

# Ekološko snovanje elektronskih naprav

## ENOTA 4: Koncept snovanja elektronskih naprav.

Ime avtorja: Andrej Sarjaš



4.1. Splošni pristopi in koncepti snovanja elektronskih naprav .....	2
4.2. Metodologija za visoko kvalitetno snovanje naprav .....	6
4.3. Analiza zahtev .....	7
4.4. Določitev in postavitvev specifikacij zahtev .....	9
4.5. Dvostopenjski pristop razvoja funkcijske specifikacije z ekološkimi dejavniki.....	12
4.6. Ocena realnih okoliščin v razvoju in snovanju naprave.....	13
4.7. Analiza potreb in določitev problema .....	15
4.8. Vprašalnik .....	16
4.9. Različne potrebe in želje .....	17
4.10. Določitev omejitev projekta .....	19
4.11. Vhodno izhodna analiza.....	20
4.12. Pregled uporabniškega vmesnika .....	21
4.13. Raziskava snovalnih atributov .....	21
4.14. Določitev in prepoznavanje konfliktnih situacij.....	23
4.15. Priprava osnutka navodil za uporabnika .....	24
4.16. Funkcijska specifikacija .....	26
4.17. Specifikacija komponent vmesnika naprave .....	27
4.18. Pretirane zahteve.....	27
4.19. Verifikacija .....	29

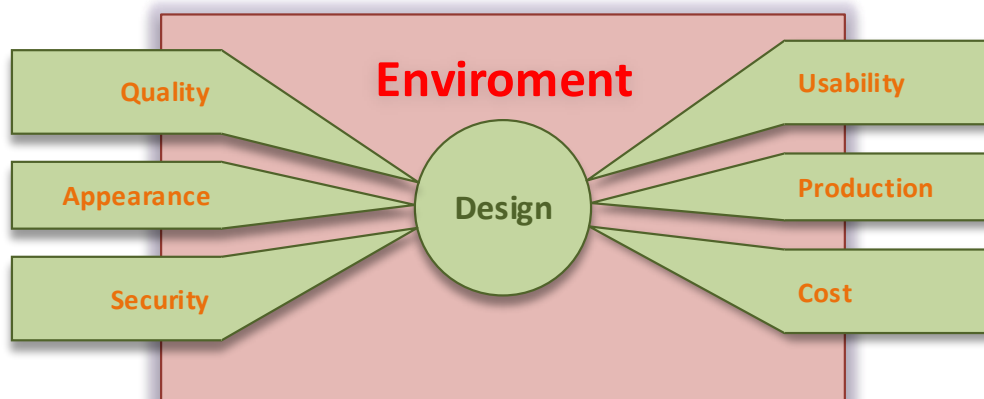
Vsebina poglavja:

- Pristop snovanja elektronske naprave
- Funkcijska analiza



#### 4.1. Splošni pristopi in koncepti snovanja elektronskih naprav

Snovanje elektronskih naprav je kompleksen proces, ki zahteva veliko predhodnih priprav in analiz. En izmed priprav je tudi upoštevanje okoljskih vidikov procesa snovanja, proizvodnje, kakor tudi operativne učinkovitosti naprave. Osnovni postopki razvoja in snovanje izdelka se z ekološkimi pristopi ne spreminjajo, ampak dobijo le nov pristop, ki upošteva okoljske vidike in standarde. Namen ekološkega snovanja je prenova snovanja že obstoječe naprave ali snovanje novega koncepta, ki upošteva vidik trajnosti in funkcionalnosti izdelka. V mnogih primerih je ponovno snovanje naprave pogostejša praksa mnogih podjetij, saj jim ta vključuje nižje tveganje in preprostejšo vpeljavo novega izdelka na tržišče [1]. V veliki meri gre za izboljšavo energetske učinkovitosti, kakor tudi naprednejše funkcionalnosti same naprave. Pogosto ponovno snovanje v luči ekološkega pristopa povzročijo nove tehnologije in razvoj le teh. Napredne in nove tehnologije na tržišče prinašajo novejša komponente, ki pogosto zadoščajo mnogim ekološkim standardom in so enakovredni nadomestki uporabljenim komponentam, ki so trenutno v uporabi. Veliki meri je tudi proizvodnja produkta pripravljena za prenovljene izdelke, kar pomeni relativno nizek strošek za izboljšanje naprave [2]. Radikalni pristopi in razvoja popolnoma novega izdelka, so povezana z višjim tveganjem ter dobro analizo trga. V takšnih primerih gre ponavadi za popolnoma nov koncept naprav, ki se še niso uveljavile na trgu ali jih sploh še ni. Ponovno načrtovanje je smiselno v pilotni verziji produkta [3], kjer proizvajalec nekako želi analizirati postopke snovanja, izdelave in tržne zanimivosti. Vpliv na okolje ter analiza je tako prisotna skozi vse faze snovanja izdelka. Iz raziskav je znano, da se 80% okoljskih vplivov lahko določi v zgodnji fazi načrtovanja. Tako ima razvijalec vpliv na celotni življenjski cikel proizvoda ter možnost upravljanja z njimi. Tako se že v začetni fazi izberejo materiali produkta, tehnološki postopki in procesi izdelave, kakor tudi končna izvod izdelka. Iz tega stališča je zelo pomembna sistematika načrtovanja in vključevanje okoljskih vidikov v proces razvoja in snovanja.

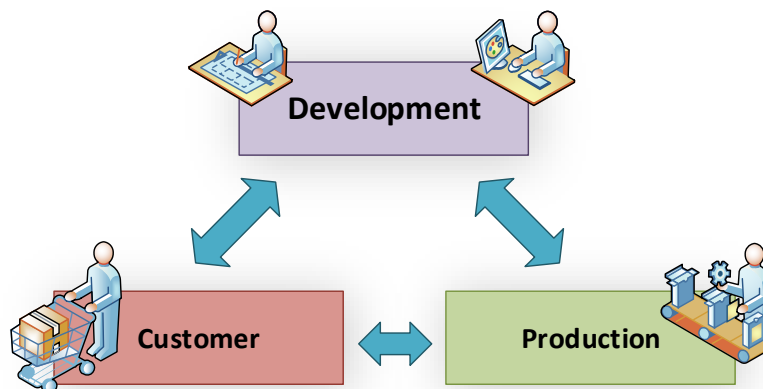


Slika 1. Snovanje izdelka s upoštevanjem okoljskih vidikov



Kakor smo že omenili osnovni pomeni ekološkega snovanja je zmanjšanje vpliva izdelka na okolje v vseh ciklih razvoja in uporabe. Življenjski cikel tako zajema različne stopnje, ki si sledijo v smiselnem redosledu. Proces izdelka se začne s pridobivanjem materialov ter predelavo surovin. Naslednji cikli zajemajo proizvodnjo, distribucijo, uporabo ter odstranitve ali reciklažo izdelka. V vseh naštetih faza nastopajo različna okoljska in družbena vprašanja, ki se vključuje in primerno obravnavajo tekom snovanja. Pomembni okoljski dejavniki so uporabljeni viri in energija [3]. Pri virih navajamo vhodne vire, kot so voda, neobnovljivi viri in energija tekom življenjskega cikla ter izhodni viri ali materiali, kot so emisije, odpadna voda, nevarni in kemični odpadki. Prav tako so še tukaj pomembni dejavniki, kot so sevanje, hrup, zasičenost prometa, trenutno osnaževanje, lokalni neželeni vremenski pojavi (megla, sneg, ivje). Na tem mestu imajo veliki vpliv tudi nacionalne in lokalna zakonodaja, ki predpisuje ravnanje ter skladiščenje nevarnih in nenevarnih odpadkov. Življenjski cikel vključuje tudi, umik in recikliranje naprave, ki je s porastom elektronskih naprav v gospodinjstvih postal pomembnejši od proizvodnje. Analiza življenjskega cikla ter sistematično snovanje od zibke do groba ali zibke do zibke (ang. Cradle to Grave Design or Cradle to Cradle Design) privede do ekološko skladnih in učinkovitih naprav.

Pri razvoju elektronskega produkta sodelujejo tri interesne skupine. Prva skupina izrazi željo za razvoj produkta in predstavi probleme, ki jih je potrebno rešiti. Druga skupina sprejeme zasnovo in izdela zahtevano rešitev. Tretja skupina sprejme predlagano rešitev ter jo izvede. Zadnja skupina je zadolžena, da tekom izvedbe upošteva dane kriterije in pravila, ki jih končni izdelek mora izpolnjevati. Naslednja slika prikazuje povezavo med interesnimi skupinami v procesu snovanja.



Slika 2. Povezava interesnih skupin

Prva skupina, ki ima željo po rešitvi problema ali željo po razvoju naprave označimo kot stranke ali končni uporabniki. Druga skupina, ki spremlja želje prve skupine in išče rešitve ter ponudi končni koncept produkta je skupina inženirjev in razvijalec. Tretja skupina, ki sprejeme rešitve druge skupine ter jih učinkovito sprovede v končne produkte z danimi kriteriji je proizvodnja.



Kot primer odnosa med tremi zainteresiranimi skupinami vzemimo distributerja televizijskega programa, ki mora razširiti svoje območje pokrivanja. Za rešitev problema distributer angažira razvojnega inženirja. Inženir razvije zasnovo za rešitev problema, nato pa ta najame izvajalca. Izvajalec skrbi za najem in dobavo opreme, ki mora izpolnjevati postavljene specifikacije. V tem primeru je razvijalec je osrednjega pomena za dogovor. Razvijalec v sodelovanju s stranko v celoti opredeli problem ter razvije in poda rešitev. Nadalje razvijalec deluje v imenu stranke, nadzira delo izvajalca ter preverja ali končni produkt in rešitev ustrezata potrebam in zahtevam kupca.

Predstavljen model je prav tako možno preslikati v elektronsko industrijo, ki masovno proizvaja velike količine naprav in komponent. V tem primeru marketing podjetja predstavlja stranko, pozna njene želje in navade. Oddelek marketinga je zadolžen, da izvede analizo ter potrebe trga. Marketinški oddelek svoje analize ter rezultate preda raziskovalno-razvojnemu oddelku (R&D), ki ga sestavljajo razvijalci in inženirji. Glede na potrebe trga, ti razvijejo svoje koncepte ter ponudijo rešitve. Tretja skupina v velikih podjetjih je proizvodnja, ki realizira dane rešitve. Tudi tukaj razvijalci igrajo glavno vlogo. Prvo komunicirajo s marketinškim oddelkom s katerimi opredelijo probleme ter želje, nato po predlagani rešitvi komunicirajo s proizvodnje ter spremljajo kvaliteto in specifikacijo izdelkov.

Dva trenda pogojujeta trikotniško komunikacijo in vlogo razvijalca v njem. Prvi trend je komunikaciji razvijalcev s strankami, kakor tudi s proizvodnjo znotraj celotnega cikla razvoja in proizvodnje. Tako je razvijalec primoran komunicirati tako strankami spoznati njihove lastnosti, kakor tudi komunicirati s proizvodnjo ter predvideti končni izgled ter funkcionalnost izdelka. Drugi trend trikotniške interakcije je v smislu selitve proizvodnje iz matičnega podjetja k podizvajalcem. V tem primeru je komunikacija oslABLJENA, zato je nadzor ter kvaliteta izdelka pogojena s natančno specifikacijo naprave, ki je zavarovana s pravno pogodbo. Opredeljene specifikacije natančno opredeljujejo način proizvodnje ter procese, ki so določeni glede na trajnostni in ekološki razvoj.

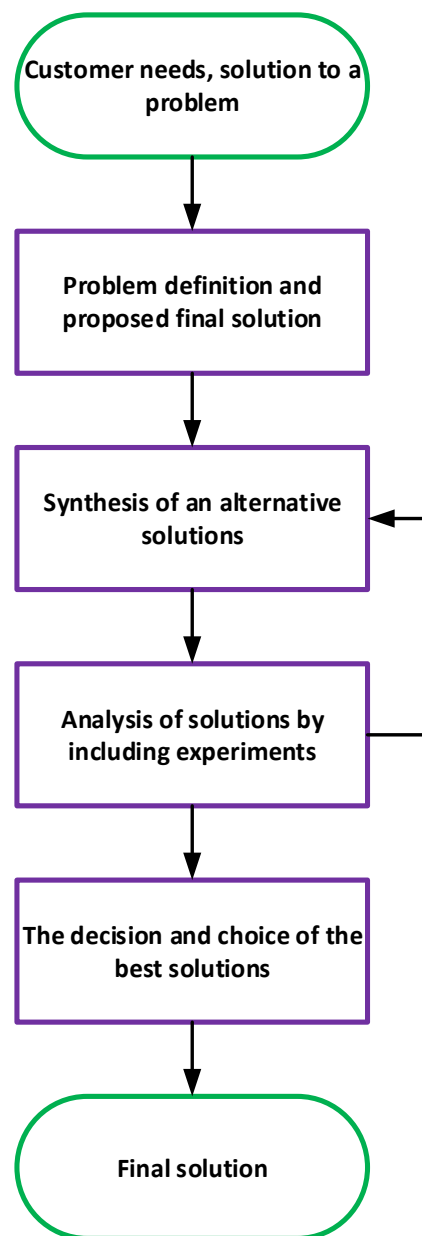
Razvoj tehnologije je prišel do točke, kjer lahko kompleksne naprave proizvedemo za zelo nizko ceno. Čeprav je proizvodnja naprave relativno poceni, kar omogočajo novi tehnološki postopki na drugi strani kompleksi izdelki zahtevajo velik in drag razvoj. Za primer vzemimo pametne telefon. Cena proizvodnje telefona je zelo nizka, napram cene razvoja. V razvoj ne štejemo samo tehniško dovršenost ampak tudi funkcionalnost ter izgled, ki privabi zanimanje kupca. Če vse skupaj povežemo še z ekološkim snovanjem, pomeni da razvijalec ob vsem naštetem upošteva še ekološke vidike naprave. Pogosto je pri dizajnu izdelka potrebno izbrat kompromis med ekološkim in učinkovitim. Če spet vzamemo telefon, ki je zelo pogost pripomoček v vsakdanjem življenju. Učinkovitejši telefoni z več računske moči, večjimi in zmogljivejšim ekrani zahtevajo višjo rabo energije, kar je slab ekološki kazalnik. Prav tako večji telefoni so težji, vsebujejo več materiala, baterije višje kapacitete itd.. kar je spet mogoče prikazati, kot slaba ekološka učinkovitost. V današnjem času so razvijalci elektronskih naprav pod visokim pritiskom, saj tehnološke razmere omogočajo hitro proizvodnjo in če je razvoj počasne, lahko izdelek postane zastarel ali nekonkurenčen še preden pride v prodajo.



Snovanje elektronskih naprav zahteva strukturiran pristop, ki omogoči čim boljši nadzor nad posameznimi segmenti razvoja v smislu hkratnega poteka posameznih aktivnostih.

#### 4.1.1 Proces snovanja

Večina problemov snovanja je zelo kompleksnih tako, da ni moč točno predvideti končnega rezultata. Za doseg cilja je zelo pomembno, da se načrtovalec loti reševanja problema metodološko in v ločenih fazah. Takšen način je lahko uporaben v različnih inženirskih disciplinah. Kakor je prikazano na sliki 3, proces načrtovanja se prične z izraženimi potrebami ter mogočimi težavami in simptomi. Načrtovalec izražene želje predstavi v obliki definicij, mogočimi težavami in predvidi končni izid. V tej začetni fazi je zelo pomembno, da načrtovalec pri postavljanju definicij in predvidenemu končnemu izidu upošteva okoljske vidike, tako pri reševanju problema, kakor tudi pri končnem izidu. Kadar je problem definiran, načrtovalec prične z iskanjem ustreznih rešitev, katere neposredno pogojujejo okoljski vplivi. Iskanje rešitve pri ekološkem načrtovanju ni samo vezana na končni učinkovit produkt, ampak je vezana tudi na izbiro uporabljene tehnologije za izdelavo naprave, uporabljene komponente vrste materialov, ki morajo biti čim bolj ekološko skladni.



Slika 3. Postopek načrtovanja

Ekološka naprav ne sme biti slabše kvalitete ali manj učinkovita. Prav nasprotno ekološke naprave morajo biti kakovostnejše in zanesljivejše od njihovih tekmic. Po iskanju rešitev sledi proces analize, katera vrednosti ali rešitev vodi do ustreznega



produkta. V primeru, da rešitev ne daje ustreznega produkta se snovanje vrne nazaj na stopnjo iskanja nove rešitve ali modifikacijo le te. Proces se ponavlja dokler ni najdena primerna rešitev, ki izpolnjuje dane pogoje. V veliki meri je zelo priporočljivo, da snovalec najde več možnih rešitev, ki izpolnjujejo dane pogoje. S takšnim pristopom je možno evalvirati rešitev, ki je najbolj primerna in optimalna. Seveda je potrebno razmišljati na razvoj in ceno iskanja nove rešitev, zato je zelo pomemben kompromis med številom najdenih rešitev in verjetnostjo izbrane najboljše rešitve. Verjetnost najboljše optimalne rešitve se povečuje s številom najdenih rešitev.

## 4.2. Metodologija za visoko kvalitetno snovanje naprav

Vse naprave in stvari je možno vrednotiti glede na njihov kvalitet ali ceno s postavljenimi cenilno lestvico. Ampak na žalost ne obstaja merilo za merjenje kvalitete snovanja in njene metodologije. Relativna učinkovitost med dvema pristopoma je lahko podana le na teoretični osnovi. Subjektivna primerjava dveh pristopov je zelo težavna naloga že iz razloga, ker inženirski problemi so več dimenzionalni. Zato se je smiselno osredotočiti na ocenjevanje le tistih delov metodologije, ki imajo skupne točke. Iz tega sledi, da je smiselno metodologije snovanja ocenjevati glede na tržno področje. Tržno področje lahko v osnovi delimo na industrijski in potrošniški trg. Za primer vzemimo industrijsko rešitev, katere končna cena je močno povezana s kvaliteto in inženirskim delom. Na drugi strani je na potrošniškem trgu pri masovni proizvodnji naprav občutljivost na ceno precej nižja, glede na vloženi inženirski čas ter kvaliteto. Masovna proizvodnja lažje pokrije stroške razvoja, kot v industrijskem okolju. V osnovi velja, da je kvaliteten produkt bistveno pomembnejši na industrijskem kot na potrošniškem trgu.

Za kvalitetno ekološko snovanje je zelo pomembno, da izdelek izpolnjuje visoke okoljske standarde, tako pri izdelavi naprave, kakor tudi njeni operativni in odstranjevalni dobi. V mnogih primerih pri snovanju visoko ekoloških naprav pademo v precep med zmogljivostjo in varčnostjo. Varčnost naprave je ključen dejavnik ekološke učinkovitosti naprave v njenem operativnem času. Če pogledamo primer vgrajenih sistemov, računalniških sistemov ali pametnih naprav (telefoni, tablice itd.). Visoko računsko zmogljive naprave vsebujejo centralno procesno enoto-CPU, ki deluje na višjih frekvencah. Višje frekvence posledično pomenijo višjo porabo energije za delovanje naprave. Pri snovanju naprave z izbrano CPU-enoto se ekološki vidik izraža predvsem pri programski opremlitvi. Kvalitetna programska oprema ne pomeni samo zagotavljanja visoke zmogljivosti ampak tudi varčnosti in smotrne rabe energije. Zadnji tehnološki dosežki ponujajo več jedrnatih centralno procesnih enot, ki so sestavljene iz jeder za normalno delovanje naprave in jeder, ki so namenjena kompleksnim računskim operacijam. Tako je v napravi urejen management, ki skrbi da se določena opravila prenašajo na različna jedra. Pri tem je potrebno izpostaviti, da je življenjska doba kvalitetnih izdelkov daljša, kar pomeni, da je za nek proces ali storitev uporabljeno bistveno manj naravnih virov. Če za primer vzamemo napravo A in napravo B, ki opravljata enako nalogo. Obe napravi sta izdelani iz podobnih materialov in imata enako težo. Naprava A ima enkrat daljšo življenjsko dobo, kot naprava B. V času obratovanja



naprave A moramo zamenjati dve napravi B. Iz tega sledi, da je za enak proces z napravo B uporabljeno enkrat več naravnih resursov, kot za napravo A. Pri tej oceni nismo upoštevali energijo, ki je potrebna za odstranjevanje in reciklažo izdelka. Višja kvaliteta izdelkov hkrati pomeni tudi višje zaupanje v blagovno znamko.

Potrošniški trg je mnogo večji, zato je tudi več truda vloženo v snovanje izdelkov za potrošniški trg. K temu pripomore dejstvo, da je potrošniški trg zelo raznolik in dojemljiv za različne produkte, pri čemer ta ponuja veliko možnosti za produkcijo novih naprav in rešitev. Industrijski trg je bistveno manj prožen in v mnogih primerih je težko dostopen novim podjetjem brez renomeja. V industrijskem okolju veliko vlogo igra zaupanje v blagovno znamko ter kvaliteto produktov, ki je pomembnejša od cene naprave. Zato lahko povemo, da je veliko več inženirskega truda vložena v industrijske naprave, kot v naprave za široko potrošnjo. Na potrošniški strani cena izdelka igra višjo vlogo kot kvaliteta, ki je postavljena ponavadi na drugo mesto.

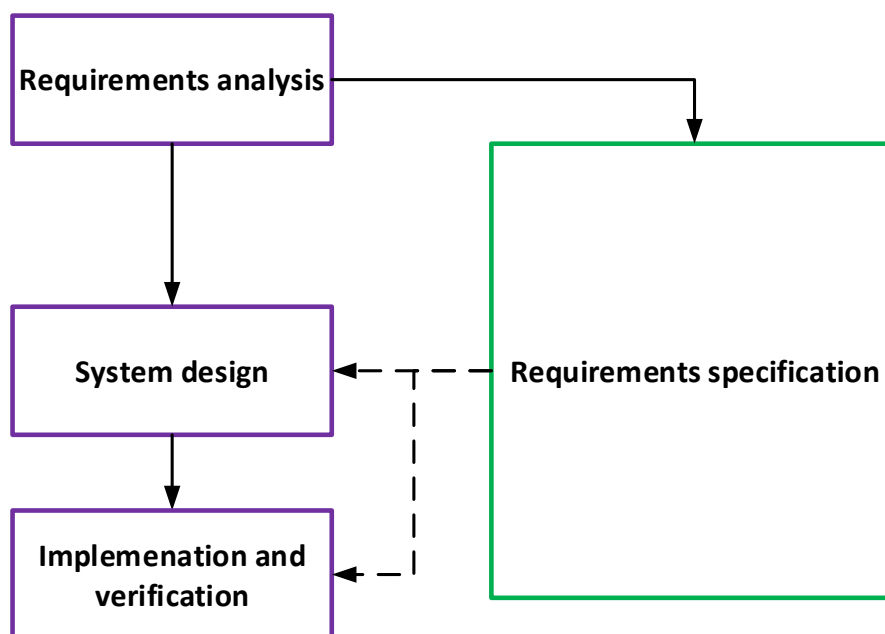
Dober pristop snovanja naprav glede na prej naštetu, že v zgodnji fazi vključuje vidike ekoloških pristopov in zanesljivosti, četudi je pot do rešitve že določena ali ne. Pri čemer vsi dani problemi še nimajo zastavljene rešitve. V začetni fazi načrtovanja je zelo pomembno, da načrtovalec oceni izvedljivosti rešitve s čim manj porabljenim časom in trudom. Samo ena na deset predlaganih rešitev vodi do uspešnega konca in izvedbe, kar pomeni, da je potrebno vloženi trud in čas za ostalih devet rešitev pokriti z enim uspešnim projektom. Porabljen čas iskanje rešitev in ocenitev izvedljivosti ključnega pomena pri snovanju elektronske naprave.

### 4.3. Analiza in specifikacija zahtev

Snovanje elektronskega sistema lahko primerjamo s potovanjem. Tako kot pri potovanju je poglobitna naloga, da določimo destinacijo ter pot. Žal je to velikokrat zanemarjeno. V mnogih primerih snovalci elektronskih naprav naredijo napako, ker vložijo premalo časa in truda za analizo celostne problematike problema s katerim se spopadajo. Specifikacija zahtev je prvi korak k snovanju naprave in predstavlja destinacijo potovanja z danimi odgovori, »Kakšen je problem katerega rešujemo s snovanjem naprave!« ali drugače »Kakšen je namen snovanja«. Slika 4. prikazuje specifikacijo zahtev v procesu snovanja naprave.

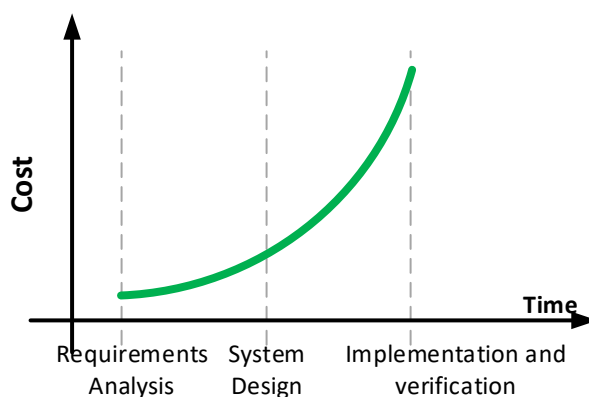
Specifikacija zahtev ponuja odgovor še na druga kritična vprašanja »Kako lahko vsak, ki je vključen v proces snovanja ve kaj je storjeno«. Tako specifikacija zahtev določa merila za preverjanje, če snovanje izpolnjuje zastavljene cilje. Poleg tega opisuje tudi preizkuse, kateri bodo uporabljeni za verifikacijo snovanja. Poleg tega nam specifikacija zahtev zagotavlja pomembno kontrolno točko za odločitev izvedljive smeri snovanja, ki so del procesa načrtovanja od začetka do konca. Prav tako deluje, kot zgodnji nadzorni filtrirani čelne, kateri izloči tiste postopke snovanja, ki so preveč ambiciozni napram drugim, imajo nasprotujoče si cilje, rešujejo neizvedljive ali trdovratne probleme, ali so kako drugače obsojeni na neuspeh.





Slika 4. Analiza zahtev- prvi korak v snovanju sistema

V mnogih podjetjih manj kot en od desetih produktov je tržno zanimivih in lahko dosežejo tržni uspeh. Kot prikazuje slika 5., stroški snovanja eksponentno naraščajo s potekom snovanja naprave. Prepoznavanje snovalskih pristopov že v zgodnji fazi snovanja, ki bodo imeli v prihodnosti slab uspeh ali zanemarljiv tržni delež, bo pozitivno vplivalo na poslovanje podjetja ali družbe. Zanimivo je poudariti, da velik delež naprav, ki so ekološko usmerjenije imajo bistveno višjo raven možnosti za uspeh, kot naprave, ki teh dejavnikov ne vključujejo. Čeprav se sprva morda zdi nepomembno, razvoj specifikacijskih zahtev zahteva čas, denar, znanje in v veliki meri izkušeno inženirsko presojo. Prav tako je proces določanja zahtev težek deloma zato, ker so potreben tudi analitične spretnosti, katere se v veliki meri razlikujejo od klasičnih inženirskih predmetov, ki se poučujejo v šolah.



Slika 5. Cena procesa snovanja glede na časovni potek.





## 4.4. Določitev in postavitve specifikacij zahtev

Na tej točki v procesu načrtovanja, je poudarek na stranki, ki potrebuje rešitev problema. Skrb inženirja ni samo reševanje danega problema, temveč tudi razumevanje in izvor problema. Cilj je, da se pojasni, opredelijo in določijo kriterije zasnove, kateri je potrebno navesti v specifikaciji zahtev. Pomembne inženirske odločitve so postavljene na podlagi izkušenj, strokovnega znanja in informacije na pa na čistem inženirskem izračunu. Pri tem je nujno, da so odločitve postavljene v sodelovanju s stranko ali naročnikom. Podatki so pridobljeni s strani stranke in mnogih drugih različnih virov. Pridobivanje podatkov je organizirano na način, da se želje stranke preveri njihova skladnost, ki se nato strani posreduje nazaj. Vsi predlogi in možne posredovane alternative morajo biti definirane v smislu čim višje skladnosti s procesom snovanja ter morajo biti zelo jasna in natančna. Kot je predhodno že opisano stranka lahko nastopa v različnih stopnjah snovanja. Svetovalni inženir ima neposredni stik z naročnikom in stranko. V velikih podjetjih ima svetovalni inženir tudi stik z ostalimi sektorji podjetja, kot so oddelki za trženje, marketing in razvoj. Ne glede na to, kdo je kupec, mora projektant biti pripravljen, da deluje kot svetovalec, mentor, strokovnjak in skrben poslušalec. To je kompleksna naloga, zato je običajno dodeljena najbolj izkušenim in starejšim inženirjem na oblikovalskega tima.

### 4.4.1 Dva scenarija določanja specifikacij zahtev

Pri razvoju specifikacij zahtev, se vloga inženirja razlikujejo glede na naravo problema, strokovnega znanja, izkušenj stranke ter količino informacij, ki so v pomoč pri dani nalogi. Za boljše razumevanje pomembnosti razvoja specifikacij zahtev predstavimo dva scenarija.

Prvi scenarij se imenuje informirana stranka. Za primer vzemimo inženirja, kateri je najet iz strani prevoznega logističnega podjetja, ki želi računalniško vodeni dispečerski radijski sistem. Karakteristika problem je predstavljena s tabelo 1. V tem primeru je stranka sestavljena iz večih posameznikov kot so, direktor podjetja, operaterji in vozniki. Vsi deležniki imajo veliko znanja in informacij glede poteka razvoja aplikacije. Imajo poglobljeno znanje o poslovanju in distribuciji vozil ter točno vedo kaj želijo doseči z dano aplikacijo. Tako so informacije dosegljive iz različnih virov. V predstavljenem primeru so viri informacij direktor, operater in voznik. Tako bodo lahko posredovali podatke, kot so število vozil, frekvenca in količina poslanih sporočil, finančna poročila in napovedi. V tem primeru bo naročnik imel že pričakovanja o funkcionalnosti aplikacije in ceni. Tako se lahko naročnik zgleduje po konkurenčnih podjetjih, ki tak sistem že uporabljajo. Tako bo naročnik posredoval podatke glede, kapacitete sistema, željo kako naj bi sistem bil izveden, zahteve za delovanje in vzdrževanje ter tudi ceno. V tem scenariju pomanjkanje podatkov ne predstavlja problema. Glede na porabljen čas, ceno in strokovno usposobljenost naročnika je razvoj specifikacij zahtev pri informirani stranki



najučinkovitejši in najkrajši. Pogosto je zastavljen problem variacija že predhodnih rešitev, se lahko specifikacija zahtev začne v poznejših fazah razvoja.

	<b>Informiran naročnik</b>	<b>Neinformiran naročnik</b>
<b>Poznavanje problematike naročnika</b>	Velika mera poznavanje problematike in jasna pričakovanja z razvojem	Nizka mera poznavanja problematike, brez izkušenj iz zelenega področja
<b>Razpoložljive informacije</b>	Takoj dostopne informacije: <ul style="list-style-type: none"> <li>• stranke</li> <li>• konkurenca</li> <li>• dobavitelj opreme</li> <li>• podobne rešitev</li> <li>• publikacije, knjige</li> </ul>	Omejen informacije. Naprave na trgu še ne obstaja. Ni podobne rešitve ali zgleda pri reševanju podobnega problema.
<b>Razvoj zahtev</b>	<b>Specifikacije</b> Relativno preprosto z malo napora in stroškov.	Relativno težko zahteva veliko truda ter stroškov. Pogosto je potrebno narediti dodatne raziskave, potencialnih uporabnikov ter oceniti stroške.
<b>Verjetnost prehoda v naslednjo fazo ali razvoj</b>	Relativno visoka prestopnost v naslednjo fazo razvoja z minimalnim tveganjem.	Relativno nizka prestopnost v naslednjo fazo. Veliko tveganje glede nepričakovanih zapletov ter cenovne upravičenosti.

*Tabela 1. Lastnostni razvoja funkcijskih zahtev pri informiranem in ne informiranem naročniku*

Drugi scenarij je popolnoma neinformirana stranka, ki predstavlja popolno nasprotje informirani stranki. Kot izraz neinformirana stranka pomeni, da specifikacija zahtev mora raziskati še neraziskano področje. Za primer vzemimo podjetje, ki načrtuje terminale za mobilno plačevanje preko mobilnega telefonskega omrežja. Terminal deluje za vse mobilne telefone in v vseh omrežjih. Snovanje, izgled, funkcionalnost



terminala mora biti čim preprostejša. Kot primer predstavimo snovanje izgleda in funkcionalnost naprave v smislu uporabe. Terminal mora biti čim manjši, da se lahko montira na različne prodajne avtomate ter jasno razumljiv. Največji problem snovanje naprave je njena uporabnost in kako pravilno napravo uporabljati, da bo plačevanje potekalo čim hitreje. Ker je mobilno plačevanje relativna novost na področju plačevanja je potrebno uporabnike poučiti kako uporabljati sistem ali jasno v nekaj slikah podati navodilo za uporabo, ki se pojavlja tik ob terminalu. Terminal in telefon prenašata podatke transakcije preko komunikacijskega kanala, kar pomeni, da se terminal lahko uporablja na vseh telefonih neodvisno od proizvajalca, operacijskega sistema, starosti telefona itd... Najpomembnejši tehnični del in sama uporaba aplikacije predstavlja sklopitev mikrofona telefon s slušalko terminala in slušalko telefona z mikrofonom terminala. V primeru slabe sklopitve je potrebno proces plačevanje ponoviti, kar lahko povzroči nezadovoljstvo strank in dodatne čas za transakcijo. Podjetje je vložilo veliko truda in denarja za razvoja funkcijskih zahtev glede same zasnove terminala, kot sta izgled ter uporabnost kakor tudi reševanje tehničnih omejitev. Veliko informacij je bilo pridobljenih iz strani uporabnikov, kateri so bili testirani z različnimi načini in metodami. Velik del inženirskega pristopa zahteva tudi Ekološki pristop, kateri pomeni, da je naprava skladna z ekološkimi direktivami, katere veljajo znotraj Evropske unije.

V veliki meri je razvoj funkcijskih zahtev mešanica obeh pristopov tako informiranega kot tudi neinformiranega naročnika. Pomembno je definirati v katero skupino spada naročnik, saj se pristopa razvoja razlikujeta v intenzivnosti in ceni razvoja funkcijske analize. Prav tako je potrebno opredeliti ali je možno vzporeden rešitve problemov aplicirati na novih napravah.

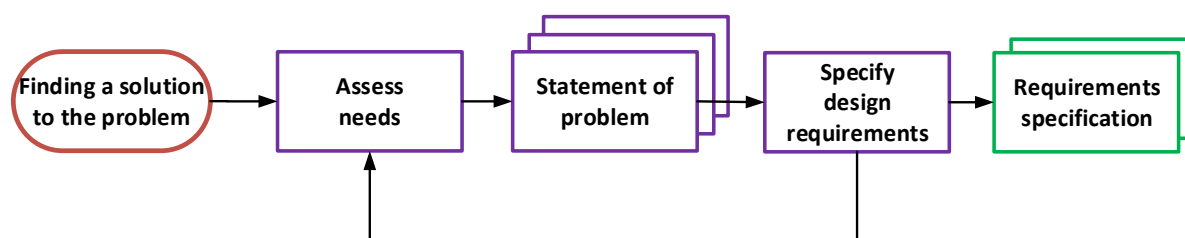


*Slika 6. Terminal za mobilno plačevanje.*



## 4.5. Dvostopenjski pristop razvoja funkcijske specifikacije z ekološkimi dejavniki

Razvoj funkcijskih zahtev od inženirja zahteva pristop, ki se bistveno razlikuje od pristopov, kateri se poučujejo v procesu izobraževanja. Naloga načrtovalca funkcijskih zahtev ni predlaganje alternativnih rešitev ali zavračanje nekaterih pristopov, niti ne analitični izračun parametrov, temveč predlaganje optimalne rešitve. Optimalna rešitev pomeni kompromis med danimi kriteriji. Dani kriteriji so lahko funkcionalnost naprave, izgled naprave, tehnične rešitve, uporabljena tehnologija, cena končne rešitve in cena proizvodnje naprave. V ekološkem smislu lahko povemo, da je klasični pristop. Specifikacija zahtev prav tako vključuje predlagane materiale, lokacijo izdelave naprave, logistika-dobavitelji surovin, visoka mera reciklabilnosti ter čim nižjega karbonskega odtisa.



Slika 7. Dvostopenjsko načrtovanje funkcijske specifikacije.

Slika 7, prikazuje razvoj funkcijske specifikacije, ki je razdeljena na dve stopnji. Prava faza ocenjuje potrebe naročnika in kupca ter določa naslednji korak za ocenitev potreb, katere potrebujemo za reševanje. To poročilo mora biti izvedeno v jeziku naročnika, kar običajno pomeni, da ne vsebuje tehniških, strokovnih izrazov in mora biti čim lažje razumljiv in poljuden.

Druga faza vključuje bolj detajlno poročilo o problemu z dodajanjem dodatnih podrobnosti o možnih konkretnih rešitvah. Poročilo vsebuje tehnični jezik in je namenjen inženirskemu timu ter razvijalcem. Ta druga faza določa tudi merila za presojo sprejemljivosti modela. Merila se nadalje uporabijo tudi za izbiro rešitev in oblikovanja alternativ. Preko meril je možno določiti ali je rešitev sprejemljiva ali je potrebno uporabiti alternativno pot. Na koncu se merila uporabijo za ocenitve ali zasnova izpolnjuje postavljene cilje.

Ključna značilnost procesa razvoja funkcijskih zahtev, ki je prikazana na sliki 7, je povratna veja, katera vrača trenutne sklepe v ponovni premislek in oceno. Povratna veja pomeni, ko se določi specifikacijo problema se ponovno pojavi vprašanje ali ta izpolnjuje naročnikove želeje. Podobno velja, ko se zastavijo nove želje uporabnika se določi ali rešitve ustrezajo zastavljeni problematiki. Za ciklični razvoj funkcijske specifikacije je



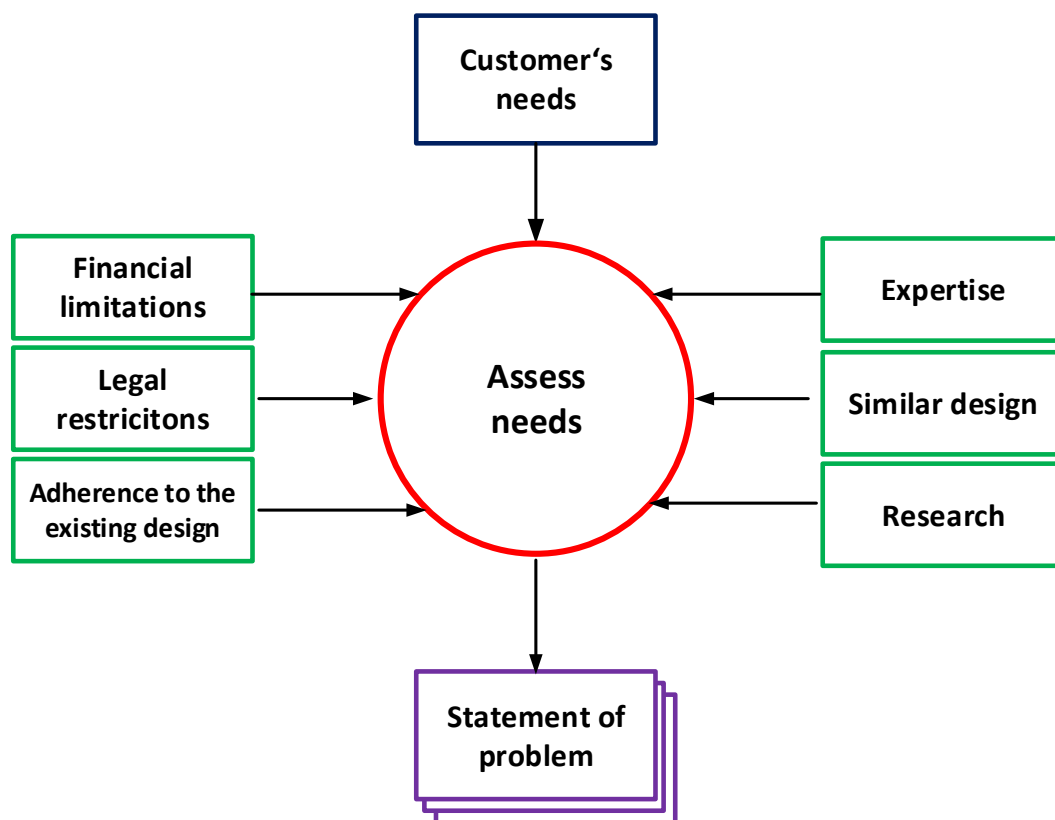
potrebno, da razvijalec prosto izbira odločitve, sklepa dogovore z naročnikom o nadaljnjih korakih in popravi prejšnje odločitve tam, kjer je potrebno.

Rezultat procesa na sliki 7 je dokument specifikacije funkcijskih zahtev. Ta dokument daje kratko poročilo, kako bo dosežena realizacija naprave in kako se bo ovrednotil končen dizajn. Ta dokument odgovarja na dve ključni vprašanji »Kaj bo oblikovalska ekipa naredila« in »Kdaj vemo, da je snovanje zaključeno«. Vključene formalnosti v specifikacijo zahtev lahko variirajo glede na različne okoliščine. To je lahko tudi le dogovor med marketinškim in inženirskim oddelkom v istem podjetju. Nekatera podjetja dajejo večji pomeni uporabi formalnih procedur, ki predpisujejo in zavezujejo razvojni tim k spremljanju in razvoju snovanja izdelka. V podjetjih, ki najemajo zunanje partnerje ali izvajalce pri snovanju svoje naprave, lahko specifikacija zahtev predstavlja uraden dodatek k pogodi med obema stranema. Kadar gre za uradne dokumente ali dodatke je zelo pomembno, da specifikacijo zahtev overita obe sodelujoči strani. Neglede na to ali specifikacija zahtev uradna ali ne, le ta predstavlja dogovor med proizvajalcem in naročnikom elektronske naprave.

#### 4.6. Ocena realnih okoliščin v razvoju in snovanju naprave

Preden predstavimo specifikacijo funkcijskih zahtev bolj podrobneje, se za trenutek ustavimo pri oceni realnih okoliščin pri katerih se začne snovanje naprave. Zelo redko se razvijalska skupina znajde v okoliščinah, kjer bi smernica snovanja bila zelo jasna in preprosta. V realni situaciji se razvojni skupina znajde v omejenem razvijalskem prostoru. Vse te omejitve je potrebno čim prej prepoznati in jih že na začetku navesti v funkcijskih zahtevah, kjer bodo obravnavane tudi v nadaljnjih fazah razvoja.





Slika 8. Ocenitev realnih okoliščin pri snovanju naprave

Do sedaj, le želje stranke so bile upoštevane v fazi razvoja funkcijskih zahtev. Poglobljeno obravnavanje drugi vplivov presega področje funkcijskih zahtev in bi imele zelo malo vpliva na razumevanje besedila. Kljub temu je pomembno, da se takšnih omejitev zavedamo. Slika 7 prikazuje tipične vplive, katere razvijalec mora upoštevati in opredeliti kot mogoče ali omejujoče dejavnike. Kot smo že omenili so vhodi v sistem potrebe naročnika. Sledi kratek seznam ne očitnih vplivov, ki kljub temu vplivajo na snovanje naprave. Ti neočitni vplivi širijo možnosti smeri snovanja ali le tega omejujejo.

1. **Izkušnje:** Viri izkušen so v veliki mera akumulirajo znotraj razvijalskega tima. V mnogi primerih se vključi tudi zunanje vire ali strokovnjake iz specifičnih področij. Viri izkušenj zajemajo tehnična literatura, svetovanje in napotki strokovnjakov ter izkušenj naročnika. Predvsem pri velikih podjetjih se mnogokrat zunanji viri izkušenj navajajo strokovnjaki iz drugi oddelkov ali svetovalci iz hčerinskih podjetji matičnega podjetja.

2. **Podobne rešitve:** Primeri podobnega snovanja včasih tudi konkurenčnega kažejo poti poteka snovanja ali kako so se drugi lotili podobnega problema. Pri tem imajo veliko vlogo patenti ter njihova raziskava. S preiskovanjem registriranih patentov, lahko snovalec preveri ali je bil problem že rešen in kako. Tako lahko razvijalec dobi veliko informacij o postopku razvoja in rešitvi problema.



3. Raziskava: Pomembne del razvija je tudi osnovna raziskava potreb uporabnikov ter finančnega trga. Naročnik, ki je naročil napravo ter razvijalec morata biti seznanjena saj z osnovnimi specifikacijami naprave, ciljnim uporabniki ter trgom. Te informacije moč doseči z raziskavo.

4. Finančne omejitve: Zelo očitna omejitev pri snovanju naprave je tudi finančna sposobnost ali pripravljenost naročnika. Naročnikova pričakovanja, koliko bo stal razvoj naprave, lahko bistveno omejijo ali onemogočijo razvoj.

5. Zakonske omejitve: Razen tehničnih in finančnih omejitev lahko tudi zakoni in politični vpliv omeji razvoj naprave. V Evropski uniji velja veliko pravil in zakonov, ki želijo izboljšati kakovost in varnost naprav. Prav zakoni, ki se dotikajo varovanja okolja skrbijo, da so elektronske naprave čim kvalitetnejše, imajo visok izkoristek ter čim manj vplivajo na okolje. Vpliv na kolje je mišljen tako v procesu izdelava, kot uporabe ter reciklaže. Podrobnejši zakoni in omejitve so predstavljeni v naslednjem poglavju.

6. Upoštevanje proizvodnje zmogljivosti: Večinoma je snovanje naprave povezano z modifikacijo z namenom izboljšanja lastnosti že obstoječe naprave. Tudi popolnoma nov razvit produkt se mora vključevati v že obstoječe linije naprav. Upoštevati je potrebno, da bo nov produkt izdelan s trenutnimi napravami ter postopki. Mnogo podjetji sočasno zaposli razvijalce, ki načrtujejo produkt ter izdelovalni tehnološki postopek. Vodstvo ter finančni oddelki podjetij poglobitno vplivajo na uporabljeno tehnologijo ter programsko opremo v razviti napravi.

#### 4.7. Analiza potreb in določitev problema

Analiza naročnikovih in kupčevih potreb je prvi korak razvijalca k razumevanju zahtev in razvoja snovanja. Analiza se prične z naročnikom in vodi k ne tehničnim opredelitvam problemov, katere bi snovanje naj rešilo. Opredelitev problema mora vključevati naslednje vidike.

**Ne tehnični vidiki:** Problem mora biti predstavljen v jeziku naročnika, kar velja da ne vsebuje nepotrebnih strokovnih in žargonskih izrazov.

**Ne količinske opredelitve:** Specifikacije, kot so; dimenzija, količina, cena ni potrebno, da so predstavljene v numerični obliki. Potrebe so lahko predstavljene kvalitativno.

**Dokončni vidiki:** V vsem možnem obsegu, opredelitev problema mora zajemati vse vidike in težave na katere lahko naleti snovalec tekom snovanja naprave.

**Določljivi vidiki:** Opredelitev problema je subjektivne narave in mora biti usklajen z natančno kvantitativno specifikacijo zahtev. Pogosto je mogoče, da se želje naročnika uvrstijo v kvantitativno specifikacijo zahtev.



Nadaljevali bomo s tehnikami katere je moč uporabiti pri specifikaciji in postavitvev zahtev. Uporaba različnih tehnike je odvisna od okoliščin in načina snovanja naprave. Prav tako je uporaba tehniki odvisna tudi od predhodnih izkušenj naročnika. Tehnike bomo predstavili, kot skupek metod in tehnik, katere se lahko uporabljajo posamično ali v kombinaciji z drugimi tehnikami.

#### 4.8. Vprašalnik

Artikulacija potreb in želja je zelo odvisna on predhodnega poznavanja problematike ter izkušenj naročnika. Snovalec naprav za širok trg in veliko proizvodnjo mora sodelovati z oddelkom za marketing. Oddelek za marketing mora imeti izdelano študijo ter raziskavo trga na katerega bi se lansiral razvita naprava. Izdelana študija vključuje raziskavo ter izkušnjo uporabnikov z dotično linijo naprav. Ključno pri sodelovanju z uporabniki je poizvedba, katere prednosti in novitete mora vsebovati nova naprava. Oddelek za marketing ima prav tako pripravljene ocene, glede pakiranja izdelka ter ceno. Razvijalec mora pogosto prevzeti pobudo pri stiku s uporabniki ter vprašanji iz razloga, da poizve kako povišati uporabnost izdelka, povišati zanesljivost in poenostaviti vzdrževanje.

Različni nabor vprašanja in poizvedbe bo na primer pri snovanju in razvoju hidro generatorja. Pri takšnih pristopih, ki velikokrat nimajo stika z povprečnimi uporabniki pri vsakodnevnih opravilih, komunikacija in poizvedba teče med razvijalcem in inženirjem, kateri ima izkušnje z vgradnjo, vzdrževanjem in rokovanjem hidro generatorjev. Pogosto so ljudje, ki skrbijo, vzdržujejo ter nadzorujejo sisteme v realnih aplikacija bogat vir informaciji za razvoj in nadgradnjo naprave.

Čeprav vprašanja uporabniku lahko variirajo glede na naravo problema, je vprašalnik uporabniki in naročniku osnovno orodje razvijalca. Tabela 2 prikazuje nekaj splošnih vprašanj, katere razvijalci zastavijo uporabniku. Direktna in ciljna vprašanja so ponavadi bolj produktivna, kot vprašanja, ki so zastavljena široko. Napredna tehnika izpraševanja je postavitvev niza vprašanj, kjer določena vprašanja namensko naknadno poizvedujejo določeno problematiki s katero se razvijalec želi seznaniti. Vzemimo primer snovalca naprave, ki se bo proizvedla v velikih količinah. Snovalec želi izvedeti čim več o zanesljivosti naprave. Direktno vprašanje snovalca se bi glasilo. »Kakšno zanesljivost bi pričakovali od naprave?« Takšno vprašanje bi dalo relativno skopo informacijo o zanesljivosti. Vprašanje je mogoče zastaviti tako. »Kakšen je procent podobnih produktov, ki so se pokvarili v času garancije?« Odgovoru na vprašanje bi lahko sledilo naslednje. »Je to sprejemljivo za vas ali bi želeli, da je naprava zanesljivejša?« Vprašanje je mogoče oblikovati natančneje. »Mi smo sposobni izboljšati zanesljivost naprave iz 95% na 99% z dvakratnim povišanjem cene proizvodnje. Ali je to sprejemljivo za vas?«





<p><b>Vprašanja, ki definirajo probleme snovanja:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kakšen je problem, ki ga je potrebno rešiti?</li> <li>• Zakaj nastane ta problem?</li> <li>• Kakšna je vloga snovalca pri reševanju problema?</li> <li>• Kako vem, da sem rešil problem?</li> </ul>
<p><b>Vprašanja, ki definirajo okoljske vidike:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kateri okoljske vidike mora naprava izpolnjevati?</li> <li>• Kakšna bo tehnologija izdelave?</li> <li>• Postopek in možen delež reciklaže naprave?</li> <li>• Izbira elektronskih komponent in materialov?</li> </ul>
<p><b>Vprašanja, ki določajo časovne omejitve ter proračun:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Do kdaj je potrebno razrešiti problem?</li> <li>• Kolikšna je najvišja dopustna cena snovanja?</li> <li>• Kakšna je pričakovana cena naprave pri masovni proizvodnji?</li> </ul>
<p><b>Vprašanja, ki določajo zanesljivost in vzdrževanje:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kakšne so posledice izpada naprave in verjetnost le tega v predvidenem časovnem okvirju?</li> <li>• Kolikšna je cena vzdrževanja (servisno osebje, zaloge rezervnih delov, skladiščenje)</li> </ul>
<p><b>Pogodbena vprašanja:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kako določiti konec snovanja naprave?</li> <li>• Kdaj rezultat snovanja še sprejemljiv?</li> <li>• Kako bo plačano?</li> <li>• Je delo razvoja legalno?</li> </ul>

*Tabela 2. Primer vprašalnika uporabniku*

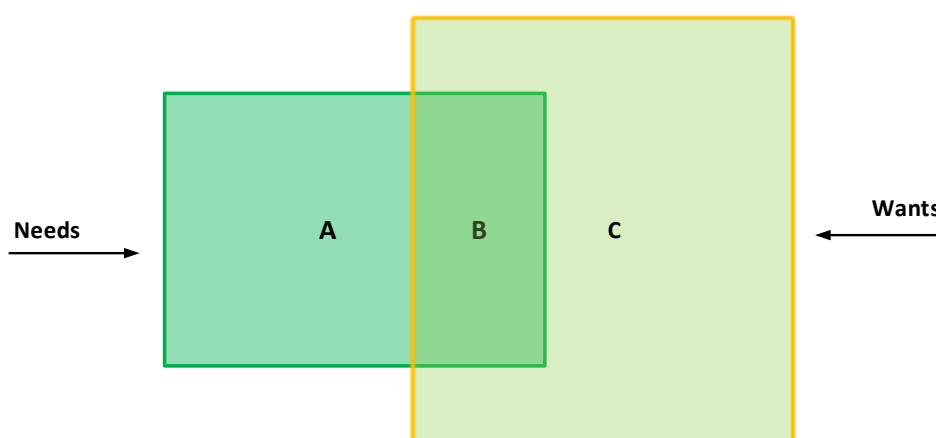
## 4.9. Različne potrebe in želje

Določitev potreb uporabnika ali naročnika je kompleksen in zahteven proces. Proces pridobivanja informacij zahteva mnoge iteracije in ponovitve vprašalnikov z namenom pridobitve čim večjega števila različnih opcij. Zelo pomembna sposobnost



izpraševalce je razločitev med željami ter potrebami uporabnika. Če razvijalec povpraša po željah marketinški oddelek, kateri novosti bi naj vsebovala njihova nova naprava. Odgovor bi bil zelo enostaven. Naprave mora biti bolj napredna od konkurence ter mora biti cenejša za proizvodnjo. To je preprosta izjava želja, katera je pogosto nasprotujoča.

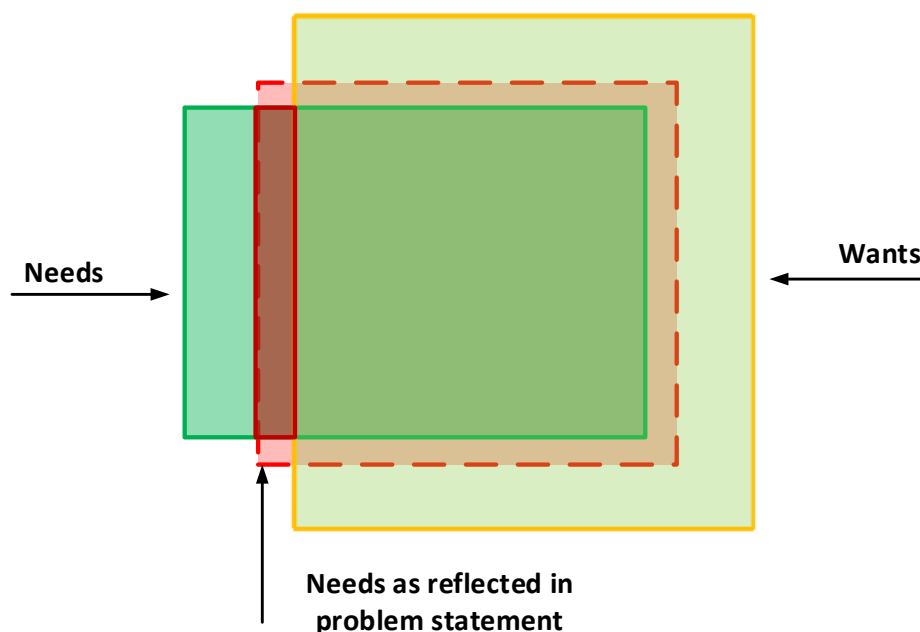
Potrebe in želje uporabnika so prikazane na sliki 9, kot dva prekrivajoča se pravokotnika. Kot lahko vidimo sta polji različne velikosti in nista poravnana (A,C). Želje uporabnika -C pogosto presegajo potrebe-A. Če je opredelitev problema načrtovana tako, da upošteva le želje uporabnika namesto potreb, potem dobimo končno snovanje, ki ne vsopada s potrebami. Kot prvo bi dobili snovanje, katera ne bi zagotovila vseh potreb, kar pomeni, da bi takšen pristop bil pomanjkljiv. Kot drugo, nepotrebne želje bi se izrazile v višji ceni naprave. Če strnemo snovanje bi bilo preveč potratno in bi zagotovilo vseh potreb.



*Slika 9. Snovanje, ki zadosti željam namesto potrebam, se kaže v pomanjkljivosti (področje A) ter nepotrebnim dodatnim funkcionalnostim (področje C).*

Torej je naloga snovalca, da prevede želje uporabnika v opredelitev problema, kateri izraža prave potrebe. Kot prikazuje slika 10, je velika verjetnost, da opredelitev problema ne bo zadostila vsem željam. Naloga snovalca je, da se željam s potrebami čim bolj približa. Temeljnost in skrbnost pri opredelitvi problema se poplača v naslednjih fazah snovanja.





Slika 10. Ujemanje opredelitve problema z resničnimi potrebami vodijo do optimalnega snovanja.

#### 4.10. Določitev omejitev projekta

Zunanji dejavniki lahko vplivajo na omejitev alternativnih rešitev, katere snovalec lahko predvidi tekom snovanja. V bistvo pomeni, da so lahko nekatere rešitve izven meja zmožnosti projekta. Določitev omejitev projekta je učinkovit pristop s katerim določimo, kaj snovanje ne sme zajemati ali nasprotno, kaj snovanje mora zajemati.

V prejšnjem poglavju smo obravnavali pojem 'informirana stranka', kjer smo obravnavali primer logistično podjetje. Pri analizi in raziskavi omejitev je v tem primeru zelo pomembno, da razvijalec upošteva število vozil podjetja, način komunikacije z dispečerskim centrom, koliko sporočil je potrebno poslati vsakemu vozilu itd.. Ob tehničnih omejitvah lahko, kot omejitev projekta upoštevamo nadaljnji razvoj podjetja, predvidena rast, koliko novih vozil lahko dodamo v obstoječi sistem. Iz stališča visoke rasti ekološke osveščenosti prebivalstva in s tem hitro rastočimi strožimi zakoni v vseh državah EU, je smiselno predvideti prihodnje trende in smernice ekološke politike. Koliko truda je potrebno vložiti, da je sistem razvit modularno. Modularnost omogoča hitrejšo adaptacijo in prilagoditev sistema, glede novih standardov in tehnološkega razvoja. Ob vseh vidikih je ključnega pomena vzdrževanje, kakšen je način prenove, možnosti nadgradnje in vzdrževanje sistema. Tudi v tem primeru je modularnost sistema zelo zaželena.

Omejitve novega projekta zelo pogosto predstavlja že trenutni sistem. Velikokrat je želja uporabnika ali naročnika, da je nov sistem podoben staremu ali je znotraj določenih okvirjev. Popolnoma nov sistem, zahteva ponovno učenje uporabnikov, kar upočasni fazo adaptacije in zagona sistema v polni funkcionalnosti. Smisel nadgradnje



in prenove je ravno v tem, da se uporabijo novejšje tehnologije, ki pogosto ne morejo ustreči vsem funkcionalnostim in podobnostim iz starega sistema.

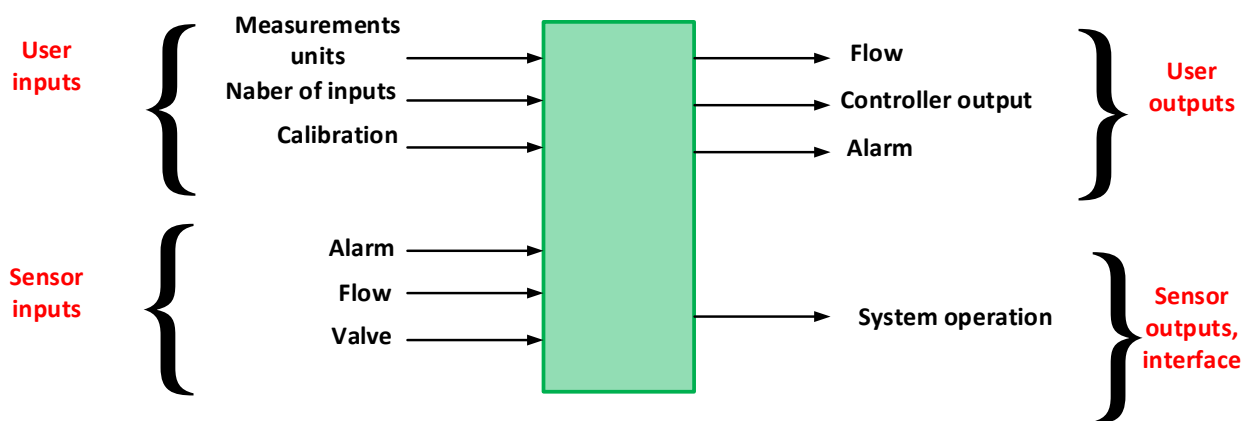
Kot nazadnje obstajajo tudi legalne omejitve in zakoni. Recimo pri logističnem podjetju, ki želi vzpostaviti brezžični komunikacijski sistem, so zakonsko predpisane omejitve glede moči, frekvence oddajnika. Kakšen tip antene je lahko uporabljen. Legalizacija naprave ne sem kršiti raznih avtorskih del in patentov. Naloga snovalca je, da upošteva vse kriterije in jih vključi v razvoj naprave.

#### 4.11. Vhodno izhodna analiza

Problem snovanja je konceptualno predstavljen, kot funkcijski blok z danimi vhodi in izhodi. Takšna predstavitev problema, da snovalcu jasen pregled, kakšne težave je potrebno rešiti tekom snovanja in čemu je snovanje namenjeno.

Za primer vzemimo snovanje naprave za vodenje pretoka plina pri več kanalnih laboratorijskih merilnih sistemih. Plin se prenaša iz tlačnega rezervoarja do izhodnih šobe za vsak kanal. Šobe so povezane na krmilne ventile in senzorje pretoka. Upravljalet naprave uravnava in nastavlja želene vrednosti pretokov za posamezni kanal posebej ter tlak zalogovnika. Trenutne vrednosti pretokov ter tlak v rezervoarju se prikazuje na grafičnem vmesniku.

Naslednja slika - Slika 11 prikazuje vhodno-izhodni diagram za regulator pretokov merilne naprave. Ko načrtovalec in naročnik izdelata takšen diagram je zelo možno, da odkrijete nekatere nepričakovane težave. Za primer predstavimo, kakšne način kalibracije naprave bomo uporabljali, kako nastavljeni želene vrednosti, katere vrste alarmov potrebujemo itd..



Slika 11. Vhodno-izhodni diagram



Vhodno izhodni diagram je uporabne prav tako za določitev funkcionalnosti pri kompleksnih in zahtevnih projektih. Diagram ne opredeljuje ne funkcijskih zahtev, kot so velikost ali zanesljivost.

#### 4.12. Pregled uporabniškega vmesnika

Večina elektronskih produktov izmenjuje podatke z uporabnikom preko uporabniškega vmesnika. Izmenjava podatkov med napravo in uporabnikom poteka na različne načine kot so: preko tipkovnice, zvoka, tipke, ekrana itd.. Uporabniški vmesnik ter način interakcije z napravo je ključno pri lansiranju naprave na tržišče. Zato je ključnega pomena, da se uporabniški vmesnik določi pri specifikaciji zahtev. V večini primerom se razvijalec mora postaviti v vlogo uporabnika, ki bo napravo uporabljal. Nekatere naprave potrebujejo več uporabniških vmesnikov ali različne načine interakcij za napravo.

Za primer vzemimo razvoj pametnega mobilnega telefona. Interakcija med napravo in uporabnikom v večini poteka preko zaslona občutljivega na dotik. V smislu čim višje učinkovitosti telefona- avtonomija je potrebno napravo snovati tako, da bo ta čim bolj energijsko varčna. Po raziskavah je dokazano, da velik delež energije potrošijo zasloni telefona, zato se ti venomer izklapljujejo po določenem času neaktivnosti. Večina telefonov na tržišču ob zaslonu vsebujejo že zunanje tipke, katere so namenjene vitalnim funkcijam. Med vitalne funkcije štejemo tipko za vklop in izklop, senzor prstnega odtisa, tipke za jakost zvoka itd.. Vsak pameten telefon ima tudi zvočnik, ki ne služi samo za pogovor ampak tudi kot alarm in obveščanje o stanju naprave. Vse funkcionalnosti in uporabniškega vmesnika morajo biti zavedene v specifikaciji zahtev. Iz stališča ekološke učinkovitosti je varčevanje energije ključnega pomena pri nižanju ogljičnega odtisa naprave v fazi delovanja.

#### 4.13. Raziskava snovalnih atributov

Mnogi procesi snovanja imajo ponavadi podobne ali celo enake lastnosti. Raziskava atributov snovanja lahko pomaga pri razkritju dodatni potreb projekta. Zelo smiselno je attribute razdeliti na funkcijske in ne funkcijske zahteve. Takšen pristop opisa atributov vodi snovalca k jasnejšemu pregledu, kaj snovanje mora doseči (funkcijske zahteve) in kakšno naj bi bilo snovanje (ne funkcijske zahteve).

Za primer vzemimo snovalca mobilnega telefona. Tržišče mobilne telefonije je zelo nasičeno ter konkurenčno. Tehnologija mobilne telefonije je hitro rastoče, zato novi produkti zahtevajo nove izboljšave, boljše funkcionalnosti ter uporabo novih tehnoloških rešitev ali napredkov. Snovalec je tako soočen z odločitvijo, kakšne funkcionalnosti bo telefon vseboval in katere nove tehnološke rešitve in pristope bo uporabil.



Z raziskavo atributov, snovalec odkrije možne načrtovalske postopke. To sproži nov val vprašanj o potrebah snovanja. V naslednji tabeli so prikazane lastnosti naprave in možna vprašanja, ki se pojavljajo.

Funkcijske zahteve	
<b>Standardne funkcije</b>	Ali mora produkt izpolnjevati katere standarde? Če mora izpolnjevati več standardov ali so ti postavljeni v proizvodnji, trgovini ali pri kupcu?
<b>Napredne funkcije</b>	Kater nove funkcionalnosti ob že obstoječih mora imeti nov izdelek? Kater funkcionalnosti glede na konkurenco mora izdelek ponujati? Ali potrebujemo kakšne nove funkcionalnosti? Ali je možno funkcionalnosti kategorizirati, kot potreben ali so odvisne od končne cene naprave.
Ne funkcijske zahteve	
<b>Uporabniški vmesnik</b>	Ali bomo uporabili nov izgled?
<b>Pakiranje</b>	Ali bo velikost in teža ostala enaka? Kakšne načrte ima konkurenca? Kakšni so okoljski dejavniki?
<b>Baterija</b>	Ali je potrebno baterijo nadgraditi? Večja avtonomnost, čas polnjenja.
<b>Produkcija</b>	Kje bomo napravo izdelovali, kakšen vpliv na okolje ima proces izdelave? Katere tehnike izdelave in testiranja bomo uporabili.
<b>Zanesljivost</b>	Ali je garancijska doba sprejemljiva? Ali se zanesljivost naprave z višanjem produkcijske cene zvišuje?
<b>Servis</b>	Je potrebno uvesti nove servisne postopke in orodja? Ali je možno obdržati servisno osebje?

*Tabela 3. Funkcijske in ne funkcijske zahteve*

Prve vrste v tabeli 'standardne funkcije' postavljajo vprašanje glede standardov, katere je potrebno izpolnjevati. Glede na postavljene standarde je potrebno prilagoditi



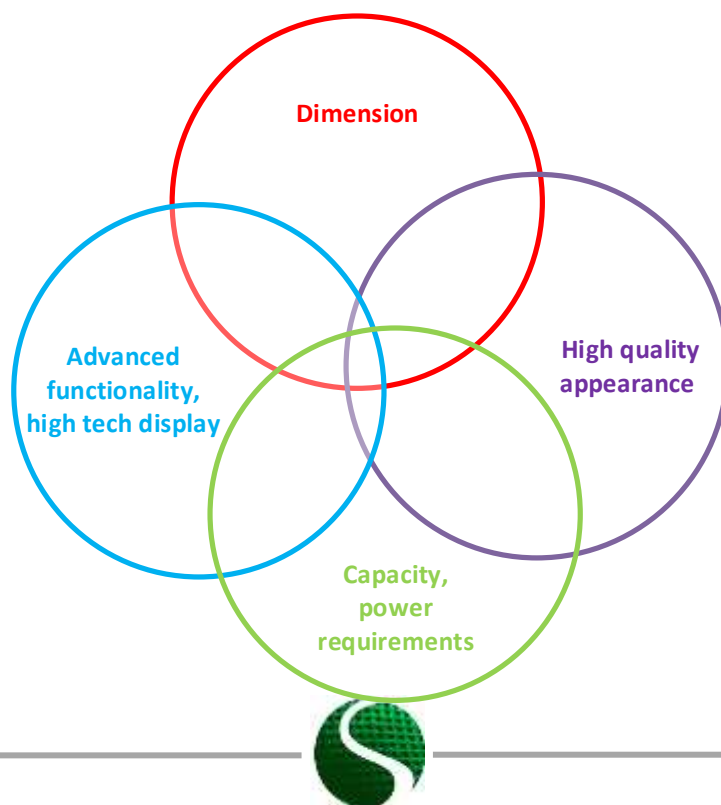
tudi način snovanja ter postavitev zahtev. Ostale zahteve so izpeljane iz obstoječih pristopov in vodijo v primerjavo med obstoječim ter novim snovanjem. Takšna primerjava je koristna, ker pokaže izhodišče načrtovanja nove naprave. Na koncu nekateri lastnosti kot so; produkcija, zanesljivost ter servis, grejo preko zahtev snovanja naprave. So uporabne za nadaljnja inženirska vprašanja in kažejo tendenco po možnosti sodelovanja z drugi oddelki ali zunanjimi podjetji.

#### 4.14. Določitev in prepoznavanje konfliktnih situacij





V mnogih primerih pri snovanju izdelka naletimo na konflikte situacije, še posebej če pri tem prihaja do nekaterih ne prekrivanja med zahtevami naročnika in snovalca. Reševanje konfliktnih situacij pogosto vodi do kompromisa med različnimi zahtevami. Zelo pomembno je, da se konflikti rešujejo med stranko in snovalcem. Dogovor med obema stranema vodi do jasnejše slike problema in se izogiba dvomju in nedoločenosti.

Klasični konflikt nastane med ceno, zmogljivostjo ter časom izvedbe. Pogosto stranka pričakuje višjo zmogljivost, dodatne funkcionalnosti, minimalno ceno ter najkrajši čas izvedbe. Zelo pomembna je komunikacija in obveščanje stranke v primeru, ko vseh kriterijev ni moč doseči.

Spete si oglejmo primer snovanje mobilnega telefona, kjer konflikt nastane med funkcijskimi in ne funkcijskimi zahtevami. Dani primer; pakiranje zahteva manjše naprave, višja zmogljivost zahteva večjo kapaciteto baterija, kar hkrati pomeni večja teža in dimenzija naprave. Konflikt lahko ostane nerazrešen dokler tehnološki napredek ne izboljša zmogljivost baterije, kater nato lahko vodi v konflikt višanja cene. Ostali možni konflikti so prikazani na sliki 12 in 13.



Slika 12. Področja konfliktnih situacij ter zahtev

	Size	Battery	Display	Capacity
Size		++	++	-
Battery			+	++
Display				--
Capacity				

++ very correlated  
 +medium correlated  
 - medium uncorrelated  
 -- very uncorrelated

Slika 13. Korelacijska matrika prekrivanja zahtev.

Tehnika zaznavanja možnih konfliktov temeljiva na korelacijski matriki prikazana na sliki 13. S pomočjo matrike identificiramo možna prekrivanja zahtev in odkrivamo njihovo povezanost. Tehnika je zelo učinkovita če je pri snovanju manj atributov pri večih lastnostih je matrika kompleksna in korelacije je težje prepoznati. Iz slike 13, je razvidno, da z višanjem kapacitete baterije višamo zmogljivost ter drastično vplivamo na velikost naprave. V matriki so prikazane možni konfliktne situacije, ki nastanejo pri snovanju naprave. Prav tako morajo biti konfliktne situacije predvsem tam, kjer prihaja do prekrivanja zavedene v specifikaciji problemov, ki se morajo rešiti ali samo navedene, kot načrtovalske omejitve. Ključno je, da se o tem obvešča stranko, saj le ta lahko pridobi bolj realen pogled nad razvojem.

#### 4.15. Priprava osnutka navodil za uporabnika

Vsaka elektronska naprava mora vsebovati tudi navodila za uporabnika. Kakor pri vseh metodah snovanja tudi osnutek navodil uporabniku sili načrtovalca ter naročnika,





da določita načrtovalske potrebe in zahteve. Naslednja tabela prikazuje poglavja osnutka navodila uporabniku za laboratorijsko preizkusno naprav za vodenje referenčnega pretoka zraka skozi tekočine.

<b>Pregled produkta</b>
<b>Namestitev</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Senzor pretoka</li><li>2. Linearni ventili</li><li>3. Krmilje linearnih ventilov</li><li>4. Mikrokrmilnik</li><li>5. Komunikacijski vmesnik</li><li>6. Napajanje</li></ol>
<b>Prvi zagon</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Postavitev senzorjev</li><li>2. Kalibracija</li><li>3. Testiranje</li><li>4. Priklop naprave</li></ol>
<b>Delovanje</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Izbira metričnega sistema</li><li>2. Zajemanje podatkov</li><li>3. Alarmi</li><li>4. Uporabniški vmesnik</li><li>5. Zagon vodenja</li><li>6. Komunikacija</li></ol>
<b>Vzdrževanje</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Standardno vzdrževanje</li><li>2. Odpravljanje težav</li></ol>

*Tabela 4. Primer navodil uporabniku za laboratorijsko merilno napravo*

Sestavljanje osnutka navodil vodi do novih vprašanj o načrtovalskih potrebah. Je zelo priročna, če se osnutek sestavlja skupaj z naročnikom, ki ima že prej izkušnje s podobno napravo. Kot na primer postavitve senzorja pretoka, protokol komunikacije, uporaba računalniškega sistema itd.. Opis uporabniškega vmesnika ali se uporabi podoben koncept ali se ta opiše v navodilih uporabniku.

Kot smo že opisali, je analiza problemov snovanja predvsem ne kvantitativna in ne tehnična, podaja le kaj s snovanjem želimo doseči. S postavitvijo načrtovalskih potreb skupaj s naročnikom se lahko premaknemo v naslednjo fazo. Naslednja faza snovanja opisuje kako preidemo iz analize problemov v funkcijsko specifikacijo, ki je že bolj tehnično orientirana in že podaja določene pristope in rešitve. S dobro analizo problemov snovanja je relativno preprosto preiti na specifikacijo zahtev. Prav tako v nekaterih primerih prehod v funkcijsko specifikacijo zahteva napor, izkušnje, subjektivne



teste in raziskave. Za primer vzemimo laboratorijsko napravo za merjenje pretoka. Iz izjave analize problemov je specificirano, da vodenje mora biti precizno, hitro in zanesljivo. Inženir takšne podatke pretvori v funkcijske specifikacije, kar pomeni, da napaka vodenja ne sme presegati 0.5% želene vrednosti, čas postavitve sistema mora biti manj kot 2 sekundi.

#### 4.16. Funkcijska specifikacija

Pretvorba analize problemov v funkcijsko specifikacijo je prevod ena na ena. Vaska zahteva snovanja je prevedena v funkcijsko specifikacijo. Dobra analiza problematike snovanja omogoči popoln in konsistenten prevod v funkcijsko specifikacijo. Popolna analiza problemov je mišljena, da je snovanje dodobra preučeno in do potankosti analizirano. Pri takšni analizi ni protislovij med različnimi potrebami snovanja.

Če je analiza površna in je funkcijska specifikacija razvita, je zelo pomembno, da se načrtovalske potrebe pregledajo skupaj z naročnikom. V tem primeru se lahko odpravijo določene nejasnosti in se opredelijo še ostale načrtovalske zahteve.

Pri prevodu zahtev se snovalec upira na svojo ekspertno znanje ter izkušnje. Ni za pričakovati, da je načrtovalec strokovnjak na vseh področjih razvoja. Zato smo podali tri različne pristope za prevod analize problemov v funkcijsko specifikacijo.

1. Zunanji strokovnjak: Takšni viri vključujejo zunanje strokovnjake, industrijske standarde in druge vire kot so; knjige, revije in učbeniki. V nekaterih primerih zunanji strokovnjaki nastopajo, kot svetovalci ali zunanji asistenti. Za primer vzemimo senzor pretoka, ki mora obratovati v določenem območju in pod različnimi tlaki. V funkcijski specifikaciji mora biti zavedeno merilno in obratovalno območje senzorja. V primeru, da je glavni snovalec strokovnjak iz področja elektrotehnike potrebuje zunanjega strokovnjaka iz področja pnevmatike in hidravlike. Drugo strokovno znanje izvora iz področja standardizacije. Pogosto standardi določajo funkcionalnost in potek snovanja naprave.
2. Analiza podobnih sistemov: Termin reverzi inženiring je pogost pristop za opis tega pristopa. Pogosto ima negativen prizvok, ker ga povezujemo s krajo ideje in plagiatorstvom. Dejstvo je, da je večina snovanj temelji na snovanju, ki je bilo izvedeno pred tem. Tako dolgo dokler se ne kršijo patentna pravila, nepooblaščen duplikacija, kraja ideje je takšen pristop popolnoma sprejemljiv. Za primer vzemimo baterijo mobilnega telefona. Funkcijska specifikacija podaja čas polnjenja popolnoma prazne baterije. Za določitev časa polnjenja mora snovalec pregledati karakteristike drugi naprav različnih proizvajalec.



3. Vodenje testov ali poizkusov: Z željo, da se določi čas polnjenja baterije je potrebno izvesti številne eksperimentalne teste. Snovalec mora narediti veliko testov različnih tipov baterij ter različnih proizvajalec, da lahko statistično določi lastnosti polnjenja. Prav tako je potrebno testirati različna polnilna električna vezja, da se določi najbolj primerno. Podobno velja za ostale komponente sistemov. Pogosto se izdelajo prototipne naprave, vezja, programska oprema, ki se testirajo pod različnimi pogoji in se največkrat izvajajo v razvojnih laboratorijih.

#### 4.17. Specifikacija komponent vmesnika naprave

Kot smo omenili v prejšnjih poglavjih pri analizi potreb, uporabniški in ostali vmesniki med uporabnikom in napravo ali med drugimi napravami morajo biti popolnoma in natančno določen pri specifikaciji zahtev. Vsa stikala, indikatorji, računalniški zaslani, vhode enote, katere so potrebno za interakcijo z napravo morajo biti jasno opredeljeni. Specifikacija zahtev mora vsebovati tudi osnutek ali približno skico uporabniškega vmesnika.

Ob uporabniške vmesniku so tukaj še ostali vmesniki, ki so prav tako pomembni. Za primer vzemimo laboratorijsko napravo za uravnavanje pretoka zraka skozi tekočino. Pomembni vmesniki pri tej napravi, je tudi komunikacijski modul, ki komunicira z osebnim računalnikom. Določiti je potrebno hitrost prenosa in tip komunikacije med napravami. Definirati je potrebno tudi presek cevi zraka, ter vmesniki za namestitve cevki na senzor pretoka. Prav tako je pomembna izbira senzorja pretoka ali ta ima digitalni ali analogni izhod. Sklopitev senzorja z mikrokontrolnikom. Določitev način vodenja proporcionalnega ventila. Kako ventil povezati s senzorjem ter dovodom zraka. Podobno postopamo pri drugih napravah. Recimo pri mobilnem telefonu so vmesniki kompleksnejši. Potrebno je definirati tip omrežja ter področje frekvenčnega pasu mobilne telefonije. Današnji telefoni ob osnovnih funkcijah imajo tudi druge vmesnike, kot so WiFi, NFC, Bluetooth, GPS modul. Različne merilne sisteme kot so, pospeškometer, giroskop, kompas, tlačni senzor in senzor oddaljenosti. Tukaj ne smemo pozabiti poglobitna dejstva, kot so tip in velikost zaslona, vgrajena kamera, čitalec prstih odtisov itd..

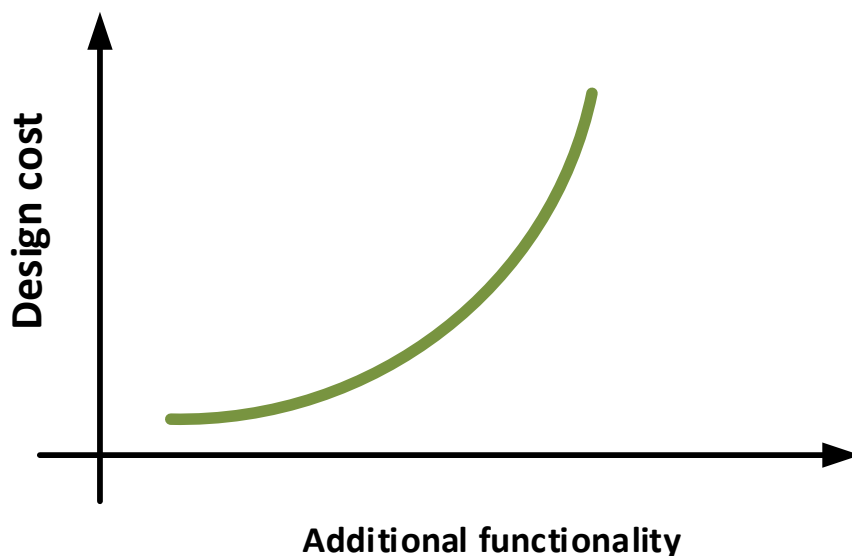
#### 4.18. Pretirane zahteve

Pri analizi potreb je pomembno, da ugotovimo in analiziramo resnične potrebe naročnika. Ko analizo potreb pretvorimo v specifikacijo zahtev je zelo ključno, da se čim bolj približamo potrebam in zahtevam naročnika. Specifikacija ne sme biti preveč ambiciozna niti ne preveč ohlapna.



Specifikacija zahtev, ki so pretirane in presegajo resnične zahteve pogosto vodijo v dražje snovanje naprave. Izkušen snovalec pretirane zahteve razvrsti v dve skupino. Prva skupina zahtev predstavlja zahteve, ki niso potreben. Druga skupina zahtev predstavlja zahteve, ki so prestroge.

Običajno med naročniki prevladuje miselnost, da majhni dodatki v napravi ne dvignejo ceno razvoja, do te mere da bi bila predraga, posebej če gre za programsko opremo. Čeprav cena naprave se zaradi dodatnih strojnih komponent znatno ne poveča, je potrebno upoštevati, da se povečajo stroški snovanja. Na sliki 14 je prikazana eksponentna rast cene snovanja glede na dodajanje različnih funkcionalnosti naprave.



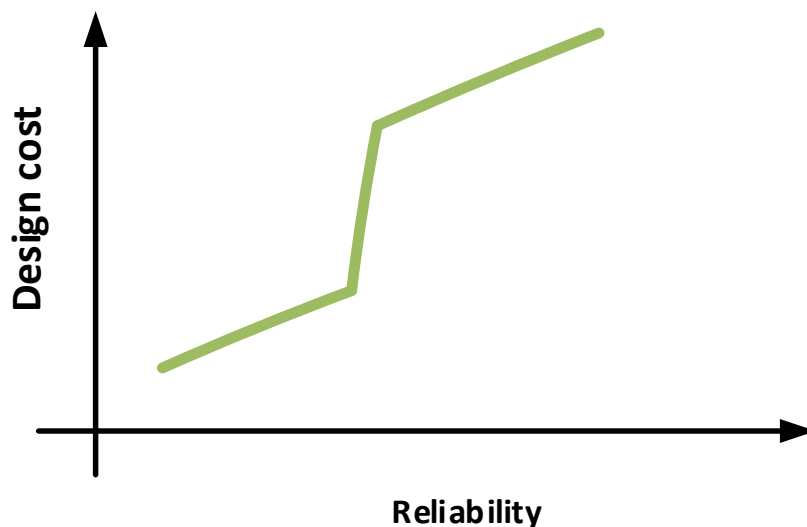
Slika 14. Povezava med stroški snovanja ter dodatnimi funkcionalnostmi

Ceno snovanja ne dviga samo dodatno delo snovalca, ampak tukaj je vključeno tudi dodatno vodenje projekta, dokumentacija in testiranje naprave.

Preveč stroga kakor tudi preveč ohlapna funkcija specifikacij lahko drastično poveča ceno snovanja. Razlog tiči v dejstvu, da ni preveč maneverskega prostora za dodatna prilagajanja ali obratno je preveč prostora, ker je posledično izbira preveč nedoločena in neoptimalna. Prav tako na ceno vpliva previsoka zahteva po zanesljivosti naprave. Slika 15., prikazuje rast cene glede na zahtevo po zanesljivost, kjer je vidna ločnica med drastičnim povišanjem in zmerno rastjo cene razvoja.

Če je naročnik postavil zahtevo po visoki zanesljivosti naprave, je potrebno naročnika obvestiti, da je cena snovanja lahko bistveno nižja, če se kriteriji deloma znižajo. Vse možnosti ter analize snovanja je potrebno upoštevati pri določitvi specifikacije zahtev.





Slika 15. Cena naprave v povezavi z zahtevo

#### 4.19. Verifikacija

V fazi verifikacije potreb ter ciljev načrtovanja je ključno, da ta korak izvajata obe strani. Ta faza se imenuje tudi potrditveni test. Prav tako je smotno, da se faza testiranja naprave ne prične preden verifikacija ni potrjena. To je možno doseči z preliminarnim načrtom testiranja skupaj s postavljenimi specifikacijami potreb.

Velja preprosto pravilo, če načrtovalske potrebe ne morejo biti potrjene ne smejo biti zavedene v specifikaciji. To pomeni, če je v načrtovalske potrebe vključena nezaželena zahteva, ta more biti izključena ali spremenjena tekom verifikacije. Pri tem je ključno, da se verificirajo potrebe snovanja med tem, ko se razvija specifikacija potreb. Ko se določa posamezen parameter v specifikaciji potreb, snovalec mora upoštevati, če je ali ni možno izvesti verifikacije. Description of point 1



## REFERENCE:

1. M. Crul in J. Diehl, Design for sustainability, a step-by-step approach, Paris: UNEP, United Nations Publications, 2009.
2. EU project InEDIC - Innovation and Ecodesign in the Ceramic Industry 2009-2011, Ecodesign Manual, European Commission - Lifelong Learning Programme, 2011.
3. D. Krajnc, Eko-dizajn, Operativno program čezmejnega sodelovanja Slovenija-Madžarska 2007-2013, November 2014

