

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

*Janova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni program gradbeništvo,  
Organizacijsko tehnološka smer

Kandidat:

**Marko Ekart**

# **Uporaba koncepta vitke proizvodnje v gradbeništvu**

**Diplomska naloga št.: 2884**

**Mentor:**

izr. prof. dr. Jana Šelih

Ljubljana, 30. 5. 2006

## BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

<b>UDK:</b>	<b>658.5:69(043:2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Marko Ekart</b>
<b>Mentor:</b>	<b>doc. dr. Jana Šelih</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Uporaba koncepta vitke proizvodnje v gradbeništvu</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>104 str., 2 pregl., 18 sl.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>vitka proizvodnja, vitka gradnja, “<i>just in time</i>”, celovito zagotavljanje kakovosti, CPM, vitko razmišljanje</b>

### Izvleček

Koncept vitke proizvodnje je sodoben pristop k organizaciji in planiranju proizvodnje, ki se je pojavil v petdesetih letih prejšnjega stoletja. Zanj je značilno, da zahteva od uporabnika popolnoma nov način razmišljanja. Diplomsko delo predstavlja načela vitke proizvodnje ter jih primerja z drugimi novejšimi metodami načrtovanja in vodenja proizvodnje, kot so teorija omejitev, “*just in time*” metoda in celovito vodenje kakovosti (TQM).

V gradbeništvu se navedene metode uvajajo z zakasnitvijo, saj je graditev kompleksen dolgotrajen proces, sestavljen iz večih faz (zasnove, projektiranja, gradnje, prevzema, uporabe, odstranitve), v katerih sodeluje veliko število udeležencev. Uporaba koncepta vitke proizvodnje v gradbeništvu oz. vitka graditev je danes v svetu izjemno aktualna tema. Prvi del jedra diplomskega dela opisuje načela, potek in faze vitke graditve ter orodja za njeno uspešno uporabo. Drugi del prikazuje nekaj uspešnih primerov aplikacije vitke graditve v tujini s pomočjo ustreznih orodij (sistema Last Planner) in analizo dveh slovenskih podjetij, pri katerih sem skušal z pomočjo intervjuja ugotoviti, v kolikšni meri uporabljata metode in tehnike vitke graditve oz. vsaj načela vitkega razmišljanja. V obeh obravnavanih primerih se je izkazalo, da gre za sodobni podjetji, ki sledita svetovnim trendom tako pri proizvodih kot pri organizaciji poslovanja in planiranja proizvodnje ter gradnje. Obe stremita k izničenju materialnih in časovnih izgub, kar je v načelu tudi cilj vitke gradnje.

Na podlagi študija literature in obravnavanih primerov ugotavljam, da je koncept vitke proizvodnje možno uspešno prenesti tudi v gradbeno industrijo, kar kažejo uspešni primeri tako doma kot v tujini. Ob pogoju, da je implementacija teh načel uspešna, lahko ugotovimo, da vodi k racionalizaciji in posledično večji stroškovni učinkovitosti gradbene proizvodnje.

## **BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC:** 658.5:69(043:2)  
**Author:** Marko Ekart  
**Supervisor:** assist. prof. Jana Šelih  
**Title:** Applicability of lean production concept in construction  
**Notes:** 104 p., 2 tab., 18 fig.  
**Key words:** lean production, lean construction, just in time, total quality management, CPM, lean thinking

### **Abstract**

The concept of lean production is a contemporary approach to production planning and organization that emerged in the fifties. Lean production requires from the user to adapt to a completely new way of thinking. The thesis presents the main principles of lean production and compares them to other new production planning and organization methods, such as theory of constraints, just in time and total quality management.

Construction industry tends to implement these methods with a time lag, mostly due to a complex, longlasting production process that consists of several stages (concept, design, construction, commissioning, use and maintenance and de-commissioning) with a large number of project participants. The implementation of lean production concepts is therefore currently an extremely vivid area of research and application. Therefore, the core part of the thesis first describes principles, flow and phasis of lean construction, followed by a chapter where several successful cases of lean construction worldwide are presented. LastPlanner tool was used in all cases presented.

Two cases of successful Slovenian companies from the building industry are presented. The degree of lean construction principles' application was determined for both companies by using the interview method. The analysis of both cases shows that both companies are modern enterprises that follow the world trends both in product development as well as in production and assembly organization and planning. They both aim at eliminating material and time waste, which is one of the principles of lean construction.

Based on the literature survey and cases under investigation, it can be concluded that the lean production principles can be successfully implemented in construction industry. This conclusion is supported by successful cases both worldwide as well as in Slovenia. If application of lean construction principles is carried out properly, a rational and consequently more cost-efficient construction process can be achieved.

## KAZALO VSEBINE

1	UVOD .....	1
1.1	Predstavitev problema .....	1
1.1.1	Pomembnost gradbenega sektorja .....	1
1.1.2	Izzivi današnjega gradbenega sektorja .....	1
1.1.3	Rešitve v gradbeništvu .....	2
1.2	Namen naloge .....	5
1.3	Pregled vsebine naloge .....	5
2	ZGODOVINA OD VITKE PROIZVODNJE DO VITKE GRADNJE .....	7
2.1	Vitka proizvodnja .....	7
2.2	Vitka graditev .....	9
3	INOVATIVNI NAČINI UPRAVLJANJA PROIZVODNJE .....	13
3.1	Inovacije v gradbeništvu .....	13
3.2	Vitka paradigma kot inovacija .....	15
3.3	Vitko razmišljanje – “ <i>Lean thinking</i> ” .....	16
3.4	Metoda “Za vsak slučaj” – JIC .....	19
3.5	Planiranje potreb po materialu – MRP .....	20
3.6	Metoda “V trenutku” – JIT .....	21
3.6.1	Načela JIT .....	22
3.6.2	Tehnike JIT .....	24
3.6.2.1	Zmanjšanje uvajanja razvoja (“ <i>work in progress</i> ”) .....	24
3.6.2.2	Zmanjšanje časa postavitve .....	25
3.6.2.3	“ <i>Kanban</i> ” .....	25
3.6.2.4	Integracija dobavitelja .....	26
3.6.2.5	Uravnovešeno razporejanje (“ <i>balanced schedule</i> ”) .....	27
3.6.3	Cilji JIT .....	28
3.7	Teorija omejitev – TOC .....	30
3.7.1	Vpliv omejitev .....	30
3.7.2	Uporaba teorije omejitev v postopkih .....	31

3.7.3	Primerjava teorije omejitev, načrtovanja materialnih potreb in sistema JIT	37
4	<b>CELOVITO ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI - TQM</b>	<b>38</b>
4.1	Glavni elementi celovitega vodenja kakovosti	38
4.1.1	Verige kakovosti (“ <i>quality chains</i> ”)	39
4.1.2	Procesno vodenje (“ <i>process management</i> ”)	39
4.1.3	Stalne izboljšave (“ <i>continuous improvement</i> ”)	41
4.1.4	Zavezanost vodstva (“ <i>management commitment</i> ”)	42
4.2	Merjenje sprememb (“ <i>benchmarking</i> ”)	42
5	<b>VITKA GRADNJA</b>	<b>43</b>
5.1	Teorije proizvodnje	44
5.2	Vitka dostava (“ <i>lean delivery</i> ”)	46
5.2.1	Sistem vitke dostave LPDS	47
5.2.2	Struktura LPDS	49
5.2.3	Povezovanje sistema LPDS protitočno in nižjeležeče (“ <i>upstream and downstream</i> ”)	49
5.2.4	Povzetek LPDS sistema	50
5.2.5	Izvedba sistema LPDS	51
5.3	Orodja in tehnike vitke gradnje	51
5.3.1	Vitko strukturiranje dela	52
5.3.2	Razporejanje dela	52
5.4	Vitko načrtovanje	54
5.4.1	Prednosti vitkega načrtovanja	55
5.5	Vitka dobava	55
5.5.1	Problemi dobavnih verig	56
5.5.2	Izboljšave vitke dobave	57
5.5.2.1	Načrtovanje proizvoda za vitko dobavo	57
5.5.2.2	Natančno upravljanje z vitko dostavo	58
5.5.2.3	Izdelava in logistika za vitko dobavo	58
5.5.3	Načrtovanje in kontrola dobavne verige	60
5.5.4	Vloga vodenja dobavnih verig v gradbeništvu	61

---

5.5.5	“ <i>Just in time</i> ” dostava betona .....	62
5.6	Vitka montaža (sestava) .....	70
5.6.1	Vitka montaža za tehnični pregled in prevzem .....	70
5.6.2	Vitka montaža – sestava.....	71
5.6.3	Izdelava in logistika za vitko montažo.....	75
6	UPORABA KONCEPTA VITKE GRADITVE V PRAKSI .....	77
6.1	Slovenska podjetja in sistem vitke gradnje .....	81
6.1.1	Podjetje Riko hiše .....	82
6.1.2	Riko hiše in vitka gradnja.....	83
6.1.3	Trimo Trebnje .....	85
6.1.4	Trimo in vitka gradnja.....	86
7	METODE VITKE GRADNJE (OPIS IN PRIMERJAVA METOD).....	89
7.1	Metoda kritične poti (“ <i>Critical Path Method</i> ” – CPM) .....	89
7.2	Metoda Last Planner .....	91
7.3	Aplikacija vitke gradnje z metodo kritične poti .....	97
8	ZAKLJUČEK .....	99
	UPORABLJENI VIRI.....	101
	OSTALI VIRI .....	103

## PRILOGE

Priloga A: Slovar pojmov pri vitki gradnji

Priloga B: Anketna vprašanja z odgovori



## KAZALO SLIK

Slika 1: Koraki vitkega razmišljanja .....	19
Slika 2: Planiranje materialnih potreb .....	21
Slika 3: Analogija fenomena zniževanja inventarja .....	23
Slika 4: Rini (“ <i>push</i> ”) sistem proti sistemu vleci (“ <i>pull</i> ”).....	26
Slika 5: Razmerja med proizvodnjo, inventarjem, operativnimi stroški in profitom .....	30
Slika 6: Vpliv večanja velikosti proizvodnih serij.....	33
Slika 7: Mrežni diagram poteka z enim ozkim grlom .....	36
Slika 8: Kvalitativna veriga .....	39
Slika 9: Shematični prikaz procesa.....	39
Slika 10: Zahteve za celovito kontrolo kvalitete .....	41
Slika 11: Triade projektnega sistema vitke dostave (LPDS).....	47
Slika 12: Triade vitkega sistema dostave z uporabo objekta.....	50
Slika 13: Potek dobave, informacij, storitev in sredstev .....	55
Slika 14: Štiri naloge vodenja dobavnih verig v gradbeništvu.....	61
Slika 15: Simboli za načrtovanje vrednostnega toka.....	66
Slika 16: Mešanje betona in dostava od betonarne do gradbišča .....	68
Slika 17: Integrirana dostava betona in izvajalčeva vgradnja .....	70
Slika 18: Način planiranja po sistemu Last Planner .....	92





## **KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 1: Primerjava tehnik.....	37
Preglednica 2: Primerjava tradicionalnega in vitkega sistema projektne dostave.....	50



## **1 UVOD**

### **1.1 Predstavitev problema**

#### **1.1.1 Pomembnost gradbenega sektorja**

Gradbeništvo je ena od primarnih družbenih dejavnosti in razvitost države je v veliki meri odvisna od razvitosti gradbene industrije. Ker gradbeni sektor zagotavlja gradbene in infrastrukturne objekte, ki so ključni za celotno gospodarstvo, je gradbena industrija strateško pomembna tako za Evropo kot za Slovenijo.

Gradbeništvo je z 11,8 milijona operativnih delavcev, ki so direktno zaposleni v sektorju, največji delodajalec v industriji s 7% deležem vseh zaposlenih in kar 28% deležem zaposlenih v industriji (podatek se nanaša na države EU-15). Ocenjujejo, da je kar 26 milijonov delavcev posredno odvisnih od gradbenega sektorja (Europa-enterprise & industry 2006). Investicije v gradnjo so bile v letu 2003 okoli 910 milijard evrov, kar je predstavljalo 10% GDP in 51,2% investicij v osnovna sredstva v EU-15.

V Sloveniji je bil leta 2003 delež zaposlenih v gradbeništvu okoli 7% vseh zaposlenih in 17% zaposlenih v industrijskih panogah. V istem letu je bilo investiranih več kot 14 milijard SIT. Doprinos gradbenih dejavnosti k GDP je bil okoli 6%. (SURS – statistični letopis 2003)

#### **1.1.2 Izzivi današnjega gradbenega sektorja**

Gradbena proizvodnja je posamična, vsak proizvod – gradben objekt – je enkrat in vezan na izbrano lokacijo, ki ima svoje morfološke, geološke, hidrološke in meteorološke značilnosti. Za vsak projekt posebej je potrebno izdelati raziskave, študije in projekte, pripraviti dokumentacijo in najti ustrezno tehniko izdelave in materiale. Gradbena dejavnost je geografsko razpršena glede na potrebe družbe in gospodarstva, stanje v gospodarstvu pa obenem močno vpliva na stanje v gradbeništvu, zato je za gradben sektor značilna visoka cikličnost tako v dolgoročnem kot v kratkoročnem smislu (Schnabl, 2002). Problemi v gradbeništvu so splošno znani in so vezani torej predvsem na mesto gradnje, pomankljivosti v projektni dokumentaciji, neustrezne tehnike gradnje, s časom spremenljive potrebe po delovni

sili in na sezonsko delo. Gradbeništvo ima velik vpliv na okolje, saj je največji porabnik surovega materiala in velik izkoriščevalec naravnih virov, na drugi strani pa nastaja grajeno okolje prav z aktivnostmi tega sektorja.

Splošno mnenje je, da produktivnost v gradbeništvu zaostaja za produktivnostjo v proizvodnji. Varnost pri delu je v primerjavi z drugimi panogami zelo nizka, vzrok so zahtevne delovne razmere, pomanjkanje delovne sile in komunikacijske pregrade. Strokovnjaki ocenjujejo, da je kvaliteta v gradbeništvu nezadostna.

### **1.1.3 Rešitve v gradbeništvu**

Gradnja ni samostojna aktivnost, temveč kombinacija več procesov, katere usmerja vodja projekta. Uspešna izvršitev projekta velikokrat sloni na učinkovitem planiranju gradnje. Tisti, ki so vključeni v načrtovanje in izvedbo infrastrukturnih objektov, morajo upoštevati vpliv objekta na okolje, uspešno časovno načrtovanje, varnost na gradbišču ter gradnjo objekta izpeljati s čim večjim dobičkom.

Gradbeništvo je zelo stara panoga, njene metode imajo korenine iz obdobja pred jasno znanstveno analizo in temeljijo na poskušanju. Vendar je, še posebej po drugi svetovni vojni, prišlo do različnih prizadevanj za razumevanje konstrukcij in njenih problemov ter razvoja ustreznih rešitev in naprednejših metod. Ta strateška prizadevanja lahko enačimo z industrializacijo, računalniško podprto gradnjo in kontrolo kakovosti. Prav tako lahko te rešitve vidimo v operativnih in pametnih tehnikah projektnega planiranja in kontrolnih orodij, organizacijskih metodah, faktorjih uspešnosti projekta in metodah izboljšane produktivnosti. (Koskela, 2000)

Delitev dela znotraj gradbene panoge največkrat deluje na principu obrti. Tudi projektni načrti se delijo na tak način, med arhitekta in inženirje različnih panog. Dela večinoma prevzemajo podjetja, specializirana za določeno obrt, s pomočjo izkušenih delavcev, njihovih orodij in materialov, vendar ne preko njihovih izdelkov.

Teorija gradnje mora odgovoriti na tri osnovna, medsebojno povezana, vprašanja (Koskela, 2000):

- Kaj na splošno je proizvodnja?
- Katera načela bi uporabili za doseg ciljev, ki jih postavlja proizvodnja?
- Katere metode in orodja lahko uporabimo za prenos proizvodnih principov v gradbeno prakso?

Kar imenujemo graditev, pokriva spekter projektov, ki segajo od počasnih, zanesljivih in preprostih projektov, do hitrih, nezanesljivih in obsežnih, dinamičnih projektov. Za prve je primerna proizvodna strategija, t.j. gradnja kot proizvodnja na podlagi načel kot je standardizacija. Za dinamične projekte je taka strategija pomanjkljiva. Naučiti se je potrebno, kako upravljati z nezanesljivostjo, obsežnostjo in hitrostjo znotraj določenih strukturnih pogojev na gradbišču, pri edinstvenem izdelku in začasni organizaciji.

Razvoj informacijske tehnologije in zahteve velikih investitorjev po zanesljivem, hitro in čim ceneje narejenem izdelku silijo gradbeno stroko h korenitim spremembam. Vzorci dela v gradbeni industriji so v gradbeni praksi globoko zakoreninjani v gradbeni praksi, zato jih je težko spreminjati. Spremembe se zgodijo le ob izrednih dogodkih; potres v Skopju je na primer spremenil gradbeniško prakso na območju bivše Jugoslavije, zaradi njegovih posledic so predpisi vzpostavili zahteve po uporabi armiranega betona in postavili večji poudarek na dimenzioniranje potresnih obremenitev. Zaradi hitro spreminjajočih se tehnologij se v gradbeništvu pojavljajo nove zahteve kupcev in investitorjev, ki silijo industrijo k spremembam. Informacijska tehnologija spreminja naravo dela. Potrebno je prilagajanje načina gradnje zaradi modernejših in novejših tipov konstrukcij in opremljenosti zgradb. Tako na primer koncept pametne zgradbe že spreminja način uporabe zgradbe. Vse bolj se gradi na udobju in varnosti zgradbe. Prav tako pa nastajajo potrebe po boljšem izkoristku urbanega okolja z večjim pretokom prometa, bližine javnih služb in zavodov.

Gradbena industrija se mora odzvati zahtevam po novih in zahtevnejših izdelkih.

Gradbeništvo se mora bolj posvetiti novim tehnologijam in metodam, ki se že uporabljajo v drugih, proizvodnih industrijah ter slonijo na sodelovanju. Nove metode prinašajo veliko boljše rezultate kot tradicionalne metode. (Koskela in Vrijhoef, 2000)

Potencial novih metod so prvič preizkusili na Japonskem, predvsem zato ker nove tehnologije in metode dobro sovpadajo z njihovo kooperativno, skupno kulturo. Prednosti uporabe teh metod so se najprej pojavile v avtomobilski industriji, kjer so japonski izdelki upravičeno pridobili na ugledu zaradi zagotovljene kakovosti in vrednosti izdelka. Japonske metode so kmalu prodrle na zahod in so sedaj nekaj čisto samoumevnega v večini proizvodnih panog. Te metode počasi prevzema tudi gradbena industrija.

Glavni razlog za spremembe je pritisk investorjev in kupcev, ki se v svojih strokah soočajo z globalnimi spremembami. Ker so bili investitorji primorani spremeniti svoj način razmišljanja in način dela, to zahtevajo tudi od gradbene industrije; tudi ta se mora spoprijeti z izzivi sodobne družbe in prilagoditi svoje metode dela.

Po nedavnih raziskavah o praksah v gradbeništvu je pri uveljavljanju sodobnih metod potrebno spremeniti mišljenje o gradbenem delu, torej potrebno je spremeniti delovne vzorce. Zaradi napačnih, počasnih in nekvalitetnih rešitev, pa tudi zaradi visokih cen ter neizpolnjenih obljub, se je pojavilo nezadovoljstvo kupcev, posledično so bili v proizvodnih panogah primorani narediti korenite spremembe v načinu dela. (Bennett, 2000)

Narava vsesplošnih sprememb v managerski praksi je opazna tudi v velikem številu novih knjig, ki se ukvarjajo s to problematiko. Nekateri avtorji ugovarjajo tezo o ameriškem sistemu vodenja podjetij z argumentom, da je moč tega sistema irelevantna, da so torej glavne značilnosti ameriškega sistema, kot je na primer analiziranje problema in dajanje navodil podrejenim za reševanje konfliktov nezadostne osnove za reševanje problemov v današnjem svetu. Menijo tudi, da je hierarhičen način vodenja neprimeren, in da ga mora nadomestiti drugačen način, ki vključuje kooperativne pristope vodenja podjetij. Tradicionalni načini vodenja so neprimerni za današnje razmere, kajti v podjetjih je zaposlenih veliko visoko izobraženih kadrov z visokimi dohodki. (Bennett, 2000)

Novi način je bil prvič uporabljen na Japonskem v začetku osemdesetih let prejšnjega stoletja. Japonska je s tem načinom prehitela Združene države Amerike v proizvodnji potrošniških dobrin, kar se je predvsem izkazalo v avtomobilski in elektronski industriji. Do danes lahko

ugotavljamo, da nas elektronski proizvodi narejeni na Japonskem, spremljajo na vsakem koraku.

Japonski uspeh temelji na t.i. kolektivnem kapitalizmu, ki se opira predvsem na kooperacijo med seboj trdno prepletenih skupin podjetij. Odločitve sprejemajo s konsenzom v mrežah, ki so razširjene po teh skupinah, ki vključujejo tako kupce in dobavitelje kot oblast.

Opisani način dela se je prenesel tudi v gradbeništvo. T. im. vitka gradnja ima tako kot sedanja praksa cilj približati se željam posameznega odjemalca, pri tem pa minimizirati stroške izdelave in gradnje. Vitka gradnja sloni na načelu produkcijskega vodenja proizvodnje – rezultat je projektna sistemska rešitev, ki jo lahko uporabimo na kateremkoli gradbenem projektu, še posebej pa na zapletenih, dinamičnih in hitrih projektih.

## **1.2 Namen naloge**

Namen diplomskega dela je prikazati različne načine organizacije proizvodnih procesov, ki se uporabljajo v gradbeništvu. Pri tem je poudarek na prikazu in uporabi načel vitke proizvodnje oz. vitke graditve. Ta načela sem prikazal tudi na primerih iz slovenskega prostora. V dveh sodobnih slovenskih podjetjih, ki delujeta na področju gradbeništva, sem s pomočjo ankete ugotavljal stopnjo uporabe načel vitke proizvodnje in metode JIT<sup>1</sup> v organizaciji svojih procesov, ki predstavljata osnovna gradnika na poti uresničevanja koncepta vitke graditve.

## **1.3 Pregled vsebine naloge**

Diplomska naloga je vsebinsko strukturirana v šest sklopov. Na začetku je opisana zgodovina vitke proizvodnje od njenih začetkov, do današnjega stanja, saj se nadaljuje z njeno uporabo v gradbeništvu.

---

<sup>1</sup> JIT – “Just in Time”



Drugi sklop obravnava inovativne načine upravljanja s proizvodnjo. Opisal sem novosti v planiranju gradbene proizvodnje ter prikazal osnovo za vitko graditev, t.j. vitko razmišljanje. V tem poglavju je opisanih nekaj skozi čas najbolj uporabljenih metod.

Tretji sklop predstavlja poglavje, ki se nanaša na kakovost, ki je v zadnjih letih postala zelo pomembna komponenta proizvodnje in graditve.

Osrednji sklop predstavlja vitko graditev ter pomembne dele z vidika vitke graditve.

Pomembni vidiki so:

1. definicija projekta,
2. vitko načrtovanje,
3. vitka dostava,
4. vitka montaža ali sestava,
5. uporaba.

Sistem uporabe vitke gradnje sloni na uporabi sistema Last Planner<sup>2</sup>.

V petem delu je opisana uporaba teorije vitke graditve po svetu in v dveh podjetjih iz Slovenije, ki se ukvarjata s proizvodnjo gradbenih izdelkov in objektov.

Zadnji sklop opisuje metodi, ki sta v diplomskem delu največkrat omenjeni in se pri načrtovanju proizvodnje in gradnje tudi uporabljata. To sta metoda kritične poti in metoda Last Planner, ki se uporablja pri vitkem načrtovanju. V tem sklopu je opisana tudi možnost uporabe obeh metod hkrati, saj se tako uporaba in izvajanje vitkih tehnik še dodatno izboljša.

Nalogo zaključujejo zaključne pripombe in ugotovitve.

---

<sup>2</sup> Več v poglavju 7.3

## 2 ZGODOVINA OD VITKE PROIZVODNJE DO VITKE GRADNJE

Pomembne spremembe se zgodijo takrat, ko so razmere za uporabo novih pristopov ugodne in samoumevne. Dandanes prihaja ob nastajanju svetovnih tržišč in hitrega razvoja informacijskih tehnologij do spreminjanja in izboljševanja metod vodenja podjetij. Hiter razvoj omogoča velikim podjetjem, da si poiščejo najboljše ponudnike za najnižjo ceno kjerkoli na svetu. Z uporabo informacijske tehnologije so v takšnih podjetjih skupine srednjih managerjev postale nepotrebne. Naloge vodstvenih delavcev so postale enostavnejše, več je komuniciranja s kupci in dobavitelji, manj pa znotraj podjetja. Pisarne postajajo manjše, ker veliko podjetij upravlja samo s podatki in pogodbami, medtem ko za delo zaposluje kooperantska podjetja (“*outsourcing*”).

### 2.1 Vitka proizvodnja

Vitka proizvodnja se je začela uporabljati na Japonskem v začetku petdesetih let prejšnjega stoletja v avtomobilski industriji. Kot način proizvodnje jo je v Toyotinih tovarnah vpeljal inženir Ohno. Glavna posebnost takšnega načina proizvodnje je, da je v proces odločanja vključila delovno silo, potrošnike in dobavitelje delov. Vitka proizvodnja torej pomeni ugotavljanje in izničenje izgub. Pri tem je izguba definirana kot proces, ki potrošniku ne daje nobene dodatne vrednosti, oziroma z učinkovitostjo proizvodnega sistema. Neizpolnitev zahtev kupca pomeni izgubo, to je tako čas, v katerem izdelek ne doseže kupca (najkrajši možni čas) ali pa neizkoriščenost inventarja. Inventar predstavljajo izdelki in polizdelki, ki so neuporabni, oziroma po teh izdelkih ni povpraševanja, ter zasedajo dragocen prostor v skladiščih. Cilj vitke proizvodnje je stremljenje k ničnim izgubam, k popolnosti, k večjemu osredotočenju na sistem dostave kot pa na učinkovitost proizvodnje. Nični pretočni čas avtomobila po željah kupca, brez vzdrževanja inventarja, je zahteval dobro koordinacijo med posameznimi fazami izdelave na proizvodnji liniji in med dobavitelji posameznih avtomobilskih delov. Predelava izdelka zaradi napak ni dopustna, kajti zaradi napak pride do zmanjšanja prepustnosti izdelave izdelka, ter pripelje do neenakomernega delovnega toka. (Howell, 1999)

Termin "vitka" so skonstruirali raziskovalci v avtomobilski industriji. Prikazali so odsev naravnosti proizvodnega sistema Toyote pri zmanjševanju izgub v primerjavi z obrtniško in masovno proizvodnjo. Ohno je spremenil celotni proizvodni sistem od ozko usmerjenega pogleda obrtniške proizvodnje na produktivnost delavca do masovne proizvodnje stroškov. Sledil je idejam in delu Henryja Forda ter nadaljeval razvoj tokovnega proizvodnega managementa. Za razliko od Forda, ki je v tridesetih letih 20. stoletja deloval v razmerah neskončnega povpraševanja po standardnem izdelku, je Ohno hotel sestaviti avtomobil po željah potrošnika. Trudil se je zmanjšati čas vzpostavitve in nastavitve strojev ter z metodo TQM<sup>3</sup> razvil preproste nize ciljev za razvoj proizvodnega sistema: izdelava avtomobila po zahtevah posameznega potrošnika s takojšnjo dostavo, brez vmesnih skladiščenj ali vzdrževanja inventarja. (Howell, 1999)

Ohno je decentraliziral proizvodni sistem odločitev. Zamenjal je osrednje vodenje in kontrolo inventarja s preprostim sistemom t.i. kart ("kanban"<sup>4</sup>) in košev ("bins"), ki so sporočali višjeležečim<sup>5</sup> postajam nižjeležeče<sup>6</sup> zahteve. Tako se je razvila strategija kontrole inventarja, ki je zamenjala osrednji rini<sup>7</sup> sistem z razvejanim vlečnim<sup>8</sup> sistemom.

Ohno je z decentralizacijo oddelčnega managementa zagotovil dostop do proizvodnih informacij vsem sodelujočim v proizvodnem procesu. S takšno transparentnostjo je omogočil vsem udeležencem, v proizvodnem procesu, da sprejemajo odločitve v skladu s proizvodnim sistemskim ciljem. Ta poteza je zmanjšala potrebo po osrednjem vodstvenem kadru. (Howell, 1999)

Vitka proizvodnja se razvija naprej, njen cilj je razviti takšen proizvodni sistem, ki bo dobavljala redni proizvod ob naročilu ter ohranila nizek vmesni inventar.

---

<sup>3</sup> TQM – »total quality management«, celovito vodenje kakovosti

<sup>4</sup> Kanban – glej slovar pojmov v prilogi A in poglavje 3.6.2.3

<sup>5</sup> Višjeležeče – »upstream«

<sup>6</sup> Nižjeležeče – »downstream«

<sup>7</sup> Rini sistem – »push system«, glej priloga A

<sup>8</sup> Vlečni sistem – »pull system«, glej priloga A

Koncepti vitke proizvodnje vključujejo:

- prepoznavnost in dobavo vrednosti<sup>9</sup> (“*value*”) za uporabnika, torej izničiti je potrebno vse, kar ne doda nobene vrednosti,
- organizacijo proizvodnje kot neskončni tok<sup>10</sup> (“*continuous flow*”),
- izboljšanje proizvoda in izdelavo zanesljivega toka z ustavitvijo proizvodnih linij, izpraznitvijo inventarja ter distribucijo informacij in odločitev,
- stremljenje k popolnosti z dostavo na zahtevo ter zadovoljitev potrošnika brez uporabe inventarja.

Vitko proizvodnjo lahko razumemo kot nov način načrtovanja in kot odmik proizvodnega procesa od masovnega in obrtniškega načina, s cilji in tehnikami, uporabljenimi na oddelku in načrtovanimi med oskrbovalnimi verigami<sup>11</sup> (“*supply chain*”). (Howell, 1999)

Načela vitke proizvodnje, ki se uporablja v proizvodnih industrijah, so nekateri poskušali prenesti v gradbeništvo. Tako je nastala teorija o vitki graditvi. (Howell, 1999)

## 2.2 Vitka graditev

Vitka gradnja upošteva vzorčne kriterije Ohnovega proizvodnega sistema kot standard, ki stremi k popolnosti.

Gradbena industrija je zaradi splošne miselnosti o drugačnosti oz. specifičnosti procesa graditve zavrnila mnoge ideje proizvodne industrije. V pogojih množične proizvodnje nastajajo v različnih panogah proizvodi, ki se vgradijo v gradbeni objekt, toda načrtovanje in gradnja enkratnih in kompleksnih projektov v zelo nestabilnem okolju in pod velikim časovnim pritiskom, se na splošno precej razlikuje od izdelovanja velikoserijskih izdelkov, kot so na primer konzerve. Vendar če primerjamo cilj, ki ga želimo doseči s projektom, ki bo po željah potrošnikov opravljen v najkrajšem možnem času, ugotovimo, da je gradbeništvo blizu proizvodni industriji. Tako v gradbeništvu kot v proizvodnih panogah izhajajo izgube iz

---

<sup>9</sup> Vrednost – »*value*«, glej prilogo A

<sup>10</sup> Neprekinjen tok – »*Continuous flow*«, glej prilogo A

<sup>11</sup> Oskrbovalna veriga – »*Supply chain*«, glej prilogo A

podobnega razmišljanja. Pritisk na posamezno dejavnost znižuje cene in skrajšuje trajanje posameznega koraka v dejavnosti, kar je ključ do izboljšanja. (Howell, 1999)

Ohno je vedel, da obstajajo učinkovitejši načini načrtovanja in izdelave. Vodenje gradnje kot vitke gradnje zahteva drugačen pristop k vodenju kot vodenje vitke proizvodnje. Voditi jo moramo z:

- jasnimi cilji dostavnih procesov,
- stremljenjem k večanju storilnosti na ravni projekta v korist uporabnika,
- hkratnim načrtovanjem proizvoda in proizvodnega procesa ter
- kontrolo proizvoda skozi celo življensko dobo.

Sedanji model proizvodnega vodenja v gradbeništvu izhaja iz pristopa, ki je osredotočen na učinek in ga najdemo tako v masovni proizvodnji kot projektnem managementu. (Howell, 1999)

Cilj optimizacije projekta po posamezni aktivnosti je, da se pri načrtovanju upošteva želje investitorja. Graditev (proizvodnja gradbenega objekta) poteka tako, da projekt razdelimo na posamezne faze, t.j. na načrtovanje in gradnjo. Faze nadalje razdelimo na podfaze ter s pomočjo terminskega načrta ocenimo čas, potreben za izvedbo posameznih dejavnosti. Obenem ocenimo tudi potrebe posameznih podfaz po virih, t.j. delovni sili, mehanizaciji in opremi ter denarnih sredstvih. Vsaka podfaza se nato razčleni na posamezne naloge z določitvijo vodij nalog, delovodij in vodij posameznih skupin. Kontrola se vrši s kontrolo posamezne naloge glede na zastavljeni plan dela in projekcijo denarnih sredstev. Ugotovitve se vključujejo v projektna poročila, ki se na koncu združijo v glavno projektno poročilo. Če začno naloge ali vrste nalog vzdolž kritične poti zaostajati za urnikom, se zmanjšanju stroškov in izgubi časa običajno podredi celotni delovni proces za rešitev problema, ali pa se spremeni potek dela. (Howell, 1999)

Sedanja oblika proizvodnega in projektnega managementa je osredotočena na naloge in ne upošteva poteka proizvodnje in vrednosti proizvoda oziroma projekta. Vendar je za najkrajšo možno dostavo oz. uresničitev projekta pomembna kombinacija soodvisnosti in variacija med

aktivnostmi. Z zmanjševanjem kombinacij in variacij med aktivnostmi se trajanje projekta krajša, obenem pa se poveča kompleksnost, ki je definirana kot število soodvisnih nalog.

Cilj vitke gradnje je:

- popolno razumevanje proizvodnega procesa, fizike proizvodnje, učinkov odvisnosti in spremenljivosti dobavnih in montažnih verig,
- zadostiti željam potrošnika z uporabo čim manjše količine sredstev.

Vitka gradnja se v nasprotju s sedanjo prakso opira na proizvodni management in na načelo fizike proizvodnje oz. gradnje. Rezultat je nov projektni sistem, ki se lahko uporabi za katerikoli gradbeni proces. Primeren je za kompleksne, negotove in hitre projekte. (Howell, 1999)

Izraz “fizika proizvodnje” (“*production physics*”) (Hopp in Spearman, 2002) označuje sistematični opis temeljnega obnašanja proizvodnih sistemov. Razumevanje proizvodnih sistemov omogoča managerjem in inženirjem, da delajo z naravnim potekom proizvodnih sistemov, ter da:

- prepoznajo priložnosti za izboljšanje sistemov,
- načrtujejo nove, bolj učinkovite sisteme,
- po potrebi prestrukturirajo sistem in delo za boljše ujemanje nezdružljivih delov sistema.

Fizika proizvodnje je znanstvena metoda, ki sloni na:

- zasnovi reševanja problemov,
- tehničnega pristopa,
- uporabe intuicije.

Pomembno je poznavanje osnov proizvodnih sistemov, uporaba intuicije pri prepoznavanju obnašanja sistemov in sinteza, oziroma prepoznavanje različnih sistemskih komponent in njihova vključitev v smiselno celoto. Fizične posledice v sedanji praksi se ignorirajo. Sedanja praksa temelji na timske, partnerskem delu, komunikaciji in komercialnih pogodbah.

Partnerstvo je rešitev za neuspešno vodenje proizvodnje pri pogojih visoke negotovosti in kompleksnosti. V teh pogojih morajo predstavniki vsake aktivnosti ali naloge biti sposobni

komunicirati direktno, brez opiranja na osrednjo avtoriteto oziroma vodstvo, ki bi kontroliralo pretok podatkov in sporočil. (Hopp in Spearmann, 2002)

Z vidika vitkega razumevanja fizike proizvodnje je partnerstvo dokaz neuspešnosti v vodenju proizvodnje, obenem pa priložnost za skupno, torej partnersko preoblikovanje sistema načrtovanja zanesljive koordinacije in procesa dela.

Vitka gradnja podpira razvoj timskega dela z željo po razporeditvi bremena po oskrbovalni verigi. Partnerstvo v kombinaciji z vitkim razmišljanjem uresničuje zamisli s hitrimi izvršitvami. Tam, kjer partnerstvo sloni na zaupanju, sloni vitko razmišljanje na zanesljivosti. Zanesljivost pa je rezultat dobrega načrtovanja organizacijskih sistemov.

Današnja praksa dela je takšna, da so delovodje na gradbišču delno samostojni, torej vodijo določeno skupino ljudi, še vedno pa morajo za pomembne odločitve dobiti dovoljenje nadrejenih. Delovodje od svojih nadrejenih dobivajo dnevne in tedenske naloge. Če te niso opravljene, ali pa so narejene slabo, podjetja za to krivijo delovodje. Podjetja ponavadi vodijo že izdelane stroškovne in časovne plane, s katerimi merijo storilnost. Ti plani so velikokrat nepopolni. Jedro tega modela je prepričanje, da so delovne skupine pravzaprav neodvisne, in da so vsi stroški, ki nastanejo pri doseganju potreb za dokončanje naloge, stroški posamezne delovne skupine. Vitka gradnja gleda na to z drugega stališča, s stališča fizične proizvodnje. Skupina delavcev dela, spremenljivo produktivnostjo, saj je le-ta odvisna od razpoložljivih materialnih in finančnih sredstev, ki jih pridobivajo različno hitro. Problem načrtovanja dela je, da se uravnavanje števila delavcev enači z razpoložljivim delom. (Howell, 1999)

Pri uvajanju vitke proizvodnje zaščitimo skupino delavcev pred neenakomerno oskrbo tako, da priskrbimo primerne rezervne plane, ali pa poskušamo ohraniti večjo kapaciteto v skupini, da lahko ta pospeši ali pa upočasni svoje delo, kakor določajo trenutne razmere. Takšne tehnike uporabljajo vodje na podlagi intuicije in večletnih izkušenj, vendar pa se včasih zgodi tudi to, da kljub zadostnim kapacitetam delovne sile in zadostnim sredstvom za skupino, pride do sprememb v dobavi med nižjeležečimi skupinami. (Howell, 1999)

Vitki pristop zagotavlja, da ne prispevamo k spremenljivosti delovnega toka, in da delo, ko ga nimamo več pod nadzorom razdelimo. Pri vitki gradnji sta (tako kot pri proizvodnji) planiranje in kontrola dve dejavnosti, ki se pojavljata skozi celoten projekt.

Pri tem razumemo pod oznako planiranje definiranje kriterijev za uspešno pripravo strategije za doseg zadanih ciljev. Kontrola pa sproža dogodke tako, da sovpadajo s planom, ob tem pa vzpodbuja učenje na napakah in preplaniranje. (Howell, 1999)

### **3 INOVATIVNI NAČINI UPRAVLJANJA PROIZVODNJE**

#### **3.1 Inovacije v gradbeništvu**

Sedanja teorija vodenja proizvodnje v gradbeništvu je neproduktivna in pomankljiva ter vodi k dodatnim stroškom, saj se s sedanjim načinom vodenja storilnost ne povečuje, kakovost dela pa je vedno slabša. Prevladujočo teorijo gradbene proizvodnje je mnogo raziskovalcev analiziralo z vidika novosti. Splošno gledano je v gradbeništvu velika potreba po novih, bolj svežih pristopih, število inovacij pa je relativno majhno. Razlogov za majhno število inovacij je več, predvsem so zakonske narave, ali pa so posledica posebnosti gradbeništva kot industrije. (Koskela in Vrijhoef, 2000)

Inovacijo definiramo kot dejansko uporabo netrivialnih sprememb in izboljšanj procesov, proizvodov ali sistemov, ki so nove za skupnost, željno sprememb. (Koskela in Vrijhoef, 2000)

Obstajajo tri teoretične veje inovacij, ki jih bom predstavil v nadaljevanju: inovacijska tipologija, stališče skupnosti in stališče podjetja.

Slaughter (1998) predstavlja inovacijsko tipologijo v gradbeništvu, sestavljeno iz petih stopenj. Prva stopnja je prirastna (inkrementalna) inovacija, ki je majhna sprememba z omejenim vplivom na spremembe okolja. Modularna inovacija kot druga stopnja, je večja sprememba, ki pa ima vseeno omejen vpliv. Tretja je arhitekturna inovacija, ki lahko vsebuje majhne spremembe za določeno komponento, vendar z velikim in močnim vplivom na druge komponente. Pri sistemski inovaciji gre za več povezanih arhitekturnih sprememb in novosti.



Peta stopnja pa je radikalna inovacija, ki sloni na izvirni in prodorni (*“breakthrough”*) znanosti in tehnologiji, ki spremeni položaj in pomen industrije. Slaughter (1998) upravičeno zagovarja tezo, da je za uveljavitev posameznega tipa inovacije potreben različen nivo managementa in kontrole.

Od naštetih petih vrst inovacij se v gradbeništvu največkrat pojavljata prirastna in modularna inovacija. Do največ inovacij v gradbeni industriji pride s strani proizvajalcev posameznih materialov in komponent oz. industrije gradbenega materiala. Razlog lahko iščemo v dejstvu, da je industrija gradbenega materiala številčnejša, bolj razširjena, in da ji ni potrebno uvajati sprememb v okolje, poleg tega pa je bližje proizvodni industriji kot gradbeništvu.

Najmočnejša, radikalna inovacija je redka, povezana pa je lahko z izumom novega materiala oz. proizvoda ali pa z novimi metodami vodenja in organizacije delovnih procesov.

Na osnovi analize kompleksnih sistemov v drugih industrijah lahko ločimo:

- inovacijsko superstrukturo (ki jo sestavljajo investitorji, zakonodajalci in strokovne institucije),
- systemske integratorje (glavni projektant in glavni izvajalec) in
- inovacijsko infrastrukturo (ki jo sestavljajo obrtniki – podizvajalci, specialistični konzultanti in dobavitelji komponent).

Drug pogled se osredotoča na posebnosti gradnje. Nekateri trdijo, da značilnosti gradbenih proizvodov rezultirajo v omejitvah v gradbeni tehnologiji, opisujejo pet karakteristik: togost, kompleksnost, trajnost, ceno in višino stopnje socialne odgovornosti.

Nekateri raziskovalci trdijo, da določene lastnosti podjetij ali institucij in organizacijski principi sami po sebi omejujejo inovacije in zavirajo vpeljavo novosti v podjetja. Še posebej systemsko optimizacijo in razvoj inovacij preprečujeta decentralizirano odločanje in neformalna koordinacija. Z vidika podjetij se je potrebno osredotočiti na način prevzema in izvršitve (*„top – down”*) uporabe inovacij, ki nastanejo izven podjetja, ter iz dna proti vrhu (*„bottom – up”*) reševanja problemov in učenja iz tekočih projektov.

Ovire, ki nastajajo pri uveljavljanju “*top-down*” inovacij, so predvsem pomanjkanje iniciative, relativno majhno število zahtevnih potrošnikov ter deljena vloga sistemskih integratorjev. Ob preučevanju “*bottom – up*” inovacij so opazili, da “*downstream*” sistemski integratorji naredijo malo, ali skoraj nič terenskega dela, torej kakršnokoli reševanje problemov se že dogaja, poteka zunaj podjetja. Osrednji argument za nizko stopnjo inovacij v gradbeništvu je nezadostna in toga teorija, saj primanjkuje radikalnih inovacij, tako navzgor (“*top – down*”) kot navzdol (“*bottom – up*”). (Koskela in Vrijhoef, 2000)

Iz navedene razprave lahko povzamemo, da v splošnem v gradbeništvu primanjkuje radikalnih vodstvenih inovacij. Gradbena proizvodnja se mora opreti na novo teorijo, teorijo vitke gradnje, ter iz te osnovne ideje o vitki proizvodnji izdelati svojo teorijo. Pomoč pri razvoju teorije mora iskati v idejah vitke proizvodnje ter njenih metodah.

### **3.2 Vitka paradigma kot inovacija**

Ustvarjalno okolje v podjetju je povezano z vitkostjo podjetja. Uporaba principov vitkega managementa in tehnik lahko prispeva k ustvarjalnejšemu okolju. Inovativne aktivnosti se delijo na tri široke kategorije:

- razvoj in izboljšava proizvoda,
- inovacijski proces,
- poslovni sistemi.

Vitka podjetnost je povezana z dvema konceptoma, ki se delita glede na vidik dobavitelja in tržni vidik. Zorni kot dobavitelja se deli na mrežo znanj in mrežo dobaviteljev, trg pa se osredotoča na potrošnika in njegovo integracijo v proizvodno okolje. (Bennett, 2000)

V naslednjih poglavjih bom predstavil različne metode, ki so se uporabljale v preteklosti oziroma se ponekod uporabljajo še danes. Vsaka od teh metod ima dobre in slabe lastnosti. Teorija vitke gradnje je od navedenih metod prevzela pozitivne lastnosti in razvila novo vitko teorijo, ki temelji na vitkem razmišljanju.

### 3.3 Vitko razmišljanje – “*Lean thinking*”

Teoretična podlaga paradigme vitke proizvodnje je vitko razmišljanje. Osnova za vitko razmišljanje je pojem vrednosti (“*value*”), vrednostnega toka, poteka (“*flow*”), vleke (“*pull*”) in popolnosti, vodilo vitkega razmišljanja je torej transformacija, potek in vrednost (“*transformation, flow, value – TFV*”). Temeljni koncept vrednosti, popolnosti in vleke temelji na osnovi potrošnikove želje po čim hitrejši dostavi proizvoda in takojšnjega izboljšanja proizvoda. (Best, 2002)

Temelji za razumevanje vitkega razmišljanja so: nuja, voditeljstvo, osredotočenje, struktura, disciplina in pot.

#### NUJA

Podjetja, ki sebe vidijo v poslu izvrševanja proizvodnje ali v proizvodnih službah bodo hitreje izvedla vitke procese v nasprotju s podjetji, ki se imajo za izvrševalce projektov ter zaposlujejo podizvajalce in tako minimizirajo svojo udeležbo pri dejanski izvedbi dela. Pri izbiri strategij poslovanja in odločitev o strategijah razvoja, ter pri uveljavljanju sprememb, je strah boljši stimulator kot pohlep, saj mora vodstvo podjetja utemeljiti razloge za uvajanje novih vitkih strategij, da se bodo tako zaposleni lažje poistovetili z načrtano strategijo. (Best, 2002)

#### VODITELJSTVO

Medtem ko mora biti potek sprememb nadzorovan, mora vodstvo, zadolženo za transformacijo podjetja, poskrbeti za postopno in neprestano uveljavljanje sprememb. Predavanja in obrazložitve ne nudijo zadostnega vpogleda v spremembe, tehnike se je preprosto treba naučiti na praktičnih primerih. Potrebno je demonstrirati novo vitko obnašanje ter spremljati reakcije tega obnašanja, ob tem pa v ta proces vključiti ljudi. Zaposlene je potrebno med procesom učenja voditi skozi različne situacije, pri tem se morajo vsi, vključno z vodstvom, zavedati, da je tudi neuspeh del učnega procesa – pomemben je trud. Voditeljstvo

zahteva, da se “v sedlo” postavi nove ljudi, ter da se identificira in vzpodbuja tiste posameznike, ki že sami preskušajo nove ideje vitkega razmišljanja. (Best, 2002)

## OSREDOTOČENJE

Dober začetek predstavlja ustvarjanje nalog z uporabo sistema Last Planner (več v poglavju 8.3) za kontrolo proizvodnje. Sistem prinaša prave spremembe na vseh nivojih, saj daje merljive rezultate, in ko je enkrat umeščen, vodi do širših sprememb v smislu načrtovanja in kontrole projektov. Za demonstracijo novih idej v praksi in za to, da postanejo razlike med novo in sedanjo prakso očitne se lahko vpeljejo pilotni projekti. Na takšne projekte se ne sme gledati kot na eksperimente, saj bodo ljudje v podjetju mislili, da je predanost načelom vitkosti premalo trdna. Medtem ko je razlik med vitkim pristopom in sedanjo prakso veliko, je najpomembnejša in hkrati najočitnejša razlika sprememba organizacije projekta iz merjenja storitev posamezne aktivnosti (vidik dejavnosti) v aktivno izboljšanje predvidene izvršitve dela od enega do drugega strokovnjaka (vidik pretoka). Meritve lahko izvajamo od planiranja na nivoju določitve nalog in zmožnosti napovedovanja sistema planiranja do terjatve časovne določitve zaključka naloge. Ta mejnik je pomemben, ker prikazuje, da organizacija s kontrolo, ki jo uveljavlja, skuša optimizirati storilnost vsake posamezne aktivnosti in celotnega projekta. (Best, 2002)

## STRUKTURA

Ključ do preobrazbe je razvojna in široka vodstvena skupina. V gradbenih podjetjih so formalne vodstvene skupine projektov sestavljene iz vodstvenih delavcev, posameznih ključnih ljudi iz sektorja izobraževanja ter drugih vodij v podjetju. Te skupine načrtujejo in izvršujejo naloge, razvijajo material, zbirajo in pripovedujejo zgodbe o uspehu. V takšnih skupinah se lahko identificirajo in razrešijo razhajanja med obstoječo in vitko prakso. (Best, 2002)

## DISCIPLINA

Vitkost ni programski popravek ali enkratni problem za reševanje. Je drugačen način razmišljanja in delovanja, katerega se je potrebno naučiti skozi disciplinirano prakso. Razmišljanja in dela se je potrebno držati in se poskušati približati vitkemu idealu. Nekatera podjetja poskušajo voditi transformacijo samostojno ali pa z minimalno pomočjo. Potrebno je usposabljanje, ob čemer se moramo zavedati, da usposabljanje samo po sebi ni zadostno za zagotovitev uspeha. Pomembna je tudi vloga inštruktorja, ki pomaga vodstvenim skupinam z usmerjanjem in nasveti tako, da pridejo do pravilne postavitve in poteka sistema. Vedeti je potrebno, da tako projektni vodje kot nadzorniki neradi prosijo za pomoč, zato so potrebni proaktivni in angažirani inštruktorji. (Best 2002)

## POT

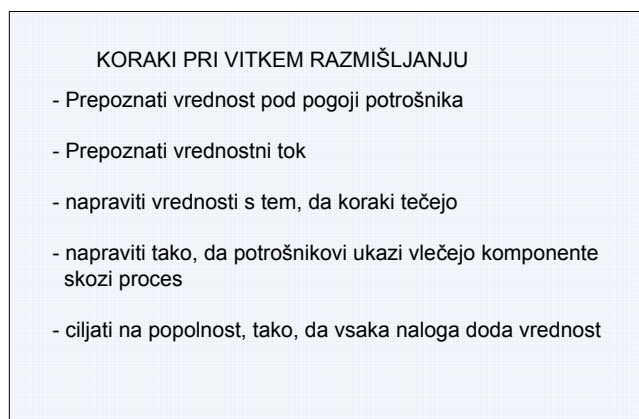
Večina podjetij začne s poskusnim vpeljevanjem sistema Last Planner. Ta sistem je načrtovan tako, da zagotavlja zanesljiv potek dela od postaje do postaje. Ni nenavadno, da vodilni pri načrtovanju spoznajo moč te ideje. V gradbeništvu ta ugotovitev običajno pomeni, da praktik spozna, da so novi nivoji storitev resnično možni, ter da spremembe v načrtovanju, dobavi, sestavljanju in kontroli vodijo k še boljšim rezultatom. Opazovanje uvajanja sprememb v delovanje podjetja kaže, da obstajata dva modela organizacijskih sprememb. Prvi je klasičen in pomeni večjo organizacijsko spremembo, ki vsebuje razvoj vizije in vrednosti, ter uravnavanje interesov, ponovno pregledovanje postopkov in začetne korake k postopnemu uvajanju sprememb. Ti koraki vsebujejo več aktivnosti, na večih straneh. Poudarjajo takojšnja dejanja in učenje novih pristopov v praksi. (Best, 2002)

Drugi model je relativno nov in se še razvija, kljub temu je obetaven. Ta pristop implementira sistem Last Planner v povezavi z osredotočenjem na problem in usposabljanjem ljudi zanesljivo deluje in drži obljube. Te večšine zagotavljajo takojšnjo povezavo med načrtovanjem sistema planiranja in socialnimi in organizacijskimi vidiki, ki so potrebni za izvršitev nalog. Tako kot osredotočanje na zanesljiv delovni tok narekuje neprekinjeno delo, ki je povezano z naprednim sistemom dela (ki je usmerjen k vitkemu idealu), pa pritisk na zagotavljanje zanesljivosti odkriva nasprotujočo si organizacijsko politiko in prakso. To ne

pomeni, da je uporaba sistema Last Planner edina možna pot za uspešno implementacijo vitke gradnje, pač pa svetuje uporabo direktnejših poti in orodij za uspešno in učinkovito vpeljavo sistema. (Best, 2002)

Koncept vrednostnega toka in poteka dela se naslanja na vse potrebne aktivnosti, informacije in pretvorbe materialov, ki so potrebni skozi celoten proces izdelave, od surovine do končnega izdelka. Glavna značilnost vitkega razmišljanja je, da se z vodenjem spreminjajočih se procesov pospešuje potek (*“flow”*). Na podlagi te značilnosti vsebuje vitka paradigma štiri funkcionalna področja, ki so povezana z proizvodnim procesom. Ta področja so:

1. vitki razvoj proizvoda,
2. vitka preskrba,
3. vitka proizvodnja,
4. vitka distribucija.



Slika 1: Koraki vitkega razmišljanja (Construction – the third way str. 161 )

### 3.4 Metoda “Za vsak slučaj” – JIC<sup>12</sup>

“*Just in case*” (JIC) ali metoda “za vsak slučaj” je zastarela metoda. Ta metoda uporablja za hrambo stvari način “za vsak slučaj”, ker nikoli ne vemo, kdaj bomo kakšno stvar še potrebovali. Tako se nekoč uporabne stvari, ki so sedaj zastarele in se nikoli ne vržejo stran kopičijo. Sledi škodljiv cikel. Prisotnost neuporabnih stvari povzroča težko razločanje, med uporabnim in neuporabnim, pri čemer izgubimo precej dragocenega časa. Še več, neuporabne stvari zasedajo vedno več dragocenega prostora v skladišču. Na koncu ugotovimo, da je

<sup>12</sup> JIC - “*Just in Case*”

potrebno več prostora, več polic, palet, viličarjev, več skladišč in posledično tudi več ljudi, ki bo taka skladišča upravljalo. Navlaka ustvari tveganje tudi v smislu varnosti, kot so na primer nevarnosti padcev, prevrnitev in spodrsavanj, utesnitev in slepih vogalov. (Pascal, 2002)

Običajno masovni proizvajalci rinejo (“*push*”) proizvod skozi sistem, ne da bi se pri tem ozirali na dejansko povpraševanje. Glavni razpored je zasnovan na projekciji povpraševanja. Vsakemu oddelku so dnevno posredovani ukazi o naročilu posameznih delov, ki bodo uporabljeni v končni montaži. Ker so časi prehoda od enega do drugega delovnega procesa dolgi, so pogoste velike serije izdelkov, kontroliranje dejanskega inventarja je pri takem izdelovanju zelo zahtevno. Primanjkovanje delov ni nenavadno in dobava “za vsak slučaj” je tam zato, da se primankljaji ne dogajajo. (Pascal, 2002)

Površine skladišč in polic se spreminjajo in zahtevajo vse več prostora, posledica so zahteve po novih objektih in več zaposlenih. Veliki objekti in velike serije proizvodov izolirajo delavce in ovirajo komunikacijo.

### **3.5 Planiranje potreb po materialu – MRP<sup>13</sup>**

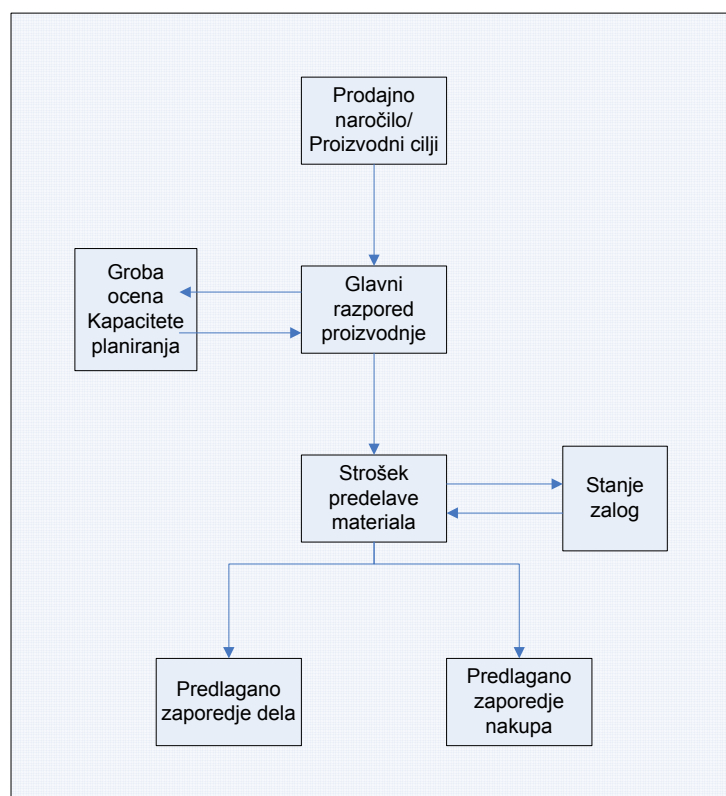
V začetku sedemdesetih let prejšnjega stoletja so ročne metode razporejanja materiala zamenjali računalniško vodeni sistemi planiranja potreb po materialu. Dober sistem planiranja materialnih potreb je vzdrževal inventar, naročila materialov ter pošiljal navodila in naloge vsakemu oddelku. Kljub temu je bilo še vedno veliko problemov. Če pri prehajanju med proizvodnimi fazami, vsi deli niso bili povezani v sistem, so se začele kopičiti napake. Tako so se kopičile okvare, nepričakovane menjave strojnih matrik, pogoste ustavitve strojev ter drugi naključni dogodki, ki so upočasnili proizvodnjo. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

Kot rezultat so imele nižjeležeče operacije pogosto ali preveč ali premalo delov za zagotovitev proizvodnega razporeda. Pogosto je bil k takšnemu sistemu planiranja materialnih potreb dodan rezervni “*back – up*” sistem ekspediterjev, ki so dobavljali manjkajoče dele na tista mesta v proizvodnji, ki so dele potrebovali. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

---

<sup>13</sup> MRP - “*Materials Requirements Planning*”

Sistemi planiranja materialnih potreb so postajali vse bolj zapleteni. Dodajali so jim razne module za planiranje kapacitet. Ti moduli so ugotavljali proizvodne zmogljivosti vsakega procesa posebej ter ugotovili in identificirali potencialna ozka grla. V devetdesetih letih prejšnjega stoletja so se ti sistemi razvili v kompleksne in drage sisteme za planiranje potreb podjetja, ki so domnevno koristili celotnemu podjetju, od proizvodnje, logistike, vzdrževanja, do kakovosti. Dejanski rezultati niso dosegli pričakovanj in so razočarali predvsem v planiranju logistike. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)



Slika 2: Planiranje materialnih potreb (Management in engineering, str. 190)

### 3.6 Metoda “V trenutku” – JIT<sup>14</sup>

Metodo “just in time” (JIT) so razvili na Japonskem. Filozofija JIT je uresničevanje potrošnikovih potreb, kadar so zahtevane, z minimalnimi izgubami. V okolju JIT so vse aktivnosti, ki ne proizvedejo oziroma dodajo vrednosti, domnevno izgube. Te aktivnosti so za podjetja stroški, ki ne povečajo vrednosti proizvoda. Vrednost proizvoda je vsota, ki jo je potrošnik pripravljen plačati. V proizvodnih organizacijah je veliko takšnih aktivnosti, ki ne

<sup>14</sup> JIT - “Just in Time”



dodajo nobene vrednosti in pri katerih se uporabljajo bolj tradicionalne metode proizvodnje. Te metode uporabljajo pri pregledovanju in skladiščenju delov in končnih izdelkov. (Ballard in Howell, 1998)

Izničenje izgub se po metodi JIT lahko doseže le z izključitvijo defektov in z ne preveliko serijsko proizvodnjo. Cilj sistema JIT je zagotovitev dostopnosti dobrin v času, ko so le-te potrebne. S tem se poveča produktivnost in fleksibilnost. Povečana produktivnost pomeni, da je proizvod narejen v najkrajšem možnem času z minimalnimi sredstvi. Fleksibilnost pomeni zmožnost podjetja, da reagira na spremenljive okoliščine, ki so lahko posledica spremembe potrošnikovega naročila ali modifikacije načrta proizvoda.

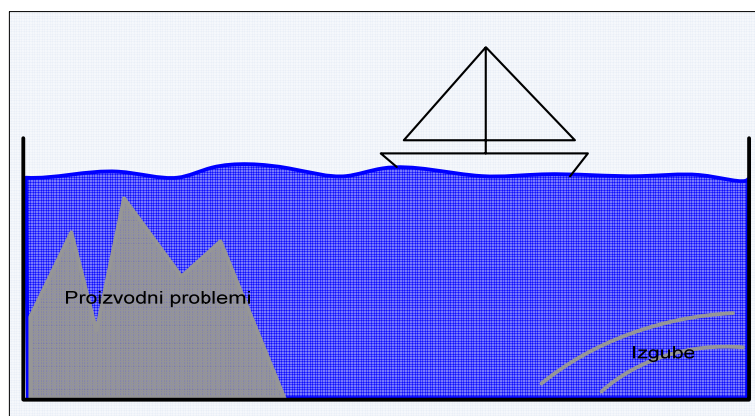
Glavna razlika med JIT in planiranjem materialnih potreb je, da je JIT “vlečni” sistem (“*pull*”), planiranje materialnih potreb pa “rini” (“*push*”) sistem. V JIT sistemu so polizdelki naročeni in sestavljeni v trenutku, ko so na voljo. V idealnem sistemu ne sme biti nobene čakalne vrste materiala na delovnih mestih in nobene zaloge delov. Šele ob naročilu se bo začelo delati in se premikati od faze do faze. Premik od faze do faze se bo zgodil, ko bo ena faza dokončana in bo do naslednje faze proizvod povlečen šele takrat, ko bodo operatorji na naslednji fazi pripravljene na takojšnje delo. Sistem lahko vodi k opazni neproduktivnosti operaterjev in delovnih centrov, vendar pa je delo, ki se izvaja samo zato, da delavci in stroji delajo, nesmiselno, ker predstavlja izgubo. JIT proizvodnja je tipizirana z izdelki, narejenimi po naročilu in v enotah. Proizvodnje serije v idealnem JIT sistemu so v velikostnem redu po ena (“*single unit*”). (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

### 3.6.1 Načela JIT

Cilje JIT dosežemo z doslednim pristopom, ki vključuje tri načela, ki jih apliciramo na organizacijo:

- izničenje izgub,
- celovito zagotavljanje kakovosti,
- popolno vključevanje zaposlenih.

Izguba v sistemu lahko ohrani napake in probleme. Temelj za izničenje izgub je izpostavljanje problemov in njihovo reševanje – primer je skladiščenje zalog. Če imamo zaloge komponent in v njih najdemo napako, ali pa je nekaj narobe pri izdelavi te komponente, lahko iz zalog vzamemo drugo komponento. S takim ravnanjem ne izločimo napake, ampak jo samo skrijemo, saj ne vemo, ali je bila komponenta napačna ali pokvarjena, oziroma ali morda delavec pri sestavljanju ni upošteval navodil. Če pa zalog nimamo, oziroma so majhne, postane napaka oziroma problem hitro viden. Tako lahko takoj ukrepamo in dokončno rešimo problem. Običajna analogija tega fenomena je prikazana na sliki 3. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)



Slika 3: Analogija fenomena zniževanja inventarja

Ko se inventar (ilustrativno, nivo vode, slika 3) manjša, je vidnih in razkritih vse več problemov (kamni pod vodo), katere je potrebno rešiti za vzdrževanje proizvodnje (napredek ladje).

Celovito zagotavljanje kakovosti vodi k izničenju izgub samo z izničenjem napak. Vendar v okolju JIT cilj ni odkrivanje napak, ampak njihovo preprečevanje. To storimo z iskanjem izvornih problemov, ki vključuje celotno organizacijo od razvoja proizvoda, zagotavljanja proizvodnje po specifikacijah, do nakupa in zagotavljanja, da bodo kupljeni deli dosegli potrebne specifikacije za proizvodnjo. Poudarek znotraj proizvodnega prostora je na metodi kontrole kakovosti in medprocesnim preskušanjem, ne pa na kontroli po končani proizvodnji. To zagotavlja, da procesi dosežejo zadano specifikacijo, namesto da odkrivajo, ali so jo sploh dosegli. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

Tretje načelo JIT je popolna vključitev zaposlenih. Ta izraža, da je največje bogastvo vsake organizacije njena delovna sila. Načelo zahteva, da management zagotavlja vodstvo, ki omogoča večjo vpletenost in boljšo seznanjenosti zaposlenih z dogajanjem v podjetju. Vodstvo mora zaposlenim dati priložnost in vzpodbude, ki vsebujejo možnosti za učenje in vaje za delo v skupinah. Izurjenost na več področjih hkrati (*“multiskilling”*) in izkušnost delovne sile sta zelo pomembna za sistem JIT, ker pomeni ta sposobnost izurjenost delavcev za številne naloge in veščine. Izurjenost na več področjih zagotavlja povečano fleksibilnost proizvodnje tako, da omogoča prestrukturiranje delovne sile, kadar je le-to pogojeno s spremembami zahtev. Prestrukturiranje se lahko zgodi z majhnimi motnjami v proizvodnji liniji in z majhnimi izgubami produktivnosti. Delavci lahko pripomorejo k razrešitvi problemov zaradi širšega in boljšega razumevanja, kako rešitev vpliva na potek dela, kar na koncu vodi k povečani motivaciji. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

### **3.6.2 Tehnike JIT**

Za povečanje produktivnosti in fleksibilnosti sistema JIT se uporablja več specifičnih tehnik, vse izhajajo iz že navedenih treh načel JIT, ki jih opisujem v nadaljevanju.

#### **3.6.2.1 Zmanjšanje uvajanja razvoja (*“work in progress”*)**

Zmanjšanje uvajanja razvoja dosežemo z zmanjševanjem velikosti serij, tako da postavimo velikost serije *“ena”*. Z zmanjševanjem velikosti serij se zmanjša tudi količina dela, ki čaka na obdelavo in čas obdelave serije. Majhne serije so prednost za podjetje, ker le-to potrebuje manj prostora in manj zalog. Med drugim se pretočni čas (*“lead time”*<sup>15</sup>) izdelka zmanjša in tako preskrbi boljšo in hitrejšo storitev za potrošnika, hkrati se pri transportu in administraciji zmanjša število aktivnosti, saj te aktivnosti ne dodajo vrednosti, obenem pa se poveča tudi fleksibilnost. Če obstaja manjše število uvajanja v razvoj, spremembe ne potrebujejo veliko časa za uveljavitev. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

---

<sup>15</sup> *“Lead time”* oz. pretočni čas je čas med naročilom in dobavo proizvoda (Možina et al. , 2002)

### 3.6.2.2 Zmanjšanje časa postavitve

Čas postavitve (“*set – up*”) je čas, ki ga porabimo za preusmeritev iz enega proizvoda na drugega na istem stroju. Pri postavitvi sta pomembna dva elementa (Freeman – Bell in Balkwill, 1996):

1. naloge, ki jih lahko naredimo, ko stroj še proizvaja prejšnji proizvod in
2. naloge, ki se opravljajo le takrat, ko stroj ne dela.

Če je čas postavitve dolg, lahko to predstavlja velik strošek, kajti stroj zaradi preusmeritve proizvodnje ne dela in delavec je neproduktiven. Če mora ta strošek prevzeti majhno število proizvodov, je strošek izdelka nesorazmerno visok. Npr. če potrebujemo eno uro za postavitev stroja, ki nato porabi za proizvodnjo enega izdelka še dodatno uro, preden ga ponovno namestimo, pomeni to dve uri za proizvodnjo ene serije. To pomeni, da je serija izredno dolga. Zaradi takšnih serij je cilj sistema JIT zmanjšanje časa postavitve in delovanje z majhnimi serijami, ki so ekonomsko bolj upravičene. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

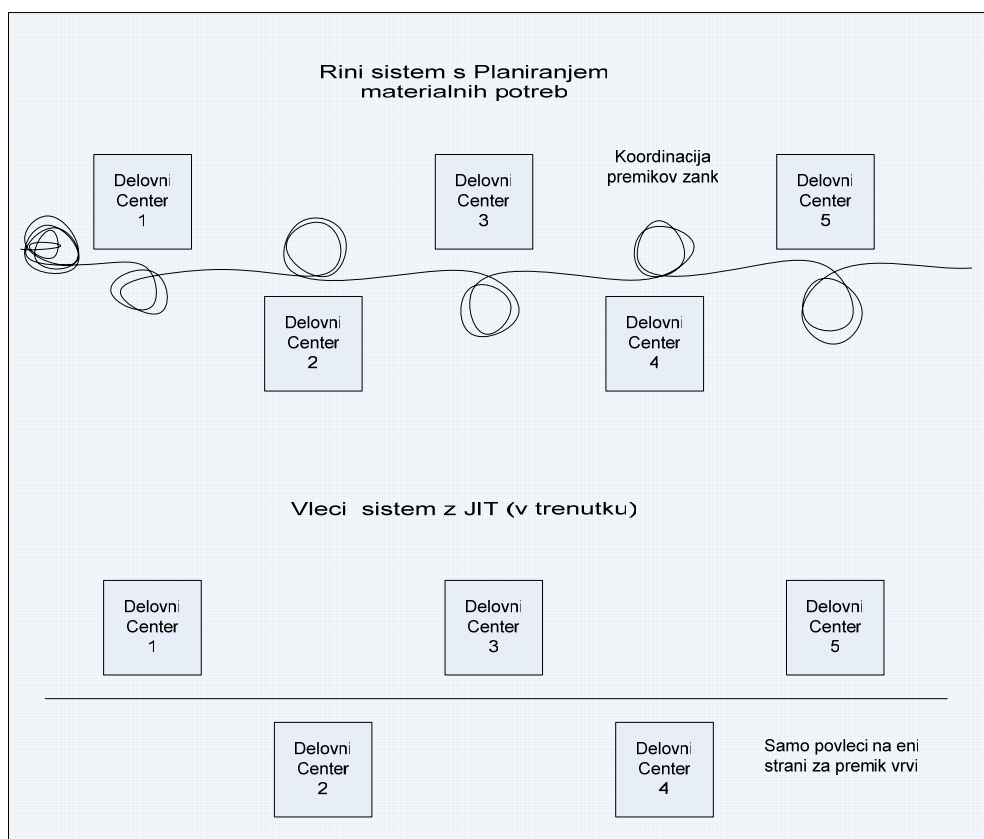
Najučinkovitejši način za zmanjšanje postavitvenega časa je ciljanje na zmanjšanje nalog, ki morajo biti narejene takrat, ko je stroj izključen. To lahko naredimo tako, da uporabimo metode, ki zagotavljajo nalogam, da so opravljene takrat, ko stroj dela; ena takih je standardizacija delov.

### 3.6.2.3 “*Kanban*”

“*Kanban*” je sistem vleke materiala skozi proizvodni proces. Izraz označuje v japonščini karto, ki jo v proizvodnji uporabi delavec kot signal, ki pove, da je delo zahtevano in izvedljivo, ter da obstaja potreba po materialih. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

Veliko podjetij uporablja podoben sistem. Ta sistem se vključi z razporedom pred končno sestavo proizvoda tako, da javi potrebo po proizvodu. Tako ima delavec na mestu končne izdelave “*kanban*”, da povleče delo iz prejšnje delovne postaje. Delavec na tej (predhodni) postaji uporabi “*kanban*” za potrebo po delu iz prejšnje postaje itn. V praksi to pomeni, da je

potrebna zelo majhna količina vmesnih blažilnih zalog (“*buffer*”<sup>16</sup>) med delovnimi postajami, saj bo za zmanjšanje tega poskrbel znak “*kanban*”. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)



Slika 4: Rini (“*push*”) sistem proti sistemu vleci (“*pull*”) (Operations Management, str. 645 )

#### 3.6.2.4 Integracija dobavitelja

Vloga dobaviteljev v sistemu JIT je zelo pomembna. Če dobavitelji ne dobavijo materiala ob pravem času, ali ne dosežejo zahtevanih specifikacij, se sistem lahko podre. Tako mora podjetje, ki uporablja JIT, tesno sodelovati z dobavitelji. Cilji dobrega sodelovanja so:

- 1) izboljšanje načrta, kakovosti izdelkov in storitev,
- 2) izboljšanje logistike, torej premik materiala od dobavitelja do potrošnika in
- 3) zmanjšanje potreb po velikih zalogah.

Strategija za doseganje teh ciljev temelji na sodelovanju, ki koristi tako dobavitelju, kot potrošniku. Podjetja (dobavitelji in proizvajalec) timsko sodelujejo in s tem presegajo interni

<sup>16</sup> “*buffer*” je blažilna zaloga oz. blažilec vmesnega proizvoda med dvema delovnimi postajama

proizvodni sistem. Tako so podjetja vključena v odločitve pri načrtovanju in dobavi od samega začetka projekta. Od dobavitelja se zahteva, da preskrbi kvalitetne dobrine z zanesljivo in pogosto dostavo. Dobavitelj se ne sme uporabljati kot trgovina za JIT organizacijo, vendar pa mora izdelovati dobrine po vnaprej določenem razporedu in pričakovanih zahtevah. Prednosti za dobavitelja so zagotovljena prodaja, redna plačila in zmanjšanje transakcij. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

### 3.6.2.5 Uravnovešeno razporejanje (“*balanced schedule*”)

Uravnovešeno razporejanje je izenačenje proizvodnih ocen s prodajnimi ocenami. To je na prvi pogled nemogoča naloga, posebno ker nekatera podjetja ponujajo široko paleto proizvodov. Vendar pa je z modularizacijo in standardizacijo predmontaže komponent, pogostokrat možno predvideti potrebo po izdelku s precejšnjo natančnostjo. Razlika je samo v zaključni sestavi, ki je specifična za vsakega posameznega kupca. Če lahko zmanjšamo pretočni čas proizvoda v okvir normalnih zahtev potrošnika, potem, glede uravnovešenja razporeda ni težav. To pomeni, da lahko proizvodne ocene za kritična sredstva, tista, ki postavljajo pretočni čas, postavimo na uro, dan ali teden natančno.

Za doseg rezultata, tehnik JIT ne smemo vpeljati postopoma. Uspešna izvedba sistema JIT sledi iz podrobnega pregleda proizvodnih obratov in izdelanih proizvodov. V sistem morajo biti vpleteni tako načrtovalci kot proizvodni inženirji, saj je uspeh možen samo s standardizacijo, modularnim načrtovanjem in zmožnostjo proizvodnje v neprekinjeni liniji. JIT ima veliko dobrih lastnosti, saj prihrani čas, denar in prostor, poleg tega pa motivira delovno silo. Težava pri nekaterih podjetjih, ki imajo izkušnje z JIT je, da so za učinkovito delo morali spremeniti način razmišljanja zaposlenih in vodstvenega kadra. V podjetjih, kjer je povpraševanje zelo stabilno oz. obstaja omejen obseg proizvodov, je malo verjetno, da bodo stroški za spremembo lahko nadomestljivi. Stroški spreminjanja sistema dela so zelo visoki, ker gre ponavadi za celostno prestrukturiranje podjetja. Poleg tega pa se spremembe občutijo šele takrat, ko je sistem vzpostavljen v celoti, torej je potreben velik vložek denarnih sredstev. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

### 3.6.3 Cilji JIT

Edwards (1983) je uporabo absolutnih idealov prignal do njenih skrajnih meja z opisovanjem ciljev JIT, na osnovi načela “sedmih ničel”, ki so potrebne za zagotovitev ničnih inventarjev. Te ničle so:

1) Nič tovarniških napak

Da se izognemo motnjam proizvodnega procesa v okolju JIT, kjer so deli pridobljeni samo takrat, ko so potrebni, je pomembna kakovost delov. Ker ni odvečnega inventarja, ki bi nadomestil pokvarjen del, bo napaka povzročila zamudo. Tako je pomembno, da je vsak del vsakokrat narejen pravilno. Edini sprejemljivi nivo napak je nič napak, brez možnosti kontrole kakovosti, saj se ta izvaja pri izvoru.

2) Nična (odvečna) velikost blaga

Cilj sistema JIT je obnovitev zalog, ki so jih porabile delovne postaje, ki so nižje v procesu proizvodnje. Medtem ko lahko delovne postaje, ki ležijo nižje, jemljejo dele različnih tipov, je maksimalni odziv ohranjen le, če je vsaka delovna postaja sposobna menjave delov enega za drugim. Če lahko delovna postaja izdelava dele v velikih količinah oziroma serijah, ni sposobna obnoviti zalog tako hitro, da bi se izognila zamudam. Cilj se večkrat pojavlja kot velikost serije po ena.

3) Nič postavitvev

Najpogostejši razlog za velike količine delov v proizvodnih sistemih je obstoj dolgih časov postavitve. Če potrebujemo za zamenjavo matrice na stroju več ur, da bo ta izdelal drugačen del, je logično, da bo med menjavami matric serije delov preteklo veliko časa. Manjše serije bi vodile k pogostejšim menjavam postavitvev in bi resno zmanjšale kapaciteto proizvodnje. Zato je izničenje postavitvenih časov predpostavka za doseganje velikosti serij po ena.

4) Nič okvar oz. motenj

Brez dodatnega (odvečnega) delovnega procesa v sistemu, ki varuje stroje, da bi ublažil stroje pred primankljajem, bi motnje hitro ustavile proizvodnjo na celotni proizvodnji

liniji. Idealno JIT okolje ne sme tolerirati nenačrtovanih izpadov, tako strojev kot delavcev.

5) Nič rokovanja – transporta

Če so deli narejeni v natančno določenih količinah, in v času, ko so potrebni, potem ni potrebe po dodatnem pretovarjanju materiala. Ideal je neposredno jemanje in dostava materiala od delovne postaje do delovne postaje, brez vmesnih pavz. Vsako dodatno rokovanje bi premaknilo sistem stran od nalog sistema JIT, ker morajo biti deli narejeni bolj zgodaj, za zagotovitev dodatnega časa, ki bo namenjen pretovarjanju.

6) Nični pretočni časi

Popolni deli JIT tečejo s tokom, in kadar nižje ležeče delovne postaje zahtevajo dele, jih dobijo takoj. Za to je potreben nični pretočni čas na delu za višje delovne postaje. Seveda je velikost serije (“*lot size*”) “ena” še vedno precej oddaljena od zmanjšanja učinkovitega pretočnega časa, potrebnega za proizvodnjo delov, vendar pa je dejanski čas procesa na posameznem delu prav tako pomemben, kot je čakalni čas. Cilj ničnega pretočnega časa se bliža bistvu ničnega inventarja.

7) Nič valovanja (*surging*)

V okolju JIT, kjer se deli proizvajajo samo, ko so potrebni, je pretok materiala skozi tovarno gladek vse do tedaj, ko plan proizvodnje teče gladko. Če pride do nenadnih nihanj v spremembi količin v proizvodnem planu, se mora ta odzvati, tudi če sistem nima delovnega procesa, ki bi se odzval z uravnavanjem sprememb. Če v sistemu ni velikih odvečnih kapacitet, je to neizvedljivo, kar povzroči motnje in zastoje v proizvodnji. Nivojski plan proizvodnje in enotna proizvodnja sta pomembna vložka sistema JIT.

Teh sedem ničel je v praksi lažje dosegljivih kot pa nični inventar. Nični pretočni časi z nič inventarja dejansko pomeni takojšnjo proizvodnjo, ki pa je fizično nemogoča. Namen teh ciljev je, glede na predloge JIT, vzpostavljati in spodbujati zaupanje okolja v stalno izboljševanje.



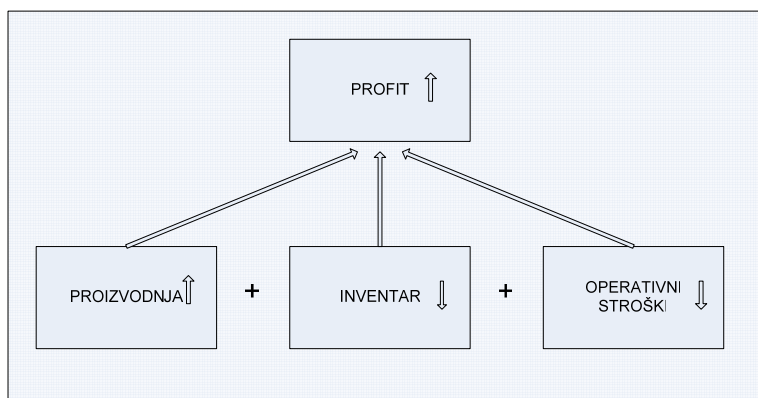
### 3.7 Teorija omejitev – TOC<sup>17</sup>

Teorija omejitev vodi k celostni operativni filozofiji, ki je v nekaterih pogledih podobna JIT. Razvil jo je dr. Eliyah Goldratt kot del programske opreme za optimizacijo proizvodnje. (Vonderembse 1996)

Teorija omejitev trdi, da je cilj poslovne organizacije služiti denar. Pri doseganju tega cilja se teorija omejitev osredotoči na tri dejavnike:

- proizvodnja: hitrost, s katero sistem skozi prodajo pridobi denar,
- inventar: denar, ki ga sistem vloži v nakup stvari, ki jih sistem potem namerava prodati,
- operativni stroški: denar, ki ga sistem zapravi za prenos inventarja v proizvodnjo.

Z uporabo teh treh ocen je prikazano, kako se poveča dobiček s povečevanjem proizvodnje in hkratnim zmanjševanjem tako inventarja kot operativnih stroškov. Katerakoli aktivnost, ki ne spremeni teh ocen v željeno smer, ne bo usmerila organizacije proti njenemu cilju.



Slika 5: Razmerja med proizvodnjo, inventarjem, operativnimi stroški in profitom (Operations Management, str. 661)

#### 3.7.1 Vpliv omejitev

Teorija omejitev je dobila ime po konceptu, kjer je omejitev odločujoči element, ki prepreči sistemu doseganje večjih učinkov relativno na njegov cilj. Omejitev je na primer kapaciteta

---

<sup>17</sup> TOC - "theory of constraints"

proizvodnega sredstva ali število delavcev proizvodnega procesa. Na splošno obstajajo tri širše kategorije omejitev:

1) Omejitve notranjih virov

To je vir znotraj organizacije, kot je na primer kapaciteta, ki omejuje storilnost.

2) Omejitve trga

Zahteve trga po proizvodu so manjše, kot je kapaciteta proizvodnje podjetja za ta proizvod.

3) Zakonska omejitve

To je vsaka zakonska oziroma politična omejitve, ki omejuje storilnost, kot npr. prepoved nadurnega dela.

Teorija omejitev predlaga vrsto korakov, s pomočjo katerih se soočimo s poljubno vrsto omejitve. Ti koraki so:

1. prepoznavanje sistemskih omejitev,
2. dognati, kako izkoristiti sistemske omejitve,
3. podrediti vse odločitvam, ki so bile sprejete v drugem koraku,
4. zviševanje omejitev za doseganje višjega nivoja storilnosti,
5. če smo omejitve v četrtem koraku odstranili, se vrnemo na prvi korak in vse ponovimo.

### **3.7.2 Uporaba teorije omejitev v postopkih**

Postopki se običajno ne ukvarjajo z omejitvami na trgu, zato se osredotočimo predvsem na omejitve virov in politične oziroma zakonske omejitve. Teorija omejitev predlaga določene poti pri vodenju postopkov, s katerimi se take omejitve povišajo in izkoristijo. (Vonderembse, 1996)

#### Ozko grlo

Ozko grlo imenujemo vsak oddelek, delovno postajo ali operacijo oziroma nalogo, ki omeji pretok proizvoda skozi proizvodni sistem. Tako je ozko grlo vsako sredstvo, ki ima kapaciteto

enako ali manjšo od zahtev. Če pa ima sredstvo večjo kapaciteto, kot je zahtevano, pa to ni ozko grlo. Razlog, zaradi katerega se teorija omejitev osredotoča na ozka grla, je ugotovitev učinka ozkega grla na celotni proizvodni proces. (Vonderembse, 1996)

Primer: Če stroj A proizvaja dele s hitrostjo 50 delov na uro in jih daje stroju B, ki dela s hitrostjo samo 10 na uro, je končni učinek obeh strojev 10 delov na uro. Iz tega je razvidno, da je stroj B ozko grlo. Analiza tega primera vodi k naslednjima ugotovitvama:

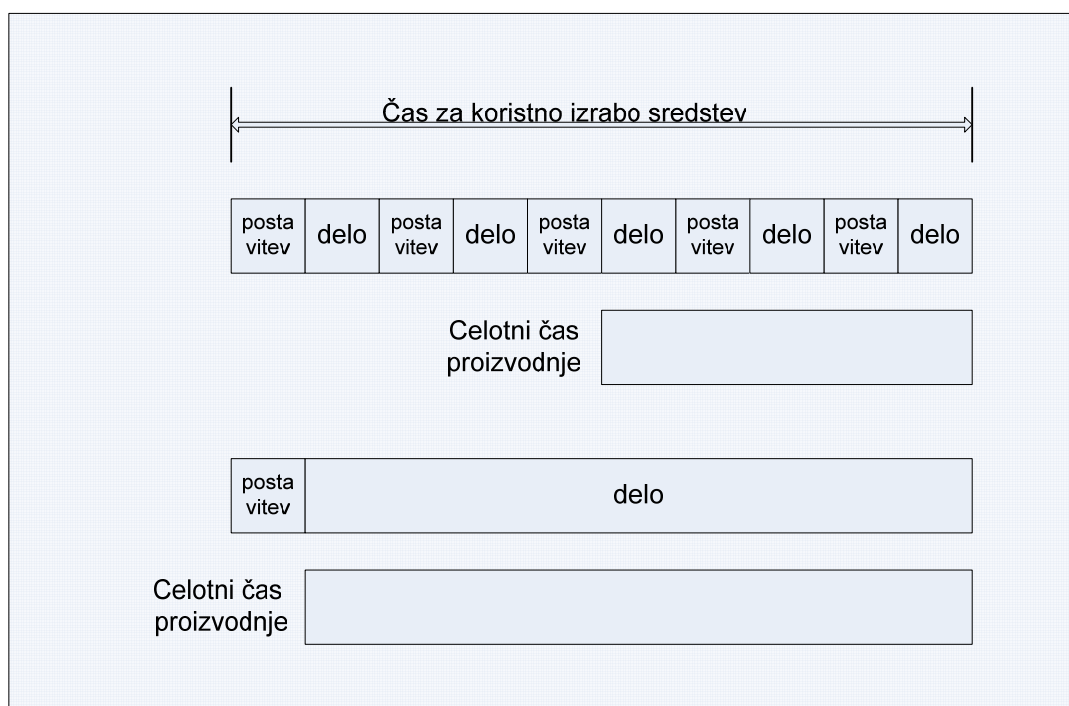
- Ura proizvodnega časa, ki je izgubljena na ozkem grlu, se odšteje kot ura učinka celotnega proizvodnega sistema.
- Uro, ki prihranimo s stroji, ki niso ozka grla, dodajo uro času, ki ni izkoriščen.

Ti dve ugotovitvi imata zelo velik vpliv na razporejanje proizvodnje kateregakoli tipa sredstva.

#### Postopne (“*process batch*”) in odstopne serije (“*transfer batch*”)

V sistemu JIT je cilj izničenje odvečnega inventarja. Za uresničitev tega cilja, bi morala podjetja imeti idealno proizvodnjo s serijo v velikosti ena (“*single unit*”). Z zmanjševanjem velikosti serije se je mogoče premakniti proti gladkemu, neprekinjenemu toku. Po drugi strani pa z zmanjševanjem velikosti serije lahko pridemo do željenih rezultatov. (Vonderembse, 1996)

V proizvodnji lahko pride do dveh primerov: v prvem so velikosti serij majhne, tako da so potrebne pogoste menjave med serijami, približno polovico razpoložljivega časa je uporabljenega neproduktivno, za menjave med serijami. V drugem primeru so serije večje, za menjave je porabljenega manj časa in posledično lahko več časa koristno uporabimo za proizvodnjo. (Vonderembse, 1996)



Slika 6: Vpliv večanja velikosti proizvodnih serij (Operations Management, str. 665)

Za ozko grlo je vsak čas, ki ga zapravimo z menjavami, izgubljeni čas proizvodnje. Tako je primerneje dovoliti ozkemu grlu uporabo večjih serij za proizvodnjo, saj se s tem zmanjša čas menjave.

Za vse ostale postaje, ki niso ozka grla, pa je situacija drugačna. Odvečna kapaciteta je za ta sredstva prosta, zato se lahko porabi več časa za menjavo matrik brez škodljivih posledic. Nadalje morajo taki delovni centri izdelati dele in jih dati ozkim grlom. Če procesi, ki niso ozka grla, proizvajajo v velikih serijah, so lahko ozka grla brez dela, saj čakajo na dokončanje teh serij. Manjše velikosti serij na procesih, ki niso ozka grla, po drugi strani poskrbijo za neprekinjen pretok materialov za ozka grla. (Vonderembse 1996)

#### Postopne serije proti odstopnim serijam (“*process batch versus transfer batch*”)

Večina podjetij se nagiba k takšnemu načinu dela, da se serija, ki je v obdelavi na enem stroju, ne premakne do naslednje faze, dokler se celotna serija ne zaključi. (Vonderembse, 1996)

Primer: Če stroj A dela serije po 100 delov, se proces ne premakne, dokler ni serija dokončana. Če je naslednja delovna postaja, stroj B ozko grlo, potem morajo sredstva narejena na stroju A čakati, dokler se serija ne zaključi. Čeprav je večja serija lažja za procesiranje in zmanjša menjave, lahko vseeno vodi k neizkoriščenemu času pri operacijah ob proizvodnem toku. Tako predstavlja odstopna serija količino, ki se prenese iz ene na drugo operacijo in ni enaka postopni seriji, ki je količina naenkrat proizvedene serije na stroju.

### Boben, blažilec, vrv

V teoriji omejitev so ključnega pomena trije elementi, imenujemo jih boben, blažilec in vrv.

#### Boben

Boben imenujemo element, ki diktira oz. določa hitrost proizvodnje. Pri planiranju materialnih potreb, JIT in teoriji omejitev ta hitrost sovpada z glavnim razporedom proizvodnje. Vendar je pri planiranju materialnih potreb in JIT glavni razpored določen primarno z zahtevami tržišča. Pri planiranju materialnih potreb lahko določimo potrebe po kapaciteti in čas ko bo ta nezadostna za doseganje glavnega razporeda. Po določitvi so potrebne “*ad hoc*” prilagoditve glavnega razporeda. (Vonderembse, 1996)

S teorijo omejitve se omejitve uporabijo za razvoj razporeda. Omejitev je torej boben, ki postavlja hitrost vseh drugih operacij za ujemanje hitrosti omejitve, ki postane vodilna hitrost za celoten proces. (Vonderembse, 1996)

#### Blažilna zaloga (“*buffer*”)

Navkljub skrbno pripravljenemu glavnemu razporedu proizvodnje, se zaradi nepredvidenih situacij dogajajo odkloni od glavnega razporeda. Da bi preprečili motenje proizvodnje končnih izdelkov, postavljamo blažilce na skrbno izbrana mesta na proizvodnji liniji. Ti blažilci so dveh tipov, blagovni ali časovni blažilci. Čeprav sta oba dejansko inventarna blažilca, dosežena količina inventarja v časovnem blažilcu s količino proizvodnje, ki jo lahko sistem proizvede med časom, ki je potreben za odpravo motenj. Na splošno je ključnega pomena položaj časovnega blažilca, ki mora biti postavljen pred ozkim grlom. Tako lahko ozka grla delajo, čeprav je potek materiala do njih moten. Časovne blažilce pred ozkimi grli pogosto imenujemo omejitveni blažilci. (Vonderembse, 1996)

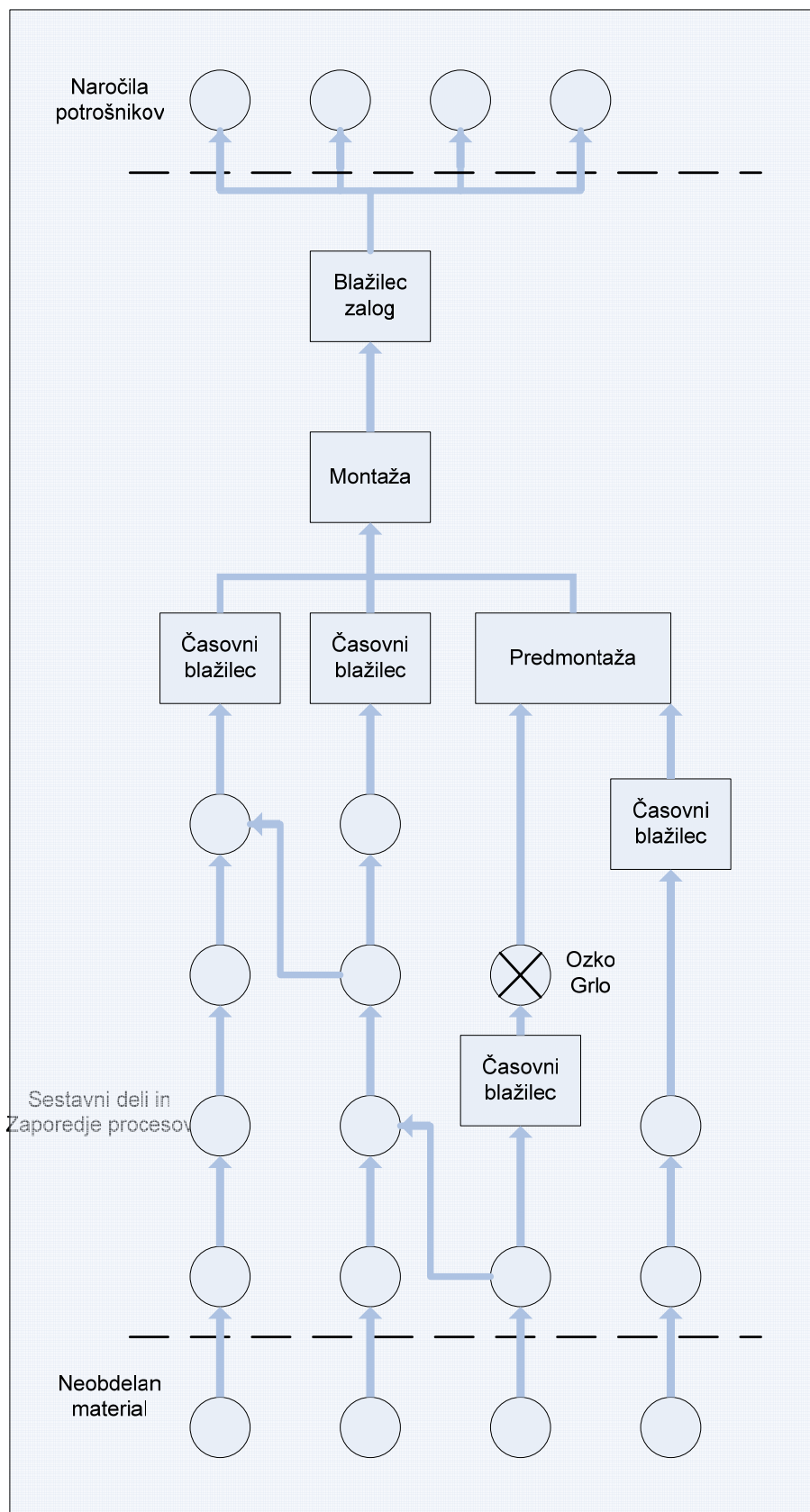
Druge primerne lokacije časovnih blažilcev so tam, kjer dele iz ozkih grl sestavljamo z drugimi deli iz ostalih procesov. Te lokacije so tam za preprečevanje tistih procesov montaže ali podmontaže, ki jih moramo ustaviti zaradi problemov na drugih virih. Če jih ustavimo, moramo ustaviti tudi potek proizvodnje skozi ozko grlo. S tem izgubimo proizvodnjo na celotnem sistemu, oziroma se nakopiči odvečen inventar. Takšne blažilce imenujemo montažni blažilci. (Vonderembse, 1996)

Blagovni blažilci so inventar končnih izdelkov, ki čakajo na povpraševanje na trgu oz. prodajo. Njihova velikost se običajno določi na podlagi napovedi o možnem povečanem povpraševanju. Blagovni blažilci se pogostokrat imenujejo odpravni blažilci ali blažilci zalog. Položaj časovnih blažilcev in blagovnih blažilcev je prikazan na sliki 7.

#### Vrv

Na sliki 4 je prikazana analogija z vrvjo. S tem smo pokazali, kako je material "povlečen" skozi sistem JIT. Ta analogija je uporabna tudi za teorijo omejitev, saj prikazuje, kako pomembna je hitrost, s katero procesi delujejo. Procesom, ki sledijo ozkim grlom, diktira hitrost postopka hitrost ozkega grla. Vendar pa imajo postopki pred ozkim grlom potencial prehitre proizvodnje za ozko grlo, zaradi katerih se kopiči odvečen inventar. (Vonderembse, 1996)

Za preprečevanje kopičenja odvečnega inventarja mora obstajati povezava inventarja med ozkim grlom in prvo operacijo v seriji nadaljnjih procesov, ki ga ozko grlo oskrbuje. Ta povezava se imenuje vrv. Vrv je lahko formalni razpored planirane proizvodnje ali neformalna dnevna diskusija med zaposlenimi na ozkem grlu in med zaposlenimi na drugi delovni postaji. (Vonderembse, 1996)



Slika 7: Mrežni diagram poteka z enim ozkim grlom (Operations Management, str. 667)

### 3.7.3 Primerjava teorije omejitev, načrtovanja materialnih potreb in sistema JIT

Vse tri tehnike imajo isti cilj – zagotavljanje, da proizvodnja ugoti vsem zahtevam potrošnika. Vendar gre vsaka od teh tehnik v svojo smer. Plan materialnih potreb gre od zgoraj navzdol, začeni s celostnim planom in nato z glavnim razporedom, pri tem da glavni razpored po potrebi spreminjamo tako, da ostanemo znotraj mej kapacitete. Plan materialnih potreb nam direktno ne priskrbi smernic o primerni velikosti serije in ponuja malo smernic glede razporejanja opreme. (Vonderembse, 1996)

Teorija omejitev prav tako razvija glavni razpored od spodaj navzgor, z razvojem prostih kapacitet na ozkem grlu. Ko je glavni razpored narejen, ni nobenega razloga za primanjkovanje kapacitet. Prav tako lahko iz razporeda dobimo vse informacije o zagotovitvi primernih procesov in o velikostih odstopnih serij. (Vonderembse, 1996)

Pogled JIT pa je izničenje vseh možnih izgub. Tako je blažilni inventar izločen, zato so postopne kot odstopne serije tako majhne, kot je le mogoče. Če so te spremembe problematične, se poišče način za njihovo izničenje, namesto, da bi jih izkoristili, kot to poteka pri teoriji omejitev. Teorija omejitev se uporablja za zmanjševanje inventarja z zmanjšanjem vpliva omejitev. Naslednja tabela primerja omenjene tri tehnike.

Preglednica 1: Primerjava tehnik (Operations Management, str. 668)

	<i>Planiranje materialnih potreb – MRP</i>	<i>“Just in time” – JIT</i>	<i>Teorija omejitev – TOC</i>
Zahteve operacij	Preverjeno s potrebno kapaciteto	Kontrolirano z sistemom kanban	Kontrolirano z nalogami ozkih grl
Velikost serij	Kasnejše planiranje Teden ali več	Najmanjša možna	Spremenljivo za izkoriščanje omejitev
Pomembnost točnosti podatkov	Kritična	Nepotrebna	Kritična za ozko grlo in pritočne naloge
Hitrost in razvoj razporeda	Počasna	Zelo hitro	Hitro
Fleksibilnost	Najnižja	Najvišja	Srednje
Stroški	Najvišji	Najnižji	Srednje



Cilji	Doseganje povpraševanja	Doseganje povpraševanja	Doseganje povpraševanja
	Imeti izvršljiv plan	Izločitev izgub	Maksimizacija profita
Osredotočenost planiranja	Glavni razpored	Končni montažni razpored	Ozko grlo
Osnova proizvodnje	Plan	Potreba	Potreba in plan

## 4 CELOVITO ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI - TQM

Kot sem že omenil, je celovito zagotavljanje kakovosti eno od temeljnih načel vitke proizvodnje in pomeni uresničevanje potreb vseh potrošnikov tako v podjetju kot izven njega. Namesto postavljanja je filozofija celovitega vodenja kakovosti doseganje kvalitete s preprečevanjem napak, ki povečujejo neuspeh in izgube. Postopki, ki so potrebni za doseg tega na nivoju celega podjetja, so vodeni s strani managementa. Neuspeh je nezmožnost uresničitve specifikacij, izguba pa sredstvo, ki ga podjetje izgubi pri tem neuspehu. Na primer, če je podjetje nepravilno dostavilo dobrine, je to neuspeh, izguba, ki pri tem nastane, pa je cena za napačno dostavo dobrin, čas, porabljen za identifikacijo in popravilo napake ter ceno vrnitve dobrin. Tako mora organizacija skrbeti z vodenjem vseh svojih procesov, da so ti pravilno izvedeni vsakokrat, kajti samo tako se izognemo neuspehu in izgubam. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

### 4.1 Glavni elementi celovitega vodenja kakovosti

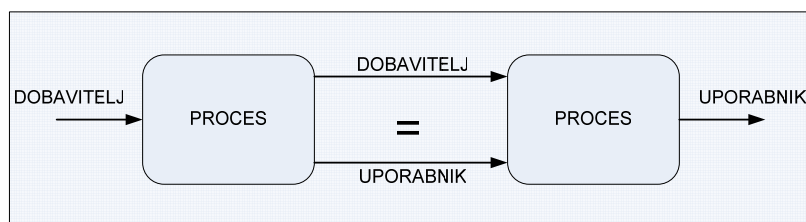
Če hočemo razumeti, kako celovito vodenje kakovosti deluje v organizaciji, moramo identificirati postopke, ki se v njej dogajajo. Ključni procesi, ki direktno vplivajo na doseg organizacijskih ciljev, morajo biti dobro definirani. Potrebe in pričakovanja odjemalcev posameznega procesa morajo biti znani. Le v tem primeru lahko proces načrtujemo in vodimo tako, da uresničimo odjemalčeve potrebe in pričakovanja. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

Glavni elementi sistema so:

- 1) razmerje med odjemalci in dobavitelji,
- 2) vodenje postopkov in zagotavljanje kakovosti,
- 3) neprestane izboljšave procesov.

#### 4.1.1 Verige kakovosti (“*quality chains*”)

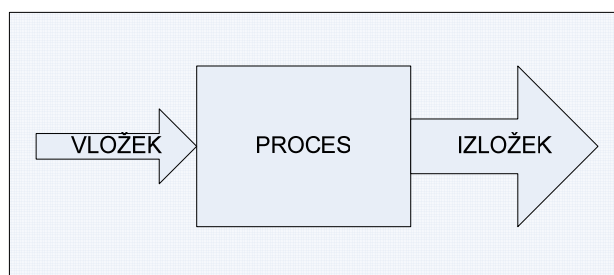
Razmerje uporabnik – dobavitelj, z ali brez organizacije, opisujemo kot verigo kakovosti. Vse interakcije gledamo s stališča, da je vsakdo lahko tako potrošnik kot dobavitelj, njuna medsebojna povezava pa je proces. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)



Slika 8: Kvalitativna veriga (Management in engineering, str. 228)

Potrošno-dobavne verige potekajo skozi celotno organizacijo. Tako je kakovost dobave zunanjemu potrošniku odvisna od vseh povezav znotraj podjetja. Če se kakšna povezava podre, se podre celoten sistem dobave, kakovost mora delovati skozi celotno dobavno verigo. Princip kakovosti se nanaša tako na notranje kot zunanje dobavitelje in potrošnike, saj so v organizacijo celovitega vodenja kvalitete vključeni vsi, tako potrošniki kot dobavitelji. Za delovanje sistema vodenja kakovosti ter za zagotavljanje kvalitete proizvoda, ki jo zahtevajo zunanji potrošniki, mora vsak zaposleni skrbeti, da je njegovo delo učinkovito in kvalitetno opravljeno. Temeljna zahteva je, da so potrebe potrošnika znane, in da obstaja možnost, da se tem potrebam ustreže. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

#### 4.1.2 Procesno vodenje (“*process management*”)



Slika 9: Shematični prikaz procesa

Postopek je način s katerim se vložki spremenijo oz. transformirajo v storitve oziroma proizvode (izloške). Vložki so lahko material ali informacije. Rezultat (materialne) proizvodnje je izdelek, ki zadosti potrebam uporabnika. V proizvodnji plastičnih izdelkov je na primer vložek lahko kup plastičnih kroglic, rezultat pa vrtna miza. Proces, ki spremeni plastične kroglice v vrtno mizo, se imenuje plastično oblikovanje. V storitveni industriji so vložki ponavadi informacije, izloški pa storitve. Eden od ciljev celovitega vodenja kakovosti je razumevanje postopkov. Prva stopnja pri vodenju procesov je identifikacija in definicija vseh postopkov, ki so vključeni v proces. Za vsako vez med dobaviteljem in potrošnikom obstaja nek postopek. Za dobro definiranje postopka moramo poznati njegov cilj in njegovo specifikacijo (vložke in izloške).

Najlažji način za prikaz vključevanja v postopek je uporaba diagrama potekov, ki prikazuje grafično razporeditev korakov z uporabo različnih simbolov. Po definiciji postopka lahko razporeditev uporabimo za določitev kontrol, ki so potrebne za njegovo vodenje. Kontrole so različnih oblik, od zagotavljanja primerne usposobljenosti osebja, opreme za zagotavljanje potrebne specifikacije, kontrole porabljenega časa, do kontrole sredstev za zadovoljivo opravljeno delo. Funkcija omenjenih kontrol je zagotavljanje kakovosti in doseganje enotnosti postopkov pri postavljenem nivoju kakovosti. Dva najpomembnejša pogleda na vodenje postopkov sta:

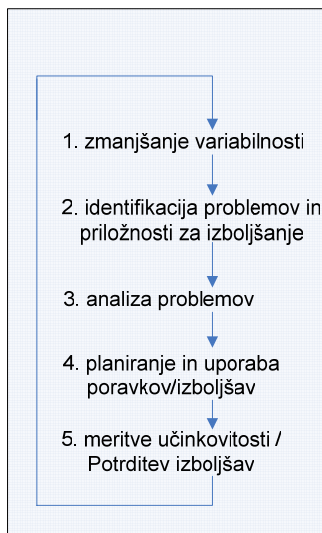
- uresničevanje, da storitve zadostijo zahtevam potrošnika in
- uresničevanje konstantnih zahtev.

Stalnost postopka je pomembna za njegovo vodenje. Če je nekaj stalno narobe, ni naključje, da je nekaj narobe prav s postopkom oziroma z enim od virov. Prav zaradi tega je potrebno za ugotovitev in rešitev problema sistematično preveriti vsak postopek za ugotovitev in rešitev problema. Po drugi strani lahko postopek izdela izložek s spremenljivim učinkom. Če je temu tako, je lahko problemov več in jih je težje izolirati. Tako je nespremenljiva storitev lažje obvladljiva kot spremenljiva, čeprav nas zanima samo ugotavljanje in reševanje problema oziroma splošno izboljšanje sistema. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

Eden od ciljev vodenja postopka je zmanjšanje spremenljivosti v učinkovanju postopka.

### 4.1.3 Stalne izboljšave (“*continuous improvement*”)

Izbira stalnih postopkov ne zadostuje za okolje celovitega vodenja kakovosti, za to potrebujemo stalne preglede in izboljšave postopkov. Gledano z vodstvenega vidika mora obstajati sistem pregledov in izboljšav, ki skrbi za izboljšanje učinkovitosti, ter s tem zmanjša spremenljivost postopka in prihrani denar. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)



Slika 10: Zahteve za celovito zagotavljanje kakovosti (Management in engineering, str. 232)

Ključ do neprekinjenih izboljšav so:

- 1) zavedanje o potrebi sprememb,
- 2) zagotovitev učinkovitosti določenih sprememb,
- 3) zagotovitev, da so v izboljšave vključeni ljudje, ki imajo znanje.

Če želimo ozavestiti, kaj je potrebno spremeniti in ali je izboljšava resnično učinkovita, moramo poznati objektivne dokaze o dogajanju. Zato obstajajo meritve, katerih rezultate ocenjujemo. Meritve postopka morajo biti natančne, rezultati meritev takoj dostopni, analiza pa mora biti preprosta in razumljiva. Za opazovanje in predlaganje izboljšav postopka so najprimernejši tisti ljudje, ki ta postopek uporabljajo. Pri delu s stalnimi izboljšavami pride do spremembe miselnosti zaposlenih v smislu celovitega vodenja kakovosti, saj je dolžnost ljudi, ki delajo s proizvodom tudi uravnavanje in izboljševanje kakovosti dela, ki ga opravljajo. Zaposleni, ki so vključeni v neprekinjene izboljšave, lahko delajo sami, vendar so učinkovitejši v skupinah. Narava potrošno-dobavne verige je povezana z oblikovanjem

skupin. Te so dejanski uporabniki določenega postopka in imajo pravico do njegovega pregleda in ocenjevanja. Delo v skupinah prinaša veliko prednosti, več je strukturiranega znanja, različnih izkušenj in pogledov. Poleg tega delajo ljudje v skupini, kjer se naloge delijo, bolj učinkovito. Posamezniki tedaj v skupinah prevzemajo le tiste vloge, ki jim najbolj ležijo. Skupinsko delo izboljša komunikacijo, zaupanje v organizacijo in vodi k izboljšavam delovnega okolja. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

#### **4.1.4 Zavezanost vodstva (“*management commitment*”)**

Za uresničevanje sprememb v delovanju podjetja je potrebno poslovanje spremeniti skladno s filozofijo celovitega vodenja kakovosti, zagotoviti stalno izobraževanje kadrov in podporo vodstva, ki jo zaposleni potrebujejo. Ta obveza zahteva vključevanje najvišjega vodstvenega kadra v podjetju. Uvajanje sistema zagotavljanja celovitega vodenja kakovosti je dolgotrajen in težak proces, saj je potrebno veliko prepričevanja, da ljudje zavzamejo proaktivno vlogo v svojem delu in postavijo kakovost svojega dela na prvo mesto. Uvajanje zahteva velika sredstva, tako finančna kot časovna. Zavedati pa se je potrebno, da se sredstva vložena v zagotavljanje kakovosti na dolgi rok izplačajo. Iniciativa celovitega vodenja kakovosti bo delovala le, če ima podporo, zavezanost in zaupanje vodstvene strukture podjetja v njeno učinkovitost. Zavezanost vodstva ne sledi avtomatično odločitvi o vpeljavi sistema, kot je celovito vodenje kakovosti. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

Če odločitev vsilijo drugi, zunanji viri, lahko to vzbudi nakakšno zamero do sistema. V takšnem primeru je vpeljevanje sistema veliko težje in ponavadi neuspešno, kajti tako management, kot delavci se počutijo ogrožene. Za delovanje celovitega vodenja kakovosti mora celotni management podjetja verjeti v sistem. Prav zaradi teh razlogov porabijo podjetja, ki vzpostavljajo sistem celovitega vodenja kakovosti, za to veliko časa.

#### **4.2 Merjenje sprememb (“*benchmarking*”)**

Na podoben način, kot uporabljamo certificiranje za merjenje doseganja sistema ISO 9000, se merjenje sprememb (“*benchmarking*”) uporablja za merjenje sistema celovitega vodenja kakovosti. Gre za zelo uporabno in močno orodje za neprekinjene izboljšave, kjer obstoječi

sistem primerjamo s “standardom”. Standard lahko definiramo s kazalniki učinkovitosti ali pa s kakšnim kriterijem za kakovost, kot sta na primer EQA in SIQ (evropski oz. slovenski znak kakovosti). (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

Primerjamo pa lahko tudi storilnost dveh enakih procesov. Merjenje sprememb je vaja samoodločanja in je zelo pomembna tako za doseganje kot izboljšanje kakovosti. Če meritev ne izvajamo, ne vemo, ali smo dosegli zadane cilje. Merjenje sprememb skrbi za pomembno preverjanje, saj so meritve ponovne uporabe procesov oz. izdelave proizvodov pomembne za izboljšanje kakovosti. Cilj merjenja sprememb, pa tudi razlog, zaradi katerega se ga v gospodarstvu široko poslužujejo, je izboljšanje kakovosti proizvodnje in izboljšanje načina dela v podjetjih, ki lahko tako postanejo bolj konkurenčna na svojem področju. Termin ”najboljše prakse v merjenju sprememb” (“*best practice benchmarking*”) se uporablja takrat, ko se dela primerjava kontrole z velikimi podjetji, ki so t.i. najboljša na svetu. Obstajajo štiri glavne zahteve za primerjavo kontrole:

- 1) organizacija se mora zavedati razlik med dobrim in odličnim dobaviteljem z vidika njenih uporabnikov,
- 2) za vsako področje naloge oziroma aktivnosti, ki jo obravnavamo, moramo postaviti standard glede na najboljšo prakso,
- 3) organizacija mora poiskati najboljša podjetja, ki dosegajo visoke standarde, če hoče doseči izboljšanje poslovanja,
- 4) za dosego ali preseganje standardov se morajo vključiti ideje in izkušnje najboljših.

Merjenje sprememb niso samo te zahteve, saj že zahteve merjenja same po sebi pripomorejo k razvoju. Postopek pregledov in izboljšanja mora biti zato neprekinjen. (Freeman – Bell in Balkwill, 1996)

## **5 VITKA GRADNJA**

Opis vitke gradnje v tem poglavju povzemam po Best, 2002.

Teorija vitke gradnje se deli na tri splošna območja, tri možne naloge, s katerimi lahko izboljšamo sistem. Ta območja so:

- načrtovanje proizvodnega sistema,
- kontrola proizvodnega sistema za realizacijo proizvodnje in
- izboljšanje proizvodnih sistemov.

Ima tri cilje:

- 1) cilj proizvodnje izbranih izdelkov,
- 2) cilji v zvezi s značilnostmi proizvodnje, kot je minimizacija stroškov in stopnja rabe,
- 3) cilji, ki se ukvarjajo z uporabniki, torej kakovost, zanesljivost in fleksibilnost.

## 5.1 Teorije proizvodnje

Teorija proizvodnje pokriva vse pomembne dele proizvodnje, to sta predvsem primernost proizvodnih procesov in načrtovanje ter razvoj proizvoda. Načela teorije proizvodnje in njena uporaba so ključnega pomena za izboljšave in povečanje storilnosti proizvodnje.

Prvi pogled na proizvodnjo kot transformacijo ima izvor v ekonomiji. Takšna proizvodna teorija ima dve pomankljivosti:

1. ne prepozna fenomena proizvodnje drugače kot transformacijo nečesa v neko drugo stvar in
2. ne prepozna iste transformacije kot vrednosti za potrošnika.

Že zgodnje obdobje industrijskega inženirstva je vpeljalo nov pogled na proizvodnjo, ki sta ga prva opisala zakonca Gilbreth. Raziskovalca sta vpeljala pojem **potek proizvodnje** (“*workflow*”) in podala zanj znanstveno osnovo, na kateri so se začele razvijati metode, kot sta JIT (“*Just In Time*”) in vitka proizvodnja. Prvi je takšen pogled v praksi uporabil Henry Ford v avtomobilski industriji, vendar je bila njegova izvedba napačno razumljena. Idejo poteka proizvodnje so od leta 1940 nadalje razvijali na Japonskem, sprva kot del vojaške proizvodnje, nato pa v petdesetih letih prejšnjega stoletja v avtomobilski industriji.

Tretji pogled na proizvodnjo je bil utemeljen v tridesetih letih prejšnjega stoletja kot **ustvarjanje vrednosti**. Pri takšnem pogledu na proizvodnjo je bil temeljni cilj doseči najboljšo možno vrednost z vidika odjemalcev, kar je izboljšalo kakovost proizvoda.

Takšno razumevanje proizvodnje je vključeno v koncept vitke proizvodnje skupaj s potekom proizvodnje, kjer je temeljni cilj izničenje izgub pri poteku procesov, kot je začetno zmanjšanje časa, zmanjšanje spremenljivosti in poenostavitve.

Za vsak naveden pristop k teoriji proizvodnje poznamo praktične metode, orodja in proizvodne šablone. Toda ti posamezni pogledi kot kandidati za teorijo proizvodnje niso vzbudili velikega zanimanja v operativnem managementu, saj ne ponujajo alternativnih, konkurenčnih proizvodnih teorij. Koskela (2000) je ugotovil, da se te tri teorije dopolnjujejo; avtor meni, da v proizvodni teoriji in pripadajočih orodjih potrebujemo nekaj, kar bi popolnoma integriralo koncept transformacije, poteka in vrednosti (TFV – “*Transformation-Flow-Value*”) in s tem utemeljuje novo teorijo proizvodnje.

Odločilni prispevek TFV teorije proizvodnje leži v tem, da poudarja oblikovanje, strukturiranje, kontrolo in izboljšanje proizvodnje, s kombinacijo teh treh pogledov. Deli teorije TFV niso novi, vendar pa teorija podpira nov pogled, ki naj bi te tri fenomene proizvodnje upravljal istočasno.

Konvencionalni projektni management, ki se pogosto uporablja v gradbeni proizvodnji ne sloni na teoretični osnovi (TFV). Od prvih trenutkov projekta so gradbeni projekti vodeni tako, da se jih razdeli na posamezne aktivnosti, pri tem pa se oceni čas in poraba sredstev za dokončanje vsakega posameznega dela z uporabo metode kritične poti, za ugotovitev logičnega zaporedja z zunanjo določitvijo ali internim določanjem odgovornosti. Projektni vodje uporabljajo urnik oz. časovni razpored aktivnosti, da ugotovijo, katera od aktivnosti bi morala začeti z delom v najkrajšem možnem času. Projektna kontrola ugotavlja, če izvajanje določene aktivnosti v projektu ni skladno z zastavljenim planom. Če to ugotovi, se takoj sprejmejo ukrepi, s katerimi pospešimo izvajanje aktivnosti, ali pa dejavnosti prerazporedimo tako, da čim manj ovirajo izvedbo projekta. V večini primerov se za pospešitev dela mobilizira dodatna delovna sila, kar zmanjša produktivnost. Medtem ko se vodje projektov trudijo z uresničevanjem zastavljenih ciljev, se odgovorne osebe za posamezne naloge trudijo v smeri zagotovitve oziroma izboljšanja pričakovanih učinkov.



Z vidika vitke gradnje temelji opisana (obstoječa) praksa na pomanjkljivem modelu vodenja projekta, nadzora in dela. Projektni management poskuša upravljati z aktivnostmi z osrednjim (centralnim) planom kontrole dela. Takšno upravljanje je lahko neuspešno, saj se z optimizacijo plana prevečkrat zmanjša zanesljivost dobro opravljenih projektnih nalog. Ker je edini cilj vodje projekta dokončanje projekta, se poslovni cilji vodij projekta ne ujemajo s cilji naročnika.

Zato je vrednost, ki jo zahteva naročnik v takšni situaciji, razumljiva, saj mora izvajalec zagotavljati skladnost s finančnim, časovnim in kakovostnim načrtom. Sedanja praksa skuša naročniku zagotoviti vrednost že na začetku projekta, kar pa je v svetu hitrih, kompleksnih in negotovih projektov sila neracionalno. Vrednost pomeni povečanje možnosti in uresničitve vseh želja naročnika.

## 5.2 Vitka dostava (“*lean delivery*”)

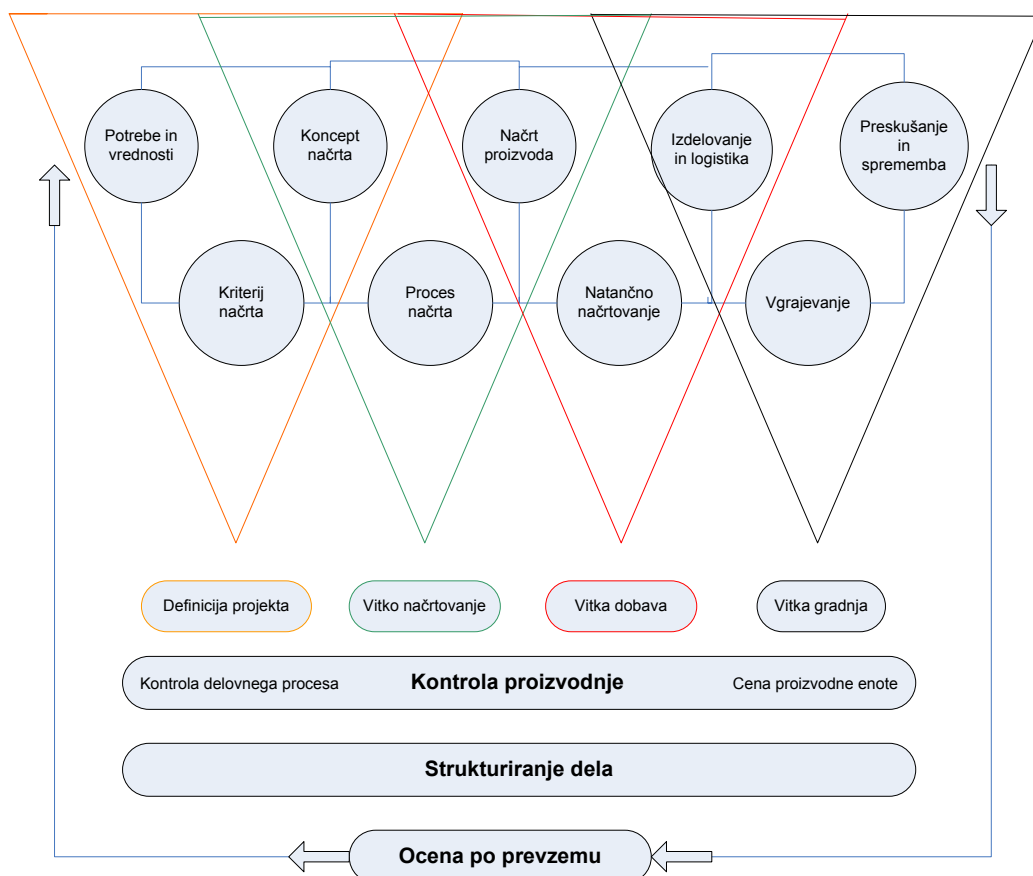
Vitka gradnja definira dostavo kot realni delovni proces, s katerim olajšamo razvoj projekta od zamisli do realizacije. Pojem “dostava” pomeni v gradbeništvu načrtovanje in gradnjo gradbenih objektov (stavb, mostov, tovarn, ...). Tu se gradbeništvo razlikuje od ostalih proizvodnih dejavnosti po vrstah proizvodov ter različnih značilnostih objektov, ki jih dokončno umesti v prostor. Glavna značilnost gradbene proizvodnje (v primerjavi s serijsko proizvodnjo) je, da je delovno okolje, stroje in mehanizacijo potrebno premikati skozi proizvod (ki je nepremičen). Sistem vitke dostave je takšen, da strukturira, kontrolira in izboljšuje vse tri zadane cilje: transformacijo, potek in vrednost ciljev.

Vsi sistemi in tehnike, ki sledijo ciljem TFV teorije, so v osnovi vitki dostavni sistemi, čeprav so nekatere tehnike bolj vitke kot druge. Zavedati se je potrebno, da je nemogoče doseči istočasno vse elemente popolne vitkosti, s katerim dobimo enkratni proizvod za potrošnika, v ničnem času, brez inventarja ali kakšne druge izgube. Vitki dostavni sistem, kot ga razumemo danes, vsebuje napredne prakse v gradbeništvu. Ta je integrirana v celoten dostavni sistem, namesto da bi se pojavljala kot samostojen sistem. Veliko podobnosti med vitko in tradicionalno prakso je površinskih. Primer je način graditve “projektiraj – gradi” (“*design-build*”), ki je opredeljena s pogodbenimi razmerji med posameznimi udeleženci; investitor

sklene pogodbo le z izvajalcem, ta pa najame (in stopi z njim v pogodben odnos) projektanta. Opisani način ima na videz podobnosti s značilnostmi vitkega sistema, kot so navzkrižne funkcije skupin in skupno načrtovanje proizvodov in procesov. “Projektiraj – gradi” nima sam po sebi nič skupnega s stvarmi, ki jih projektiramo in gradimo, temveč si na ta način investitor lahko preskrbi svoje ugodnosti in pravice. V tem primeru sledi način dostave samo cilju transformacije proizvodnega sistema in kot tak ne sledi ciljem pretoka in vrednosti.

### 5.2.1 Sistem vitke dostave LPDS<sup>18</sup>

Gradbene projekte, konvencionalno opisujemo s pomočjo faz, kot npr. zasnova, projektiranje in gradnja (Pšunder, 1982). Glavna razlika med tradicionalnim in vitkim sistemom dostave je razmerje med fazami in udeleženci v posamezni fazi. Model na sliki 11 predstavlja faze v prekrivajočih se trikotnikih (triadah).



Slika 11: Triade projektnega sistema vitke dostave (LPDS) (Design and Construction: Building in value, str.218)

<sup>18</sup> LPDS - “Lean Production Delivery System”

Prvi trikotnik predstavlja zasnovo – definicijo projekta, katerega naloga je ustvarjanje in usklajevanje vrednosti za investitorja in druge deležnike, koncepta in kriterija načrta. Ti trije elementi se določajo rekurzivno. Vsak izmed navedenih treh elementov vpliva na druga dva, zato je dobra komunikacija med udeleženci nujna. Primer dobre komunikacije je stanje, ko vsak udeleženec oddide s sestanka z drugačnim in boljším razumevanjem, kot pa ga je imel pred sestankom. Tradicionalno definira zahteve za objekt arhitekt (za zgradbe) ali inženir (za inženirske objekte) v sodelovanju z investitorjem.

V definiciji vitke dostave so predstavniki vsake stopnje in faze v ciklu objekta vključeni v proces načrtovanja, vključno s člani proizvodne skupine, ki bo projekt projektirala in zgradila. Usklajevanje različnih konceptov, kriterijev in vrednosti posameznih udeležencev dopusti prehod v fazo vitkega načrtovanja. V tej fazi potekajo podobni pogovori, samo da so ti tokrat v zvezi z razvojem in razvrščanjem proizvoda in procesa načrtovanja na nivoju funkcijskega sistema. V tej fazi išče projektna skupina priložnosti za povišanje vrednosti. Tako se lahko projekt ponovno vrne v prejšnjo fazo, t.j. fazo definicije projekta, odločanje o načrtu pa sistematično odloži, saj s tem dopustimo več časa za razvoj in raziskovanje alternativ. V nasprotju s tradicionalnim načinom načrtovanja, za katerega je značilno, da ga vodijo zahteve po zamrznitvi načrtovanja, v primeru vitke dostave, ni tendence zožanja možnih alternativ in želje po čim hitrejši rešitvi. Čeprav to storimo v imenu hitrosti, nam takšne zahteve povzročijo dodatno delo in napor. Strategija serij, ki jo uporablja vitko načrtovanje, dovoljuje medsebojno odvisnim strokovnjakom, da napredujejo v okviru postavljenih alternativ. Pri vitkem načrtovanju poteka izbira med alternativami v zadnjem možnem "odgovornemu" času, ki je funkcija pretočnega časa realizacije posamezne alternative. Zmanjšanje pretočnega časa s prestrukturiranjem dobavnih verig dopušča poznejšo izbiro in nudi več časa za načrtovanje in generacijo vrednosti.

Natančnejše projektiranje lahko nastopi, ko je proizvodni in procesni načrt za določen sistem zaključen in na razpolago za nadaljnje podrobno načrtovanje, izdelavo in dobavo. Izdelava in dobava se skozi življenski cikel projekta stalno ponavljata, model, ki je shematično predstavljen na sliki 11, torej prikazuje funkcijo »izdelava in logistika« kot vez med "dobavo" in "gradnjo". Vgrajevanje oz. montaža se zaključi s prevzemom objekta, po katerem lahko uporabnik začne koristiti objekt. Vodenje proizvodnje skozi celoten projekt prikazuje

horizontalna črta z oznako “kontrola proizvodnje” in “strukturiranje dela”, sistematična uporaba povratnih zank med dobavnimi in uporabnikovimi procesi pa je simbolično predstavljena z vključitvijo ocene po prevzemu.

### **5.2.2 Struktura LPDS**

Management proizvodnega sistema vsebuje strukturiranje sistema za doseg ciljev, kontrolo sistema za doseg ciljev med gradnjo ter izboljšanje tako strukture kot kontrole med gradnjo in med projekti. Projekti so členjeni tako, da sledijo ciljem TFV z uveljavljanjem več principov in tehnik. Ballard (2001) je predstavil dobro razvito hierarhijo “*of ends and means*”. Tehnika vsebuje:

- vključevanje “nižje ležečih” oseb v odločitvah na višji ravni,
- odlašanje z obveznostmi do zadnjega odgovornega trenutka,
- usklajevanje interesov vseh vključenih oseb,
- izbira, pregled ter lociranje blažilcev za izničenje spremenljivosti ter izenačitev časovne vrednosti s stroški vsake stranke.

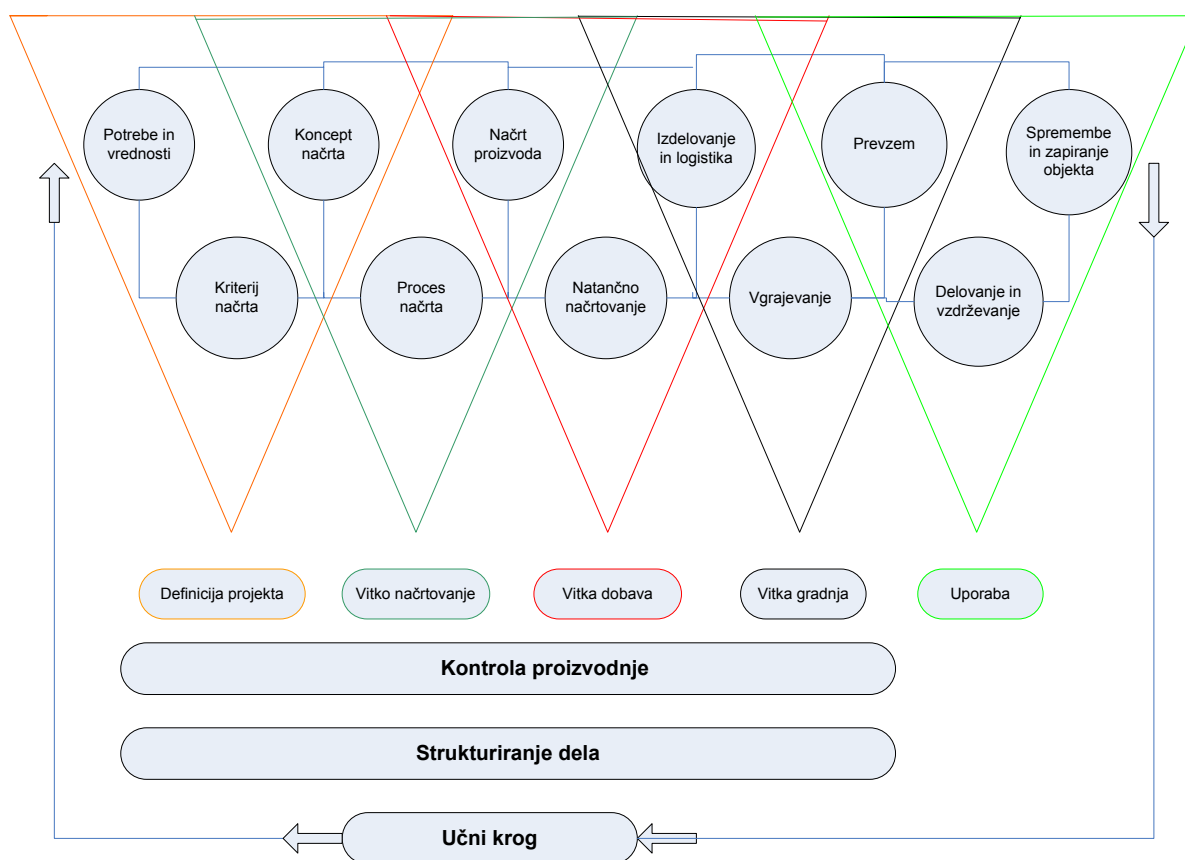
Vitko kontrolo proizvodnje dosežemo s sistematičnim procesom, v katerem pripravimo naloge tako, da jih lahko izvršimo. Ob tem morajo biti posamezniki na proizvodnem nivoju eksplicitno predani delu, ki ga bodo predali naslednjemu procesu v naslednjem planskem obdobju (tipično 1 teden). Tretji element takšne kontrole je sprotna identifikacija in dejavnosti na izvornih vzrokih neuspeha plana.

### **5.2.3 Povezovanje sistema LPDS protitočno in nižjeležeče (“*upstream and downstream*”)**

Začetna točka za dostavo projekta je zelo spremenljiva. Investitorji, ki gradijo velike projekte, običajno vedno naredijo poslovne analize in študije izvedljivosti, preden v projekt vključijo dostavne ekipe. Na splošno so ugotovili, da je boljše za projekt in dostavno ekipo, da sodeluje že v začetnih fazah poslovnih analiz in študij izvedljivosti. Potem ko po vključitvi dostavnih ekip opravijo začetne analize, je prva naloga pregled predhodnega planiranja. S tem se lahko

podrobno razčleni bistvo investitorjevih začetnih želja, ter tako koristno prispeva k prej neupoštevanim željam.

LPDS izvaja pripomočke za uporabo med uporabniki. Uporaba sistema je predstavljena kot peta triada, ki vsebuje tehnični pregled in prevzem, delovanje in vzdrževanje, ter predelavo in zapiranje in odstranitev objekta, ki jih pričakujemo v prejšnji fazi (slika 12).



Slika 12: Triade vitkega sistema dostave z uporabo objekta (Design and Construction: Building in value, str. 220)

#### 5.2.4 Povzetek LPDS sistema

Preglednica 2: Primerjava tradicionalnega in vitkega sistema projektne dostave (Design and Construction: Building in value, str. 221)

<i>Vitko</i>	<i>Tradicionalno</i>
Osredotočenje na proizvodni sistem	Osredotočenje na transakcije in pogodbe
Cilji so transformacija, potek, vrednost	Cilj transformacija
Nižje ležeči udeleženci so vključeni v odločanje višje v hierarhiji	Odločitve so narejene posledično, specialistično in “vržene čez zid”, na način “poskusimo pa bomo videli”
Proizvod in proces se načrtujeta skupaj	Ko je zaključeno načrtovanje proizvoda, se začne pripravljati načrtovanje procesa
Pri načrtovanju se upoštevajo vse stopnje življenjskega cikla objekta	Pri načrtovanju se ne upoštevajo vse stopnje življenjskega cikla
Naloge se opravijo v zadnjem primernem trenutku	Naloge se opravijo takoj, ko je to mogoče
Sistematičen trud za zmanjšanje pretočnih časov dobavnih verig	Ločene organizacije se povezujejo na tržišču in jemljejo, kar trg nudi
Interesi deležnikov so usklajeni	Interesi deležnikov niso usklajeni
Velikost in lega blažilcev je takšna da opravijo svojo funkcijo (zmanjšajo spremenljivost sistema)	Udeleženci kopičijo velike inventarje za varovanje svojih interesov

### **5.2.5 Izvedba sistema LPDS**

Izvajanje sistema LPDS v organizacijah in podjetjih, kjer so zaposleni navajeni sedanje prakse, je vse prej kot avtomatično. Če želi preseči sedanjo prakso, mora vitko zasnovani projektni management doseči spremembe v obnašanju posameznikov in širše organizacijske razvojne napore. Implementacija vitke gradnje zahteva napredno podajanje novih načinov načrtovanja projektno zasnovanje proizvodnih sistemov. Sprememba mora biti tako konceptualne kot praktične narave.

### **5.3 Orodja in tehnike vitke gradnje**

Proizvodni management je srce vitke gradnje in poteka od samega začetka projekta, preko dostave oziroma predaje objekta stranki. Vitki proizvodni management vsebuje strukturiranje dela in kontrolo proizvodnje.

### 5.3.1 Vitko strukturiranje dela

Vitko strukturiranje dela je proces načrtovanja, ki je integriran z načrtovanjem proizvoda in se širi po celotnem proizvodnem sistemu do samih nalog oz. operacij, ki jih izvajamo na materialu in informacijah v sistemu. Vitko strukturiranje dela se razlikuje od razčlenitve dela, tehnike uveljavljene v tradicionalnem (ne-vitkem) projektnem vodenju, s funkcijami, ki jih izvaja, in vprašanji, na katere odgovarja. Pogosta vprašanja glede vitkega strukturiranja dela so:

- v kakšnih delih se bo delo dodelilo specialistom,
- kako si bodo deli oz. naloge sledile,
- kdaj bodo posamezni deli končani,
- kako bo potekal pretok dela od ene do druge proizvodne enote,
- ali bodo zaporedne proizvodne enote opravile delo v neprekinjenem toku, ali bo potrebno prestrukturiranje dela,
- kje bodo potrebni blažilci za prestrukturiranje in kako jih določimo po velikosti,
- kako bodo vodene tolerance.

Vitko strukturiranje dela prinaša vrsto učinkov, med njimi:

- strategije za izvedbo projekta,
- strukturo projektne organizacije s konfiguracijo dobavnih verig,
- načrtovanje operacij,
- glavne časovne plane,
- fazne časovne plane.

### 5.3.2 Razporejanje dela

Razpored je učinek strukturiranja dela, ki se direktno povezuje s kontrolo proizvodnje. Razpored in proračun projekta določata “naj to naredim”, medtem ko kontrola proizvodnje to prevede iz “naj to naredim” v “to lahko naredim”. S tem dovolimo razporejenim nalogam proizvodbo o posebnih obvezah kaj “bo narejeno” v naslednjem tednu oziroma v določenem časovnem obdobju.

Principi vitke gradnje, ki se nanašajo na časovni raspored, so:

- omejevanje glavnih planskih urnikov – razporedov do faznih mejnikov, posebnih mejnikov in dolgih pretočnih časov,
- izdelavo faznih razporedov s skupino, ki bo opravljala delo, s skupinskimi odločitvami, kako uporabiti spremenljivost za ublažitev negotovih aktivnosti oz. nalog

V nasprotju z modrostjo tradicionalnega vodenja gradnje ugotovimo, da natančni raspored nalog, ki ga naredimo na začetku projekta, ne zagotavlja nadzora nad projektom. Z nekaj izjemami je edina znana stvar, ki je gotova, dejstvo, da se projekt ne bo odvijal po načrtovanem razporedu, zato potrebujemo namesto tradicionalnega vodenja in planiranja hierarhičen sistem planiranja, ki progresivno razvija natančnost posamezne naloge, bližje kot je naloga, večja je natančnost. Projektno kontrolo dosežemo z neprekinjenim prilagajanjem in vodenjem projekta skozi različne časovne faze. Takšna kontrola je boljša od razvoja mrežnega diagrama vnaprej, ki mu sledi opazovanje in prilagajanje plana.

Funkcije glavnih razporeditvenih planov so:

- zaupanje v možnost doseganja končnega roka in mejnikov,
- razvoj in prikaz strategije izvedbe,
- prepoznavanje in razporeditev dolgih pretočnih časov (*“long lead times”*), ki so definirani kot karkoli, kar mora biti *“povlečeno”* skozi projekt pri predhodnem načrtovanju (*“lookahead”*),
- razdelitev projekta na faze, ter prepoznavanje pomembnih mejnikov, naročnika in drugih deležnikov.

Fazne razporede včasih imenujemo *“vlečni razporedi”* (*“pull schedules”*). Naredijo jih tisti, ki bodo delali v tej fazi. Najboljši, so sedaj uveljavljeni način je, da fazne razporede pripravijo različni strokovnjaki. To storijo tako, da svoje naloge napišejo na liste, ki jih potem nalepijo na zid – tako dobimo logično mrežo nalog. Ta mreža nalog se lahko preoblikuje, dokler skupina ne dobi zadostne osnove za zagotovitev zavarovalnih zalog (*“buffers”*) za negotove aktivnosti.



Če je sodelovanje vseh vpletenih zagotovljeno, lahko fazno razporejanje jamči, da se izbere naloge, ki dodajajo vrednost ki nato sprožijo nadaljnje delo.

#### 5.4 Vitko načrtovanje

Pod pojmom “načrtovanje” razumemo ne samo načrtovanje proizvoda (projektiranje), ki je tradicionalno okolje arhitektov in inženirjev, temveč tudi načrtovanje procesov. Projektiranje določi, kaj se bo naredilo in kaj uporabilo, medtem ko načrtovanje procesov določa, kako se bo to naredilo in kako uporabilo. Načrtovanje procesov vsebuje strukturiranje organizacije projekta z odločitvami, kako uporabiti posamezne načrte in gradbene operacije, ter z odločitvami, kako upravljati in vzdrževati opremo oz. prostor, in kako ga na koncu življenske dobe zapreti in odstraniti. Tako načrtovanje proizvoda (gradbenega objekta) kot procesa mora biti v skladu s prizadevanjem približevanja TFV ciljev. Načrtovanje lahko primerjamo z učinkovitim pogovorom, sestankom, s katerega vsi oddidejo z drugačno in boljšo predstavo o problemu, katerega so predstavili. Kako izboljšati pogajanja (iterativno), kako razlikovati med pozitivnimi (generacija vrednosti) in negativnimi (generacija izgub) iteracijami, in kako zmanjšati negativne iteracije – vse to so pomembne sposobnosti vodenja načrtovanja. Nekateri trdijo, da naj bosta namen in kriterij načrtovanja definirana pred procesom načrtovanja, toda iteracije, pogajanja, so potrebna med ciljem, zasnovo in kriterijem. Takšna definicija vodi k odkrivanju alternativnih ciljev, ki so dostikrat najboljše predstavljeni s skicami in modeli. Zato vsebuje triada projektne definicije LPDS zasnovo načrtovanja. Izzivi vitkega načrtovanja so:

- kontrola projektnih ciljev glede časa in stroškov; cilj je zmanjševanje izgub brez zmanjšanja vrednosti,
- tvorjenje, ocenjevanje in usklajevanje med namenom, zasnovo in kriteriji – to je zahtevano, da pride projekt iz faze definicije v načrtovanje,
- zapis in dostopnost osnovnega načela načrtovanja, t.j. sprejete odločitve, obravnavane alternative, kriteriji s katerimi smo ocenili alternative itd.,
- zmanjševanje izgube vrednosti, ko se projekt premika skozi posamezne faze.

### 5.4.1 Prednosti vitkega načrtovanja

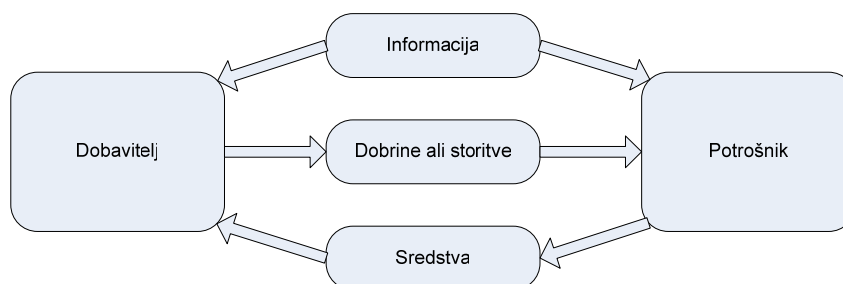
Uporaba vitkega pristopa v načrtovanju izboljša tako ustvarjanje vrednosti kot zmanjšanje izgub. Vrednost se ustvari z bolj metodičnimi in temeljnimi procesi za prepoznavanje namer investitorja in deležnikov. Nadalje se vrednost ustvari z zagotavljanjem dodatnega časa za preverjanje alternativnih rešitev in analiz njihovih prednosti in slabosti. Koristno je, da se izloške ocenjuje glede na cilje in ne glede na trenutne zahteve. Izgube se zmanjšujejo z boljšim proizvodnim in procesnim načrtovanjem, ki je rezultat vitkega pristopa.

Načrtovanje proizvoda je takšno, da je le-ta lažje, varneje in hitreje zgrajen. Objekt je tako bolj ekonomičen, bolj učinkovito ga lahko upravljamo, vzdržujemo in spreminjamo. Tudi vplivi na okolje ob morebitnem rušenju so s tem manjši. Vse to je rezultat integracije proizvodnega in procesnega načrtovanja, ki je značilnost vitkega načrtovanja.

### 5.5 Vitka dobava

V splošnem razumemo pod izrazom “dobava” predajo med dobaviteljem in kupcem. Za potrditev poteka F (“flow”) v luči TFV je dobava sestavljena iz treh potekov:

- obojestransko izmenjavo informacij,
- enostranski potek dobrin (začasni ali stalni materiali) ali storitev (ljudi in opreme) od dobavitelja do kupca,
- enostranski potek – pretok finančnih sredstev od kupca do dobavitelja.



Slika 13: Potek dobave, informacij, storitev in sredstev (Design and Construction: Building in value, str. 243)

Slika 13 prikazuje vse tri navedene poteke od dobavitelja do potrošnika in nazaj, vendar se potek lahko pojavi v indirektni obliki. Natančneje se dobava nanaša na procese, katerih rezultat je dostava dobrin in storitev na mesto zadnje lokacije za montažo konstrukcijskih komponent. Tako vitka dobava predstavlja tretjo triado v LPDS (slika 11).

Vitko dobavo dosežemo z vpeljevanjem načel vitke proizvodnje in njenih tehnik, kot so transparentnost, vleka (“*pull*”), uravnovešanje bremen ter dostava JIT. V procesu uveljavljanja vitke dobave lahko podjetja naletijo na ovire, ki preprečijo njeno učinkovito uvajanje. Ovire niso odvisne samo od zunanjih organizacijskih preprek, ampak tudi od oblike organizacijske strukture podjetja. Dobavitelji in kupci so povezani z različnimi poteki, ki jih imenujemo dobavne verige. Tehnike vitke proizvodnje so primerne za uporabo v proizvodnih procesih v posameznih delavnicah, oddelkih ali v organizacijskih strukturah, pa tudi preko organizacijskih mej posameznega podjetja. Področje vodenja dobavnih verig prerašča pogled integriranja funkcij ciljev in področja logistike, nabave in proizvodnje. Veliko današnjih praks v vodenju dobavnih verig odraža cilje, poglede in tehnike vitke proizvodnje.

### **5.5.1 Problemi dobavnih verig**

Današnje dobavne verige v gradbeništvu so dolge in zapletene. Ne vsebujejo samo investitorjev, projektantov, inženirjev, specialistov, pogodbenikov – izvajalcev in podizvajalcev, ampak tudi proizvajalce, prevoznike in druge dobavitelje dobrin in storitev, ki segajo od preprostih do visoko specializiranih, po naročilu narejenih, dobrin oziroma storitev. Na projektu lahko dobavno verigo sestavlja na stotine takšnih podjetij. Celosten pristop k projektni dostavi, kot ga predlaga sistem LPDS, vsebuje konfiguracijo zelo kompleksnega sistema. Večina razmerij v dobavni verigi se ustvari s komunikacijo “ena – na – ena” saj se tako najlažje realizirajo poslovni cilji sodelujočih podjetij. Takšni poslovni odnosi le redko obravnavajo celotno dobavno verigo.

V gradbeništvu primanjkuje ocen za točno določitev dobavnih verig. Razmerja so lahko vzpostavljena že pred projektom. Toda ne glede na to, se posebni dogovori ustvarijo oportunistično, glede na zmožnosti in približne kapacitete dobavnih verig. Gradbene dobavne verige potrebujejo hitro konfiguracijo takrat, ko postanejo potrebe znane. Na žalost je

natančno napovedovanje potreb za daljše časovno obdobje skoraj nemogoče. tradicionalne gradbene dobavne verige so polne nepopolnosti in spremenljivosti. Tako prodajalci kot kupci podajajo nejasne in nepopolne obljube. To storijo namenoma ali nenamenoma s postavljanjem točno določene količine potrebnih dobrin ali storitev. To delajo zaradi lažjega približnega kot pa natančnega napovedovanja in premajhne zanesljivosti teh napovedi, da bi jim vodstveni delavci verjeli in jih upoštevali. Prav tako te zamude ne povzročajo prevelikih penalov, katere se redko uveljavlja. Nestabilnost vodi k zmanjšanemu učinku, vendar današnje pogodbe in pravna praksa ne vzpodbujata udeležencev dobavnih verig k drugačnemu obnašanju. Kompleksni in nestanovitni sistemi ustvarjajo izgube in to velja tudi za dobavne verige v gradbeništvu.

## 5.5.2 Izboljšave vitke dobave

Vitka dobava vsebuje načrtovanje proizvoda, natančnejše tehnike, izdelavo in logistiko.

### 5.5.2.1 Načrtovanje proizvoda za vitko dobavo

Vitka dobava v arhitekturno-projektantski gradbeni industriji (AEC) preiščeno vsebuje vitki razvoj proizvoda, ki je v nasprotju z razvojem proizvoda za proizvodnjo. Tako vitka dobava uravnoveša ozek vmesni prostor med vitkim protitočnim (“*upstream*”) načrtovanjem in izkorišča vitko sestavo po toku navzdol (“*downstream*”).

**Organizacija v mešane funkcijske skupine.** Mešanje različnih skupin z različnimi funkcijami ima prednosti, omenjene že pri vitkem načrtovanju. Poleg tradicionalnih udeležencev (arhitekt, projektant, izvajalec) se tu pojavljajo tudi drugi udeleženci. To so dobavitelji materialov, predelovalci materialov, tako pri nabavi, vodenju materiala kot logistični preskrbi. Logistični preskrbovalci so pomembni za dobro dobavno verigo, ker povezujejo načrt in izvedbo. Kot pomembni udeleženci v vitki skupini morajo biti že zgodaj vključeni v proces načrtovanja dobave. Posebni izvajalci in dobavitelji ključnih komponent morajo sodelovati pri ključnih vprašanjih glede načrtov. Le v tem primeru lahko načrtovalci s pomočjo odkrivanja izvajalčevih in dobaviteljevih proizvodnih omejitev pridejo do

zahtevanih želja dovolj zgodaj. Vitko načrtovanje pomeni načrtovanje za dobavo, gradnjo ter vzdrževanje.

**Dolgoročna povezava z dobaviteljem.** Povezava med kupci in prodajalci je bila tradicionalno transakcijska in ustanovljena na osnovi “ena – na – ena”, s ciljem zadovoljiti zahtevam enega projekta. Da bi uravnovesili koristi vseh vpletenih, je dogovore najbolje urediti z nekaj dobavitelji, ki bodo dobavljali svoje dobrine. Dolgoročni dogovori pomenijo vzpodbudo in varnost za vse vpletene strani, saj uravnovežijo raznolikost poteka procesov ter tako priskrbijo več priložnosti za regeneracijo in učenje.

Zgodnje spoznavanje dobaviteljev in njihova vpletenost v načrtovanje lahko prepreči ponovno načrtovanje oz. popravilo načrtov, ki je danes pogosto splošna praksa. Posledica takšnega načina dela je, da načrtovalci ne vidijo možnosti, potreb, kriterijev in omejitev, ki težijo tiste, ki se ukvarjajo s podrobnimi načrti. S tem, ko vitki dobavitelji nudijo kakovostne proizvode ter redno dostavo, se lahko izognejo izgubam. Sistem LPDS šteje dobavitelje kot stalen in nepogrešljiv člen v sistemu projektne dostave.

#### **5.5.2.2 Natančno upravljanje z vitko dostavo**

Natančno upravljanje, izdelava in logistične naloge so tesno povezane z načrtovanjem proizvoda. Pomembnejši kriteriji vitkega načrtovanja so lažja izdelava, lažji transport dobrin in enostavnejše vgrajevanje. Natančnejše načrtovanje izdelkov – proizvodov v kombinaciji s procesom odobritve ima pogostokrat večji pretočni čas kot sama izdelava in zmanjševanje tega časa lahko tako predstavlja glavni cilj. Serijski pa tudi procesi z več nalogami v detajliranju in izdelavi, tako kot v načrtovanju so odločujoči za skupen učinek. Standardizacija proizvodov in procesov za katero ni nujno, da omejuje inovacijo, lahko kakovost izboljša.

#### **5.5.2.3 Izdelava in logistika za vitko dobavo**

Ideal enkratnega (“*one-piece*”) poteka vitkosti lahko prevedemo v majhne in pogoste izmenjave v sistemu neprekinjenega toka, ki ga vleče (“*pull*”) uporabnik. Pod izrazom vleka

(“*pull*”) razumemo stanje, ko so dobrine in storitve dostavljene samo na podlagi povpraševanja in resnične potrebe. Takšen način je v nasprotju z dostavo, pri kateri obstajajo zaloge, ki bodo zagotavljale pokritost napovedi. Potrebe, katere napovedujemo, so v gradbeništvu vključene v glavnem planu, ki je zasnovan na metodi kritične poti, z “rinjenim” (“*push*”) razporedom. Sistemi, ki so polni negotovosti, se obnašajo bolje, kadar je planskim razporedom dodana dejanska vleka (“*pull*”). Pogosto se dogaja, da nezanesljive napovedi in dolgi pretočni časi (“*lead time*”) vodijo k kopičenju velikih, na gradbišču, v tistem trenutku, nepotrebnih zalog, še zlasti, če se pojavljajo v kombinaciji z nezadostno finančno vzpobudo za zmanjševanje zalog. Natančnejše je kratkoročno planiranje v kombinaciji s takojšnjo komunikacijo med kupcem in dobaviteljem ter možnostjo hitre dostave s kratkimi pretočnimi časi. Vse to je potrebno za izvedbo vleke v vitki dobavi.

Zelo malo proizvajalcev v gradbeništvu je že prevzelo načela vitke dobave. Premike v smereh vitke dobave opazimo predvsem v podjetjih, ki so močno razvejana po dobavni verigi. To so specializirani izvajalci, ki imajo lastne proizvodne obrate in obenem montirajo svoje izdelke.

## **Transport**

Transport gradbenih proizvodov je v večini primerov zasnovan na osnovi dobavitelj – dobavitelju in material za material. Gradbena industrija še ni izkoristila večine prednosti in priložnosti, ki jih ponujajo dobavitelji, kot npr. zgodnejša zagotovitev različnih materialov, ki bodo potrebni malce kasneje. Proizvajalci in drugi dobavitelji uvrščajo svoje dostavne pakete v skupine s podobnimi lastnostmi, saj s tem zmanjšujejo zagonske stroške in bolje izkoristijo transportna sredstva in zmanjšajo stroške.

Ker bo transport vedno vir pretočnega časa z negotovostjo, lahko dobavno verigo naredimo vitkejšo z nabavo pri dobaviteljih, ki so locirani bližje objektu gradnje.

## **Razmerje med nakupom in izdajo za dostavo**

Razlika med načrtom in uresničitvijo je enaka razliki med nakupom in izdajo dostave.

Tommelein in Li (1999)<sup>19</sup> opisujeta, da je proces naročanja betona sestavljen iz dveh korakov. V prvem koraku se izda naročilo betona v betonarni nekaj tednov pred začetkom gradnje. S tem se zagotovi kapaciteta proizvodnje in omogoči, da betonarna naroči in dobi vse sestavine za željeno betonsko mešanico. Drugi korak predstavlja klic nekaj ur ali dan pred vgradnjo, za potrditev točnega časa, ko bo vse pripravljeno za vgradnjo betona. Mnogi razumejo oba navedena koraka kot nerazdružno povezana, oz. da lahko nakup in dobava obstajata samo kot kombiniran proces. Če pa v temu procesu prepoznamo dva procesa, ki sta lahko samostojna, dobimo novo prostostno stopnjo pri konfiguraciji in vodenju dobavne verige, ki služi izvedbi vitke dobave.

### 5.5.3 Načrtovanje in kontrola dobavne verige

Vitka dobavna veriga mora biti načrtovana z naslednjimi nalogami, ki dodajo vrednost:

- fizični premik proizvoda,
- sprememba v enoti oddaje,
- začasno skladiščenje ali uravnavanje hitrosti za sinhronizacijo,
- zagotavljanje pravočasnih informacij.

Cilj vitke dobave je v fizičnem premiku proizvodov ali izvedbi storitev za potrošnika. Pri tem se transport pogosto razume kot aktivnost, ki prinese največ izgub, predvsem pri pretovarjanju materiala. Vzrok je v oddaljenosti gradbišča od materialnih virov, vendar vsaj del te aktivnosti dodaja nekaj vrednosti.

Vitka dobava namensko išče priložnosti za zgodnjo sestavo, modularizacijo, uporabo standardnih materialov in komponent, opremljanje (pakiranje in etiketiranje), ter druge vrste prepakiranja za odpravo problemov in posledična gibanja k vodenju navzdol (“*downstream*”). Takšni problemi se pojavljajo, kadar je potrebnih več sestavnih delov istočasno, vendar jih nekaj za nemoteno napredovanje dela manjka. Združevanje različnih vplivov pomeni, da katerikoli del, ki manjka pri izdelavi, pomeni zakasnitev končne sestave izdelka. Sinhronizacija dobavne verige, ki se združi v končni izdelek, je skupaj s strogo kontrolo ključnega pomena pri zagotavljanju vitke dobave.

---

<sup>19</sup> Več v poglavju 5.5.5

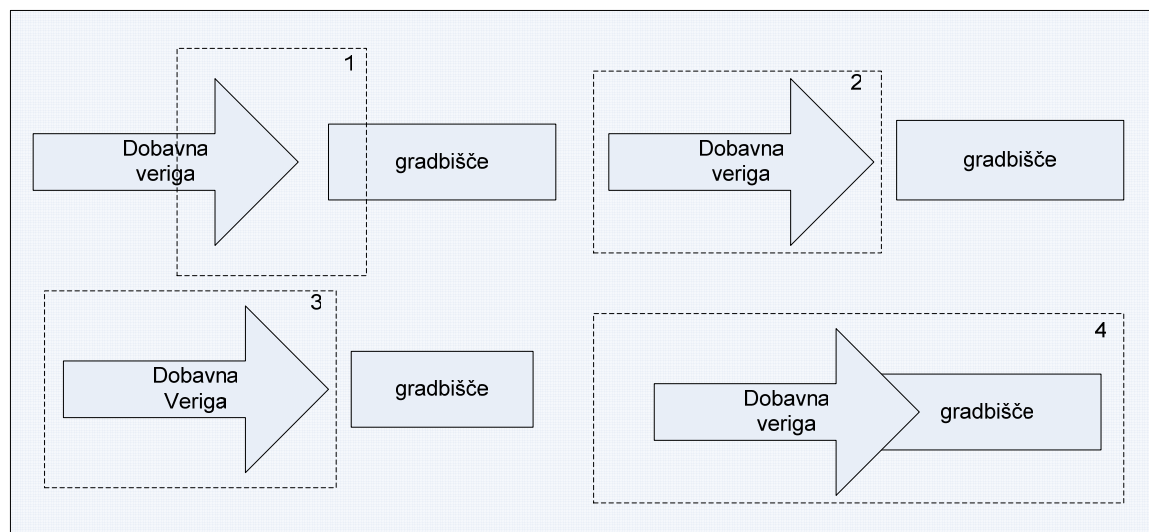
Vitka dobava ima za cilj sinhronizacijo med proizvodnjo dobavitelja in proizvodnjo potrošnika. Pri tem uravnava hitrost transporta ali pa vmesne stopnje, ki uravnovešajo ponudbo in povpraševanje. Na drugi strani skušajo proizvajalci razporediti delo na nivoju delavnice, medtem ko se izvajalci srečujejo z dejanskimi zahtevami o pravočasnem dokončanju v skladu s terminskim planom.

### Informacijska preglednost – transparentnost

Vitka dobava potrebuje zakonsko določeno, transparentno podajanje informacij za ublažitev negotovosti v različnih dobavnih organizacijah. Omogočiti mora vleko (“*pull*”) sredstev skozi tiste dele dobavnih verig, kjer je vitka dobava možna.

#### 5.5.4 Vloga vodenja dobavnih verig v gradbeništvu

Vrijhoef in Koskela (2000) sta določila štiri naloge, ki jih mora vključevati vodenje dobavnih verig v gradbeništvu. Alternative so prikazane na sliki 14 in obrazložene v nadaljevanju.



Slika 14: Štiri naloge vodenja dobavnih verig v gradbeništvu (Design and Construction: Building in value, str. 246)

Vsako nalogo lahko zapolni en ali več udeležencev v dobavni verigi. Naloge se ne izključujejo in so večkrat soodvisne.



- 1) Vodenje dobavnih verig se osredotoča na vpliv, ki ga ima dobavna veriga pri aktivnostih na gradbišču, ter želi zmanjšati stroške in trajanje teh aktivnosti. Primarna skrb je ugotovitev zanesljivega pretoka materiala in delovne sile na gradbišču. Izboljšave se lahko dosežejo z osredotočenjem na razmerje med gradbiščno in direktno dobavo. To vlogo najlažje prevzame izvajalec, katerega glavni interes je gradbiščna dejavnost.
- 2) Vodenje dobavnih verig se osredotoča na samo dobavno verigo, njegov glavni cilj je zmanjševanje stroškov, predvsem tistih, ki so odvisni od logistike, pretočnih časov in inventarja. To nalogo prevzame izvajalec, lahko pa tudi dobavitelj materialov ali proizvajalec komponent.
- 3) Vodenje dobavnih verig se osredotoča na prenos nalog od gradbišča na zgodnejše faze v dobavni verigi, s čemer želimo zmanjšati vse stroške in trajanje. To dosežemo s tem, da se izognemo neustreznim pogojem na gradbišču in omogočimo višjo stopnjo hkratnega izvajanja nalog, ki drugače ni možna zaradi tehničnih ovir na gradbišču. To nalogo lahko prevzamejo načrtovalci, dobavitelji in izvajalci. Investitor igra tu odločilno vlogo z izbiro udeležencev v dobavni verigi in s spodbudami za delo.
- 4) Vodenje dobavnih verig se osredotoča na integrirano vodenje za izboljšanje dobavnih verig in proizvodnje na gradbišču. Investitor, skupaj z načrtovalci, dobavitelji in izvajalci, lahko prevzame to nalogo. Proizvodnja na gradbišču je vključena v vodenje dobavnih verig.

Izziv vitke dobave torej ne sloni na posameznem udeležencu dobavne verige, temveč na vseh sestavnih členih.

#### **5.5.5 “Just in time” dostava betona**

Že zmešan beton je prototipni primer serijskega procesa, kjer izvajalec oziroma potrošnik sproži zahtevo za zamešanje in dostavo dobavnega procesa in kot rezultat dobi betonsko mešanico. Zaradi minljivosti oz. spremenljivosti materiala (svežega betona), tovrstni proces ne dopušča vzdrževanja nobenega inventarja,.

Betonarne pogosto zagotavljajo svojim kupcem poleg mešanja betona tudi transport betonske mešanice na mesto betoniranja.

Obravnavani primeri, so ilustrirani s simboli vrednostnega toka. Te simbole uporabljamo za opis alternativnih stanj proizvodnih obratov in za prikaz priložnosti za vitkejše procese. Prvi primer opisuje razporejanje in kontrolo transporta betona. Drugi primer opisuje vgradnjo betona za popravilo cest manjšega podjetja, ki ima svoja transportna vozila.

Beton je eden najbolj pogosto uporabljenih gradbenih materialov. Projekti, pri katerih se uporablja, segajo od enodružinskih hiš do večnadstropnih poslopij, ki potrebujejo beton za temelje, preklade, stebre, grede, stene, itd. V urbanem okolju sloni naloga dostavljanja betona na betonarnah, ki dostavljajo že pripravljen beton ("*ready mix concrete*") na gradbišče. Izvajalci se morajo tako zanašati na zanesljivo in točno dostavo, ki je ključnega pomena pri prevozu in vgradnji betona. Čeprav takšno stanje postavlja izvajalčeve projekte v roke betonarn, večina le-teh izvaja svoje delo tako, da zadostijo vsem potrebam potrošnika. Pri naročanju velikih količin betona mora izvajalec že nekaj tednov vnaprej naročiti potrebno količino betona, da si zagotovi zadostne kapacitete v betonarni in točno dostavo. Betonarna pa mora uskladiti dostavo tako, da zadosti vsem potrebam projektov, za katere dostavlja betonsko mešanico, in obenem zagotovi največjo izkoriščenost transportnih sredstev. Poleg dobave betona izvajalcu mora betonarna skrbeti, da ima na zalogi dovolj surovin za izdelavo betonskih mešanic. Da doseže ustrezno kakovost nosilne (armiranobetonske) konstrukcije, mora izvajalec pred dobavo betona tudi uskladiti opažerje, vezalce in polagalce armature, ki morajo svoje delo opraviti pred vgradnjo betona.

### **Proizvodni sistemi v betonarnah (Tommelein in Li 1999)**

Na proizvodnjo betona vpliva:

- opremljenost betonarne,
- izvajalčeve metode vgrajevanja,
- razporejanje vgrajevanja in koordinacija med temi razporedi.

Betonarne imajo omejeno kapaciteto, ki je določena s kapaciteto betonarne ali kapaciteto dostave (transportnih sredstev). Kapaciteta betonarne je določena s potrebnim časom tehtanja, doziranja in mešanja sestavin, velikostjo mešalnika ter nalaganjem oziroma doziranjem na transportna sredstva.

Kapaciteta dostave je določena s številom tovornjakov in voznikov, ki jih ima betonarna na razpolago. Ponavadi je kapaciteta betonarne večja od kapacitete dostave. Čas enega cikla prevoza betona na gradbišče je čas začetka polnjenja transportnega vozila do vrnitve v betonarno, vključno s časom polnjenja, ter traja od 30 minut do dveh ur. Tako lahko ob predpostavki, da je čas polnjenja 2 minuti, betonarna v eni uri napolni 15 tovornjakov. Zaradi spremenljivosti pogojev v posameznem ciklu (gostota prometa, hitrost vgradnje betona), je betonarna včasih neizkoriščena, ko čaka na vrnitev tovornjakov, včasih pa tovornjaki stojijo v vrsti za nakladanje. Tako na transportna vozila kot na samo betonarno so vezani veliki stroški, ki so **fikсни stroški** operaterja betonarne. **Variabilni stroški** pa so plače voznikov in operaterjev, amortizacija tovornjakov in nakup osnovnih materialov (agregat, cement, dodatki). Ostali faktorji, ki vplivajo na kapaciteto proizvodnje betona, so dostopnost materialov in prostor za iztovarjanje tovornjakov. Ti faktorji v normalnih pogojih niso odločilni.

### **Sprememba povpraševanja**

Povpraševanje po betonu se spreminja dnevno, tedensko in letno. Čeprav lahko končne količine betona za določen projekt dovolj natančno napovemo, je časovno usklajevanje potrebne dostave betona pogostokrat negotovo zaradi dokončanja predhodnega dela na gradbišču. Negotov razpored lahko vpliva na delo, ki je direktno povezano z vgradnjo betona in na delo, ki je protitočno v delovnem procesu betoniranja, kot je postavitve armature. Vgradnja betona je skupek nepredvidljivih situacij, kot so vremenske razmere idr. Z vidika betonarne prihajajo naročila dostav betona slučajno, tako da je napoved dejanskega dela betonarne težko napovedati.

Glavna ovira tako za izvajalca kot za betonarno je stroškovna zanesljivost in zanesljivo mešanje in vgrajevanje betona. V času, ko izvajalec naroči beton, je še veliko neznank, ki so

odvisne od vremenskih razmer in potrebnih del pred vgradnjo betona. Kako te neznanke obravnava betonarna, je ključnega pomena pri dobičku ali izgubi.

### **Velikost polaganja betona**

Velikost betoniranja določa količino, ki zahteva neprekinjeno dobavo betona, tako da se izognemo neplaniranim konstruktivnim stikom. Neprekinjeno dobavo na gradbišče zagotovimo s takšno dostavno frekvenco, ki omogoča, da je poln tovornjak vedno na razpolago, takoj ko se izprazni prejšnji tovornjak. Neprekinjenost dostave betona zagotovimo s stalno komunikacijo med betonarno in gradbiščem, ki večinoma izpolnjuje pogoje sistema vlečnega mehanizma. Ta mehanizem deluje takole: vsak prazen tovornjak, ki se vrne v betonarno, je kot "kanban" (glej razdelek 3.6.2.3), ki pomeni uspešno vgraditev betona, ter posledično zahteva dodatno mešanico betona. Če pa se tovornjak ne vrne po določenem času, bo betonarna "vedela", da je potrebno zaustaviti mešanje betona za ta projekt. Ta vlečni mehanizem je lahko zavajajoč, saj se tovornjak na povratku v betonarno lahko znajde v gneči. Za natančnejše podatke o potovanju tovornjaka in razmerah na gradbišču v realnem času uporabljajo velike napredne betonarne avtomatizirano računalniško podporo na osnovi geografskih informacijskih sistemov, ki so zasnovani na lokalnem brezžičnem omrežju.

### **Dostavni cikel in lokacija**











Od zaključka zamešanja betonske mešanice oz. napolnjenja transportnega vozila do vgradnje ne sme preteči več kot 90 minut (SIST EN 206-1, 2003). Tako je potrebno naročiti beton na gradbišče iz bližnjih betonarn, ker mora biti transport betona krajši od pol ure. Torej je operativni radij betonarne odvisen tudi od razmer na cesti.

### **Naročanje in tempiranje dostave**

Izvajalec mora načrtovati dnevne potrebne količine betona ter se pripraviti na prihod svežega betona. Ko naroči dostavo betona, mora biti pripravljen na vgradnjo betona, ko ta pride na gradbišče. Ob tem se mora zavedati tudi, da zaradi omejenih dostavnih kapacitet velika naročila v istem dnevu ne morejo biti zajamčena.

## Simboli za načrtovanje vrednostnega toka

Simboli, ki se uporabljajo za načrtovanje vrednostnega toka, so predstavljeni na sliki 10. Posamezni izrazi, ki jih navajamo, so podrobneje obrazloženi v “slovarju vitke proizvodnje” (Priloga A).

	Proces, ki doda vrednost (naročanje surovin, mešanje betona, transport mešanice na gradbišče)
	Delovni tok (predstavlja kopičenje proizvodov, materialov in informacij, možne so neskončne količine in nedoločeno trajanje)
	Naročanje serije
Kanban pomeni naročilo za	
	preklic
	proizvodnjo
proizvoda za izpraznitev ali ponovno polnjenje supermarketa	
	Supermarket Nanaša se na kontroliran inventar, ki izraža količino materiala, ki je na zalogi, in kako se ponovno polnjenje izvršuje.
FIFO	Pomeni prvi noter, prvi ven. Sprožitev sredstev proizvodnje po nalogah.
	Fizična vleka materialov iz supermarketa Razlika od preklica kanbana je v tem, da se nanaša na količino potrebnih proizvodov v času preklica in ni nujno fiksno določena količina
	Potek proizvoda
	Transport proizvoda na gradbišče
	Proizvod, ki je porinjen v inventar

Slika 15: Simboli za načrtovanje vrednostnega toka (Tommelein in Li, 1999)

## **Točnost pri naročanju količin**

Točnost pri naročanju količin je pomembna. Betonarne zaračunajo vse, kar izvajalec naroči. To seveda vključuje odvečni beton, ki ostane na tovornjakih, ki se vrnejo v betonarno po končanem betoniranju.

## **Planiranje mešanja in dostave betona**

Analizirali in primerjali smo dva primera s njunimi procesnimi koraki za mešanje in dostavo betona. V tem primeru so pomembni štirje deležniki:

1. projektant,
2. betonarna,
3. preskrbovalec surovin,
4. izvajalec.

V procesu ni nobene časovne zanke, saj so procesi ciklični.

Slovenska praksa je takšna, da se pri velikih (pomembnih) objektih naredi (v sklopu tehnoekonomskega elaborata) projekt betona, to je dokument, ki opiše, kakšnim zahtevam mora beton ustrezati (trdnost, odpornost na zmrzovanje, črpnost, itd.), specifikacijo osnovnih materialov (agregat, cement, itd.), postopke, kako se bo betoniralo, idr. Specifikacije za beton torej poda projektant betona oz. tehnolog izvajalca, pri čemer izhaja iz zahtev projektanta gradbene konstrukcije. Se pravi, da betonarna zameša beton po recepturi izvajalca.

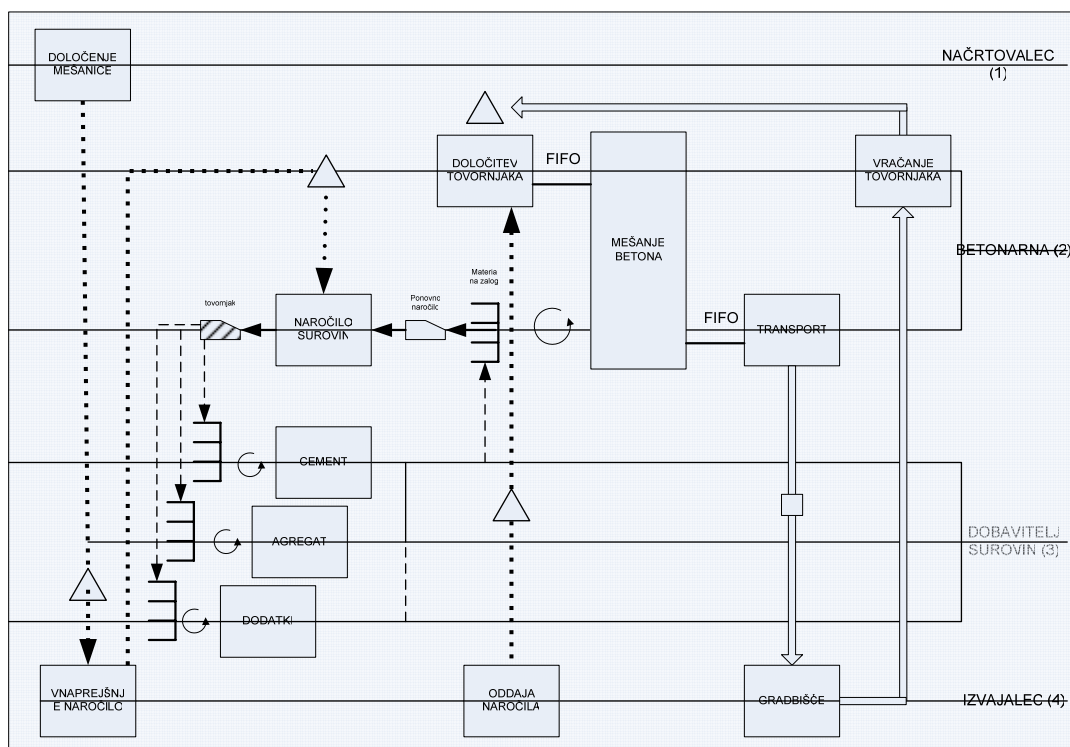
Na betonarnah pa imajo običajno katalog nekaj najbolj pogosto uporabljenih mešanic, za katere poznajo osnovne lastnosti (trdnost, črpnost oz. konsistenco), iz katerega običajno izbira proizvod izvajalec/naročnik majhnega objekta.

## **Prvi primer - integracija mešanja in dostave betona večjih količin**

Betonarna ima tako mešalec betona kot transportna vozila. Po izvajalčevem naročilu pripravi betonarna mešanico betona za en tovornjak naenkrat. Ko je tovornjak napolnjen, ga takoj dostavi na določeno gradbišče, kjer ga vgradijo. Načrtovalci (projektanti – linija 1) določijo

betonsko mešanico. Zahteve, ki jih izpolnjuje betonska mešanica in njena receptura, so na razpolago izvajalcem kot del ponudbe betonarne. Izvajalec (linija 4) dobi iz teh specifikacij potrebne podatke, ko operira s količinami betona na podlagi projekta. Izvajalec se odloča glede na načrtovano velikost vgraditve za metode vgradnje. Po določitvi betonarne, ki bo dobavljala beton, izvajalec najprej predvidi naročila s približnimi količinami in časi dostave ter vse to sporoči betonarni. Tako si zagotovi potrebno kapaciteto na dan, ko bo potreboval beton.

Betonarna (linija 2) naroča surovine za izdelavo betona vnaprej. O posebnih betonskih mešanicah, ki potrebujejo poseben agregat ali dodatke, betonarna dobavitelje pravočasno, pred mešanjem betona, posebej obvesti, ob predpostavki, da je voda material, ki je vedno na zalogi, ni prikazana kot ločena sestavina v procesu mešanja. Nekaj dni pred željeno dostavo betona oz. mešanjem mora izvajalec poklicati v betonarno in potrditi naročilo za že predhodno dogovorjeno dostavo betona. Možne so manjše korekcije v količini in dostavnih časih. Že pripravljena mešanica ponazarja vlečni sistem, saj jo betonarna zameša samo ob naročilu izvajalca (naročilo sproži vleko, ob čemer betonarna časovno uskladi mešanje in transport mešanice).



Slika 16: Mešanje betona in dostava od betonarne do gradbišča (Tommelein in Li, 1999)

### **Alternativni scenariji za integracijo dobavnih verig**

Na sliki 16 je jasno prikazano, kdo ima kakšno vlogo v betonski dobavni verigi. Alternativni scenariji integracije dobavne verige so možni z vidika betonarne in kapacitetnih omejitev pri dostavi:

- 1) Betonarna lahko za uravnoteženje naročil spreminja ceno enote mešanice betona glede na čas in dan v tednu.
- 2) Betonarna lahko dobavlja in vgrajuje beton za izvajalca in je tako njegov podizvajalec. Ta sistem ni preveč učinkovit, ker postane betonarna z vgrajevanjem betona direkten tekmelec izvajalcu.
- 3) Betonarna lahko razširi kapaciteto dostave z najemanjem prevoznikov:
  - betonarna ima prevoznike v pripravljenosti,
  - izvajalci si sami priskrbijo prevoz betona do gradbišč.

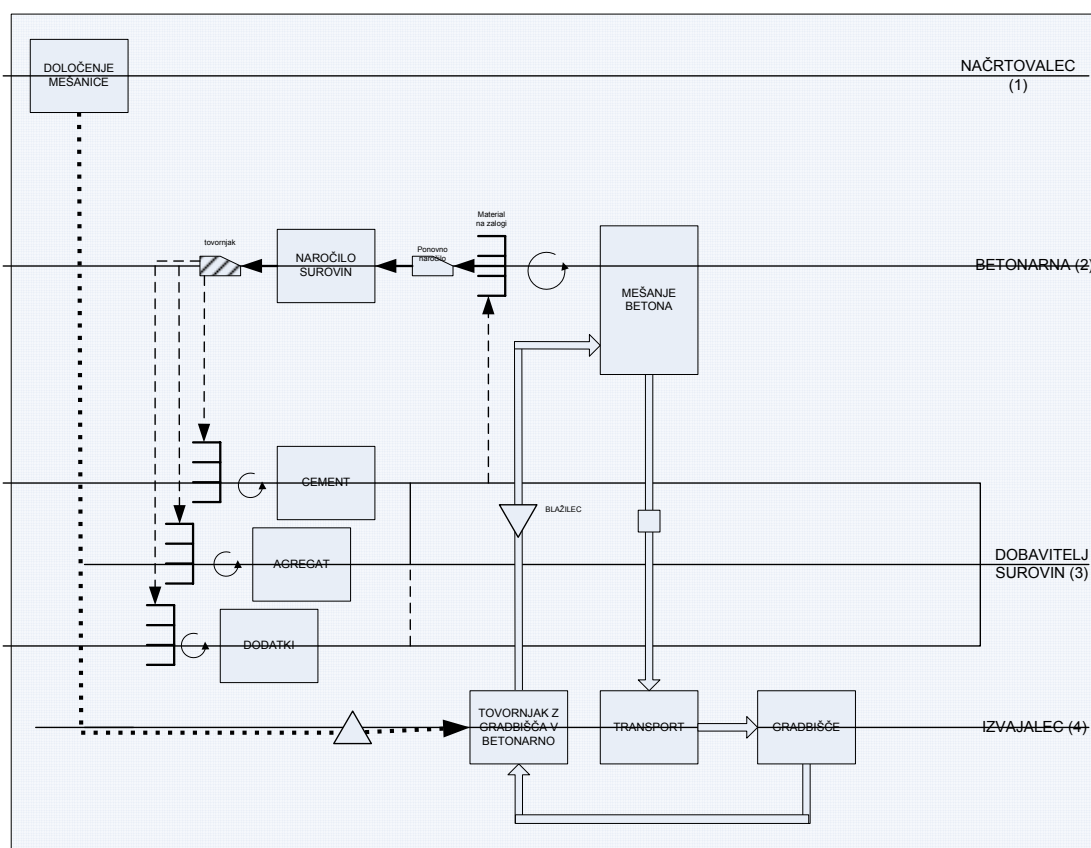
### **Drugi primer - integracija dostave in vgradnje betona manjših količin**

Drugi primer se nanaša na majhnega izvajalca, ki potrebuje majhne količine betona, iz različnih razlogov pa mu je pomemben čas oz. točnost dostave betona. Zato ima za dostavo betona lasten transport (slika 17), s katerim pridobi na fleksibilnosti in hitrosti. Ko potrebuje beton, ga zaradi majhnih količin ni potrebno vnaprej naročati, zato samo pošlje (povleče) svoje tovornjake v najbližjo betonarno in tam kupi beton (linija 2). Potem ko beton kupi, ga transportira do svojega gradbišča in tam vgradi. Čeprav ima izvajalec svoja transportna sredstva, beton ni cenejši, se pa izogne problemom pri razporejanju. Izvajalec tako kontrolira sistemsko spremenljivko, ki jo drugače upravlja protitočni dobavitelj – betonarna, s čimer posledično lahko bolje razporedi delo. Slabost takšnega načina dela je, da ima izvajalec z nakupom in vzdrževanjem lastnih transportnih vozil dodatne stroške.

Že zmešan beton je prototipni primer JIT proizvodnega sistema v gradbeništvu. V obeh prikazanih primerih so v obliki informacij, materiala in časa prisotne zavarovalne zaloge (blažilci). Poudarjena je vrsta proizvodnje in mehanizem preklica, ki sta strateško postavljena tako – da je zahtevam – ki jih definira izvajalec, zadoščeno. Mehanizem preklica je možnost,



da izvajalec oz. naročnik prekliče naročilo, preden se je le-to dejansko izvedlo. To pomeni, da betonarna, preden začne s proizvodnjo betona, preveri pri naročniku naročilo.



Slika 17: Integrirana dostava betona in izvajalčeva vgradnja (Tommlin in Li, 1999)

## 5.6 Vitka montaža (sestava)

Vitko sestavljanje je četrta triada v sistemu LPDS. Vključuje izdelovanje, logistiko, vgradnjo in tehnični pregled. V gradbeništvu se glavna vgradnja komponent izdelava na mestu ("in situ"). Cilj vitkega sestavljanja je zmanjšanje vložene napora obenem pa tudi pospeševanje celotnega procesa dostave.

### 5.6.1 Vitka montaža za tehnični pregled in prevzem

Tehnični pregled je niz predpisanih postopkov za zagotavljanje uresničitve uporabnikovih potreb. Običajno vsebuje postopke za ugotavljanje primernosti načrta, prilagoditve proizvoda

načrtu (od preskušanja do montaže podsistemov v delujoče sisteme) in pripravo uporabnika, da prevzame objekt v upravljanje.

Tehnični pregled je zadnji korak v proizvodnem procesu pred primopredajo objekta investitorju oz. uporabniku. Primopredajo definira vleka (“*pull*”) s strani investitorja. Tako morajo biti vse naloge v sistemu dostave izvršene v pravilnem zaporedju in dokončane. Popolna fleksibilnost planiranja in koordinacije prve strategije vodi k težko obvladljivi situaciji, s tem pa so finančne projekcije in projekcije končanja nezanesljive. Delo različnih obrti mora biti zato koordinirano in zaključeno v dogovorjenih rokih, tako da se lahko izvrši poskusno obratovanje celotnega sistema (objekt).

### **5.6.2 Vitka montaža – sestava**

#### **Prvotne (“*first run*”) raziskave za načrtovanje postopkov**

S postopki v gradbeništvu opišemo način dela, ki ga opravljajo delovne skupine z razpoložljivimi sredstvi (postopek je zaporedje pravil oz. korakov).

Delovne metode so na videz enostavne, ko pa jih razčlenimo, lahko vidimo, da so pogostokrat na nivoju posameznih delovnih korakov zelo natančno določene. Pri vitki gradnji načrtovanje proizvoda in procesa potekata istočasno, tako da so dejavniki, ki vplivajo na postopke, znani že od začetka, saj je načrtovanje postopkov vse do sistema dostave del strukturiranja dela. Pri načrtovanju proizvoda odločitve o izbiri materialov, njihovem združevanju in postavitvi na gradbišču, omejujejo delovne metode. Pri nižjeležečih (“*downstream*”) planerjih, ki dodajajo nove ugotovitve, se nabor metod po preteku časa še nadalje skrči. Vsi detajli se le redko razrešijo pred začetkom naloge in večina postopkov se še nadalje razvija tudi po začetku dela. Takšen način dela je v nasprotju s pogostim prepričanjem, da obstaja samo ena prava ali standardna metoda dela.

Opisani način vodi k dvema skrajnima strategijama: prva je, da kar največ fleksibilnosti prepustimo zadnjemu planerju, druga pa popolno nasprotje prvi, torej da priskrbimo vse detajle vnaprej in zagotovimo, da se bo planirana okoliščina zgodila. Obe obliki načrtovanja

imata očitne napake. Popolna fleksibilnost planiranja in koordinacije prve strategije vodi k težko obvladljivi situaciji, s tem pa so finančne projekcije in projekcije končanja nezanesljive. Pri uporabi druge navedene strategije pa zgodnji predpis zanemarja poznejši razvoj. Ker je gradbeništvo prototipni proces, saj je vsak objekt edinstven, je pričakovanje predpisovanja vseh detajlov nerealno. Kljub temu pa lahko zgodnje ugotavljanje postopkov in njihova podpora z vmesnimi planiranjimi izboljša zanesljivost delovnega toka.

Kot pri izdelku se tudi pri procesih opcije načrtovanja in načrta procesov progresivno izginjajo s časom. Nekatere postopke lahko izločimo že s samim pregledom.

Načrt postopka je lahko specificiran v začetni fazi planiranja. Vendar bo večji del načrtovanja dela potekal v fazi planiranja in znotraj vnaprejšnjega pregleda procesa, oziroma takrat ko bo delo prenešeno delovnim skupinam. Prve raziskave morajo biti del planiranja in naj bodo opravljene od 3 do 6 tednov pred začetkom novega procesa. Vključujejo naj kar se da realno obnašanje procesa, da se ga lahko testira in iz njega nauči, kako lahko delo najbolje opravimo. Povezanost načrtovanja izdelka in procesa lahko raziščemo z uporabo računalniških modelov načrtovanja. Pri tem delo strukturiramo tako, da zadovoljimo projektnim zahtevam.

Razmislek pri uresničevanju je potreben pri naslednjih vprašanjih:

- načrtovanje samega proizvoda,
- dostopnost tehnologije in opreme,
- načrt gradbišča in logistika,
- velikost delovnih procesov, ki so prenesene delovnim skupinam,
- velikost delovnih paketov, ki so prenesene na nižjeležeče skupine,
- potencialno okolje gradbišča (temperature, padavine, veter),
- varnost,
- pričakovana izkušnost in veščine delavcev in njihovih delovodij,
- obrtne tradicije in delovna pravila sindikatov.

Prvotne raziskave in načrtovanje postopkov niso omejeni s ponavljajočimi se operacijami. Vsekakor bi morali biti za vse postopke na vsakem projektu izdelati načrtne študije. Tipične študije vsebujejo tako procese, premikanje delovne sile in diagram poteka kot prostorske razporede, ki prikažejo premikanje zalog po prostoru in delovni napredek. Najpomembnejše

pa je merjenje in razumevanje spremenljivosti ocen učinkov in trajanje procesov. Gradbene operacije oz. naloge se ponavadi začnejo z veliko nezanesljivostjo, ki se zmanjša z izvedbo predhodnih raziskav.

S predhodnimi raziskavami ugotovimo dobre, vendar ne najboljše načine dela ter tako postavimo standard, na osnovi katerega se morajo izvajalci primerjati. Standardizirano delo je vodilo vitke proizvodnje, vendar ga ne smemo razumeti kot togega. Standardi naj bodo podvrženi raziskovanju in izboljšavam, ki naj pripeljejo do novih in boljših standardov, ko je to potrebno. Standardi so zelo pomembni, saj z določanjem odgovornosti za izvedbo in kontrolo izvajanja pripomorejo k učenju in izboljšavam procesov.

### **Cilji za neprekinjen tok (Best, 2002)**

Proces neprekinjenega toka je tip proizvodne linije, skozi katero napreduje delo od postaje do postaje na osnovi načela “prvi noter – prvi ven” (“*first in – first out*”). Ideja tega načela je približno uravnovešenje procesnih ocen različnih linij tako, da lahko oprema in skupina opravlja produktivno delo skoraj nemoteno. Ob tem se samo manjši del procesnega dela (“*work in process*”) nabira, oziroma zaostaja med linijami.

Cilj doseganja neprekinjenega toka je maksimiziranje pretoka tistega dela sistema, ki je kritičen, medtem ko minimiziramo neizkoriščenost sredstev in procesnega dela. Tako kot so tehnike vlečenja omejene z relativno dolžino dobaviteljevega pretočnega časa in z velikostjo zanesljivosti, ne moremo celotnega dela strukturirati v procesu neprekinjenega toka. Če pa to storimo tam, kjer je možno, lahko zmanjšamo breme koordiniranja osrednjega vodstva, ter preskrbimo “otoke” zanesljivega poteka dela, okoli katerih lahko planiramo ostalo delo.

Primeri del, ki jih lahko izvedemo kot neprekinjen tok, so: izkop temeljev, postavitve opažev in polaganje armature, kontrola pred betoniranjem, med negovanjem in razopaževanjem betona in zaključno obdelavo. Bistvo neprekinjenega procesnega toka je, da je delo opravljeno v majhnih kosih na način, da je vsak kos vključen v eno proizvodno nalogo ali postopek. Ko je kos narejen v celoti, začnemo z novim kosom in novo proizvodno nalogo. V

vmesnem času se prva naloga ponavlja in tako se proces nadaljuje. Za določitev primernosti in doseganja neprekinjenega toka je potrebno narediti nekaj korakov:

- zbiranje podatkov,
- definiranje,
- grobo uravnavanje,
- usklajevanje skupin,
- fino uravnavanje,
- sprememba smernic.

Med prepoznavanjem značilnosti posameznih postopkov, pri pregledu vsebine dela, metode načrtovanja, časa postavitve, minimalne enote sredstva, minimalne velikosti serije, kapacitete, prostorskih potreb in potreb dostopa, moramo paziti na uporabne nize veččin delavcev in sposobnosti opreme.

Nekateri podatki o individualnih proizvodnih nalogah in njenih alternativah so znani, druge naloge pa lahko sestavimo v sistem, katerega potencial je, da bo prepoznan kot neprekinjen procesni tok. Skupina se mora odločiti, katere dele bo vstavila v neprekinjen procesni tok, in katere dele bo zavarovala z blažilci. To odločitev delno usmerja fleksibilnost, ki obstaja pri načrtovanju postopka glede na potrebna sredstva. Tudi tehnologija je pomemben faktor. V fazi grobega uravnavanja moramo razmisliti o posebnih omejitvah na gradbišču, saj definirajo hitrost nalog z napredovanjem dela do zaključka projekta. Uravnavanje sistema za doseg neprekinjenega toka, se izvaja s kombinacijo tehnik, vključno z dodeljevanjem kapacitet, skupnih prilagoditev, blažilcev inventarja in blažilcev kapacitet.

Za samonadzor se morajo specialisti, ki delajo na različnih mestih na proizvodni liniji, sporazumeti o razdelitvi postopkov, hitrosti dela ali regulacije proizvodne velikosti, kvaliteti transportnih vrst, uravnavanja tehnik, kot sta usposobljenost za več del in regulacija, ter strategije za uravnavanje razlik v času pretovarjanja in ostalih variabilnosti. To storijo le, ko pride do nepredvidenih potreb.

### **Usposobljenost za več del (“*multiskilling*”)**

Vitka proizvodnja vzpodbuja usposobljenost za več del skupin delavcev, tako lahko delavci izvajajo več kot samo nekaj posebnih nalog, sestavijo množico sistemov, ter se tako izognejo procesu fragmentacije, ki jo sicer vsiljuje tradicija. Tako usposobljeni delavci imajo širši spekter znanj, zato lahko neprekinjenemu procesnemu toku nudijo boljšo podporo in oskrbo, kar je zlasti pomembno pri nestalnem delovnem toku.

### **5.6.3 Izdelava in logistika za vitko montažo**

#### **Predmontaža (“*pre-assembly*”)**

Večje kot je število komponent, ki jih sestavijo pred njihovo končno vgradnjo, bolj neposreden in hitrejši je proces končne montaže. Potrebno je seveda preskrbeti logistiko montaže. Tako v tujini (Danska) kot pri nas (Varis Lendava) obstajajo podjetja, ki izdelujejo sanitarne kabine. To so popolnoma opremljene kopalnice, ki se jih samo še pripelje na gradbišče in vgradi na vnaprej določeno mesto v objektu. V gotovih kabinah je zajetih minimalno 20 delovnih postopkov ([www.varis-lendava.si](http://www.varis-lendava.si)) Tako se s predmontažo izognemo dodatnemu delu v kopalnicah na objektih, kot je polaganje keramike, sanitarnih elementov itd.. Takšna predmontaža kopalnic je smiselna za velike stanovanjske gradnje in tipske objekte (študentske domove, hotelske zgradbe itd.), kjer lahko s takšnim sistemom prihranimo veliko časa in denarja.

#### **Standardizirani in izmenljivi deli (“*standardized and interchangeable parts*”)**

Ponavljajoča se uporaba standardiziranih delov pripomore k lažji montaži. Delovne skupine so s takšnimi deli po eni strani seznanjene, po drugi pa se lahko nekaj naučijo iz njihove ponavljajoče se uporabe. Omejeno število delov lahko dodatno zmanjša probleme na minimum.

### **Dostava v trenutku (“*Just in time deliveries*”)**

Vitka montaža mora biti skrbno koordinirana z vitko dobavo. Idealno bi bilo, če bi material dobili v trenutku (“*just-in-time*”) strateško postavljen na tisto mesto na gradbišču, kjer bi ga potrebovali. “V trenutku” ne pomeni, da je vse dostavljeno v zadnjem trenutku, boljši prevod bi bil “ob pravem trenutku”. Material mora biti dodan po potrebi, da se zadosti zahtevam delovnega toka tako navzgor kot navzdol v procesnem toku.

### **Enkratno rokovanje (“*one-touch handling*”)**

Enkratno rokovanje je vitek ideal, ki poskrbi da pride na gradbišče točno določena količina zahtevanega materiala naenkrat, ne pa po delih. Nekatere materiale in proizvode lahko vgradimo v objekt direktno, medtem ko so drugi deli ali komponente pripravljene za montažo večjih sistemov, ki še niso narejeni. Od izdelkov, ki so pripravljene za vgradnjo, lahko nekatere vgradimo takoj, neposredno z dostavnega vozila. Za enkratno rokovanje z materialom veljajo tri praktična pravila:

- 1) Raztovarjanje direktno z dostavnega vozila na končno pozicijo, kadar je to mogoče.
- 2) Če direktno raztovarjanje ni možno, je material potrebno raztovoriti v doseg žerjava (da lahko ta postavi material na končno pozicijo).
- 3) Potrošna delovna sredstva in opremo (rokavice, rezilne glave itd.) in drobni potrošni material (pribor, tesnila, vijake itd.) dostavimo direktno v roke porabnikov in jih ne skladiščimo ter nato izdajamo na zahtevo. Skladiščimo samo po principu minimalnih zalog, pa še to samo tista sredstva, ki jih ni mogoče takoj kupiti.

### **Razporejeno planiranje (“*distributed planning*”)**

Gre za prepoznavanje, da je na vsakem projektu veliko zadnjih planerjev (“*Last Plannerjev*”), in da je planiranje samo po sebi razporeditvena naloga. Zadnji planerji so tisti, ki se zadnji in v zadnjem še odgovornem trenutku odločijo, kako bo potekala določena aktivnost. Vitka montaža se opira na pretok informacij, ki podpirajo razporejeno sodelovanje skupnih sredstev vključno s prostorom. Ključ do uspešnega razporejanja planiranja je prepoznavanje tega, kar mora vsak planer podrobno planirati. Ob tem se moramo zavedati, da se podrobnosti plana ne

odkrijejo vsem sodelujočim pri planiranju. Nekateri sodelujoči ne potrebujejo oziroma nočejo določenih specifičnih podrobnosti plana. Specifike plana morajo biti odkrite selektivno glede na okoliščine. Tako razmišljanje (kot veliko drugih konceptov v LPDS) pomeni odmik miselnosti od sedanje prakse, kjer je poudarjeno osrednje vodenje in kontrola.

Večina orodij in tehnik, opisanih v razdelku 5.6.2, se lahko enakovredno uporablja v vseh triadah sistema LPDS. Uporabniki tega sistema lahko hitro najdejo rešitev z uporabo orodij in tehnik vitke gradnje na nivoju gradbišča. Vendar pa je za uspešno uveljavljanje vitke graditve potrebno te tehnike uporabiti na vseh nivojih v podjetju.

## **6 UPORABA KONCEPTA VITKE GRADITVE V PRAKSI**

Teorija vitke gradnje se že od začetka devetdesetih let prejšnjega stoletja širi, razvija in nadgrajuje. Vendar je potrebno to teorijo preiskusiti tudi na dejanskih primerih. V začetku devetdesetih let so to teorijo začeli poskusno uvajati na t.i. testnih projektih širom po svetu.

Uvajanja vitke teorije v gradbeništvu so se resno lotili v Veliki Britaniji, kjer so s poročilom z naslovom "The Egan Report", ki se je glasil Rethinking Construction (<http://www.dti.gov.uk/construction/rethink/report/>), ugotovili stanje v britanski gradbeni industriji. To poročilo je prikazalo smernice nadaljnega razvoja industrije v Britaniji. Z namenom uporabe novih vitkih tehnik in upoštevanja poročila, so v Veliki Britaniji ustanovili program CLIP (Construction Lean Improvement Programme). V tem programu sodeluje sedem gradbenih podjetij, posredno pa preko teh podjetji sodeluje še okoli šestdeset podjetij, ki koristijo prednosti vitke gradnje. Ključna koncepta programa CLIP sta vodenje in podpora spremembam. Ključni pojmi programa so (Watson, 2005):

1. strategija: kot vizija z uresničevanjem vrednosti in uveljavljanjem sprememb,
2. komunikacija,
3. vodenje in učenje vodij skupin,
4. vitki procesi,
5. vitka razmerja: od vodenja dobavnih verig do skupinskega dela in poenostavitvev.



Prednosti programa so (Watson, 2005):

Vidne prednosti:

- produktivnost se je povečala od 16 – 40%,
- ponovni vodilni čas se je zmanjšal za 25 – 50%,
- pretočni čas priprave na gradnjo se je zmanjšal za približno 48%,
- boljši izkoristek prostora,
- povečanje vrednosti,
- zadovoljstvo uporabnika,
- zmanjšanje čiščenja gradbišča.

Nevidne prednosti:

- boljši načini postavitve nalog in organizacije,
- izboljšani procesi in vodenje informacij,
- zmanjšanje izgub, kot so zamude in prekinitve,
- izboljšano planiranje materiala in boljša komunikacija,
- dinamičnost skupin.

Tako vidne kot nevidne prednosti so zajele podjetja, ki proizvajajo betonske, opečne izdelke, plastične cevi, lesene okvirje, jeklene konstrukcije in gradbene izdelke. Vsi ti proizvajalci so imeli neposredno povečan dobiček od 20 do 40%. Cilj programa je uporaba najboljših praks za vitko transformacijo v največjem možnem obsegu po celotni dobavni verigi. Tako se lahko razvijejo vitke sposobnosti med delovno silo, ki zagotovijo in uresničijo prednosti, ki se nato razširijo po celotni panogi. Filozofija je zagotovitev zadovoljstva uporabnika in vključevanje vseh vpletenih v proces izboljšav. Merila, kako priti do izboljšav, so poleg vitkega razmišljanja še kvaliteta, cena, dostava ter zdravje in varnost pri delu. (Watson 2005)

Tako kot v Veliki Britaniji so se uvajanja vitke gradnje lotili v Čilu. V poskusu vpeljevanja vitke gradnje sodeluje sedem podjetij. Poleg teh podjetij pri raziskavi sodeluje še Katoliška univerza iz Čila, Čilska zbornica za gradbeništvo in podjetje za tehnološki razvoj, ki skrbi za podrobne meritve učinkovitosti in analizira napredek. Z raziskavo naj bi poskusili s to metodo povečati konkurenčnost gradbenih podjetij doma in v tujini. Podjetja skupaj razvijajo naslednje aktivnosti:(Alarcon, 2001)

1. razvoj metod za prepoznavanje in zmanjšanje izgub pri gradbenih projektih,
2. razvoj in uvedba sistema za merjenje učinkov za notranjo in zunanjo primerjavo (“*benchmarking*”),
3. uvedba koncepta “Last Planner” v svojih projektnih sistemih.

Raziskava se je osredotočila na organizacijske in vodstvene probleme, ki so pestili podjetja med poskusom uvajanja vitke gradnje. Raziskovalna skupina z univerze je poskrbela za učenje in vodenje uveljavljanja različnih metodologij znotraj podjetij, kontrolirala uvajanje raznih sistemov in zbirala podatke, ki jih je nato analizirala in rezultate predstavila podjetjem. Podjetja so morala te rezultate sama interpretirati in na njihovi podlagi vpeljati nove “delovne prakse” v podjetje.

Podobno so se tega lotili v Skandinaviji, predvsem na Danskem, ki je za Veliko Britanijo, Brazilijo in Čilom najbolj goreča uporabnica vitkih zamisli v gradbeništvu. Danska je ideje vitke graditve začela vpeljevati v začetku devetdesetih let prejšnjega stoletja. Vendar pa je vse do leta 1999, ko je danska vlada začela s programom “Project House”, šlo le za posamezne poskuse, ki niso prinesli razširitve na celotno industrijo. Po letu 1999 pa se je danski gradbeni sektor začel zavedati miselnosti vitkega razmišljanja in vitke graditve. Vitki principi, katere je vzpodbudil ta program, so povzročili zmanjšanje stroškov graditve za več kot polovico, prav tako pa je prišlo do dvakratnega povečanja vrednosti gradbene proizvodnje. Proces, ki ga je ta program vzpodbujal, se je imenoval model 7C (zaradi inicialk v imenih faz in nalog). Model je v prvi fazi definiral vrednost projekta, nato te vrednostne parametre prenesel v konceptualni načrt in v tretji fazi načrt spremenil v zgrajen objekt. Model je bil do sedaj uporabljen na 30 projektih. Večina teh projektov je uporabila metodo “*Process Management/ Last Planner*”. Čeprav vsi rezultati teh metod še niso znani, sklepajo, da je prišlo do večjega zadovoljstva med uporabniki in povečane vrednosti ter manjših stroškov. Poleg omenjenih prednosti se je povečala tudi varnost na delovnem mestu. (Elsborg, Dam, Bertelsen, 2004)

Metode vitke graditve je največje dansko gradbeno podjetje MT Højgaard razvijalo že od devetdesetih let prejšnjega stoletja in od leta 2001 je vitka graditev del strategije njihove divizije za gradnjo. Principe vitke gradnje so vključili v več kot 30 projektov različnih

velikosti, tipov, težavnostnih stopenj in cen. Podjetje uporablja vrsto metod, ki se dopolnjujejo in slonijo na vitkem razumevanju projektnega managementa (Thomassen, 2003):

- dinamično planiranje s tedenskimi delovnimi plani in pettedenskimi predplani,
- tedenska vrednotenja z meritvami PPC (“*percent plan complete*”) in shemami, ki povzemajo vzroke za neizvršeno planiranje aktivnosti,
- sistematičen trud na tedenskih sestankih za zagotavljanje smiselnosti planiranih aktivnosti,
- transport materiala, ki vsebuje plan večjih dostav na gradbišče,
- planirni sistem za podporo vitkemu planiranju in vlečni logistiki.

Uvajanje metod so začeli tako, da so vse vpletene v projekt seznanili z metodami, orodij in osnovnim razmišljanjem vitke gradnje. Veliko delajo na izobraževanju svojih kadrov. Analiza je temeljila na primerjavi med izvedenimi projekti, ki so uporabljali metode vitke gradnje in tistimi projekti, ki teh metod niso uporabljali. Na podlagi dobljenih rezultatov so prišli do naslednjih ugotovitev (Thomassen, 2003):

- malenkost večje zadovoljstvo s projekti, ki so uporabljali “vitko gradnjo”,
- pri projektih vitke gradnje so bili dobički večji,
- več denarja za podizvajalce pri projektih vitke gradnje,
- manjši izostanki zaradi bolezni,
- večja varnost, manj nesreč,
- manjši administrativni stroški in stroški za vodenje projektov.

Tako je podjetje ugotovilo, da poleg večjega dobička za izvajalce in podizvajalce zaposleni pridobijo več izkušenj, posledično se tako izboljša delovno okolje.

Podobno je bilo z projektom “Habitat”, ki se je osredotočal na stanovanjsko gradnjo in ugotovil, da je metoda vitke graditve veliko boljša od konvencionalnih metod. Projekt “Habitat” je gradnjo razdelil na posamezne podsisteme (Bertelsen 2001):

- zemeljska dela in glavna dela,
- prefabricirane kopalnice,
- stene in streha v obliki prefabriciranih panelov.

Tako je projekt z modularno gradnjo doživel zmeren uspeh. Ugotovitve so pokazale, da je vitka proizvodnja za individualne zgradbe možna, vendar pa ni prišlo do pričakovanih prihrankov sredstev. Slaba stran tega projekta je bila, da je deloval, dokler ga je financirala država, ker je ta projekt konkuriral ostalim podjetjem, ki so gradila stanovanja.

Poleg Čila, Danske in Velike Britanije se vitka gradnja veliko uporablja pri gradnji stanovanjskih naselij v Braziliji in Ekvadorju.

Povsod, kjer so uporabili koncept vitke gradnje, so prišli do podobnih ugotovitev. Kljub temu, da na nekaterih projektih niso uporabili sistema vitke gradnje v celotnem času trajanja projekta, so bili samo časovni prihranki tako veliki, da so pokazali smotrnost uporabe sistema Last Planner. Primer učinkovitosti sistema se je pokazal na projektu v Združenih državah Amerike, kjer so v primerjavi z glavnim terminskim planom, ki je predvideval, da bo ena faza dokončana v 105 dneh, Last Plannerjev predplan predvidel dokončanje v 89 dneh, faza pa je bila dejansko dokončana v samo 81 dneh, kar je več kot 20% boljše od napovedi glavnega plana. (Salem, Solomon, 2005)

Podobno se je zgodilo v Ekvadorju, ko so sistem testno uporabljali samo 12% časa trajanja projekta in prišli do izjemnih rezultatov. Sistem so uporabili na sredini projekta, ko je ta že zamujal za terminskim planom in v 23 tednih uporabe sistema so nadoknadili zamudo in tako omogočili, da je bil projekt uspešno in pravočasno zaključen. (Fiallo, Revelo, 2002)

Brazilska izkušnja je podobna, pri gradnji stanovanjskega bloka so z metodo Last Planner zaključili gradnjo z 11% manjšimi stroški, kot je bilo predvideno, posamezne delovne faze pa so bile krajše v povprečju za 4 dni. Analiza uporabe metode Last Planner je pokazala, da je bilo povprečno zmanjšanje gradnje med 20 in 30%, zmanjšanje proizvodnih stroškov pa med 5 in 12%. (Saffaro in de Paula, 2002)

## **6.1 Slovenska podjetja in sistem vitke gradnje**

Uporabo koncepta vitke proizvodnje in vitke gradnje sem poskušal poiskati v dveh slovenskih podjetjih, ki se ukvarjata z gradbeno proizvodnjo. Podjetji, ki sem si jih izbral, sta na svojih področjih zelo uspešni tako doma kot v tujini, zato sem hotel ugotoviti, ali morda uporabljata

elemente vitke gradnje. Podjetji sem ocenjeval na podlagi vprašanj, ki sem jih zastavil vodilnim kadrom. V naslednjih dveh razdelkih sta opisani obe podjetji s povzetimi odgovori z intervjujev. Celoten vprašalnik z odgovori se nahaja v Prilogi B.

### **6.1.1 Podjetje Riko hiše**

Riko Hiše je podjetje iz Ribnice, kjer imajo že 500-letno tradicijo rokodelstva in obdelovanja lesa. Riko hiše proizvajajo edinstvene lesene masivne bio hiše po preizkušenem nemškem patentu. Od leta 1995 proizvajajo hiše predvsem za potrebe nemškega in avstrijskega trga, od leta 1998 pa so lesene masivne bio hiše na voljo tudi kupcem v Sloveniji.

Hiša RIKO je rezultat najsodobnejših spoznanj o lesu, namenjena vsem tistim, ki si želijo visokokakovostnega življenja v zdravem okolju ter vsem, ki so ekološko osveščeni, hkrati pa si želijo hitro in ekonomično gradnjo. Hiša RIKO spada z letno porabo energije za ogrevanje pod 50 kWh/m<sup>2</sup> v skupino nizkoenergijskih hiš. Prihranek energije je odvisen od izbranega koncepta oziroma upoštevanja pasivnih ukrepov za izrabo sončne energije.

Majhno porabo energije dosegajo z vključevanjem pasivnih elementov nizkoenergijske gradnje: upoštevanje orientacije, toplotna hierarhija prostorov, zimski vrtovi, akumulativne masivne stene, učinkovito senčenje, zelene strehe, ogrevanje s pečmi na trda goriva, vgradnja aktivnih sistemov izrabe sončne energije in optimalna sestava konstrukcije.

Gradnja iz lesa je suhomontažna. Hišo na željenem mestu postavimo v najkrajšem možnem času. Osnovna konstrukcija hiše je postavljena v 3 delovnih dneh, hiša pa je lahko zaprta in pokrita v desetih delovnih dneh.

Lepljeni masivni les je temeljni element konstrukcije hiš RIKO in jim daje varnost, zanesljivost in trajnost. (<http://www.riko-hise.si>)

### 6.1.2 Riko hiše in vitka gradnja

Riko Hiše je podjetje, ki se zaveda, da je kakovost najpomembnejši element pri proizvodnji, montaži in gradnji, zato v podjetju uporabljajo različne kontrole kakovosti ter jih usklajujejo z domačimi in mednarodnimi standardi kakovosti.

Projektno delo poteka po sledečem razporedu:

1. idejni projekt, ki sestoji iz dveh tlorisov in štirih pogledov,
2. detajlni načrt z izbiro vseh materialov in konstrukcijskih detajlov,
3. podpis pogodbe, šele po zadostitvi vsem zakonskim določilom,
4. faza usklajevanja zahtev investitorja,
5. naročanje materiala,
6. proizvodnja objekta,
7. montaža objekta,
8. predaja objekta.

Pri projektu poleg glavnega projektanta sodelujejo še investitor, proizvajalec in podizvajalec, ostali zaposleni pa so samo posredno vključeni v proces načrtovanja, saj s svojimi konstruktivnimi rešitvami, predvsem glede montaže, pripomorejo k lažji izvedbi projekta na terenu. Terminski časovni plan ni nikoli točno določen vse do začetka gradnje, ko pa izdelek zapusti proizvodnjo, vse teče po točno določenem zaporedju, saj je potrebno upoštevati vremenske razmere, prav tako je zaradi narave dela (montažna gradnja) potrebno točno slediti določenemu planu montaže, ker drugače ne gre. Za montažno gradnjo imajo standardizirane in točno določene postopke, ki jih določijo v podjetju.

Aktivnosti, ki sestavljajo montažo, so:

- postavitev temeljne plošče in njeno niveliranje (pogosto to naredijo druga podjetja),
- pregled gradbišča in okolice ter določitev smeri postavljanja objekta,
- pozicioniranje avtodvigala,
- priprava vrstnega reda montaže konstrukcije v proizvodnji in postavitev montažnih delov na kamion v obratnem vrstnem redu postavljanja,
- postavitev objekta.

Montažo v Sloveniji izvajajo s svojimi montažerskimi ekipami, v tujini pa imajo partnerska podjetja, ki skrbijo tako za montažo kot prodajo njihovih izdelkov na teh trgih. Proizvodnjo imajo samo trenutno samo v Sloveniji, v prihodnosti bi želeli proizvodnjo hiš preseliti v tujino, v Sloveniji pa bi obdržali proizvodnjo zahtevnih in unikatnih objektov. Glede novih tehnologij, uporabljajo izdelke in materiale, ki so kakovostni in na trgu že uveljavljeni, drugače pa v svoje objekte vgradijo vse, kar si investitor zaželi. Dobavitelje imajo stalne, vendar pa se obnašajo tržno in na trgu iščejo kakovostne surovine za zmerno ceno. Dobavitelji so pri projektu zelo pomemben člen, saj je podjetje odvisno od hitre, točne in kakovostne dostave ob pravem času. Surovine skladiščijo samo po principu minimalnih zalog, naročanje materiala je vezano na določen objekt (ponavadi na mero) in se izvrši šele po podpisani pogodbi. Končnih izdelkov ne skladiščijo, ker delajo vse po naročilu, možno je kratkotrajno skladiščenje v primeru neugodnih vremenskih razmer. Pri gradnji se držijo načela, da je na gradbišču samo toliko delov objekta, kot jih lahko sestavijo v enem dnevu, torej na gradbišču ne skladiščijo svojih izdelkov.

Za transport montažnih konstrukcij uporabljajo kooperantsko podjetje, ki za njih vrši celoten transport, zaradi specifičnih zahtev glede širine in višine tovornjakov imajo samo enega kooperanta.

O izvedenih projektih zbirajo in analizirajo podatke, po vsaki končani gradnji se o morebitnih nastalih problemih in možnih rešitvah pogovorijo z vodjo montaže in morebitne izboljšave uporabijo na ostalih projektih.

Iz izbranih podatkov lahko zaključim, da podjetje Riko Hiše s svojo proizvodnjo, montažo, gradnjo in načinom poslovanja uspešno uporablja elemente vitke graditve, saj poleg vključevanja investitorja pri načrtovanju upoštevajo, glede izboljšanja, proizvodnje in montaže, pripombe in predloge vseh zaposlenih. K izničenju izgub stremijo na način točnega naročanja izdelkov po meri, da je odpadka čim manj. Prav tako delavci na montaži "dobijo" toliko dela kot ga lahko opravijo v enem dnevu. Skladiščenje na gradbišču torej ni potrebno. Podjetje se z mrežo tujih prodajalcev svojih storitev osredotoča na proizvodnjo, vse ostale dejavnike, ki ne dodajo vrednosti, pa zmanjša na minimum, tako da najema kooperantska podjetja.

### 6.1.3 Trimo Trebnje

Trimo Trebnje je podjetje z dolgoletno tradicijo izdelovanja jeklenih konstrukcij. Začetki Trima segajo v leto 1961, ko je v Trebnjem nastalo Kovinsko podjetje Trebnje. Glavna dejavnost podjetja je bila izdelava lahke jeklene konstrukcije. Podjetje je na začetku proizvajalo vse za vsakogar, vendar se je z leti razvilo v specializiranega proizvajalca izdelkov in izvajalca storitev visoke kakovosti. Leta 1971 se je prestrukturiralo in preimenovalo v Trimo. Leta 1974 so začeli proizvajati termoizolacijske plošče s poliuretanskim polnilom, katere so izdelovali do leta 1987, nato so prešli na proizvodnjo gradbenih panelov, polnjenih z mineralno volno, kar se je izkazalo za zelo dobro potezo tako z vidika trženja kot z vidika varovanja okolja. V ta namen je bila postavljena linija za proizvodnjo gradbenih panelov. Z leti so začeli svojo ponudbo širiti, tako so leta 1989 začeli izdelovati kontejnerje, leta 1995 pa protihrupne ograje in stanovanjske hiše. Trimo ima že od leta 1994 certifikat ISO 9001, kar pomeni, da jim je pomembna kakovost izdelkov, ki jih proizvajajo. Leta 2000 so pridobili še certifikat sistema ravnanja z okoljem ISO 14000. Imajo dve liniji za proizvodnjo gradbenih panelov, eno doma v Trebnjem, drugo v Kovrovu v Rusiji. Podjetje proizvaja poleg že omenjenih kontejnerjev, jeklenih konstrukcij, gradbenih panelov za strehe in fasade še protihrupne ograje in montažne hale, primerne za skladišča. Raznovrstno ponudbo podjetja poleg proizvodov v celoto zaključuje še lastni projektivni biro. Podjetje obvladuje izdelavo in montažo montažnih objektov. Prav zaradi povečanega povpraševanja po njihovih izdelkih in njihove vizije, da postanejo vodilni na področju jeklenih montažnih konstrukcij v Evropi, so veliko investirali v nove tehnološko dovršene in avtomatizirane, računalniško podprte proizvodne linije. Tako so bolj konkurenčni in zelo prilagodljivi. Njihovi izdelki so kakovostni, okolju prijazni, estetski ter zato uporabni za izdelavo poslovnih objektov višjega kakovostnega in cenovnega razreda. Trimo večino svojih proizvodov izvozi v tujino, zato je tam ustanovil podjetja in predstavništva ter ustvaril mrežo agentov za direktno prodajo po skoraj celi Evropi.

Ključ do uspeha je v Trimu kakovost, ki ni le fraza, ampak dolgoročna strategija, s katero družba vodi številne projekte, ki izboljšujejo procese in racionalizirajo poslovanje. Trimo ves čas sledi trendom v arhitekturi in gradbeništvu ter jih soustvarja. Z lastnim razvojem skrbi za



uresničitev najboljših idej in neprestano razvija nove tipe produktov ter dograjuje obstoječe. (Strašek, 2004)

### **Predstavitev izdelkov Trimo**

Jeklene konstrukcije imajo mnogo prednosti: projektantom in arhitektom dopuščajo veliko svobode, imajo dolgo življenjsko dobo in so odporne proti velikim požarnim obremenitvam, uporabne so na potresno ogroženih območjih in na področjih, kjer je nosilnost tal nizka, uporabne so za konstrukcije montažnih objektov, podeste, dvigala, mostove, podkonstrukcije streh, fasad, stropov, predelnih sten itd.

Gradbeni paneli so glavni proizvod družbe. So vsestransko uporabni, sodobno estetsko zasnovani, požarno odporni, toplotno, zvočno izolativni in jih je po preteku življenjske dobe možno reciklirati. Paneli se delijo na fasadne, strešne in modificirane, ki se uporabljajo za protihrupne kabine in ograje. Širok spekter oblik, modulov, debelin in barv omogoča neskončne kombinacije vgradnje.

Modulni objekti so kontejnerji, ki obsegajo bivalne, pisarniške in sanitarne kontejnerje, ki so lahko posamični ali združeni v zloženske. Prednost kontejnerjev je takojšnja uporaba po prevozu na lokacijo, potrebno je poskrbeti le za priključitev na lokalne inštalacije.

Trimo d.d. je družba, katere poslovanje je sestavljeno iz več procesov. Vsi procesi v Trimu stremijo k temu, da so njihove stranke zadovoljne. (Strašek, 2004)

#### **6.1.4 Trimo in vitka gradnja**

V podjetju Trimo je struktura odločanja jasno postavljena (projektant – vodja gradbišča – vodja projekta). Glavno vlogo imata komercialist in projektant, ki se odločita, kako bosta projekt glede na sprejeto ponudbo izpeljala, projektantu z idejami in nasveti pomagata še vodja gradbišča in vodja projekta, ki mu svetujeta, mesto dostopa do mehanizacije, pozicijo dvigala in mesto začetka postavljanja konstrukcije. Podjetje stremi k čim krajšemu času proizvodnje s prilagodljivostjo naročniku. Uporabljajo sistem vodenja kakovosti (ISO 9001) in sistem ravnanja z okoljem (ISO 14001).

Terminski plan projekta se določi na začetku projekta in je zasnovan tako, da je proizvodnja vedno zasledena, in da material pred transportom na gradbišče ne stoji predolgo v skladišču.

Ker imajo široko paleto izdelkov, katerih skladiščenje ne bi bilo smotrno proizvajajo predvsem oz. samo po naročilu. Na zalogi imajo samo manjšo količino polizdelkov (volna, pločevina), po principu minimalnih zalog. Vse izdelke temeljno zaščitijo v sami proizvodnji, če pa je potrebna dodatna zaščita, to storijo njihovi kooperanti na gradbišču.

Faze montažne gradnje potekajo po naslednjem razporedu:

1. pridobitev posla,
2. faza proizvodnje,
3. faza transporta izdelkov na gradbišče,
4. faza pozicioniranja gradbiščne mehanizacije (pozicioniranje avtodvigala) in ureditev gradbišča,
5. faza montaže jeklene konstrukcije,
6. faza montaže podkonstrukcije,
7. faza montaže fasadnih panelov,
8. faza montaže strešnih panelov,
9. tehnični pregled in prevzem opravljene montaže.

Ko je podpisana pogodba, se odpre komercialni delovni nalog (KDN), na njegovi osnovi se imenuje vodja gradbišča (VG), ki je dolžan pregledati projektno dokumentacijo, jo uskladiti in se s tehnologom trga usklajeno dogovoriti, kdaj potrebuje določen del materiala na gradbišču (za teden dni vnaprej predvidi, katere dele bo potreboval). Tehnolog trga poskrbi, za pravočasni začetek proizvodnje, da je material pravočasno odpremljen, in da je pravočasno na gradbišču. Na gradbišču so lastne ekipe ali kooperanti, pod nadzorom vodje gradbišča. Trimo dnevno spremlja potek izvajanja, vodja gradbišča v projektno pisarno dnevno poroča o obsegu montažnih del, o številu porabljenih ur in o številu delavcev – na podlagi teh podatkov dobijo normative, ki jih primerjajo s svojimi siceršnjimi normativi. Na podlagi normativov spremljajo, kako se projekt premika. Vodja gradbišča pred pričetkom del določi terminski plan katerega je dolžan spremljati in v primeru odstopanj pravočasno reagirati in ustrezno ukrepati (pospeši ali poveča ekipo, dodatno mehanizacijo), njegova skrb je, da izvede projekt v zastavljenem terminu oziroma po možnosti še celo prej. Vodja gradbišča mesečno izstavlja

situacije. Do pogodbenega roka obračunava mesečno realizacijo in poskrbi, da je izstavljen situacija potrjena s strani nadzora. Nato finančna služba prične s finančnimi postopki. Na koncu projekta naredi primopredajni zapisnik, končni obračun, zbere atestno dokumentacijo (jekla, panelov), izjave in se udeleži tehničnega pregleda.

Montažo opravljajo s svojimi in licenciranimi montažnimi ekipami. Licencirane izvajalce delijo na izvajalce za jeklo, izvajalce za jekleno konstrukcijo, izvajalce za strehe in izvajalce za fasade. S svojimi ekipami delujejo samo na pomembnih in zahtevnih objektih predvsem v tujini in tam, kjer se odpira potencialni trg. Kjer izvajajo dela kooperantska podjetja, ima Trimo svoj nadzor. Hitrost montaže je odvisna od okoliščin, vendar stremijo k temu, da delajo čimveč stvari hkrati, tako lahko več skupin v montažni ekipi postavlja istočasno vse od jeklene konstrukcije, podkonstrukcije, do fasade in strehe. Tako je objekt na enem delu lahko že "zaprt", ko na drugem delu še postavljajo jekleno konstrukcijo.

Transport na gradbišča doma in v tujini vrši njihov oddelek odpreme, ki organizira tip transporta (ladijski, cestni, vlakovni) v skladu s termini in pogodbenimi obveznostmi. Svoje izdelke transportirajo tako, da na gradbišče pridejo "ob pravem času" – JIT, ker lahko pride pri skladiščenju in pretovarjanju na gradbišču do poškodb oz. se poveča možnost kraje.

Ker je kakovost izvedbe na prvem mestu, podjetje prireja letna izobraževanja, na katerih izvajalcem pojasnijo nove tehnike montaže in razjasnijo probleme, ki se pogosto pojavijo na montažah. Vodja montažne skupine je namreč po vsakem končanem objektu dolžan izpolniti poseben vprašalnik, iz katerega potem v podjetju razberejo, kakšne probleme je imela skupina pri montaži.

Ugotavljam, da podjetje Trimo uporablja koncepte vitke gradnje, saj se obnaša zelo tržno in vsak projekt, ki ga pridobijo, pripravijo skupaj z investitorjem. Transport jim vršijo kooperantska podjetja in njihove pogodbe obnavljajo na letni ravni, prav tako je s pooblaščenimi izvajalci, ki jih letno izobražujejo, in če so pri svojem delu uspešni, z njimi obnovijo pogodbe. Na ravni projekta lahko na podlagi ponudba – povpraševanje sodelujejo vsi izvajalci. Izvajalca izbirajo na podlagi kakovosti že izdelanih projektov, težavnosti projekta, cene ponudbe in časa postavitve konstrukcije. Trimo uporablja tehnike vitke gradnje

in tehnike JIT, saj vse, kar ni direktno povezano z njihovo primarno dejavnostjo (proizvodnja jeklenih konstrukcij), in kar ne doda vrednosti za njih in investitorja, izključuje iz svojega proizvodnega cikla. Vse dejavnosti, ki ne dodajo velike vrednosti oz. povzročajo izgube projektu, od transporta, gradbiščne mehanizacije in montaže, izvajajo kooperantska podjetja.

## 7 METODE VITKE GRADNJE (OPIS IN PRIMERJAVA METOD)

### 7.1 Metoda kritične poti (“*Critical Path Method*” – CPM)<sup>20</sup>

Metoda kritične poti ali metoda puščičnega diagrama je najbolj razširjena metoda operativnega terminskega planiranja. Rezultat je terminski plan v obliki mrežnega diagrama s kritično potjo. Pri izdelavi terminskega plana poteka delo v štirih fazah:

1. faza: analiza strukture
2. faza: analiza časa
3. faza: optimizacija
4. faza: terminiranje

V fazi analiza strukture določimo najprej tehnološki proces izvajanja del (aktivnosti). Na podlagi tehnološkega procesa izvajanja del nato določimo glede na želene planske stopnje, pri detajlnih planih, kot so:

- konstrukcijski elementi objekta ali delovni procesi,
- delovne operacije in izjemoma tudi delovni gibi.

Po določitvi aktivnosti določimo vrstni red njihovega izvajanja v obliki strukturnega mrežnega diagrama. Cilj diagrama je postavitev optimalne strategije, t.j. načina in zaporedja izgradnje objekta ali izvedbe projekta, kar pomeni, da je potrebno od možnih tehnoloških procesov izbrati tiste, ki so oz. bodo optimalni glede na možno izrabo sredstev in stroške. To naredimo s poglobljeno analizo strukture (z izdelavo variantnih predlogov).

---

<sup>20</sup> Poglavlje povzeto po Pšunder, M., 1984, Operativno planiranje, TZS

Analizo strukture izvršimo ročno v tistem delu, kjer se analiza nanaša na določitev aktivnosti in zaporedja njihovega izvajanja, kar prikažemo s tabelo. V fazi analize časa razrešimo problem časovnega trajanja posameznih aktivnosti in celotnega projekta. Na ta način damo strukturnemu mrežnemu diagramu časovno dimenzijo.

Za vsako aktivnost določimo najprej čas trajanja, tam, kjer je možno z normativi. Čas izvajanja del prilagajamo zahtevam tehnološkega procesa in predvidenemu roku gradnje. Nato je potrebno določiti (izračunati) čas gradnje objekta. Bistvena kvaliteta tehnike je, da z izračunom gradnje določimo še rezervne čase nekritičnih in kritičnih aktivnosti. S kritičnimi aktivnostmi določimo kritično pot, t.j. čas, ki je potreben za gradnjo objekta; čas trajanja aktivnosti moramo skrajšati ali pa podaljšati, če želimo spremeniti rok gradnje objekta.

V fazi optimizacije izvršimo analizo časa izvajanja gradnje in analizo sredstev, da bi zadeve s postopnim spreminjanjem terminskega plana optimirali.

Z optimizacijo časa izvajanja gradnje lahko sledimo dvema ciljema:

1. da se objekt postavi z minimalnimi stroški pri določenem času trajanja gradnje,
2. da se objekt zgradi z minimalnimi stroški v ustreznem času – optimalnem času.

Z optimizacijo delovne sile želimo doseči maksimalno možno kontinuiranost angažiranja strojev in opreme. To dosežemo s premikanjem nekritičnih aktivnosti (v mejah dopustnih premikov), tako da se z večkratnim poskusom približamo optimumu.

V fazi terminiranja na podlagi mrežnih diagramov narišemo terminske plane. Vrstni red izvajanja aktivnosti, med katere sodijo še tehnološke in organizacijske prekinitve, pri izdelavi terminskih planov določa tehnologija graditve objekta, izvajanje tehnoloških procesov in izvajanje delovnih procesov.

Pri določanju vrstnega reda izvajanja aktivnosti imamo opraviti s tremi tipi:

1. da si aktivnosti sledijo druga za drugo,
2. da se aktivnosti prekrivajo,
3. da aktivnosti potekajo vzporedno.

Čas, ko se lahko začne naslednja naloga, določa tehnolog. Vrstni red izvajanja aktivnosti se vpiše v tabelo aktivnosti, ki se lahko izdelava v treh različicah:

1. s prikazom predhodnih aktivnosti,
2. s prikazom naslednjih aktivnosti,
3. s prikazom predhodnih in naslednjih aktivnosti.

## 7.2 Metoda Last Planner<sup>21</sup>

Last Planner je sistem za skupno koordinacijo programov in planiranje proizvodnje; je tehnika načrtovanja in vodenja proizvodnje in gradnje, ki oblikuje delovni tok z upoštevanjem spremenljivosti gradnje. Glavni vzrok za negotovost, frustracije in izgube pri projektih je čakanje. Čakanje na dostop, čakanje na material, betonarno, čakanje na dokončanje predhodnih del. Ob prepozni dostavi je nadaljnje uresničevanje načrta vprašljivo. V takšnih primerih metoda kritične poti ne pomaga pri reševanju situacij, ampak samo preprosto pokaže posledice teh zamud.

Metodo Last Planner so razvili z namenom, da postanejo projektni programi bolj predvidljivi in da se poveča možnosti dokončanja projekta v predvidenem času. Razvila ga je skupina strokovnjakov Inštituta za vitko gradnjo (Lean Construction Institute) za pomoč pri vodenju zapletenih načrtov in gradbenih projektov. Temelji na ugotovitvi, da so osebni odnosi kritični dejavnik, saj sistem vzbuja zaupanje med ključnimi osebami oz. skupinami v projektu, t.j. zadnjimi planerji in glavnimi projektanti.

V Last Plannerju zadnji planerji tisti, ki sodelujejo skupaj pri načrtovanju proizvodnje teden za tednom in zagotavljajo, da je delo pripravljeno pred je planiranim začetkom dela. Zadnji planerji so tisti planerji, na katerih slonijo odločitve v zadnjem še odgovornem trenutku pred začetkom planiranja. Uporabljajo sprotne izboljšave za izboljšanje tako planiranja kot proizvodnje. Zadnji planerji in projektni vodje skupaj naredijo program izvedbe projekta tako,

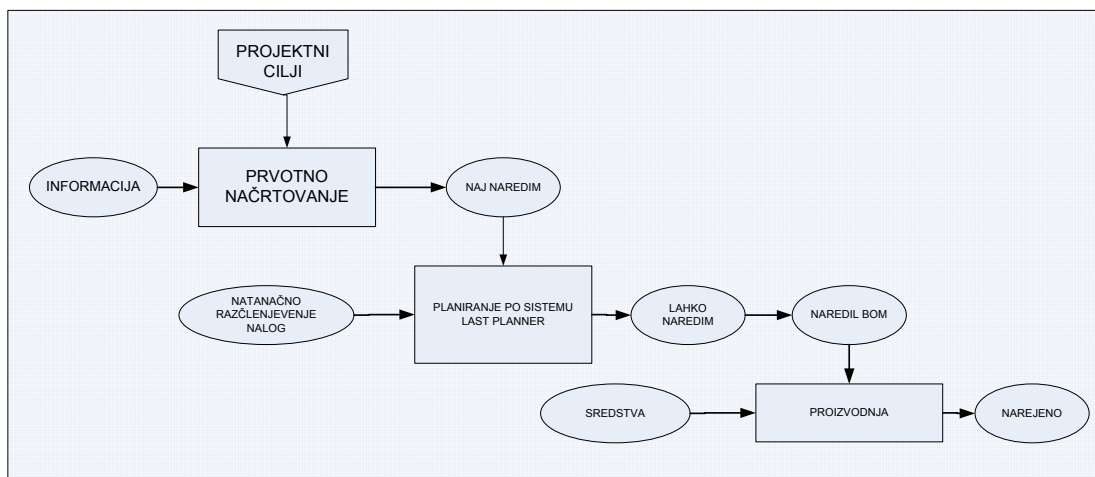
---

<sup>21</sup> Povzeto po: Fiallo, Mario C., Revelo, P., Victor Hugo, 2002, Applying the Last Planner control system to a construction project: A case study in Quito, Ecuador  
Mossman, A., Last Planner: Collaborative production planning, collaborative programme coordination, 2004, Rubicon Associates

da razumejo celoten proces še preden začnejo s projektom. Sistem Last Planner vsebuje štiri glavne elemente:

1. programska delavnica – skupno ustvarjanje in soglašanje proizvodnega zaporedja,
2. priprava – priprava nalog na način, da so dokončane takrat, ko to hočemo,
3. planiranje proizvodnje – skupno soglašanje pri razporejanju proizvodnje za naslednji dan ali teden,
4. neprestane izboljšave – učenje, kako izboljšati projekt, planiranje in proizvodne procese.

V tem sistemu je zaporedje nalog pogojeno s hitrostjo in s tehniko “rini”, ki oblikuje delovni tok in ga enači s kapaciteto, tako, da izboljšuje komunikacijo med strokami. Razporedi, ki nastopajo v sistemu so: glavni plan, obratni fazni plan, šesttedenski predplan, tedenski razpored dela, odstotek uresničitve plana, analiza omejitev in analiza spremenljivosti. Glavni termini sistema so: naj to naredim (“*should*”), lahko naredim (“*can*”) in naredil bom (“*will*”), z njimi prikažemo, kar je potrebno storiti, kaj dejansko lahko naredimo in kaj se bo naredilo (slika 18). Sistem je zamenjava optimističnega načina planiranja z realističnim planiranjem. Cilj sistema Last Planner je “vleka” nalog z obratnim faznim razporedom s pomočjo timskega planiranja in optimizacije virov.



Slika 18: Način planiranja po sistemu Last Planner. (Mossman, 2005)

### Glavni razpored (“*master schedule*”)

Je projektni razpored z mejniki, ki ponavadi ustvarijo porabo. Obratni fazni razpored se naredi na podlagi tega razporeda.

### **Obratni fazni raspored (“reverse phase scheduling”)**

Je tehnika, ki razvija raspored tako, da ta potuje nazaj od časa zaključka. Je povezava med strukturiranim delom in kontrolo proizvodnje. Njen namen je izdelava plana, v katerem so vsebovane in koordinirane različne specialne naloge oz. operacije. Razvijajo ga skupine zadnjih planerjev. Je natančnejši kot glavni raspored, vendar manj natančen od tedenskega rasporeda dela.

### **Šesttedenski predplan (“six-week lookahead”)**

Orodje za kontrolo delovnega toka je predplan. Šesttedenski predplan prikazuje, vrsto dela, ki naj bi se opravljalo v prihodnosti. V predplanu je prvi teden tisti, ki je en teden za tedenskim delovnim planom. Število tednov v predplanu je različno, za proces načrtovanja je predplan od 3 do 12 tednov. Vsi šesttedenski predplani se ocenijo glede na rezultate, ki jih da obratni fazni raspored in omejitve, ki so prikazane tako, da rešijo problem, še preden pride do dejanske proizvodnje. Šesttedenski predplan dobijo vsi zadnji planerji na sestankih tedenskega delovnega plana. Vitko predplaniranje je proces, ki zmanjša negotovosti pri doseganju možnih omejitev prostih nalog.

Cilj predplana je:

- oblikovanje zaporedja poteka dela in vrednosti,
- izenačitev delovnega toka in kapacitet,
- razdelitev glavnega rasporeda aktivnosti v delovne pakete in operacije,
- razvoj natančnih metod za dokončanje dela,
- vzdrževanje rezervnega pripravljenega dela,
- revidiranje in posodobitev takrat, ko je to potrebno.

Predplan kot del sistema Last Planner vključimo na sledeč način:

- pripravimo seznam nalog, ki jih lahko naredimo v naslednjih nekaj tednih, vanj ne vključujemo nalog, ki ne dosegajo standardov kvalitete.
- Vsakega delovodjo vprašamo, ali je naloga izvedljiva v enem tednu – tako omogočimo, da delovodja izbere primerne materiale, potrebne za dokončanje dela v enem tednu. Prav tako moramo v planiranje vključiti še dodatna dela, kot je na



primer postavitve gradbenih odrov in koordiniranje dodatnih sredstev (oprema ali posebna orodja).

- Naredimo pregled preostalih tednov v predplanu z namenom prepoznavanja in odstranjevanja tistih nalog, ki jih ne moremo dokončati po razporedu. Vsaka skupina dobi seznam nalog, ki morajo biti dokončane vsak teden.
- Upoštevamo razpoložljiv material in komponente kot na primer čakanje na ureditev z zagotavljanjem, da bodo orodja pripravljena takrat, ko bodo potrebna in bo stanje načrtov potrjeno. Tiste naloge, ki jih ne moremo izvršiti, moramo jasno označiti v predplanu.
- Razdelitev predplana na naloge. Soodvisne naloge, katere je potrebno še dodatno planirati, damo skupaj. Potrebno je prepoznati tisto delo, ki mora biti dokončano istočasno.
- Izračun števila delovnih ur, potrebnih za izmero količine dela, vsebovanega v predplanskem programu in primerjava s projektnimi zahtevami.
- Priprava seznama nalog, ki morajo biti dokončane pred izvedbo vsake naloge.

### **Tedenski delovni plan (“*weekly work plan*”)**

Tedenski delovni plan je zasnovan na osnovi šesttedenskega predplana, dejanskega razporeda in razmer na gradbišču pred tedenskim sestankom, v skladu z njim se uravnava potreba po delovni sili znotraj vsake panoge. Tedenski delovni plan pokriva tedenski razpored, varnostne, kvalitativne in materialne zahteve, delovno silo, metode gradnje, rezerve pripravljenega dela in probleme, ki se lahko zgodijo na gradbišču. Podpira komunikacijo in skupinsko načrtovanje zanesljivega in natančnega sistema informiranja na projektu. Izboljša varnost, kvaliteto, delovni tok, tok materiala, produktivnost in razmerje med sodelavci, ključnega pomena je iskanje razlogov za zamude, ne valjenje krivde, in osredotočenje na vrednosti deleža dokončanja plana. Analiza sprememb se oceni glede na delovni učinek prejšnjega tedna, razlogi za spremembe morajo biti zapisani v razporedu tedenskega delovnega plana.

Sistem Last Planner se osredotoča na povečanje kvalitete tedenskih delovnih nalog, ki v kombinaciji s predplanom izvajajo in usmerjajo delovni tok. Tedenski delovni plan usmerja

potek in pomaga pri tem, da so naloge pripravljene tako, da je za njih na voljo dovolj materiala, da so načrti pravilni, in da so predela dobro in pravilno izvedena.

Ključna stvar planirnega sistema je kvaliteta izvedbe. Za kakovost in učinkovitost tedenskih planov so pomembne sledeče karakteristike planov:

- izbira pravega zaporedja: zaporedje je boljše če vsebuje razpored, strategijo izvedbe in gradnjo,
- izbira pravilne količine dela: količina, ki jo planerji ocenijo glede na zmogljivost njihovih skupin po finančnem pregledu posamezne naloge,
- praktičnost izbranega dela: doseženi so vsi predpogoji, vsa sredstva so razpoložljiva.

S tedenskim delovnim planom morajo biti seznanjeni vsi sodelujoči, od delavcev, delovodij, nadzornikov, inženirjev do vodij projekta in managerjev. Plan mora biti prikazan med delovnimi sestanki in kot pripomoček uravnavanja delovnega toka dostopen kadarkoli.

### **Delež dokončanega plana (“*percent plan complete*”)**

Merilo Last Planner-ja je vrednost deleža dokončanega plana. Izmeri se kot število nalog, ki so dokončane po planu, deljeno s številom vseh planiranih nalog, pozitivni korak med dvema vrednostima deleža dokončanega plana pomeni, da je proizvodnja zanesljiva. Te vrednosti so lahko zelo spremenljive, spreminjajo se od 30 do 70 % brez vitkega izvrševanja. Za dosego višjih vrednosti je potrebno uvesti dodatna vitka orodja (npr. prve študije).

### **Izboljšana vizualna predstava (“*increased visualization*”)**

Vitko orodje z imenom “izboljšana vizualna predstava” je učinkovito podajanje ključnih informacij delovni sili z uporabo različnih znakov na gradbišču. Delavci si lažje zapomnijo elemente, kot so delovni tok, učinkoviti cilji in posebne naloge, če jim jih vizualno predstavijo. Predstavitev vsebuje znake za varnost, razpored in kvaliteto.

### **Dnevni sestanki (“*daily huddle meetings*”)**

Komunikacija je ključna sestavina dnevnih sestankov, saj z njo v proces vključimo uslužbence. Z zavestnim sodelovanjem v projektu in vključevanjem v reševanje problemov

pride do povečanja zadovoljstva zaposlenih. Kot del cikla izboljšav se dnevno pripravi kratke sestanke, da se povzame stanje prejšnjega dne, predvsem če obstaja razlog, ki lahko prepreči dokončanje naloge. To orodje je podobno konceptu vitke proizvodnje in zagotavlja hitre odzive na probleme.

### **Prve študije (“*first-run studies*”)**

Prve ali poskusne študije se uporabljajo za preplaniranje kritičnih nalog kot del stalnih izboljšav. Vsebuje proizvodne študije in pregled delovnih metod s preplaniranjem in uravnavanjem različnih funkcij. Študije običajno vključujejo video, fotografije ali grafične ponazoritve za prikaz procesa ali delovnih navodil. Prvi poskus izbrane operacije mora biti natančno preverjen, tako da pride do idej in predlogov za razvoj alternativnih načinov dela. Za razvoj študije je primeren cikel PDCA<sup>22</sup>. Plan se opira na izbiro delovnega procesa, zbiranja ljudi, analize projektnih korakov, “*brainstorming*” za izničenje korakov, pregled varnosti, kvalitete in produktivnosti. Delati pomeni preizkusiti nove ideje, preveriti pomeni opisati in izmeriti dejansko dogajanje, ukrepati pomeni pretehtati rezultate in izbrati izboljšano metodo in storilnost kot nekakšen standard za doseganje.

### **Vidno delovno mesto (“*visual work place*”)**

Vitka graditev si predstavlja projekt kot tok (potek) aktivnosti, ki morajo ustvariti vrednost za uporabnika. Proces imenovan “5S” ali “vidno delovno mesto” je prostor za vse, kjer je vse na svojem mestu. Mejniki te metode so sestavljeni iz petih nivojev vzdrževanja, ki pomagajo pri izničenju virov izgub. Ti mejniki so:

- sortiranje z ločevanjem potrebnih orodij in odstranitvijo nepotrebnega materiala,
- poravnati – pomeni poravnati in pripraviti orodja in material za lažjo uporabo,
- očistiti,
- standardizirati – korak, v katerem standardiziramo prejšnje tri korake,
- vzdrževanje – zadnji korak in pomeni pripravo okolja na upoštevanje določenih pravil.

---

<sup>22</sup> PDCA – *Plan, Do, Check, Act* – Planiraj, naredi, preveri, ukrepaj

### **Zanesljivost kvalitete in varnosti**

Zanesljivost kvalitete se zanaša na proizvodnjo idej, ki opozarjajo na možne napake. Ta pristop je v nasprotju s tradicionalnim konceptom celovitega zagotavljanja kakovosti, kjer se preveri samo majhen delež, na podlagi katerega se podajo odločitve. Zanesljivost se lahko razširi tudi na varnost, vendar obstajajo potencialne nevarnosti, ne pa potencialne napake. Oba elementa potrebujeta akcijske načrte, ki preprečijo slabe rezultate.

Sistem Last Planner je preprost sistem, ki ga lahko uporabljamo poleg že uveljavljenih programov za projektni management. Zelo dobro se ta metoda ujame z najbolj razširjeno metodo mrežnega planiranja, t.j. metodo kritične poti.

### **7.3 Aplikacija vitke gradnje z metodo kritične poti<sup>23</sup>**

Metoda kritične poti je mreža, ki vsebuje zaporedja neodvisnih aktivnosti, pri tem ima vsaka od njih svoj obseg in čas trajanja. Če znamo izračunati zgodnje in pozne čase, lahko naredimo razpored kritične poti. Če apliciramo vitki ideal v razpored metode kritične poti, definiramo uspeh kot popoln razpored, dostavljen takoj brez izgub. Za optimizacijo CPM procesa moramo definirati, kako le-ta doda vrednost projektu in se izogiba aktivnostim, ki ne dodajo vrednosti znotraj poskusa planiranja. S tem se osredotočimo na potek razporeda skozi proces projektnega planiranja, tako na zahteve, ki jih povzroči projektnim skupinam, kot na vrednost, ki jo doda tem skupinam.

Obstaja več vzrokov za proizvodnjo projektnih razporedov: pogodbene zahteve, politika podjetja, prednosti projektnih vodij, zahteve načrtovalcev, dobaviteljev in podizvajalcev za potrebno rešitev. Cilj uresničevanja vitkega razporeda je zadostiti vsem zahtevam z enim samim dokumentom v najkrajšem možnem času in z uporabo čim manj sredstev. Cilj je prepoznati potrošnike razporeda in spoznati, obseg vrednosti, ki jo dodajo razporedu. V nadaljevanju bom opisal nekaj uporabnikov razporeda in vrednost, ki jo le-ti zahtevajo:

---

<sup>23</sup> Povzeto po: Huber, B., Reiser, P., 2003. The Marriage of CPM and lean construction. 11<sup>th</sup> Conference of IGLC Blacksburg

### **Investitor**

Investitor ponavadi išče samo nekaj lastnosti projektnega razporeda: začetni čas projekta, vpliv na sosednje parcele, spremembe ali ponovne predelave projekta, zahteve denarnega toka in čas končanja projekta. Vrednost, ki jo dobi iz razporeda, je možnost določanja trajanja projekta in finančnih potreb protitočnih in nižjeležečih zainteresiranih skupin.

### **Načrtovalci (projektanti)**

V okolju načrtovanja in gradnje bo projektant iskal nižjeležečo nabavo in časovno potrebo po gradnji za inženirsko dostavo.

Vrednost, ki jo dobi z razporedom, je možnost za hierarhično rangiranje načrtovalnih nalog, osnovano na časovnih potrebah po gradnji, in uravnavanje količine ljudi za podporo pri načrtnem delovnem toku.

### **Nadzorniki**

Nadzorniki na projektu stremijo k optimizaciji pretoka osebja in delovnega toka na celotnem gradbišču. Pretok osebja ustreza delovnemu toku in prepoznavanju edinstvene potrebe objekta za posledičen pretok delavcev skozi isti prostor za montažo proizvoda. Vodenje pretoka delavcev in delovnega toka je uravnavanje norme in kapacitete. Vrednost, ki jo nadzornik dobi, je stabilnost obsega delavcev in delovnih nalog (kapaciteta in norme) in prednosti pri učenju delavcev, morali, varnosti in produktivnosti.

### **Managerji – vodje**

Managerji imajo potrebo po določanju datumov in posredovanju informacij široki skupini ljudi, s katerimi sodelujejo na projektu. V procesu neskončnih dogovorov in pogovorov uporablja manager razpored za sistematično planiranje pretoka delavcev in za poročanje o napredku projektnega razporeda kot iterativnega procesa.

Vrednost, ki jo pridobi iz razporeda, je dokument o določenem aktualnem planu, ki ga lahko deli z višje ali nižjeležečimi udeleženci na projektu.

### **Dobavitelji**

Zunanji sodelavci pri načrtovanju, izdelavi in dostavi materiala ali opreme uporabljajo razpored za koordinacijo svojih proizvodnih aktivnosti s potrebami na projektu.

Vrednost, ki jo pridobijo iz razporeda, je zmožnost za preskrbo dostave proizvodov na delovišče JIT. S tem si zagotovijo potreben čas, ki ga porabijo za izboljšanje in optimizacijo lastnih načrtov in proizvodnje.

## 8 ZAKLJUČEK

Vitka proizvodnja je poseben način proizvodnje. Glavna posebnost takšnega načina vodenja proizvodnje je, da so v proces odločanja vključeni delovna sila, potrošnik in dobavitelji posameznih komponent. Poleg tega je cilj vitke proizvodnje ugotavljanje in izničenje izgub, t.j. tistih procesov v proizvodnji, ki ne dodajajo nobene dodatne vrednosti končnemu proizvodu. Koncept vitke proizvodnje so že od samega začetka poskušali uporabiti v vseh proizvodnih panogah, tudi v gradbeništvu. Vendar pa je prevladovala miselnost, da je gradbeništvo drugačno zaradi specifičnosti svojih najpogosteje unikatnih procesov. Redko skupno točko z masovno proizvodnjo ima gradbeništvo v hitri, zanesljivi, kakovostni izdelavi in dostavi svojega izdelka končnemu uporabniku. Tako je vitka gradnja od vitke proizvodnje povzela miselnost in si metode in načine dela prilagodila svojim unikatnim razmeram. Vitka gradnja se je zelo hitro razširila po vsem svetu. To dokazujejo mednarodna združenja, kot je institut za vitko gradnjo (Lean Construction Institute), ki vsako leto pripravi dvodnevni seminar, na katerem razvijajo in izboljšujejo že obstoječe metode ter analizirajo pilotne projekte. Pomembnost nadaljnega razvoja vitke gradnje in implementacije takšnega načina dela v prakso se kaže tudi v tem, da so načela vitke gradnje vključena v izhodiščni dokument Evropske Platforme za Gradbeništvo (European Construction Technology Platform).

Bistvo ni vitka gradnja ali vitka proizvodnja, ampak sprememba v načinu razmišljanja, vodenja in gradnje. Princip vitke graditve je samo en od načinov uresničevanja ideje o zmanjšanju izgub in vključevanja vseh vpletenih v proces graditve. Poleg principa vitke gradnje obstaja še ideja o gibkosti graditve ("*agile construction*"), ki pa sloni predvsem na inovativnosti, fleksibilnosti in agresivnem uveljavljanju sprememb v gradnji. Poskusne projekte vitke graditve in njenih sistemov so uspešno uvedli v kar nekaj držav po svetu. Tako so vodilne države pri razvoju metod vitke gradnje, Čile, ZDA, Velika Britanija in Danska. S pilotnimi projekti so prikazali, da je sistem dober in uporaben, vendar ga je potrebno za polno

izkoriščenost vpeljati na nivoju celotnega podjetja, s spremembo miselnosti in načinom odločanja.

Koncept vitke proizvodnje se zelo uspešno uporablja v gradbeništvu. V diplomski nalogi sem prikazal, da lahko gradbene projekte z uporabo preprostih metod in sistemov, kot je Last Planner, v primerjavi s tradicionalnimi metodami, končamo veliko hitreje in ceneje. Poleg hitrosti se v procesu gradnje zmanjšajo predvsem časovne in materialne izgube, poveča se varnost in zadovoljstvo vseh zaposlenih na projektu, saj vsi sodelujejo pri razvoju od skice na papirju do dejanskega objekta.

Vitka gradnja stremi predvsem k racionalnejši izrabi časa in materiala in poudarja pomembnost komuniciranja med vsemi udeleženci na projektu. Na področju Slovenije neposredne uporabe vitke graditve ni, oz. se uporablja le deloma, z uporabo nekaterih tehnik (JIT, TQM,...), ki so temelj metode vitke graditve. Podjetji, ki sem jih analiziral, uporabljata predvsem tehniko JIT, ki je osnova vitke graditve. Kljub dobrim poslovnim rezultatom bi lahko z uporabo vitke graditve oz. vitkega razmišljanja svoje poslovanje še izboljšali.

## UPORABLJENI VIRI

Alarcon, Luis F., Diethelm, S., 2001. Organizing to introduce lean practice in construction companies. 9<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Singapore, 6 – 8 August, Singapore.

Ballard, G., Howell, Gregory A., 1998. What kind of production is construction, 6<sup>th</sup> International group for Lean Construction, Guarujá, 13 – 15 August 1998, São Paulo, Brazil.

Ballard, G., Howell, G., 1995. Toward construction JIT, 3<sup>rd</sup> International Group for Lean Construction, Albuquerque, 16 – 18 October 1995, New Mexico, USA.

Ballard, G., Koskela, L., Howell, G., Zabelle, T., 2001. Production system design in construction. 9<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Singapore, 6 – 8 August 2001, Singapore.

Bennett, J., 2000. Construction – the third way. Oxford, Butterworth – Heinemann. Str. 212.

Bertelsen, S., 2001. Lean production as an integrated production, 9<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Singapore, 6 – 8 August 2001, Singapore.

Best, R. (Ur.), De Valence, G. (ur.), 2002. Design and Construction: Building in value. Oxford, Butterworth – Heinemann, str. 504.

Buchmeister, B., 2000. Angleško – slovenski slovar pojmov s področja proizvodnega strojništva in managementa proizvodnje, Dunaj, DAAAM International Vienna, str. 74.

Conte, Antonio Sergio I., 2002. Lean construction: From theory to practice, 10<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Gramado, 6 – 8 August 2002, Brazil.

Da Silva, F., Cardoso, Francisco F., 1999. Applicability of logistics management in lean construction. 7<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Berkeley, 26 – 28 July 1999, California USA.

Elsborg, S., Dam, A., Bertelsen, S., 2004. BygLok – Danish experiment on cooperation in construction. 12<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Elsinore, 3 – 5 August 2004, Denmark.

Europa – Enterprise & Industry – Construction (3.1.2006) – internetni vir  
<http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/index.en.htm>.

Fiallo, Mario C., Revelo, P., Victor Hugo, 2002. Applying the Last Planner control system to a construction project: A case study in Quito, Ecuador, 10<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Gramado, 6 – 8 August 2002, Brazil.

Freeman – Bell, G., Balkwill, J., 1996. Management in engineering – principles and practice, 2<sup>nd</sup> ed., London, Prentice Hall Europe, str. 493.



Hopp, Wallace J., Spearman, Mark L., 2002. Factory Physics – Foundations of manufacturing management, 2<sup>nd</sup> ed., New York, Irwin McGraw – Hill, str. 698.

Howell, G., 1999. What is lean construction, 7<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Berkeley, 26 – 28 July 1999, California USA.

Huber, B., Reiser, P., 2003. The marriage of CPM and Lean construction. 11<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Blacksburg, 22 – 24 July, Virginia USA.

Koskela, L., Vrijhoef, R., 2000. The prevalent theory of construction is a hindrance for innovation, 8<sup>th</sup> International group for Lean Construction, Brighton, 17 – 19 August, Brighton UK.

Koskela, L., 2000. An exploration into a production theory and its application to construction. Doktorska disertacija. Espoo, Helsinki University of Technology, VTT Building Technology, Construction and Facility Management, VTT Publications 408. 298 f.

Koskela, L., Howell, G., Reforming project management: the role of planning, execution and controlling, 9<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Singapore, 6-8 August, Singapore.

Marchwinski, C., Shook, J., 2003. Lean lexicon: A graphical glossary for Lean Thinkers, 1<sup>st</sup> ed., Massachusetts, The Lean Enterprise Institute Brookline. str. 98.

Mossman, A., Last Planner: Collaborative production planning, collaborative programme coordination, 2004. Rubicon Associates.

Možina, S., et al, 2002. Management: nova znanja za uspeh. Radovljica, Didakta. str. 872.

Pascal, D., 2002. Lean Production Simplified. New York, Productivity Press. Str. 170.

Pšunder, M., 1990. Operativno planiranje, Ljubljana, TZS, str. 167.

Pšunder, M., 1986. Gradbeno poslovanje, Maribor, Tehniška fakulteta, str. 170.

Saffaro, Fernanda A., de Paula, Edi Carlos P., 2002. Formulating the workflow plan for horizontal projects – case study, 10<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Gramado, 6 – 8 August 2002, Brazil.

Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., Luegring, M., 2005. Site implementation and assessment of lean construction techniques. Lean construction Journal, Vol 2 # 2 October 2005.

Schnabl, S., 2002, Analiza panoge gradbeništva v Sloveniji. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG, Gradbeništvo, konstrukcijska smer, 61 f.

SIST EN 206-1:2003 - Beton - 1.del: Specifikacija, lastnosti, proizvodnja in skladnost - Concrete - Part 1: Specification, performance, production and conformity.

Slaughter, E.S., 1998. Models of construction innovation. Journal of Construction Engineering and Management, 124(3) 226-231.

Spletna stran Riko hiše : <http://www.riko-hise.si/riko-hise/default.asp> (16.4.2006).

Stehn, L., Höök, M., 2004. Innovative and lean construction success factors for component suppliers. 12<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Elsinore, 3-5 August, Denmark.

Strašek, M., 2004, Izboljšave projektne delo v Trimo d.d., Diplomaska naloga. Kranj, Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, organizacija in management delovnih procesov, 52 f.

SURS – statistični letopis internetni vir:

[http://www.stat.si/letopis/index\\_vsebina.asp?poglavje=12&leto=2005&jezik=sj](http://www.stat.si/letopis/index_vsebina.asp?poglavje=12&leto=2005&jezik=sj), (16.4.2006).

[http://www.stat.si/letopis/index\\_vsebina.asp?poglavje=20&leto=2005&jezik=sj](http://www.stat.si/letopis/index_vsebina.asp?poglavje=20&leto=2005&jezik=sj), (16.4.2006).

Thomassen, Mikkael A., et al., 2003. Experience and results from implementing lean construction in a large danish contracting firm. 11<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Blacksburg, 22 – 24 July, Virginia USA.

Tommelein, Iris D., Li, Annie E.Y., 1999, Just in time concrete delivery: Mapping alternatives for vertical supply chain integration. 7<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Berkeley, 26 – 28 July 1999, California USA.

Vonderembse, Mark A., White, Gregory P., 1996. Operations Management – Concepts, methods and strategies, 3<sup>rd</sup> ed., St. Paul, West Publishing Company, str. 845.

Vrijhoef, R., Koskela, L., 1999. Roles of supply chain management in construction. 7<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Berkeley, 26 – 28 July 1999, California USA.

Watson, M., 2005. Construction Lean Improvement Programme (CLIP), Construction Products Association.

## **OSTALI VIRI**

Alarcon, Luis F., Diethelmand, S., Rojo, O., 2002. Collaborative implementation of lean planning systems in Chilean construction companies. 10<sup>th</sup> Conference of International group for Lean Construction, Gramado, 6 – 8 August 2002, Brazil.

Department of trade and industry, 2006. <http://www.dti.gov.uk/construction/rethink/report/> (24.4.2006)

Deming, W. Edwards, 1983. Out of the crisis. MIT, Cambridge. MA 507 p.

Grad, A., Škerlj, R., Vitorovič, N., 1994. Veliki angleško – slovenski slovar, Ljubljana, DZS. Str. 1377.

International group for lean construction, 2006. <http://cic.vtt.fi/lean/abs95.htm> (10.5.2006)

Lean Construction Institute, 2006. <http://www.leanconstruction.org/> (23.3.2006)

Lean Construction Journal, 2006. <http://www.leanconstructionjournal.org/> (25.4.2006)

Trimo Trebnje d.d., 2006. <http://www.trimo.si> (25.4.2006)

Varis Lendava, 2006. <http://www.varis-lendava.si/> (10.5.2006)





## PRILOGE

### Priloga A: Slovar pojmov pri vitki gradnji

Pri vitki proizvodnji in vitki gradnji se uporablja veliko poimenovanj, ki so skovanke iz več različnih besed, pomen in razlago bom predstavil v tem dodatku. (povzeto po Marchwinski, 2003, Možina, 2002 in Buchmeister, 2000).

**Aktivnost, ki ustvarja vrednost (“*value creating activity*”)** je aktivnost, ki jo potrošnik ocenjuje kot vrednost.

**Celovito obvladovanje kakovosti (“*Total Quality Management*”- TQM)** je preventivni koncept, ki je nadomestil kontroliranje kakovosti.

**Ciklični čas (“*cycle time*”)** je čas, ki preteče od začetka do konca nekega procesa. Ta čas vključuje čas procesa in čas priprave, nakladanja in razkladanja.

**Ciklični čas operatorja (“*operator cycle time*”)** je čas, ki je potreben operatorju, da dokonča delovni proces pri delovni postaji preden ga ponovi (gledano z vidika časa).

**Ciklični čas stroja (“*machine cycle time*”)** je čas, ki ga stroj potrebuje za dokončanje vseh svojih nalog v enem delu.

**Čas trajanja proizvodnega cikla (“*cycle time*”)** je čas med dvema prihodoma izdelkov z montažnega traku.

**Časovna rezerva pri izvajanju aktivnosti (“*float time*”)** je rezerva, ki zagotavlja zračnost med aktivnostmi.

**Čas dodane vrednosti (“*value creating time*”)** je čas tistih delovnih elementov, ki dejansko transformirajo proizvod na način za katerega je potrošnik pripravljen plačati. Ponavadi je čas dodane vrednosti manj kot ciklični čas, ki je krajši od vodilnega časa proizvodnje.

**Čas, ki ne doda vrednosti (“*non-value creating time*”)** je čas, ki se porabi na aktivnostih, ki dodajo stroške in nič vrednosti za izdelek z vidika potrošnika. Take aktivnosti so skladiščenje, predelava, kontrola.

**Čas od naročila do plačila (“*order to cash time*”)** je količina časa, ki preteče od prejema potrošnikovega naročila do prejema plačila. To je bolj ali manj naročen pretočni čas, ki je odvisen od proizvajalca, ki je lahko naravnani na dva načina: narejeno po naročilu, ali pa poslano iz zaloga, po prejetem plačilu.

**Časovni takt (“takt time”)** je hitrost proizvodnega procesa, s katero zadostimo zahtevi uporabnih proizvodov, za zadostitev dnevnih potreb, deljenih s številom delovnih ur.

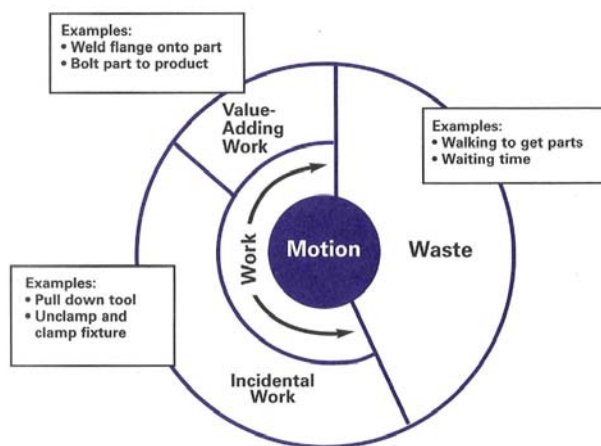
**Čas proizvodnje (“processing time”)** je čas, ki je porabljen za dejansko delo na proizvodu, ali v fazi načrtovanja ali proizvodnje, in čas, ko se izpolni naročilo. Običajno je procesni čas majhen del proizvodnega vodilnega časa.

**Čas ustavitve (“downtime”)** je čas proizvodnje, ki se izgubi zaradi planiranih ali neplaniranih ustavitvev proizvodnje.

**Deležniki (“stakeholders”)** so vsi posamezniki, skupine in organizacije, ki imajo svoje interese v delovanju organizacije, ter skušajo te interese uveljaviti.

**Delo (“work”)** je človeška aktivnost. Aktivnosti lahko razdelimo v tri kategorije (slika A.1):

1. ustvarjanje vrednosti – premiki, ki so nujno potrebni za to, da se proizvodi naredijo
2. nepotrebno delo – so premiki, ki jih delavci morajo storiti, da naredijo izdelek, vendar pa ta premik ne doda nobene vrednosti z vidika uporabnika
3. izgube – premiki, ki ne dodajo nobene vrednosti, in katere lahko ukinemo.



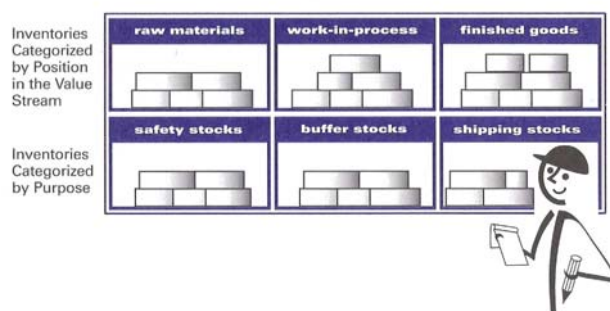
Categories of work motion diagram.

Slika A.1: Kategorije diagrama delovnega procesa (Lean lexicon str. 89)

**Efektivni ciklični čas (“effective machine cycle time”)** je ciklični čas stroja, nakladanja in razkladanja ter čas preusmerjanja, ki se razdeli s številom delov med preusmeritvami.

**Grafični prikaz vrednostnega toka (“*value stream mapping*”)** je preprost diagram vseh korakov, ki so vključeni v potek materialov in informacij, ki so potrebne za premik proizvoda od naročila do dostave.

**Inventar (“*inventory*”)** so material in informacije ob vrednostnem toku med procesnimi koraki. Fizični inventar je ponavadi kategoriziran s položajem v vrednostnem toku in z določenim namenom. Surovine, vmesni proizvod in končni izdelki se označujejo s položajem inventarja znotraj proizvodnega procesa. Blažilne zaloge, varnostne zaloge in odpravne zaloge so označene kot namen inventarja. Ker ima inventar tako namen kot položaj, so lahko isti izdelki tako končni izdelki kot blažilne zaloge. Podobno so lahko isti deli surovine in varnostne zaloge, nekateri izdelki pa so lahko končni izdelki, blažilne zaloge in varnostne zaloge. (slika A.2)



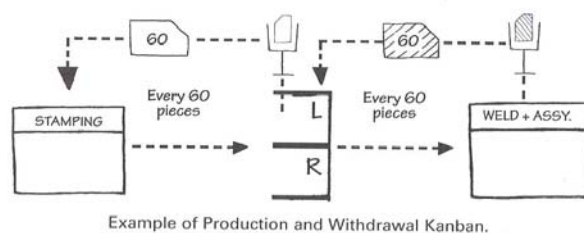
Slika A.2: Šest vrst inventarja (Lean lexicon str. 30)

**Izgube (“*waste*”)** je vsakršna aktivnost, ki porablja vire in ne doda vrednosti za potrošnika. Večina aktivnosti so izgube, delimo pa jih na dve vrsti. Prva vrsta ne doda nobene vrednosti in se ji ne moremo izogniti s sedanjo tehnologijo in proizvodno opremo. Druga vrsta prav tako ne doda vrednosti, vendar jo lahko izničimo.

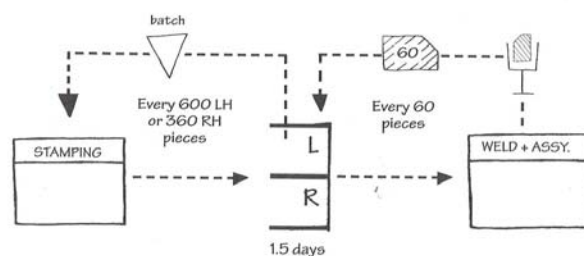
**JIT proizvodnja (“*Just in Time production*”)** je sistem proizvodnje, ki dostavi samo to, kar je potrebno, ko je potrebno in samo toliko, kot je potrebno. Cilj JIT je popolna eliminacija vseh izgub za doseganje najboljše možne kakovosti, najnižje možne cene in porabe sredstev in najkrajšo možno dostavo.

**“*Kanban*”** je signalno sredstvo, ki daje avtorizacijo in navodila za proizvodnjo ali umik predmetov v vlečnem sistemu. Termin je japonski in pomeni “znak”. (slika A.3)





Example of Production and Withdrawal Kanban.



Example of Signal and Withdrawal Kanban.

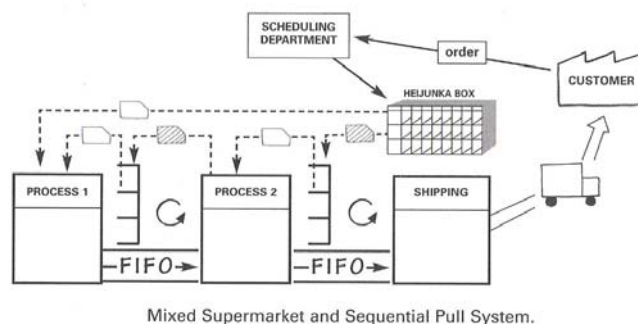
Slika A.3: Primer različnih sistemov Kanban (Lean lexicon str. 39)

**Končni izdelki** (“*finished goods*”) so izdelki, ki jih obrat konča in čakajo na odpravo.

**Kontrola proizvodnje** (“*production control*”) je naloga, ki kontrolira in uravnava proizvodnjo tako, da procesi potekajo gladko in hitro, proizvodi pa ustrezajo potrošnikovim zahtevam.

**Krožki kvalitete** (“*quality circle*”) so sestanki, na katerih delavci in vodje razpravljajo o tem, kako bi izboljšali obstoječe načine dela.

**Mešani supermarket in zaporedni vlečni sistem** (“*mixed supermarket and sequential pull system*”) lahko uporabimo skupaj v mešanem sistemu. Tak sistem je primeren takrat, ko imamo majhen delež izdelkov in večji delež dnevne proizvodnje. Pogostokrat naredimo analizo tako, da razdelimo izdelke po količini v (A) visoka, (B) srednja, (C) nizka in (D) redka naročila. Tip (D) predstavlja posebna naročila. Za upravljanje z redkimi naročili lahko naredimo poseben tip kanbana, ki ne predstavlja specifične količine delov, temveč količino kapacitete zaporedja proizvodnje. (slika A.4)



Slika A.4: Mešani supermarket in zaporedni vlečni sistem (Lean lexicon str. 68)

**Metoda zagotavljanja sinhronne proizvodnje (“*drum – buffer – rope method*”)** je metoda nadzora pretoka v proizvodnji, kjer daje boben ritem proizvodnji, blažilec (“*buffer*”) zagotavlja ustrezno varnostno zalogo polizdelkov pred ozkim grlom, vrv pa je nadzorna povezava med ozkim grlom in predhodnimi delovnimi mesti, da ta ne bi proizvedla preveč polizdelkov in tako nakopičila vmesnih zalog.

**Metoda najboljših praks (“*benchmarking, best practices method*”)** je proces primerjanja postopkov in opravi določenega poslovnega procesa s podobnimi postopki v svetovno uspešnih podjetjih.

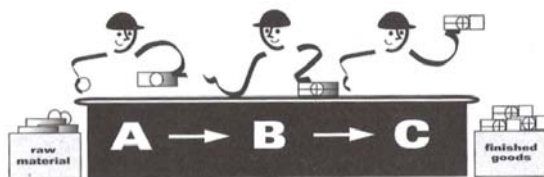
**Načrtovanje materialnih potreb (“*Materials Requirements Planning*”)** je načrtovanje nabave, ki upošteva tudi zaloge in dobavne roke.

**Naročen pretočni čas (“*order lead time*”)** je proizvodni pretočni čas in čas, ki je uporabljen pri nižjелеžehih procesih za dobavo proizvoda potrošniku. Vsebuje zamude pri obdelavi naročil in vnos le-teh v proizvodnjo ter zamude, ki nastanejo zaradi naročil, ki presegajo kapacitete proizvodnje. To je čas, ko mora potrošnik čakati na proizvod.

**Neizkoriščen čas (“*idle time*”)** je časovni interval, v katerem opazovani del sistema ne izvaja svoje funkcije.

**Neustvarjanje vrednosti (“*non value creating*”)** je aktivnost, ki doda stroške in nobene vrednosti produkta ali storitve z vidika potrošnika oz. uporabnika.

**Neprekinjen tok (“*continuous flow*”)** je proizvodnja in premikanje enega dela naenkrat (ali manjše skupne serije delov) skozi vrsto procesnih korakov, kolikor se da neprekinjeno, pri tem pa z vsakim korakom naredimo samo, kar zahteva naslednji korak. (slika A.5)



Slika A.5: Neskončni tok (Lean lexicon str. 9)

**Odpravne zaloge (“shipping stock”)** so dobrine na odpravnih linijah na nižjeležečem koncu objekta, ki se nabirajo za naslednjo odpravo.

**Ozko grlo (“bottleneck”)** je mesto v sistemu, kjer je vhodna količina večja od izhodne.

**Planiraj, naredi, kontroliraj, ukrepaj (“Plan, Do, Check, Act” - PDCA)** je zaključen krog, osnovan na znanstveni metodi, ki predlaga spremembe v procesu, z vzpostavitvijo sprememb in meritvijo rezultatov, in na koncu ustrezno ukrepanje. Ta metoda ima štiri korake:

Planiraj: prepoznavanje ciljev za proces in potrebnih spremembah za doseganje cilja,

Naredi: izpolnitev sprememb,

Kontroliraj: ocena rezultatov z vidika učinkov,

Ukrepaj: standardiziranje in stabiliziranje spremembe ali ponoven začetek s ciklom glede na rezultate.

**Potek enega kosa (“one-piece flow”)** je sestava in premik enega kosa naenkrat

**Potek informacij (“information flow”)** je premikanje informacij na zahtevo potrošnika nazaj od potrošnika do točke, kjer je ta informacija potrebna za usmeritev vsake naloge. Podjetja, ki aplicirajo vitko razmišljanje poskušajo poenostaviti potek informacij z ustanovitvijo ene točke razporeda za proizvodnjo in vpeljati vlečne informacijske zanke. Te grejo protitočno od predhodne proizvodne točke vse do začetne proizvodne točke.

**Potek materiala (“material flow”)** je premik fizičnih izdelkov skozi celotni vrednostni tok.

**Potek proizvodnje (“flow production”)** je proizvodni sistem, ki ga je uvedel Henry Ford leta 1913. Zahteve za potek proizvodnje so bile drastično zmanjšanje proizvodnega časa pretoka in človeškega napora z vrsto inovacij. To je zahtevalo takšne zamenljive dele, ki so povzročili stabilne ciklične čase za vsako delo ob proizvodni liniji.

**Predpostavljena hkratna tehnika (“set-based concurrent engineering”)** je proces razvoja različnih načrtov na začetku razvojnega programa proizvoda in zadrževanje izbire končnega načrta, dokler se vsi alternativni načrti ne analizirajo.

**Pretočni čas proizvodnje (“*order lead time*”)** je čas, ki je potreben za premik proizvoda od samega začetka do konca proizvodnega procesa. Na nivoju tovarne se imenuje čas od vrat do vrat. Koncept se lahko aplicira na čas, potreben za načrtovanje napredka od začetka do konca razvoja proizvoda ali pa za napredovanje proizvoda od surovin vse do potrošnika.

**Pretočni čas (“*lead time*”)** je čas od prejema naročila do izdelave končnega proizvoda in vključuje predvsem nabavo, proizvodnjo in distribucijo.

**Primerjalno ocenjevanje (“*benchmarking*”)** je primerjava ene organizacije z drugo in ocenjevanje razlik, ki bistveno vplivajo na konkurenčno prednost.

**Proces (“*Process*”)** je vrsta posameznih operacij, ki se morajo zgoditi v posebnem zaporedju za nastanek načrta, dokončanja naročila ali proizvodnje izdelka.

**Prvi noter, prvi ven (“*first in – first out*” - FIFO)** je glavno in praktično vzdrževanje natančne proizvodnje in nepretrgane transportne linije z zagotavljanjem, da je prvi del, ki pride v proces ali lokacijo skladišča, tudi prvi del, ki ta proces ali lokacijo zapusti. FIFO je potreben za uveljavljanje vlečnega sistema. (slika A.6)



An example of a FIFO lane with five pieces in the lane.

Slika A.6: Prvi noter – prvi ven (Lean lexicon str. 19)

**Rini proizvodnja (“*push production*”)** je proizvodnja velikih serij izdelkov pri največji hitrosti, zasnovano na predvidenem povpraševanju, ki se premika do naslednjega nižjeležečega procesa, ne glede na dejanski tempo dela v naslednjem procesu oziroma koraku. S takšnim sistemom je praktično nemogoče uvesti gladek potek dela, ki naj bi potekal od enega do drugega procesa, ki je značilen za vitko proizvodnjo.

**Serija (“*batch*”)** je enotna količina oz. serija izdelkov v sistemu.

**Serija in vrsta (“*batch and queue*”)** je pristop k postopkom, v katerih se proizvajajo velike količine delov, ki so premaknjeni na naslednji proces ne glede na to, ali jih dejansko rabimo ali ne. Tam čakajo v vrsti. (slika A.7)



Slika A.7: Proizvodnja serij in vrst (Lean lexicon str. 5)

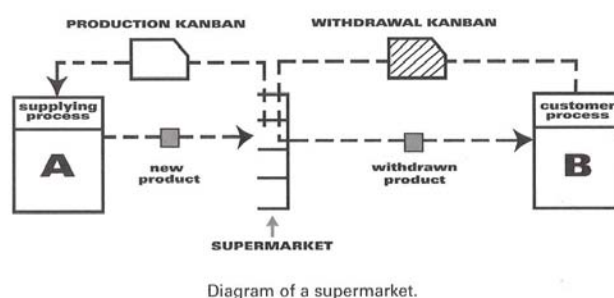
**Skupni čas operacije (“*processing time*”)** je čas od začetka izdelave nekega proizvoda do njegovega dokončanja.

**Standardni inventar (“*standard inventory*”)** je količina inventarja, ki je potreben pred vsakim korakom v procesu, da le-ta gladko teče.

**Standardizirano delo (“*standardized work*”)** je uveljavljanje točnih postopkov za delo vsakega operatorja v proizvodnem procesu, ki je zasnovan na treh elementih:

1. časovni takt, ki je hitrost, s katero morajo biti proizvodi narejeni, da zagotovijo zahtevam uporabnika,
2. točno zaporedje dela, pri katerem mora delavec storiti naloge v časovnem taktu,
3. standardni inventar, vključno s stroji, od katerega se zahteva gladko delovanje.

**Supermarket** je lokacija, kjer je skladiščen že določen standardni inventar za dobavo oz. podporo nižjeležečim procesom. (slika A.8)



Slika A.8: Diagram supermarketeta (Lean lexicon str. 79)

**Surovine (“*raw materials*”)** so dobrine v obratu, ki so nepredelane.

**Terminiranje (“*scheduling*”)** je časovno načrtovanje dejavnosti in delov dejavnosti.

**Varnostne zaloge (“*safety stock*”)** so dobrine, ki so zadržane na katerikoli točkovni proizvodnem procesu (surovine, delovni proces, končni izdelek) za preprečevanje pomanjkanja nižjeležečih potrošnikov z višjeležečimi problemi kapacitet.

**Vitka logistika (“*lean logistics*”)** je vlečni sistem s pogostimi majhnimi obnovitvami zalog med obrati ob vrednostnem toku.

**Vitka proizvodnja (“*lean production*”)** je poslovni sistem za organiziranje in upravljanje razvoja proizvodnje, operacij, dobaviteljev in odnosa do potrošnikov, ki zahteva manj človeškega napora, manj prostora, kapitala in časa za izdelavo proizvodov z manj napakami, ki se prilagajajo potrošnikovim zahtevam.

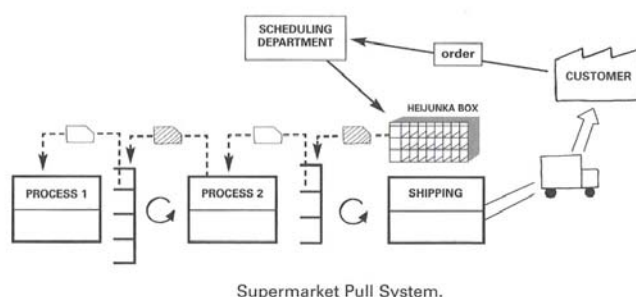
**Vitko razmišljanje (“*lean thinking*”)** – pet korakov skozi proces, ki sta ga predlagala Womack in Jones za vodenje skozi vitko transformacijo:

1. določitev vrednosti z vidika potrošnika,
2. prepoznavanje vseh korakov v vrednostnem toku z izničenjem, kjer je mogoče, tistih korakov, ki ne dodajo vrednosti,
3. povzročiti, da se koraki, ki dodajo vrednost, zgodijo v tesnem zaporedju, da bo proizvod potekal gladko proti potrošniku,
4. ob vpeljavi poteka, pustiti potrošnika, da povleče vrednost iz naslednje protitočne aktivnosti,
5. ko je vrednost določena, se vrednostni tok prepozna, koraki, ki ustvarjajo izgubo so odstranjeni, vpeljana sta potek in vleka. Proces se ponovno začne in nadaljuje, dokler ne pride do stanja popolnosti, pri katerem nastane popolna vrednost brez izgub.

**Vlečna proizvodnja (“*pull production*”)** je metoda proizvodne kontrole, pri kateri nižjeležeče aktivnosti signalizirajo svoje potrebe višjeležečim aktivnostim. Vlečna proizvodnja stremi k izničenju odvečne proizvodnje in je ena izmed treh glavnih komponent sistema JIT. Pri vlečni proizvodnji nižjeležeča operacija, ki je v istem ali drugem obratu, priskrbi višjeležeči operaciji informacijo s pomočjo kanbana; informacija se nanaša na potrebo po materialu, njegovi količini, kraju in času. Ničesar se ne proizvede v višjeležečih procesih, dokler nižjeležeči potrošni procesi ne dajo te zahteve.

**Vlečni supermarket sistem (“*supermarket pull system*”)** je najenostavnejši in najbolj razširjen tip vlečne proizvodnje. V tem sistemu ima vsak proces trgovino – supermarket, v katerem je shranjena določena količina vsakega proizvoda, ki je narejen v proizvodnji. Vsak

proces v proizvodnji preprosto naredi tisti izdelek katerega polizdelek je vzel iz supermarketa. Ko nižjeležeči proces vzame material iz supermarketa je kanban ali kakšen drug tip informacije poslan višjeležečemu procesu, ki s tem dobi sporočilo, da nadomesti polizdelek, ki je bil vzel iz supermarketa. Vsak proces je zadolžen za to, da se stvar, ki jo je nek drug proces vzel iz supermarketa, vrne v supermarket. Slabosti tega sistema so te, da mora proces voditi inventar vseh delov, ki jih proizvede proizvodnja, kar pa je težko izvedljivo, če je delov veliko. (slika A.9)



Slika A.9: Vlečni supermarket sistem (Lean lexicon str. 66)

**Vmesni proizvod (“*work-in-process*”)** so predmeti med procesnimi koraki znotraj obrata. V vitkih sistemih je standardiziran delovni proces minimalno število delov (vsebujoč enote in stroje), ki so potrebni za gladek potek procesa.

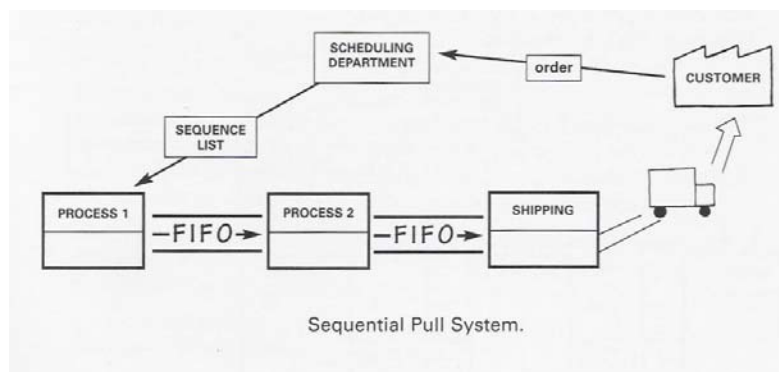
**Vrednost (“*value*”)** je naravna cena produkta kot ga ocenjuje uporabnik in se odraža v prodajni ceni in povpraševanju na trgu. V tipičnem proizvodstvu se vrednost ustvarja s kombinacijo aktivnosti. Nekatere aktivnosti proizvedejo vrednost z vidika uporabnika, nekatere pa so potrebne pri trenutni sestavi načrtov in proizvodnega procesa.

**Vrednostni tok (“*value stream*”)** sestavljajo vse aktivnosti, tako tiste, ki ustvarjajo vrednost, kot tiste, ki je ne ustvarjajo, in so potrebne za prenos proizvoda od koncepta do uresničitve ter od naročila do dostave.

**Zaporedni vlečni sistem (“*sequential pull system*”)** se lahko uporablja takrat, ko je v inventarju supermarketa veliko različnih delov. V zaporednem sistemu mora oddelek za razporejanje nalog določiti pravilna razmerja in količine proizvodov, ki se bodo proizvajali. To se naredi s postavitvijo kanbana, ki ga običajno postavimo na začetku izmene. Takšna proizvodna navodila, ki so pripravljena pogosto v obliki spiska, se pošljejo vsem višjeležečim procesom v vrednostnem toku. Vsak naslednji proces preprosto transformira zaporedoma tiste



izdelke, ki jih dobi od višjega procesa. Način “prvi noter – prvi ven” vsakega proizvoda se mora vseskozi vzdrževati. Zaporedni vlečni sistem ustvari pritisk za vzdrževanje kratkih in napovedljivih vodilnih časov. Za učinkovito delovanje sistema moramo dobro razumeti vzorec potrošnikovih naročil. Če so naročila težko napovedljiva, mora biti pretočni čas zelo kratek (manj kot pretočni čas naročil) ali pa moramo imeti na zalogi primerno količino dobrin. (slika A.10)



Slika A.10: Zaporedni vlečni sistem (Lean lexicon str. 67)

**Zavarovalne zaloge (“buffer stock”)** so dobrine, ki jih ponavadi zadržujemo na nižjeležečem koncu obrata ali procesa za zaščito potrošnika pred pomanjkanjem v primeru nenadnega povečanja povpraševanja, ki presega kratkoročno kapaciteto proizvodnje.

**Zmanjšanje postavitve (“set-up reduction”)** je proces, ki je potreben za spremembo procesa od zadnjega proizvoda do prvega naslednjega dobrega proizvoda. Zmanjševanje postavitve naj sledi naslednjim zaporednim korakom:

- 1) merjenje celotnega časa postavitve pri sedanjem stanju,
- 2) prepoznavanje zunanjih in notranjih elementov, ter pri tem merjenje posameznih časov,
- 3) preobrazba oz. sprememba kolikor se da notranjih elementov v zunanje,
- 4) zmanjšanje časa za zunanje elemente,
- 5) zmanjšanje časa za preostale notranje elemente,
- 6) standardiziranje novega postopka.

**Življenjski cikel izdelka (“product life cycle”)** je zaporedje faz, skozi katere gre vsak izdelek ali storitev na trgu v svoji življenjski dobi (uvajanje, rast, stabilnost, zasičenje, upadanje).





## **Priloga B: Anketna vprašanja z odgovori**

**Riko hiše d.o.o.**

### **VPRAŠALNIK**

---

#### **Splošno**

---

**1. Ali poznate termin Just in Time?**

Termin JIT poznajo, saj delujejo po tem principu.

**2. Ali so zaposleni vključeni pri projektih v proces odločanja?**

V proces odločanja nikoli niso vključeni vsi zaposleni, se pa njihove konstruktivne rešitve, pripombe in ideje glede montaže lahko upošteva.

**3. Ali uporabljate kakšno kontrolo kvalitete?**

V podjetju uporabljajo kontrolo kvalitete, imajo standarde kakovosti ISO 9000. Predvsem jim je pomembno, da njihovi izdelki zadoščajo slovenskim, predvsem pa standardom in kvaliteti tujih institucij.

**4. Kdo vse sodeluje pri izdelavi projektnih terminskih planov?**

Pri izdelavi terminskih planov sodelujejo investitor, podizvajalec in proizvajalec. Podjetje ima s podizvajalci dogovor, da jih obvestijo o terminu graditve vsaj mesec dni pred dejansko montažo. Glede montaže je olajševalna okoliščina samo vreme. Približno dva do tri mesece pred pričetkom gradnje poznajo približen termin, 14 dni pred dejansko gradnjo pa vedo točen termin.

**5. Ali med gradnjo sledite delovnim fazam in jih primerjate s planom?**

Med gradnjo se morajo dosledno držati terminskih planov, saj drugače ne gre, ker je to montažna gradnja in ni nič prepuščeno naključju. Terminski plani so vse do faze proizvodnje nezanesljivi, saj se lahko praktično do same gradnje spreminjajo. Ko pride do proizvodnje, se to le težko spreminja.

**6. Ali zbirate podatke o projektih, ki ste jih že izvedli?**

Podatke o izvedenih projektih zbirajo in analizirajo, saj se po vsaki končani gradnji pogovorijo z vodjo montaže o morebitnih nastalih problemih in možnih rešitvah. Tako dobljene podatke analizirajo in morebitne izboljšave uporabijo na ostalih projektih, te izboljšave so predvsem iz naslova montaže in veznih sredstev.

#### **FAZE IZDELAVE PROJEKTA**

1. idejni projekt (dva tlorisa in štirje pogledi),
2. če je stranka zadovoljna, se idejni projekt razdela bolj detajlno. Naredijo se načrti in izbira materialov in konstrukcijskih detajlov (okna, vrata, stavbno pohištvo, izolacija, fasada itd.),
3. po zadostitvi zakonskih pogojev (gradbeno dovoljenje itd.) se podpiše pogodba,

4. faza usklajevanja idej in zadnjih zahtev investitorja,
5. naročanje materiala,
6. proizvodnja objekta,
7. montaža objekta,
8. tehnični pregled in prevzem objekta.

Od 6. faze naprej se projekt zelo težko spremeni zahtevam investitorja, saj to potegne za seboj ogromne stroške, če pa pride do tega, se vsaka sprememba plača takoj.

## **Montaža**

---

### **1. Ali imate za montažo svoje stroje (dvigala), transportna sredstva za transport izdelkov na gradbišče?**

Transport za podjetje vrši kooperantsko podjetje, ki je zelo zanesljivo. Imajo stalnega kooperanta, saj potrebujejo za transport svojih montažnih delov posebne, specifične tovornjake, ki dosega višino 3,8 metra. Sedež tega podjetja je v bližini njihove proizvodnje.

### **2. Katere aktivnosti sestavljajo montažo?**

Aktivnosti, ki sestavljajo montažo:

1. postavitve temeljne plošče in njeno niveliranje,
2. pregled gradbišča in okolice, ter določitev smeri postavljanja objekta,
3. pozicioniranje avtodvigala,
4. priprava vrstnega reda montaže konstrukcije v proizvodnji in postavitve montažnih delov na kamion v obratnem vrstnem redu postavljanja,
5. postavljanje oz. montaža objekta na gradbišču.

Podjetje ima standardizirane montažne postopke, katerih se držijo, saj je dejansko vse pripravljeno že v proizvodnji.

### **3. Ali se montaže lotite postopoma?**

Montaže se lotijo postopoma, po načrtu montaže. Načrt montaže je odvisen od položaja objekta na gradbišču.

### **4. Ali izdelujete svoje izdelke na zalogo?**

Izdelkov ne izdelujejo na zalogo, saj so vsi izdelki dejansko unikatni.

### **5. Kje skladiščite svoje izdelke?**

Skladiščijo samo manjše količine lesa in nekaj izolativnega materiala. Drugače pa vse stvari naročajo šele, ko je podpisana pogodba za določen objekt. Končne izdelke ne skladiščijo, razen ob neugodnih vremenskih razmerah.

## 6. Izdelki

Izdelke pripeljejo na gradbišče postopoma, kolikor jih lahko sestavijo v enem dnevu.

## Dobavitelji (materiala v proizvodnjo)

---

### 1. Ali imate stalne (iste) dobavitelje surovin?

Dobavitelje surovin imajo več ali manj stalne, vendar pa se obnašajo tržno in na trgu iščejo najkvalitetnejše surovine za zmerno ceno. Surovine so odvisne od investitorja, saj se ravnavo tako, da ponujajo vse, kar je na trgu in vgradijo, vse kar si zamisli investitor.

### 2. Ali z njimi sodelujete pri razvoju materialov, razvoju tehnologij?

Pri razvoju materiala in tehnologij ne sodelujejo z dobavitelji, saj so tržno usmerjeni in uporabljajo izdelke, ki so na trgu. Seveda pa uporabljajo preverjene in inovativne materiale in tehnologije.

### 3. Ali dobavitelje vključujete kot člen v projektu?

Dobaviteljev direktno ne vključujejo v projekte, vendar so pomemben člen pri projektu in dobavi. Materiale jim dobavljajo redno, po principu minimalnih zalog.

## Izvajalci

---

### 1. Ali sami izvajate montažo?

Montažo v Sloveniji izvajajo sami, v tujini imajo svoje podizvajalce, to so partnerska podjetja, ki skrbijo za montažo in prodajo njihovih izdelkov v tujini.

### 2. Ali je s strani izvajalcev povpraševanje po dostavi JIT?

S strani podizvajalcev obstaja povpraševanje po dostavi JIT. Če pa tega povpraševanja ne bi bilo, je podjetje usmerjeno tako, da takoj, ko je v proizvodnji vse pripravljeno, se izdelki odpremijo na gradbišče, tako da izvajalci dobijo izdelke JIT.

### 3. Izurjenost delovne sile?

Delovna sila je izurjena, vendar z izvajalci sodelujejo na vsaj treh montažah (predvsem v tujini).

### 4. Kako je z montažo na tujih trgih?

Na tujih trgih jim montirajo kooperantska podjetja, ki za njih tudi prodajajo njihove izdelke.

### 5. Kako poteka transport v tujino, ali imate svoja transportna sredstva?

Transport v tujino jim vrši kooperantsko podjetje.

---

## **Proizvodnja**

---

### **1. Ali stremite k izničenju izgub?**

Cilj vsakega podjetja je čim manj izgub, tako da tudi oni stremijo k temu. Material naročajo za vsak projekt posebej praktično na mero, da je čim manj odpadka.

### **2. Ali stremite k čim krajšemu času proizvodnje?**

Seveda stremijo k čim krajšemu času proizvodnje, ker delajo projekt za projektom, tako da mora biti projekt končan v čim krajšem času. V proizvodnji imajo napisan razpored projektov – terminski plan.

### **3. Kako reagirate ob spremembi naročil sredi proizvodnega procesa?**

Pri spremembi naročil ima vse svojo ceno, torej sredi proizvodnega procesa lahko pride do manjših sprememb, ki se plačajo takoj. Pri velikih spremembah pa to lahko zelo vpliva na povečanje cene in podaljšanje roka, saj se lahko spremeni statika objekta. Vse to za seboj potegne ogromne stroške in podaljša rok dobave in izdelave.

### **4. Ali imate proizvodnjo samo v Sloveniji?**

Cilj proizvodnje je, da bi imeli v Sloveniji proizvodnjo samo tehnično zahtevnih objektov, razvoj, prodajo, kontrolo in nadzor, v tujini pa proizvodnjo ostalih objektov.

## **Trimo Trebnje d.d.**

### **VPRAŠALNIK**

---

#### **Splošno**

---

**1. Ali poznate termin Just in Time?**

Termin JIT poznajo in delujejo na tak način.

**2. Ali so zaposleni vključeni v proces odločanja? – pri projektih**

Struktura odločanja je jasno postavljena, to je projektant – vodja gradbišča – vodja projekta. Glavna sta komercialist in projektant, ki se odločita, kako bosta projekt glede na sprejeto ponudbo izpeljala. Projektantu z idejami in nasveti pomagata vodja gradbišča in vodja projekta, ki mu svetujeta, kje bo dostop do mehanizacije, kje bo pozicionirano dvigalo in od kje se bo začela postavljati konstrukcija.

V procesu odločanja do izvedbene faze sta predvsem komercialist in projektant.

**3. Ali stremite k izničenju izgub (odvečni material, nedelavnost delavcev)?**

Stemijo k izničenju izgub, saj če se da, vse stvari naročajo in izdelujejo na mero, tako da je čim manj odpadkov. Drugače pa odpadke, če se le da, reciklirajo.

**4. Ali uporabljate kakšno kontrolo kvalitete?**

Uporabljajo več kontrol kvalitete, od TQM, PKI, CSI in CRM. Dosegli so tudi standarde ISO 9001 in ISO 14001.

**5. Ali stremite k čim krajšemu času proizvodnje?**

Podjetje stremi k čim krajšemu času proizvodnje, so fleksibilni in prilagodljivi naročniku. Gledajo na to, da imajo stalno zasedeno proizvodno linijo, saj jim drugače linija ne prinaša dodatne vrednosti, ampak samo izgubo.

**6. Kako reagirate na spremenljive okoliščine – spremembe naročil?**

Izdelkov ne delajo na zalogo, ker ne vidijo smisla, kajti projekt je živa stvar. Delajo po projektu in po točno določenem terminskem planu. Objekt razdelijo na več faz, ki jih tudi terminirajo.

**7. Kdo vse sodeluje pri izdelavi projektnih terminskih planov?**

Pri projektiranju terminskih planov sodelujejo vodja projekta, vodja gradbišča in odgovorni projektant.

**8. Ali med gradnjo sledite delovnim fazam in jih primerjate z planom?**

Med gradnjo se, kolikor se da, držijo terminskega plana, saj so faze terminirane s planom.

**9. Ali zbirate podatke o izvedenem projektu?**

O izvedenem projektu zbirajo podatke, saj mora vodja projekta, gradbišča ali vodja montažne skupine (to je tisti ki je na posameznem objektu glavni) izpolniti vprašalnik, ki podjetju pokaže, kje na objektu so se

problemi pojavili. Le-te je potrebno podrobno analizirati in poiskati rešitve ter dodatno te rešitve pojasniti na izobraževanjih, ki jih podjetje organizira za svoje izvajalce enkrat na leto.

Novostim, spremembam se prilagajajo tako, da zbirajo podatke in jih podrobno analizirajo.

---

## Montaža

---

### 1. Ali imate za montažo svoje stroje (dvigala), transportna sredstva za transport izdelkov na gradbišče?

Imajo oddelek za logistiko, ki se ukvarja z organizacijo transporta in samim transportom, torej z naročanjem in koordinacijo transporta. Svojih transportnih sredstev nimajo, poslužujejo se kooperantov. Izbirajo na podlagi najugodnejšega ponudnika storitev ter seveda ponudnika z ustrežno opremo. Tudi dvigal nimajo svojih. Glede gradbiščenega transporta pa imajo svoje dvižne ploščadi in košare ter en kamion s HIAB-om. Za montažo prijemal imajo svojo opremo.

### 2. Katere aktivnosti sestavljajo montažo?

Ko je podpisana pogodba, se odpre komercialni delovni nalog (KDN), na njegovi osnovi se imenuje vodja gradbišča, ki je dolžan pregledati projektno dokumentacijo, jo uskladiti in se s tehnologom trga dogovoriti, kdaj potrebuje določen del materiala na gradbišču. Se pravi, da predvideva, oziroma ve za teden dni vnaprej, katere stvari bo potreboval naslednji teden. Tehnolog trga poskrbi, da je vse šlo pravi čas v proizvodnjo, da je material pravočasno odpremljen in da je pravočasno na gradbišču. Na gradbišču imajo lastne ekipe ali kooperante pod nadzorom vodje gradbišča. Trimo dnevno spremlja to izvajanje, vodja gradbišča dnevno poroča v projektno pisarno podatke, koliko je bilo tisti dan zmontirano, koliko ur je bilo porabljenih, koliko ljudi je delalo, iz tega dobijo neke normative, ki jih primerjajo z njihovimi normativi. Na podlagi normativov spremljajo, kako se projekt premika. Vodja gradbišča določi pred pričetkom del nek terminski plan (za to fazo toliko in toliko dni) in je dolžan spremljati in ukrepati in pravočasno reagirati, če prihaja do odstopanj (pospeši ali poveča ekipo, dodatno mehanizacijo), njegova skrb je, da izvede projekt v terminu oziroma po možnosti še celo prej. Ker vemo, da prej ko zaključiš, manjši so stroški. Vodja gradbišča mesečno izstavlja situacije, do pogodbenega roka obračuna mesečno realizacijo in poskrbi, da je izstavljen situacija potrjena s strani nadzora. Nato finančna služba začne finančne postopke. Na koncu projekta naredi primopredajni zapisnik, končni obračun, atestne dokumentacije (jekla, panelov), izjave in udeležitev tehničnega pregleda.

### 3. Ali se montaže lotite postopoma (ali začnete montirati na večih koncih objekta naenkrat)?

To je stvar vodje gradbišča, stremijo k temu, da sočasno izvajajo več stvari naenkrat. Se pravi nekje pripravijo jekleno konstrukcijo, pripravijo podkonstrukcijo, medtem delo na drugem delu objekta napreduje, zadaj že druga ekipa začne z zapiranjem strehe in fasade. Stremijo k temu, da istočasno peljejo več dejavnosti naenkrat, saj s tem skrajšujejo proces izvedbe in tako znižajo stroške. Stremijo k tem, da so čim hitrejši z določeno kvaliteto, kvaliteta glede hitrosti ne trpi. Prva je kvaliteta, nato rok, in vse ostalo, to je

osnova za to, da se kupec obrne na njih. Njihova vizija je postati vodilni na področju jeklenih konstrukcij v Evropi, k temu stremijo, saj skrajšujejo procese, spoštujejo roke, to je njihovo vodilo, biti najboljši.

#### 4. Ali izdelujete svoje izdelke na zalogo? Katere?

Svojih izdelkov ne izdelujejo na zalogo, saj se njihovi izdelki izdelujejo izključno samo po naročilu. Na zalogi imajo samo manjšo količino polizdelkov, kot sta volna in pločevina (predvsem gre tu za zavarovalne zaloge).

#### 5. Kje skladiščite svoje izdelke?

Izdelkov ne skladiščijo, saj jih takoj po končani proizvodnji prepeljejo na gradbišče. Možni so samo kratki skladiščni časi, to je ob primerih nepripravljenosti gradbišča. Na gradbišču ponavadi ne skladiščijo, saj lahko pride pri pretovarjanju in skladiščenju do poškodb izdelkov, povečana je možnost kraje.

#### 6. Izdelki

Izdelke na gradbišče pripeljejo po principu JIT, to je takrat, ko so potrebni, ponavadi je to skoraj takoj iz proizvodnje.

#### 7. Zaščita montažne konstrukcije

Montažne konstrukcije zaščitijo takoj po proizvodnji, ko po izdelavi na jekleni konstrukciji naredijo temeljni nanos. Če je po temeljnem nanosu potreben še kakšen zaščitni sloj, se ta nanese na gradbišču. Barvanje na gradbišču gre ponovno preko kooperantov, po principu ponudba – cena – rok.

#### 8. Kako potekajo faze montažne gradnje (montaža vaših konstrukcij)?

Faze montažne gradnje potekajo po naslednjem razporedu:

1. pridobitev posla,
2. faza proizvodnje,
3. faza transporta izdelkov na gradbišče,
4. faza pozicioniranja gradbiščne mehanizacije (pozicioniranje dvigal) in ureditev gradbišča,
5. faza montaže jeklene konstrukcije,
6. faza montaže podkonstrukcije,
7. faza montaže fasadnih panelov,
8. faza montaže strešnih panelov,
9. tehnični pregled opravljene montaže.

---

### **Dobavitelji (materiala v proizvodnjo)**

---

#### 1. Ali imate stalne (iste) dobavitelje?

Dobavitelje imajo stalne, s katerimi sodelujejo že v sami fazi izdelave. Imajo stalne dobavitelje za stekleno in kameno volno, jeklo in pločevino. Pogodbe z dobavitelji letno obnavljajo. Na podlagi pogodb poteka naročanje in odpoklic materiala.



**2. Ali z njimi sodelujete pri razvoju materialov, tehnologiji?**

Z nekaterimi dobavitelji sodelujejo pri razvoju materiala in pri razvoju novih tehnologij.

**3. Ali dobavitelje vključujete kot člen v projektu**

Vključujejo jih kot pomemben člen v projektu, saj se zavedajo rizika dostave in pravočasnosti dostave materiala ter kvalitete materiala. Z dostavo je povezana še izdelava, dobava izdelkov in pričetek del na gradbišču. Tako se zavedajo, da je potrebno imeti dober odnos z dobavitelji, da lahko pravočasno ponudiš uporabniku (potrošniku) tisto, kar želi.

Pri posebnih potrebah se zavedajo daljših dobavnih rokov, katere tudi upoštevajo in na njih opozorijo naročnika, glede daljšega roka dobave.

---

## **Izvajalci**

---

**1. Ali sami izvajate montažo (kako je s tem v tujini)?**

Nekaj montaže izvajajo z lastnimi montažnimi ekipami, ostalo so licencirani pooblaščen izvajalci. Izvajalce kategorizirajo na: izvajalce za jeklo, izvajalce za jekleno konstrukcijo, izvajalce za strehe in izvajalce za fasade.

Imajo svoj oddelek montaže, s tremi montažerskimi ekipami. Vse ostalo so kooperantska podjetja, tako doma kot v tujini. V tujini zelo malo delujejo z lastnimi ekipami (zaradi cene). S svojimi ekipami v tujini sodelujejo samo pri pomembnih in zahtevnih objektih in tam, kjer se pojavi nov potencialni tehnološki in prodajni trg. V tujini delujejo kooperantske ekipe, samo nadzor nad montažo je iz Trima. Če pa v tujino samo prodajo panele po določenih specifikacijah oziroma zahtevah naročnika, pa ponavadi nimajo nadzora. Izdelujejo tudi projekte, kjer imajo v rokah vse od inženiringa, vodje gradbišča, delavcev, ter kontrole.

**2. Kako se spopadate z dobavami materiala na tujih trgih?**

Vse dobave polizdelkov dobavljajo iz Slovenije. V Sloveniji tudi vse izdelajo in transportirajo na tuji trg.

**3. Kako vršite transport na tuje trge?**

Dobava in transport na tuje trge poteka preko sektorja odpreme, kjer se organizira tip transporta (ladijski, cestni, vlakovni) v skladu s termini in pogodbenimi obveznostmi. Stremijo k temu, da izdelki pridejo na gradbišče ob pravem času, t.j. JIT.

**4. Ali je s strani izvajalcev povpraševanje po dostavi JIT?**

S strani izvajalcev in podizvajalcev obstaja povpraševanje po dostavi JIT. Seveda pa podjetje garantira nepoškodovanost izdelkov med transportom, zato se neradi odločajo za predčasno dostavo, pri kateri bi morali svoje izdelke skladiščiti.

**5. Izurjenost delovne sile?**

Podjetje svoje kadre izobražuje na letni ravni. Enkrat letno pripravi tudi seminarje za vsa kooperantska podjetja, kjer jim pokaže napake, ki so se zgodile pri montaži skozi leto in jim tudi pokaže ustrezne rešitve pri najpogostejših problemih pri montiranju njihovih izdelkov.