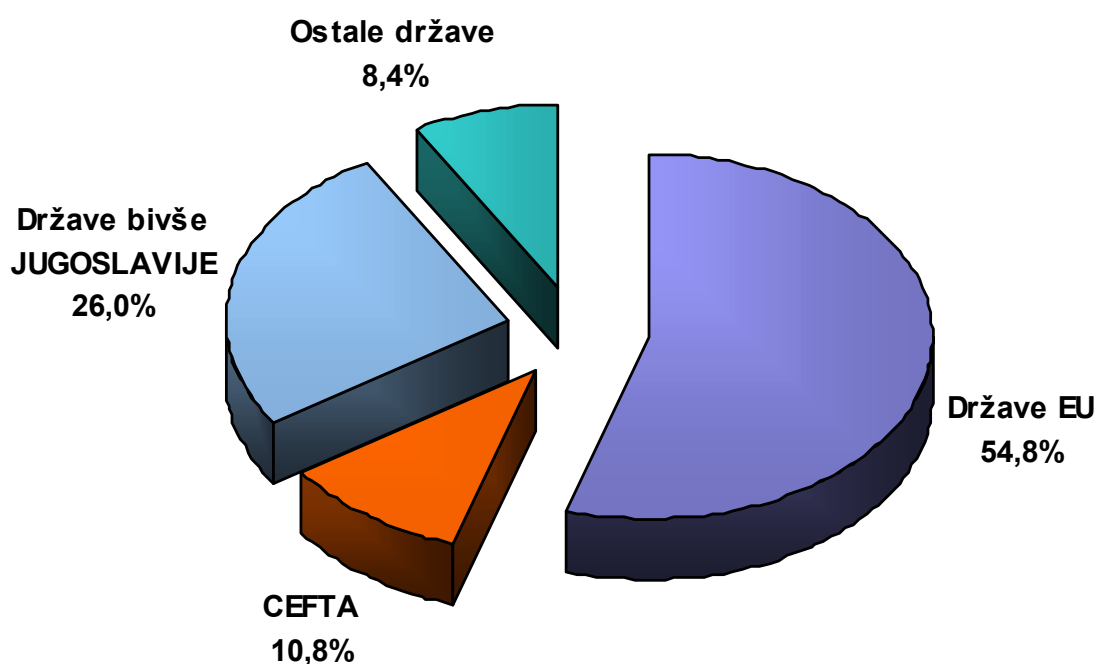
Podjetje je svojo razvojno strategijo usmerilo predvsem h kakovosti izdelkov in zadovoljstvu svojih kupcev. To so tudi dokazali, ko so leta 1998 pridobili certifikat ISO 9001 (SIQ 2005) in 1999 ENEC (SIQ 2005), leta 2002 pa so uvedli uporabo metode 20 Kobayashijevih ključev (Google 2005). V letu 2001 so postali večinski lastnik družbe Intra TEP d.o.o. na Hrvaškem (106 zaposlenih). V povprečju vlagajo več kot deset odstotkov vseh prihodkov iz poslovanja v osnovna sredstva, kar jim bo omogočilo tudi v prihodnje dosegati konkurenčnost njihovih izdelkov in nadaljnjo rast poslovanja. V podjetju Intra Lighting d.o.o. strmijo predvsem h kakovosti, le ta pa je vedno usmerjena k potrebam, zahtevam in željam njihovih kupcev. Proizvodnja svetil se prilagaja željam kupcev glede oblike, materialov in barve luči. Vse te zahteve lahko v podjetju Intra Lighting d.o.o. zadovoljijo zahvaljujoč se moderni proizvodni tehnologiji, ki temelji na računalniško vodenih in robotiziranih strojih in visoki ravni izobrazbe svojih zaposlenih, ki je prikazana na spodnjem grafikonu (slika 4).



Slika 4: Razdelitev zaposlenih glede na stopnjo izobrazbe (Intra Lighting, 2005)

Razvojna usmerjenost podjetja Intra Lighting d.o.o. je rezultat produktivnega sodelovanja strokovnjakov z različnih področij. Z računalniškim 2D- in 3D-modeliranjem ter projektiranjem izdelujejo kompleksne projekte razsvetljave in pomagajo pri pravilni izbiri svetil. Uvajanje novih materialov in zadnjih dosežkov tehnike na področju svetil jim omogoča, da so njihovi izdelki visoko kakovostni in zadovoljijo še tako zahtevnega kupca.

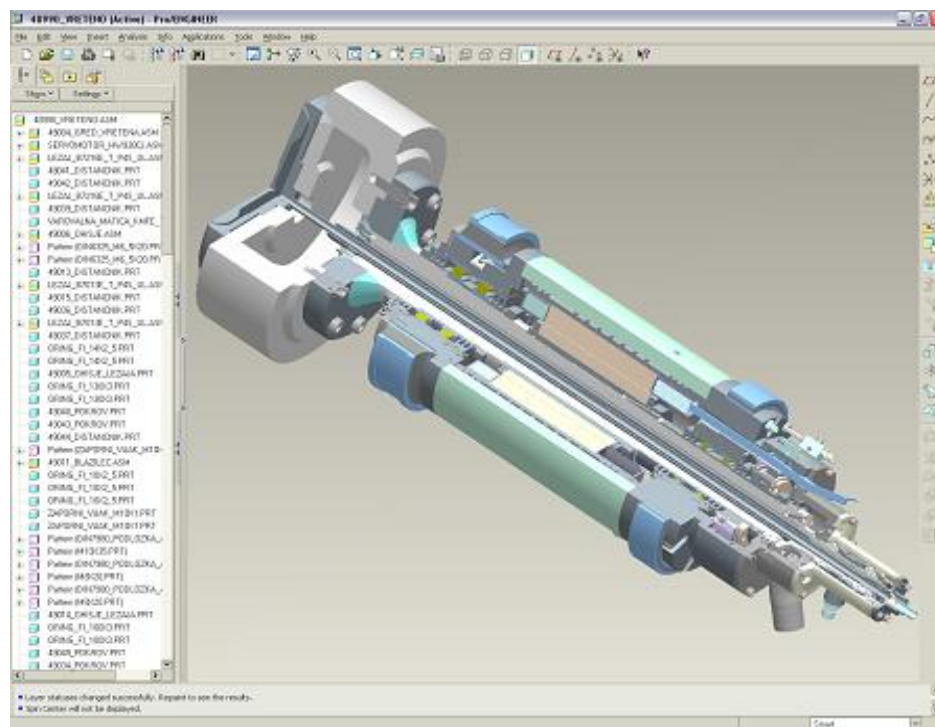
Za podjetje Intra Lighting d.o.o. je ključnega pomena zunanji trg (slika 6), tako evropski kot tudi drugi svetovni trgi. Vizija podjetja je torej ohraniti položaj med vodilnimi proizvajalci svetil v Evropi in povečati svojo prodajo zunaj EU.



Slika 5: Tržni delež podjetja (Intra Lighting, 2005)

1.5. Timsko delo

Težave, s katerimi sem se srečal pred začetkom našega dela, so bile predvsem slabo poznavanje področja tehnične razsvetljave, slabo poznavanje konkurence in slabo poznavanje tridimenzionalnih grafičnih programov za matematično modeliranje – ProEngineer Wildfire 2 (v nadaljevanju Proe WF2) (slika 6).



Slika 6: Program za matematično 3D-modeliranje Proe WF2
(Audax 2005)

Za boljše spoznavanje podjetja in njegove razvojne in poslovne strategije je bilo najprej potrebno kroženje po različnih delovnih mestih in oddelkih po podjetju, tako kot začne vsak nov zaposlen v podjetju. Začelo se je v proizvodnji zato, da sem bolje spoznal njihove prodajne artikle, sledil je oddelek nabave in spoznavanje njihove strategije, oddelek in strategijo prodaje, oddelek projektive in na koncu, po prvem mesecu spoznavanja podjetja se je pričelo pravo projektiranje in samostojno vodenje projekta na delovnem mestu »samostojnega razvojnika« v razvojnem oddelku podjetja. Sledilo je brskanje po katalogih različnih proizvajalcev in po svetovnem spletu za dobro poznavanje konkurence, zadnje pa je bilo strokovno usposabljanje za Proe grafične programe.

Priprava dodatnih potrebnih znanj, katerih na fakulteti v celoti ne osvojiš, so pa nujno potrebna znanja za vodenje takšnega projekta, se je odvijala v časovnem obdobju med 17.5.2004 do 1.10.2004, v sklopu opravljanja obveznega praktičnega usposabljanja v okviru študija za gospodarskega inženirja na Politehniko Nova Gorica. Že dalj časa pred zaključkom praktičnega usposabljanja, pa mi je bilo dodeljeno vodenje projekta Officer II, za katerega smo začeli iskati primerne kooperante za izdelavo vseh glavnih sestavnih delov, industrijske oblikovalce in orodjarje. Zelo pomembni so bili tudi nasveti zaposlenih v proizvodnji, ker se vsak dan spopadajo s težavami pri sestavljanju modulov in imajo velikokrat dobre predloge za kakšno tehnično izboljšavo. Moja poglobljena naloga je bila natančen in hiter prenos ter obdelava podatkov in informacij pri vsakem izmed udeleženi v našem timu, saj se napake največkrat pojavijo pri prenosu pomembnih informacij od enega do drugega člana tima.

2. IDEJA IN ŽELJA PO NOVEM PROIZVODU

V tem poglavju bomo predstavili od kod izvira potreba po prenovi stare, oziroma nastanku nove družine tehničnih svetil.

2.1. Pregled trga obstoječih izdelkov

Preden začne podjetje snovati razvoj novega izdelka, je treba opraviti temeljito analizo trga in oceniti, ali na trgu že obstaja podoben izdelek. Za ta del so zadolženi kolegi iz prodaje, saj se oni največ srečujejo z željami in potrebami arhitektov ter z že obstoječimi konkurenčnimi izdelki. Vse ustrezne informacije lahko sami poiščejo po katalogih različnih proizvajalcev tehnične razsvetljave, če jih ne opredeli arhitekt sam, lahko pa jih dobijo na svetovnem spletu, kjer najdemo ogromno podatkov o vodilnih svetovnih proizvajalcih tehnične razsvetljave.

Če na trgu že obstaja podoben izdelek, je treba najprej nabaviti njegov vzorec in približno oceniti, s kakšnimi postopki je izdelan ter koliko stroškov ima konkurenca z njegovo izdelavo, ter seveda preveriti, ali je tudi patentno zaščiten. Naslednji korak je približna ocena stroškov, ki bi jih imeli sami z izdelavo podobnega izdelka z našimi proizvodnimi postopki. Če ocena pokaže, da bomo z našim izdelkom konkurenčni in je strankam izdelek všečen, ter bo tudi predvidena maloprodajna cena izdelka sprejemljiva, se podjetje odloči za vlaganje v razvoj novega izdelka. V primeru, da analiza pokaže ravno nasprotno, podjetje črta izdelek iz svojih razvojnih projektov in išče drugačno rešitev.

2.2. Namen obnove družine svetil Officer

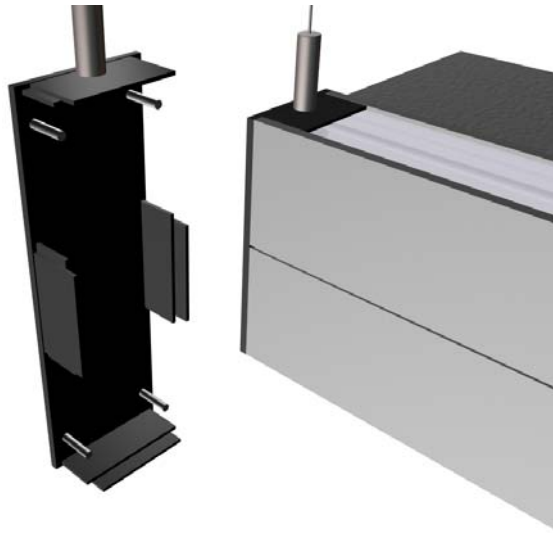
Podjetje Intra Lighting d.o.o. je namenoma preoblikovalo družino svetil Officer, seveda s pomočjo znanega slovenskega industrijskega oblikovalca, ter vložilo veliko časa in denarja za razvoj nove družine svetil Officer II. Prenova je postala nuja zaradi novih potreb in smernic, ki so se začele pojavljati na trgu, ter zaradi tega, ker se je življenska doba predhodne družine svetil počasi iztekala.

Vsak izdelek ima svojo življensko dobo in ga je po določenem času treba umakniti iz prodaje, ker se ga trg naveliča. Lahko pa, tako kot v primeru opisanem v tem delu, posodobiš, preoblikuješ zunanost in njegovo funkcionalnost, približno tako kot avtomobile v avtomobilski industriji.

Razvoj je stekel predvsem zaradi tehničnih pomankljivosti, ki so se pokazale po večletni proizvodnji prejšnje družine svetil, zaradi želje po znatnemu znižanju stroškov proizvodnje, ki naj bi jih prinesla prenova, pa tudi zaradi želja in potreb, ki so jih izrazili kupci. Kupci se vedno bolj ozirajo po vsečno industrijsko oblikovanih ter tehnološko in funkcionalno zelo dovršenih izdelkih na vseh področjih in temu se seveda tudi v proizvodnji svetil ne moremo izogniti.

2.2.1. Zasnova nove industrijske oblike

Nova družina svetil je po zunanem izgledu in gabaritih ostala nespremenjena, razen v nekaterih podrobnostih. Željen je bil pomik PC difuzorja za 10 mm navzven tako, da se je difuzor vizualno izravnal s profilom (prejšnja družina je imela difuzor 12 mm vtopljen v profil). Največja vidna sprememba pa je bil seveda plastični končnik brez vidnega vijačenja (zasnova industrijske oblike je prikazana na sliki 7), kateri je nadomestil starega aluminijastega (Slika 8). Prejšnji je bil vidno privijačen in je bil arhitektom vedno moteči element pri izbiri.



Slika 7: Začetna idejna zasnova novega plastičnega končnika avtor: Gigo Design (Intra Lighting, 2005)



Slika 8: Predhodnik plastičnega končnika z vidnim vijačenjem (Intra Lighting, 2005)

2.2.2. Opredelitev nove industrijske oblike

Glavna zahteva, ki ji je bilo treba zadostiti, je bila prikritje vidnega vijčenja (slika 9), ker so vijaki moteč element za vsakega arhitekta. To ni bila edina zahteva, ki smo ji hoteli zadostiti z novim končnikom, treba je bilo pomisliti tudi na 2 mm špranjo za dilatacijo PC- ali PMMA- difuzorja, ki smo jo prav tako želeli odpraviti z novim končnikom. Po večmesečnem matematičnem modeliranju ter pogajanju in sestankovanju z industrijskimi oblikovalci, ter opustitvi marsikatere dobre idejne zasnove, nam je s skupnimi močmi uspelo oblikovati končno zunanjo podobo končnika. (Slika 9)



Slika 9: Nova industrijska oblika plastičnega končnika (zgoraj: pogled z zgornje strani; spodaj: pogled s spodnje strani) (Intra Lighting, 2005)

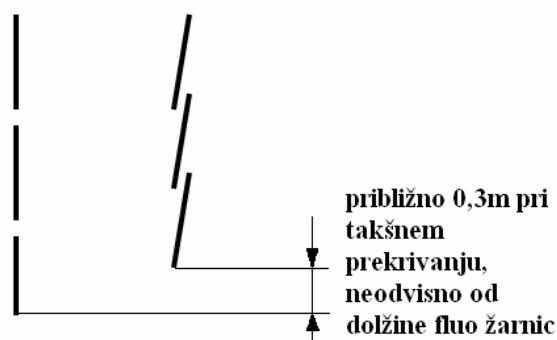
3. DOLOČITEV CILJEV OBNOVE DRUŽINE SVETIL

V tem poglavju bomo predstavili cilje, ki jih je podjetje želelo doseči s prenovo družine svetil.

3.1. Modularnost

Želja po modularnosti izhaja iz dejstva, da je z že vnaprej določenimi moduli (1x14W, 1x21W, 1x28W, 1x35W) veliko manj dela kot z nekim zahtevnim sistemom, za katerega je potrebna izdelava novih tehničnih risb, novih NC-programov in raznih drugih prilagoditev proizvodnje. Pri modulih je tudi veliko lažje izdelovati enostavno in dokaj poceni programsko opremo, ki jo stranka uporablja za izris modulov v prostoru. Podjetje ponuja takšno programsko opremo svojim kupcem brezplačno. Kupci si lahko sami po želji izrišejo postavitev svetil v prostoru ter podjetju zelo poenostavijo delo, saj s pomočjo te programske opreme dobimo tudi vse potrebne proizvodne podatke za izdelavo modulov.

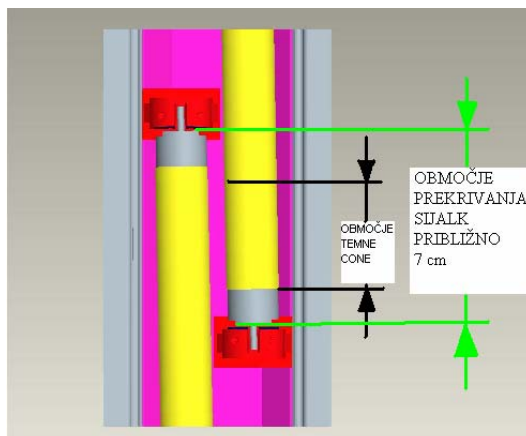
Na žalost obstoječa programska oprema še ne podpira modulov s prekrivanjem sijalk, saj je tukaj potrebno popolnoma drugačno razmišljanje. Prej je programska oprema dodajala dolžino Al profila glede na dolžino žarnice, zdaj, ko se sijalke prekrivajo (Slika 10), pa zadeva ne deluje več, ker bi moral program dolžino profila odšteti. Zaradi tega bo v prihodnosti potrebno zasnovati novo programsko opremo, ki bo prilagojena novi družini svetil.



Slika 10: Shematski prikaz razlike v dolžini modula glede na prejšnjo postavitev sijalk (levo) in sedanjim »prekrivanjem« sijalk (desno) (Intra Lighting, 2005)

3.2. Prekrivanje sijalk

Pri novi družini svetil je poglavitna razlika v tem, da je zasnovana tako, da se sijalke med seboj prekrivajo, kot je razvidno na sliki 11, kar omogoča neskončno dolgo svetlobno linijo brez vmesnih temnih con, kar prejšnja družina svetil ni dopuščala.



Slika 11: Prekrivanje sijalk (Intra Lighting, 2005)

Ta rešitev nas je nekoliko omejila pri moči sijalke zaradi temperature, ki se znatno poviša na mestu prekrivanja sijalk. Pri preizkušanju prototipov s prekrivanjem dveh sijalk T5 80 W se je pokazalo, da nastala toplota na mestu prekritja stali difuzor in okova (Slika 12), ki sta zelo blizu sijalke. Pomanjkljivost smo odpravili tako, da smo predpisali največjo dovoljeno moč sijalk pri prekrivanju, ki je zdaj 54 W. Tako križani cevi proizvedeta manj toplote, da okova in difuzor prenesejo lokalno povišano temperaturo. Različica z 80 W sijalkami bo na voljo samo pri modulu s paraboliko, kjer difuzor ni prisoten.

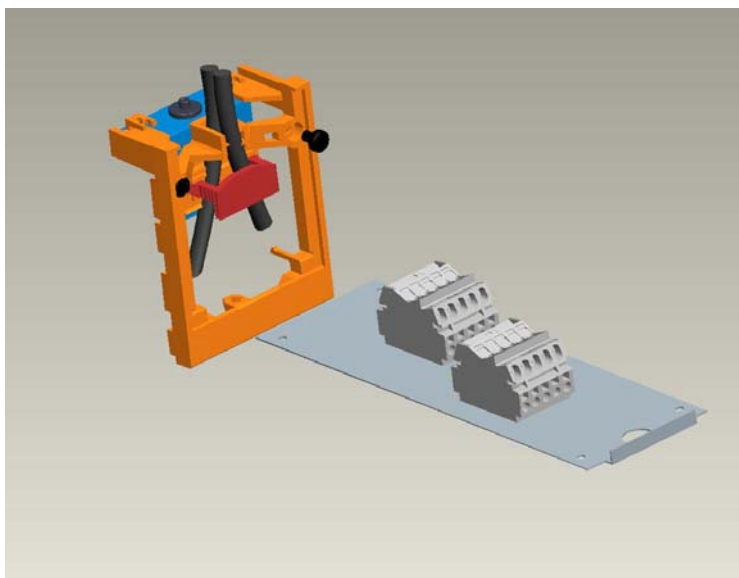


Slika 12: Staljen difuzor pri prekrivanju sijalk z močjo 80 W (Intra Lighting, 2005)

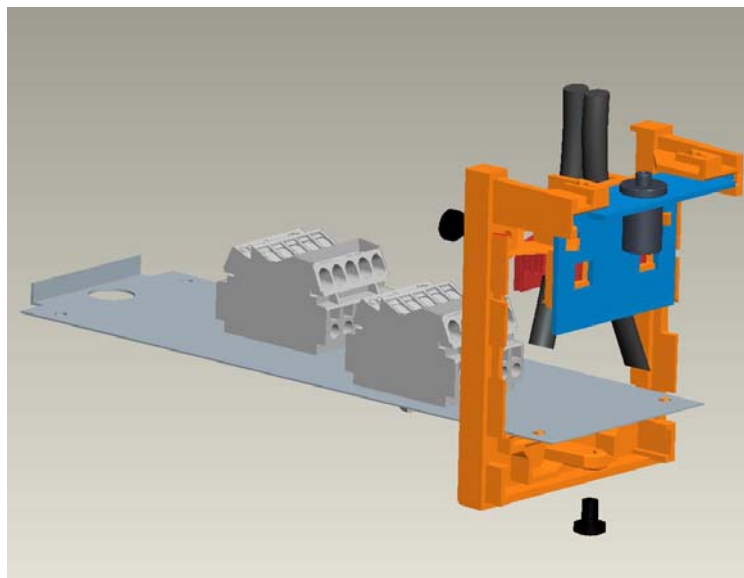
3.3. Plastični končnik brez vidnega vijačenja

Vodstvo podjetja je izrazilo željo, da je potrebno pri novi družini svetil pomisliti predvsem na odpravo za arhitekto motečega vidnega vijačenja končnika luči. To je spodbudilo razvoj novega plastičnega končnika, ker je bil prejšnji izdelan iz aluminija. Plastika ponuja veliko več možnosti, saj jo vedno pogosteje uporabljamo na vedno več področjih. Najdemo jo skoraj v vsakem pripomočku, ki ga primemo v roke in tudi razsvetljava ni izjema. Iz plastike namreč lahko izdelamo kakršno koli obliko in hkrati določimo poljubno trdnost.

Z novim plastičnim končnikom (Slika 13) je bilo rešenih še veliko drugih težav in želja, ki so bile predstavljene, na primer prostor za dilatacijo PC- ali PMMA-difuzorja. Končnik, ki je matematično modeliran s tridimenzionalnim grafičnim programom Proe WF2 (Audax 2005), omogoča tudi lažjo in hitrejšo menjavo sijalk brez vijačenja z enostavnim klikom vrata končnika, lažji priklop v omrežje (Slika 14) in istočasno ga uporabljamo tudi kot blokator priklopnega kabla ter skriva moteče špranje, skozi katere ponavadi sije svetloba in so nezaželjene (Slika 15).



Slika 13: Plastični končnik s funkcionalnimi elementi – spredaj (Intra Lighting, 2005)



Slika 14: Plastični končnik s funkcionalnimi elementi – zadaj (Intra Lighting, 2005)



Slika 15: Novi plastični končnik (Intra Lighting, 2005)

3.4. Poenostavitev montaže v podjetju

Skoraj ni proizvodnega postopka v podjetju, ki ne bi potreboval vsaj majhno prilagoditev za izdelavo nove družine svetil. Največje prilagoditve so bile opravljene prav na montažnem oddelku podjetja. Treba je bilo pripraviti prostor na policah za polizdelke, ki prihajajo s strojnega oddelka in optike ter seveda vseh novih konektorjev, sponk, okovov in drugega drobnega materiala.

S ciljem dodatne poenostavitve montaže in povečanja produktivnosti smo se odločili za izdelavo zelo enostavne priprave, ki služi kot podstavek in se montaža celotnega podsestava vrši na tej pripravi. Ta »podstavek« je zasnovan tako, da je mogoča montaža samo pod določenimi pogoji in tako monterju ne dopušča napak, ker se sestavljanje začne pri najmanjšem plastičnem delu, na katerega potem samo nalagamo druge komponente.

3.5. Znižanje stroškov proizvodnje

Znatno se je zmanjšalo število sestavnih delov pri novi družini svetil (Slika 16) in s tem so se seveda znižali tudi stroški proizvodnje modula, saj podjetje nima več toliko potreb po zunanjih kooperantih.

Predhodna družina svetil je imela to pomanjkljivost, da je bilo treba veliko manjših ključnih sestavnih delov izdelovati pri zunanjih kooperantih zaradi nezmožnosti izdelave teh delov v domačem obratu.

Pri novi družini svetil je ta metodologija odpadla, saj se vse sestavne dele izdeluje v podjetju, razen električnih komponent, Al profila, ki predstavlja ohišje luči, ter plastičnega končnika in vrtljivega elementa. Z zmanjšanjem števila sestavnih delov smo nekoliko zmanjšali tudi dobavne roke, saj ni več potrebno predhodno načrtovanje minimalnih zalog teh delov ali celo zamikanje dobavnih rokov zaradi kooperantovih napak ali zastojev, kar je povzročalo pomanjkanja takšnih delov.

NALEPKA SREBRNA 25,5x37mm	1,00	DUŠ.EL. 2x35 W T5	1,00
NALEPKA SAMOLEP. 76x50mm	1,00	ŽICA 0.5 TRDA BELA	8,00
DUŠ.EL. 2x28 W T5	1,00	BUŽIRKA SILIK. FI 10 BELA	0,15
ROKAVICA POLYETILENSKA	2,00	VEZICA 122	4,00
ŽICA 0.5 TRDA BELA	8,00	VIJAK M4X10 ZN TQ	4,00
MASA ZA ADELS KONEKT.	2,00	JEKLENA VRV FI 6x10 L1500	2,00
VEZICA 122	10,00	REGULATOR MINUS FI 12X17	2,00
OKOV 268 T5	4,00	KABLIRNA PL GYON 1X35W	2,00
VODNIK INŠTAL. 3x0,75	1,40	NOS.ROZETE STROPNI GYON	2,00
KONEKTOR 5P SAMEC A163	1,00	NOSILEC SPONKE 1X GYON	2,00
EMB.KART.3315x190x77 31m	0,50	DISTANČNIK PROFILA DIR-IN	4,00
STIROPOR 190x77x50	3,00	#DISTANČNIK PROFILA 2	2,00
MASKA ELOX	2,00	GYON STEKLO PMMA	2,00
MASKA ZG ELOX	1,00	ROZETA GYON	1,00
MASKA ZG FI21 ELOX	1,00	NOSILEC REGUL. GYON IND	2,00
SKLOP NOSILNI L	2,00	PARABOLA GYON 1X35W	2,00
SKLOP REGULATORJI	2,00	VIJAK ROZETE	2,00
DISTANČNIK L	1,00	PROFIL OFF S	3,10
KABLIRNA PLOŠČA ZG 14m	1,00	PLASTIČNI KONČNIK GYON	4,00
KABLIRNA PLOŠČA SP 14m	1,00	DIREKTNA VRATCA GYON	4,00
PARABOLA ZG 14m	1,00	STIROPOR 74x190x50	2,00
PARABOLA SP 14m PERF	1,00	EMB.KART.3400x190x 74	0,50
POKROV KONEKTORJA 5 pol	1,00	NOSILEC KAB. PLOŠČE GYON	4,00
PLOSCA POKROV M	1,00	OKOV VS T5 505747	4,00
STEKLO SP 4x53x1176	1,00	VIJAK M5X30 DIN7985 A2F	2,00
STEKLO ZG 4x53x1176	1,00	SPONKA EL. 3 POLNA (BJB)	2,00
STEKLO BOK 3x63x1310	2,00	KABEL 3x0,75 PROZ. 1,75 M	1,00
POKROV L	4,00	VIJAK M4X 5 CEMENTIRAN/ZN	2,00
GR.VIJAK ZA POKROV OFF	1,00	VIJAK SAM 3,9X9,5 DIN7981	12,00
PROFIL OFF 1/3 14m	4,00	KOVICA BLOK AL 3X6 MM	4,00
VIJAK M4X12 LEČASTA 4260	10,00	MATICA M 4 DIN 934	4,00
SPONKA EL. 3 POLNA (BJB)	1,00	MATICA VTISNA M6 TC/C	2,00
VIJAK M4X 5 CEMENTIRAN/ZN	4,00		
PODLOŽKA M4 ZOBATA	2,00	Skupaj	≈ 102
PODLOŽKA M4 NAVADNA*	6,00		
VIJAK M4X12 KRIŽ. VGR.	4,00		
VIJAK M4X 6 DIN7985 A2F	24,00		
VIJAK M4X10 DIN 7985 ZN	6,00		
VIJAK M4X16 UG GL DIN7991	16,00		
GE T16 HE 28W/840 G5	2,00		
Skupaj	≈ 125		

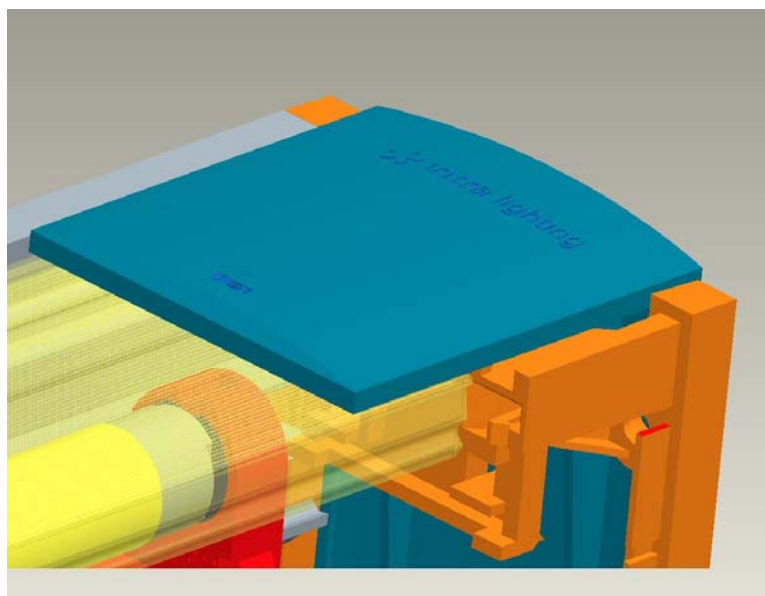
Slika 16: Število sestavnih delov modula prejšnje (levo) in sedanje (desno) družine svetil (Intra Lighting, 2005)

Skupno število sestavnih delov se je zmanjšalo s 125 kosov na modul pri predhodni družini na 102 kosa na modul pri novi družini.

3.6. Pridobitev prostora za dilatacijo stekel

Pri vsaki družini svetil, ki je bila konstruirana za uporabo PC ali PMMA difuzorja svetlobe, je bila dilatacija samega difuzorja velik problem, ker je bilo potrebno predvideti to dilatacijo in pustiti dovolj prostora za raztezek. Podatke o dilataciji teh difuzorjev je podal že proizvajalec, vendar smo difuzorje tudi sami preizkusili in ugotovili manjša odstopanja od podanih vrednosti, zato smo tabelo dopolnili.

Difuzorja se raztegneta približno 1 mm/1 m, če se temperatura poviša za 20 °C tako, da je bilo treba na vsakem modulu pustiti najmanj 1-2 mm široko režo, skozi katero je uhajala za kupce moteča svetloba. Problem smo rešili tako, da smo pri dizajniranju končnika in pripadajočih vratc zadevo zasnovali tako, da se difuzor konča pod ravnijsko vratce na končniku (Slika 17) in ima tam tudi dovolj prostora za dilatacijo.

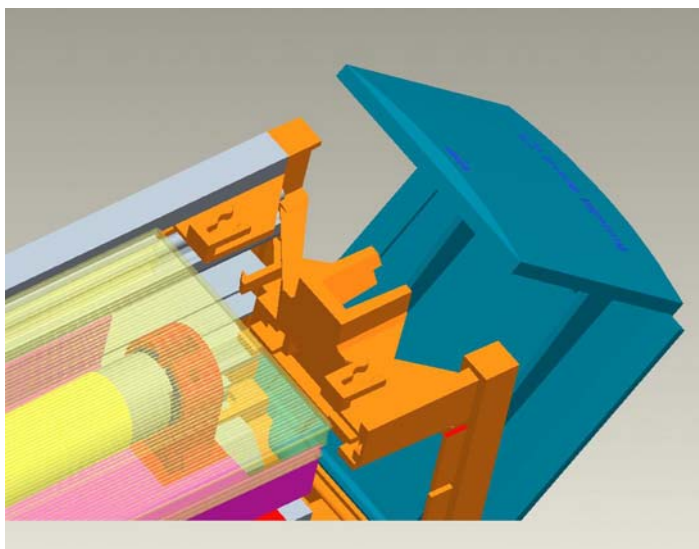


Slika 17: Dilatacija stekla pod vratci končnika (Intra Lighting, 2005)

3.7. Enostavnejša menjava sijalk

Končnik je konstruiran tako, da z eno samo enostavno potezo in uporabo zelo majhne potisne sile odpremo vratca končnika in s tem zagotovimo dovolj prostora osebi, ki bo sijalko menjala, da lahko postavi prst pod steklo (Slika 18) in z enostavnim gibom – vlekom povleče difuzor navzven in ga tako odstrani. Ko je ta faza opravljena, imamo sijalko na dosegu prstov tako, da jo z enostavno rotacijo – standardni gib za menjavo takega tipa sijalk – odklenemo in zamenjamo z novo. Po zamenjavi postavimo difuzor na mesto ter vratca zatakemo za spodnji rob in jih potisnemo na mesto.

Pri prejšnji družini menjava sijalk brez popolnega odvijanja končnika ni bila mogoča, kar kaže na zelo velik napredek pri omogočanju lažjega servisiranja pri novi družini, ki ga lahko opravi katerakoli za to pooblaščen oseba.



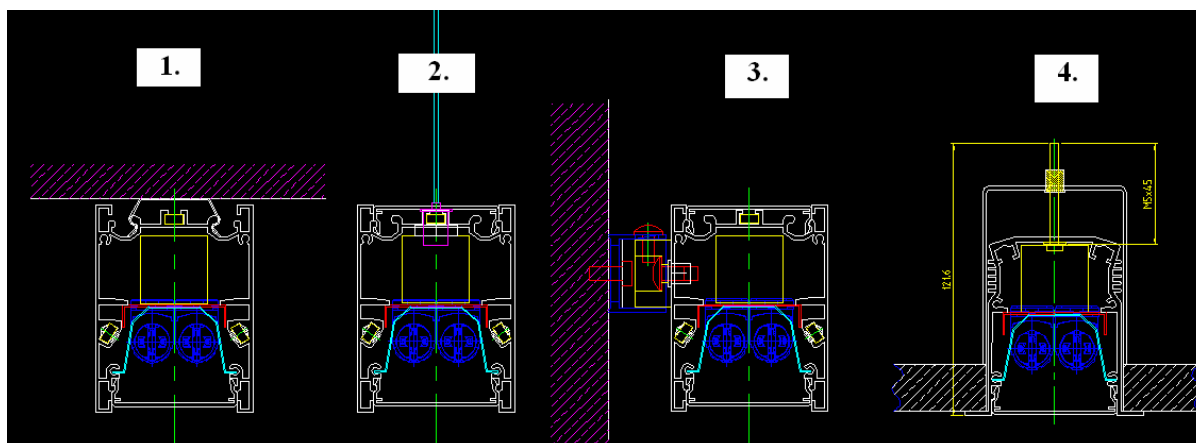
Slika 18: Menjava sijalk (Intra Lighting, 2005)

3.8. Enostavnejša montaža svetilke

Montaža vgradnega modula je zelo poenostavljena, saj za to opravilo potrebujemo samo izvijač. Pri tem je potrebna samo demontaža difuzorja, in ko je to opravljeno, imamo pred seboj dve večji okrogli odprtini v katerih je vidna glava vijaka. Ta vijaka nam služita za vijachenje stropne konzole, katera potuje po njem. Profil ima izdelan rob, na katerega se nasloni strop ali stena, z druge strani pa konzolo približamo z vijachenjem vijaka in jo stisnemo dokler trenje med vsemi tremi ni dovolj veliko, da se modul v odprtini ne premika. Nato priključimo notranji sestav svetilke z omrežjem, sestav »zaklenemo« v AL profil, vstavimo sijalko ter postavimo difuzor na mesto. Tako je modul že pripravljen za opravljanje svoje funkcije.

Tudi montaža nadgradnega profila je zelo poenostavljena saj imamo samo dve jekleni vrvici, ne pa štirih kot pri predhodni družini svetil, na katerih visi modul. Prvi korak je pritrditev stropne rozete in pripadajočega nosilca, na katerem visi jeklena vrv. Za tem povlečemo vrv skozi regulatorje, ki nam omogočajo kalibriranje vodoravnosti modula in nepotrebno vrv odščipnemo. Naslednji korak je priključitev v omrežje 220 V, zaklep sestava v profil, potem vstavimo sijalko, postavimo difuzor na klik ter nazadnje kliknemo še vratca končnika in modul je sestavljen.

Najlažja je seveda montaža modula neposredno na strop, saj je potrebno samo izvrtati dve izvrtini za dve stropni vzmeti, nakar modul vklopimo, brez da bi ga kakorkoli odpirali, kar z vrha in cel modul kliknemo na pripadajočo vzmet. Vsi možni načini vgradnje, so prikazani na sliki 19.



Slika 19: Prikaz načina vgradnje: stropni (1), viseči (2), stenski (3), vgradni modul (4) (Intra Lighting, 2005)

3.9. Prilagajanje industrijske oblike tehničnim rešitvam

Zunanji videz izdelka čeprav je to samo svetilka, je zelo pomemben dejavnik, ki vsekakor lahko vpliva tudi na prodajo nekega artikla. Ljudje vedno iščejo nekaj, kar jim je všeč, zato je treba pomisliti tudi na zunanji videz in všečnost izdelka. Industrijski oblikovalci se ponavadi srečujejo le s problemom dizajna, ne zanima pa jih, kako bo projektant rešil vse morebitne težave, ki se lahko pojavijo pri razvoju nekega zapletenega izdelka.

Skoraj vsi primeri kažejo, da je nujen kompromis med industrijsko obliko in tehničnimi rešitvami (Slika 20), saj so lahko pomanjkljivosti različne narave. Ena takih je lahko nezmožnost izdelave orodja za brizganje plastike zaradi kompleksnosti izdelka. Iz tega sledi, da mora biti projektant tudi zelo dober poznavalec vseh potrebnih proizvodnih postopkov, da predhodno predvidi morebitne težave.

Druga, še boljša možnost pa je dober projektni vodja, ki se zna dobro pogajati ter zna dobro sodelovati in se sporazumevati s strokovnjaki z različnih področij. Biti mora zelo dober posrednik informacij od enega do drugega strokovnjaka v delovnem timu. V našem primeru smo potrebovali približno dva meseca, da smo dobili dobro tehnično in oblikovalsko rešitev naših težav.

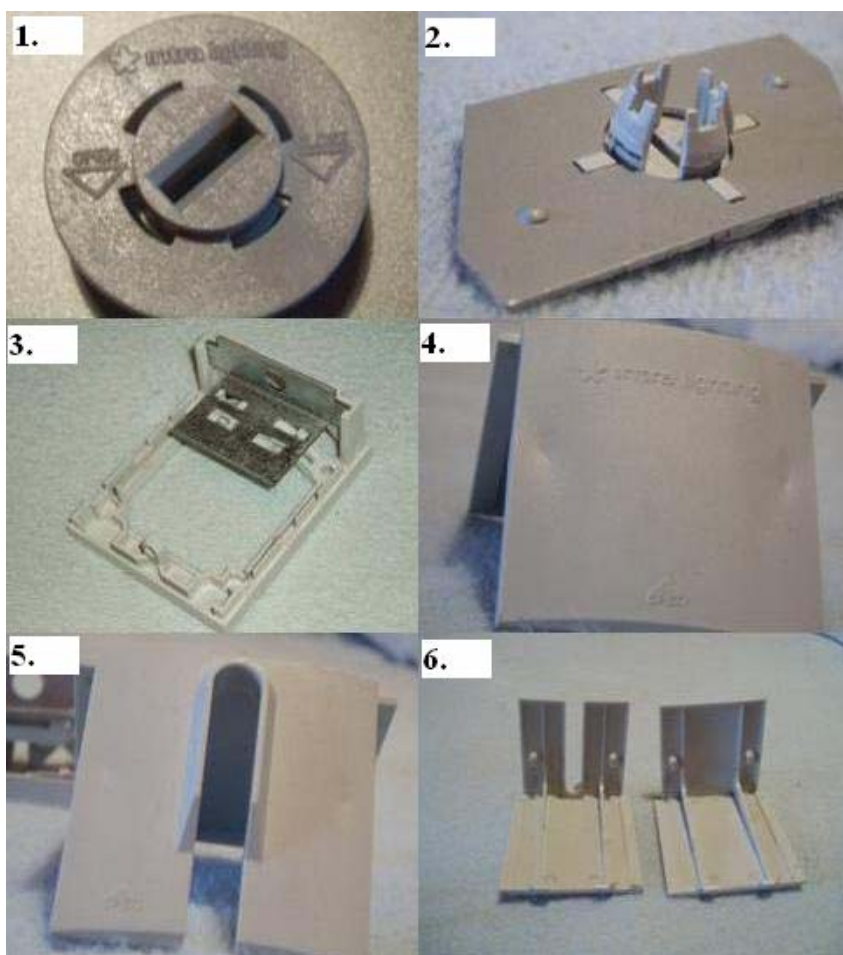


Slika 20: Slike razvoja industrijske oblike po stopnjah (Intra Lighting, 2005)

4. TEHNIČNI OPIS KOMPONENT

4.1. Plastični sestavni deli

Oba elementa, končnik ter vrtljivi element (Slika 21), sta brizgana iz PC GF 15 – polikarbonata s 15-odstotnim dodatkom steklenih vlaken in sicer zato, da material pridobi na žilavosti in ni tako krhek. Brizgana sta v sivi barvi, nato pa je končnik še dodatno metaliziran s postopkom naparevanja, vrtljivi element pa ostane v naravni sivi barvi, ker je element skrit pod sijalko in ni viden (viden je samo ob montaži luči).



Slika 21: Plastični sestavni deli luči (Intra Lighting, 2005)

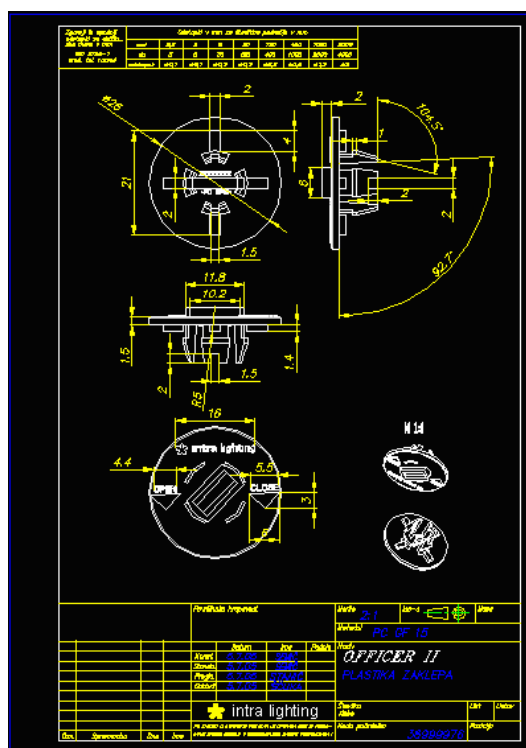
vrtljivi element – vidna stran (1), vrtljivi element s spodnje – funkcionalne strani (2), plastični končnik (3), direktna vratca – vidna stran (4), indirektna vratca – vidna stran (5), vratca – nevidna stran (6)

4.1.1. Opis funkcionalnosti elementov

Vrtljivi element (Slika 22) ima osnovno funkcijo medsebojnega spajanja parabole, noža zaklepa ter kablirne plošče. Element je treba najprej poriniti skozi parabolo, nato nanj natakni nož zaklepa in nazadnje element, parabolo in nož potisniti skozi okroglo luknjo $\varnothing 12$ mm na kablirni plošči, kjer se nogice elementa zaskočijo za rob. Tako spojimo vse tri elemente med seboj na tak način, da se nož še vedno lahko vrti med parabolo in kablirno ploščo, s tem pa omogočimo nožu, da se zatakne za temu namenjena rebra v Al profilu.

Končnik (Slika 23) ima veliko že prej naštetih in opisanih funkcij, kot so lično zaključena luč brez vidnega vijačenja, omogoča lažji priklop, dilatacijo stekla pod pokrovček, skrije potrebno režo za dilatacijo, služi kot blokator priklopnega kabla, pokrije špranje, ki nastajajo pri spajanju z Al profilom, omogoča enostavnejšo menjavo sijalk ter servisiranje.

4.1.2. Risbe elementov

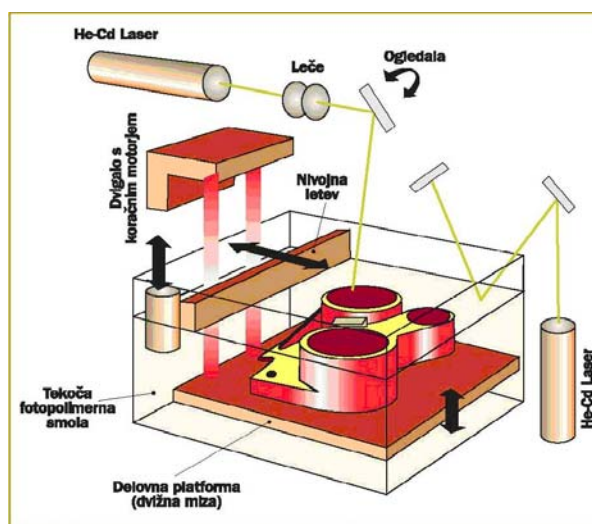


Slika 22: Plastični sestavni deli luči – risbe (Intra Lighting, 2005)

4.1.3. Prototipizacija elementov - stereolitografija

Postopkov za izdelavo takšnih modelov je na trgu veliko, mi pa smo izbrali postopek stereolitografije (3D Systems, 2004) (Slika 24). Osnovni namen te tehnologije, ki spada v skupino postopkov za hitro izdelavo prototipov, je izdelava tankostenskih polnih pramodelov. Postopek temelji na dveh osnovnih postopkih, in sicer oblikovanju modela po plasteh ter naknadno strjevanju fotopolimerne smole z UV-žarki. Vsem takšnim tehnologijam je izhodišče tridimenzionalni CAD-model (Computer Aided Design), ki ga pripravi snovalec prototipa (oblikovalec, konstruktor, tehnolog) in se pretvori v ustrezen podatkovni format.

V stereolitografiji uporabljamo format STL (Stereo Litography, računalniška končnica datoteke je .stl), pri čemer se zahteva visoka stopnja natančnosti pretvorbe podatkov. Po nastanku STL-datoteke sledi razdelitev modela na posamezne plasti oziroma oblikovanje SLI datoteke (SLIce file). V takšnem tipu datoteke so zapisane serije 2D-prerezov, tankih plasti na različnih ravneh 3D-modela. S takšnimi podatki se lahko lotimo stereolitografskega postopka izdelave prototipa. Glavni sestavni deli SL-naprave so torej: laser, optični sistem, delovna posoda (kad), delovna miza (platforma) s koračnim motorjem in delovni material (fotopolimerna smola).



Slika 24: Poenostavljen grafični prikaz postopka stereolitografije (Intra Lighting, 2005)

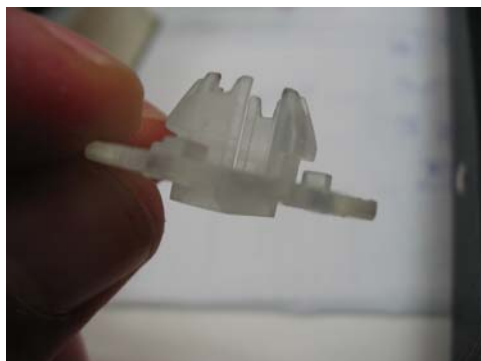
Postopek je dokaj enostaven, a dolgotrajen. Dobljeni model (Slike 25, 26 in 27) iz smole nima vseh mehanskih in drugih lastnosti, ki jih bo imel končni brizgani kos, je pa dobro orodje za odkrivanje pomanjkljivosti in z njim lahko prihranimo zelo veliko sredstev in časa za ugotavljanje storjenih napak pri razvojnem ciklu izdelka. Vsi poglobitni sestavni deli luči so bili predhodno izdelani po zgoraj opisanem postopku.



Slika 25: Prototip končnika izdelan po postopku stereolitografije
(Intra Lighting, 2005)



Slika 26: Prototip vratc končnika izdelan po postopku stereolitografije
(Intra Lighting, 2005)



Slika 27: Prototip vrtljivega elementa izdelan po postopku stereolitografije
(Intra Lighting, 2005)

4.1.4. Plastike in njihova uporaba

Polimeri (Navodnik, 1998) so v tem stoletju postali napogosteje uporabljane snovi v vseh pomembnejših vejah proizvodnje, npr. kot umetna tekstilna vlakna, laki ali plastične mase. Proizvajalci teh snovi so med največjimi podjetji na svetu.

Plastične mase so organski polimeri, sestavljeni iz makromolekul visoke molske mase, lahko pa so tudi monomeri, ki se polimerizirajo med predelavo. Monomere proizvajamo najpogosteje iz nafte, le nekatere iz premoga ali naravnih surovin, npr. celuloze.

V prodaji so v obliki drobnih zrn - granulat ali tekočin oz. past in jih praviloma predelujemo s preoblikovanjem pri višjih temperaturah, ko postanejo plastični. Ustreznejši je iz nemščine preveden izraz umetne mase, saj niso vse umetne mase plastične. Uporabljajo se tudi izrazi: plast, plastik, plastika. Polimerne materiale delimo komercialno na več skupin:

- a) Plastične mase, kamor štejemo polimerne surovine za oblikovanje, kakor tudi reakcijske smole, to je monomere ali oligocene (delna polimerizacija) za sintezo med predelavo.
- b) Kemijska vlakna so (kot tekstilna surovina), zelo tanka vlakna, dobljena s pređenjem iz taline ali raztopine, iz skoraj vseh polimernih termoplastov.
- c) Gume so z vulkaniziranjem zamreženi elastični materiali, vendar je prehod na elastomerne umetne mase zabrisan.
- d) Umetne smole so polimerni materiali, ki jih uporabljamo kot veziva, lepila, surovine za lake in primare, tekstilna pomožna sredstva itd.

Hkrati z razvojem novih mas se naglo avtomatizira tudi tehnologija z uvedbo računalnikov ter tekočega avtomatskega nadzora in regulacije, ki daje masovno in enakomerno kakovostno proizvodnjo.

Gradbeništvo je v uporabi plastike z 20 do 30 odstotnim deležem na prvem mestu. Dominira PVC za obloge oken, cevi, tudi fasadnih elementov kot nadomestek kovin.

Proizvodnja embalaže ima podoben delež kot gradbeništvo. V novejšem času prodirajo predvsem folije ter PET-plastenke, v živilsko industrijo pa predvsem večslojne folije, plastenke ter termoformirani izdelki z do sedmimi sloji, z vmesnimi bariernimi ter temperaturnimi obstojnimi sloji. Ti materiali nadomeščajo stekleno in kovinsko embalažo. Novo področje pa je embalaža porcij za mikrovalovne pečice.

Vozila so najpomembnejše področje uporabe tehničnih mas. Te še vedno niso dovolj prodrle v proizvodnjo karoserij, kjer so poleg velike togosti, udarne trdnosti tudi pri nizkih temperaturah, odpornosti na razredčila in možne masovne proizvodnje, zahtevani tudi s pločevino primerljivi vgradni pogoji. Poseben problem je lakiranje na liniji (on line), predvsem za odbijače, maske, spojlerje, letve, blatnike, pokrove motorja in pokrove prtljažnikov. Za spodnje dele se uporablja tudi ojačane termoplaste. Mnogo večji je izbor materialov za notranje dele, kjer gre predvsem za varnost in udobnost. Uveljavljajo se tudi že navite ojnice in kardanske osi, krmilne ročice, oljni filter, vsesalne cevi, vodne črpalke, oljne posode, rezervoarji za gorivo, peresne vzmeti, glave motorjev in mnogi drobni deli motorja.

Današnja povprečna poraba plastike - od 120 do 180 kg na avtomobil - se je v 90. letih podvojila tudi na račun zamenjave litoželeznih delov. Proizvodnja svetil seveda ni izjema, saj so se deleži plastičnih sestavnih delov v zadnjem desetletju povišali za več kot 50 odstotkov, zaradi vseh odličnih plastičnih in elastičnih lastnosti, ki jih omogočajo polimeri, ter zaradi cene, ki je v primerjavi z železom, aluminijem in njihovimi zlitinami veliko nižja pri proizvodnji večjega števila serijsko proizvedenih delov. Polimeri so postali za določene proizvajalce celo poglaviten sestavni del njihovih tehničnih svetil oziroma so ta izdelana izključno iz plastičnih mas.

Elektronika z uvedbo mikroprocesorjev zahteva materiale z veliko natančnostjo, odpornostjo proti temperaturi, dobrimi električnimi in bioelektričnimi lastnostmi, včasih tudi obstojnostjo proti lotanju.

4.1.4.1. Polimetilakrilatni difuzor - PMMA

Polimetilmetakrilati (Navodnik, 1998) so najvišji molekularni viliti PMMA (v kalupu polimerizirani polizdelki) in najnižje molekularne PMMA mase za oblikovanje (ekstrudiranje). PMMA - $1,19 \text{ g/cm}^3$, je amorfen termoplast z majhnim navzemanjem vode in vlage. V kalupu polimerizirani produkti (polizdelki) so brez lis. Je prozoren z visokim površinskim sijajem, kristalno čist, transparenten v vseh barvah in prekrivno sposoben. Odporen je proti praskam. S specialnimi laki se izboljša odpornost proti praskam (za očala). Ima dobro površinsko odpornost. Poznamo več načinov predelave PMMA in sicer:

Predsušenje: PMMA oblikovalne mase morajo biti popolnoma suhe, zato je potrebno sušenje, predvsem pri proizvodnji debelejših oblikovancev in po daljšem skladiščenju granulata. Sušenje poteka 4 do 6 ur pri 70 do 100 °C (odvisno od tipa). Ekstrudiranje: dobro poteka ekstrudiranje plošč in profilov, predvsem z visokomolekularnimi tipi. Koristne so odzračevalne naprave. Temperature ekstrudiranja so od 180 do 230 °C. Sledi lahko dodatno vtiskanje (v različnih vzorcih) ekstrudiranih plošč za različne namene. V našem primeru je eden od dveh difuzorjev izdelan iz PMMA, kateri je mlečno bele barve in sta obe površini, tako notranja kot tudi zunanja gladki.

4.1.4.2. Polikarbonat PC

Polikarbonat (Navodnik, 1998) združuje veliko dobrih lastnosti kovin, stekla in plastičnih mas, kakor so togost, udarna trdnost, transparentnost, dimenzijska stabilnost, dobre izolacijske lastnosti in dobro temperaturno obstojnost. Za izboljšanje njegovih lastnosti je mogoča tvorba zlitin z drugimi plastičnimi masami.

Metaliziramo ga lahko z naparjevanjem v visokem vakuumu, na koncu pa je priporočljivo lakiranje. Polikarbonat uporabljamo na najrazličnejših področjih kot npr. v optiki: deli mikroskopa, ohišja daljnogledov, kamere, diaprotektorji, diakasete, svetlobno prevodni in svetlobno akumulacijski elementi.

V gospodinjstvu: pribor, otroške steklenice, vžigalniki, deli malih gospodinskih aparatov, filtri za kavo, ohišja brivskega aparata, sesalnika, sušilnika za lase in avtomata za kavo, posode za mikrovalovne pečice.

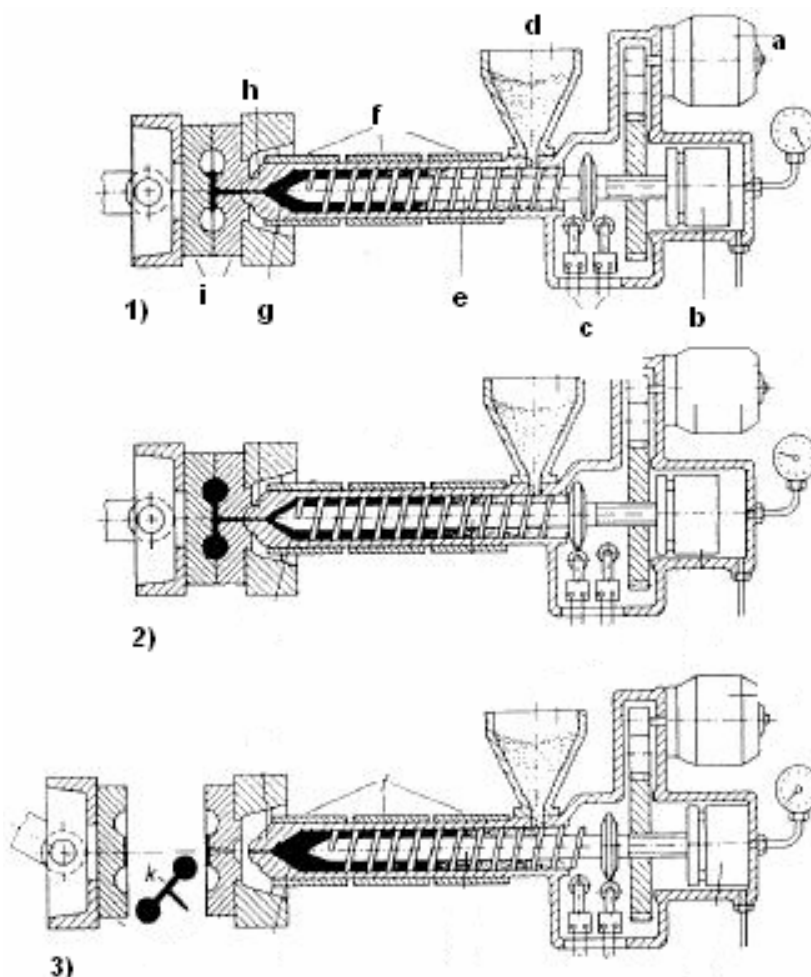
Drugo: zaščitni pokrovi, vizirji, čelade, zaščitna očala, varnostne zasteklitve, ribiška oprema, ohišja svinčnikov, ravnila, šablone, ohišja in šipe luči, ščiti...

Če je osnovni PC premalo žilav, oziroma je preveč krhek, mu lahko dodamo armaturna vlakna, da mu povečamo žilavost na želeno vrednost. Armaturna vlakna uporabljamo kot mate ali tkanine v duroplastičnih in termoplastičnih kompozitih, mleta ali nasekana vlakna debeline 0,1 - 1 mm, uporabljamo za strukturne pene in termoplastične granulate. Vlakna do 6 mm dobimo tako, da jih vodimo skozi ekstrudiranje in prepojena s termoplastom sekamo v granule. Steklena vlakna dobimo s »pređenjem«
vlaknen skozi šobe, dobimo filamente 5 - 25 μm iz brezalkalnega stekla, po 100 - 250 vlaken združujemo, ter jih predelujemo s sekanjem, tkanjem ali polaganjem. Iz PC je izdelana druga starejša različica difuzorja, ki pa je prosojnejši in ima na notranji strani več manjših izboklin, ki dodatno lomijo svetlobo, vendar je postal bolj všečen difuzor iz PMMA zaradi enakomernejše razpršitve svetlobe. Iz istega materiala, vendar z dodatkom steklenih vlaken in drugih aditivov, so izdelana tudi vratca končnika in končnik sam, ki je v nadaljevanju nparjen zato, da pridobi videz anodiziranega aluminija.

4.1.4.3. Tlačno oblikovanje mas v izdelke

Brizganje (Navodnik, 1998) je najbolj razširjen postopek, pri katerem s plastificirnim cilindrom in polžem stalimo in plastificiramo maso za večkratni brizg. Maso vbrizgamo v orodje skozi dolivne kanale z vzdolžnim pomikom polža. Med ohlajanjem mase to dodatno doziramo za kompenzacijo skrčkov z manjšim naknadnim pritiskom polža. Ko se izdelek strdi, polž z obračanjem in pomikanjem nazaj dozira v cilinder novo količino za en brizg. Orodje, ki je za termoplaste ohlajeno, za duroplaste pa ogrevano, medtem odpremo, izbijemo izdelke in ponovno zapremo.

Za brizganje plastičnih mas uporabljamo stroje, ki jim pravimo brizgalke (Slika 28). Brizgalke so stroji sestavljeni iz zapiralnega dela, ki nosi orodje, in brizgalnega dela. Najenostavnejše brizgalke s cilindrom in batom danes uporabljamo le še za majhne poskusne stroje. V cilindru se tali masa za približno deset brizgov. Bat, ki potiska maso v orodje pri vsakem povratku zajame svežo maso za nov brizg. Danes uporabljamo za brizganje termoplastov, duroplastov in elastomerov le še stroje z brizgalnim polžem ali polžnobatne stroje. Polži z rotacijo opravljajo funkcijo doziranja in plastificiranja, z aksialnim pomikom pa funkcijo vbrizgavanja. Za duroplaste in pene pa uporabljamo obročne bate, pri katerih je plastificirna masa pred polžem v obliki kolobarja, vbrizgavamo pa z obročnim batom.



Slika 28: Shematski prikaz stroja za tlačno brizganje plastike (Navodnik, 1998)

Sestavni deli:

- a) pogonski motor za vrtenje polža,
- b) hidravlični pogon za aksialni pomik polža,
- c) končno stikalo za vklop naknadnega pritiska in desno končno stikalo za omejitve hoda polža,
- d) lijak,
- e) pomični polž,
- f) cilinder z greli,
- g) komora za plastificirano maso,
- h) greta šoba v zaporni grupi,
- i) dvodelno orodje za dolivno šobo.

Postopek delovanja:

1. Šoba je naslonjena na zaprto orodje, ki ima temperaturo snemanja izdelka in rotirajoč polž z aksialnim gibom vbrizgne v orodje staljeno maso.
2. Po napolnjeni gravurni odprtini zmanjšamo brizgalni pritisk na naknadni pritisk, ki naknadno dozira primanjkljaj mase zaradi krčenja pri strjevanju. Naknadni pritisk naj učinkuje do zamrznitve ustja na dolivku.
3. Da preprečimo prenos toplote na orodje, šobo brizgalne grupe odmaknemo, nato polž z vzvratno rotacijo in pod protipritiskom dozira maso, ki jo plastificirano transportira v predkomoro. Hkrati izdelek ohlajamo in po določenem času orodje odpremo in pri tem snamemo izdelek. Orodje se takoj zapre, brizgalna grupa se primakne in cikel se ponovi.

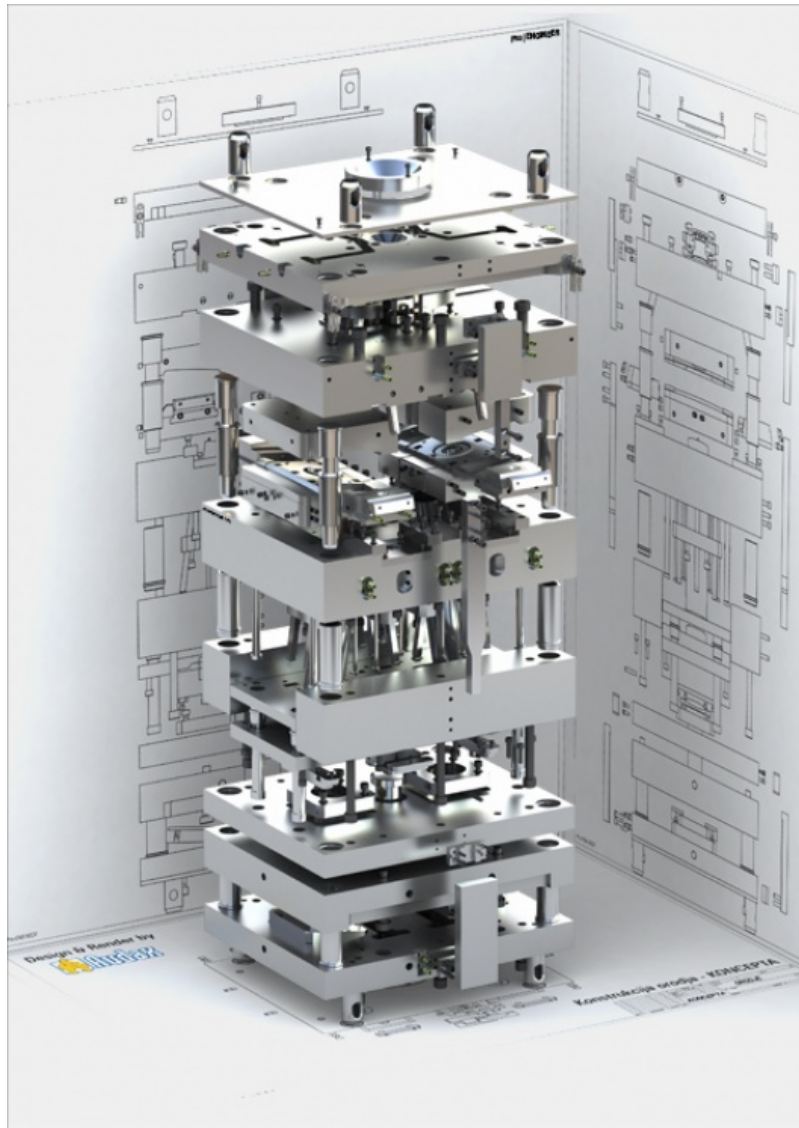
4.1.4.4. Snemanje brizganih izdelkov

Po ohlajevanju in odpiranju orodja (Navodnik, 1998) ostajajo izdelki večinoma zaradi krčenja nasajeni na jedru in jih je treba sneti z različnimi pripravami, večinoma mehansko sproženimi z odpiranjem. Redkeje izmetavamo pnevmatsko ali hidravlično, ročno pa le za zelo majhne serije. Izmetavamo z izmetalno ploščo na gibljivem delu orodja; pri odpiranju se ta giblje proti delilni ravnini. Včasih moramo izdelek zadržati na gibljivem (izmetalnem) delu orodja z razliko temperatur ali malimi previsi v gravuri. Če ni dovoljeno ne eno ne drugo, vgradimo večji del gravure v gibljivi del.

Odpiranje in izmetavanje otežujejo visok in predolg pritisk brizganja, še posebno naknadni pritisk in tanke stene, zlasti za krhke ali mehke materiale. Tedaj moramo izmetavati na ojačanih mestih - vogalih, robovih stranskih sten, rebrih, kjer je snemanje oteženo, hkrati pa je prenos sil na celotno površino enakomernejši. Če takih idealnih mest ni, konstruiramo posebne izmetače ali pa uporabimo večje število paličastih izmetačev in jih razporedimo tako, da snemajo izdelke brez deformacije. Poleg geometrije izdelka je za to najodločilnejša togost in prožnost mase. Izmetači puščajo vidno sled, ne smejo pa puščati filma - tesnenje more biti izjemno, zato podamo toleranco površinske hrapavosti. Ta more ustrezati toleranci g6/H7 (Kraut, 1998). Posebno problematične so duroplastične mase, ki so v vročem orodju zelo tekoče in se v tanki reži ne ohladijo kot termoplasti.

Najobičajnejši sistem izmetavanja so v izmetalni plošči pritrjeni izmetači. Pri odpiranju se ta plošča zaustavi na izmetalnem stebru stroja. Majhne izdelke, zlasti če imajo jedro, izmetavamo z obročastim izmetačem, ki prijema po celem obodu. Ta izvedba je dražja zaradi potrebnih ozkih toleranc. Nadaljnja možnost delovanja na večjo površino je ploščat izmetač, ki se zaradi težav prileganja uporablja največ za okrogle oblike.

V našem primeru je bila matrica sestavljena iz 4 osnovnih sestavnih delov ter izmetalnim sistemom s 15 izmetači različnih premerov ter eno samo delilno ravnino, za izdelavo končnika in »holderja«. Matrica za vratca je bila sestavljena iz 3 glavnih sestavnih delov ter sistemom izmetavanja z osmimi izmetači in stranskim umikom ter dvema delilnima ravninama, podobna kot jo prikazuje slika 29, a veliko bolj enostavna.



Slika 29: Orodje za brizganje plastike z izmetalnim sistemom (Audax 2005)

4.2. Aluminijasti profil

4.2.1. Opis funkcionalnosti elementa

Aluminijasti profil (Sliki 30 in 31) je pri tej družini luči ohišje svetilke, v katerem se skrivajo vsi sestavni deli, od dušilke, optike, kablirne plošče itd.. Oblikovan je tako, da omogoča hitro in enostavno predelavo ter montažo v sami proizvodnji podjetja, omogočati pa mora tudi čim enostavnejšo montažo na samem objektu. Če to omogočimo, lahko veliko pridobimo, kajti če se monterju olajša delo, bo njegova dobra ocena izdelka pri njegovih kolegih in nadrejenih morda botrovala povečanju prodaje izdelka, če se mu delo oteži, pa bo izdelek grajal zaradi zapletene in zamudne montaže, želeni učinek pa bo ravno nasproten.

Potrebna sta predvsem enostavnost pri »zaklepu« sestava v profil in enostavno medsebojno spajanje profilov v neskončno linijo (enostavno vijačenje moznikov za spajanje), enostavno pa mora biti tudi vstavljanje PC ali PMMA difuzorjev, ki jih je treba odstraniti pri menjavi sijalk.



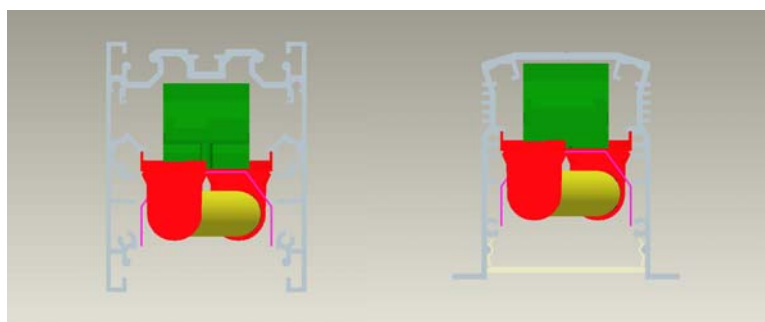
Slika 30: Vgradni profil (Intra Lighting, 2005)



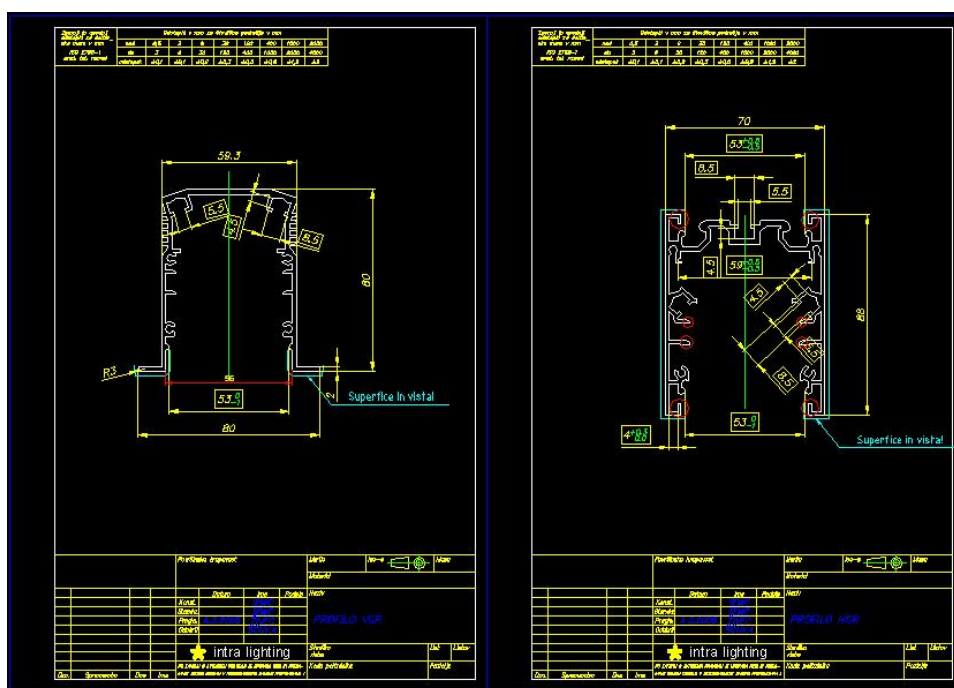
Slika 31: Nadgradni profil (Intra Lighting, 2005)

4.2.2. 3D-modeli in risbe elementa

Vse različice AL profilov so bile v razvojnem oddelku najprej tridimenzionalno matematično modelirane s programom Proe WF2 (Slika 32), in sicer zaradi lažje grafične predstave videza končnih modulov, tehnična dokumentacija oziroma risbe (Slika 33) pa so bile izdelane s programom Mechanical Desktop 2006 (A-CAD, 2006)



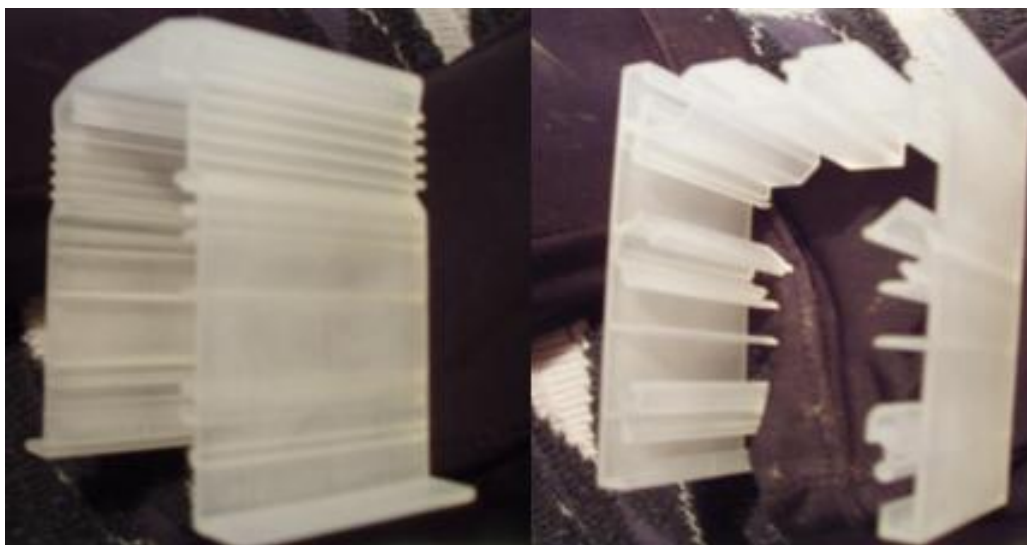
Slika 32: 3D-model sestava nadgradnega in vgradnega profila (Intra Lighting, 2005)



Slika 33: 2D-risbi sestava vgradnega in nadgradnega profila (Intra Lighting, 2005)

4.2.3. Prototipizacija elementa

Prototipizacija Al profilov je potekala natanko tako, kot je predhodno opisan postopek prototipizacije pri plastičnih sestavnih delih, s to razliko, da smo določili želeno dolžino profila, ki je znašala 50 mm (Slika 34). Razlog je bil ta, da smo lahko preizkusili medsebojno naleganje profila in plastičnega končnika.



Slika 34: Prototipa vgradnega in nadgradnega profila (Intra Lighting, 2005)

4.2.4. Ekstruzija aluminijastih profilov

Stroji za ekstruzijo aluminija (Metra, 2005) so sestavljeni iz dveh poglavitnih delov in sicer: matrice, skozi katero se potiska aluminijast ingot ali staljen aluminij in iz katere na drugi strani dobimo želeno obliko našega profila; bata, ki potiska aluminij proti matrici. Bat se pomika vzdolžno znotraj cilindra, matrica pa je lahko izdelana na dva načina, kar kaže na dva različna načina ekstruzije. Če je matrica postavljena na izhodni šobi cilindra govorimo o direktni ekstruziji, če pa je matrica vgrajena v batu, takrat govorimo o obratni ekstruziji.

Pri direktni ekstruziji je torej matrica pozicionirana na enem koncu cilindra in bat potiska segret aluminij proti matrici. Obratna ekstruzija pa deluje tako, da je bat

znotraj votel in je matrica nanj pritrjena, tako da pravzaprav potiskamo matrico proti staljenemu aluminiju. Kar zadeva končni izdelek je izbira postopka izdelave ekvivalentna. Poglavitna razlika pri izbiri postopka je samo energetski strošek, ki ga bomo imeli. V primerjavi z direktno ekstruzijo, obratna ekstruzija porabi veliko manj energije, saj potrebujemo veliko manj zmogljive in močne stroje, ker v tem primeru potiskamo bat z matrico proti aluminiju, pri direktni ekstruziji pa potiskamo celotno maso staljenega aluminija proti matrici in je sila upora, ki nastaja med aluminijem in stenami cilindra zelo velika. Po teh podatkih sodeč bi bila vedno najboljša izbira obratna ekstruzija ampak temu ni tako, ker je pri tem postopku bat votel in ne prenese takih pritiskov, kot jih prenese bat pri direktni ekstruziji, zato je to najbolj odvisno od velikosti in kompleksnosti matrice.

Velika prednost ekstruzije je v tem, da lahko izdelamo tudi odprte tankostenske profile in celo zaprte profile, na primer enostavno obliko cevi. V tem primeru se hitro pojavi težava, in sicer, kako »pritrčiti« notranji del matrice, ki bo izdeloval notranjo obliko profila. V tem primeru uporabimo poseben tip matrice, ki jo strokovno imenujemo »spider«. Zunanji del matrice je postavljen pred izhodom iz dejanske matrice in je podprta z večjim številom zelo tankih reber in je zelo podobna pajku, saj tudi njeno ime izvira iz te podobnosti.

Neodvisno od izbire postopka se aluminij segreje na temperaturo 450–500 °C preden ga potisnemo skozi matrico, ki je tudi predgreta. Njena delovna temperatura je nekje med 500 in 600 °C. Čeprav aluminija ne stalimo popolnoma (tališče aluminijevih zlitin je med 600 in 700 °C) s takim postopkom predgrevanja »omehčamo« njegove medmolekularne vezi tako, da ga naredimo veliko bolj plastičnega in s tem olajšamo obdelavo. Bolj kot je zapletena oblika matrice, bolj se moramo približati temperaturi tališča. Na izhodu iz matrice dobimo dolgo »palico« z želeno obliko, ki jo peljemo po valjih tekočega traku zato, da se ne bi zvila zaradi lastne teže. Po ekstrudiranju palice mora le ta skozi postopek »nategovanja«, pri katerem se palica podaljša za približno en odstotek. Ta postopek je namenjen predvsem ravnanju ekstrudiranih palic. Naše palice Al profilov so bile izdelane v podjetju Metra S.p.A. iz sosednje Italije, po zgoraj opisanem postopku (Sliki 35 in 36).



Slika 35: Linija za ekstruzijo aluminijastih profilov (Metra, 2005)



Slika 36: Napaka pri izdelavi prejete palice nadgradnega profila
(Intra Lighting, 2005)

4.2.5. Anodizacija aluminija

Anodizacija ali eloksacija aluminija (Metra, 2005) je široko poznana tehnologija površinske obdelave profilov iz aluminijastih zlitin in ima naslednje prednosti:

- enakomeren videz površine,
- preventivna zaščita pred korozijo,
- površina odbija umazanijo, bolj higiensko,
- dekorativen videz površine,
- gladka površina,
- površina, odporna na odrgnine z nizkim koeficientom trenja, primerno za npr. strojne dele,
- električno izolativna površina,
- površina je primerna za adhezijo lepil in barve.

Priporočene debeline eloksiranega sloja so naslednje:

- 25 μm - vpliv korozije in razjedanja površine je zelo velik,
- 20 μm močan ali normalen vpliv na odprtem prostoru (npr. v transportni in gradbeni industriji), močan vpliv kemikalij v zaprtih prostorih (npr. v živilski industriji),
- 15 μm močno razjedanje površine v odprtih in zaprtih prostorih s suho in čisto atmosfero,
- 5 μm brez vplivov v zaprtih prostorih,
- 3-5 μm zaščitno eloksiranje pred obdelavo.

Sam postopek eloksiranja je sestavljen iz štirih korakov: predobdelava, eloksiranje, umirjanje in pečatenje. Najbolj razširjen tip eloksiranja je naravno eloksiranje. Po mehanski ali kemični predobdelavi in temeljitemu čiščenju površine s tekočo vodo se začne elektrolitski proces. Material se priključi kot anodo v tokokrog. Elektrolit je običajno sestavljen iz razredčene (25-35odstotkov) žveplene kisline pri sobni temperaturi. Med procesom anodične oksidacije atomi kisika pridejo na površino

materiala. Kisik in aluminij se vežeta in nastane prevleka aluminijevega oksida Al_2O_3 z veliko porami. Proces se nadaljuje, dokler ni dosežena zaželena debelina oksidne prevleke. V splošnem je debelina prevleke med 5 in 25 μm (pa tudi do 50 μm). Da bi dosegli gladko površino moramo nastale pore zapreti z voskanjem. To je obdelava v čisti vodi pri 95-98 °C. Segrevanje spremeni aluminijev oksid v bohemid. Volumen naraste, pore se zaprejo. Oksidna prevleka, ki nastane, je prozorne barve. Barvne odtenke lahko pridobimo z barvanjem z organskimi ali anorganskimi pigmenti (Slika 37).



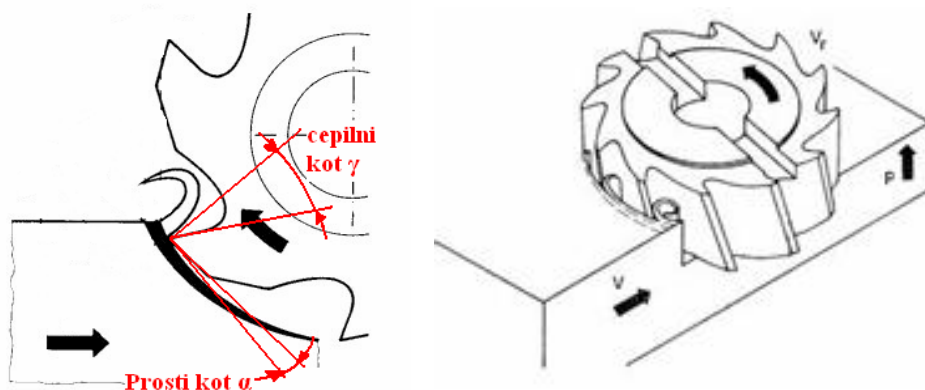
Slika 37: Prikaz odtenkov barvne eloksacije (Metra, 2005)

Po navadi je nastala oksidna prevleka odporna na korozijo. Pod pogojem, da je površina čiščena, je vzdrževanje skoraj nepotrebno. Površino čistimo z vodo in nevtralnimi detergenti. Topila ne vplivajo na eloksiran aluminij, močnih alkalnih raztopin pa se moramo izogibati. Odpornost na korozijo, razbarvanje in abrazijo ponavadi naraste v skladu z debelino prevleke. Eloksirani ekstrudirani profili naj ne bi bili naknadno plastično preoblikovani, lahko pa jih rezkamo in vrtamo, vendar dobimo neobdelan prerez obdelane površine. Varjenje moramo izvesti pred eloksiranjem. Eloksirani aluminij je dobro zaščiten pred korozijo, še posebno s pH vrednostjo med 4 in 9. Če je površina v stiku s posebno alkalno raztopino, jo ta lahko poškoduje. Eloksiran aluminij moramo varovati pred apnom, cementom in gipsom. Vidne površine morajo biti zaščitene z zaščitno folijo. Trdota oksidne prevleke je odvisna od postopka eloksiranja. V glavnem je trša od stekla in približno enako trda kot korund. Prevleka je transparentna. Vizualni občutek eloksirane površine naravne ali druge barve je odvisen od zornega kota. Tudi ta postopek je bil v našem primeru izveden pri podjetju Metra S.p.A. iz sosednje Italije.

4.2.6. Rezkanje

Rezkanje (Jereb, 1999) je obdelava z odrezavanjem, ki jo uporabljamo v glavnem pri obdelavi ravnih in profiliranih zunanjih površin. Orodje je večrezno, pri obdelavi pa ne režejo vsi zobje hkrati, temveč jih ponavadi hkrati reže manj kot polovica (Slika 38). Kot pri struženju je tudi pri frezanju glavno gibanje krožno. Razlika je le v tem, da pri struženju glavno gibanje opravlja obdelovanec, pri frezanju pa orodje. Podajamo v glavnem obdelovanec, na kopirnih frezalnih strojih pa lahko tudi orodje. Glede na razmerje med glavnim in podajalnim gibanjem ter vrsto orodja lahko rezkanje razdelimo na :

- protismerno obodno rezkanje,
- istosmerno obodno rezkanje,
- čelno rezkanje.



Slika 38: Shematski prikaz postopka rezkanja (Jereb, 1999)

Na izbiro postopka vplivata predvsem razpoložljiv frezalni stroj in obdelovanec. Obodno frezamo na vodoravnih, čelno pa na navpičnih frezalnih strojih. Obodno lahko rezkamo le obdelovance, ki so ožji kot frezalo. Istosmerno obodno lahko frezamo le na togih strojih, brez toleranc v podajalnem pogonu mize. Če namreč istosmerno frezamo na frezalnem stroju, ki ima v podajalnem pogonu mize mrtve gibe, se lahko zgodi, da potisne zob frezala mizo podse. Pri tem se lahko poškodujejo stroj, orodje in obdelovanec. Če stroj dopušča izbiro istosmerne ali

protismernega obodnega frezanja, potem protismerno frezamo predvsem obdelovance, ki imajo trdno skorjo (na primer ulitke in odkovke) medtem, ko vse druge obdelovance zlasti pa tanke obdelovance in tiste, pri katerih zahtevamo dobro kakovost površine, frezamo istosmerno.

Frezala so večrezna orodja. Vsako rezilo reže le na delu oboda orodja in se vmes hladi. Izjema so le čelna frezala in frezalne glave, pri katerih režejo vsi zobje hkrati. kadar je podajanje aksialno. Frezala so iz orodnega ali iz hitroreznega jekla.

Za trdne materiale imajo frezala prilotane ploščice iz karbidnih trdin. Koti na orodju so podobni tistim na stružnem nožu. Koti na frezalih so odvisni predvsem od materiala, ki ga obdelujemo. Tako je cepilni kot γ (Slika 38 levo) za medenino in sivo litino od 0° do 5° , za jeklo od 4° do 8° in za lahke kovine okrog 30° . Prosti kot α (Slika 38 desno) je po navadi pri vseh frezalih od 5° do 8° . Od materiala, ki ga obdelujemo, je odvisno tudi število zob frezala. Frezala, s katerimi frezamo lahke kovine, spoznamo po večji vrzeli med zobmi. Ker so odrezki večji, je tudi razdalja med zobmi večja. Na splošno je za obdelavo žilavih in trdih materialov potrebnih več zob, za lahke kovine pa manj. Posamezna frezala se razlikujejo že glede na to, kako so izdelana po obliki rezalne površine, po obliki in smeri zob ter glede na uporabo. Različne oblike poznanih frezal: valjasto frezalo, čelno valjasto frezalo, kolutno frezalo, steblasto frezalo, frezalo za izdelavo utorov v obliki črke T, kotno frezalo, profilno frezalo in frezalne glave. V našem primeru se je število rezkanih delov skoraj izničilo, saj moduli ne vsebujejo več nobenega sestavnega dela, ki bi potreboval ta postopek izdelave. Postopek pa je še nujno potreben pri izdelavi lukenj za vstop priklopnega kabla v ohišje luči ter za namestitvene luknje za regulator jeklene vrvi. Posebno pozornost je treba posvetiti rezkanju nadgradnega profila zaradi precejšnje razgibanosti reber v profilu, ki bi lahko povzročila zanašanje ali pa celo lom frezala.

4.3. Pločevinasti sestavni deli

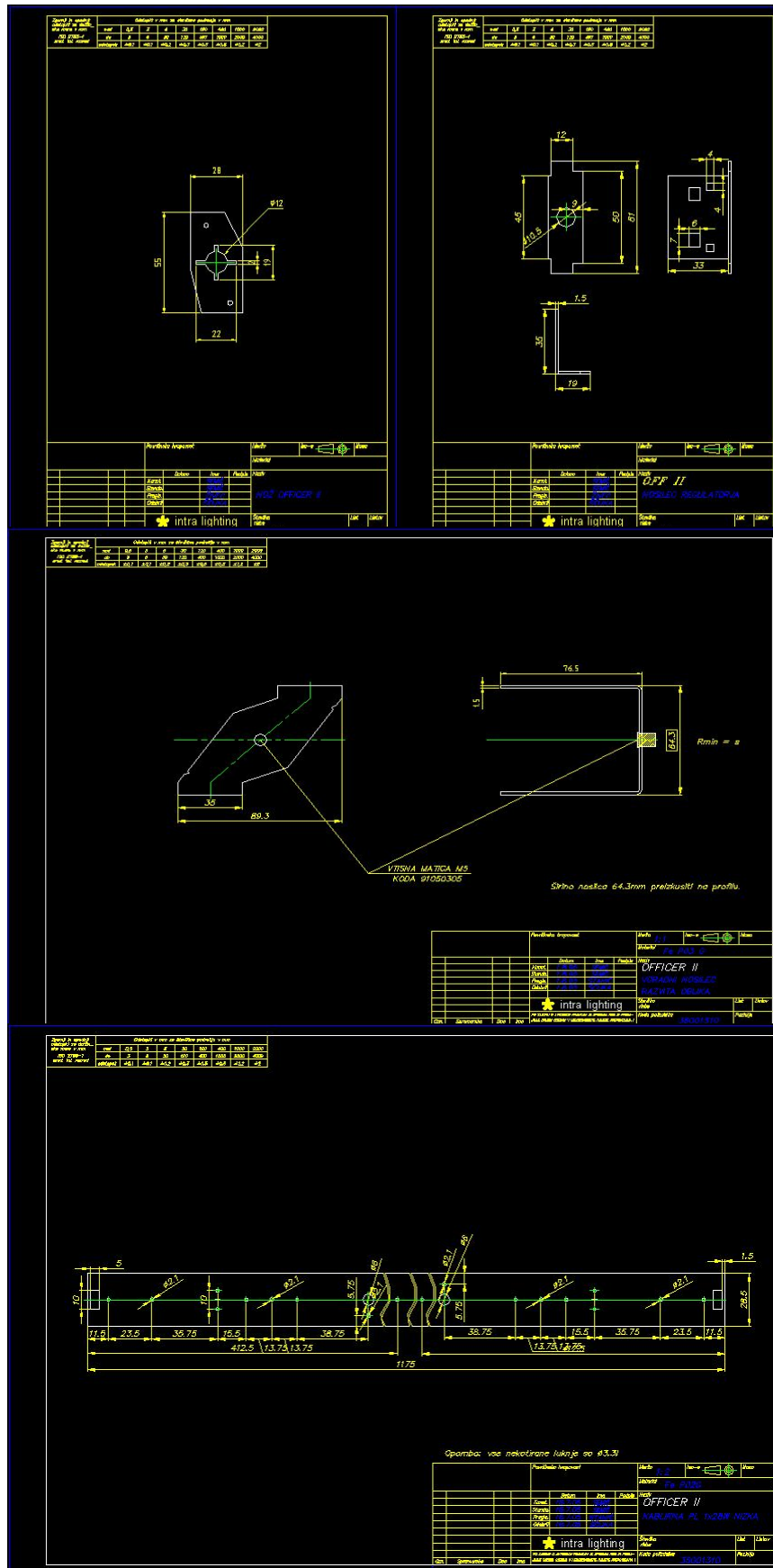
4.3.1. 3D-modeli in risbe elementov

Ti pločevinasti sestavni deli (Slika 39) so veliko cenejši v primerjavi s starimi, ki so bili izdelani iz aluminija in rezkani pri zunanjih kooperantih. Že s samo uporabo pločevine kot nadomestkom za aluminij ter z znatnim zmanjšanjem števila potrebnih notranjih sestavnih delov, se je proizvodna cena modula glede na prejšnjo zmanjšala za približno deset odstotkov.



Slika 39: Pločevinasti sestavni deli – zgoraj levo: nož zaklepa, zgoraj desno: vgradna konzola, spodaj levo: nosilec regulatorja, spodaj desno: kablirna plošča in parabola (Intra Lighting, 2005)

Vsi na sliki 40 predstavljeni pločevinasti deli so izdelani v proizvodnih halah podjetja Intra Lighting d.o.o., kjer so na razpolago vsi potrebni stroji za izdelavo le-teh.

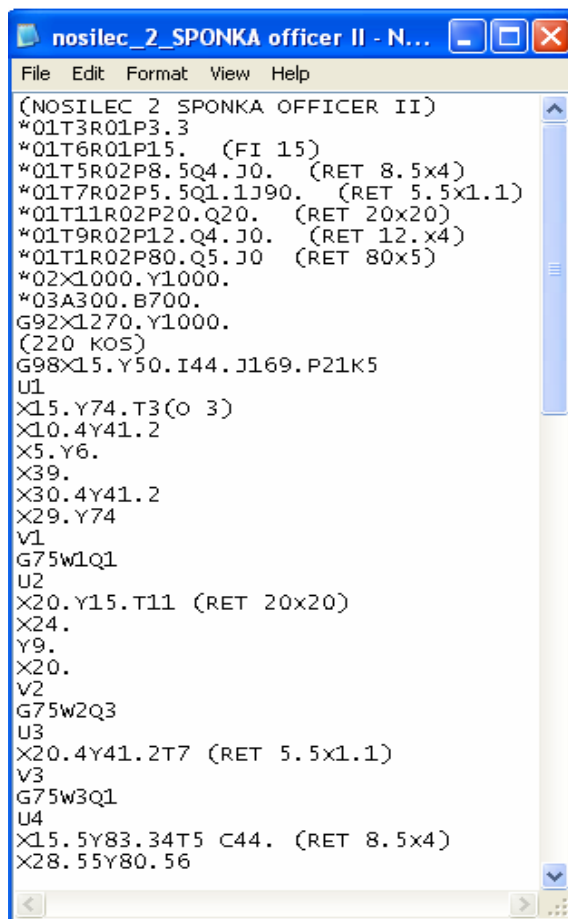


Slika 40: Risbe pločevinastih sestavnih delov (Intra Lighting, 2005)

4.3.2. NC programiranje prebijalnikov za pločevino

NC-prebijalniki (Numeric Control), so stroji, ki se gibljejo in delajo delovne gibe – udarce, glede na podano orodje, podane koordinate in glede na naveden delovni gib. Podjetje ima v lasti 2 NC-prebijalnika za pločevino, 2 NC-stroja za krivljenje pločevine ter tudi CNC-center za rezkanje AL profilov.

Naloga razvojnika je seveda tudi ta, da zna pisati in urejati programe za NC-prebijalnike ter jih tudi ročno programirati. Programe za takšno tipologijo strojev pišemo kar v beležki, ki nam jo ponujaja operacijski sistem MS Windows (Slika 41).



```
(NOSILEC 2 SPONKA OFFICER II)
*01T3R01P3.3
*01T6R01P15. (FI 15)
*01T5R02P8.5Q4.J0. (RET 8.5x4)
*01T7R02P5.5Q1.1J90. (RET 5.5x1.1)
*01T11R02P20.Q20. (RET 20x20)
*01T9R02P12.Q4.J0. (RET 12.x4)
*01T1R02P80.Q5.J0 (RET 80x5)
*02x1000.Y1000.
*03A300.B700.
G92x1270.Y1000.
(220 KOS)
G98x15.Y50.I44.J169.P21K5
U1
X15.Y74.T3(O 3)
X10.4Y41.2
X5.Y6.
X39.
X30.4Y41.2
X29.Y74
V1
G75w1Q1
U2
X20.Y15.T11 (RET 20x20)
X24.
Y9.
X20.
V2
G75w2Q3
U3
X20.4Y41.2T7 (RET 5.5x1.1)
V3
G75w3Q1
U4
X15.5Y83.34T5 C44. (RET 8.5x4)
X28.55Y80.56
```

Slika 41: Beležka operacijskega sistema MS Windows z NC-programom
(Intra Lighting, 2005)

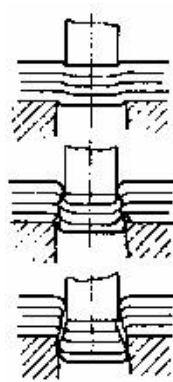
4.3.3. Postopek rezanja - prebijanja pločevine

Proces rezanja s posebnimi rezilnimi orodji je podoben striženju s škarjami in se opravlja na temu namenjenih strojih (Slika 42).



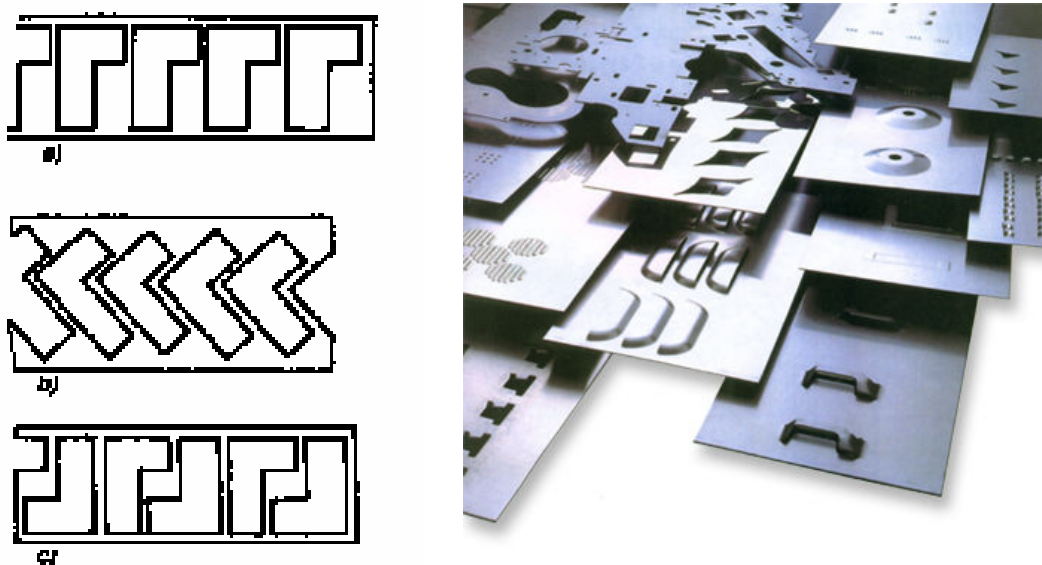
Slika 42: Prebijalnik pločevine znamke Amada (Amada, 2005)

Pri pritiskanju rezilnega pestiča na pločevino se material najprej plastično deformira in utrdi, nato pa se v njem pojavijo razpoke, ki imajo svoj začetek na rezilnih robovih pestiča in rezilne plošče. Te razpoke, ki se širijo vedno globlje v material, potekajo od roba pestiča navzven, od roba rezilne plošče pa navznoter. Med nadaljnjim prodiranjem prestriže pestič material nekje med obema razpokama in porine izstriženi kos pločevine skozi odprtino rezilne plošče (Slika 43).



Slika 43: Shematski prikaz prebijanja pločevine (Gologranc, 1987)

Pri rezanju izdelujemo različne izdelke, v glavnem iz valjanih profilov in trakov, zato je upravičena zahteva, naj bo odpadkov čim manj. Tej zahtevi ugodimo predvsem s pravilno razporeditvijo izdelkov na traku (Slika 44) in z minimalnimi razdaljami med njimi ter seveda tudi s samo konstrukcijo izdelka. Pri nepravilnih oblikah izrezov lahko znaša izguba materiala zaradi neizkoriščenega prostora med njimi tudi do 50 odstotkov in več. Ko se odločamo o tem, kako bomo razporedili izdelke drugega zraven drugega, moramo upoštevati določeno minimalno širino robov in presledkov med izrezi, ki je potrebna, da se ti med izrezovanjem ne zmečkajo. Potrebna širina mostička med dvema izrezoma je odvisna od njegove dolžine, debeline pločevine in vrste materiala.

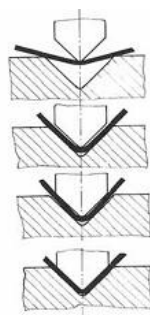


Slika 44: Različne postavitve zelenih prebijanih oblik (Amada, 2005)

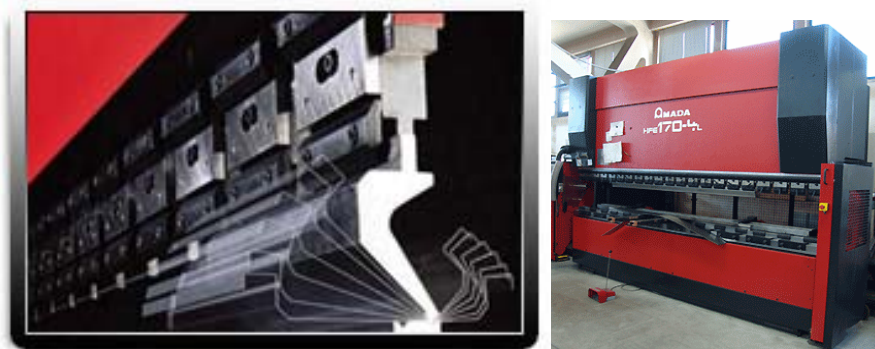
Za izdelavo potrebnih pločevinastih delov ima podjetje Intra Lighting d.o.o. v lasti dva stroja znamke Amada in sicer starejšega Aries ter novejšega Vipros s katerima lahko izdelata vse potrebne dele iz prebite pločevine, ki se uporabljajo kot ohišja posameznih luči ali pa so ključni sestavni deli teh. Za pravilno postavitev delov in drugo programiranje teh strojev pa je zadolžen oddelek razvoja.

4.3.4. Upogibanje pločevine

Upogibanje (Gologranc, 1987) je eden izmed najbolj razširjenih tehnoloških postopkov za nadaljno preoblikovanje pločevine, valjanih in vlečenih profilov ter cevi. Glede na dimenzije in oblike izdelkov ter uporabljen izhodni material, je mogoče upogibati pločevino in profile na različnih strojih in z raznovrstnimi orodji. Pri tem je treba upoštevati razlike med načini preoblikovanja, ki so značilni za maloserijsko proizvodnjo in med tistimi za množično proizvodnjo. Upogibanje v matrici poteka na univerzalni stiskalnici Amada (Slika 46), katero ima podjetje eno v lasti in sicer tipa HFB. Zgornji del orodja (upogibna letev ali matrica), ki je lahko različno oblikovan, pritisne pločevino ob spodnji del orodja (matrico ali prizmo). Pri kalibrirnem upogibanju so orodja posebej oblikovana za posamezne izdelke. Za natančno upogibanje zelenega profila je potrebno tudi kalibriranje v matrici, to pomeni dodatno povečanje pritiska, da pločevina popolnoma nasede na bočne ploskve matrice in pestiča (Slika 45).



Slika 45: Postopek kalibriranja stroja pri upogibanju pločevine (Gologranc, 1987)



Slika 46: Stroj za upogibanje pločevine (Amada, 2005)

4.4. Iskanje primernih kooperantov

4.4.1. Tehnična srečanja in sestanki

Po prejetju vseh ponudb različnih kooperantov, znanih in ne, ter temeljiti proučitvi vseh ponudb, je treba fizično obiskati tiste, ki so za nas zanimivi, da se prepričamo o njihovih proizvodnih postopkih in na splošno njihovem poslovanju. Na sestanku, ki sledi, pa se pogovorimo o vseh tehničnih zahtevah ene in druge strani. Treba je sprejeti neki kompromis med željami, ki jih izražamo mi kot stranka, in pogoji izdelave zelenega polizdelka, s katerimi se srečuje tisti, ki nam bo polizdelek proizvajal.

4.4.2. Izbor pravega kooperanta

Pri izboru pravega kooperanta je potrebno biti zelo pazljiv, saj ni nujno, da bo najcenejši tudi najprimernejši. Pazljivi moramo biti tudi pri njegovih dobavnih rokih in proizvodnih zmogljivostih, saj nas takšna malenkost v prihodnosti lahko precej stane, če bi se izkazalo, da izbrani kooperant ne zmore proizvesti dogovorjenega, za nas morda ključnega števila polizdelkov v nekem časovnem obdobju. Nasprotno se zgodi, če izberemo kooperanta, ki ima zelo velike proizvodne zmogljivosti in mu naše naročilo pomeni kapljo v morje, saj bi se, kot se je tudi izkazalo, za majhen dobiček manj potrudil, in tudi takšna izbira ne bi bila prava. Pri izbiri takšne vrste sodelovanj je vedno potrebno precej pazljivosti tudi pri izbiri vseh ostalih sodelujočih v timu, saj lahko en sam neprimeren član razmaje harmonijo drugih članov in resno škoduje pravilni in pravočasni izvedbi projekta.

4.4.3. Tehnična dodelava sestavnih delov luči

Po opravljeni izbiri kooperanta začne ta izdelovati želejene polizdelke in nemalokrat se zgodi, da naleti na kakšno tehnološko težavo pri izdelavi našega izdelka. Včasih je potrebna dodelava oziroma predelava predhodnega modela tako, da omogočimo izdelavo in bo izdelek še vedno ustrezal našim potrebam. Včasih težave ni možno odpraviti in je izdelava takega kosa nemogoča. Iz tega sledi, da je nujno potrebno vsaj osnovno predhodno znanje izdelovalnih postopkov, če želimo znatno oklestiti čas razvoja in izdelave izdelka, ker lahko že vnaprej predvidimo, na katere težave bo morda orodjar naletel pri izdelavi našega izdelka.

4.4.4. Prvi prototipni kosi

Ko se odpravijo vse težave in se proizvodni postopki optimirajo, izdelamo ničo serijo zelenih prototipov. Število teh kosov ponavadi določi naročnik, saj mora sam preračunati, koliko kosov bo potreboval za razna testiranja in izdelavo svojih prototipnih izdelkov. Ko je ničta serija izdelana, je potrebna natančna analiza prejetih delov, saj ponavadi kosi še niso izdelani točno po naročnikovih zahtevah in se mogoče pojavi potreba po še kakšni spremembi.

Za analizo prejetih delov je odgovoren tisti, ki je zadevo konstruiral, saj on sam najbolje ve, na katere podrobnosti mora biti pazljiv. Pri tem pa je seveda zelo dobrodošlo tudi mnenje drugih strokovnjakov iz tehničnega sektorja. Po opravljenem pregledu prototipne serije se lahko dovoli izdelavo redne serijske proizvodnje ali pa se proizvodnjo ustavi, če se ugotovi, da element ne ustreza kateremu koli predhodno zastavljenemu pogoju.

4.5. Uvajanje prvih prototipov

4.5.1. Predstavitev prototipov v podjetju

Prva zelo podrobna predstavitev novega prototipnega izdelka se mora najprej opraviti v samem podjetju, in sicer zato, da konstruktor izdelka vse svoje tehnične rešitve natančno opiše prodajnikom, ki bodo morali vse te informacije v celotni življenjski dobi izdelka posredovati zainteresiranim kupcem. Če prodajnik ne bi poznal vseh tehničnih podrobnosti izdelka, ki ga zagovarja, bi to pomenilo, da sta on in seveda tudi podjetje izpadla zelo neresna, zato je takšna interna predstavitev nujna (Slika 47).



Slika 47: Predstavitev družine svetil v podjetju (Intra Lighting, 2005)

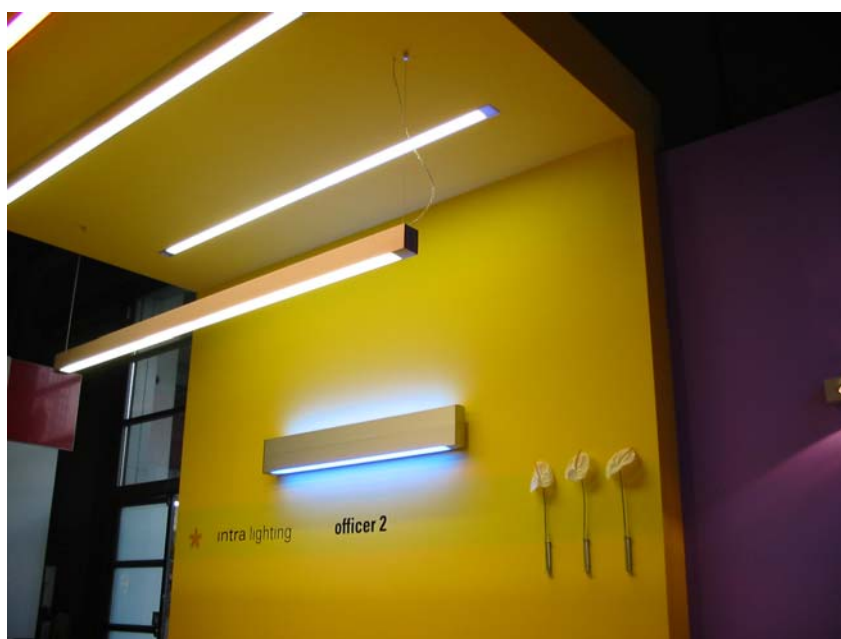
4.5.2. Predstavitev prototipov na sejnih in arhitektom

Družina svetil Officer II je bila prvič uspešno predstavljena širši javnosti maja 2005 na sejmu EuroLuce v Milanu (Sliki 48 in 49). Tam se je pokazalo veliko zanimanje za obe vrsti profila, vgradnega in nadgradnega. Za vgradnega zato, ker je veliko nižji od predhodnika in se zaradi tega lahko vgrajuje tudi tam, kjer imamo manj prostora, za nadgradnega pa zaradi inovativne rešitve s plastičnim končnikom brez vidnega vijachenja, ki rešuje veliko že prej omenjenih podrobnosti, te pa arhitekti in druge pomembne stranke najprej opazijo.

Vse novosti podjetja so bile tudi uspešno predstavljene v vhodni avli Narodne galerije v Ljubljani dne 15.11.2005 pod naslovom »Light Fashion Show« nenavadni svetlobni spektakel, ki je potekal v sklopu meseca oblikovanja Dizajn 2005.



Slika 48: Razstavni prostor na sejmu Euroluce (Intra Lighting, 2005)



Slika 49: Razstavni prostor na sejmu Euroluce (Intra Lighting, 2005)

5. PRILAGODITEV PROIZVODNIH PROCESOV

Za vpeljavo serijske proizvodnje nove družine svetil je bila potrebna določena prilagoditev v vsakem oddelku v podjetju, od uprave do proizvodnje. V tem poglavju bomo poskušali prikazati samo poglobitve prilagoditve procesov.

5.1. Pregled obstoječega stanja

Koliko palic Al profilov naročiti? Kje bodo skladiščene? Koliko PC- končnikov naročiti in kje bodo polizdelki skladiščeni? Na takšna in podobna vprašanja smo morali predhodno odgovoriti. Vse to smo opravili zato, da ne bi bilo zastojev v proizvodnji, zato smo si predhodno ogledali situacijo na vseh implementiranih oddelkih ter se sestali z vodji oddelkov in se z njimi uskladili za reševanje vseh zastavljenih vprašanj.

5.2. Prilagoditev proizvodnje

Po pregledu obstoječega stanja v skladišču, kjer bosta skladiščena Al profila in po temeljitem pregledu montažnega oddelka, kjer se bodo luči sestavljale in kjer so skladiščeni skoraj vsi potrebni polizdelki, ter po dogovoru in dodelitvi nalog vodjem oddelkov, se je začelo prilagajanje vseh sodelujočih oddelkov. Najpomembnejši je seveda montaža 3, kjer poteka montaža novih modulov. Tam je bilo treba narediti prostor za vse polizdelke, ki pridejo z drugih oddelkov, največja naložba časa in denarja pa je bila enostavna napravica z dvema drsnima elementoma. Naprava omogoča sestavljanje vseh mogočih dolžin modulov, znatno pa zmanjša čas montaže in predvsem trud monterju. Tako lahko z razmeroma majhnim vložkom sredstev prihranimo do 50 odstotkov časa – torej imamo v nekem časovnem obdobju 50 odstotkov večji dobiček, kakor če bi module sestavljali brez pomoči drsne naprave.

6. PRIPRAVA REKLAMNEGA MATERIALA

6.1. Studijsko slikanje prvih izdelkov - prototipov

Takoj, ko imamo prvi prototipni izdelek v rokah, ga je treba poslikati v nekem všečnem ambientu, in sicer zato, ker mora biti izdelek predstavljen v katalogu, ki ga izdaja podjetje vsako jesen. Preden izide katalog, je seveda izdelek že predstavljen v raznih brošurah in dopolnilih prejšnjega kataloga, vendar samo v shematski obliki. To kupcem ni všeč, saj si iz sheme ne morejo pravilno predstavljati, kakšen bo končni videz izdelka, za podjetje pa je to dobro, ker se lahko med razvojem izdelka nekaj poglobitnega spremeni, kar bi bilo na sliki jasno vidno, na shemi pa ni.

6.2. Medijsko oglaševanje

Določene izdelke se razen s pošiljanjem ponudb reklamira tudi prek medijev (časopisov, revij, reklamnih panojev, TV,...), kar pa v našem primeru ni bilo izkoriščeno, saj je izdelek namenjen predvsem večjim objektom (bankam, poslovnim objektom, trgovinskim centrom, pisarnam...), pri katerih igrajo ključno vlogo arhitekti, ki jih projektirajo. Zato je torej v takem primeru potrebno osebno kontaktiranje - reklamiranje izdelka seveda z že izdelanim vzorcem željene svetilke.

Za projekt Officer II se je uporabilo samo časopisno obliko oglaševanja, pa še ta ni temeljila zgolj na izdelku, ki je bil sicer na sliki, temveč je bil poudarek predvsem na navzočnosti podjetja Intra Lighting na sejmu Evroluce 2005. To dejstvo dokazuje, da podjetje Intra Lighting iz Mirna sodi med vodilne evropske proizvajalce tehnične razsvetljave.

7. OCENA EKONOMSKE UČINKOVITOSTI PROJEKTA

7.1. Kalkulacija cene osnovnega modula

Prvi in najpomembnejši dejavnik, ki nas zanima je seveda cena vseh vgrajenih nabavljenih komponent ter cena vseh porabljenih materialov za izdelavo takšnega modula, kar je prikazano v tabeli 2.

Tabela 2: Stroški modula brez dela

SPUŠČENI MODUL 1 x 28 W EB - 1,2 m

Količina	Opis	Cena za kos (EUR)	Cena (EUR)
1	profil NGR - ščetkan in eloksiran	13,62	13,62
1	profil steklo PMMA	1,76	1,76
2	vrtljivi element	0,50	1,00
1	parabola	3,50	3,50
2	nož zaklepa	0,08	0,16
1	kablirna plošča	1,10	1,10
1	dušilka EB 14-35W	7,90	7,90
2	okov T5	0,20	0,40
2	3 polna sponka BJB	0,20	0,40
1	žica 0,5mm - 5m	0,25	0,25
1	vijačni in drobni material	1,30	1,30
2	zaključni pokrov(končnik+vratca+holder)	1,50	3,00
6	vijaki pokrova	0,01	0,03
2	rozeta peskana	0,50	1,00
1	nosilci rozete	0,50	0,50
2	jeklena vrv 1,5m	0,40	0,80
2	regulator	1,30	2,60
1	kabel prozoren 3x1,5 1,5m	1,30	1,30
1	embalaža	0,50	0,50
	Skupaj		41,62

Izračunani ceni je nato treba prišteti še amortizacijo vseh ur, ki smo jih porabili za razvoj izdelka, upoštevati moramo seveda tudi ure, ki smo jih porabili za sestavljanje modula, kar je prikazano v naslednji tabeli (tabela 3).

Tabela 3: Stroški za porabljen čas

Zadeva	EUR/uro	Št. ur	Skupaj(EUR)
Montaža modula	14,58	0,5	7,29
Skladiščenje modula	8,30	0,1	0,83
Skupaj			8,12

V naslednjem koraku je bilo treba sešteti vse stroške izdelave in nabave orodij za brizganje plastike, nabavo prebijalnih orodij ter matric za ekstruzijo Al profilov in vseh stroškov, ki smo jih imeli z industrijskimi oblikovalci z izdelavo dizajna za celotno družino in nenazadnje s prototipizacijo vseh ključnih elementov nove družine svetil, kar je prikazano v tabeli 4.

Tabela 4: Stroški izdelave orodij in določitve industrijske oblike

Zadeva	Količina	Cena (EUR)	Skupaj (EUR)
Izdelava orodij za brizganje plastike	1	12.000,00	12.000,00
Industrijska oblika - dizajn	1	1.500,00	1.500,00
Izdelava dveh matric za ekstruzijo Al profilov	1	2.000,00	2.000,00
Nabava dveh prebijalnih orodij - nožev	1	500,00	500,00
Izdelava prototipov	1	500,00	500,00
Skupaj			16.500,00

Zaradi dejstva, da je ta družina svetil namenjena tudi linijskim neskončnim sistemom in ne samo izdelavi končnih modulov, se je podjetje odločilo za način amortizacije, kot pri predhodni družini svetil, in sicer amortizirati celoten projekt na podlagi dolžine prodanega profila, ter je določilo dolžino dva kilometra. Ta dolžina izhaja iz dejstva, da se je pri predhodni družini svetil izkazalo, da se je celotna investicija v projekt povrnila po prodanih dveh kilometrih Al profila sestavljenega v različno dolge module in linijske projekte. Prvo večje projektno povpraševanje s strani kupcev je temeljilo na dolžini 2,7 km, iz česar je razvidno, da je nova družina požela veliko zanimanje na sejemskih predstavitev in, da lahko z enim samim podobnim projektom pokrijemo celotno naložbo. Iz tega sledi, da če bi proizvajali samo takšne module, bi se stroški amortizirali z izdelavo 1660 takšnih modulov, in sicer:

$$C_k = C_{ks} / 1660$$

$$C_k = 16.500,00 \text{ EUR} / 1660$$

$$C_k = 9,94 \text{ EUR}$$

Pri tem je:

C_k – cena kooperantov in izdelave orodij

C_{ks} – cena seštevka stroškov prilagajanja in izdelave orodij

V nadaljevanju se izračuna še amortizacijsko dobo povračila stroškov za snovanje - konstruiranje nove svetilke, publicistične dejavnosti – reklamiranje izdelka ter vodenje računov, kar je razvidno v tabeli 5.

Tabela 5: Stroški dela

Tip dela	Količina (ure)	Cena (EUR)	Skupaj (EUR)
razvojniško delo	1300	16,70	21.710,00
publicistično delo	100	17,50	1.750,00
računovodsko delo	100	25,00	2.500,00
Skupaj			25.960,00

Amortizacijo za 1660 kosov se izračuna:

$$C_d = C_{sk} / 1660$$

$$C_d = 25.960,00 \text{ EUR} / 1660$$

$$C_d = 25,64 \text{ EUR}$$

Pri tem je:

C_d – cena dela na kos

C_{sk} – cena stroškov dela skupaj

V naslednjem koraku je treba sešteti vse nastale stroške surovin, stroške pri sodelovanju z zunanjimi kooperanti, stroške izdelave in drugega dela. Iz tega je

zdaj razvidno, kolikšen je realen strošek za podjetje (Tabela 6), ki ga predstavljajo surovine in proizvodnja takšnega izdelka.

Tabela 6: Stroški modula z delom

Količina	Šifra	Opis	Cena za kos (EUR)	Cena (EUR)
1		profil NGR - ščetkan in eloksiran	13,62	13,62
1		profil steklo PMMA	1,76	1,76
2		vrtljivi element	0,50	1,00
1		parabola	3,50	3,50
2		nož zaklepa	0,08	0,16
1		kablirna plošča	1,10	1,10
1		dušilka EB 14-35W	7,90	7,90
2		okov T5	0,20	0,40
2		3 polna sponka BJB	0,20	0,40
1		žica 0,5 mm – 5 m	0,25	0,25
1		vijačni in drobni material	1,30	1,30
2		zaključni pokrov(končnik+vratca+holder)	1,50	3,00
3		vijaki pokrova	0,01	0,03
2		rozeta peskana	0,50	1,00
2		nosilec	0,50	1,00
2		jeklena vrv 1,5 m	0,40	0,80
2		regulator	1,30	2,60
1		kabel prozoren 3x1,5 mm ² x1,5m	1,30	1,30
1		embalaža	0,50	0,50
1		strošek dela v proizvodnji	8,12	8,12
1		stroški orodja in prilagajnje koooperantov	9,94	9,94
1		stroški predhodnga dela	25,40	25,40
		Seštevek		85,08

Ko vemo, kolikšen je strošek izdelave takega modula, moramo v odstotkih določiti dobiček, ki ga želimo imeti. Najmanjši zelen dobiček znaša približno 40 odstotkov, največji pa je odvisen samo od človeka, ki izdelek zagovarja in ga prodaja. Po končanem izračunu zelenega dobička dobimo najnižjo prodajno ceno našega artikla, in to je najnižja cena, po kateri bo podjetje tržilo svoj izdelek na trgu.

$$C_p = C_{ss} \cdot (1 + n)$$

$$C_p = 85,05 \text{ EUR} \cdot (1 + 0,40)$$

$$C_p = 119,12 \text{ EUR}$$

Pri tem je:

C_p – prodajna cena

C_{ss} – cena skupnih stroškov

n – dobiček v odstotkih

7.2. Pričakovana amortizacijska doba izdelka

V podjetju vse stroške amortizacije amortizirajo skozi število proizvedenih in prodanih artiklov, vendar je v tem primeru to relativno, saj je večina izdelkov izdelanih projektno. Ta luč je zastavljena predvsem kot linijska luč in projektno izdelanih ter prodanih artiklov je veliko več, kot pa samostojnih modulov kot je ta, zaradi križanja sijalk in s tem neskončne svetlobne linije, zato smo glede na metre porabljenega profila za vse artikle v prejšnjem letu izračunali, da bi lani prodali okrog tisoč takšnih modulov, in kar določili, da bo znašala povprečna prodajna cena takšnega modula 130 evrov.

Izkušnje iz prodaje prejšnjih izdelkov kažejo na to, da je življenska doba razvite družine svetil približno dve do tri leta, in sicer zato, ker izdelek najprej nabavijo podjetja, ki smo jim konkurenčni, ga temeljito proučijo in v roku šestih mesecev do enega leta že lahko imajo izdelan podoben proizvod s kakšno dodatno izboljšavo. Iz tega sledi, da morajo odgovorni za prodajo prodati čimveč artiklov prav v obdobju enega leta, razvojni oddelek pa mora v tem času razviti že nov konkurenčni izdelek, da ga lahko podjetje po preteku tega obdobja predstavi, in je s tem spet korak pred svojo konkurenco.

Na podlagi tega je bila izdelana bilanca uspeha (Tabela 7), ki prikazuje, da se bo doba izplačila artikla povrnila že po manj kot enem letu proizvodnje nove družine svetil.

Tabela 7: Bilanca uspeha projekta

struktura	Ekonomska življenjska doba projekta (Cene v EUR)					
	leta	0	1	2	3	4
PRIHODKI	0	0	215.800,00	127.400,00	50.700,00	11.310,00
PRIHODKI OD PRODAJE PROIZV. IN STOR.	0	0	215.800,00	127.400,00	50.700,00	11.310,00
domači trg	0	0	90.000,00	42.400,00	11.700,00	3.810,00
izvoz	0	0	125.800,00	85.000,00	39.000,00	7.500,00
ostalo	0	0				
PRIHODKI OD FINANCIRANJA	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
domači						
devizni						
IZREDNI PRIHODKI	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
ODHODKI	0	0	176.170,80	88.633,60	35.272,80	7.867,84
POSL.ODH.MAT.IN NEMAT.STROŠKI	0	0	176.170,80	88.633,60	35.272,80	7.867,84
stroški blaga, mater.	0	0	42.540,00	40.787,60	16.231,80	3.620,94
amortizacija	0	0	82.568,40	17.698,80	7.043,40	1.571,22
stroški skladiščenja, fakturiranja	0	0	8.500,00	5.020,00	1.998,00	445,00
stroški proizvodnje			42.562,40	25.127,20	9.999,60	2.230,68
ODHODKI FINANCIRANJA	0	0				
obresti domačih kreditov	0	0				
obresti tujih kreditov	0	0				
ostalo						
IZREDNI ODHODKI	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
CELOTNI DOBIČEK- BRUTO (KOSMATI) DOBIČEK	0	0	39.629,20	38.766,40	15.427,20	3.442,16
DAVKI IZ DOBIČKA	0	0	9.907,30	9.691,60	3.856,80	860,54
ČISTI DOBIČEK-DONOS	0	0	29.721,90	29.074,80	11.570,40	2.581,62

8. SKLEP

V delu smo predstavili vsebino razvojnega projekta nove družine svetil Officer II od ideje do začetka serijske proizvodnje. Opisani so bili vsi potrebni postopki izdelave s tehnološkega vidika, kot so stereolitografija za postopek prototipizacije, ekstruzija aluminija in njegova anodizacija, postopek rezkanja aluminija, postopek prebijanja pločevine, predvsem pa postopek brizganja plastike, ki je vedno bolj s pridom izkoriščen v zadnjem desetletju. Predstavljene so bile tudi vse surovine za izdelavo sestavnih delov luči ter potrebna znanja in sodelujoči visokokvalificirani kadri kot so grafični oblikovalci, orodjarji, plastičarji kot zunanji kooperanti, ter oddelki nabave, prodaje, oddelek za nadzor kakovosti, montaža itd. kot interni kooperanti znotraj podjetja.

Naših nalog je bilo več in so se po različnih fazah projekta spreminjale, glavne pa so bile pravočasno ugotavljanje pomanjkljivosti in hitro ukrepanje za odpravo teh že pri samem 3D-konstruiranju modelov v začetnih odločilnih fazah projekta ter hiter in predvsem točen prenos podatkov med sodelujočimi strokovnjaki različnih strok, ki se ponavadi zaradi različnih potreb medsebojno slabo razumejo in jih je med seboj težko povsem uskladiti. Glavna naloga projektne vodje pa je seveda natančno usklajevanje vseh posameznih faz projekta in sodelujočih strokovnjakov v celoto, da se med seboj pravilno prepletajo in razumejo ter sledijo določenemu časovnemu zaporedju, saj se projekt samo tako lahko izpelje v že vnaprej določenih časovnih rokih in po načrtanih smernicah.

Iz vsega tega sledi, da je projektni vodja odgovoren predvsem za tesno komunikacijo z vodstvom podjetja že pri začetni zasnovi projekta, ter za nadaljno izdelavo tridimenzionalnih modelov luči in dvodimenzionalne tehnične dokumentacije – risb pri snovanju projekta znotraj razvojnega oddelka podjetja. Po drugi strani pa je odgovoren tudi za hitro in natančno posredovanje potrebnih informacij zunanjemu kooperantu, če se podjetje odloči snovati izdelek pri zunanjih kooperantih.

Kot razvojniki je odgovoren tudi za izdelavo programov za CNC-prebijalnike pločevine, za pripravo tehnologije, iskanje primernih kooperantov za izdelavo orodij in za dobavo drugega materiala in sestavnih delov za izdelavo ter natančno preverjanje dela vseh vpletenih v projekt.

Podobnega razvojnega projekta si ne more privoščiti vsako podjetje, ampak samo podjetje, ki ima veliko dolgoletnih izkušenj na področju izdelave tehnične razsvetljave kot je podjetje Intra Lighting d.o.o. iz Mirna. Projekt smo seveda obravnavali tudi po finančni plati. Opisani projekt predstavlja za podjetje razmeroma majhen vložek denarja glede na ostale razvojne projekte, ki se še vršijo znotraj podjetja, vendar pomeni zelo dobro in dokaj hitro možnost zaslужka za podporo in vložek v zahtevnejše projekte, kot je opisani. Poglavitno omejitev večjega zaslужka predstavlja dejstvo, da ima razviti proizvod razmeroma kratko življenjsko dobo. Za dolgoletno proizvodnjo in obstoj podjetja pa je potrebno večje število podobnih manjših projektov za črpanje sredstev za obstoj in za vlaganje sredstev v veliko dražje in zahtevnejše projekte, kot je npr. projekt Downlighter denimo (vgradne varčne tehnične svetilke okrogle oblike). Ti imajo veliko daljšo življenjsko dobo in veliko večje denarne prilive od prodaje. Morebitno negospodarno ravnanje vodstva podjetja s prejetimi sredstvi in neodgovornim vlaganjem sredstev v kompleksnejše projekte pa lahko zamaja temelje podjetja. Ena sama napačna odločitev je za podjetje lahko tudi usodna. Intra Lighting d.o.o. je v svoji večletni proizvodnji svetil dokazala, da ima vsa potrebna znanja ter sredstva za uspešen nadaljnji razvoj, širjenje svojih prodajnih programov in samega podjetja. Prepričani smo, da bo podjetje še dolgo let konkurenčno na mednarodnih tržiščih, kjer se bo predstavljalo z vedno bolj oblikovno in tehnično dovršenimi izdelki.

9. LITERATURA

- **3D Systems** (2004). Technical specifications of SLA systems.
- **A-CAD** (2006). Znotraj AutoCADa 2000 – priročnik za uporabo, pridobljeno 12.12.2005 iz svetovnega spleta:
<http://www.arcadia.si/2000/PG203.htm>
- **Amada** (2005). Slike, pridobljeno 12.12.2005 iz svetovnega spleta:
<http://www.star-precision.com/html/facilities.html>
- **Audax** (2005). Slika iz delovnega okna programa ProE WF2, pridobljeno 12.12.2005 iz svetovnega spleta:
http://www.audax.si/c3p_osnovnastran.php
- **Bizjak, F.** (1996). Tehnološki in projektni management. Ljubljana: Grafika Soča.
- **Fiell, C., Fiell, P.** (2003). Design the 21.St Century. Taschen GmbH.
- **Gologranc, F.** (1987). Uvod v preoblikovanje - 2. razširjena izdaja. Ljubljana: Univerza E. Kardelja – Fakulteta za strojništvo
- **Intra Lightnig** (2005). Interno informacijsko gradivo podjetja Intra Lighting d.o.o Miren.
- **Jereb, J.** (1999). Tehnologija obdelave za oblikovalce kovin. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- **Kraut, B.** (1994). Strojniški priročnik. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- **Metra** (2005). Interno informacijsko gradivo (2005). podjetja Metra S.p.A. - Italija
- **Navodnik, J.** (1998). Plastik – orodjar: priročnik. 3. dopolnjena izdaja: Fakulteta za strojništvo E. Kardelja .
- **SIQ** (2005). pridobljeno 17.11.2005 s svetovnega spleta:
http://www.siq.si/Mednarodna_certifikacija.745.0.html

