



OBLIKOVANJE JEDRA IN OHIŠJA MERILNE NAPRAVE

Diplomsko delo

Študent: Andrej CUPAR
Študijski program: Univerzitetni; Strojništvo
Smer: Inženirsko oblikovanje
Mentor: doc. Vojmir POGAČAR, akad. sl.

Maribor, 2008

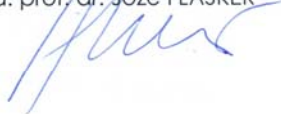
UNIVERZA V MARIBORU
FAKULTETA ZA STROJNIŠTVOŠtevilka: S-1501
Datum: 4. 6. 2008

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

1. **Andrej CUPAR**, študent univerzitetnega študija Strojništva, izpolnjuje pogoje, zato se mu dovoljuje izdelati diplomsko delo.
2. Tema diplomskega dela je s področja Katedre za konstruiranje in oblikovanje, pri predmetu **Oblikovalska sinteza**.

Mentor: doc. Vojmir POGAČAR
Komentor: /

3. Naslov diplomskega dela: **OBLIKOVANJE JEDRA IN OHIŠJA MERILNE NAPRAVE**
4. Vsebina diplomskega dela:
V diplomski nalogi je preizkušena metoda oblikovanja od znotraj navzven, torej od oblikovanja vseh notranjih komponent jedra in nato na tej osnovi zunanje ohišje merilne naprave. Postopek rezultira z množico racionalizacij v končni konsekvenci komprimira izhodiščne zahteve naročnika na polovico velikosti kar je izjemen dosežek.
5. Diplomsko delo je potrebno izdelati skladno z »Navodili za izdelavo diplomskega dela« in ga oddati v zadostnem številu izvodov najkasneje do 4. 6. 2009 v referat za študijske in študentske zadeve.

Predstojnik katedre:
red. prof. dr. Jože FLAŠKER

doc. Vojmir POGAČAR

Dekan FS:
izr. prof. dr. Niko SAMEC

I Z J A V A

Podpisani Andrej Cupar izjavljam, da:

- je bilo predloženo diplomsko delo opravljeno samostojno pod mentorstvom doc. Vojmirja Pogačarja, akad. sl.;
- predloženo diplomsko delo v celoti ali v delih ni bilo predloženo za pridobitev kakršnekoli izobrazbe na drugi fakulteti ali univerzi;
- soglašam z javno dostopnostjo diplomskega dela v Knjižnici tehniških fakultet Univerze v Mariboru.

Maribor, 16.8.2008

Podpis: _____

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Vojku Pogačarju za pomoč in vodenje pri opravljanju diplomskega dela. Zahvaljujem se tudi podjetju Metrel, sodelavcem: Franciju, Lenartu, Janiju, Mateju in dr. Andreju Skrbineku. Zahvala tudi Silviji, ki me je vsestransko podpirala.

Posebna zahvala velja staršem, ki so mi omogočili študij.

I) OBLIKOVANJE JEDRA IN OHIŠJA MERILNE NAPRAVE

Ključne besede: dizajn, oblikovanje od znotraj navzven, merilna naprava, jedro, ohišje

UDK:

POVZETEK

V diplomski je po konceptu "geštaltovskega" oblikovanja od "znotraj navzven" razvita merilna naprava višjega cenovnega razreda. Pri tem velja vodilo, da oblika sledi funkciji. Estetsko je instrument oblikovan v smislu minimalizma. Značilne linije merilne naprave nakazujejo širino in višino instrumenta ali ga zakrožijo in omehčajo robove.

Uporabljena je inovativna zgradba jedra in ohišja. Jedro je pri tem funkcionalna celota.

Predstavljene so faze razvoja, evolucijske stopnje v tehničnem ter oblikovnem smislu. Pri razvoju so upoštevani mnogi tehnični dejavniki, ki so ključnega pomena za merilni instrument, saj tečejo skozenj tokovi do 1000 voltov, ki so lahko življenjsko nevarni.

II) DESIGN OF CORE AND CASING OF MEASURING DEVICE

Key words: design, design from inside out, measuring device, measuring instrument, core, casing

UDK:

ABSTRACT

In this diploma is, developed a high class measuring device. It is developed from inside out by means of the concept of "gestalt" design. The form should follow the function. Characteristic lines indicate width and height of the instrument, or they just round the edges.

Innovative structure of core and casing is used. Core is totally functional.

There are shown the phases of development, evolution stages in technical and design sense. In development are considered several technical factors, some of them are of greatest significance for the measuring device, because in the instrument could be deathly electric current up to 1000 V.

III) KAZALO

0		VII
1	Uvod	1
1.1	Kakovost električne energije	2
1.2	Uporaba merilne naprave	2
1.2.1	Konkurenčni izdelki	3
1.3	Pomen dizajna	4
1.3.1	Dizajn od znotraj navzven	6
1.3.1.1	Koncept geštalta	7
1.4	Zahteve pri oblikovanju	8
1.4.1	Standardi in priporočila	8
2	Oblikovanje jedra in ohišja- sestava merilne naprave	9
2.1.1	Prva faza – zasnova in virtualizacija	9
2.1.2	Druga faza – vpeljava vmesne plošče in komprimiranje novonastalega jedra	12
2.1.3	Tretja faza – tehnične rešitve posameznih sklopov in izdelava oblikovnih rešitev	13
2.1.4	Četrta faza – optimizacija	18
2.2	Material in postopek izdelave	19
3	Rezultati in analiza končnega izdelka	19
3.1	Povzetek razvoja	19
3.1.1	Gabariti instrumenta	22
3.1.2	Baterije	22
3.1.3	Vhodne in izhodne naprave	22
3.1.4	Zgradba instrumenta	22
3.1.5	Komunikacijski del	22
3.1.6	Osnovna plošča	23
3.1.7	Tesnjenje	23
3.1.8	Baterijsko držalo	24
3.1.9	Zadnja plošča	24
3.1.10	Nalepke	24
3.2	Sestavni deli	24
3.3	Oblikovne karakteristike	33
3.3.1	Linija kot tehnični element	34
3.3.2	Vzorec kot tehnični element	39
3.4	Barva instrumenta	40
3.5	Ergonomska vrednost	40
3.6	Segrevanje naprave	43
4	Zaključek	44

IV) UPORABLJENI SIMBOLI

T	-	temperatura
q	-	toplotni tok
R	-	toplotni upor
M	-	major
m	-	minor

V) UPORABLJENE KRATICE

CAD¹ – Computer Aided Design (računalniško podprto konstruiranje)

CAT² – Computer Aided Testing (računalniško podprto testiranje)

EMC³ – Electro Magnetic Compatibility [14]

EN⁴ – Electrotechnical Norms (standardi za elektriko)

ICSID⁵ – International Council of Societies of Industrial Design. (Mednarodni svet društev za industrijsko oblikovanje. Ustanovljen 1957 v Londonu) [6]

IEC⁶ – International Electrotechnical Commission [18]

IP⁷ – Ingress Protection (zaščita pred vdorom)

LCD⁸ – Liquid Crystal Display

SD⁹ – Security Digital (tip spominske kartice)

SLS¹⁰ – Selective Laser Sintering (selektivno lasersko sintranje)

STL¹¹ – Stereolithography (stereolitografija, računalniški format datotek, prostorskega tipa, ki se uporablja pri slojevitih tehnologijah hitre izdelave)

USB¹² – Universal Serial Bus (univerzalno serijsko vodilo)

VDE¹³ – Verband Deutscher Elektrotechniker (nemško združenje, ki od leta 1893 oblikuje varnostna in preskusna določila za elektrotehnične naprave in sestavne dele)

VI) UPORABLJENI POJMI

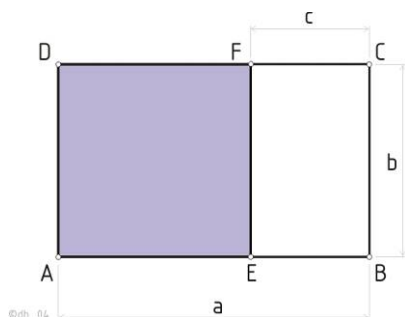
ZLATI REZ - (latinsko *sectio aurea*, tudi *sectio divina*) je razmerje, ki ga lahko ponazorimo z razdelitvijo daljice na dva neenaka dela tako, da je razmerje manjšega proti večjemu enako razmerju večjega proti celotni dolžini daljice. To razmerje je približno 1,6180339887489...

[15] ali

$$\phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1,6180339887489\dots$$

Enačba 0.1

Definiramo ga lahko tudi kot razmerje stranic pravokotnika, ki mu po izrezu največjega kvadrata ostane pravokotnik z enakim razmerjem stranic. Pravokotniku s stranicami v zlatem razmerju pravimo zlati pravokotnik.



Slika 0.1: Zlati pravokotnik.

Slika 0.1 predstavlja sorazmerje:

$$\frac{a}{b} = \frac{b}{c} = \phi$$

Enačba 0.2

ali če izrazimo stranici a in b z **majorjem** $M = a$ in **minorjem** $m = b$

$$\frac{M}{m} = \frac{m}{M - m} = \Phi$$

Enačba 0.3

[16]

GEŠTALT - Kadar estetika v oblikovanju predstavlja samo eno neločljivih funkcij predmeta, so funkcionalni in simbolični elementi v celoti integrirani v predmet in relacija med obliko ter funkcijo preprečuje pretirano osamosvojitve okrasnih elementov. Tovrstni elementi so integralni del celote in oblikovnega pojma, ki ga Quarante poimenuje "koncept geštalta", in po katerem je izdelek strukturiran sklop [6].

QUARANTE Danielle – Oblikovalski teoretik.

SHAKERJI – Skupnost Shakerjev je sekta s krščanskim poreklom, ki so jo leta 1774 v ZDA ustanovili priseljenci iz Anglije. V sredini 19. stoletja je v Novi Angliji, Kentucky-ju, Ohio in Indiani organizirano živelo dvajset takšnih skupnosti. Leta 1832 pričnejo prodajati pohištvo in druge izdelke iz svoje proizvodnje, ki je pred tem služila le skupnosti. V prostovoljni izolaciji od sveta shakerji ne zavračajo tehnoloških inovacij, ki so jih ocenili za koristne. V skupnosti si vsi delijo skupne vloge, bivališče in predmete. V skladu s svojim razumevanjem sveta težijo k perfekciji, redu, čistosti in preprostosti. Ta življenjska pravila so postala odlična himna funkcionalizma [7].

PERCENTILI – (procenti, odstotki) v znanosti ergonomije uporabljen izraz, ki opisuje Gaussovo normalno distribucijo, pomeni pa populacijo od minimuma do maksimuma; npr. statistično povprečna velikost oseb je razdeljena od 0 do 100 percentilov. Tako npr. 5 percentilov pomeni najmanjše ljudi, nad 95 percentilov pomeni velikane, vmes pa so osebe povprečne velikosti, za katere se ergonomsko projektirajo delovna mesta in orodja. Povedano drugače, ekstremne vrednosti se zanemarijo.

SOPOMENKE:

Aparat = instrument = naprava = merilna naprava

Tiskanina = matična plošča = osnovna plošča = vezje = tiskano vezje

LCD = monitor = ekran = zaslon

1 Uvod

Električna energija predstavlja dandanes najpomembnejšo obliko energije, ki poganja naprave v bivališčih ali industriji. Vklopi in izklopi teh naprav povzročajo tokovna nihanja električne energije, ki so lahko usodna za občutljivejša vezja. Teh nihanj sicer ne vidimo, opazimo pa posledice – vezja pregorijo ali se izklopijo. Če se take napake ponavljajo, poskušamo najti vzrok oziroma povzročitelja motenj. To opravimo z meritvijo kakovosti električne energije. Za to se uporabljajo naprave za testiranje kakovosti električne energije – Power Quality Tester. Posamezni proizvajalci jih ponavadi poimenujejo po svoje. V principu gre za merilne naprave, ki se z veznimi sponkami priključijo na električno omrežje, nato pa merijo in beležijo lastnosti elektromagnetnega pojava, imenovanega kar elektrika.

Te naprave se razlikujejo med sabo po kvaliteti, rangi delovanja in seveda ceni. Tudi način delovanja se spreminja, saj je tehnološki razvoj prinesel marsikatero novost. Prve merilne naprave so bile analogne, sledile so digitalne, dandanes so ti merilni aparati že računalniki z vgrajenim operacijskim sistemom, zaslonom, občutljivim na dotik, in uporabniku prijaznim in preglednim uporabniškim programskim vmesnikom. Temu mora slediti tudi dizajn naprav, saj je konkurenca velika in hitro prevzame kupca, ki je prvi pogoj in člen vsake proizvodnje.

V tej diplomski nalogi je po metodi oblikovanja od znotraj navzven razvita merilna naprava. Skozi razvoj smo uvedli tudi dve inovaciji z vidika naročnika, za katerega je bil izveden projekt merilne naprave. Prva je princip vmesne plošče in s tem kompaktnega funkcionalnega jedra in ohišja. Druga inovacija pa je pritrditev komunikacijskega pokrova z najlonsko vrvico, kakršna se uporablja v konfekcijski industriji za pritrjevanje cen in proizvajalčevih listkov.

Skozi razvoj je izvedenih mnogo sprememb in zadovoljenih mnogo zahtev naročnika, kar kaže na zahtevnost projekta. Končni izdelek bo nenazadnje potoval na vse večje svetovne trge; od azijskega, avstralskega, južnoameriškega, do evropskega, in sodi v visokokakovostni razred.

1.1 Kakovost električne energije

Definicija za kakovost električne energije sloni na principu CAT² – Computer Aided Testing (računalniško podprto testiranje)

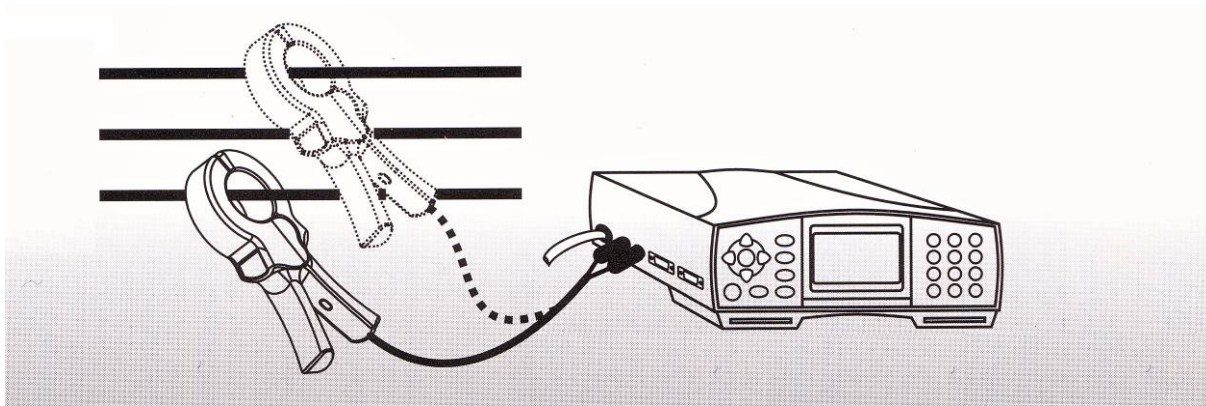
EMC³, ki sledi. Izraz "kakovost energije" se nanaša na širok raznolik elektromagnetni fenomen, ki opisuje napetost in tok pri danem času in dani lokaciji na energetskega sistema.

(IEEE 1159:1995 "IEEE recommended practice for monitoring electric power quality")

Standard IEC⁶ 61000-4-30 "Testing and measurement techniques-power quality measurement methods" definira kakovost energije kot "značilnosti energije v dani točki na elektroenergetskem sistemu je ocenjena z nizom referenčnih tehničnih parametrov" [1].

1.2 Uporaba merilne naprave

Merilno napravo bo uporabljal kvalificiran strokovnjak iz področja elektrike. Naprava se za dalj časa priključi na merjeno omrežje; od 7 do 15 dni, odvisno od frekvence vklopov in izklopov motilnih porabnikov.



Slika 1.1: Priključitev obstoječe merilne naprave.

Slika 1.1 prikazuje priključitev obstoječe merilne naprave v omrežje s tokovnimi kleščami. Naprava ima vgrajene baterije, tako da ima lastno napajanje, lahko pa se napaja iz električnega omrežja, na katerega je priključena.

Po opravljeni meritvi se podatki prenesejo na osebni računalnik s pomočjo USB¹² ključa, podatkovnega kabla ali pomnilniške kartice, kjer se obdelajo in izdela poročilo. Možna je tudi t.i. "on-line" meritev. Pri tem se aparat priključi, vklopi porabnik (npr. motor), kar se

nekajkrat po potrebi ponovi, nato pa se iz izmerjenih podatkov izdela poročilo, kateremu nato sledijo potrebni ukrepi.

1.2.1 Konkurenčni izdelki



Slika 1.2: DRanetz -PX-5



Slika 1.3: Elcontrol -Jupiter Plus.

Slika 1.2 in Slika 1.3 predstavljata konkurenčna izdelka podobnih karakteristik, ki sta že na tržišču. Resnejši konkurent je aparat DRanetz, saj ima zaslon, občutljiv na dotik, pa tudi dizajnersko ima višjo estetsko vrednost. Naročnik nas je sam opozoril, da jim je DRanetz resen konkurent tudi glede tržnega prekrivanja z njihovimi izdelki.

1.3 Pomen dizajna

V etimološkem smislu pojem "dizajn" ni povsem definiran oziroma je večpomenski. Latinski glagol "designare" pomeni označiti, risati. Pod podobnim pomenom je prenesen v angleščino:

- design: označuje načrt, skico, vzorec;
- by design: namerno zasnovati, risati, planirati, odrediti.

Iz francoskega govornega področja izvira termin istega etimološkega korena, vendar drugačnega pomena: dessin v smislu vzorca. Ta termin je kasneje v anglosaškem področju dobil povsem drugačen pomen. Tako "oblikovanje" označuje "industrial design", medtem ko "engineering design" označuje inženirsko konstruiranje. V glavnem ima "design" širok spekter pomenov; od oblikovanja industrijskega proizvoda, preko konstruiranja in projektiranja, do vsake intelektualne konceptualizacije. V naši strokovni literaturi se je ustalil smisel interdisciplinarne prakse kreiranja oblike proizvedenih predmetov [3].

Izraz 'dizajn' v povezavi z industrijsko proizvodnjo pričnejo uporabljati v Angliji sredi devetnajstega stoletja. Dizajn se do danes konkretno uveljavi kot poklic in kot disciplina reševanja določenih problemov industrijske izdelave. Oblikovalec deluje v splošnem procesu oblikovanja našega predmetnega sveta. Predmete pretvarja v koherentno celoto upoštevajoč stališča proizvajalca in uporabnika, ter tako izboljšuje človeško okolje, pogojeno z industrijsko proizvodnjo. Pojem 'dizajn' pojmovno povezuje tehnične in umetniške discipline. Namen dizajna se realizira preko funkcije. Oblika sledi funkciji oziroma je z njo identična. V sodobnem dizajnu je, poleg metode, uporabnosti, potrebe, namembnosti in asociacije, tudi estetika del funkcije uporabnega predmeta. Poklic oblikovalca izhaja iz potrebe po koordinaciji in humanizaciji razvoja uporabnih predmetov. V sodobnih oblikovalskih izobraževalnih programih so, poleg specifičnih oblikovalskih znanj, zastopane naravoslovne, tehnične in humanistične znanosti ter umetniške veščine. Oblikovalcem je mogoče privzgojiti kreativnost. Bistvo poklica je kreativna interdisciplinarna integracija naravoslovnih in humanističnih disciplin ter umetniških veščin in usklajevanje interesov vseh udeležencev v procesu reprodukcije in distribucije uporabnih predmetov.

V zgodovinskem smislu se funkcionalizem v industrijskem oblikovanju na dogmatski način najavi že v prvi polovici 19. stoletja pri shakerjih, ki menijo, da vsaka zahteva ustvari obliko, in da mora vsak predmet izpolniti svojo funkcijo in uresničiti svojo uporabno vrednost [7].

Definicija iz slovarja se glasi:

Dizájn: dajanje oblike predmetu z upoštevanjem skladnosti med funkcionalnostjo, estetiko in tehnološkim procesom; (industrijsko) oblikovanje: ukvarjati se z dizajnom/ razstava dizajna [8].

Klasifikaciji za dizajn, sprejeta na ICSID⁵, podal pa jo je Quarante, se glasi:

Industrijski dizajn je ustvarjalna aktivnost, katere cilj je določanje formalnih kvalitete industrijsko proizvedenih predmetov. Te formalne kvalitete obsegajo tudi zunanje karakteristike, predvsem pa strukturalne in funkcionalne odnose, ki pretvarjajo sistem v koherentno celoto, tako s stališča proizvajalca, kakor tudi s stališča uporabnika. Industrijski dizajn zajema vse aspekte človekovega okolja, pogojene z industrijsko proizvodnjo [7].

Osnovni cilji dizajna so:

- ustvarjanje izdelkov, predmetov za splošno uporabo in
- prilagajanje teh izdelkov uporabnikom.

Faktorji dizajna so:

- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - tehnični - ergonomski in - estetski | } | Uporaba v smislu najbolj ekonomične rabe materiala, spretnosti in orodja. |
|---|---|---|

Glavno področje inženirskega oblikovanja predstavlja tehnični faktor, glavno področje industrijskega dizajna pa ergonomski in estetski faktor [3].

Tehničnemu faktorju mora biti povsem zadoščeno. Je pravzaprav preprosto merljiva komponenta; sklop deluje ali ne, se prilega ali ne.

Težje merljiv je ergonomski faktor, saj izdelek ergonomsko ustreza neki povprečni populaciji, oziroma le določenim percentilom populacije. Ekstremi, torej zelo veliki in zelo majhni ljudje, so pri tem izpuščeni. Torej bi lahko rekli, da bi za popolno ergonomsko ustreznost

morali prilagoditi izdelek vsakemu posamezniku posebej, kar je v serijski proizvodnji skoraj neizvedljivo.

Najtežje je ovrednotiti estetski faktor izdelka. Estetika je pravzaprav rezultanta naslednjih dejavnikov:

a. povsem emocionalni dejavniki

Ti dejavniki so vezani na občutenje, opažanje. So torej povsem subjektivno naravnani.

b. spoznavni dejavniki

Estetski doživljaj je vezan na to, kar poznamo, na osebno interpretacijo naših spoznanj, na našo kulturo.

c. intelektualni dejavniki

Ti dejavniki vzbujajo občutek zadovoljstva na podlagi logične zaznave proizvoda, njegove čistosti, dobre prilagojenosti, zadovoljstva, ki izhaja iz uspešno postavljenih harmoničnih proporcev ali preprosto iz matematične igre.

d. psihofizični dejavniki

Estetsko zadovoljstvo je odvisno od naših doživljajev, od fizioloških pragov percepcije, od osebnih psihičnih lastnosti. Ti različni dejavniki različno močno in posamezno vplivajo na odnos, ki ga vzpostavljamo s predmeti [6].

"Vsaka zamisel je dizajn. Za dober dizajn pa bi lahko rekli, da je duhovita stvaritev, zamisel ali osnutek, ki je na temelju kompleksne rešitve povezan in oblikovan v harmoničen sistem, in ki zadovoljuje prave potrebe uporabnika" [7].

1.3.1 Dizajn od znotraj navzven

To je oblikovalski aspekt "geštalta", pri katerem najprej razdelamo funkcionalno notranjost – jedro, zunanji dizajn pa kasneje prilagajamo jedru. Lahko bi rekli, da oblika sledi funkciji. Vendar je zunanji dizajn v močni interaktivni povezavi z jedrom. Tak dizajnerski pristop ima v končni fazi veliko prednosti, vendar je faza razvoja veliko kompleksnejša kot pri konvencionalnem pristopu.

Klasična pot je obratna; oblikovalec naredi idejno zasnovo, določi zunanost izdelka, nato pa se jedro prilagaja lupini. Pri tem velikokrat pride do težav pri razporeditvi komponent jedra.

Notranjost običajno ni optimirana, pojavlja se neizkoriščen prazen prostor ali pa je treba naknadno premeščati komponente ali prilagajati obliko.

Pri dizajnu od znotraj navzven mora oblikovalec imeti, poleg čuta za estetiko in znanja ergonomije, tudi znanja tehnične plati oblikovalskega problema. Pri tem se kaže potreba po povezovanju tehničnih in oblikovalskih znanj. Primerjava med oblikovanjem od znotraj navzven in klasičnim pristopom prikazuje Preglednica 1.1.

Preglednica 1.1: Primerjava med dizajnom od znotraj navzven in klasičnim pristopom.

<u>Dizajn od znotraj navzven</u>	<u>Klasičen pristop</u>
- najprej jedro, nato lupina	- najprej zunanost, nato notranjost
- optimalna oblika lupine glede na jedro in končno funkcionalnost izdelka;	- "dizajnerska" oblika, vendar vprašanje, če je izdelek optimalen in popolnoma funkcionalen;
- zahtevnejša pot, vendar je na koncu izdelek bolj optimalen, tako da je tudi krajša pot do serijskega proizvoda;	- enostavnejša pot, vendar sledijo še prilagoditve in kompromisi, ki ponavadi podaljšajo čas razvoja in s tem pot do serijskega proizvoda;
- izdelek nima imena znanega oblikovalca, saj ti običajno ne obvladujejo tehničnega področja dizajna.	- izdelek ima lahko ime znanega oblikovalca, ki se zelo drago proda, saj dizajnerji obvladajo področje "zunanjega" oblikovanja.

1.3.1.1 Koncept geštalta

Kadar estetika v oblikovanju predstavlja samo eno od predmetu neločljivih funkcij, so funkcionalni in simbolični elementi v celoti integrirani v predmet in relacija med obliko ter funkcijo preprečuje pretirano osamosvojitve okrasnih elementov. Tovrstni elementi so integralni del celote in oblikovnega pojma, ki ga Quarante poimenuje "koncept geštalta" in po katerem je izdelek strukturiran sklop [7].

1.4 Zahteve pri oblikovanju

Naročnik je na začetku poslal zahtevnik, ki obsega 15 strani. Celotno analizo zahtev vsebuje Preglednica 3.1. Nekatere zahteve so bile plod analize trga in izkušenj pri proizvodnji predhodnih naprav, druge pa so pogoj za normalno in varno delovanje in uporabo merilne naprave. Naloga je kompleksna, zato smo projekt razdelili na 4 faze, in sicer:

1. Faza – zasnova in virtualizacija;
2. Faza – vpeljava vmesne plošče in komprimiranje novonastalega jedra;
3. Faza – tehnične rešitve posameznih sklopov in izdelava oblikovnih rešitev;
4. Faza – optimizacija.

V prvi in drugi fazi je največ pozornosti namenjene tehničnim rešitvam, v tretji in četrti fazi razvoja pa sta pomembna tako tehnični kot estetski in ergonomski faktor. Merilni instrument je namreč kompleksna tehnična rešitev, ki mora v prvi vrsti izpolnjevati zahtevane predpise, zatem pa mora biti naprava všečna za oko in prijetna za roko. Merilne naprave istega cenovnega razreda imajo namreč podobne tehnične karakteristike, kar jih razlikuje, je dizajn; dodana vrednost, ki kupcu izdelek približa ali oddalji. Tako je oblikovni kriterij lahko nenazadnje tudi odločilni faktor pri trženju izdelka.

Ključnega pomena je prav gotovo druga faza razvoja, v kateri smo vpeljali inovativni koncept vmesne plošče. Ta je v nadaljevanju pravzaprav hrbtenica aparata, vezni element, na katerega so pritrjene vse komponente jedra. Zato lahko rečemo, da na ta način dobimo komprimirano jedro, ki je optimirano in nenazadnje neodvisen delujoč sklop naprave.

1.4.1 Standardi in priporočila

Za proizvodnjo in prodajo mora aparat ustrezati določenim standardom in predpisom:

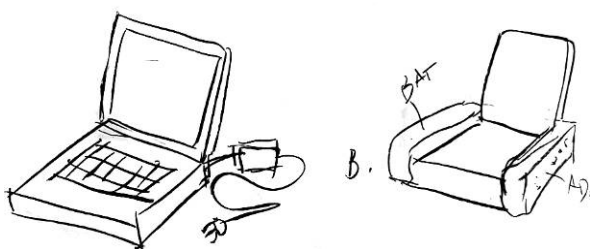
- (EN⁴ 60 529: 1992) 751. To pomeni, da je naprava zaščitena pred prahom in voodporna pri pršenju vode od zgoraj navzdol.
- CAT² III/1000V. Treba je upoštevati minimalne zračne in plazilne razdalje med električnimi vodniki, da ne bi prišlo do kratkega stika. Napetosti dosega do 1000 V. V tem primeru sta zračna in plazilna razdalja minimalno 15 mm.
- VDE¹³ 3400, kar določa hrapavost vidnih površin. Hrapavost naj bo 33.

- Priporočila pri konstruiranju izdelka s postopkom tlačnega litja plastike (Bayer, Bossard, interni standardi naročnika)
- Priporočila pri konstruiranju mesta za vgrajevanje zaslona (napotki proizvajalca zaslonov)

2 Oblikovanje jedra in ohišja- sestava merilne naprave

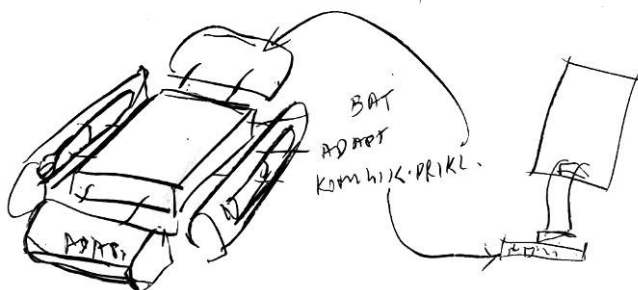
2.1.1 Prva faza – zasnova in virtualizacija

V fazi zasnove smo iskali možne konstrukcijske rešitve ohišja glede na vse zahteve. Tako smo preiskali tri možne rešitve:



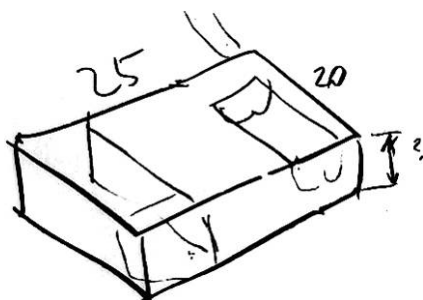
Slika 2.1: Koncept Lap Top.

Koncept *Lap Top*, Slika 2.1, predstavlja splošno uporabljeno obliko prenosnega računalnika, pri katerem monitor v zaprtem stanju predstavlja zaščitni pokrov tipkovnice instrumenta. Električni transformator je zunanji. Možna podvarianeta bi lahko imela baterijsko držalo in transformator kot "privesek" osnovne škatle.



Slika 2.2: Koncept Lateral.

Koncept *Lateral*, Slika 2.2, je pravzaprav naslednja razvojna stopnja prejšnje podvariate. Pri tej so na matično škatlo dodane ostale enote; komunikacijski del, baterijsko držalo, transformatorska enota in močnostna enota. Prednost tega koncepta je kombiniranje različnih izvedb teh enot in mobilnost komunikacijske enote.



Slika 2.3: Koncept All In One.

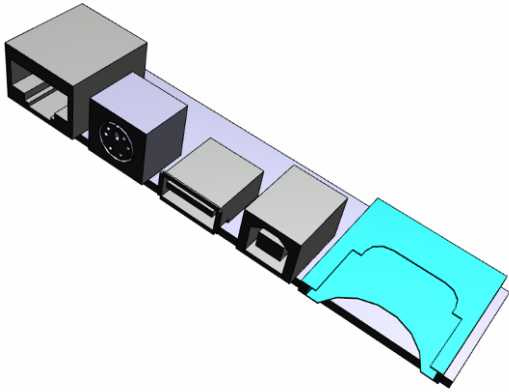
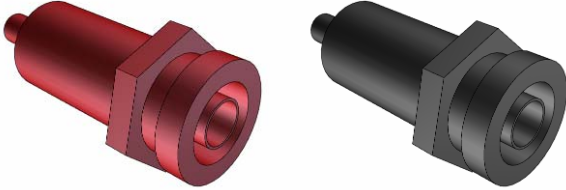



Slika 2.3 predstavlja varianto *All In One*, ki vsebuje vse elemente aparata v eni škatli. Za tesnjenje služijo vmesni prekati, ki dodatno tudi ojačajo ohišje. Je najbolj kompaktna varianta.

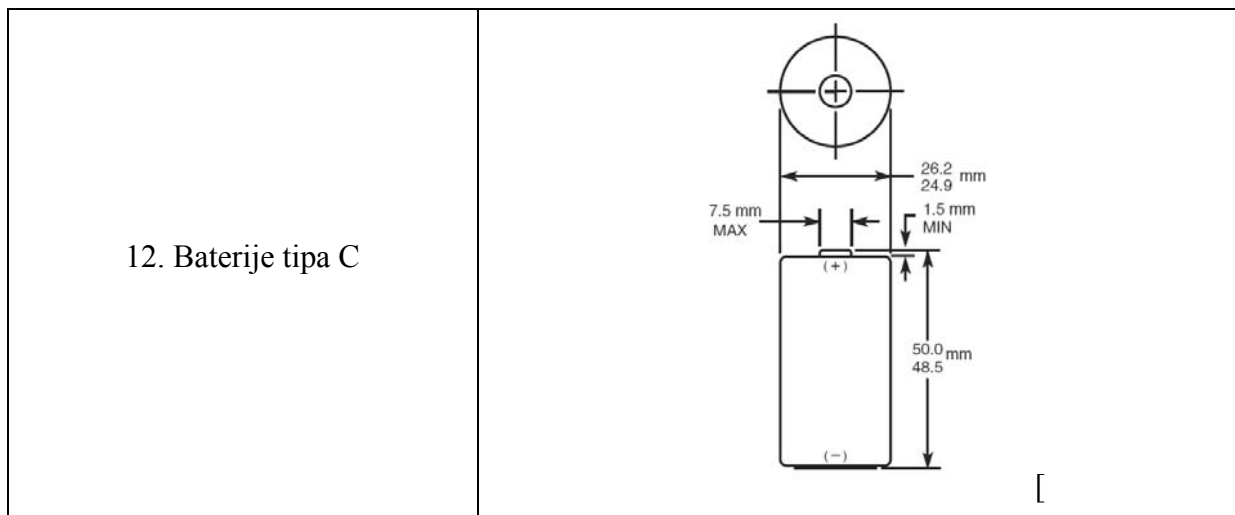
Izbrana je bila verzija All In One, vendar z nekaterimi spremembami. Ohišje je tako kompaktno, enostavno in dovolj robustno za uporabo na terenu.

Virtualizacija pomeni, da smo premerili podane elemente, poiskali standardne in v CAD¹ programu Catia izrisali virtualne modele vseh elementov. Nato je sledila groba razporeditev teh elementov v prostoru. Preglednica 2.1 prikazuje obstoječe elemente.

Preglednica 2.1: Obstoječi elementi.

1. Električni vtič	
--------------------	--

<p>2. Ethernet vtič – RJ45 3. PS2 vtič 4. USB tip A 5. USB tip B 6. Vtič za SD kartico</p>	
<p>8. Okrogel vtič (rdeč in črn)</p>	
<p>9. Trižilni vtič za tokovne klešče</p>	
<p>10. Stikalo za vklop in izklop</p>	
<p>11. LCD⁸- monitor, občutljiv na dotik, velikosti 7 palcev</p>	



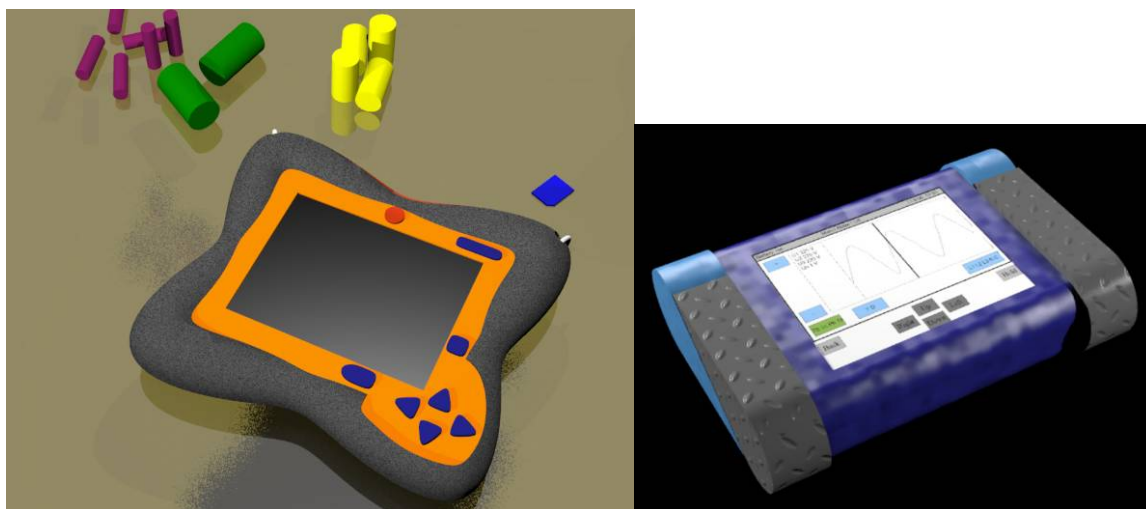
2.1.2 Druga faza – vpeljava vmesne plošče in komprimiranje novonastalega jedra

Ta faza je bila najpomembnejša v celotnem projektu. Vpeljali smo namreč vmesno ploščo, ki je nosilni element kompaktnega jedra, ki mora biti premišljeno konstruirano, da je funkcionalno, hkrati pa določa gabarite končnega izdelka.

Obstoječe elemente smo optimalno razporejali in prilagajali elemente, za katere bo treba izdelati orodje. To so vmesna plošča, zadnja plošča, komunikacijska plošča in baterijsko držalo. Slednja dva elementa sta bila kasneje umaknjena, z namenom, da se zmanjša število orodij. Tako smo skozi celoten postopek dobili kompaktno jedro, katerega bodo lahko v serijski proizvodnji testirali in kontrolirali, saj je samostojni funkcionalni sklop. Tako bo imel delavec lažji dostop in vpogled do občutljivih elementov vezja. Če bo jedro delovalo, bo v nadaljnji sestavi vstavljeno v zgornji del ohišja in zaprto s spodnjim.

2.1.3 Tretja faza – tehnične rešitve posameznih sklopov in izdelava oblikovnih rešitev

V zgodnji fazi zasnove smo izdelali le idejne rešitve, ki pa v glavnem niso imele popolnoma razdelanih tehničnih problemov. Prave oblikovne rešitve smo izdelali šele v pozni fazi komprimiranja jedra. Zunanji dizajn je namreč tesno povezan z jedrom in tehničnimi dejavniki, zato se komprimiranje jedra deloma prepleta z izdelavo tehničnih in oblikovnih rešitev posameznih sklopov v nadaljevanju.



Slika 2.4: Oblikovna zasnova merilne naprave a) metalj in b) panzer.

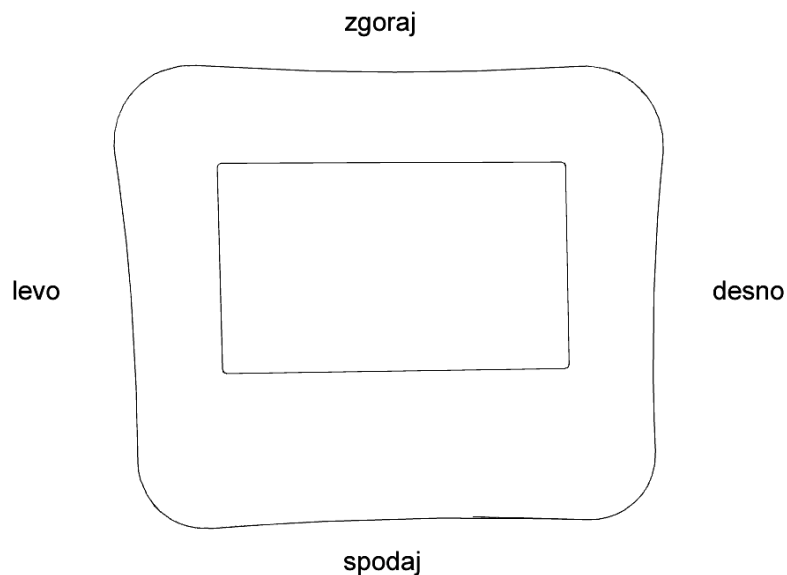
Slika 2.4 predstavlja oblikovni zasnova merilne naprave. Razvidno je, da še nismo imeli razdelanih vseh zahtev, saj skica a) vsebuje gumbe, b) pa je dimenzijsko neustrezna, kar je razvidno iz velikost ekrana proti celotni napravi.

Iskali smo rešitve za več tehničnih problemov:

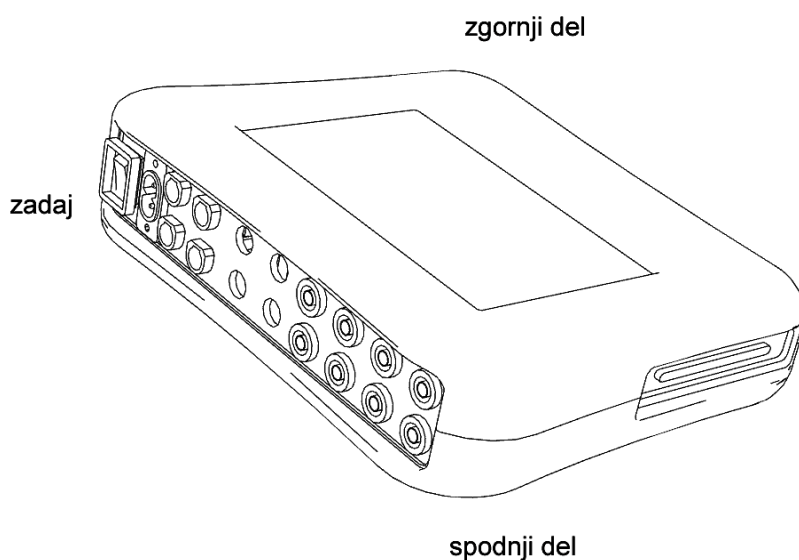
- pozicioniranje vtičev v zadnji in komunikacijski plošči
- tesnjenje
- baterijsko držalo
- noga za postavitve aparata v naklon
- zapiranje komunikacijskega dela naprave
- zaščita aparata pred udarci
- zaščita pred drsenjem
- ergonomski oprijem naprave

Razvoj merilnega aparata je potekal evlucijsko, kar pomeni, da so dane tehnične rešitve zamenjale boljše ali bolj optimalne z oblikovnega, proizvodnega ali ekonomskega vidika. V grobem lahko celotno razvojno fazo razdelimo na 4 generacije.

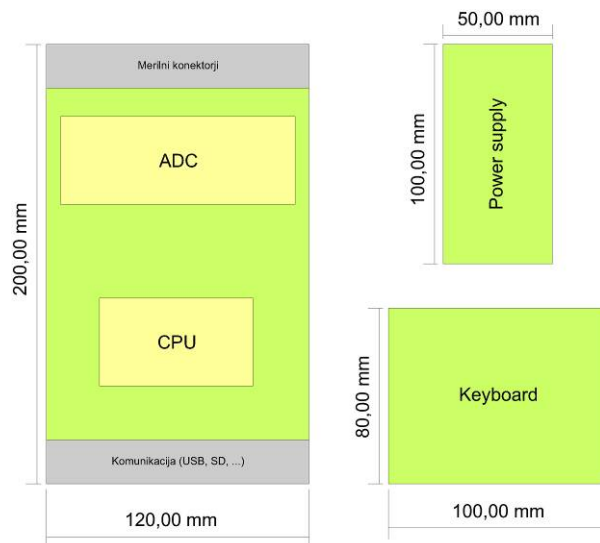
Najprej naj bodo točno opredeljeni pojmi smeri v tlorisu in v prostoru:



Slika 2.5: Smeri naprave v tlorisu.



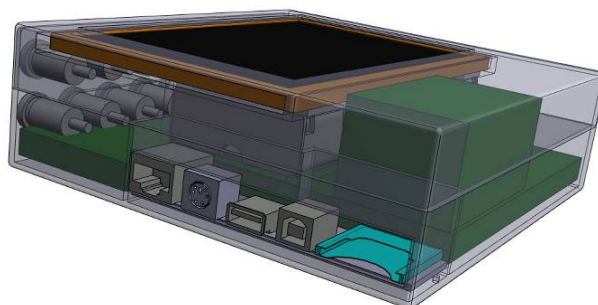
Slika 2.6: Smeri naprave v prostoru.



Slika 2.7: Prvi napotki naročnika glede komponent merilne naprave.

Slika 2.7 predstavlja skico razporeditve naprav, kakršno nam je na začetku predložil naročnik. Tako smo dobili približno predstavo o velikosti posameznih elementov. Za opozorilo velja omeniti, da so nekatere od narisanih naprav v nadaljnjem razvoju umaknjene.

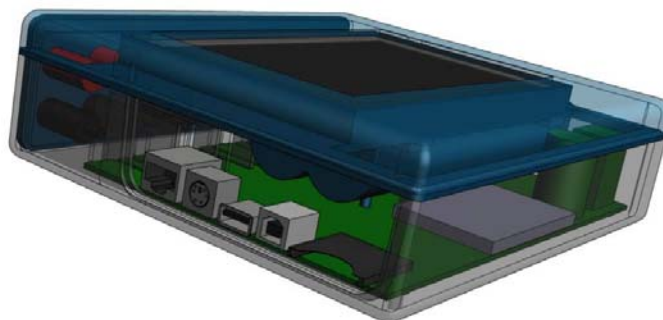
Prva generacija merilne naprave (Slika 2.8). Elementi nedoločenih dimenzij so poenostavljeni v kvadre.



Slika 2.8: Prva generacija pri razvoju instrumenta.

Slika 2.8 kaže, da je matična plošča je v spodnjem delu, komunikacijski del je na levi, ločen od matične plošče, odprtina za baterije na desni strani. Ekran se vstavi z leve strani v odprtino. Zadnja plošča je del spodnjega ohišja. Velik zelen kvader predstavlja električni transformator, saj se naročnik še ni točno opredelil glede velikosti. Komunikacijska plošča je ločena od matične, tako da je mogoče izvesti vmesni prekat za boljše tesnjenje. Vendar se pri ločenih tiskaninah lahko pojavi problem nestičnosti pri elektronskih premostitvah, zato smo to rešitev v nadaljevanju opustili.

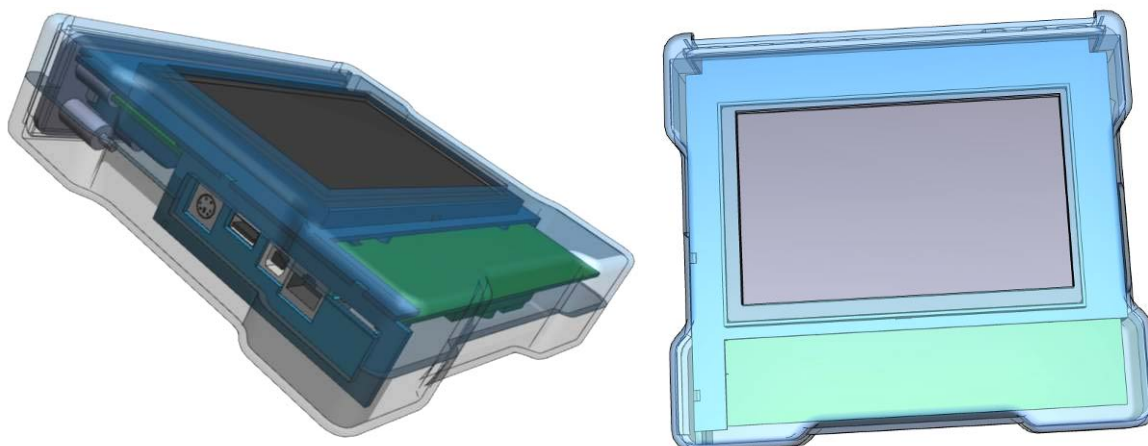
Druga generacija (Slika 2.9)



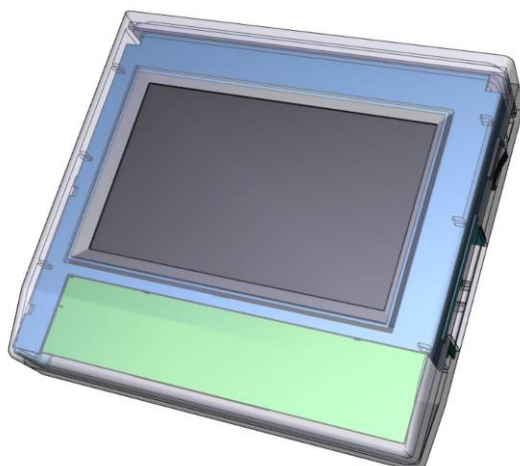
Slika 2.9: Druga generacija v razvoju instrumenta.

Slika 2.9 kaže princip jedra in ohišja. Na vmesno ploščo se pritrdijo tiskanina, zaslon in zadnja plošča. Matična plošča je v drugi generaciji še vedno spodaj, naročnik je določil mero transformatorja – zelen valj in kvader v desnem spodnjem kotu. Transformator je manjši kot v prvi generaciji. Komunikacijski del je integriran na matično ploščo, za tesnjenje služi pokrov na komunikacijskem delu. Ekran se vstavi z notranje strani na vmesno ploščo, z druge strani se privijači baterijsko držalo, vse skupaj pa se vstavi v ohišje.

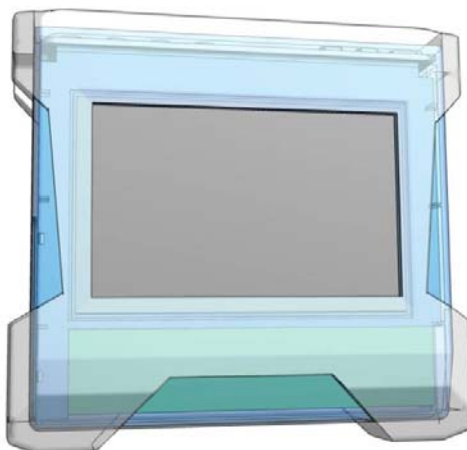
Tretja generacija (Slika 2.10, Slika 2.11, Slika 2.12 in Slika 2.13)



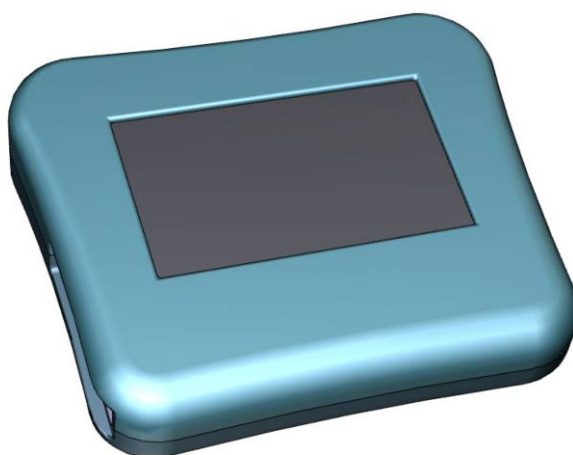
Slika 2.10: Verzija A v tretji generaciji razvoja.



Slika 2.11: Verzija B v tretji generaciji razvoja.



Slika 2.12: Verzija C v tretji generaciji razvoja.



Slika 2.13: Verzija D v tretji generaciji razvoja.

V tretji generaciji je jedro že bolj izpopolnjeno, prvič so opredeljene štiri oblikovne verzije:

A: robust, (Slika 2.10)

B: v-blok, (Slika 2.11)

C: x-rez in (Slika 2.12)

D: soft. (Slika 2.13)

Matična plošča je obrnjena na glavo. Tako so bili najprej komunikacijski vtiči na desni strani, vendar smo jih kasneje na zahtevo naročnika zrcalno prenesli na levo stran, kjer so bili v prejšnjih generacijah. Namesto SD⁹ kartice je uporabljena mini SD kartica, zaradi česar se spremeni tudi vtič. Zamenjan je vrstni red komunikacijskih vtičev; ethernet vtič je vrinjen med vtič za mini SD kartico in USB – tipa B.

2.1.4 Četrta faza – optimizacija

Četrta generacija merilne naprave (Slika 2.14) ne spada več v tretjo fazo, ampak že v četrto-optimizacijsko fazo. Postavitev elementov je namreč gotova, potekajo le še manjše modifikacije. Virtualno je celoten instrument prenesen v programsko okolje ProEngineerja. Tega namreč uporablja tudi naročnik in je nenazadnje most pri predaji virtualnega izdelka.



Slika 2.14: Četrta generacija v razvoju izdelka – končna oblika.

Slika 2.14 kaže četrto generacijo, ki pravzaprav združuje detajle tretje: robustnost verzije A, preprostost verzije B, princip mehkega nalitka na trdo plastiko verzije C in mehke zaobljene

robove verzije D. Dodani so še detajli kot so mesta za nalepke in jasne naznačitve oprijemnih mest.

2.2 Material in postopek izdelave

Končni serijski izdelek (približno 300 kosov letno) bo izdelan iz umetne mase ABS (*Terluran® GP-22*) s tlačnim litjem. Mehki deli bodo iz mehke gumiplastike. Treba je upoštevati določene zahteve, ki omogočajo ustrezno kvaliteto površine, obstojnost in celotno obliko aparata.

Pri izdelavi je treba upoštevati:

- izvlečne naklone: po izkušnjah naročnika znaša ta pri hrapavosti zunanje površine (33 po VDE 3400) 3° in pri notranji površini 1° . Izvlečni naklon omogoča ločitev ulitega izdelka od orodja. Pri nezadostnem ali celo negativnem naklonu, izdelka ni mogoče izvleči iz orodja.
- maksimalno debelino stene materiala: Če je stena plastičnega litega izdelka predebela, se pri ohlajanju plastike pojavi udrtina. Vzrok za to je krčenje materiala pri ohlajanju. Kjer je stena primerne debeline, se ohladi enakomerno, če pa preseže kritično mero, se zunaj bolj ohladi, znotraj pa še ostane vroča. Ko se ohladi tudi ta sredica, pri skrčenju potegne s sabo še zunanjo plast. Tako namesto ravne površine dobimo vbočeno.
- tesnilne robove za nalivanje mehkega materiala. Pri nalivanju namreč že ulit izdelek služi kot del orodja in mora biti na stičnih mestih zagotovljeno tesnjenje pri tlakih do 8 barov.

3 Rezultati in analiza končnega izdelka

Instrument oziroma njegove komponente smo vseskozi spreminjali in prilagajali. Vsake spremembe posebej nima smisla omenjati, zato je treba postaviti nek okvir in izpostaviti le pomembnejše modifikacije.

3.1 Povzetek razvoja

Najprej preglejmo, v kakšni meri smo zadovoljili naročnikove zahteve, kakšni so naši inovacijski vložki in kaj še ni definirano. Preglednica 3.1 na kratko prikazuje povzetek razvoja in primerjavo med zahtevanim in izdelanim.

Preglednica 3.1: Povzetek razvoja – primerjava med zahtevanim in izdelanim.

	Zahteve naročnika:	Izdelano
Gabariti instrumenta	300mm x 210mm x 65mm	232mm x 208mm x 58mm
Tip baterij	6 baterij tipa AA, ali 4 baterije tipa C ali 2 bateriji tipa D	6 baterij tipa C
Vhodne in izhodne naprave	Varianta I: LCD in 13 funkcijskih tipk Varianta II: LCD, občutljiv na dotik, samo tipka vklop/izklop Predlagani 4 tipi monitorjev, vsi velikosti 7 palcev, vendar različnih debelin in z različnimi priklopi	Izbran zaslon, občutljiv na dotik. Vmesna plošča je prilagojena, tako da je mogoče uporabiti dva tipa monitorjev (ET070000DM6 in OSD070TN84)
Zgradba instrumenta	/	Vpeljava vmesne plošče v zgradbo instrumenta, kar je inovacija – s tem dobimo funkcionalno komprimirano jedro in ohišje.
Komunikacijski del	Naj bo na matični plošči in mora vsebovati vtiče: - ethernet - PS2 - USB tipa B - USB tipa A - vtič za SD kartico	Uporabljeni vsi zahtevani vtiči. Trikrat zamenjan vrstni red komunikacijskih vtičev. Namesto vtiča za SD kartico je SD mini. Najprej predlagana komunikacijska ploščica, na koncu odstranjena – ploščica z izrezi za vtiče je del ohišja.
Osnovna plošča	Vstavi se v ohišje. 5 mm zračnosti za višino elementov na plošči.	Velikost spremenjena petkrat, obrnjena na glavo, trikrat spremenjena razporeditev

		lukenj za priklopne kable monitorja.
Tesnjenje	Ohišje mora biti tesno na prah in pršenje vode od zgoraj navzdol (IP 51).	Izdelani so utori za tesnjenje, v katere se vstavi gumijasto tesnilo okroglega prereza $\varnothing 3$ mm, komunikacijski del ima pokrov iz mehke gumiplastike, ki se tesno prilega v odprtino, LCD se zatesni z blazinastim pravokotnim tesnilom.
Baterijsko držalo	Predlagano standardno, oziroma uporabljeno že v prejšnjih instrumentih ali nova konstrukcija ali vgrajeno kot del ohišja.	Najprej predlagano standardno, nato posebno ločeno, nazadnje vgrajeno kot del spodnjega ohišja.
Zadnja plošča	Vsebovati mora: <ul style="list-style-type: none"> - odprtine za 8 napetostnih vtičev - 4 dodatne, zaenkrat prazne prostore za vtiče - 4 vtiče za tokovne klešče - napajalni priklop ter - gumb za vklop in izklop. 	Vsebuje vse zahtevane odprtine. Razporeditev odprtin trikrat spremenjena. Gumb za vklop in izklop najprej nameščen na zadnji plošči, nato v ohišje na levo stran, nato pa nazaj na zadnjo ploščo, zaradi spreminjanja velikosti tiskanine in s tem prostorske omejitve.
Nalepke	Podana okvirna vsebina nalepk, morajo biti pregledne, nalepijo naj se v poglobitev v trdi plastiki. Tako je natančno določeno mesto nalepke, hkrati pa je nalepka zavarovana pred odstranitvijo.	Izdelana poglobitev za nalepko za ime podjetja, ime aparata, tehnične karakteristike, poglobitev za prikaz smeri vstavljanja baterij, poglobitev za nalepko na zadnji plošči.

3.1.1 Gabariti instrumenta

Gabaritno smo znotraj predpisanih mer, širino smo celo zmanjšali za skoraj 30% in višino za 12% od največje dovoljene.

3.1.2 Baterije

Število in tip baterij je bilo naknadno spremenjeno s strani naročnika.

3.1.3 Vhodne in izhodne naprave

Tip zaslona je LCD, občutljiv na dotik. Gumbi tako niso potrebni, razen za vklop in izklop naprave. Naročnik je v času izvajanja tretje faze še iskal najugodnejšega in najprimernejšega ponudnika za LCD zaslone, zato so bile možne štiri opcije. Na koncu se je opredelil za dva, ki pa nista povsem identična. Zato je vmesna plošča prirejena tako, da je mogoče uporabljati enega ali drugega. Pri tem se odlomi ustrezen jeziček plastike.

Ob tem nam je naročnik pojasnil, da potrebuje vsaj dva proizvajalca monitorjev, saj si s tem ob morebitnem propadu enega od njih zagotovi nadaljnjo dobavo "rezervnih" od drugega proizvajalca. Ponudniki prihajajo namreč iz Kitajske, kjer so današnje gospodarske razmere zelo turbulentne.

3.1.4 Zgradba instrumenta

Princip kompaktnega jedra je naša inovacija, saj podjetje tega prej ni poznalo. Zamisel je ta, da bi najprej sestavili kompaktno jedro, delujoč sklop merilnega instrumenta, ki ga lahko testirajo, nato pa popravijo ali zavržejo, ter šele nato vstavijo v ohišje. Lažje je tudi popravilo, saj so komponente za servisierja lažje dostopne.

3.1.5 Komunikacijski del

V to območje instrumenta lahko dostopa uporabnik. Hkrati pa je ta del integriran neposredno na tiskanino, tako da je treba komunikacijski del dobro zaščititi pred zunanjimi vplivi, da se ne poškoduje tiskanina. Tako smo najprej predlagali komunikacijsko ploščico, skozi katero bi bili nameščeni komunikacijski vtiči. Za to ploščico bi potrebovali dodatno orodje, kar zaplete

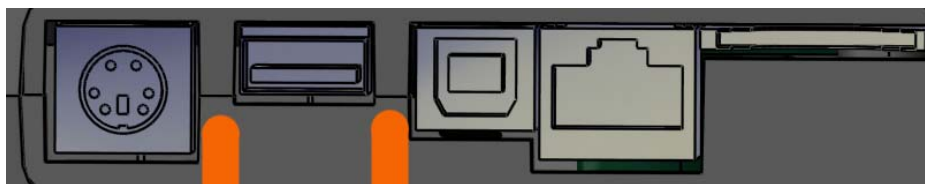
celoten projekt, zato smo odprtine za komunikacijske vtiče predvideli kot del ohišja. Vse skupaj pa se zapira z mehkim pokrovom, ki na stičnih mestih z ohišjem tesni.

Vrstni red vtičev je bil zamenjan zaradi omejitve prostora na tiskanini. Iz istega razloga je uporabljen tudi SD mini vtič, Slika 3.1.



Slika 3.1: Vtič za SD mini spominsko kartico [17].

Pritrditev najlonske vrvice je, prav tako kot koncept vmesne plošče, inovativen. Najlonska vrvica ima predpripravljene kaveljčke, tako da imata konca obliko črke T. Konca se vstavita v luknje v ohišju in na komunikacijskem pokrovu. Vrvica je standardizirana in se uporablja tudi v konfekcijski industriji za pritrjevanje cen in lističev z imenom proizvajalca.



Slika 3.2: Oranžno je označen prostor za širše USB spominske ključe.

Upoštevali smo tudi, da so nekateri USB spominski ključi, ki uporabljajo USB tipa A, lahko širši od vtiča in bi ob morebitni priključitvi kablov bil onemogočen priklop USB ključa. Tako je levo in desno od vtiča USB – A več prostora, kar kaže Slika 3.2.

3.1.6 Osnovna plošča

Velikost osnovne plošče je bila večkrat spremenjena zaradi monitorjev, ali premeščanja drugih komponent v napravi. Tiskanina je bila v izdelavi vzporedno s tretjo fazo razvoja, zato so bile modifikacije izvedene v dogovoru z izdelovalcem tiskanine, bodisi zaradi naših ali njegovih potreb.

3.1.7 Tesnjenje

Stična mesta, ki razmejujejo "čisto" in "umazano" stran aparata, imajo vgrajeno tesnilo.

3.1.8 Baterijsko držalo

Sprva je bilo predvideno standardno, kasneje smo se odločili za posebno. Zaradi poenostavitve in zmanjšanja števila orodij smo nazadnje izdelali baterijsko držalo kot del spodnjega ohišja.

3.1.9 Zadnja plošča

Je prav tako kot komunikacijski del dostopna uporabniku. Pri tem je treba upoštevati predpisane razdalje med električnimi vodniki, da preprečimo morebitne električne preboje, kar določa razporeditev elementov v zadnji plošči. Zadnja plošča se je skozi razvoj spreminjala skladno s spremembami širine in debeline aparata.




3.1.10 Nalepke

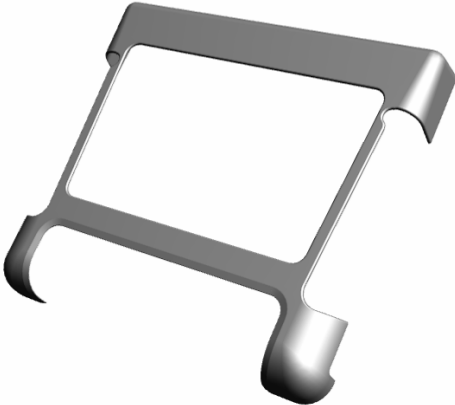
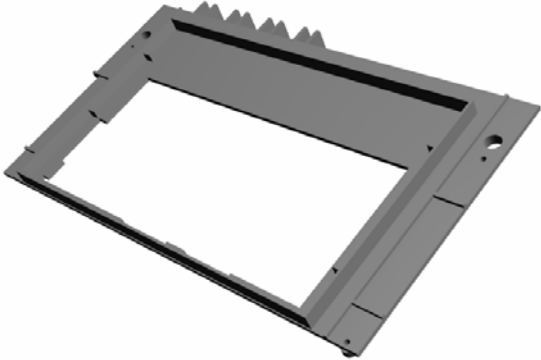
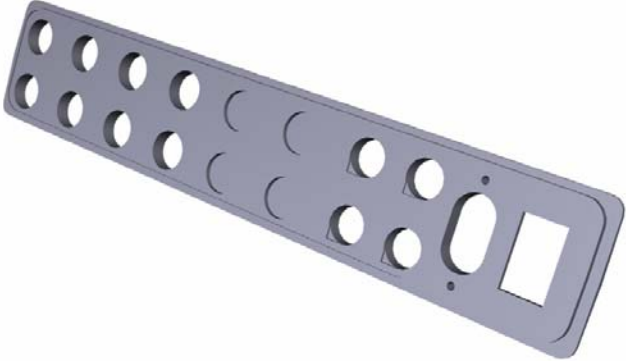

Zaenkrat so predvideni le prostori oziroma poglobitve za nalepke. Poglobitev omogoča natančno pozicioniranje, hkrati pa varuje nalepko pred odstranitvijo. Nalepke so uporabljene predvsem zaradi fleksibilnosti, saj bo tako mogoče z nekaj koraki hitro pripraviti več različic istega instrumenta. Merilna naprava je namreč namenjena različnim jezikovnim trgom in vsak zahteva napise na napravi v svojem jeziku.

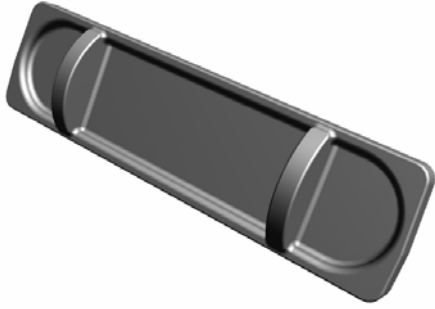



3.2 Sestavni deli

Preglednica 3.2 vsebuje sestavne dele merilne naprave, ki so iz plastike, in za katere bodo izdelana orodja za tlačno brizganje plastike (v oklepaju je podano število elementov v sestavu):

Preglednica 3.2: Sestavni deli merilne naprave iz plastike.

- (1X) zgornje ohišje	
- (1X) zgornji nalitek	
- (1X) spodnje ohišje	

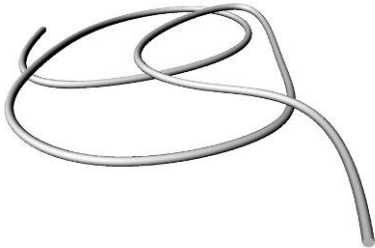
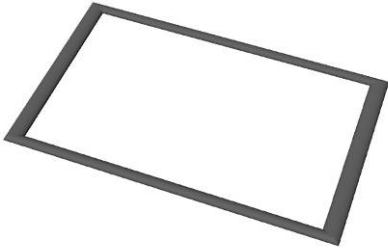
- (1X) spodnji nalitek	
- (1X) vmesna plošča	
- (1X) zadnja plošča	
- (1X) baterijski pokrov	



- (1X) komunikacijski pokrov	
- (1X) noga	
- (1X) pritrdilna letev za nogo	
- (4X) čepki	

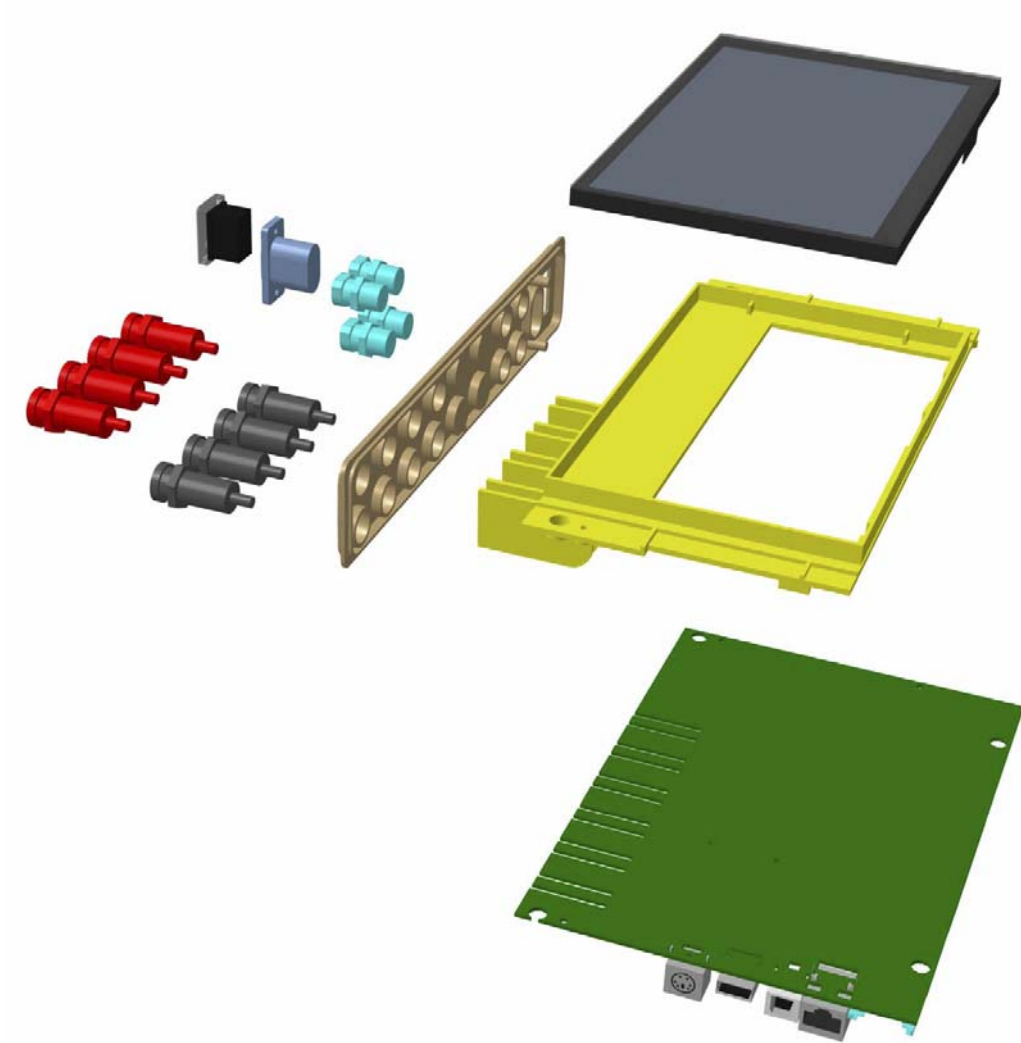
Preglednica 3.3 prikazuje ostale sestavne dele, ki so proizvod elektronikov, grafikov ali so standardni kosi.

Preglednica 3.3: Ostali sestavni elementi

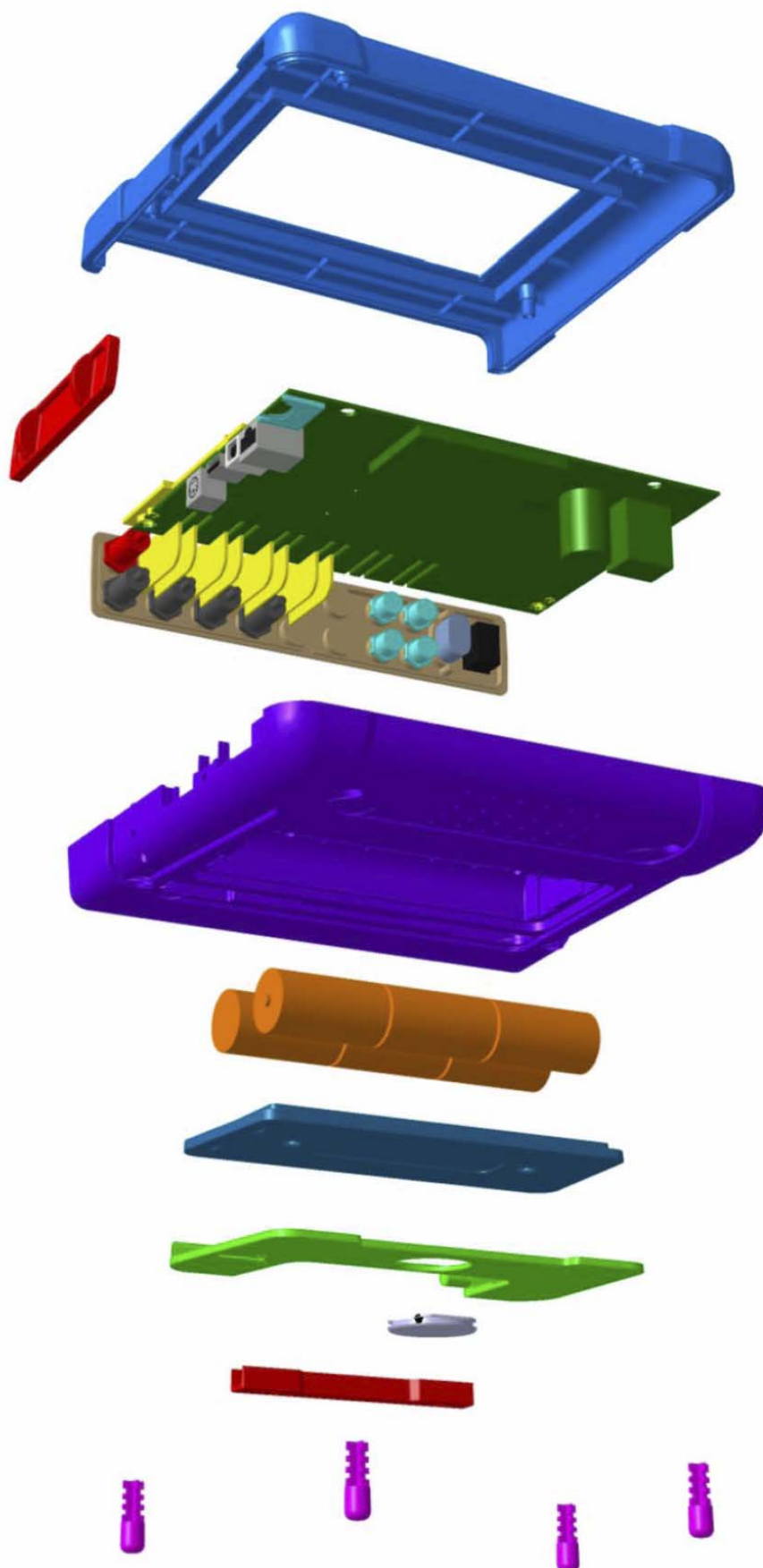
- (1X) tiskanina	
- (1X) LCD	
- (6X) baterije tipa C	
- kablji za povezovanje komponent (odvisno od tipa monitorja)	
- vtiči za zadnjo ploščo	
- nalepke	V izdelavi.
- vijaki	Proizvajalec Bossard - (2X) BN 1205 (vijačni vložek za termoplaste)

	<p>(vstavki za privijačenje baterijskega pokrova)</p> <p>- (4X) BN 13578, KA 40 x 18 (vijak z lečasto glavo in podložko s philips nastavkom) (spenjanje celotnega aparata)</p> <p>- (3X) BN 13577, KA 30 x 6 (vijak z lečasto glavo) (pritrditev matične plošče na vmesno)</p> <p>- (2X) BN 405 DIN 921, M3x12 (vijaki za privijačenje baterijskega pokrova)</p>
<p>- tesnila</p>	 <p>(1X) Neskončno tesnilo okroglega prereza $\varnothing 3$ mm</p>  <p>(1X) pravokotno blazinasto tesnilo</p>

	 <p>(2X) okroglo tesnilo za baterijske vijake</p>
- (4X) vzmeti za baterije	



Slika 3.3: Sestava jedra.



Slika 3.4: Sestava merilne naprave.

Slika 3.3 prikazuje sestavo jedra merilne naprave. Postopek je takšen:

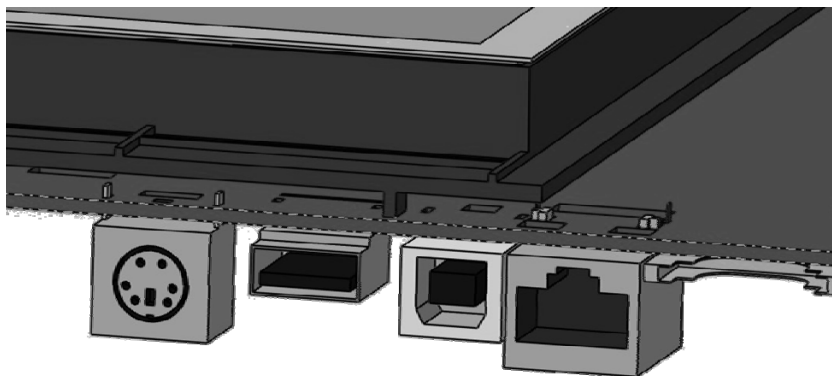
1. v vmesno ploščo se vstavi LCD
2. na vmesno ploščo se nato namesti matična plošča
3. vtiči se pritrdijo v zadnjo ploščo
4. zadnja plošča se poveže z matično

Tako dobimo kompaktno jedro, ki ga delavec v proizvodnji lahko vklopi in testira funkcionalnost matične plošče in ostalih komponent jedra.

Slika 3.4 predstavlja sestavo celotnega instrumenta. Poteka tako:

1. jedro vstavimo v zgornji del ohišja
2. na spodnji del ohišja namestimo komunikacijski pokrov z najlonsko vrvico
3. spodnji del ohišja namestimo na zgornji del in privijamo s štirimi spenjalnimi vijaki
4. v nogo namestimo okroglo ležišče z magnetom
5. nogo namestimo v ležišče spodnjega ohišja
6. pritrdilno letev za nogo privijamo v spodnje ohišje, da fiksiramo nogo
7. namestimo štiri čepke v luknje spenjalnih vijakov
8. vstavimo baterije
9. baterijsko držalo zapremo s pokrovom in privijamo z dvema vijakoma

Sestavljen je celotni merilni instrument PowerQ Tester. Programska oprema in grafični vmesnik sta še v izdelavi, tako da naprava še ni pripravljena za splošno uporabo.

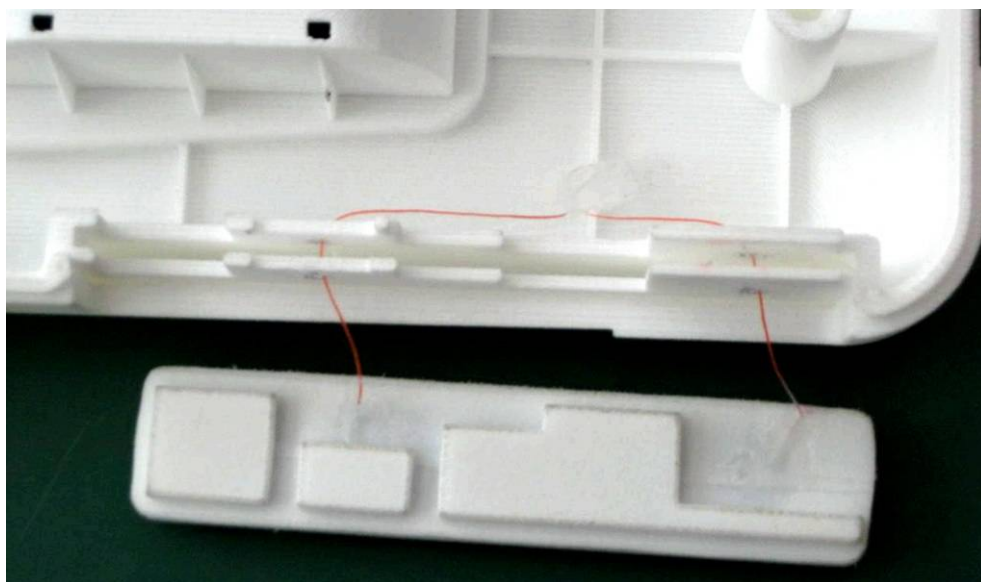


Slika 3.5: Končna razporeditev komunikacijskih vtičev.

Slika 3.5 prikazuje končno razporeditev komunikacijskih vtičev na matični plošči. Od leve proti desni si sledijo:

- PS2 vtič
- vtič USB tipa A
- vtič USB tipa B
- ethernet vtič in
- vtič za SD mini kartico

Komunikacijski del se nahaja na levi strani merilnega instrumenta. Pred prahom in vodo je varovan s komunikacijskim pokrovom, ki je izdelan iz mehke gumiplastike, ter tesno nalega v ležišče. Izvlekljiv je do odločene mere, nato ga zadrži najlonska vrvica, kakor kaže Slika 3.6.



Slika 3.6: Najlonska vrvica za pritrnitev komunikacijskega pokrova.

3.3 Oblikovne karakteristike

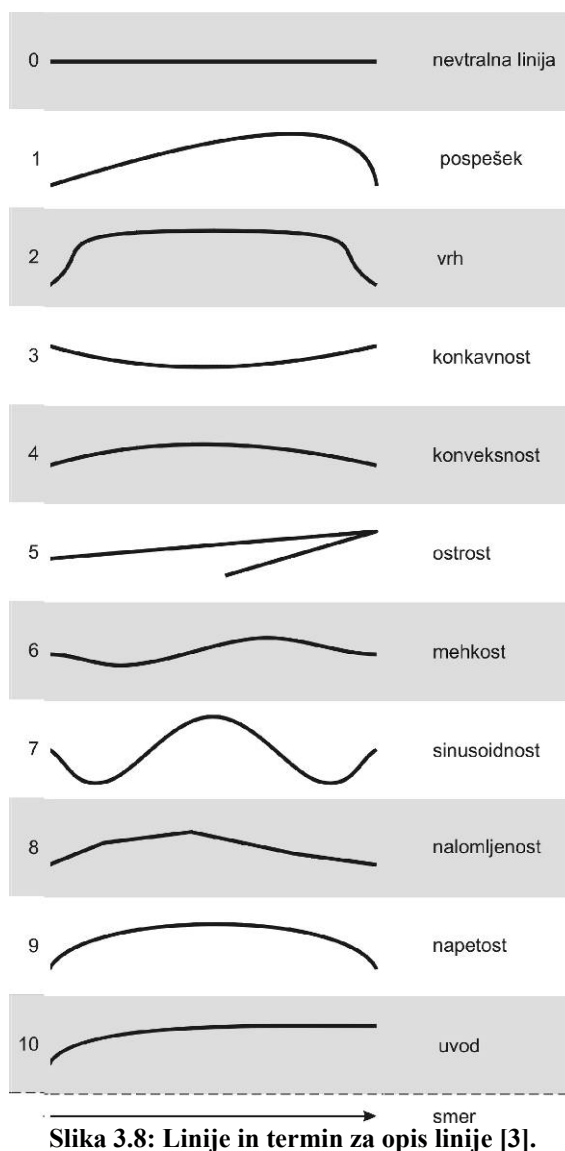
Izmere končnega izdelka so 232x208x58mm. Tloris merilnega aparata je kvadratne oblike, razmerje daljše stranice proti krajši je 1,12. S takim razmerjem ravno dovolj odstopa od oblike kvadrata, da je to nedvomno nakazano. Vizualno tloris naprave v širino raztegne ekran, ki je v zlatem razmerju. Aparat tako daje vtis horizontalne širine.



Slika 3.7: Končni izdelek – merilni aparat PowerQ tester.

3.3.1 Linija kot tehnični element

Vsaka likovna prvina se lahko opiše z eno ali več matematičnimi elementi, kar določeno likovno prvino, recimo linijo, enoznačno določi. Likovni element »linija« je tako tehnično opisan z matematičnim zapisom v obliki polinoma ustrezne stopnje. Komuniciranje med dizajnerjem in konstrukterjem bi bilo na taki ravni zapleteno in dolgotrajno, zato so se uvedli termini za posamezno obliko linije:



Slika 3.8: Linije in termin za opis linije [3].

Slika 3.8 kaže linije, ki se lahko uporabijo za opisovanje likovnih elementov, linije in forme ter seveda tudi odnosov med njimi [3].:



Slika 3.9: "V linija".

Slika 3.9 prikazuje "V linijo", ki je sestavljena iz dveh parov nevtralnih linij ter natančno določa smer spodaj oziroma smer "rasti" aparata.



Slika 3.10: Mehko zaokrožen rob.

Slika 3.10 kaže mehko zaokrožen rob monitorja, ki prehaja v rob poglobljenega prijemališča. Ta linija je sestavljena iz nevtralne linije, ki prehaja v mehko in nato spet v nevtralno, kar se še enkrat ponovi, vse skupaj pa tvori zaprto linijo. Podobne lastnosti imajo linije komunikacijskega pokrova, kar prikazuje Slika 3.11.



Slika 3.11: Mehko zaokrožen pokrov komunikacijskega dela naprave.



Slika 3.12: Linija vidnega polja monitorja.

Slika 3.12 prikazuje, da se linija vidnega polja monitorja zgoraj nadaljuje v stranski rob, ki razmejuje trdo plastiko in mehko gumiplastiko na obeh straneh. Spodaj se vodoravna linija, meja med mehko in trdo plastiko, nadaljuje v stranski razmejivni rob. Robovi so mehko zaobljeni, kar daje občutek uglajenosti in mehкости.



Slika 3.13: Zgornji rob nad ekranom.

Slika 3.13 kaže stranski pogled na zgornji rob nad ekranom, ki se zaključí izbočeno, kar omehča zgornjo ravno ploskev. Uporabljena je linija uvoda, kar je pravzaprav logični začetek aparata. S tem je nakazan uglajen in skladen začetek aparata.

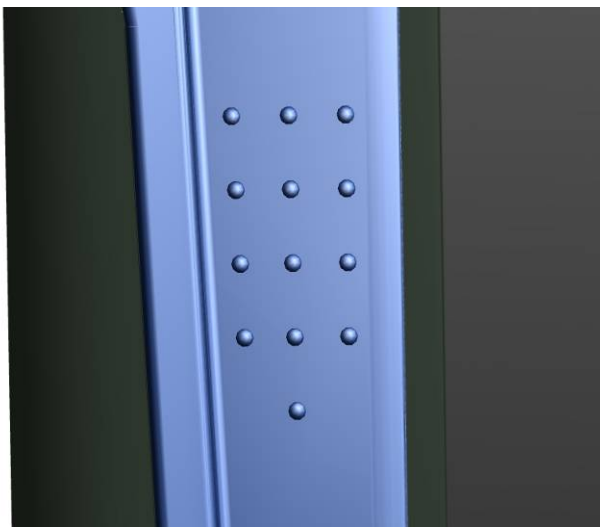


Slika 3.14: Spodnja stran aparata.

Slika 3.14 kaže spodnjo stran aparata, kjer se nadaljujejo linije iz zgornje strani. "V" linija kaže smer "rasti" instrumenta - smer navzgor. Funkcionalne vdolbine, kot so mesta za namestitvev podporne noge, so zaokrožene v stilu celotnega dizajna aparata.

3.3.2 Vzorec kot tehnični element

Vzorec prav tako kot linija predstavlja značilni element izdelka. Lahko je zelo raznolik in specifičen, zato naj bodo omenjeni le vzorci, ki so uporabljeni pri merilnem instrumentu. Ti imajo pogosto vizualno vlogo, lahko pa služijo tudi kot površina proti drsenju.



Slika 3.15: Prijemalno območje. Vzorec puščice.

Slika 3.15 prikazuje prijemalno območje levo in desno od ekrana. Izbokline v vzorcu puščice navzdol dodatno prizemljijo aparat hkrati pa dodatno nakazujejo mesto prijemanja.



Slika 3.16: Vbokline na spodnji strani.

Slika 3.16 kaže vbokline spodaj, ki popestrijo in oplemenitijo sicer pusto površino pod ekranom. Vendar ima ta vzorec ne samo vizualni efekt, ampak nakazuje mesto prijemanja v spodnjem delu naprave. Vzorec je enak na zgornjem in spodnjem delu ohišja.

3.4 Barva instrumenta

Barva instrumenta je po zahtevi naročnika modre (RAL 5015) in sive barve (RAL 7016). Tako ta aparat sovпада z linijo že obstoječih. Podjetje namreč proizvaja merilne naprave za različna električna ali elektronska merjenja, npr. napetost, jakost, harmoničnost ali katerokoli drugo lastnost električnega toka. Vsaka linija teh merilnih naprav ima določeno barvno kombinacijo, kar omogoča boljšo prepoznavnost instrumenta. Podobno barvno kombinacijo imajo tudi izdelki konkurenčnih proizvajalcev.

Izdelek še seveda ni v proizvodnji in tako še vedno obstaja možnost, da bo instrument drugačnih barv. Razmišljali smo tudi, da bi nalita gumiplastika bila prozorna, kar izdelek estetsko še bolj oplemeniti. V poštev bi mogoče prišle tudi kakšne druge barvne nianse, ta modra je namreč zelo intenzivna. Glede na to, da ima aparat barvni zaslon, bi bilo bolj primerno, če izstopa tehnološko napreden barvni LCD, barva ohišja pa se zastre.

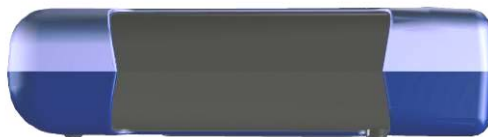
3.5 Ergonomska vrednost

Instrument se uporablja v prenosnem ali namiznem načinu, odvisno od primernosti. Običajno se bo na terenu uporabljal prenosni način, v pisarni pa namizni način. Možnost je tudi namestitve na kovinsko podlago z vgrajenim magnetom. Magnet omogoča, da se naprava magnetno "prilepi" na primerno podlago. To se uporablja predvsem pri namestitvi instrumenta v električno omarico med dolgoročno merjenje. Prav zaradi tega je pomembna debelina instrumenta, saj je prostor v električni omarici omejen na 65 mm.



Slika 3.17: Drža instrumenta v prenosnem načinu.

Slika 3.17 prikazuje držo instrumenta v prenosnem načinu. V tem primeru aparat drži desničar. Za levičarja ni nikakršne omejitve, saj je instrument do te mere simetričen in ga je mogoče uporabljati v levi ali desni roki, odvisno, kako posamezniku ustreza.



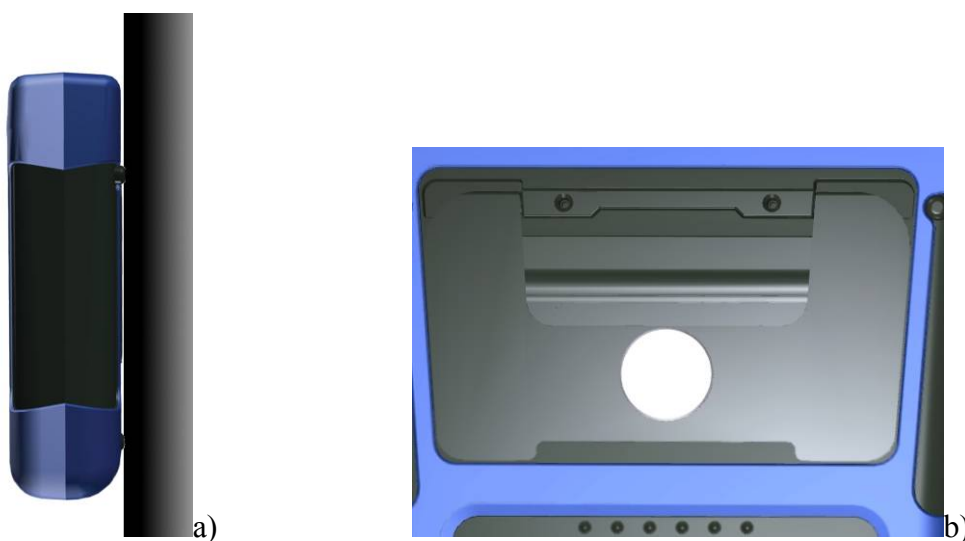
Slika 3.18: Aparat v namiznem načinu brez podporne noge.

Slika 3.18 prikazuje namestitev aparata v namiznem načinu brez podporne noge. Pri tem naprava sedi na štirih čepkih iz mehke gumiplastike, ki preprečuje drsenje po podlagi.



Slika 3.19: Aparat v namiznem načinu s podporno nogo.

Slika 3.19 kaže postavitve instrumenta s premično podporno nogo v naklon 30° od vodoravnice. Ker nalega na površino mehke gumiplastike, naprava prav tako ne drsi. Z naklonom celotne naprave je omogočena boljša vidljivost in preglednost ekrana.



Slika 3.20: a) Postavitev z magnetom na kovinsko podlago. b) Svetla okrogla plošča je magnet.

Slika 3.20 prikazuje postavitev instrumenta na navpično podlago s pomočjo vgrajenega magneta. Magnet je iz feromagnetne snovi sintrana ploščica in ima zelo močno magnetno polje. Zdrs preprečujejo mehki čepki, ki povečajo trenje s podlago. Plastika ohišja je iz trde ABS plastike s hrapavostjo 33 po standardu 13 3400, kar je primerno obdelana površina za prijeten otip, kakor tudi iz optičnega vidika.

Levo in desno od ekrana sta vbočeni oprijemni mesti, kamor se prilegajo uporabnikovi palci, proti drsenju pa dodatno služijo še izbokline v obliki puščice navzdol. Aparat je do določene mere simetričen. Vbokline pod ekranom omogočajo dodatno mesto za prijem pri prenašanju instrumenta. Ni ravno optimalno mesto, je pa možnost.

Baterijsko držalo je nameščeno v sredini aparata, ostali težji elementi pa so na zgornji ali spodnji strani baterij, kar postavi merilni napravi težišče v sredo, tako da je instrument dobro uravnotežen in ga je mogoče udobno držati z eno roko. Masa instrumenta je približno 1,5 kg, odvisno od vgradnih komponent.



Slika 3.21: Varnostna vrstica za zapestje.

Slika 3.21 prikazuje nameščeno varnostno vrstico, ki si jo uporabnik namesti okrog zapestja leve roke. Ta vrstica je dodatni varnostni element, ki preprečuje padec instrumenta in s tem možne poškodbe naprave. Vrstica je iz sintetičnega materiala, iz pletenih najlonskih niti, namesti se podobno kot pri fotoaparatih. Je preprost, vendar učinkovit varnostni pas, ki lahko služi tudi kot pripomoček za obešanje aparata.

3.6 Segrevanje naprave

Skozi napravo tečejo tokovi napetosti do 1000 V, zaradi česar se določeni deli segrevajo. Zato smo naredili okvirni preračun temperature v ohišju:

$$q = 15W$$

$$\lambda_{zraka} = 0,0251 \frac{W}{mK}$$

Naravna konvekcija

$$5 - 10 \frac{W}{m^2K}$$

Material je plastika ABS:

$$\lambda_{ABS} = 0,2 \frac{W}{mK}$$

Temperaturo zraka v notranjosti instrumenta predpostavimo:

$$T = 25^{\circ}C$$

Sprememba temperature zraka v notranjosti je tako:

$$R = \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_M} + \frac{l}{\lambda_{zraka}} + \frac{1}{\alpha_{ABS}} + \frac{d}{\lambda_{ABS}} + \frac{1}{\alpha_Z} = \frac{1}{5} + \frac{0,03}{0,0251} + \frac{1}{5} + \frac{0,003}{0,2} + \frac{1}{5}$$

Enačba 3.1

$$R = \underline{1,8}$$

$$\Delta T = q \cdot R$$

Enačba 3.2

$$\Delta T = 15 \cdot 1,8 = 27^{\circ}C$$

Če je temperatura okolice $T_{\infty} = 25^{\circ}C$ se segreje matična plošča na

$$T_K = \Delta T + T_{\infty}$$

Enačba 3.3

$$T_K = 27^{\circ}C + 25^{\circ}C = 52^{\circ}C$$

Praktičen preizkus bo najverjetneje pokazal manj, saj pri tem preračunu marsikateri dejavnik prehoda toplote ni bil upoštevan; recimo konvekcija in sevanje.

Naročnik ni predpisal maksimalne temperature matične plošče, tako da tega rezultata ne moremo ovrednotiti, zagotovil je le, da je v mejah dovoljenega.

4 Zaključek

Aparat se je razvijal skozi konstrukcijski in dizajnerski proces in je rezultat številnih zahtev in sprememb naročnika. Je kvaliteten izdelek, namenjen zahtevnemu trgu visokocenovnega razreda. Vgrajene ima tehnološko napredne komponente, ki naredijo napravo preprosto, pregledno in brez odvečnih gumbov, čemur sledi tudi dizajn, ki je čist in praktičen.

Pri razvoju instrumenta je uporabljena metoda oblikovanja od znotraj navzven. Inovativna je tudi zgradba instrumenta, saj vsebuje funkcionalno komprimirano jedro, ki je primerno za testiranje in se šele nato vgradi v ohišje, zaradi česar je lažje dostopno tudi za serviserja. Pritrditev oziroma varovanje komunikacijskega pokrovčka z najlonsko vrstico pred ločitvijo od ohišja bi prav tako lahko označili kot inovativno.

Virtualni model je prenesen v format STL¹¹, ki je primeren za hitro izdelavo prototipov. Tako je končni izdelek pri tej diplomski nalogi prototip, v merilu 1:1, izdelan s postopkom SLS¹⁰. Material je bela plastika v prahu, ki je slojevito temperaturno obdelana, zaradi česar dobimo čvrsto telo. Material sicer nima enakih mehanskih lastnosti kot bo imel serijski proizvod, služi pa kot odličen model, ki ga lahko otipamo in potežkamo. Vgradimo lahko tudi vse standardne komponente, ga pobarvamo in dobimo funkcionalen prototip.

Razvoj merilne naprave pa s tem še zdaleč ni zaključen. Treba bo pripraviti in natančno razdelati nalepke in celotno računalniško grafiko. Ta seveda mora biti v kontekstu z zunanjim dizajnom naprave. Ohišje bo moralo zdržati določene obremenitve, če ne bo vse v skladu s pričakovanji, bo treba te napake še odpraviti. Vendar glede na pozitivne reakcije naročnika, večjih nepravilnosti ne pričakujemo.

Seznam virov

- [1] Interno gradivo naročnika . *Moderne metode merjenja kakovosti električne energije : Navodila za uporabo*, 2007
- [2] *Ilustrirani angleški slovar Oxford* , Dopolnjena izdaja . Ljubljana : Mladinska knjiga, 2004
- [3] Kaljun Jasmin . *Računalniško podprto inženirsko oblikovanje pnevmatskega kladiva : Diplomsko delo* . Maribor, 2002
- [4] Keller Goroslav . *Dizajn : Vijesnik* . Zagreb, 1975
- [5] Keller Goroslav . *Ergonomija za dizajnere* . Zagreb, 1978
- [6] Quarante Danielle . *Osnove industrijskog dizajna*. Arhitektonski fakultet, Zagreb, 1991
- [7] Skrbinek Andrej . *Osnove oblikovanja* ,*Scriptum* : Neobjavljen manuskript . Slovenska Bistrica, 2007
- [8] ASP . *Pregledovalnik podatkovnih zbirk : Računalniška zbirka*. Amebis, 2002
- [9] <http://www.elcontrol-energy.com/prodotti/schedaprodotto.asp?FAMIGLIA=Jupiter> [11.6.2008]
- [10] <http://www.dranetz-bmi.com//products/prodspec.cfm?prod=47> [11.6.2008]
- [11] <http://www.duracell.com/oem/productdata/default.asp> [11.6.2008]
- [12] <https://plastics.bayer.com/emea/en/technology> [11.9. 2007]
- [13] <http://www.bossard.com> [9.6.2008]
- [14] http://www.dare.nl/EN/emc_measurements/?cid=5 [9.6.2008]
- [15] http://sl.wikipedia.org/wiki/Zlato_razmerje [9.6.2008]
- [16] http://sl.wikipedia.org/wiki/Zlati_rez [9.6.2008]
- [17] <http://www.ittcannon.com> [9.6.2008]
- [18] <http://www.iec.ch> [21.8.2008]

KAZALO SLIK

Slika 0.1: Zlati pravokotnik.....	VI
Slika 1.1: Priključitev obstoječe merilne naprave.....	2
Slika 1.2: DRanetz -PX-5.....	3
Slika 1.3: Elcontrol -Jupiter Plus.....	3
Slika 2.1: Koncept Lap Top.....	9
Slika 2.2: Koncept Lateral.....	9
Slika 2.3: Koncept All In One.....	10
Slika 2.4: Oblikovna zasnovi merilne naprave a) metulj in b) panzer.....	13
Slika 2.5: Smeri naprave v tlorisu.....	14
Slika 2.6: Smeri naprave v prostoru.....	14
Slika 2.7: Prvi napotki naročnika glede komponent merilne naprave.....	15
Slika 2.8: Prva generacija pri razvoju instrumenta.....	15
Slika 2.9: Druga generacija v razvoju instrumenta.....	16
Slika 2.10: Verzija A v tretji generaciji razvoja.....	16
Slika 2.11: Verzija B v tretji generaciji razvoja.....	17
Slika 2.12: Verzija C v tretji generaciji razvoja.....	17
Slika 2.13: Verzija D v tretji generaciji razvoja.....	17
Slika 2.14: Četrta generacija v razvoju izdelka – končna oblika.....	18
Slika 3.1: Vtič za SD mini spominsko kartico [17].....	23
Slika 3.2: Oranžno je označen prostor za širše USB spominske ključe.....	23
Slika 3.3: Sestava jedra.....	30
Slika 3.4: Sestava merilne naprave.....	31
Slika 3.5: Končna razporeditev komunikacijskih vtičev.....	32
Slika 3.6: Najlonska vrvica za pritrditev komunikacijskega pokrova.....	33
Slika 3.7: Končni izdelek – merilni aparat PowerQ tester.....	34

Slika 3.8: Linije in termin za opis linije [3].....	35
Slika 3.9: "V linija".....	36
Slika 3.10: Mehko zaokrožen rob.....	36
Slika 3.11: Mehko zaokrožen pokrov komunikacijskega dela naprave.	37
Slika 3.12: Linija vidnega polja monitorja.....	37
Slika 3.13: Zgornji rob nad ekranom.....	38
Slika 3.14: Spodnja stran aparata.....	38
Slika 3.15: Prijemalno območje. Vzorec puščice.....	39
Slika 3.16: Vbokline na spodnji strani.....	39
Slika 3.17: Drža instrumenta v prenosnem načinu.....	40
Slika 3.18: Aparat v namiznem načinu brez podporne noge.....	41
Slika 3.19: Aparat v namiznem načinu s podporno nogo.....	41
Slika 3.20: a) Postavitev z magnetom na kovinsko podlago. b) Svetla okrogla plošča je magnet.....	41
Slika 3.21: Varnostna vrvica za zapestje.....	42

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1.1: Primerjava med dizajnom od znotraj navzven in klasičnim pristopom.....	7
Preglednica 2.1: Obstoječi elementi.	10
Preglednica 3.1: Povzetek razvoja – primerjava med zahtevanim in izdelanim.	20
Preglednica 3.2: Sestavni deli merilne naprave iz plastike.	25
Preglednica 3.3: Ostali sestavni elementi.....	28

PRILOGE:

- Tehniške risbe:
 1. Vmesna plošča
 2. Zadnja plošča
 3. Zgornje ohišje
 4. Spodnje ohišja
 5. Baterijski pokrov
 6. Komunikacijski pokrov
 7. Letev za nogo
 8. Jedro – sestava
 9. Merilna naprava – sestava

- PROTOTIP