

Závěrečná prezentace

Ing. Leo Tvrdoň

Ing. Petr Jalůvka

DYNAMIC FUTURE s.r.o.

**Ověření navržené technologie a plánovaného výkonu
lisovny**

Siemens Elektromotory s.r.o. Závod Mohelnice

- Cílem projektu bylo ověření propustnosti výroby provozu lisovny podle navržené technologie za pomoci dynamického modelu.

- Součástí projektu bylo :
 - Prověření výkonu lisovny pro 2 požadované varianty počtu vyrobených motorů za rok
 - Frekvence obsluhy a potřebných kapacit jednotlivých uzlů
 - Stanovení počtu obslužných prostředků a jejich obsluhy

1. Sběr dat a parametrizace výrobních toků a technologií, identifikace toků jednotlivých výrobků a jejich parametrizace
2. Stavba výchozího dynamického modelu lisovny a jeho validace se zadavatelem
3. Prověření všech navržených variant pomocí dynamického modelu a zpracování návrhů na odstranění nalezených nedostatků

- plán lisovny
- schéma lisovny s materiálovými toky
- označení a popis jednotlivých pracovišť
- popis vstupních a výstupních míst na lisovně
- toky výrobků
- technická data výrobních zařízení
- struktura výroby pro x ks motorů / rok
- přehled výrobků
- počty jednotlivých výrobků na paletách
- pohyb materiálu na lisovně
- směnové výkony pro jednotlivá pracoviště, časy seřízení
- popis skladových ploch
- schéma pohybu prázdných palet
- výkres regálů, technická data zakladačů
- rychlosti pojezdu, nakládky a vykládky vysokozdvížných vozíků a délky tras

- Zahrnutý výrobní uzly:
 - Lisy
 - Rovnání
 - Odlev rotorů
 - Svazkování statorů
 - Regálové sklady
 - Vysokozdvížné vozíky, zakladače

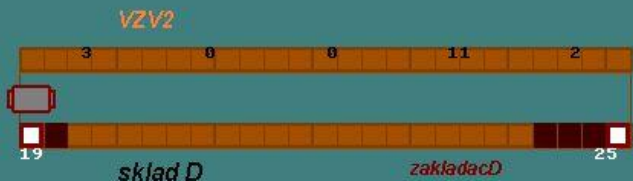
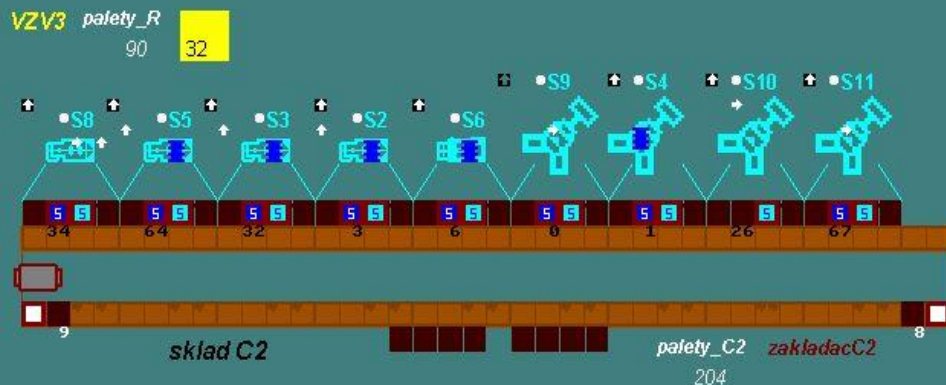
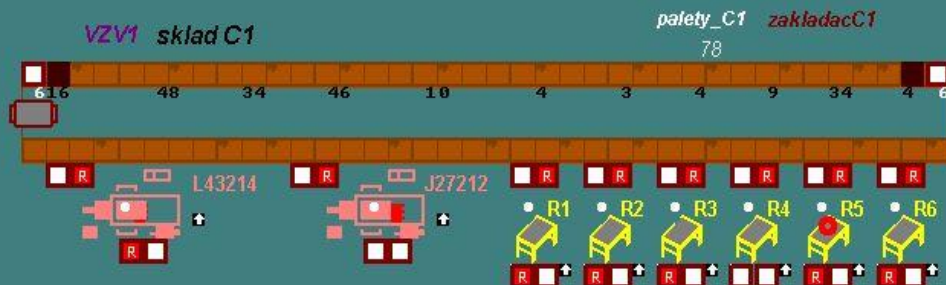
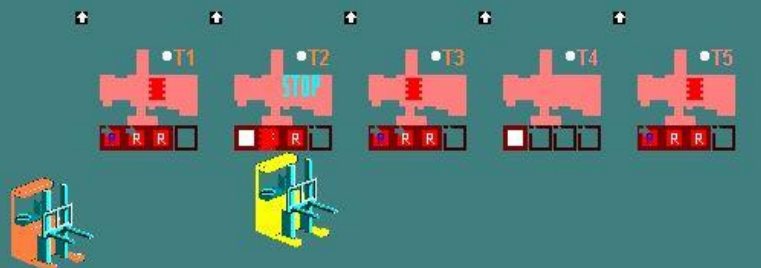
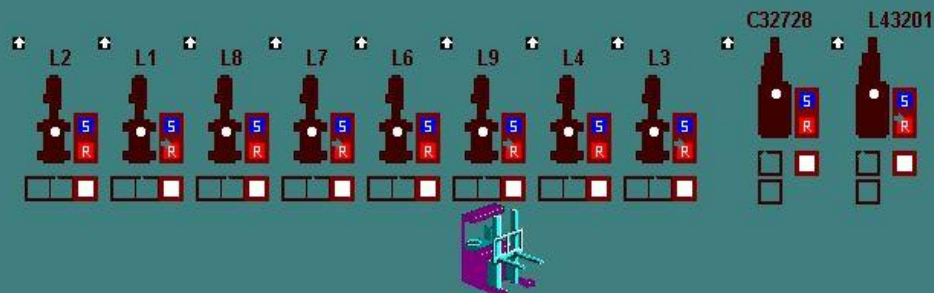
- Simulační období – 10 týdnů

- Stanoveny výrobní dávky podle požadovaného výkonu lisovny

- Výstupy z modelu:
 - Počet výrobků
 - Využití strojů, vysokozdvížných vozíků, regálových zakladačů
 - Naplněnost regálů
 - Plynulost výroby a nalezení úzkých míst

LISOVNA - Siemens s.r.o. Mohelnice

odlev	rovnani	svazkovani	lisy
T1 071-6S	R1 063-4N	S8 063-4N	L2 071-6
T2 160-8L	R2 080-4S	S5 071-4S	L1 080-2
T3 080-4S	R3 090-4L	S3 080-4S	L8 090-2
T4 090-6S	R4 100-4L	S2 090-4L	L7
T5 090-2L	R5 132-2S	S6 100-2S	L6
T6 132-4L	R6 160-2L	S9 112-4S	L9 132-2
T7 100-4L		S4 132-2L	L4 112-2
T8 112-6L		S10	L3
T9 132-6N		S11 160-8L	C32728 100-4
T10 071-4S			L43201 160-8
L43214 160-4N			
J27212 112-4S			



V průběhu třetí fáze projektu byla provedena simulace sedmi variant, pro prověření propustnosti provozu lisovny.

Pro lisy jsou typy, které vyrábějí stejné pro všechny varianty

L2	L1	L8	L9	L4	C32728	L43201
1LA7 063-2	1LA7 080-2	1LA7 090-2	1LA7 132-2	1LA7 112-2	1LA7 100-2	1LA7 160-2
1LA7 063-4	1LA7 080-4	1LA7 090-4	1LA7 132-8	1LA7 112-4	1LA7 100-4	1LA7 160-8
1LA7 071-2	1LA7 080-6	1LA7 090-6		1LA7 112-6	1LA7 100-6	
1LA7 071-4		1LA7 090-8		1LA7 112-8	1LA7 100-8	
1LA7 071-6						

varianta 1 – podle dat od zadavatele byly jednotlivým strojům určeny typy výrobků, které budou zpracovávat; v této variantě pracují jenom „hlavní“ stroje, tzn. stroje, které jsou určeny jako nosné pro daný typ

Rovnění

R1	R2	R3	R4
1 LA 063-2	1 LA 080-2	1 LA 090-2	1 LA 100-2
1 LA 063-4	1 LA 080-4	1 LA 090-4	1 LA 100-4
1 LA 071-2	1 LA 080-6	1 LA 090-6	1 LA 100-6
1 LA 071-4		1 LA 090-8	1 LA 100-8
1 LA 71-6			1 LA 112-2
			1 LA 112-4
			1 LA 112-6
			1 LA 112-8

Lití rotorů

T1	T2	T5	T7	T8	L43214
1LA7 063-2	1LA7 080-2	1LA7 090-2	1LA7 100-2	1LA7 112-2	1LA7 132-2
1LA7 063-4	1LA7 080-4	1LA7 090-4	1LA7 100-4	1LA7 112-4	1LA7 132-4
1LA7 071-2	1LA7 080-6	1LA7 090-6	1LA7 100-6	1LA7 112-6	1LA7 132-6
1LA7 071-4		1LA7 090-8	1LA7 100-8	1LA7 112-8	1LA7 132-8
1LA7 071-6					1LA7 160-2
					1LA7 160-4
					1LA7 160-6
					1LA7 160-8

Svazkování statorů

S8	S5	S3	S2	S6	S9	S4	S11
1 LA 063-2	1 LA 071-2	1 LA 080-2	1 LA 090-2	1 LA 100-2	1 LA 112-2	1 LA 132-2	1 LA 160-2
1 LA 063-4	1 LA 071-4	1 LA 080-4	1 LA 090-4	1 LA 100-4	1 LA 112-4	1 LA 132-4	1 LA 160-4
	1 LA 071-6	1 LA 080-6	1 LA 090-6	1 LA 100-6	1 LA 112-6	1 LA 132-6	1 LA 160-6
			1 LA 090-8	1 LA 100-8	1 LA 112-8	1 LA 132-8	1 LA 160-8

- **varianta 2** – výrobky „132“ jsou rovnány na pracovišti R5 a odlévány na T9;

- **varianta 3** – výrobky 132-2,6,8 jsou odlévány na pracovišti T9, výrobky 132-4 na T6;

- **varianta 4** – typy 080 jsou přesunuty z licího stroje T2 na T3,
tím se uvolnil licí stroj T2 pro typy 160-8, které jsou rovnány na stanovišti R6;

- **varianta 5** – výrobky 090-6,8 se odlévají na pracovišti T3;

Graf 1 ... naplněnost skladů C1 a C2 – varianta 1 - 5

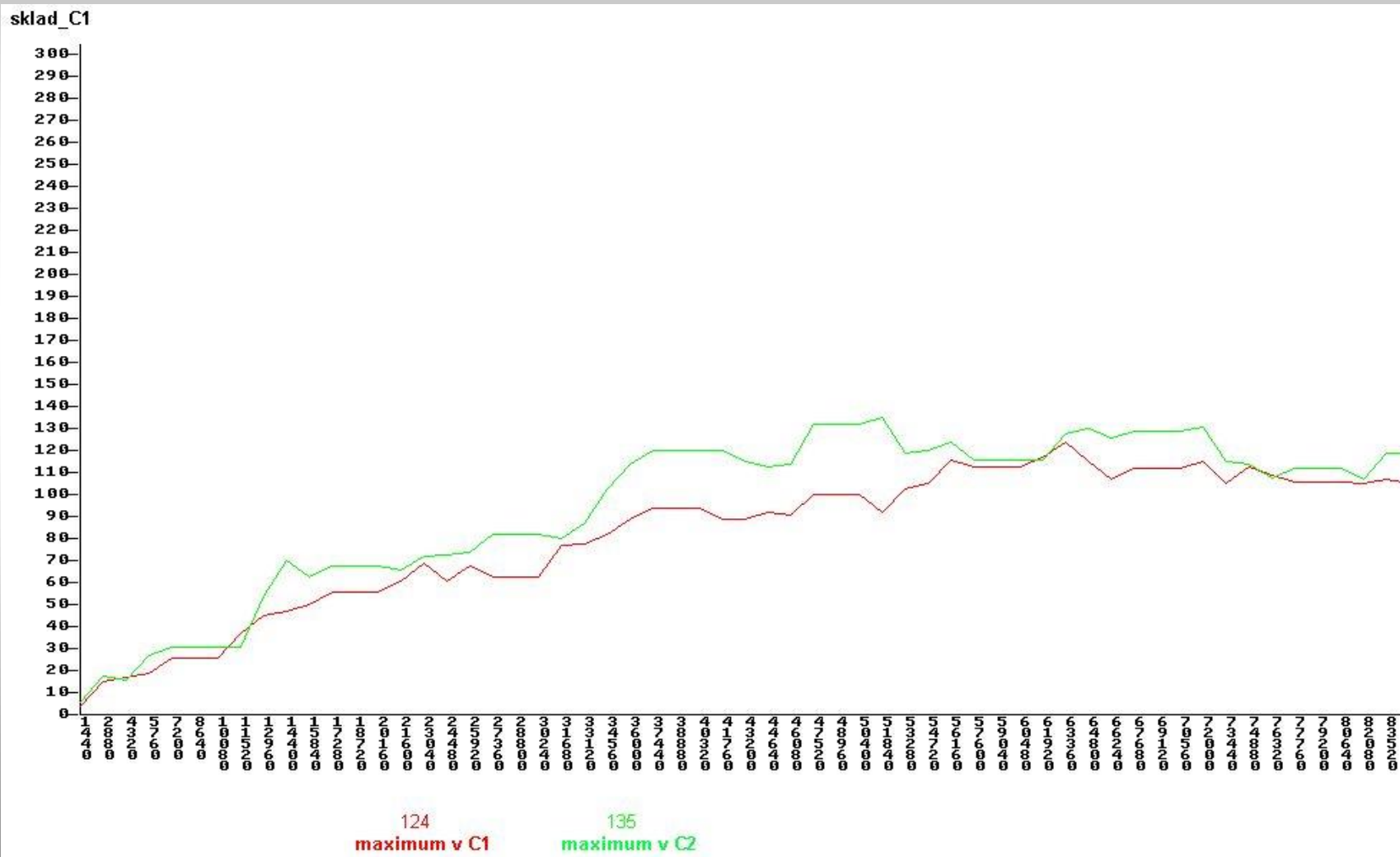


Výroba po jednotlivých týdnech :

týden	celkem		za týden	
	rotory	statory	rotory	statory
1	22 097	28 119	22 097	28 119
2	49 965	58 785	27 867	30 666
3	76 625	87 220	26 660	28 435
4	102 924	115 563	26 299	28 343
5	129 546	146 772	26 622	31 209
6	156 158	179 398	26 612	32 626
7	183 174	207 606	27 016	28 208
8	210 800	240 053	27 626	32 447
9	238 608	265 939	26 808	25 886
10	264 340	299 360	26 612	33 421

- při průměrné výrobě 26.915 rotorů / týden vychází celková výroba za rok **1.399.622**
- při průměrné výrobě 30.137 statorů / týden vychází celková výroba za rok **1.567.170**

Naplněnost skladů C1 a C2 :



Využití jednotlivých strojů je bráno v době pracovní činnosti (lisy 440 min. / směnu, ostatní stroje 450 min. / směnu)

Lisy

	využit (%)	seřízení (%)
L2	91,65	8,35
L1	88,91	11,09
L8	85,47	14,53
L7		
L6		
L9	88,14	11,86
L4	85,85	14,15
L3		
C32728	87	13
L43201	83,43	16,57

Rovnění

	využit (%)
R1	34,25
R2	45,68
R3	46,21
R4	48,57
R5	41,65
R6	8,68

Lití rotorů

	využit (%)	seřízení (%)
T1	84,5	1,59
T2	33,99	6,14
T3	94,92	4,08
T4	28,83	1,68
T5	89,9	2,24
T6	72,85	5,08
T7	88,27	6,48
T8	23,15	0,97
T9	89,64	7,79
T10		
L43214	96,47	3,18
J27212	53,46	2,24

Svazkování statorů

	využit (%)	seřízení (%)
S8	8,18	0,91
S5	46,63	8,2
S3	65,31	10,57
S2	70,48	12,03
S6	67,25	9,93
S9	74,04	13,21
S4	63,25	35,35
S10		
S11	43,34	38,86

Využití vysokozdvížných vozíků a zakladačů :

	Jízda (%)	Práce (%)	Celkem (%)
VZV 1	10,24	10,56	20,80
VZV 2	4,22	3,81	8,03
VZV 3	6,63	4,75	11,38
z C1	10,99	3,33	14,32
z C2	32,43	10,79	43,22
z D	7,45	2,5	9,95

Počet vykonaných operací :

10 týdnů	1 směna
9 164	96
3 746	42
5 676	67
8 289	83
24 398	244
7 484	75

Výroba po jednotlivých týdnech :

týden	celkem		za týden	
	rotory	statory	rotory	statory
1	25 726	32 183	25 726	32 183
2	55 277	75 209	29 551	43 026
3	90 640	112 151	35 363	36 942
4	124 242	148 608	33 602	36 457
5	159 308	183 881	35 066	35 273
6	191 083	219 149	31 775	35 268
7	222 940	255 252	31 857	36 103
8	256 017	290 948	33 077	35 696
9	289 349	327 900	33 332	36 952
10	323 154	364 289	33 805	36 389

- při průměrné výrobě 33.047 ks rotorů / týden vychází celková výroba za rok **1.718.472**
- při průměrné výrobě 36.900 ks statorů / týden vychází celková výroba za rok **1.918.834**

Využití jednotlivých strojů je bráno v době pracovní činnosti (lisy 440 min. / směnu, ostatní stroje 450 min. / směnu)

Lisy

	využit (%)	seřízení (%)
L2	91,85	8,15
L1	89,01	10,99
L8	85,46	14,54
L7		
L6		
L9	88,30	11,70
L4	86,01	13,99
L3		
C32728	87,24	12,76
L43201	83,57	16,43

Rovnění

	využit (%)
R1	66,31
R2	59,64
R3	39,10
R4	49,75
R5	41,85
R6	23,02

Lití rotorů

	využit (%)	seřízení (%)
T1	64,57	1,82
T2	88,62	6,51
T3	94,17	4,25
T4	33,10	1,70
T5	82,74	2,43
T6	73,4	5,11
T7	86,12	2,57
T8	30,18	5,75
T9	89,78	7,83
T10	97,12	1,39
L43214	67,81	4,16
J27212	73,37	1,10

Svazkování statorů

	využit (%)	seřízení (%)
S8	11,19	0,67
S5	95,11	4,53
S3	85,22	9,64
S2	59,73	6,44
S6	67,35	4,04
S9	85,29	11,69
S4	63,54	20,27
S10		
S11	38,52	15,78

Využití vysokozdvížných vozíků a zakladačů :

	Jízda (%)	Práce (%)	Celkem (%)
VZV 1	10,71	10,92	21,63
VZV 2	4,63	4,32	8,95
VZV 3	7,79	5,7	13,49
z C1	12,16	4,33	16,49
z C2	33,63	11,22	44,85
z D	8,34	3,03	11,37

Počet vykonaných operací :

10 týdnů	1 směna
9 562	96
4 106	42
6 644	67
9 118	92
25 226	253
8 180	82

- Pomocí dynamického modelu jsme zjistili, že navrhované řešení provozu lisovny je průchodné pro výrobu x ks výrobků / rok.
- Velmi úzkým místem celého provozu je kapacita skladu C1, kde se ukládají palety s rotorovými plechy a s narovnanými rotorovými plechy a úsek lití rotorů.
- Simulace byla provedena s použitím tří vysokozdvížných vozíků. Ze statistik vyplývá to, že při jejich využití – $VZV 2 = 8,03 \%$ a $VZV 3 = 11,38 \%$, je možné nasazení jenom dvou vysokozdvížných vozíků.
- Provoz je průchodný i pro plánovanou kapacitu o 30% ks výrobků / rok vyšší.
V simulované variantě M nebylo sice této hodnoty u rotorů dosaženo , ale vzhledem ke statistice výroby satorů je zřejmé, že lisy vyrobí dostatečné množství plechů i pro tuto variantu (počet plechů na výrobu rotoru i satoru je stejný). Při této variantě je úzkým místem uzel lití rotorů. Zvýšení výroby rotorů je možné dosáhnout dobrou koordinací přísunu materiálu k licím strojům, což je zřejmé ze statistik využití pracovišť u uzlu rovnání a lití, kde zbývá volná kapacita a dá se využít univerzálnosti strojů pro lití několika typů výrobků. Pro pokrytí zvýšené poptávky některých typů výrobků je možné, v době nevyužití příslušného licího stroje, vyrobit pojistnou zásobu hotových rotorů a tu uskladnit ve skladu D.
- U všech variant bylo použito 7 lisů, v záloze zůstávají 3 lisy, které je možné použít v případě poruch, nebo náhlého nárůstu výroby a nutnosti lisovat další dávky plechů.
U uzlu odlevu rotorů bylo použito jedenáct strojů z dvanácti (u varianty M bylo použito všech dvanáct licích strojů), ale při vhodném řízení výroby je možné využít univerzálnosti strojů pro různé typy a rozložit výrobu tak, aby zůstávaly 1 až 2 volné pro případ poruch, nebo nárůstu výroby.
U uzlu svazkování satorů zůstává nevyužitý jeden stroj.

- **Vysokozdvížené vozíky** : pro provoz lisovny jsou dostačující 2 vysokozdvížené vozíky, kdy VZV 1 obsluhuje lisy (odvoz plných palet s rotorovými plechy do skladu C1, odvoz plných palet se satorovými plechy do skladu C2, přivážení prázdných palet k lisům) a VZV 2 provádí obsluhu zbývajících výrobních uzlů – rovnání a odlev rotorů.
- **Vyskladňovací místa** : na levé straně skladu C1 doporučujeme přidat 2 místa pro vyskladnění, která by sloužila pro vyskladňování a zaskladňování palet s narovnanými rotorovými plechy. V průběhu simulace bylo znatelné, že navrhovaná 2 vyskladňovací místa nestačí, když dojde k situaci, kdy je potřeba současně zaskladnit paletu s rotorovými plechy od lisů a vyskladnit, nebo zaskladnit paletu s narovnanými rotorovými plechy. V tomto případě dochází ke zdržení jednoho z vysokozdvížených vozíků, což by se přidáním 2 míst úplně odstranilo.
- **Sklad C1** : sklad C1 je nejužším místem celého provozu. Je nutné řídit výrobu tak, aby nedocházelo k jeho nadměrnému zaplnění, což v praxi znamená, že od lisů musí přicházet takový počet rotorových plechů, který je zpracovatelný v následných operacích (rovnání, odlev rotorů) s rezervou pro nečekaný nárůst výroby daného typu a také pro pokrytí zmetkovitosti. Doporučujeme jednu paletu pro každý vyráběný typ. Dalším opatřením by mělo být řízení operace rovnání rotorových plechů. Měla by platit stejná pravidla jako u lisování, protože tato operace je, v porovnání s ostatními rychlejší a tím dochází také k rychlejšímu zaplňování skladu plnými paletami s narovnanými rotorovými plechy.

- **Pohyb prázdných palet :** v navrhovaném řešení se počítá s uzavřenými oběhy prázdných palet pro lisy, rovnání a lití. Během simulace se prokázalo, že to je v praxi nemožné z důvodu různých operačních časů na jednotlivých výrobních uzlech. V průběhu simulace deseti týdnů bylo nutné dodat u varianty 6: do skladu C1 – 114, do skladu C2 – 204 a na skládku palet pro rovnání – 30 prázdných palet. U varianty M bylo nutné dodat : do skladu C1 – 78, do skladu C2 – 204 a na skládku palet pro rovnání – 90 prázdných palet. Proto navrhujeme využít skládku prázdných palet pro rovnání (umístěná mezi sklady C1 a C2), která má mít kapacitu 80 palet, pro vykrývání potřeby i pro ostatní výrobní uzly. V praxi by to znamenalo určení pojistné zásoby skládky prázdných palet (cca 20 ks prázdných palet) a z této skládky doplňovat i stavy ve skladech C1 a C2. Při poklesu zásoby pod stanovenou hladinu by byl proveden hromadný návoz potřebného počtu prázdných palet na skládku pro rovnání. Doplnění skladů C1 a C2 by měl provádět VZV 1 , protože lisy mají kratší dobu využití ve směně.
- **Vyskladňování prázdných palet :** pro vyskladňování prázdných palet navrhujeme to, aby vždy po jejím odebrání z určeného místa (sklad C1, C2, D, rovnání, svazkový stroje) byla hned přivezena další pro minimalizování ztrátových časů, které by mohly vznikat při čekání na prázdnou paletu, kam se má uložit výrobek.
- **Další spolupráce :** model lisovny je možné používat i v budoucnosti pro prověření různých variant výroby, v případě náhlých poruch, nebo většího nárůstu výroby. Celý model je postaven tak, aby bylo možné měnit vstupní dávky, také je možné naplnit sklady podle aktuálního stavu a měnit operační časy jednotlivých strojů. Doporučujeme prověřit, při zprovoznění, propustnost lisovny podle aktuálních dat požadované poptávky pro jednotlivé typy výrobků a také aktuálního stavu rozpracované výroby a stavu naplnění jednotlivých skladů.

Děkujeme za pozornost !



DYNAMIC FUTURE s.r.o.