

Návrh pracoviště pro recyklaci DPS

Bc. Petr Miklas

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr MIKLAS**
Studijní program: **N 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Konstrukce technologických zařízení**
Téma práce: **Návrh pracoviště pro recyklaci DPS**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární studii na téma
 - a) Výrobní linky a jejich základní rozdělení
 - b) Technologické možnosti zpracování DPS jako zdroje surovin
2. Zpracujte návrh řešení pracoviště pro recyklaci DPS
 - ideový návrh způsobu zpracování DPS
 - silové a energetické potřeby
 - prostorové potřeby
 - postup časový harmonogram
3. Ekonomické zhodnocení recyklace DPS
4. Zhodnocení a závěr



Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Zdeněk Dvořák, CSc.**

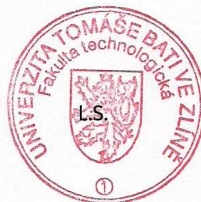
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **19. února 2010**

Termín odevzdání diplomové práce: **19. května 2010**

Ve Zlíně dne 22. ledna 2010

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
vedoucí katedry

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 19.5.2010



.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Řada výrobků, přístrojů a zařízení je vybavena řídicími a regulačními obvody, ovládacími a sledujícími jeho činnost. V době integrace jsou tyto prvky koncentrovány na výměnné desky nazývané tištěné spoje. Tištěné spoje nejsou efektivně zpracovávány na základní suroviny. Cílem kolektivní práce je navržení zpracovatelské laboratorní linky pro ověřování technologických podmínek stroje.

Klíčová slova: recyklace, výrobní linky, deskové plošné spoje

ABSTRACT

Many products, appliances and equipment is equipped with control and regulatory circuits controlling and pursuing its activities. During the integration of these elements are concentrated on the exchange boards called printed circuit boards. Printed circuit boards are processed efficiently to the basic raw materials. Aim is to devise a collective work of the laboratory processing lines for check-in process conditions her machine.

Keywords: recycling, production systems, printed wiring board

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat doc. Ing. Zdeňku Dvořákovi, CSc., vedoucímu mé diplomové práce, za metodické vedení, za cenné rady a připomínky, které mi pomohly při řešení dané problematiky.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 ŽIVOTNÍ CYKLUS VÝROBKU	13
1.1 VÝROBNÍ PROCES	13
1.2 POUŽITÍ VÝROBKU.....	14
1.3 RECYKLACE	15
2 VÝROBNÍ SYSTÉMY A JEJICH NAVRHOVÁNÍ	16
2.1 DEFINICE VÝROBNÍHO PROCESU	16
2.2 ETAPY NAVRHOVÁNÍ VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ	17
2.2.1 Předprojektová etapa.....	17
2.2.2 Projektová etapa.....	17
2.3 PROSTOROVÁ STRUKTURA VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ	18
2.3.1 Technologická struktura.....	19
2.3.1.1 Struktura jednotlivých pracovišť	19
2.3.1.2 Struktura dílenského uspořádání.....	19
2.3.2 Předmětná struktura	20
2.3.2.1 Hnízdová struktura.....	20
2.3.2.2 Linková struktura.....	21
2.4 DIMENZOVÁNÍ KAPACIT A PLOCH	22
2.4.1 Kapacitní propočty	23
2.4.1.1 Časový fond	23
2.4.1.2 Počet strojů a zařízení.....	24
2.4.1.3 Počet pracovních sil	24
2.4.2 Plochy.....	25
2.4.2.1 Čistá výrobní plocha A_N^v	25
2.4.2.2 Dopravní plocha A_T^v	26
2.4.2.3 Plocha meziskladů	27
2.4.2.4 Pomocná plocha.....	27
2.5 ENERGIE VE VÝROBNÍM PROVOZU	27
2.5.1 Elektrická energie.....	28
2.5.2 Voda	28
2.5.3 Plyn	28
2.5.4 Stlačený vzduch	29
2.5.5 Vakuum	29
2.6 MANIPULACE S MATERIÁLEM.....	29
2.6.1 Doprava	30
2.6.1.1 Meziobjektová doprava	30
2.6.1.2 Vnitroobjektová doprava	30
3 ERGONOMIE A HYGIENA PRÁCE	34
3.1 SYSTÉM ČLOVĚK – TECHNIKA – PROSTŘEDÍ.....	34
3.1.1 Ohrožení člověka	35

3.2	TECHNIKA	36
3.2.1	Rozměrové řešení.....	36
3.2.1.1	Pohlaví a věk člověka	36
3.2.1.2	Pracovní poloha	37
3.2.1.3	Pohybový prostor.....	37
3.2.1.4	Zorné podmínky.....	37
3.3	OVLADAČE A SDĚLOVAČE	38
3.4	VYBAVENÍ PRACOVIŠTĚ	38
3.4.1	Nářadí a pomůcky	38
3.4.2	Sedadla	39
3.5	ESTETICKÉ HLEDISKO	40
3.6	PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ	40
3.6.1	Osvětlení	40
3.6.2	Klimatické podmínky na pracovišti	42
3.6.3	Hluk.....	43
3.6.4	Přenos vibrací na člověka.....	44
3.6.5	Prašnost	45
4	MOŽNOSTI RECYKLACE PLOŠNÝCH SPOJŮ.....	46
4.1	ELEKTROŠROT	46
4.2	ZPRACOVÁNÍ ELEKTROODPADU.....	47
4.2.1	Spalování.....	47
4.2.2	Recyklace DPS.....	48
4.2.3	Proces BLOWDEC	50
5	SHRNUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI.....	51
II	PRAKTICKÁ ČÁST	52
6	STANOVENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE	53
7	POPIS DESKOVÝCH PLOŠNÝCH SPOJŮ A VZNIKLÝCH SUROVIN.....	54
7.1	ROZBOR DOSTUPNÝCH DPS	54
7.1.1	Dělení dle rozměru.....	54
7.1.2	Dělení dle osazení součástkami	55
7.1.3	Dělení dle hustoty osazení	56
7.2	ZPRACOVÁNÍ DPS NA SUROVINY	56
7.3	SYPNÁ A SETŘESNÁ HMOTNOST DRTÍ.....	58
8	TECHNOLOGICKÝ POSTUP RECYKLAČNÍHO CYKLU.....	60
8.1	PROTOKOL TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU.....	60
8.2	POPIS JEDNOTLIVÝCH ÚKONŮ	61
9	VOLBA VYBAVENÍ PRACOVIŠTĚ	65
9.1	PRACOVNÍ STOLY	65
9.1.1	Pracovní stůl.....	65
9.1.2	Odkládací stůl.....	65
9.1.3	Manipulační vozík.....	66

9.2	STROJNÍ VYBAVENÍ	66
9.2.1	Stojanová vrtačka	66
9.2.2	Pákové nůžky	67
9.2.3	Drtič plastů	68
9.2.4	Sušárna	69
9.2.5	Mobilní odsávací zařízení	70
9.2.6	Odřezávací zařízení na el. součástky	71
9.2.7	Oddělovací zařízení na vrstvy DPS.....	71
9.3	MANIPULAČNÍ A SKLADOVACÍ NÁDOBY	71
9.4	RUČNÍ NÁŘADÍ A NÁSTROJE.....	72
9.5	OSTATNÍ VYBAVENÍ	73
10	PROSTOROVÉ ROZLOŽENÍ.....	74
10.1	DRUH PRACOVIŠTĚ	74
10.2	ROZLOŽENÍ ZAŘÍZENÍ V PROSTORU.....	75
10.3	NÁVRH OSVĚTLENÍ.....	79
10.4	NÁVRH PŘÍVODŮ ELEKTRICKÉ ENERGIE A TLAKOVÉHO VZDUCHU	81
11	ČASOVÉ ZÁVISLOSTI.....	83
11.1	OPERAČNÍ ČASY JEDNOTLIVÝCH ÚKONŮ	83
11.2	OPERAČNÍ ČASY JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠŤ	84
11.3	PLYNULÝ TOK MATERIÁLU	85
12	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	86
12.1	POŘIZOVACÍ HODNOTA VYBAVENÍ.....	86
12.2	FINANCE POTŘEBNÉ NA PLAT PRACOVNÍKA	87
12.3	FINANČNÍ NÁROČNOST PRACOVIŠTĚ VLIVEM SPOTŘEBY ENERGIE.....	89
12.4	FINANČNÍ NÁROČNOST PRONÁJMU POTŘEBNÉ PLOCHY	90
13	VIZUALIZACE PRACOVIŠTĚ.....	91
14	POKYNY PRO PRÁCI NA PRACOVIŠTI.....	93
	ZÁVĚR.....	95
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	96
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	98
	SEZNAM OBRÁZKŮ	100
	SEZNAM TABULEK.....	102

ÚVOD

Životní cyklus jakéhokoliv výrobku začíná u původních surovin, pokračuje procesem ztvárnění suroviny na daný výrobek, jeho používáním a nakonec končí převážně jako odpad.

V první fázi je potřeba výrobek designově a konstrukčně navrhnout tak, aby byl co nejjednodušší na výrobu, ale zároveň co nejlépe plnil svoji funkci. O tuto důležitou část životního cyklu se starají designéři ve spolupráci s konstruktéry. Jakmile je výrobek navrhnout, je potřeba ho výhodnou metodou začít vyrábět. V dnešní obrovské konkurenci je potřeba dbát na co nejnižší výrobní náklady s patřičnou kvalitou.

Jakmile je výrobek vyroben, a je dodán k zákazníkovi, začíná se cyklus užití výrobku. Každá věc používáním po čase ztrácí své původní vlastnosti. Technický pokrok činí spoustu výrobků zastaralým po krátké době užití. Některé věci (výrobky) zastarávají morálně a je potřeba je obměnit. Postupně se z takového výrobku stává odpad. Zároveň je potřeba podotknout, že pro někoho je odpad odpadem, ale pro jiné může být odpad surovinou.

V době, kdy ekologové upozorňují na nutnost recyklovat takřka vše, je potřeba nacházet nové metody pro recyklaci již nepoužitelných věcí, tedy odpadů. Diplomová práce se zabývá návrhem recyklační linky na deskové plošné spoje, které jsou obsaženy v každém moderním elektrickém nebo elektronickém výrobku. Existuje spousta druhů plošných spojů, ale spojuje je jedna věc. I přesto, že se stanou odpadem, obsahují množství drahých kovů a prvků, které je vhodné z těchto odpadů získávat. Z toho důvodu bude v rámci diplomové práce navrženo pracoviště pro zpracování tohoto druhu odpadu.

Teoretická část diplomové práce se zabývá třemi hlavními tématy. V první části je popsán způsob navrhování technologických celků, tzv. technologické projektování. Druhá část se zabývá člověkem v procesu práce, tedy ergonomickým řešením projektů a návrhů. V poslední části jsou popsány možnosti recyklace deskových plošných spojů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŽIVOTNÍ CYKLUS VÝROBKU

Definice pojmu výrobek

Za výrobek je možné považovat výsledek tvůrčí činnosti, který vznikl specifickým výrobním postupem pro daný kus. Finální výrobek je výsledkem skupinové práce několika profesí, např. designéru, technologů, konstruktérů, a v neposlední části výrobních dělníků a výrobních strojů.

Hierarchie finálního výrobku se skládá z:

- a. díl – součástka bez vlastní funkce,
- b. podsestava – montážní jednotka skládající se z několika dílů,
- c. sestava – je spojení několika podsestav případně dílů v celek, který již má vlastní funkci,
- d. finální výrobek – je to, k čemu jsme chtěli výrobou dospět.

Za finální výrobek můžeme však považovat již jednotlivý díl, případně podsestavu. Toto dělení závisí na druhu výroby a orientaci výrobního závodu. Když použijeme jako příklad automobil a světlomet automobilu, tak světlomet je pro výrobce světlometů finální výrobek, avšak pro automobilku pouze sestavou, kterou automobilka použije pro svůj finální výrobek. [1]

1.1 Výrobní proces

Začíná dodáním veškerého základního materiálu v areálu výrobního závodu a končí expedicí finálního výrobku k zákazníkovi.

Tento proces je složen z etap:

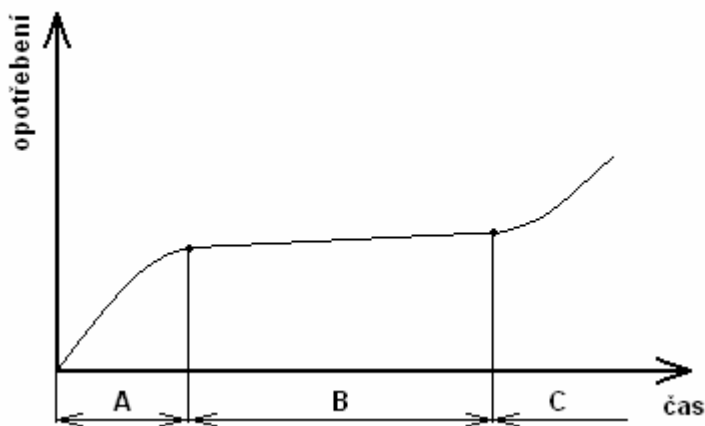
- **Předvýrobní etapa** – v této etapě dochází ke konstrukčním přípravám podléhajícím určitým požadavkům, vypracování výrobních výkresů, práce na výrobních postupech, návrhu strojů a nástrojů, a zajištění materiálů pro výrobu.
- **Výrobní etapa** - zahrnuje veškeré činnosti spojené s vlastní výrobou výrobku podle technologického postupu.
- **Odbytová etapa** – balení a expedice k zákazníkovi.[1]

Úkolem konstruktéra a technologa je návrh výrobku a výroby tak, aby splňovaly několik základních kritérií, které mohou být:

- požadavky na design,
- požadavky na pevnost a životnost výrobku,
- materiálové požadavky,
- technologičnost a ekonomičnost výroby,
- plnění případných norem pro daný typ výrobku,
- následné zpracování a recyklace.

1.2 Použití výrobku

Trvanlivost výrobku je doba, po kterou je výrobek schopen efektivně plnit požadované funkce. Je to tedy doba od počátku používání výrobku po vznik poruchy, který znemožní provozuschopný stav výrobku. Některé výrobky je možné obnovovat a tím prodlužovat jeho životnost. Životnost je tedy součet všech trvanlivostí za celou dobu používání. Při opravách je potřeba přihlídnout k celkovému technickému stavu, a ekonomické výhodnosti opravy. [3]



Obr. 1 Průběh opotřebení výrobku

A – zrychlené počáteční opotřebení

B – lineární opotřebení s konstantní intenzitou

C – zrychlené nadměrné opotřebení

1.3 Recyklace

Recyklací se rozumí takové nakládání s odpadem, které vede k jeho dalšímu využití. Dělí se na:

- a. recyklaci přímou, tj. opětovné využití odpadu, např. části aut z vrakoviště,
- b. recyklaci nepřímou, tj. zpracování odpadu na dále použitelný materiál.

Aby se dal odpad dále zpracovávat, je třeba ho třídit. Tento proces může zvyšovat náklady. Nejčastěji tříděnou surovinou jsou plasty, sklo, papír a kovy. V poslední době se provozuje proces zpětného odběru elektrických a elektronických zařízení, které specializované firmy recyklují na řadu komponentů – plasty, kovy. [4]

Do budoucna bude jistě přibývat možností, jak co nejefektivněji recyklovat většinu odpadů a jak co nejlépe využít recyklovaný materiál. [4]

2 VÝROBNÍ SYSTÉMY A JEJICH NAVRHOVÁNÍ

2.1 Definice výrobního procesu

Výrobní proces výrobního závodu je definován jako souhrn technologických, manipulačních, kontrolních a řídicích činností, které mají za účel změnu tvaru, rozměrů, složení, jakosti a spojení výchozích materiálů a polotovarů ve výsledný výrobek, který musí splňovat požadované technicko-ekonomické vlastnosti. [2]

Výrobní proces se uskutečňuje pomocí výrobních systémů, které lze definovat jako uspořádání hmotných zdrojů a pracovních sil určených pro výrobu daného sortimentu výrobků. Mezi hmotné zdroje můžeme zařadit materiály, energie, výrobní a pracovní prostředky. Organizace, struktura, stupeň mechanizace kooperace či integrace výrobních systémů závisí na několika faktorech. Ty nejdůležitější jsou:

- požadavky na výrobek,
- materiál a polotovary,
- výrobní, dopravní a kontrolní zařízení,
- technologie,
- kvalifikace pracovníků,
- energetické požadavky výroby,
- časová a prostorová organizace. [2]

Výrobně montážní systém je třeba dělit na vnější a vnitřní strukturu a to z několika různých důvodů, např. časová prostorová náročnost, rozmístění výrobních prostředků atd.[2]

Ve vnější struktuře jsou prvky, které zajišťují provoz systému jako celku. Vnitřní struktura obsahuje prvky, které obstarávají vlastní výrobu. Mezi těmito strukturami jsou vzájemné vazby, např. konstrukce a technologie, nebo organizace výroby a výrobní prostředky. [2]

2.2 Etapy navrhování výrobních systémů

Návrh nových technologických projektů, případně modernizace starších projektů výrobních systémů můžeme obecně dělit na dvě etapy:

2. etapa předprojektová,
3. etapa projektová a realizační.[2]

2.2.1 Předprojektová etapa

Zaměřuje se na koncepci budoucího výrobního systému a stanovuje výchozí předpoklady rozvoje výrobně technické základy z hlediska systémového a komplexního přístupu. Je nutno řešit tyto problémy:

- konstrukčně technologické koncepce výrobků s ohledem na snižování materiálové, tvarové, energetické i nákladové náročnosti,
- optimalizace struktur výrobních struktur s ohledem na snižování součástkové základny cestou standardizace, kooperace výroby a specializace,
- stabilita výrobního programu,
- uplatňování progresivních technologií s ohledem na snížené pracovní a celkové náročnosti výroby,
- automatizace a integrace výroby,
- stanovení časových limitů pro realizaci. [2]

Podklady pro předprojektovou etapu získáváme především od vrcholového managementu, který analyzuje možnosti rozvoje a formuluje vstupní podmínky pro řešení projektu. Poté se vytváří tzv. projektová studie.[2]

2.2.2 Projektová etapa

Hlavním úkolem v této etapě je upřesnění a rozpracování základní koncepce rozvoje. Etapa se dělí na 3 části:

- rozbor,
- návrh,
- realizace,

a na 2 stupně:

I. stupeň se zaměřuje na analýzu součástkové základny z hlediska tvarů, rozměrů, jakosti, sériovosti a opakovatelnosti výroby a hledá technicky přijatelné varianty technologií.

II. stupeň upřesňuje řešení předchozího stupně, řeší otázky převážně technicko - organizačního charakteru, tedy časové a prostorové struktury, materiálové a informační toky, dále řeší pracovní prostředí apod. [2]

Podmínky pro technologické projektování procesů lze dělit do čtyř skupin:

- a. věcné, dané strukturou výrobního programu,
- b. procesní, zaměřené na technologické a manipulační činnosti,
- c. technicko-organizační, dané časovou a prostorovou strukturou,
- d. sociální, dané obzvláště kvalifikací a profesní strukturou zaměstnanců.[2]

2.3 Prostorová struktura výrobních systémů

Jedna z částí dynamické části technologického projektování je řešení prostorových struktur. Podle výsledků rozborů podmínek získaných ve statické části projektu je možné se zaměřit na rozbor a návrh technicko-organizačního uspořádání výrobních systémů.[2]

Prostorové struktury výrobního systému vymezují vztahy mezi jednotlivými prvky systémů z hlediska:

- a. forem uspořádání výrobních zařízení,
- b. rozmístění strojů, pracovních míst nebo provozů ve vymezeném prostoru,
- c. relativního rozdělení výrobních, pomocných, obslužných a jiných ploch pro výrobní proces.[2]

Při konečném návrhu se tedy zabýváme technicko-organizačním řešením výrobního systému ve vymezeném prostoru s ohledem k sortimentu a objemu výroby. Při návrhu prostorové struktury je především nutné dbát na:

- a. jednoduchou a hospodárnou manipulaci s materiálem, nástroji a odpadem,
- b. vhodné pracovní prostředí, hygienu a bezpečnost práce,
- c. snadnou kontrolu a řízení výrobního procesu.[2]

V praxi dělíme prostorové struktury do dvou základních skupin:

1. technologická forma – jedná se o rozložení strojů a výrobních zařízení podle shodné technologie, např. soustružna, kalírna apod.
2. předmětná forma – seskupení strojů a zařízení podle posloupnosti operací jednotlivého dílu nebo celkové sestavy, např. výroba ozubených kol.[2]

Pro výběr typu prostorové struktury je rozhodující:

- a. výrobní program, opakovatelnost výroby, rozsah sortimentu, velikost a hmotnost součástí apod.
- b. výrobní proces, technologická podobnost součástí a náročnost výroby, počet operací, kooperace apod.
- c. úroveň specializace a integrace, kterou ovlivňuje technologická standardizace. [2]

2.3.1 Technologická struktura

2.3.1.1 Struktura jednotlivých pracovišť

V tomto případě se jedná o profesně shodná výrobní zařízení, která však nemají v daném výrobním systému návaznost na jiné zařízení. Každý stroj tvoří samostatnou výrobní jednotku. [2]

Tento typ struktury se vyskytuje tam, kde je výrobek opracován na jedno upnutí do finálního výrobku. Jedná se tedy o koncentraci operací na jednom pracovišti. Příkladem je dílna soustružnických automatů, kde jsou vyráběny drobné součásti. Tuto dílnu je nutné optimalizovat podle prostorového spojení strojů s vnějšími objekty, např. se skladem, úpravnou třísek apod.[2]

2.3.1.2 Struktura dílenského uspořádání

Tento typ struktury je typický pro obrobny, kde jsou odděleně uspořádány skupiny soustruhů, frézek, brusek, vrtaček atd. [2]

Technologické struktury se vyznačují především vysokým stupněm univerzality strojů a z toho vyplývající jednoduchostí změny výrobního programu. Nevýhodou jsou vyšší nároky na skladové a výrobní plochy, delší etapy výroby.[2]

2.3.2 Předmětná struktura

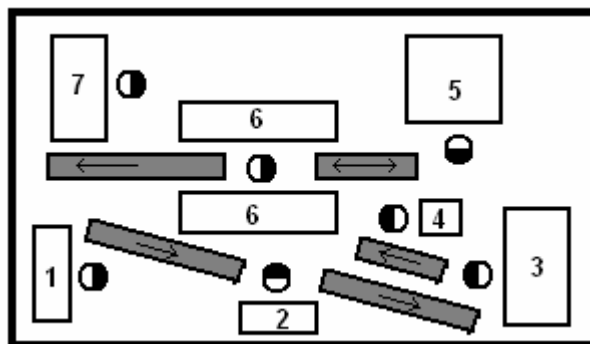
2.3.2.1 Hnízdová struktura

Výrobní struktura je uspořádána v závislosti na požadavcích, zpravidla předem vybraného sortimentu součástí. Realizuje se zde především dílčí výrobní proces pro konstrukčně a technologicky podobné skupiny součástí. Výroba probíhá ve volné časové návaznosti jednotlivých prvků, proto hnízdová struktura obsahuje vstupní a výstupní místa se zásobníky obrobků, které řeší problematiku mezioperačních skladů.[2]

Hnízdové struktury tvoří dílčí výrobní systémy s menší komplexností výroby, tj. s neukončeným cyklem výroby. Nejčastěji se s touto strukturou můžeme setkat v malých až středních sériích.[2]

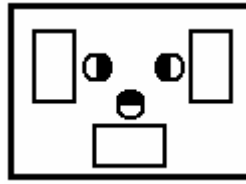
Podle sériovosti, opakovatelnosti výroby, stupni mechanizace a komplexnosti výroby a stupni integrace jednotlivých činností může být hnízdové uspořádání řešeno takto:

1. volně rozptýlené



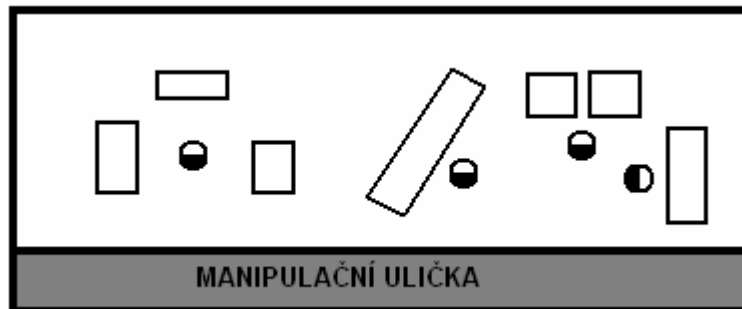
Obr. 2 Volně rozptýlené hnízdové uspořádání [2]

2. buňkové



Obr. 3 Buňkové uspořádání do trojúhelníka [2]

3. řadové



Obr. 4 Řadové uspořádání [2]

2.3.2.2 Linková struktura

Používají se pro výrobu menšího sortimentu a vyššího výrobního množství technologicky podobných produktů. [2]

Podle rozsahu sortimentu součástí se linkové uspořádání realizuje jako:

1. Pružné linky

Tyto linky jsou vybaveny zařízením univerzálního charakteru s konvenčním nebo NC řízením a jejich základem je účelný systém pružné manipulace s materiálem (dopravníky, pásy, zásobníky). Uplatnění nacházejí především v středních nebo opakovatelných malých sériích.[2]

2. Proudové linky

Jedná se nejčastěji o jednopředmětné linky, které mají jednosměrné dopravní spojení jednotlivých pracovišť, které jsou určeny k vykonání posloupných operací s přesně danou dobou trvání všech činností (manipulační i technologické).

Podle časové návaznosti rozlišujeme linky na:

- synchronizované, u nichž jsou operace časově vyváženy tak, aby tempo předávání bylo ve všech místech stejné a linka i pracoviště byly v taktu
- nesynchronizované, kde jednotlivá místa pracují v individuálním taktu. Plynulosti výroby se dosahuje transformačními zásobami, tj. rozpracovanými produkty mezi sousedními místy. Používají se tehdy, není-li možná provést dokonalou synchronizaci.[2]

Kritérium pro posouzení prostorové struktury	Typ prostorové struktury	
	technologická	předmětná
změna výrobního programu	snadná	obtížná
průběžná doba výroby	delší	kratší
materiálový tok	složitě přerušovaný	jednosměrně plynulý
plochy mezioperačních skladů	velké	malé
kooperační sklady	složitě	jednoduché
objem zásob	velký	malý
plánování a řízení výroby	obtížné	snadné
kvalifikace pracovní síly	vyšší	nižší
strojní a nástrojové vybavení	univerzální	specializované a jednoúčelové
nároky na manipulační a výrobní plochy	značné	menší

Tab. 1 Porovnání prostorových struktur [2]

2.4 Dimenzování kapacit a ploch

Časové struktury vymezují v oblasti technologického projektování vztahy mezi jednotlivými prvky výrobních systémů a to z hlediska:

- časových návazností výrobních operací,
- kvalifikace výrobních zařízení ve vztahu k úkonům,
- časového využití výrobních zařízení,
- průběžné doby výrobku a časového průběhu.[2]

2.4.1 Kapacitní propočty

Úkolem kapacitních propočtů je získání proporcionálních vztahů mezi výrobním programem – výrobními úkoly a výrobním profilem – výrobními zdroji. Tyto propočty mohou být provedeny staticky nebo dynamicky. Kapacitní propočty mohou být využity například pro:

- kvantifikaci potřeb výrobních zdrojů,
- optimalizaci stávajících využití výrobních zdrojů ve vztahu k požadavkům výrobních programů,
- simulaci provozuschopnosti a dynamického využití jednotlivých prvků výrobního procesu. [2]

Pro stanovení struktury výrobního procesu je nutné znát časový fond, počet strojů a zařízení, počet pracovních sil a nároky na energii. [5]

2.4.1.1 Časový fond

Časový fond je jedním z hlavních vstupních parametrů pro výpočet kapacity výroby v množství a výpočet pracovních sil. Jedná se o skutečně odpracovanou dobu, není to tedy násobek pracovních dní pracovními hodinami. Je potřeba brát v úvahu absence pracovníků (dovolená, nemoc). Fond je závislý na směnnosti. Pracovní směny nejsou vždy stejné c počtu pracovníků. Administrativní pracovníci pracují především na jednu směnu, zatímco technicko-hospodářští pracovníci směnují.[5]

Výpočet časového fondu strojního zařízení

$$F_{SZ} = (d_k - d_v) \cdot n_s \cdot h_s \quad (1)$$

kde d_k – kalendářní dny, d_v – neděle, volné soboty a svátky, n_s – počet směn za den, h_s – počet hodin za směnu.[5]

Celkový využitelný časový fond výrobního zařízení je nižší o čas prostojů, což je doba po kterou zařízení stojí, např. opravy, čištění.[5]

Výpočet časového fondu pracovní síly

$$F_{PS} = (d_k - d_v) \cdot h_s - h_a \quad (2)$$

kde h_a je počet hodin absence.[5]

2.4.1.2 Počet strojů a zařízení

Úkolem projektanta není jen návrh vhodného typu a druhu strojního zařízení, ale taky návrh počtu kusů. Způsob výpočtu se provádí podle povahy stroje. V tomto případě rozlišujeme stroje, která závisí na výkonu pracovníka a stroje nezávislé na pracovníkově výkonu. Výpočet počtu strojů se provádí srovnáním potřeby a použitelnosti:

$$n = \frac{\text{potřebný fond}}{\text{použitelný fond}} \quad (3)$$

Po vyjádření hodnoty počtu strojů se dostaneme k desetinnému číslu n_{sz}^+ které zaokrouhlujeme podle následující tabulky.[5]

	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
když n^+	≤ 1	$\leq 1,1.n$	$\geq 1,1.n$	≥ 10
pak n	1	n	n+1	n

Tab. 2 Rozhodovací tabulka[5]

2.4.1.3 Počet pracovních sil

Určování počtu pracovníků je potřeba provádět pro všechny stupně projektové dokumentace. Pracovní síly dělíme do několika skupin:

- dělníky hlavní výroby,
- pomocné dělníky,
- režijní dělníci pracující v časové mzdě,
- technicko-hospodářští pracovníci.[5]

Výpočet počtu pracovních sil určují především:

- fond pracovní doby,
- časové normy a jejich plnění,
- počet strojů a jejich nutná obsluha,
- směnnost.[5]

Pro správný výpočet pracovních sil je potřeba znát fond pracovní doby. Vliv směnnosti se obvykle projevuje především v počtu technicko-hospodářských pracovníků, a to tak že podíl těchto pracovníků je ve vícesměnném provozu menší. Dále je potřeba určit poměr mužů a žen ve výrobě, především z důvodu dimenzování sociálních zařízení.[5]

Výpočet pracovních sil pomocí produktivity práce

$$n_{ps}^+ = \frac{Q}{p_{ps} \cdot (1 + f_p)} \quad (4)$$

kde Q – plánovaný výkon v množství nebo hodnotách, p_{ps} – průměrný specifický výkon jednoho pracovníka, f_p – faktor plánovaného zvýšení produktivity práce, n_{ps}^+ - počet pracovních sil.

2.4.2 Plochy

Velmi důležitou částí projektování je návrh celkového počtu ploch, a to jak výrobních tak i skladovacích. Podstatná je znalost tzv. hlavní plochy, která představuje součet použitelných ploch sloužících k hlavnímu účelu závodu. Ta se člení na plochu správní, výrobní a skladovací.[5]

Výrobními plochami jsou myšleny plochy na umístění, obsluhu a údržbu strojů a zařízení. Dopravní plochou jsou myšleny plochy sloužící k pohybu podlažních nebo mezipodlažních dopravních prostředků pro pohyb výrobků a osob.[5]

2.4.2.1 Čistá výrobní plocha A_N^v

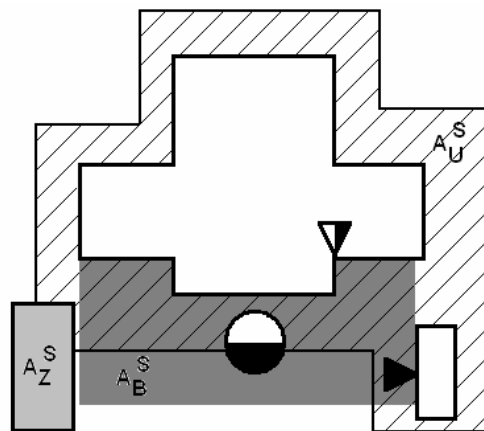
Jedná se o součet všech ploch pracovních míst. Chceme-li zabezpečit správnou funkci strojů, je potřeba znát i plochy, které sahají za půdorysné plochy strojů.[5]

Členění funkčních ploch

- půdorysná plocha stroje A_G^s – plocha průmětu obrysu ve všech pracovních a koncových plochách není totožná se základovou plochou stroje,
- plocha na obsluhu A_B^s – jedná se o plochu na správnou a bezpečnou obsluhu stroje, manipulaci s dílci nebo výrobkem při vkládání do stroje, na seřizovací práce a výměny nástrojů apod.,
- plocha na údržbu A_U^s – plocha pro udržení funkce stroje na čištění a ošetřování,

- d. odkládací plocha A_L^s – plocha bezprostředně u stroje na odkládání rozpracovaného výrobku za účelem dalšího opracování nebo montáže, případně odevzdání na další pracoviště,
- e. plocha na opravy A_R^s – plocha pro vykonání oprav, které se vykonávají především v delších časových intervalech,
- f. ohrožená plocha A_{Oh}^s – plocha která se může stát momentem ohrožení (odletování třísek)
- g. podíl plochy na dopravu A_T^s – plocha závislá na strojích mezi stroji, potřebná např. pro dopravu mezi stroji, přístup pracovníka ke stroji,
- h. plocha na vykonání pracovní operace A_{Op}^s - závisí na zpracovávaném materiálu.[5]

Jednotlivé funkční plochy jednoho i více strojů se v určitém rozsahu překrývají, hovoříme o vnitřním a vnějším překrývání.[5]



Obr. 5 Příklad překrývání funkčních ploch[5]

2.4.2.2 Dopravní plocha A_T^v

Jedná se o vymezenou a vyznačenou plochu pro pohyb dopravních podlažních prostředků, přepravujících materiál nebo nadpodlažních dopravních prostředků a pro pohyb osob. Pro přesný výpočet je potřeba znát celkovou plochu budovy, její tvar a hlavně znalost organizace dopravy, která se stanovuje na základě prostorového uspořádání výrobních strojů a zařízení.[5]

V počáteční fázi se dopravní plocha určuje srovnávací hodnotou. Plocha se pak vypočte pomocí koeficientu f_T^v z čisté výrobní plochy. V průběhu projektování musí být tato hodnota zpětně upřesněna a korigována.[5]

$$A_T^v = A_N^v \cdot f_T^v, \quad (5)$$

kde f_T^v je koeficient podílu dopravní plochy (pro strojírenské podniky 0,25 – 0,3; dřevozpracující průmysl 0,3 – 0,8)

2.4.2.3 Plocha meziskladů

Mezi jednotlivými opracovanými stupni jsou ve výrobní dílně vloženy mezisklady. Pro zachování plynulosti kontinuálního výrobního toku je zde uložena určitá zásoba materiálu, dílců nebo montážních skupin. Pro hrubé stanovení platí:

$$A_Z^v = A_N^v \cdot f_Z^v \quad (6)$$

kde f_Z^v je koeficient pro podíl ploch meziskladů (strojírenství 0,2 – 0,3; dřevozpracující průmysl 0,3 – 0,6). [5]

2.4.2.4 Pomocná plocha

Jedná se o součet ploch v dílně potřebných pro zajištění výroby (kontrola jakosti, měření, výdej nástrojů) a dále plochy na zásobování a odvoz, odpočívárny apod. V případě neznámých údajů se pracuje s koeficientem f_H^v . [5]

$$A_H^v = A_N^v \cdot f_H^v \quad (7)$$

2.5 Energie ve výrobním provozu

Pro zajištění správné funkce provozu jak z hlediska technického, tak bezpečnostního a hygienického je potřeba správně navrhovat přívody a rozvody energií. Mezi hlavní druhy těchto potřebných sítí se řadí elektrická energie, voda, plyn, stlačený vzduch a odsávací zařízení.

2.5.1 Elektrická energie

Elektrická energie je definována jako schopnost elektromagnetického pole vykonávat elektrickou práci. Elektrická energie se posléze může měnit na:

- mechanická práce, která se vytváří pomocí motorů,
- tepelná energie, vytvořena elektrickým topným tělesem,
- světelná energie, vytvořena pomocí osvětlovacích těles.

Při práci s elektrickou energií se tato ve spotřebiči spotřebovává. Množství spotřebované elektrické energie se vypočte podle:

$$E = U \cdot I \cdot t \quad (8)$$

kde I je proud, který spotřebičem protéká, U je napětí, které je na svorkách a t je čas práce. Jednotkou je Joule [J], nebo taky [kWh].

Elektrická energie se vyrábí v elektrárnách různého typu. Nejčastějším principem je přeměna energie na mechanickou práci, která posléze pohání generátor. Alternativou k těmto systémům je výroba energie pomocí fotovoltaického nebo termoelektrického jevu. Vyrobená energie se pomocí distribučních sítí a společností dostává je spotřebiteli.[5]

2.5.2 Voda

V některých provozech je potřeba zajistit přísun vody. Ta se může používat buď jako užitková (pro na hygienu nenáročné provozy), nebo jako pitná. Je potřeba zajistit nejen přívozy k potřebným zařízením, ale taky pro pracovníky pro zajištění hygieny provozu. V technické praxi voda slouží především jako chladicí prostředek, nebo jako prostředek pro filtraci. Voda je rozváděna pomocí potrubních systémů, které jsou v dnešní době zajištěny především plastovým potrubím.

2.5.3 Plyn

V některých případech je potřeba přivádět k zařízení zemní plyn, a to především v provozech kde tento plyn slouží k vytvoření tepelné energie hořením. Rozvody pro plyn jsou vyrobeny nejčastěji z měděného potrubí.

2.5.4 Stlačený vzduch

Stlačený vzduch je v průmyslu využíván především k zajištění funkce některých zařízení, např. zvedací vaky, pneumatické písty, k dopravě apod.

Stlačený vzduch se vyrábí v kompresorech, což jsou zařízení určená pro výrobu stlačeného vzduchu. V dnešní době existuje velké množství druhů kompresorů.

Dělení kompresorů:

1. Objemové – využívají ke své funkci změnu objemu vzduchu, dále se dělí na:
 - a. rotační,
 - b. pístové.
2. Rychlostní – využívají urychlení vzduchu (turbokompresory)

Zařízení pro výrobu stlačeného vzduchu musí obsahovat kompresor, filtr pro filtraci pevných nečistot, chlazení vzduchu, maznici, ventily a rozvaděče a ostatní potřebné prvky pro pneumatický obvod.

2.5.5 Vakuum

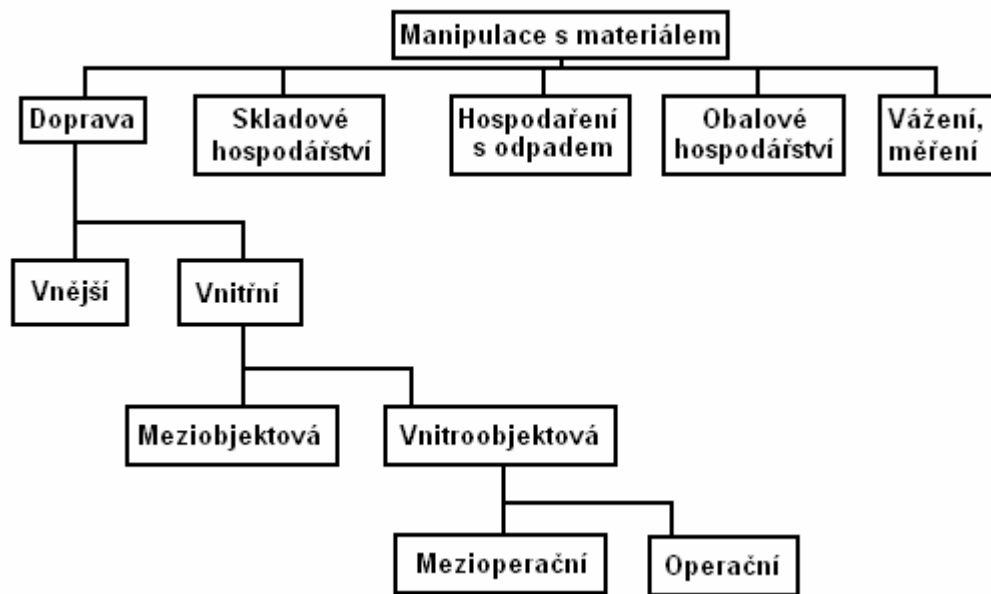
Opakem od stlačeného vzduchu je vakuum, které se v praxi taktéž používá. Vakuum je prostředí, kde je tlak podstatně nižší než běžný atmosférický tlak. Podle velikosti tlaku je odstupňována velikost vakua, od hrubého vakua po úplné vakuum. Dosažení vakua je velmi obtížné, proto se používá zařízení zvané vývěva.

Běžným příkladem použití vakua je uchopení předmětů pomocí přísavek, odsávání výparů a plynů z prostoru, nebo při odstraňování vzduchových bublin z připravených směsí (např. PVC pasty).

2.6 Manipulace s materiálem

Manipulace s materiálem je důležitým prvkem ve výrobním procesu. Aby výrobní proces mohl plynule probíhat, musí existovat spojení všech míst tvorby užitných hodnot. Díky tomu se překonávají místní a časové rozložení technologických operací. [6]

Jedná se o souhrn obslužných – netechnologických operací, spočívajících převážně v dopravě materiálu, jeho skladování, balení, vážení, kontroly kvantity a všech úklidových prací souvisejících s výrobním procesem.[6]



Obr. 6 Dělení manipulace s materiálem [6]

2.6.1 Doprava

2.6.1.1 Meziobjektová doprava

Do této oblasti se řadí doprava mezi objekty. Nejvíce využívanými prostředky jsou silniční vozidla a kolejová doprava, která má proti silniční značné množství nevýhod (větší plochy, menší pohotovost, větší náročnost na obsluhu atd.). Velmi často se využívají plošinové vozíky, nebo tzv. vlaky, tedy složení několika přívěsných vozíků s tahačem. Moderní systémy jdou směrem bezobslužné dopravy, kdy vozíky jezdí automaticky po naprogramované cestě.[6]

2.6.1.2 Vnitroobjektová doprava

Nejdůležitější částí je doprava mezioperační. Zařízení pro tuto dopravu jsou velmi různorodá, mnohdy se překrývají s dopravou meziobjektovou.[6]

Dopravní vozíky

Všeobecné předpoklady pro použití vozíků:

- vhodné tam, kde se kříží tok materiálu,
- kvalitní dopravní cesty o dostatečné únosnosti,
- přeprava ve větších dávkách.[6]

Vozíky se vyrábí v širokém sortimentu nosností, druhů pohonů a způsobů provedení. Jsou jedním z nejuniverzálnějších prostředků manipulace s materiálem.

- a. ruční vozíky – max. 400 kg při obsluze jednou osobou, menší vzdálenosti,
- b. plošinové motorové vozíky – nakládka i vykládka je většinou provedena ručně, je tedy zdoluhavá,
- c. zdvižné ručně vedené vozíky – výhodou je velká manévrovací schopnost, nízká hmotnost, pro přepravu palet,
- d. zdvižné vozíky – velmi univerzální dopravní prostředek, lze manipulovat téměř s veškerým materiálem.[6]

Jeřáby

Používají se především tam, kde se manipuluje s těžkými břemeny především pro vertikální dopravu. Jeřáby mají velké množství nevýhod, např. obsluha, cena, stavební náklady. Proto je výhodnější používat, pokud to jde, univerzální zdvižné vozíky.[6]

Dopravníky

Nasazení dopravníků je vhodné především pro vyšší typy výroby, tam kde:

- je plynulý pohyb materiálu,
- je stálá dopravní cesta,
- nedochází během směny k velkým výkyvům v množství a hmotnosti dopravovaného materiálu.[6]

Spádové dopravníky

Mohou se sem řadit například skluzy ze dřeva, plastů či plechů, v provedení přímém nebo i s oblouky. Jedná se o velmi levné a jednoduché zařízení k dopravě mezi operacemi. [6]

Válečkové, kuličkové dráhy

Vyžadují alespoň jednu rovnou plochu dopravovaného materiálu. Délka je omezena sklonem, pokud se nepoužije tzv. převyšovačů. Ve vodorovném provedení mohou mít ruční postrk materiálu nebo motoricky hnané válečky.[6]

Pásové dopravníky

Dopravním elementem je nekonečný pás (ocelový, textilní, pryžový). Podle provedení mohou být stabilní, přenosné nebo pojízdné. Lze z nich vytvořit dopravní linku s přiměřenou délkou a sklonem.[6]

Článekové dopravníky

Vyrábějí se v několika variantách dle povahy dopravovaného materiálu., který se dopravuje na článek nebo mezi články. Hmotnost dopravovaných předmětů může být až několik tun.[6]

Vibrační dopravníky

Používají se jako podavače drobných součástí. Podávací rychlost může být až 7 m/min. Protože orientace součástí nebývá problém, používají se především pro mechanizaci montáže. Vibrační dopravníky s malou amplitudou a velkou frekvencí se nazývají dopravníky s mikrovřhem.[6]

Pneumatické a hydraulické dopravníky

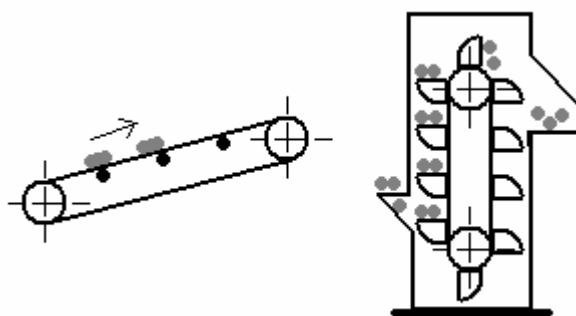
Přepravovaný materiál je unášen buď proudem kapaliny, nebo pod tlakem nasáván případně dopravován přetlakem. Možností je doprava v uzavřených schránkách (potrubní pošta).[6]

Korečkový dopravník

Používá se pro vertikální dopravu sypkých materiálů. Dopravník ve spodní části nabírá materiál a v horní části se vyprazdňuje.[7]

Šnekový dopravník

Skládá se ze žlabu, ve kterém se otáčí v ložiskách uložený šnek. Pohon je zajištěn přes převodovku a spojku. Přesnost dávkování je závislá na kolísání množství dopravovaného materiálu.[7]



Obr. 7 Příklady dopravníků – pásový a korečkový

3 ERGONOMIE A HYGIENA PRÁCE

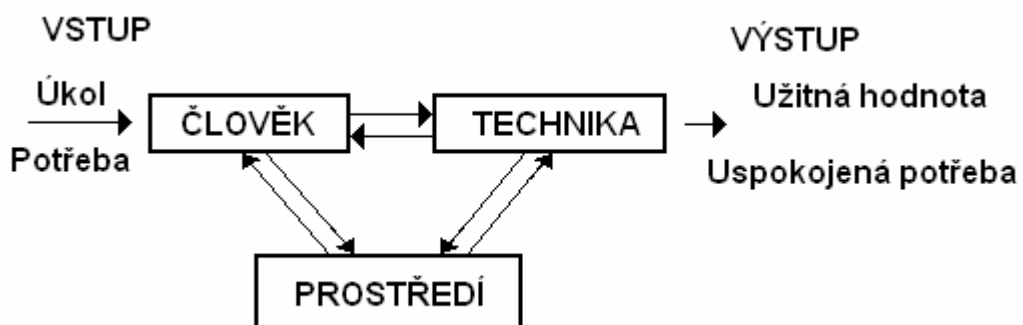
S rozvojem vědy a techniky dochází ke vzniku nových technologií, nových strojních zařízení a novým metodám práce. Může docházet k disproporcím mezi požadavky technologií a schopnostmi člověka při jejich vykonávání. Tímto může docházet k nesprávné činnosti, která vede k horší produktivitě práce a taky k přetížení člověka, které může způsobit újmu na zdraví.[8]

Úkolem ergonomie je tedy změnit mechanocentrický přístup na přístup antropocentrický. To znamená, že by se při návrhu zařízení mělo vycházet ze schopností a dovedností člověka a nenavrhouvat stroje bez přihlídnutí ke člověku.[8]

Definice ergonomie: „Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který řeší komplexně činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti.[8]

3.1 Systém člověk – technika – prostředí

Systém člověk – technika prostředí (Č – T – P) lze definovat jako soubor několika prvků, které jsou funkčně vzájemně propojeny a mezi nimiž existují vazby, za účelem vzniku požadovaného výstupu, v rámci daných podmínek. Mezi nejdůležitější vlastnosti systému patří spolehlivost a stabilita. Systém lze vyhodnotit podle několika měřítek, např. podle složitosti, vzniku a vztahu k okolí. Člověk je chápán jako rozhodující složka systému ovlivňující jeho výsledné chování.[8]



Obr. 8 Schéma systému člověk – technika – prostředí [8]

3.1.1 Ohrožení člověka

Jedná se o model, díky kterému můžeme objektivně hodnotit a analyzovat vznik rizik, průběh a míru ohrožení člověka. Zachycuje základní vazby a prvky, které mohou vést k ohrožené zdraví a pohody člověka. Model je platný obecně, nejen pro výrobní systémy, ale i pro domácnost apod.[8]

Nebezpečné chování člověka je takový děj, při které ve spolupráci s nebezpečným faktorem může dojít k újmě na zdraví. Může být způsoben psychicko – fyzickými vlivy (slabý zrak, zdraví apod.), sociálními vlivy (mezilidské vztahy), druhou osobou (nesprávná spolupráce), ale i nesprávným technologickým postupem.[8]

Nebezpečným činitelem je předmět, který má určitou nebezpečnou vlastnost (vlastnost, pohyb, kombinace) a může způsobit újmu na zdraví. Nebezpečným jevem je myšlena látka, skutečnost nebo faktor, který způsobuje újmu na zdraví při delším působení. Nebezpečný vliv se může dělit na objektivní (působí bez ohledu na člověka – hluk) nebo subjektivní (prožitky člověka, např. strach). [8]

Druhy faktoru ohrožení:

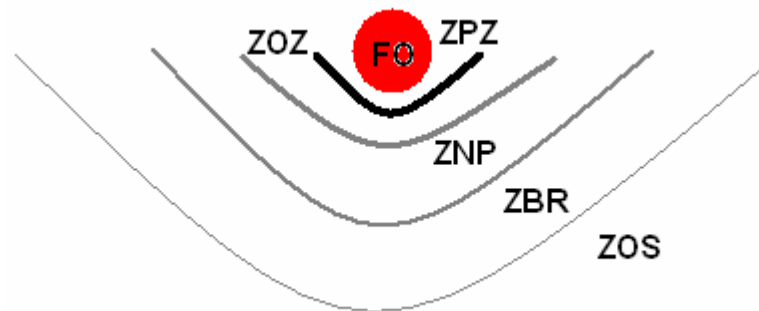
1. *Fyzikální* – kvalita materiálu, pohyb, ostrost, tlak, elektřina, teplota, vlhkost, hluk, záření, vibrace,
2. *Chemické* – toxické, dráždivé, senzibilující, karcinogenní, mutagenní,
3. *Biologické* – mikroorganismy, zvířata, lidé,
4. *Fyzické* – dynamické a statické zatížení,
5. *Psychické* – rozumové, smyslové, emocionální.[8]

Pole rizika

Je okolí faktoru ohrožení, kde existuje možnost ohrožení člověka. Centrem rizika se myslí bod nejvyššího ohrožení člověka (hrot nástroje). Toto pole se určuje měřením pomocí experimentů.[8]

Směrem od středu – faktoru ohrožení FO dochází k poklesu rizika ohrožení zdraví. Zóna nejbližší FO se nazývá zóna poškození zdraví ZPZ, kde je velká pravděpodobnost poškození zdraví. Další zóna – ohrožení zdraví ZOZ je zónou překročení průměrných přípustných koncentrací a kde je nutná prevence. V zóně narušení pracovní pohody ZNP může dochá-

zet k narušení pracovní pohody a tedy i produktivity práce. Zónou běžného rizika ZBR se rozumí oblast, kde si člověk nemusí uvědomit možnost ohrožení, ke kterému může dojít. Optimální zónou je zóna optimálního stavu ZOS, kde jsou zajištěny podmínky pro optimální činnost a rozvoj osobnosti.[8]



Obr. 9 Znázornění polí rizika od středu faktoru ohrožení [8]

3.2 Technika

Technikou se v ergonomické oblasti rozumí vše, co člověk používá k vytvoření užité hodnoty a jedná se o druhý hlavní subsystém. Problém se dá rozdělit do čtyř okruhů:

- rozměrové řešení,
- ovladače a sdělovače,
- vybavení pracoviště,
- estetické hledisko.[8]

3.2.1 Rozměrové řešení

Prvním kritériem, které se musí přizpůsobit člověku je rozměrové řešení techniky. Řešení musí akceptovat mimo jiné pohlaví a věk člověka, pracovní polohu, pohybový prostor, zorné podmínky a ostatní podmínky práce.[8]

3.2.1.1 Pohlaví a věk člověka

Při návrhu pracoviště musí konstruktér brát v úvahu to, kdo bude pracoviště obsluhovat. Pokud se pracoviště vytváří pro jednu konkrétní osobu (místo řidiče závodního automobilu) tak vytváří pracovní pohodu pro konkrétní osobu. Pokud ale předem neví, kdo bude pracoviště obsluhovat, musí konstruktér brát v potaz střídání pracovníků na pracovišti. [8]

3.2.1.2 Pracovní poloha

Rozměry techniky ovlivňuje pracovní poloha. Nejčastější polohou je sed a stoj, ale při některých úkonech se vykonávají i ostatní polohy jako klek, předklon apod. Za základní polohu člověka se považuje chůze. Ideální stoj je dán konkávním postavením páteře. Ideální sed musí dodržovat stejné zakřivení páteře jako v ideálním stoji.[8]

Výhody sedu	Výhody stoje
Menší energetická namáhavost	Možnost střídání poloh
Jemnější a přesnější pohyby	Větší dosah končetin
Odlehčení nohou	Větší síly
Využívání činnosti nohou	Větší bdělost
Větší soustředění	Možnost rychlého úniku
Odpočinek při mikropauzách	Možnost střídání pracovišť

Tab. 3 Srovnání výhod sedu a stoje [8]

3.2.1.3 Pohybový prostor

Tímto prostorem se rozumí prostor, ve kterém se odehrává pracovní činnost. Dělíme jej na dva druhy, manipulační (ruční) a pedipulační (nožní). [8]

Základní hodnotou je manipulační rovina, ke které se dají vztáhnout vykonávané ruční pohyby. Pro většinu operací lze definovat manipulační výšku, a tedy lze najít zároveň optimální výšku. Při návrhu manipulační roviny se musí brát v úvahu rozměr pracovníka, rozměr předmětu práce, přesnost práce, vynakládané síly apod.[8]

Pedipulační prostor je velmi často nedokonale vyřešen, díky čemuž zaujímají pracovníci nevhodné polohy, což vede k dalším problémům jako je nevhodné zatížení páteře, případně jiné části těla.[8]

3.2.1.4 Zorné podmínky

Podle výsledků průzkumů víme, že více než 80% informací získáváme pomocí zraku. Proto je potřeba věnovat tomuto problému pozornost pro dobré zrakové vnímání. Základními podmínkami jsou:

- zorná vzdálenost a , což je vzdálenost pozorovaného detailu a oka. Kvalita zraku klesá se stářím, nemocí, případně únavou a osvětlením.
- Osa pohledu α je polopřímka vycházející z přirozené polohy hlavy. S horizontální rovinou svírá úhel, který může být asi 25° v poloze stoje, a 35° v poloze sedu.
- Zorné pole β je oblast, kterou můžeme pozorovat bez pohybu oka. Optimální úhel je 20° , maximální úhel s využitím pohybu hlavy je až 220° . [8]

3.3 Ovladače a sdělovače

Ovladač je zařízení pro ovládání dějů, tj. pro řízení žádoucích změn řízených veličin (otáčky, teplota, tlak). Ovladače se dají dělit podle několika parametrů, např.:

- a. podle formy energie – mechanický, hydraulický, pneumatický, elektrický,
- b. podle části těla, kterou se ovládá – nožní, ruční, ovládání prstem, dlaní, rukou, obouruč atd.,
- c. podle působení – polohový, pohybový nebo silový,
- d. podle funkčních poloh – jednopokojový, dvoupokojový, plynule stavitelný,
- e. podle frekvence používání – trvalé, časté, zřídka používané. [8]

Sdělovač je zařízení, které podává pracovníkovi všechny potřebné informace o provozu a stavech, nebo o parametrech prostředí. [8]

3.4 Vybavení pracoviště

3.4.1 Nářadí a pomůcky

Při ergonomickém navrhování nářadí a pomůcek je potřeba dbát na správné řešení jejich:

- tvaru a rozměrů, tak aby byly přizpůsobeny člověku a nedocházelo vlivem špatného návrhu úchopových částí k poklesu produktivity nebo k problémům jako jsou puchýře a otlaky,
- hmotnosti, tak aby byly zapojeny všechny silné svaly těla,
- bezpečnosti, hygieny, materiálu a jakosti povrchu. [8]

3.4.2 Sedadla

Z fyziologického hlediska je výhodnější, aby člověk při své práci seděl, k čemuž je potřeba kvalitní sedadlo. Ta mohou být rozdělena na pracovní a odpočinková. Pracovní sedadlo by mělo mít tyto prvky:

- pevný stojan, důležitý pro pohodu a bezpečnost sezení,
- nastavitelnou výšku sedáku tak, aby byl sedák přizpůsobitelný různým pracovníkům, stavitelnost musí být zaručená ale jednoduchá,
- pojízdné zařízení v případě, že je potřeba častá změna pracovních poloh,
- bederní opěrka sloužící k optimálnímu tvarování páteře, měla by být stavitelná,
- zádová opěrka, pro odpočinek zad,
- podnožky a područky pro podporu nohou a rukou.[8]



Obr. 10 A – dílenská židle s opěrou pro nohy, B – ergonomické kancelářské křeslo, C – nastavitelná žákovská židle

3.5 Estetické hledisko

Estetický návrh pracoviště je důležitý především pro psychickou pohodu člověka. Člověk v estetickém – krásném prostředí pracuje vytrvaleji, cítí se lépe a podává lepší výkon. Má větší tendenci udržovat pořádek a hygienické předpisy. Proto je třeba se při návrhu pracoviště dívat i směrem technické estetiky.[8]

3.6 Pracovní prostředí

Pracovní činnost probíhá vždy v prostředí, které působí na člověka, na jeho psychiku, na zdravotní stav a na jeho pracovní výkon. Pracovní prostředí obsahuje určité faktory, které na něj působí:

- fyzikální faktory – světlo, klimatické podmínky, hluk, vibrace,
- chemické faktory – toxické látky, organické sloučeniny,
- biologické faktory – infekce.[9]

Tyto faktory můžeme dále dělit na:

- I. faktory biologicky nutné a v jisté míře žádoucí (osvětlení a klimatické podmínky)
- II. faktory nežádoucí a hygienicky nepřijatelné (hluk, vibrace, záření)

Všechny tyto faktory jsou nežádoucí tehdy, dojde-li k překročení jejich limitních hodnot maximálních (velký hluk) nebo minimálních (nedostatečné osvětlení).[9]

3.6.1 Osvětlení

Přirozeným osvětlením je denní světlo. Jeho intenzita však kolísá, a to jak v průběhu dne, celého roku, tak i v závislosti na počasí. Proto se v praxi používá umělé osvětlení, které zajišťuje požadované podmínky.[8]

Pojmy

- *světelný zdroj* - je zařízení, které mění dodanou energii na světlo,
- *svítidlo* - zařízení pro umělé osvětlení,
- *světlo* - viditelné záření vyvolávající zrakový vjem na lidské oko,

- *zářivý tok* - výkon přenášený zářením, jednotkou je Watt,
- *světelný tok* - je výkon zářivé energie podle světelného vjemu, jednotkou je lumen,
- *lumen* - je světelný tok vysílaný do prostorového úhlu jednoho steradiánu zdrojem o svítivosti jedna kandela,
- *intensita osvětlení* - je podíl světelného toku a plochy, jednotkou je lux.[8]

Požadavky na osvětlení

Každý druh činnosti potřebuje k jejímu vykonávání určité množství světla. Tyto požadavky můžeme rozdělit do několika skupin:

- velmi malé – 25-100 lx – chodby, odkládací prostory, vedlejší prostory,
- malé – 100-250 lx – schodiště, sklady, slévání, čištěná odlitků, hrubé kování a obrábění,
- průměrné – 250-600 lx – tvarování, slévání pod tlakem, soustružení, lisování, řezání, hoblování,
- vysoké – 600-2000 lx – montáže, předení, vykrajování, šití, tisk, kancelářské práce,
- velmi vysoké – 2000-5000 lx – jemné mechanické práce, broušení optických skel, montáž měřících přístrojů, technické kreslení, zkouška barev,
- mimořádní – více než 5000 lx – rytectví, zlatnické práce, broušení drahokamů.[8]

Zdroje osvětlení a jejich charakteristika

Mezi základní zdroje světla patří žárovky, které dávají světlo podobného spektra (spojitého) jako je denní světlo. Zářivky dávají světlo podle zabarvení fluorescenční vrstvy, např. bílé, růžové nebo denní. Výbojky většinou dávají nespojitě spektrum, barva světla záleží na druhu plynu.

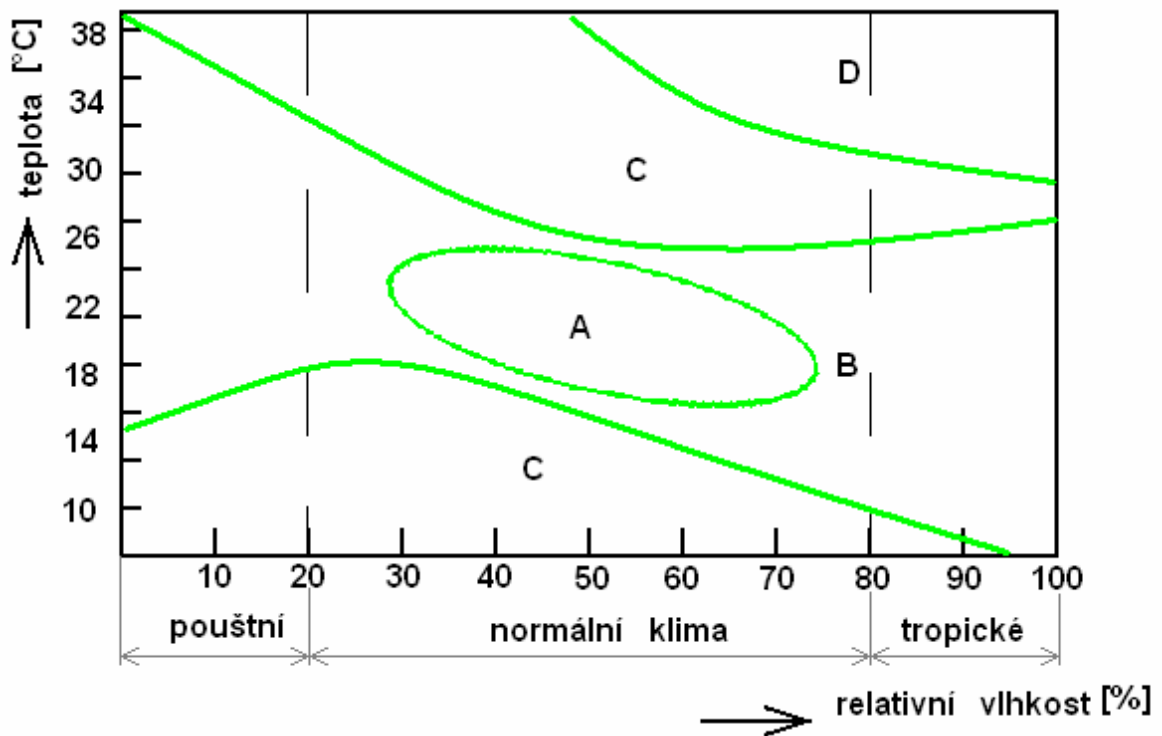
Typ zdroje		Příkon [W]	Měrný výkon [$\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$]	Teplota [K]	Životnost [hod]	
Žárovky	Obyčejné	25	9,2	2500	1000	
		60	11,9	2600		
		100	13,5	2700		
		200	15,1	2800		
	Halogenové	Lineární	500	19	3000	2000
			1500	20		
		Nízkonapěťové	20	17,5		
			100	20		
Zářivky		20	40	3000 - 7000	6000 - 12000	
		40	55			
Výbojky	Rtuťové	125	43	5500	6000 – 8000	
		400	55			
	Halogenové	1000	90	4000	2000	
		2000	95			
	Sodíkové	100	100	3000	6000	
		400	120			

Tab. 4 Charakteristiky vybraných světelných zdrojů [8]

3.6.2 Klimatické podmínky na pracovišti

Při hodnocení klimatických podmínek na pracovišti máme na mysli působení jednotlivých parametrů na člověka, a to: teplota, relativní vlhkost a rychlost proudění vzduchu. Pro pocit tepelné pohody dále řadíme do této oblasti oblečení pracujících.[9]

Mezi vlhkostí a teplotou vzduchu je velmi výrazná závislost pro vnímání pohody. Na obrázku je tato závislost schématicky uvedena.[8]



Obr. 11 Teplota a vlhkost vzduchu; A – pásmo pohody, B – uspokojivé pásmo, C – neuspokojivé pásmo, D – škodlivé pásmo [8]

3.6.3 Hluk

Hlukem se rozumí nepříjemný, rušivý nebo škodlivý zvukový vjem. S rozvojem techniky, dopravy a rozšiřování komunikačních prostředků se hladina hluku neustále zvyšuje, podle měření až o 1dB za rok. Přílišný hluk má na lidský organismus vliv na poruchu nervové činnosti, zhoršuje krevní oběh, snižuje pracovní pohodu a produktivitu a v neposlední řadě zhoršuje sluch.[8]

Pojmy

- zvuk je mechanické vlnění s kmitočty v rozsahu slyšitelnosti lidského ucha,
- základními charakteristikami jsou hlasitost, výška a barva,
- hladina akustického tlaku.[8]

Výpočet hladiny akustického tlaku L:

$$L = 20 \cdot \log \frac{p}{p_0} [dB] \quad (9)$$

Kde $p = 20 \cdot 10^{-6}$ Pa, referenční hladina akustického zvuku; p_0 je naměřený akustický tlak.

do 30 dB	normální, přirozené prostředí
30 až 65 dB	relativní hluk, obtěžuje při duševní práci
65 až 95 dB	absolutní hluk s rušivými a škodlivými účinky
95 až 130 dB	škodlivý hluk s nebezpečím poškození sluchových orgánů
nad 130 dB	bolestivý hluk s výraznými a nenapravitelnými škodami sluchu

Tab. 5 Přehled účinků hluku na člověka [9]

Ochranné protihlukové prostředky

- ušní zátky ... max. do 100 dB,
- sluchátka ... max. do 120 dB,
- protihlukové přilby ... nad 120 dB.

3.6.4 Přenos vibrací na člověka

Vibrace, nebo mechanické kmitání a chvění jsou určovány frekvencí, amplitudou, rychlostí, zrychlením, časovým průběhem a směrem. Jelikož vibrace působí v některých provozech na člověka, posuzujeme způsob přenosu, dominantní směr a frekvenci vibrací. Vliv na člověka a jeho organismus je především na tkáň a kostní části, které jsou ovlivněny vibracemi. Za závažná kmitočtová pásma se považuje kmitočty od 0,1 Hz do 1 Hz.[9]

Vibrace se mohou na člověka přenášet:

- celou plochou člověka,
- přes opěrné plochy (nohy, zadek) na celé tělo,
- na části těla pomocí rukojetí, opěrek, pedálů atd.[9]

3.6.5 Prašnost

Prašnost je znečišťování ovzduší hmotnými částicemi. Podle skupenství je dělíme na tuhé a pevné, a nazýváme je aerosoly. Podle způsobu, jak vzniká částice, se aerosol dělí na prach, kouř a dým. Na druhu částice, množství ve vzduchu a náročnosti práce závisí účinek na lidský organismus.[9]

Efekt působení prachu na lidský organismus:

- pouze nejmenší prachové částice projdou do dolních částí dýchacích cest, větší částice se zadrží v nose a horních částech dýchacích cest,
- prach se může usazovat na kůži, na sliznicích a spojivkách což může vést k onemocnění,
- mohou vznikat alergie v důsledku přecitlivělosti na určitou látku,
- některé látky mají toxický účinek,
- vlivem karcinogenosti látek mohou vznikat nádorová onemocnění.[9]

Opatření pro ochranu před prachem

- technologické – mění se dosavadní technologie tak aby prach nevznikal nebo se jeho množství snížilo,
- technické – prostory, jimiž prochází prach, se mohou uzavírat, odsávat, prach se může srážet krápním vodou,
- technicko – organizační – usazený prach se musí kontrolovat a čistit,
- individuální – používání pracovních ochranných pomůcek, podle povahy prachu to mohou být čtvrtmasky, pŕlmasky s filtrem.[9]

4 MOŽNOSTI RECYKLACE PLOŠNÝCH SPOJŮ

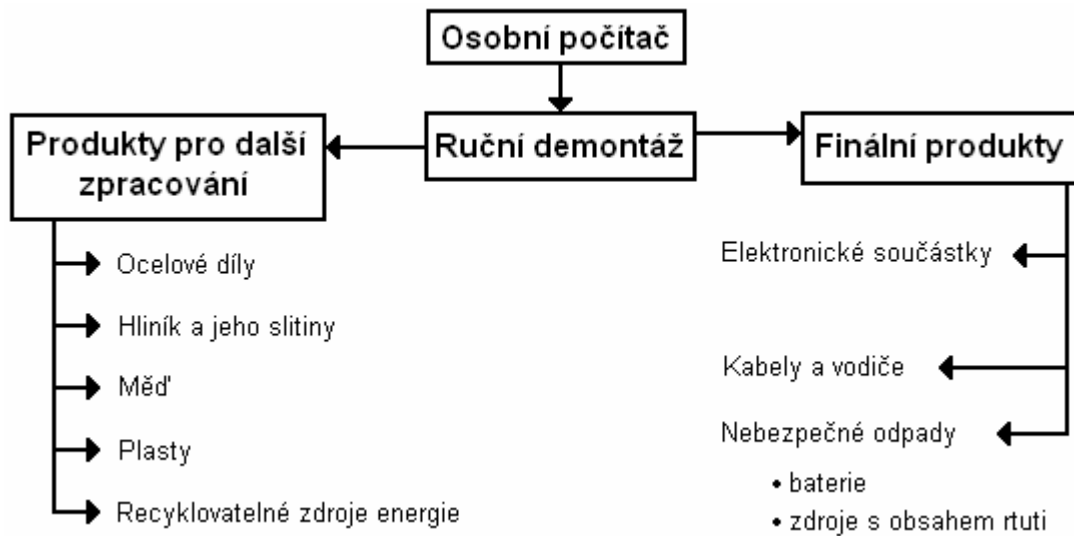
27. ledna 2003 byla Evropskou komisí a Radou Evropské Unie schválena směrnice 2002/96/ES o odpadních a elektrických zařízeních – OEEZ. Cílem směrnice je uplatnění zásad prevence vzniku odpadů, jejich použití a odstranění. Do oblasti působení směrnice se řadí veškerá elektrická a elektronická zařízení používaná spotřebiteli a elektrická a elektronická zařízení pro profesionální využití. Ve směrnici se dále definují podporující návrhy na návrh elektrický či elektronických výrobků, zajištěné zpětného odběru, zpracování a využití recyklátu a financování OEEZ domácnostmi a ostatními organizacemi. V příloze směrnice jsou definovány skupiny výrobků, pro které tato směrnice platí.[10]

4.1 Elektrošrot

Elektrošrot se řadí do skupiny polykomponentních odpadů, spolu s např. akumulátory, autovraky, kabely, komunálním odpadem apod. Vzhledem k vývoji měřicí, strojní, přístrojové, výpočetní a spotřebitelské techniky vzniká v obrovském množství. Je výsledkem života každé domácnosti, proto se stává součástí komunálního odpadu. Převážná část elektrošrotu se deponuje na skládky, případně se pálí. V ČR je to až 85% tohoto odpadu. Diskutovaný odpad však obsahuje velké množství cenných a deficitních surovin. Z pohledu ekosystému představuje obrovskou zátěž pro životní prostředí. Složení elektrošrotu se liší podle druhu výrobku a záleží na zemi původu, stáří, výrobci apod. Dostatečnou úroveň recyklačního procesu je u většiny odpadů dekompozice, tedy rozebrání a demontáž odpadu na předem stanovené komodity tak, aby se daly využít v co největší míře.[11]

Výrobek	Železné kovy[%]	Neželezné kovy [%]	Plasty [%]	Sklo [%]	Elektrotechnické součástky [%]	Jiné [%]
PC	32,0	18,0	23,0	15,0	12,0	-
TV	9,9	3,0	9,5	56,9	8,0	12,7
Reproduktor	2,5	2,5	31,0	-	1,5	62,5
Telefon	28,0	15,0	48,0	-	9,0	-
Mikrovlnná trouba	71,3	7,8	3,8	7,0	6,7	3,4
Automatická pračka	67,3	2,9	7,0	1,1	14,3	7,5
Žehlička	20,6	27,2	36,0	-	16,2	-

Tab. 6 Průměrný obsah materiálových komponent ve vybraných zařízeních [11]



Obr. 12 Schéma ruční demontáže PC [11]

4.2 Zpracování elektroodpadu

4.2.1 Spalování

Spalování elektroodpadu je relativně nejjednodušší způsob jak zacházet s tímto druhem odpadu. Bohužel s sebou nese účinky jako je ekologické zatížení apod. Jestliže chceme odpad spalovat, je potřeba nejdříve plně využít předchozí možnosti, tedy rozebrání elektroodpadu na základní materiál a až poté uvažovat spalování v pecích. [12]

Jedním z podniků, které se zabývají spalováním vyřazeného elektroodpadu je společnost SITA CZ. Postup spalování je následující:

- příjem odpadu – příprava odpadů například drcením, analytický rozbor dodaných odpadů,
- spalovací část – zařízení je tvořeno spalovací pecí a dospalovací sekundární komorou, kdy pomocí hořáků se dosahuje teplot 1100 - 1200°C, nespálený odpad se vylučuje ve formě strusky,
- parní kotel – vzniklé teplo se využívá pro vznik tepelné energie, případně pro vznik elektrické energie,
- čištění spalin – jedná se o soubor několika technologií, kterými musí spaliny projít, aby je bylo možné vypustit do ovzduší.[13]



Obr. 13 Spalovna odpadu

4.2.2 Recyklace DPS

Jak již bylo popsáno, elektroodpad obsahuje velké množství rozdílných materiálových komponent. Výhodným řešením je rozebrání OEEZ na jednotlivé díly a následné zpracování.

Odstranění součástí

Jelikož DPS obsahují většinou velké množství elektrosoučástek, které dále obsahují vzácné kovy, je potřeba tyto součástky z desek odstranit. V malém množství se tento proces provádí odstříháváním kleštěmi. K tomu mohou sloužit např. chráněné dílny pro absolventy speciálních škol, absolventy základních škol a lidi s určitým typem postižení. Ve vyšších množstvích je vhodné použít odřezání nebo odtavení. [14]

Po odstranění součástek je potřeba z desky odstranit cínové spoje a zbytky součástek. To se provádí za teplot 350 - 400°C, kdy se cín taví a mechanicky odstraňuje.[15]

Drcení DPS

Jakmile jsou součásti odstraněny, může se přejít k drcení desek. To se provádí za účelem dosažení požadované velikosti granulátu. Zařízení pro drcení mohou být např. břitové drticí stroje, granulační mlýny, řezací zařízení atd.[16]

Finančně náročnějším způsobem je tzv. kryogenní drcení, kdy se DPS podchladí na teplotu $-(100-170)^{\circ}\text{C}$, a následně je drcen. Výhodou je nižší příkon proti klasickému drcení.[15]

Třídění materiálu

Dalším postupem je mechanické vytřídění materiálu. Kovové součástky se třídí podle jejich feromagnetických schopností, plasty a ostatní materiál se třídí podle druhu a způsobu následného využití.[15]

Mechanickými způsoby třídění mohou být například síta, rovinné třídiče nebo třeba rotační třídiče. K oddělení plastů a kovů se mohou použít metody vířivých proudů.[7]

Získávání drahých kovů kyanidovým loužením

Součástky jsou vyrobeny převážně z drahých a vzácných kovů, proto je potřeba tyto kovy ze součástek zpětně získat. Jedním z možných postupů je kyanidové loužení extrakcí v tavenině olova. Tento způsob je velmi produktivní, nicméně ekologický nešetrný.

Princip je takový, že se drť součástek vsype do taveniny olova. Plast a ostatní prvky s nižší teplotou hoření shoří a železo a část barevných kovů se vyplaví na hladinu, odkud jsou sesbírány. Následně se tavenina olova se zbytkem ušlechtilých kovů prožene vzduchem, kde obecné kovy zoxidují a odstraní se jako struska. Zbytek se podrobí rafinaci, čímž se získají prvky měď, nikl, cín, olovo, rtuť, zlato, tellur a selen. Sulfáto-nitrátová metoda slouží k separaci palladia. Frakce barevných kovů se odstraňují elektrolyticky.[15]



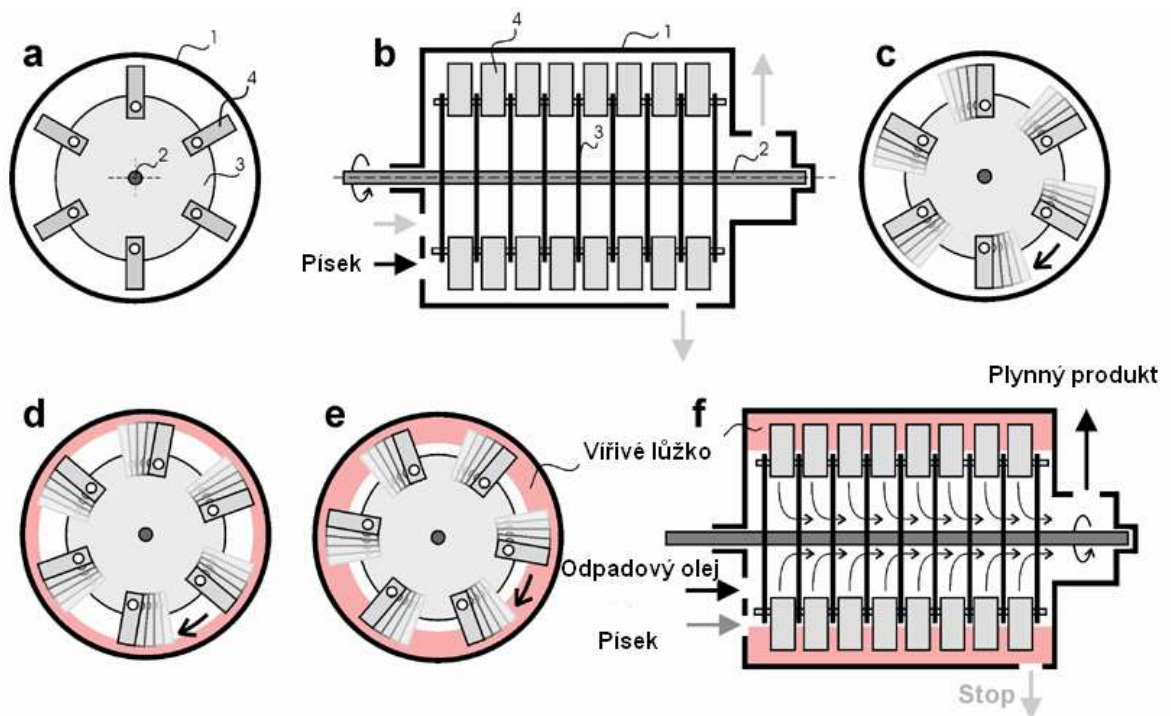
Obr. 14 Recyklační linka na elektrospotřebiče

4.2.3 Proces BLOWDEC

Proces BLOWDEC (BLOWing DEComposition – vířivý rozklad) je originální metoda na základě slovenského vynálezu. Technologie nachází své uplatnění při recyklaci odpadových směsí s obsahem organických podílů. Při recyklaci DPS se může metoda využívat pro odstranění plastových podílů a své místo nachází i při recyklaci pneumatik, kdy získáváme jako výsledný produkt saze, čistou ocel a uhlovodíkový olej.

Popis metody

Klíčovým zařízením je reaktor, který svou konstrukcí připomíná kladivový mlýn. Hlavními částmi reaktoru jsou plynotěsná komora, v níž je umístěn rotor unášející keramické lopatky. Otáčivý pohyb způsobuje míchání směsi a její víření. Směs se skládá z tuhé anorganické látky (písek) a organické složky. Vlivem rotace a následného tření dochází k vývinu tepla. Ve vířivém lůžku dochází k většině procesů. Plasty podléhají depolymeraci. Část těžkých uhlovodíků se transformuje na plyn a opouští komoru. Dochází k fyzikálním a chemickým dějům, jejichž důsledkem je téměř 100% výtěžek uhlovodíků. Zároveň dochází k účinnému rozdělení látek tvořící původní materiál a čistý hodnotný olej bez znečištění, oddělená odpadová voda, a tuhá fáze, která může obsahovat chloridy kovů. Oxidy dusíku ani síry se neprodukuje.[17]



Obr. 15 Schéma metody BLOWDEC [17]

5 SHRNU TÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

V teoretické části bylo probráno několik zásadních okruhů týkajících se řešení návrhu pracoviště.

V první části byl vysvětlen pojem výrobek a jeho životní cyklus.

V druhé části byl vysvětlen postup při návrhu technologických pracovišť, navrhování a dimenzování jednotlivých celků na pracovišti. Tyto poznatky budou využity při návrhu plošného rozložení pracoviště.

Ergonomie práce a hygienické aspekty jsou řešeny v třetí části teoretické části. Pro praktickou část bude použitelný především návrh osvětlení, pracovních pohybových prostor a návrh nářadí a vybavení.

Technologický postup recyklace bude popsán podrobně podle způsobu uvedeného v části zabývající se recyklací elektrošrotu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 STANOVENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem této diplomové práce je vytvoření technologického projektu linky na recyklaci deskových plošných spojů. Tyto spoje je nejvhodnější zpracovávat na další suroviny, které nacházejí uplatnění v různých odvětvích průmyslu.

V první části je potřeba se zaměřit na druhy desek, které jsou k dispozici. Posléze bude vytvořen návrh linky, ve které bude docházet je zpracování desek. K této lince bude vytvořen technologický postup, časové závislosti jednotlivých kroků a nakonec bude vytvořeno ekonomické zhodnocení.

V práci bude využito prací předchozích bakalářských prací, které se zabývaly dílčími konstrukcemi.

7 POPIS DESKOVÝCH PLOŠNÝCH SPOJŮ A VZNIKLÝCH SUROVIN

Deskový plošný spoj je komplexní prvek, který se skládá z velkého množství materiálů, v některých případech materiálů, které jsou velmi cenné a drahé. Tyto materiály jsou obsaženy především v elektrosoučástkách, např. v odporech, kondenzátorech, nebo v integrovaných obvodech. Při recyklaci by mělo být snahou o co největší rozdělení materiálů podle jejich druhu.

7.1 Rozbor dostupných DPS

Pro návrh zpracovatelské linky je k dispozici v laboratořích ÚVI vzorkové množství DPS, ze kterých se bude vycházet pro návrh linky. Tyto desky jsem rozdělil a popsal podle těchto parametrů:

1. Podle rozměru
2. Podle osazení součástkami.

7.1.1 Dělení dle rozměru

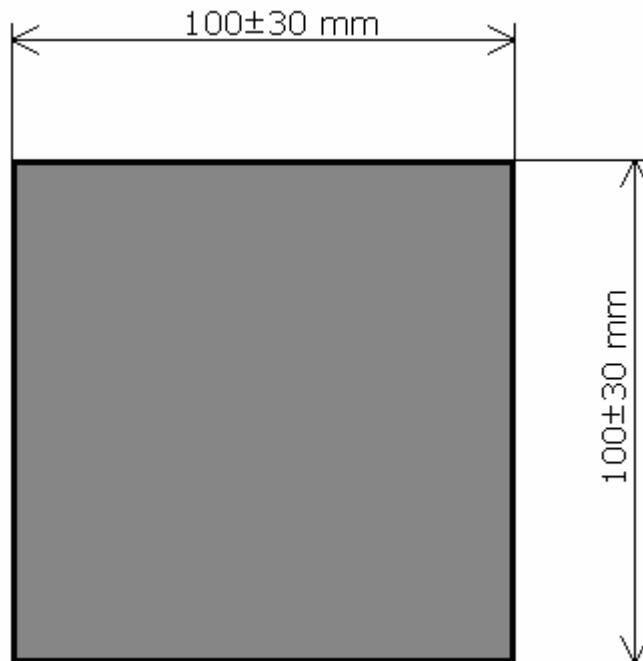
Na základě měřené rozměrů desek a jejich rozdělení do rozměrových skupin bude navrhnout univerzální rozměr, ve kterém se deska bude zpracovávat.

Celkový počet 28 kusů desek byl rozdělen do dvou skupin, na desky malé a velké, v poměru 13:15. Desky byly změřeny a rozměry vyhodnoceny do následující tabulky.

Malé desky		Velké desky	
Rozměry [mm]	Počet kusů	Rozměry [mm]	Počet kusů
200x100	5	220x210	3
130x100	3	220x300	4
200x80	1	280x330	1
90x110	1	180x320	1
120x170	1	220x330	6
120x240	1		
120x340	1		

Tab. 7 Rozdělení vzorků DPS dle rozměru

Na základě této rozměrové rozvahy byl navržen univerzální rozměr desky pro zpracování 100x100 mm. Je zřejmé, že není možné všechny desky připravit na tento rozměr, proto je možné kolísání rozměrů o ± 30 mm. Podle této rozvahy je možné vyrobit z daného množství desek celkem 110 desek rozměrově vhodných pro zpracování.



Obr. 16 Rozměry desky pro zpracování

7.1.2 Dělení dle osazení součástkami

Desky, které jsou osazeny různými součástkami je potřeba očistit od komponent, které by mohly vytvářet potíže při odřezávání elektrosoučástek. Tyto komponenty je možné odstranit následujícími způsoby:

- a. nedestruktivní metodou – např. šrouby, paměťové moduly a ostatní prvky ve slotech;
- b. destruktivní metodou – přinýtované komponenty, např. upínací prvky.



Obr. 17 Komponenty k odstranění, A – prvek v modulu, B – upínací prvek

Odstranění el. součástek je řešeno samostatně. Význam tohoto dělení pro zpracovatelskou linku je v návrhu nářadí, pomůcek a způsobů potřebných pro odstranění součástí.

7.1.3 Dělení dle hustoty osazení

Hustota osazení součástkami a počet upínacích kontaktů má vliv na rychlost odřezání součástek z desky. Jako vzorové desky pro porovnání byly zvoleny dvě, na kterých byl spočítán počet součástek a celkový počet kontaktů.

Deska	Oranžová	Zelená
Rozměry desky [mm]	120x160	120x220
Plocha desky [mm ²]	19200	26400
Počet el. součástek [ks]	96	77
Počet el. součástek na 100 mm ²	0,5	0,29
Počet upínacích kontaktů [ks]	578	440
Počet kontaktů na 100 mm ²	3	1,66

Tab. 8 Hustota osazení součástek k velikosti desky

Zelená deska má 2x méně součástek na 1 cm² než oranžová deska. Pokud tedy budeme odřezávat součástky, bude potřeba více času na desky hustěji osazené. Tento čas bude posléze zohledněn v technologickém postupu.

7.2 Zpracování DPS na suroviny

Nejjednodušší metodou recyklace je drcení kompletních desek. Princip metody je velmi jednoduchý. Součástkami osazená deska se vloží do drtícího zařízení, a po drcení se získá

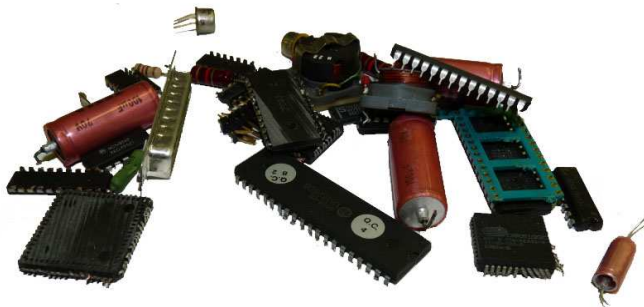
drť. Jak lze pozorovat na Obr. 18, výsledná drť je směsí kovů, plastů a ostatních materiálů, kterou obsahuje deskový plošný spoj. Některé součástky ani nebylo možné dokonale rozdrtit.



Obr. 18 Drť vzniklá z kompletní desky

Toto řešení je principiálně velmi jednoduché, nicméně z pohledu ekonomického a ekologického se nejedná o nejvhodnější řešení, protože drť, která se používá k méně náročným aplikacím, obsahuje drahé a ostatní kovy.

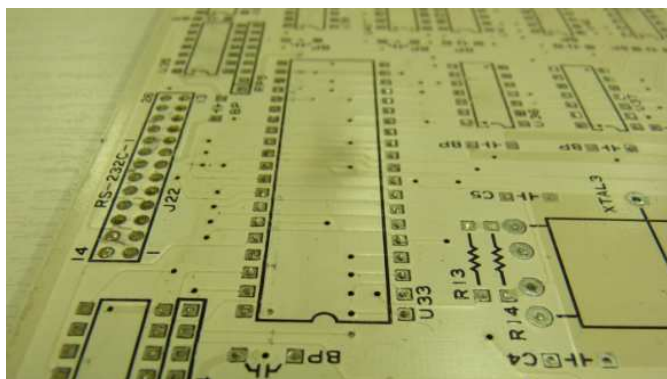
Obtížnějším, avšak podstatně výhodnějším způsobem je postupné rozebrání deskového plošného spoje na jednotlivé díly. Princip je takový, že se nejprve z desky odřezou na řezacím zařízení elektrosoučástky, které lze dále zpracovávat na jednotlivé druhy kovů.



Obr. 19 Odřezané součástky

Po odřezání elektrosoučástek se z ořezané desky odstraňuje horní vrstva vodivého materiálu a následně dochází k drcení kompozitní části desky. Tato drť, která obsahuje zanedba-

telné množství kovů, se zpracovává s přísadou dalších surovin lisováním do desek, které nacházejí uplatnění například jako protihlukové stěny.



Obr. 20 Deska po oddělení součástek



Obr. 21 Drť z očištěné desky

7.3 Sypná a setřesná hmotnost drtí

Pro návrh zpracovatelské linky je potřeba zjistit přibližné hodnoty sypných a setřesných hmotností pro různé druhy drtí. Tyto drtě byly dodány z předchozích prací, zabývajících se stejnou problematikou. Zjištěné hodnoty se posléze využijí pro návrh skladovacích a manipulačních nádob v lince.

Sypná hmotnost byla zjištěna metodou, při které se do nádoby nasype určité množství drtí, zváží se a posléze vyhodnotí. V našem případě byl vážený objem 50 ml. Vážení probíhalo na přesných vahách s odečtem na tisícinu gramu.

Příklad výpočtu:

- a. sypná hmotnost

$$\text{Objem } V = 50 \text{ ml} = 50 \text{ cm}^3$$

Hmotnost $m_1 = 26,843$ g




$$\text{Sypná hmotnost } \rho_1 = \frac{m_1}{V} = \frac{26,843}{50} = 0,53 \text{ g.cm}^{-3}$$

b. setřesná hmotnost

Objem $V = 50$ ml = 50 cm³

Hmotnost $m_2 = 33,685$ g

$$\text{Setřesná hmotnost } \rho_2 = \frac{m_2}{V} = \frac{33,685}{50} = 0,67 \text{ g.cm}^{-3}$$

Typ Drti	Drť kompletní desky	Drť desky bez komponentů	Drť kompozitní desky
Obrázek			
Objem V [ml]=[cm ³]	50	50	50
Hmotnost m_1 [g]	26,843	56,888	29,665
Hmotnost m_2 [g]	33,685	62,131	38,008
Sypná hmotnost [g.cm ⁻³]	0,53	1,14	0,59
Setřesná hmotnost [g.cm ⁻³]	0,67	1,24	0,76

Tab. 9 Sypné a setřesné hmotnosti drtí


8 TECHNOLOGICKÝ POSTUP RECYKLAČNÍHO CYKLU

V následující části bude popsán recyklační cyklus od počátku po závěrečnou fázi.

Pracovník, obsluhující pracoviště by se měl technologickým postupem řídit a postupovat podle něj. V případě potřeby lze postup aktualizovat a doplnit, případně opravit ho o poznatky získané z pracoviště. Nejdiskutovanější částí pro pracovníka bude čas na provedení operace, který je určen odhadem, a proto bude potřeba ho postupně upravit na přijatelnou úroveň jak pracovníka, tak i z hlediska ekonomického.

8.1 Protokol technologického postupu

Bylo provedeno vyplnění souhrnného postupu recyklace DPS.

ÚVI FT UTB Zlín		SOUHRNÝ POSTUP RECYKLACE DESKOVÉHO PLOŠNÉHO SPOJE		List:	
		Součást: Deskový plošný spoj		Kusů: 25	
Číslo operace	Pracoviště	Název operace	Stroj, pomůcky	Operační čas [min]	
				odhadovaný	přesný
05	Pracovní stůl	Třídění	Ručně	5	
10		Demontáž rozebíratelných prvků	Ručně, lehké ruční nářadí	5	
15		Demontáž nerozebíratelných pevných prvků	Ruční nářadí	5	
20		Orýsování desky	Měřidlo, fix	5	
25	Pákové nůžky	Dělení desky	Pákové nůžky	15	
30	Sloupová vrtačka	Vrtání upínacích otvorů	Sloupová vrtačka, upínací přípravek, vrták	20	
35	Odřezávací zařízení	Upnutí do přípravku	Upínací přípravek	10	

40		Odřezání el. součástí	Upínací přípravek, pásová pila	30	
45		Úklid odřezaných el. Součástí	Úklidové pomůcky, úložný box	5	
50	Sušárna	Ohřev desek	Sušárna	5	
55	Dělicí zařízení	Upnutí do přípravku	Upínací přípravek	5	
60		Oddělení horní vrstvy DPS	Dělicí zařízení, upínací přípravek	20	
65		Otočení desky	Upínací přípravek	5	
70		Oddělení dolní vrstvy DPS	Dělicí zařízení, upínací přípravek	20	
75		Úklid oddělených vrstev	Úklidové pomůcky, úložný box	5	
80	Drtící zařízení	Drcení kompozitních částí desky	Drtící zařízení	15	
85		Úklid drti	Úklidové pomůcky, úložný box	5	

Tab. 10 Technologický postup recyklace

8.2 Popis jednotlivých úkonů

Při manipulaci s DPS je doporučeno použití ochranných pomůcek, které jsou uvedeny v případě potřeby u každé operace. Proti poškrábání rukou se pracovník musí chránit rukavicemi. V některých případech respirátor, kvůli nebezpečným látkám, které se mohou do vzduchu při zpracování vřít.

05 - Třídění

DPS určené k recyklaci se dodávají v bednách po 25 ks. Pracovník provede roztřídění DPS na kusy, které potřebují očištění od překážejících prvků (šrouby, nosné prvky, elektrosoučástky ve slotech atd.). Kontrolu provádí dle vlastní úvahy, bez pomůcek.

Ochranné pomůcky (OP): rukavice.

10 - Demontáž rozebíratelných prvků

Pracovník provede odstranění prvků, které jdou odstranit nedestruktivně. Provede odmontování šroubů, vyjmutí součástí ze slotů apod. K odstranění se používá lehké ruční nářadí, šroubováky, klíče apod.

Vyjmuté elektrosoučástky se již ukládají do boxů, které jsou pro tyto součástky určeny.

OP: rukavice

15 – Demontáž nerozebíratelných prvků

V případě, že prvky nelze vyjmout lehce, nebo je nelze odmontovat za pomoci nářadí, odstraní se destruktivně. Mezi takové prvky patří přinýtované kovové prvky, ty se demontují odvrátáním nýtu. Dalším použitým nářadím mohou být kleště, kladívko k odstranění apod.

Při destruktivním odstraňování musí pracovník dbát na svoji bezpečnost.

OP: rukavice

20 – Orýsování desky

Před vlastním zpracováním desky je potřeba tuto orýsovat na rozměry potřebné ke zpracování. Univerzálním rozměrem byla zvolena délka strany 100 ± 30 mm. Pracovník tedy provede označení tak, aby při následném řezání docházelo k řezání na požadovanou délku. K orýsování použije délkové měřidlo a černý fix.

OP: rukavice

25 – Dělení desky

Pro následující úkony je potřeba desky přichystat na požadovaný univerzální rozměr. To se provádí na pákových nůžkách stříháním. Nastříhané části se uloží do úložného boxu.

OP: rukavice

30 - Vrtání upínacích otvorů

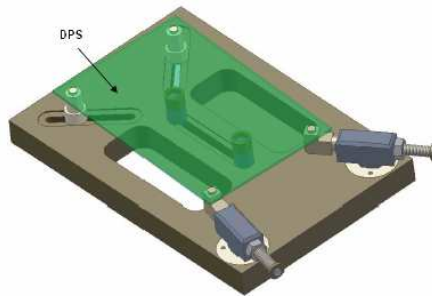
Pro upnutí desky do upínacího přípravku je potřeba do desky navrtat otvor na upínací čep. Otvory se vyvrtají na sloupové vrtače za použití vrtáku. Jejich poloha nemusí být přesně dána díky nastavitelnosti upínacích čepů. Otvory budou umístěny v rozích desky. Pracovník musí dbát na nepoškození elektrosoučástek a vrtat otvory mimo součástky. Možné použít šablonu.

OP: rukavice, respirátor

35 – Upnutí do přípravku

Deska bude upnuta do navrhnutého upínacího přípravku [16].

OP: rukavice



Obr. 22 Upínací přípravek [16]

40 – Odřezání el. součástek

Pomocí upínacího přípravku pracovník odřeže na pásové pile elektronické součástky. Z bezpečnostních důvodů, kvůli možnému odletování součástek je nutností použití ochranného odnímatelného krytu na zařízení.[18]

OP: rukavice

45 - Úklid odřezaných el. součástí

Provede se úklid odřezaných součástek, které se uloží do předem určeného úložného boxu. Ořezané desky taktéž uloží do boxu pro další zpracování.

OP: rukavice

50 – Ohřev desek

Pro usnadnění odstranění horních vrstev DPS se provede ohřev na teplotu cca 250°C, při které dojde částečné desintegraci DPS.

OP: Rukavice

55 - Upnutí do přípravku

Ořezaná deska se upne do přípravku.

OP: rukavice

60 - Oddělení horní vrstvy DPS

Na oddělovacím zařízení se seřízne horní vrstva DPS[19].

OP: rukavice

65 – Otočení desky

Deska se uvolní z přípravku a upne se na druhou stranu, aby bylo možné tuto stranu odřezat.

OP: rukavice

70 – Oddělení dolní vrstvy DPS

Provede se oddělení dolní vrstvy DPS[19].

OP: rukavice

75 – Úklid odřezaných vrstev

Odřezané vrstvy se uklídí do úložných boxů. Kompletně ořezanou desku je možné nyní drtit.

OP: rukavice

80 – Drcení kompozitních částí desky

Po přichystání vhodného množství kompletně ořezaných desek se tyto v drtiči podrtí na drť, která je výsledkem práce.

OP: rukavice, respirátor

85 – Úklid drti

Po dokončení drtícího procesu se drtič vyčistí, drť se uloží do pytlů a je připravena k expedici.

OP: rukavice

9 VOLBA VYBAVENÍ PRACOVIŠTĚ

Pracoviště pro recyklaci DPS je potřeba vybavit zařízením, které bude sloužit k jednotlivým úkonům dle technologického postupu, a doplňkovým inventářem jako jsou stoly, osvětlení apod.

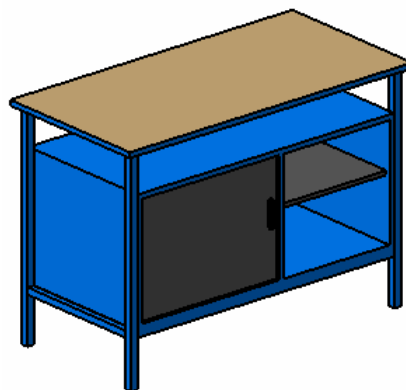
Při výběru vybavení bude využít internetových katalogů.

9.1 Pracovní stoly

Pracoviště je zamýšleno formou dílny, ve které pracuje jeden, případně více pracovníků. Pro provádění pracovních operací je zapotřebí několika pracovních dílenských ponků, stejně tak je potřeba některé zařízení umístit na stůl.

9.1.1 Pracovní stůl

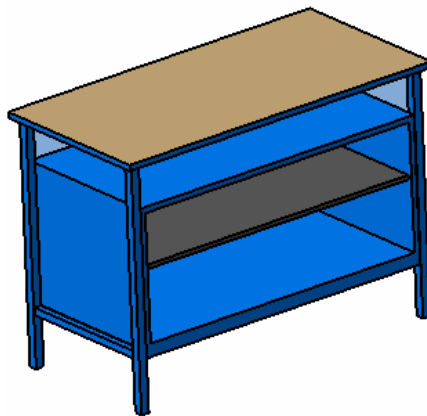
Tento pracovní ponk, obsahující dvě otevřené police a jednu uzavíratelnou skříňku bude sloužit pro provádění veškerých ručních prací. Na ponku bude připevněn ruční svěrák a sloupová vrtačka. Díky vysoké nosnosti, dle katalogu výrobce až 500 kg nebude problém s umístěním těžké vrtačky. Rozměry stolu jsou 850x1200x600 mm, a jeho hmotnost 65 kg. Ke stolu bude zároveň dodán závěsný panel na nářadí.



Obr. 23 Pracovní stůl

9.1.2 Odkládací stůl

Pro odložení již hotových produktů bude sloužit jednoduchý stůl s policemi, kam se budou umisťovat nádoby s výslednými produkty. Rozměry stolu budou jako v prvním případě.



Obr. 24 Odkládací stůl

9.1.3 Manipulační vozík

Z ergonomického hlediska je vhodné pro pracovníka připravit takové podmínky, aby ho práce nepřetěžovala a nezpůsobovala mu zdravotní problémy. Jedním z problémů současné doby jsou bolesti zad, způsobené z nerovnoměrného přetěžování lidského organismu. Proto bude do pracoviště zařazen malý manipulační vozík, na kterém může pracovník převážet bedny se zpracovávaným materiálem mezi jednotlivými pracovišti.

Technické parametry:

Nosnost	150 kg
Celková výška	510 – 700 mm
Úhel	0 – 40°
Rozměr plošiny	510 x 410 mm

9.2 Strojní vybavení

Podle technologického postupu bude pracoviště vybaveno strojní výbavou, která bude v prvních 3 případech zakoupena, ostatní zařízení budou zkonstruovány podle specifických potřeb. Možností je využití stávajícího zařízení v laboratořích ÚVI.

9.2.1 Stojanová vrtačka

Stojanová vrtačka slouží na pracovišti k vrtání otvorů pro upnutí desek, případně k odvrtání nedemontovatelných součástí z desek (nýty apod.).

Pro pracoviště byla zvolena vrtačka od firmy PROMA CZ s.r.o E-1516BVL/400. Obdobná vrtačka se nachází v laboratoři ÚVI.

Technické parametry:

Příkon motoru	750 W
Napětí	3/N PE AC/400V 50 Hz
Krytí motoru	IP 54
Kužel vřetene	Mk II
Zdvih vřetene	75 mm
Vyložení vřetene	180 mm
Max. vzdálenost vř.od stolu	300 mm
Max. vzd. vř. od základny	490 mm
Otáčky vřetene	120 – 2150 ot./min. (variátor)
Rozměr stolu	290 x 290 mm
Rozměr základny	450 x 270 mm
Max. průměr vrtání	20 mm
Hmotnost	61 kg

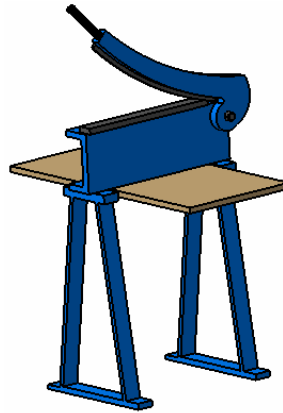


Obr. 25 Stojanová vrtačka

9.2.2 Pákové nůžky

K dělení desek DPS na požadovaný rozměr slouží v lince pákové nůžky. Délka nožů byla volena 500 mm, s ohledem na maximální délku desek cca 400 mm.

Aby se ušetřily náklady za nákup pracovního stolu, bude k rámu připevněna šrouby deska, aby bylo možno odkládat stříhané a nastříhané desky, viz Obr. 26.



Obr. 26 Pákové nůžky s odkládací deskou

9.2.3 Drtič plastů

Jedním z výsledných produktů pracoviště bude drť kompozitní desky, která bude nacházet využití v dalších aplikacích, např. při výrobě protihlukových stěn. K tomu, abychom drť získali, potřebujeme vhodný drtič plastů.

Vhodným drtičem je zařízení od firmy Remont a.s. Tento pomaloběžný nožový drtič je vhodný pro drcení tvrdých materiálů. Konstrukční řešení je provedeno upevněním hlavních prvků na nosném rámu. Drtič je pojízdný na kolečkách, proto s ním lze pohybovat. Drcený materiál padá do násypky umístěné ve spodní části stroje.

Technické parametry:

Výkon elektromotoru	2,2 kW
Výstupní otáčky	33,7 min ⁻¹
Výkon drtiče	30 – 50 kg/hod
Počet statorových nožů drticích	3
Počet stat. nožů stíracích	1
Počet rotačních nožů drticích	24
Počet rotačních nožů stíracích	2
Max. rozměry (š x d x v)	420 x 780 x 1200 mm



Obr. 27 Drtič plastů

9.2.4 Sušárna

Pro zjednodušení procesu oddělení vrstev byla do procesu začleněna sušárna, díky které po ohřevu desek dojde ke značnému zjednodušení oddělení vrstev DPS. Byla zvolena sušárna SU25 od firmy Lasic CZ spol. s r.o.

Technické parametry:

T_{\max}	300°C
Vnitřní rozměry komory	300 x 300 x 300 mm
Vnější rozměry	400 x 500 x 450 mm
Objem	25 l
Napětí	230 V
Příkon	1,5 kW



Obr. 28 Sušárna

9.2.5 Mobilní odsávací zařízení

Pro odsávání drobných částí v některých procesech bude zapotřebí odsávání. Po úvaze bylo zvoleno mobilní odsávací zařízení, jehož výhodou je lehká přemístitelnost díky kolečkům, a nejsou zapotřebí dodatečné úpravy prostoru. Zvoleno bylo zařízení U1500 od společnosti Urban Technik.

Technické parametry:

Motor	1LA 7073 – 2AA Siemens
Výkon	0,55 kW
Max. vzduchový výkon	1200 m ⁻³ .hod
Max. podtlak	1500 Pa
Filtrační plocha	1,5 m ²
Napětí	400 V
Vstupní hrdlo	100 mm
Hmotnost	32 kg
Vnější rozměry	400 x 720 x 2150 mm



Obr. 29 Mobilní odsávací jednotka

9.2.6 Odřezávací zařízení na el. součástky

Pro odstranění elektronických součástek z desky je potřeba zkonstruovat vhodné zařízení. Touto konstrukcí se zabývá bakalářská práce z roku 2010 od Radima Bůžka, s názvem Konstrukce řezacího stroje TS. [18]

9.2.7 Oddělovací zařízení na vrstvy DPS

Pro odstranění vodivých vrstev z desky je potřeba zkonstruovat vhodné zařízení. Touto konstrukcí se zabývá bakalářská práce z roku 2010 od Michala Malučkého, s názvem Konstrukce dělicího stroje DPS. [19]

9.3 Manipulační a skladovací nádoby

Pro skladování získaných produktů je potřeba na pracoviště umístit různě objemné skladovací nádoby. Ty musí splňovat základní předpoklad, a to plné dno i boky a musí být stohovatelné.

Z hlediska jednoduché skladovatelnosti budou pořízeny typizované euro přepravky, které budou mít totožný rozměr základny, jen rozdílnou výšku.

Pro přepravu desek k recyklaci bude pořízeno 10 ks přepravek o rozměru 600 x 400 x 320 mm. Ty budou sloužit pro přepravu desek a výsledné drti, která bude zaujímat velký objem.

Pro výsledné produkty bude pořízeno celkem 10 ks euro přepravek o výšce 275 mm. Do těchto přepravek se budou ukládat odřezané elektrosoučástky, a částečně též vrstvy DPS. Na tyto nádoby bude zakoupeno zároveň zasouvatelné víko.

Výpočet hmotností naložených přepravek

Pro zjištění vhodnosti pro manipulaci pracovníkem jsou v následující tabulce rozčleněny hmotnosti naložených přepravek. Hmotnost je vypočtena pro celý objem přepravky. Podle vypočtených údajů je zřejmé, že některé drti přesahují povolenou mez zatížení člověka, které je závislé na pohlaví, věku a délce zatěžování. Proto je potřeba provést opatření v podobě změření hustot výsledných drtí na pracovišti a podle toho zajistit systém ukládání drtí.

Rozměry přepravky [cm]	Objem přepravky [cm ³]	Hmotnosti naložených přepravek [kg]					
		Drť 1		Drť 2		Drť 3	
		Sypná	Setřesná	Sypná	Setřesná	Sypná	Setřesná
60x40x27,5	66000	34,9	44,22	75,2	81,84	38,94	50,16
60x40x32	76800	40,7	51,45	87,55	95,23	45,31	58,37

Tab. 11 Hmotnosti naložených přepravek

9.4 Ruční nářadí a nástroje

Každé dílenské pracoviště musí obsahovat základní vybavení v podobě ručního nářadí a nástrojů.

Závěsný panel na nářadí

Aby bylo zajištěno umístění nářadí na pracovišti, jak bylo výše psáno, k ponku bude dodán závěsný panel na nářadí. Ten bude připevněn nad pracovní ponk ke zdi. Závěsný systém bude zajištěn háčky, které bude možno volně vkládat do otvorů v panelu.

Ruční svěrák

Pro potřeby upnutí DPS bude k pracovnímu ponku připevněn ruční svěrák.

Sada vrtáků

Pro odvrtávání nýtů, vrtání upínacích otvorů a dalších úkonů budou vrtáky zajištěny jejich kompletní sadou. Sada obsahuje celkem 19 vrtáků v rozměrovém rozpětí 1 – 13 mm, po 0,5 mm.

Sada šroubováků

Pro šroubování vrutů a šroubů byla zvolena sada univerzálních šroubováků 14 ks.

Výpis ostatního ručního nářadí

- univerzální kleště – pro běžné úkony,
- štípací kleště – pro štípání silnějších zbytkových kabeláží,
- čelní kleště – pro destruktivní odstranění prvků,

- zámečnické kladivo 0,6 kg,
- sada klíčů.

9.5 Ostatní vybavení

Úklidové prostředky

Pro zajištění čistoty na pracovišti jsou potřeba:

- lopatka s malým smetákem, velká metla,
- odpadkový koš.

Bezpečnost na pracovišti

Bezpečnost na pracovišti je zajištěna především ochrannými pomůckami, především rukavicemi, respirátorem, případně brýlemi. Tyto pomůcky se musí v pravidelném cyklu používat nové.

Pro případ úrazu musí být na pracovišti lékárnička.

10 PROSTOROVÉ ROZLOŽENÍ

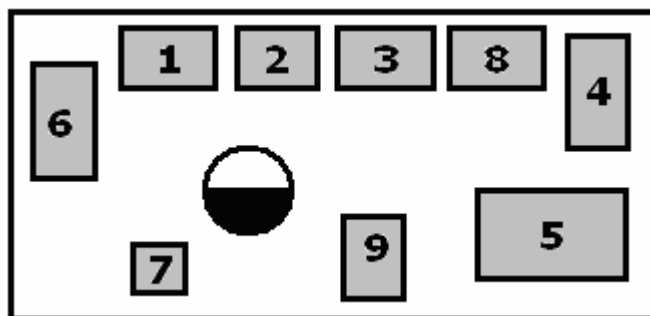
Při návrhu prostorového rozložení pracoviště se bude postupovat následujícím způsobem:

- vybere se druh pracoviště,
- zařízením se určí půdorysná plocha i s manipulačním prostorem,
- zařízení se rozloží v půdorysné ploše,
- určí se celková velikost potřebného prostoru,
- prostor se osadí zařízením,
- navrhnu se rozvody potřebných energií.

10.1 Druh pracoviště

Podle teoretické části, odstavce 2.3, bude nejvhodnějším uspořádáním pracoviště buňkové uspořádání. Na základě časových závislostí by se dalo uvažovat o vícenásobné struktuře, kdy by bylo pracovišť několik vedle sebe, a například by využívaly některé společné zařízení, např. drtič, který by se musel dimenzovat na celkový počet zpracovaného odpadu.

Pro potřeby této práce bude pracoviště dimenzováno pro jednoho pracovníka, kdy bude sám kompletně obsluhovat veškeré úkony na pracovišti.



Obr. 30 Předběžná struktura pracoviště

1 – Pracovní ponk s vrtačkou, 2 – pákové nůžky, 3 – ořezávací zařízení, 4 – oddělovací zařízení, 5 – drtič plastů, 6 – skladovací plocha (paleta), 7 – manipulační vozík, 8 – manipulační stůl se sušárnou, 9 - mobilní odsávací jednotka.

10.2 Rozložení zařízení v prostoru

Pro celkovou plochu pracoviště bude potřeba určit půdorysnou plochu zařízení a plochu manipulačního prostoru kolem zařízení. Z těchto dílčích návrhů se bude vycházet při návrhu celkové plochy potřebné pro realizaci pracoviště. Při návrhu se bude využívat poznatků z 2.4.2.1.

	Název	Půdorysné rozměry zařízení [mm]	Půdorysné rozměry s manipulačním prostorem [mm]
1	Pracovní ponk	1200 x 600	3000 x 2400
2	Pákové nůžky	900 x 800	2700 x 2600
3	Pásová pila	1000 x 1000	2800 x 2800
4	Odřezávací zařízení	1000 x 1000	2800 x 2800
5	Drtič plastů	420 x 780	2220 x 2580
6	Skladovací plocha	1200 x 800	3000 x 2600
7	Manipulační vozík	400 x 500	400 x 500
8	Manipulační stůl	1200 x 600	3000 x 2400
9	Odsávací jednotka	400 x 720	400 x 720

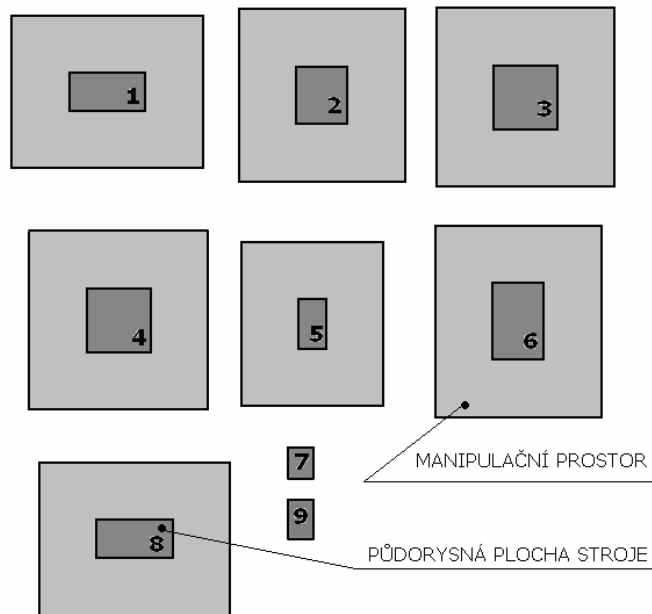
Tab. 12 Půdorysné rozměry vybavení

V Tab. 12 jsou uvedeny půdorysné rozměry zařízení, a ve třetím sloupci jsou rozměry zařízení i s přidáním manipulačním prostorem. Ten byl zvolen jako přídavek $p = 900$ mm z každé strany zařízení. Celkové rozměry se tedy změnilo o 1,8 m v každém směru.

Tyto zvětšené prostory jsou jen orientační, ve skutečnosti se návrh celkové plochy řídit několika pravidly:

- a. stoly budou umístěny ke stěně, ne však zcela do rohu,
- b. mezi sousedními zařízeními bude mezera o šířce 1,5 přídatku (1350 mm),
- c. nebude-li ohrožena bezpečnost, lze vzdálenost upravit – zmenšit/zvětšit tak, aby se upravily celkové rozměry,

d. sušárna bude umístěna na manipulačním stole.



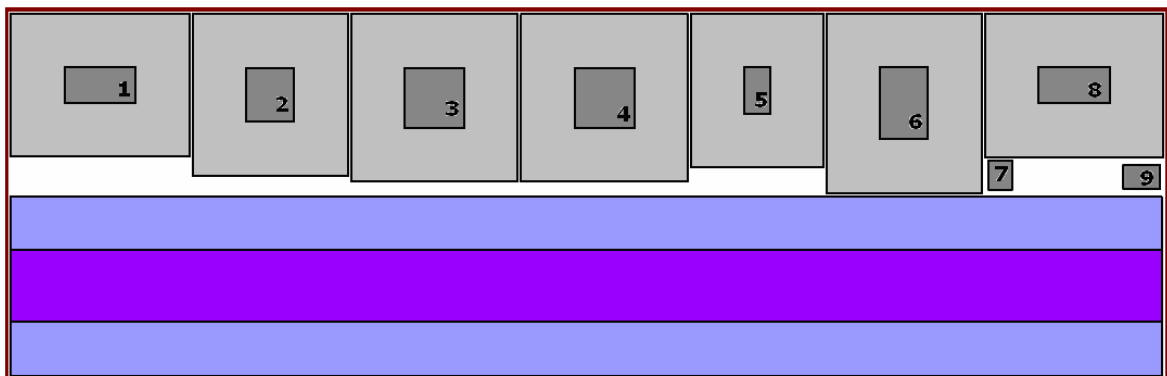
Obr. 31 Znázornění ploch

Dalším krokem je rozmístění strojů v prostoru a zjištění celkové plochy. Návrhů na rozmístění bude několik, u každého se určí hlavní výhody a nevýhody. Následně se určí koncový návrh celkové pracovní plochy. Manipulační vozík (7) nebude do řešení ploch započten, z důvodu jeho snadné přemístitelnosti díky kolečkům.

Návrh č.1

Na prvním návrhu bude demonstrováno, jakým způsobem by byla ovlivněna velikost pracoviště, pokud by nebyly užity pravidla o rozložení (viz výše).

Jednotlivé zařízení byla poskládána za sebou, kolem nich vede široká manipulační ulička o šířce palety a přídavek z každé strany.

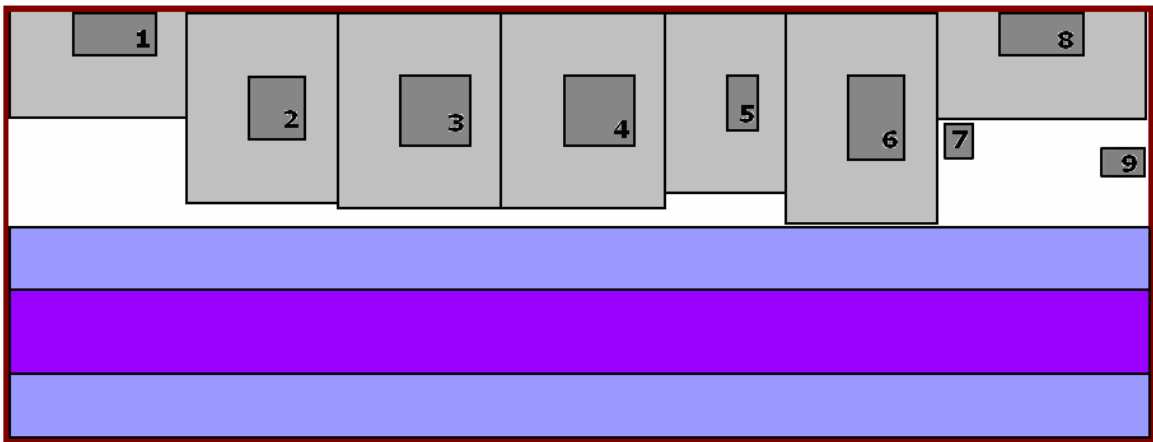


Obr. 32 Návrh rozložení č.1

Již z obrázku je patrné, že je pracoviště nepoměrně dlouhé ke své šířce. Pokud by došlo k takovému rozložení pracoviště, mělo by rozměry 19780 x 5400 mm. Kolem každého zařízení by bylo hodně prostoru, stoly by byly od stěny zbytečně odsunuty. Proto je toto řešení nevyhovující.

Návrh č.2

Rozložení zařízení bude i u tohoto návrhu vedle sebe, ale budou aplikována pravidla, aby došlo ke zmenšení délky pracoviště.

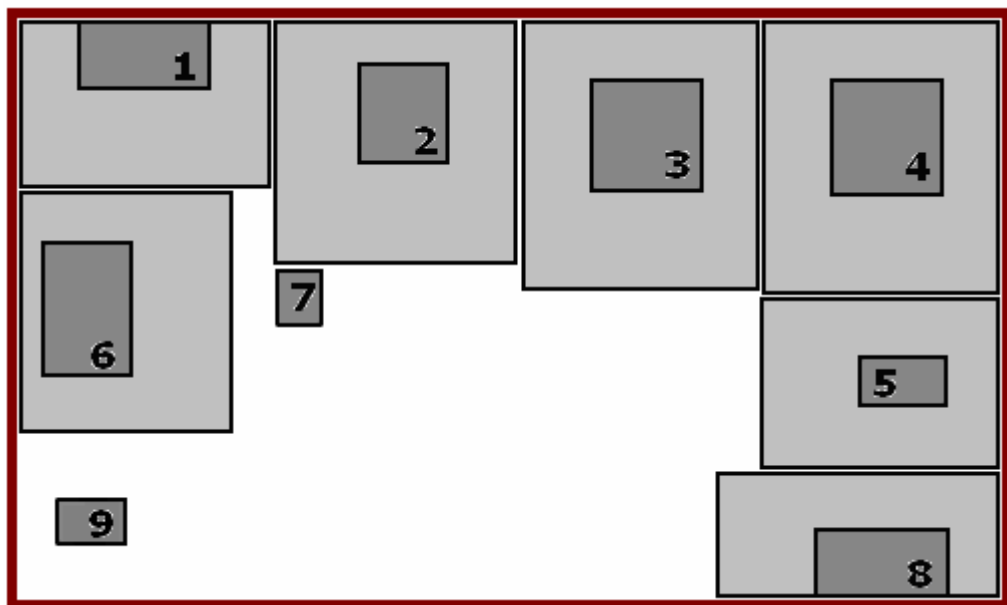


Obr. 33 Návrh rozložení č.2

Při zachování šířky došlo ke snížení délky o 2,7 m. Návrh je stále nevyhovující pro svoji velkou plochu.

Návrh č. 3

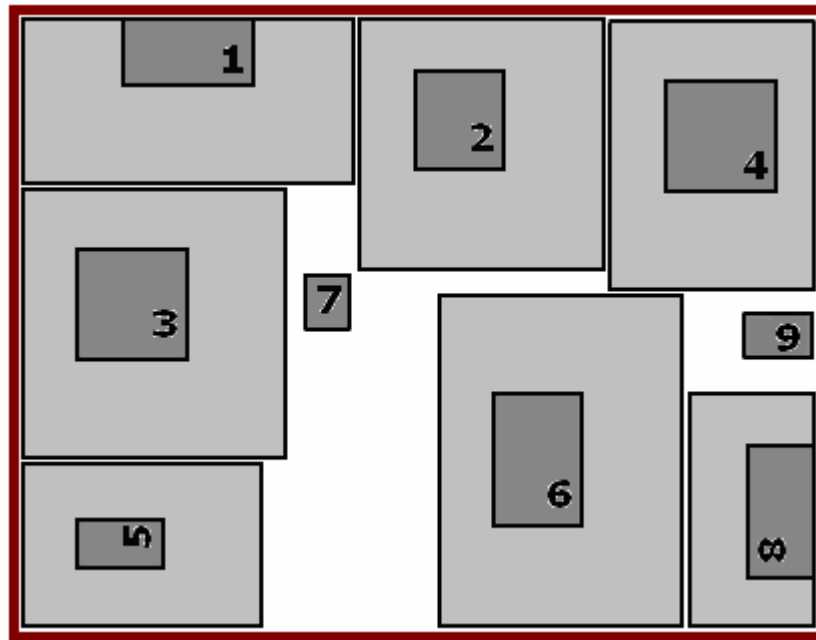
Řešení návrhu č.3 je uvedeno na Obr. 34, kdy se využívá celého obvodu prostoru a není užita manipulační ulička. Výsledný rozměr pracoviště by v tomto případě byl 9 x 5,2 m. Rozložení zařízení se řídí technologickým postupem. V levém horním rohu 1 se začíná s tříděním z palety 6. Proces postupně prochází všemi úkony. Na pracovním stole 8 se postupně odkládají výsledné produkty.



Obr. 34 Návrh rozložení č.3

Návrh č. 4

Konečný návrh je uveden na Obr.35. Pracoviště je navrženo s ohledem na zmenšení koncových rozměrů. Ty jsou 5,2 x 6,6 m. Po obvodu jsou rozmístěny stoly a stroje, uprostřed pracoviště je manipulační prostor pro paletu. Jak bylo již výše psáno, pracoviště může být provedeno jako jedna místnost, případně více jednotlivých pracovišť vedle sebe, využívajících některých společných prvků. Toto pracoviště však bude řešeno jako jednotlivé a v následující části bude zpracován návrh osvětlení a přívodů potřebných energií.



Obr. 35 Návrh rozložení č.4

Rozměrové porovnání návrhů

V následující tabulce jsou shrnuty jednotlivé rozměry návrhů pracovišť. Nejvhodnější variantou při ohledu na plochu pracoviště jsou návrhy 3 a 4. Jelikož návrh č.4 je plošně nejmenší, i přesto bude pracoviště vyhovovat, bude použit tento návrh rozložení, se kterým se bude dále pracovat.

Číslo návrhu	Rozměry [m]	Plocha [m ²]
1	19,78 x 5,4	106,8
2	17,08 x 5,4	92,2
3	9 x 5,2	46,8
4	5,2 x 6,6	34,3

Tab. 13 Rozměrové porovnání návrhů

10.3 Návrh osvětlení

V teoretické části práce, v odstavci 3.6.1 je uvedeno rozdělení náročnosti osvětlení podle druhu práce. Při porovnání procesů při recyklaci bylo zvoleno osvětlení průměrné, tedy 250 – 600 lx. Pro pracoviště bude při výpočtu uvažována hodnota $E = 400$ lx.

Přibližný výpočet osvětlení:

a. číselník místnosti

$$m = \frac{a}{h} = \frac{5,2}{3,5 - 0,85} = 1,96 \quad (10)$$

kde a – délka kratší strany místnosti, h – výška svítidel nad srovnávací rovinou

Podle zjištěné hodnoty číselníku místnosti, typu světlosti místnosti a typu svítidla byl určen měrný výkon osvětlovací soustavy $P_m = 41,4 \text{ lm/W}$.

b. potřebný měrný výkon osvětlovací soustavy

$$P = P_m \cdot \left(\frac{E}{10 \cdot \eta} \right) \cdot S \quad (11)$$

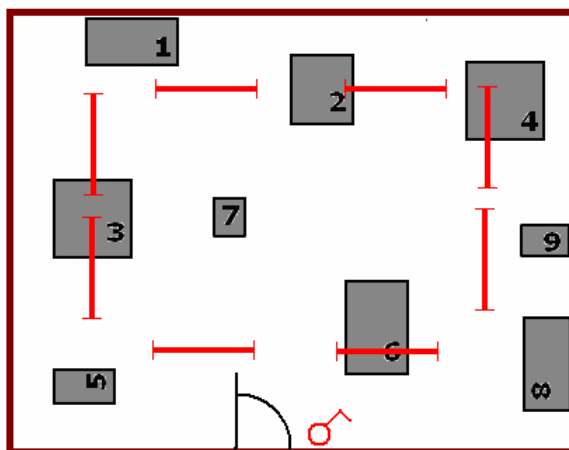
kde P_m – měrný výkon, E – hodnota osvětlení, η – měrný výkon použitého světelného zdroje, S – plocha místnosti.

$$P = P_m \cdot \left(\frac{E}{10 \cdot \eta} \right) \cdot S = 41,4 \cdot \left(\frac{400}{10 \cdot 90} \right) \cdot 34 = 625,6 \text{ W}$$

Celkový příkon osvětlovací soustavy je 625,6 W na celou plochu pracoviště. V katalogu průmyslových osvětlení bylo vybráno průmyslové prachotěsné zářivkové svítidlo.

Technické parametry svítidla

Příkon	80 W
Napětí	230 V
Rozměry	1570 x 100 x 101 mm
Počet	8 ks



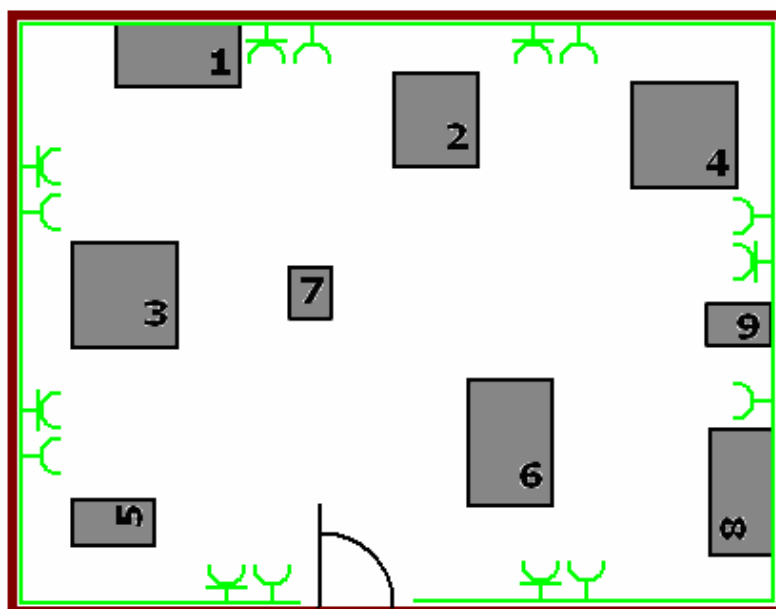
Obr. 36 Rozložení osvětlení na pracovišti

10.4 Návrh přívodů elektrické energie a tlakového vzduchu

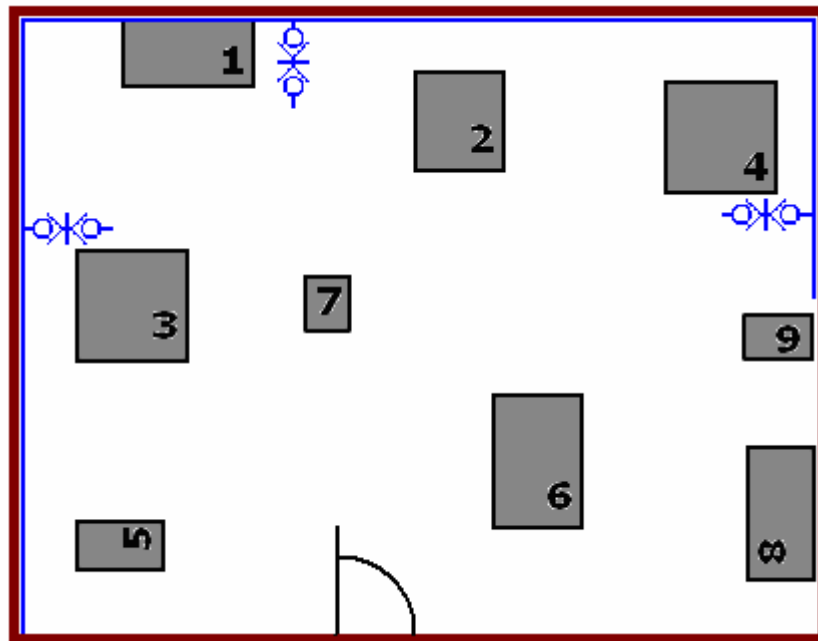
Pro správnou funkci většiny zařízení na pracovišti je potřeba přívod elektrické energie. Na schématu na Obr. 37 jsou znázorněna místa, kde bude veden přívod elektrické energie. V Tab. 16 jsou uvedena napětí všech zařízení, které jsou na pracovišti umístěny.

Odběrná místa jsou řešena panelem, ve kterém jsou zásuvky pro 230 i 400 V. Třífázové napětí je potřeba po celém prostoru z důvodu použití mobilní odsávací jednotky, která je pro toto napětí konstruována.

Kompletní návrh a zapojení elektrických obvodů by bylo řešeno elektrotechnikem s patřičnou kvalifikací.



Obr. 37 Schéma rozložení zásuvek



Obr. 38 Schéma rozvodu tlakového vzduchu

Tlakový vzduch v místnosti je navržen se třemi odběrnými místy. Pro potřebu užití tlakového vzduchu bude pracoviště vybaveno hadicemi s rychlospojky. Umístění zdroje stlačeného vzduchu je navrženo mimo místnost pracoviště.

11 ČASOVÉ ZÁVISLOSTI

V následující části bude řešeno časové znázornění jednotlivých operací, tyto časy jsou odhadovány.

Pracoviště je řešeno pro jednoho pracovníka, který obsluhuje všechny stroje. Pokud by bylo pracovišť několik vedle sebe s více obsluhujícími pracovníky, bylo by možné některé úkony vykonávat na společných zařízeních. Nejjednodušším příkladem je společný drtič, který by byl kapacitou navržen na výkon pracovišť. V následujících grafech bude ukázáno, jak se jednotlivé operace podílí na celkovém čase.

Operační čas je navržen pro 25 ks desek, které postupně projdou recyklačním cyklem.

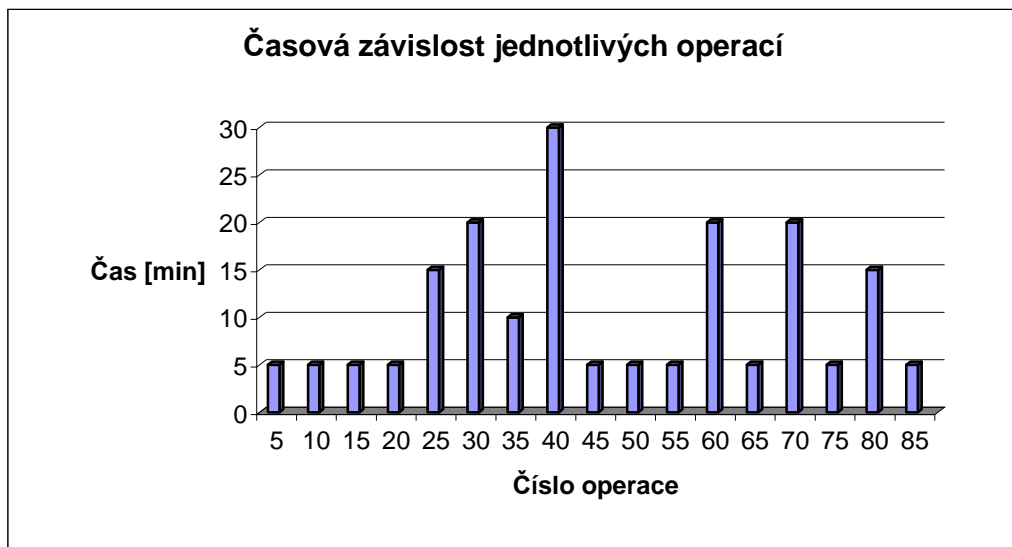
11.1 Operační časy jednotlivých úkonů

V první části budou znázorněny jednotlivě všechny časy operací. Jak bylo psáno, časy jsou navrženy odhadem, je proto možné že reálný čas bude jiný. Proto je tabulka technologického postupu provedena s dvěma kolonkami pro čas, pro čas odhadovaný a pro čas reálný.

Na Obr. 39 je uvedeno grafické znázornění operačních časů. Jak jde vidět, nejdelší operací je odřezání el. součástek, které je navrženo na 30 minut.

Čísla a názvy operací

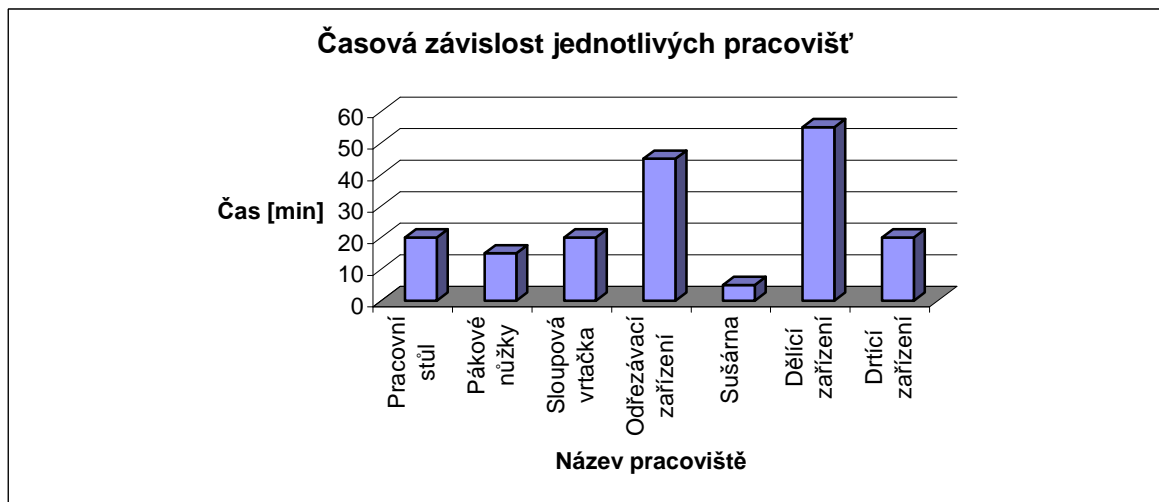
5 – Třídění a kontrola, 10 – Demontáž rozebíratelných prvků, 15 – Demontáž nerozebíratelných prvků, 20 – Orýsování desek, 25 – Dělení desek, 30 – Vrtání otvorů, 35 – Upnutí do přípravku, 40 – Odřezání el. součástek, 45 – Úklid odřezaných součástek, 50 – Ohřev desek, 55 – Upnutí, 60 – Oddělení vrstvy, 65 – Upnutí, 70 – Oddělení vrstvy, 75 – Úklid, 80 – Drcení, 85 - Úklid



Obr. 39 Graf časové závislosti jednotlivých operací

11.2 Operační časy jednotlivých pracovišť

Pro znázornění časů jednotlivých pracovišť byly sečteny dílčí operační časy a vyneseny na časovou osu.



Obr. 40 Časová závislost jednotlivých pracovišť

Na Obr. 40 lze vidět, že nejvíce času je potřeba pro pracoviště dělicího zařízení. Tato délka času je dána upínáním desek do upínacího přípravku, což prodlužuje celkový čas práce.

11.3 Plynulý tok materiálu

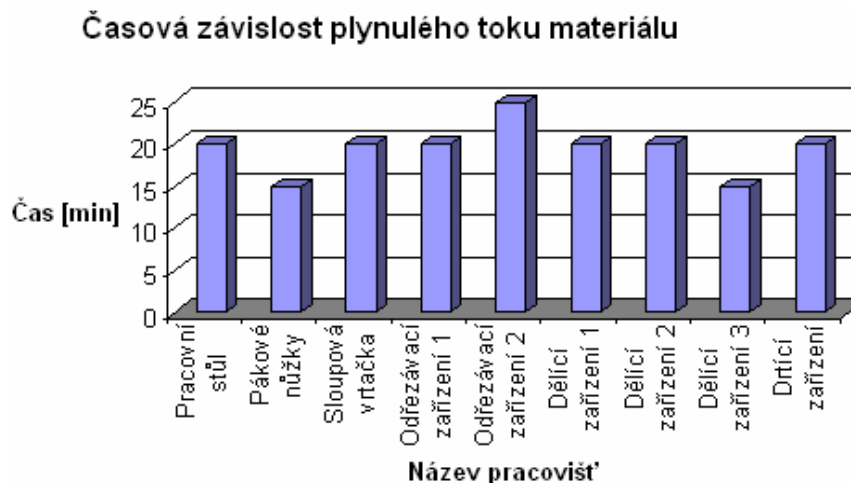
Pracoviště je dimenzováno pro jednoho pracovníka. Aby se zefektivnila recyklace po stránce času, bylo by možné vykonávat úkony konané na odřezávacím zařízení a dělicím zařízení ve více lidech tak, aby byl zajištěn plynulý tok materiálu. To by ovšem prodražilo pracoviště (nákup strojů ve více kusech, větší nároky na pracoviště, na zaměstnance), což je v aktuálním řešení problému nereálné. Struktura pracoviště tedy zůstane zachována v původním řešení, tedy od každého stroje jeden kus a jeden obsluhující zaměstnanec.

I přesto je zajímavé uvést, jak by asi vypadala struktura pracovišť v případě plynulého toku materiálu.

Aby byl tok materiálu co nejplynulejší, bude potřeba zavést tato opatření:

- a. odřezávací zařízení bude pořízeno ve dvou kusech, vzhledem k operačnímu času pracoviště,
- b. dělicí zařízení bude pořízeno ve třech kusech.

Tato opatření plynou z jednoduché úvahy operačního času 20 minut většiny pracovišť, a k násobkům časů zmíněných dvou pracovišť. Časová závislost pracovišť by tedy vypadala dle Obr. 41.



Obr. 41 Graf plynulého toku materiálu

Původně zvolený návrh počítá s jedním pracovníkem, který obsluhuje kompletní pracoviště. V případě, že bychom chtěli zajistit obsluhu každého pracoviště zvlášť a plynulý tok materiálu, bylo by potřeba 9 pracovníků.

12 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Pro představu jaká je hodnota vybavení pracoviště a kolik bude stát provoz pracoviště, bylo vypracováno následující ekonomické zhodnocení.

12.1 Pořizovací hodnota vybavení

Celková hodnota vybavení bude provedena prostým součtem všech cen pořizovaných strojů a nástrojů. Stroje, které jsou navrhovány v rámci bakalářských prací, budou mít cenu uvedenou odhadem.

Název	Dodavatel	Počet	Cena bez DPH [Kč]	Cena s DPH [Kč]
Sloupová vrtačka	Proma CZ, Dobruška	1	9 491	11 390
Pracovní stůl	Manutan s.r.o, Ostrava	1	7 716	9 259,2
Manipulační stůl		1	3 499	4 198,8
Manipulační vozík		1	3 529	4 234,8
Panel na náradí		1	1 064	1 276,8
Pákové nůžky	KH Trading s.r.o., Praha	1	5 880	7 056
Drtič plastů	Remont, a.s., Zlín	1	386 750	464 100
Sušárna	Clasic CZ s.r.o., Řevnice	1	60 200	72 240
Odsávací zařízení	Urban Technik, s.r.o., Dolní Libchavy	1	10 248	12 297,6
Odřezávací zařízení DPS	UTB Zlín, Bakalářská práce	1	-	300 000
Oddělovací zařízení DPS	UTB Zlín, Bakalářská práce	1	-	300 000
Ruční svěrák	IRONSTYL, s.r.o.	1	1 089	1 307
Sada vrtáků	Ing. Petr Špunar, DiS., Ostrava-Poruba	1	755	900
Sada šroubováků		1	521	626
Univerzální kleště		1	222	266
Štípací kleště		1	285	342
Čelní kleště		1	144	173
Kladivo 0,5		1	147	176
Kladivo 0,8		1	207	248
Sada klíčů		1	627	752

Úklidové prostředky				1 000
Lékárnička	Bc. Jiří Boček, Ostrava	1	869,17	1 043
Respirátor		10	20	22
Rukavice		10	20	22
Skladovací nádoby 275mm	Stratus spol. s r.o., Brno	10	396	475,5
Nasouvací víko		10	172	206,4
Skladovací nádoby 320mm		10	490	588
Náklady na elektroin- stalatérské práce				80 000
Náklady na vzducho- techniku				30 000
Dodatečné náklady				100 000
Celkové náklady				1 398 216

Tab. 14 Soupis položek a cen

Celková cena pracoviště je odhadována na 1 398 216 Kč. V této ceně jsou zahrnuty náklady na veškeré stroje a nástroje. Ceny strojů, které jsou konstruovány v rámci bakalářských prací, jsou odhadnuty na 300 000 Kč s DPH. Taktéž jsou přidány dodatečné náklady na elektroinstalatérské práce a vzduchotechniku. 100 000 Kč je určeno na případné dodatečné náklady jako finanční rezerva.

12.2 Finance potřebné na plat pracovníka

V následujícím výpočtu je uveden výpočet mzdy zaměstnance a náklady zaměstnavatele na zaměstnance. Pro výpočet se uvažuje zaměstnanec, který neuplatňuje nárok na slevu na dítě, ani manžela-manželku, a který nedostává od zaměstnavatele žádný benefit v podobě stravenek apod.

Jelikož se nejedná o žádnou odbornou činnost vyžadující speciální vzdělání, je předpokládané vzdělání zaměstnance základní, případně výuční liste. Tomu odpovídá hrubá hodinová mzda zaměstnance 80 Kč. Počet odpracovaných hodin denně je 8. Výpočet je proveden pro 21 pracovních dní. Při práci na pracovišti se nepředpokládají žádné rizikové příplatky, které by byly do výpočtu zahrnuty.

Název položky mzdy	Sazba	Hodiny	Částka [Kč]
Mzda měsíční		168	13 440
Odměna měsíční			1 000
			14 200
Pojistné na sociální zabezpečení	6,5 % z 14 440		938,6
Pojistné na zdravotní pojištění	4,5 % z 14 440		649,8
Pojistné na sociální zabezpečení hrazené zaměstnavatelem	25 % z 14 440		3 610
Pojistné na zdravotním pojištění hrazené zaměstnavatelem	9 % z 14 440		1 299,6
Záloha na daň z příjmu	19 109,6		2 866,44
Sleva na poplatníka			2 070
Celkový hrubý příjem			14 440
Srážky celkem			2 384,84
Částka k výplatě			12 055,16

Tab. 15 Výpočet mzdy zaměstnance

Měsíční náklady zaměstnavatele na zaměstnance jsou součtem hrubé mzdy a odvodů zaměstnavatele, celkem je náklad v tomto případě tedy 19 109,6 Kč.

V případě, že by došlo k úpravě návrhu pracoviště tak, aby splňovalo podmínky pro chráněné dílny, bylo by možné zaměstnat zaměstnance se ZTP, který by tuto práci, případně dílčí úkony mohl vykonávat. V takovém případě by zaměstnavatel mohl dostávat nejen příspěvek na plat ZTP zaměstnance, ale taky příspěvek na vytvoření pracovního místa pro ZTP. Výši a podmínky získání příspěvků určuje Úřad Práce podle příslušných zákonů.

12.3 Finanční náročnost pracoviště vlivem spotřeby energie

V Tab. 16 byly určeny příkony jednotlivých strojů, z nichž bude spočítána přibližná měsíční spotřeba energie.

Zařízení	Napětí [V]	Proud [A]	Příkon [W]	Doba chodu [s]	Spotřeba	
					[10 ³ Ws]	[kWh]
Stojanová vrtačka	400	-	750	3 600	2 700	0,75
Sušárna	230	-	1 500	900	1 350	0,375
Drtič plastů	400	-	2 200	900	1 980	0,55
Mobilní odsávací jednotka	400	-	550	7 200	3 960	1,1
Oddělovací zařízení	400	16	6 400	7 200	46 080	12,8
Ořezávací zařízení	400	16	6 400	5 400	34 560	9,6
Osvětlení	230	-	640	28 800	18 432	5,12
Celková spotřeba za jednu směnu						30,295

Tab. 16 Hodnoty napětí, proudu a příkonu jednotlivých zařízení

Podle celkového času (160 minut bez drcení, které se provádí na konci směny) jednoho recyklačního cyklu se za celou směnu (450 minut) provedou odhadem celkem 3 recyklační cykly. Proto do doby chodu byl započítán 3 - násobek chodů elektrických zařízení.

Jestliže výrobce uvedl příkon stroje, byl uveden tento údaj.

Doba chodu mobilní odsávací jednotky byla učena 2 hodiny za směnu.

Spotřeba osvětlení je počítána za celou směnu tedy 8 hodin.

Jak lze vidět ve výpočtové tabulce, celková spotřeba zařízení je 30,295 kWh za jednu směnu. Jelikož operační časy jsou jen odhadovány, tato spotřeba není přesná. Přesto pro představu spotřeby pracoviště je tato hodnota postačující.

Při průměrné ceně elektrické energie za rok 2010 4,35 Kč/kWh bude přibližný finanční výdaj na elektrickou energii:

- denně (1 směna) 131,78 Kč,
- měsíčně (21 směn) 2 767,38 Kč,
- ročně (250 směn) 32 945 Kč.

Je potřeba podotknout, že cena elektrické energie je různá podle dodavatele, ale taky podle sazeb a produktů jednotlivých dodavatelů, proto se ve výsledku může lišit.

12.4 Finanční náročnost pronájmu potřebné plochy

Dalším z pravidelných měsíčních výdajů je cena za výrobní plochu. Při rozhodování o způsobu umístění lze jít v podstatě dvěma způsoby. V případě, že máme vlastní výrobní halu, nemusíme platit pronájem, ale tato hala má náklady především v pořizovací ceně a pravidelné údržbě. Cena komerčních nemovitostí určených pro výrobu se liší v závislosti na mnoha faktorech, např. lokalita, velikost, stáří, vybavení apod. Obecně lze pořídit výrobní budovu o 50 m² od 500 000 Kč. Taková budova ale nebude splňovat požadavky na moderní výrobní halu. Náklady na novou výrobní halu budou několikanásobně vyšší.

V případě pronájmu výrobních prostor, se cena pohybuje podle lokality, stáří a kvality prostor, stejně jako v předchozích případech.

	Cena pronájmu v Kč na m ² a měsíc	
	Logistické prostory	Výrobní prostory
Menší město	20 - 40	50 - 70
Velké město	110 - 140	140 - 170

Tab. 17 Přibližné ceny pronájmů komerčních prostor

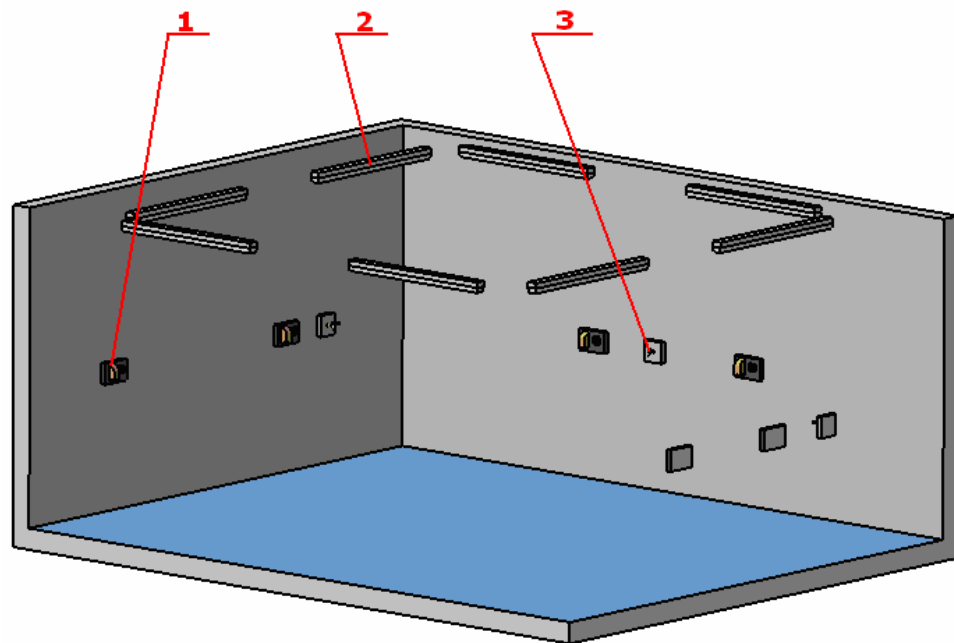
V Tab. 17 jsou uvedeny přibližné ceny pronájmů komerčních prostor z roku 2007. Jak již bylo psáno, cena závisí na mnoha faktorech, proto bude uvažována cena 120 Kč/m²/měsíc.

Cena za pronájem výrobních prostor plochy pracoviště bude přibližně 4118,4 Kč. Tato suma je pouze za výrobní plochu, nikoliv za další plochy určené pro sociální výbavu, kancelář apod.

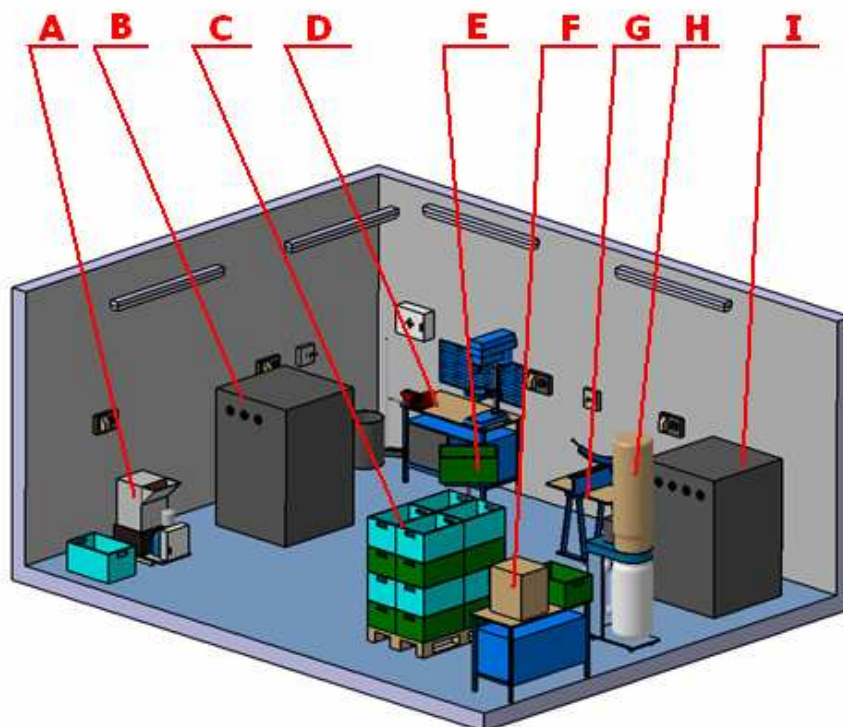
Pro orientační ceny byly použity internetové realitní servery.

13 VIZUALIZACE PRACOVIŠTĚ

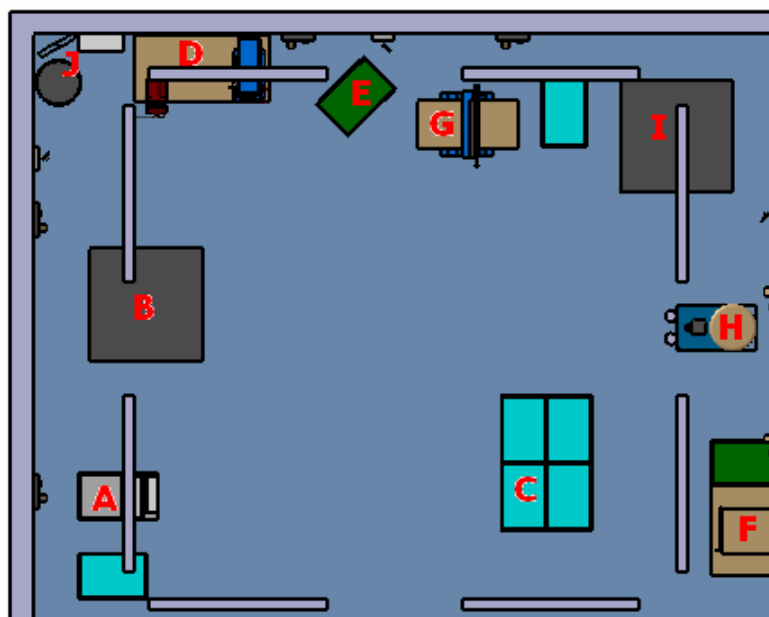
V programu Catia V5 byl vypracován model všech strojů a zařízení, a následně byl vytvořen vizualizační návrh pracoviště. Rozvržení pracoviště je vytvořeno dle návrhu v 10.2.



Obr. 42 Zobrazení energií (1-elektřina, 2-osvětlení, 3-tlakový vzduch)



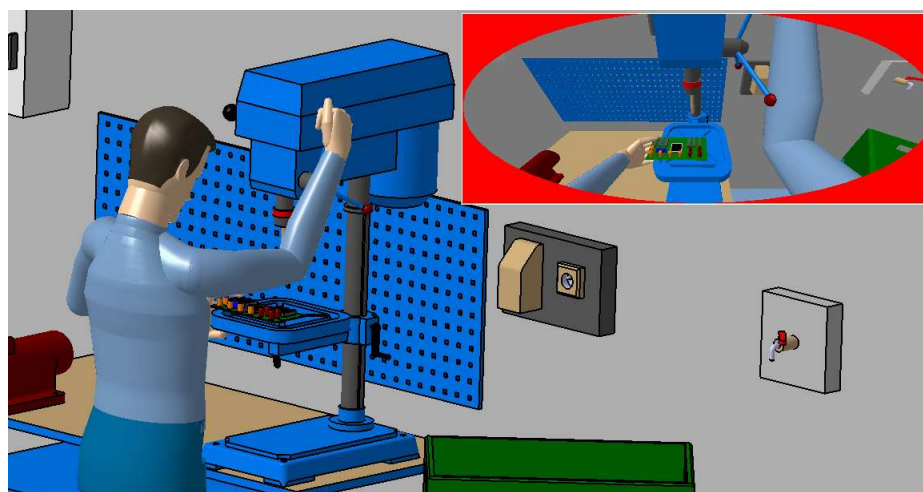
Obr. 43 3D pohled na pracoviště



Obr. 44 Půdorysný pohled na pracoviště

Na Obr. 43 Je znázorněno pracoviště v 3D pohledu, na Obr. 44 lze vidět pracoviště v půdoryse. Označení jednotlivých prvků:

A – drtič plastů, B – odřezávací zařízení, C – paleta s bednami, D – pracovní stůl se svěrákem a vrtačkou, E – manipulační vozík, F – sušárna, G – pákové nůžky, H – mobilní odsávací jednotka, I – oddělovací zařízení, J – úklidové prostředky, lékárnička.



Obr. 45 Pohled pracovníka při práci na vrtačce

V modulu ergonomického designu a analýz byla vytvořena situace, kdy pracovník vrtá otvor na vrtačce. Na Obr. 45 je znázorněn postoj pracovníka u stroje, a v pravém horním rohu je oblast, kterou vidí v daný moment.

14 POKYNY PRO PRÁCI NA PRACOVÍŠTI

Pro efektivní a bezpečnou práci je potřeba, aby pracovník na pracovišti dodržoval dané pokyny, které jsou uvedeny v několika bodech zde.

1. Zaměstnanec musí absolvovat v pravidelném intervalu školení o bezpečnosti.
2. Před zahájením práce je potřeba zkontrolovat neporušenost zařízení:
 - a. problémy s kabeláží, např. jejich porušení a možný vznik zkratu nebo úrazu,
 - b. vytékání případných olejových náplní.
3. Při práci si musí zaměstnanec počínat tak, aby neohrozil bezpečnost vlastní a bezpečnost ostatních, a to především:
 - a. používáním předepsaných pracovních ochranných pomůcek,
 - b. aplikováním pouze předepsaných metod, nikoliv vymyšlení vlastní; nápady na zefektivnění práce je potřeba konzultovat s nadřízeným,
 - c. nošení pracovního oděvu a pevných bot; pracovní oděv nesmí být volný a nesmí mít dlouhé rukávy, hrozí namotání rotačními částmi stroje,
 - d. dlouhé vlasy musí být svázané gumičkou nebo pod čepicí, hrozí nebezpečí zachycení vlasů rotačními částmi stroje,
 - e. je potřeba dávat pozor na rotační části, na ostré hrany a ostré nástroje.
4. Na pracovišti je potřeba dodržovat pořádek, frekvence úklidu je předepsána:
 - a. úklid vzniklých surovin – vždy po dokončení recyklačního procesu, do manipulačních nádob,
 - b. úklid prostoru – vždy před skončením pracovní směny,
 - c. podle potřeby se ukládají vzniklé suroviny na dané místo – v přepravce na paletu,
 - d. pomůcky vracet po použití na místa jim určená.
5. Údržba strojů a zařízení je dána předpisy výrobce, tuto údržbu kontroluje a případně ji zajišťuje nadřízený.

6. V případě úrazu se postupuje:
 - a. při lehčích úrazech je nutností úraz ošetřit, desinfikovat ránu,
 - b. při těžších úrazech je potřeba poskytnout první pomoc a zavolat zdravotnická záchranná služba, je-li pracovník na pracovišti sám, snaží se volat o pomoc,
 - c. každý, i sebemenší úraz je potřeba zapsat do knihy úrazů pro jejich evidenci.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout vhodné pracoviště pro recyklaci deskových plošných spojů (DPS).

V úvodu praktické části diplomové práce byl proveden rozbor vzorků DPS. Byl navržen rozměr recyklovaných desek. Pro výpočet hmotnosti drtí byla změřena její setřesná a sypná hmotnost.

Po vytvoření technologického postupu bylo potřeba navrhnout stroje a zařízení, potřebné k provedení jednotlivých úkonů. Pro pracoviště byly vybrány z internetových katalogů firem jednotlivé stroje a nástroje, manipulační prostředky a další vybavení pracoviště. Dělicí a odřezávací zařízení jsou řešena v bakalářských pracích studentů Malučkého a Bůžka.

Aby pracoviště získalo strukturu, bylo potřeba navrhnout rozložení půdorysných a pracovních ploch strojů. Bylo vytvořeno několik návrhů, z nichž byl vybrán nejvhodnější. S tímto nejvhodnějším návrhem se dále pracovalo při návrhu přívodu elektrické energie, osvětlení a tlakového vzduchu.

Pro zhodnocení pracoviště byla vytvořena zhodnocení časových závislostí a ekonomického zhodnocení pracoviště. Ekonomické zhodnocení bylo posuzováno z hlediska finanční náročnosti na stroje a vybavení, z hlediska elektrické energie, z hlediska nákladů na plat pracovníka a v poslední části zhodnocení ceny výrobních prostor.

V závěru práce byl vytvořen soupis pokynů pro práci na pracovišti a vizualizace pracoviště v programu Catia V5.

Diplomová práce byla vytvořena v rámci výzkumného záměru Ministerstva průmyslu České republiky MSM 7088352102.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] NEDBAL, R. *Strojírenská technologie, Pracovní sešit pro 1.ročník*.
- [2] ZELENKA, A.; KRÁL, M. *Projektování výrobních systémů*. 1st ed. 1995. ISBN 80-01-01302-2.
- [3] KOČMAN, K.; PROKOP, J. *Technologie obrábění*. 2nd ed. 2005. ISBN 80-214-3068-0.
- [4] Recyklace. [online]. [cit. 2009-12-13]. Dostupné z www: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Recyklace>.
- [5] BORSKÝ, M.; MULLER, J. *Technologické projekty*. 1st ed. 1981. ISBN 55-596-81.
- [6] NĚMEJC, J. *Projektování manipulace s materiálem*. 3rd ed. 1998. ISBN 55-054-98.
- [7] MAŇAS, M.; STANĚK, M.; MAŇAS, D. *Výrobní stroje a zařízení I Stroje gumárenské a plastikářské I*. 1st ed. 2007. ISBN 978-80-7318-596-1.
- [8] CHUNDELA, L. *Ergonomie*. 1st ed. 2005. ISBN 80-01-02301-X.
- [9] KRÁL, M. *Metody a techniky užití v ergonomii*. 1st ed. 2001.
- [10] *Směrnice 2002/96/ES* [online]. [cit. 2009-12-13]. Dostupné z www: http://www.retela.cz/NOVE/Leg/smernice_2002_96_ES.pdf.
- [11] BOŽEK, F.; URBAN, R.; ZEMÁNEK, Z. *Recyklace*. 1st ed. 2003. ISBN 80-238-9919-8.
- [12] ŠOOŠ, L. Úprava odpadů - Možnosti úpravy pre energetické využitie. [online]. 2004, 11, 23-25 [cit. 2009-12-13]. Available from www: www.odpadoveforum.cz.
- [13] Technologie spalovny. [online]. [cit. 2009-12-13]. Available from www: www.sita.cz.
- [14] BRABEC, J. Chráněné dílny se prosadily. [online]. 2005, 11, 28 [cit. 2009-12-13]. Available from www: www.odpadoveforum.cz.

- [15] VEJVODOVÁ, E. Odpady jako nedílná produkce v elektrotechnickém průmyslu. [online]. [cit. 2009-12-13]. Available from www: <http://ketsrv.fel.zcu.cz/diagnostika/konference/Sbornik/Sekce4/84.pdf>.
- [16] KOSTKA, R. *Upínací přípravek pro recyklaci PC desek*. Zlín : UTB Zlín, 2009. 69 p.
- [17] *Princip metody BLOWDEC* [online]. [cit. 2009-12-13]. Available from www: <http://www.blowdec.sk/sk/princip.htm>.
- [18] BŮŽEK, Radim. *Konstrukce řezacího stroje TS*, Zlín, 2010. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
- [19] MALUČKÝ, Michal. *Konstrukce dělicího stroje DPS*. Zlín, 2010. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DPS	Deskový plošný spoj
F_{SZ}	časový fond strojního zařízení [hod]
d_k, d_v	kalendářní dny, volné dny
n_s	počet směn
h_s, h_a	počet hodin za směnu, hodiny absence
FPS	fond pracovní síly [hod]
Q	plánovaný výkon
P_{ps}	průměrný specifický výkon jednoho pracovníka
f_p	faktor plánovaného zvýšení produktivity práce
n_{ps}^+	počet pracovních sil
A_N^V	čistá výrobní plocha
A_G^S	půdorysná plocha stroje
A_B^S	obslužná plocha stroje
A_U^S	údržbová plocha
A_L^S	odkládací plocha
A_R^S	opravná plocha
A_{Oh}^S	plocha ohrožení
A_T^S	podíl plochy na dopravu
A_{Op}^S	plocha na výkon pracovní operace
A_T^V, f_T^V	dopravní plocha, koeficient podílu dopravní plochy
A_Z^V, f_Z^V	plocha meziskladu, koeficient podílu plochy meziskladu
A_H^V, f_H^V	pomocná plocha, koeficient pomocné plochy
t	čas [hod, min, s]
E	energie [kWh]

I	proud [A]
U	napětí [V]
PVC	Polyvinylchlorid
m	hmotnost [kg, g]
Č-T-P	člověk – technika – prostředí
FO	faktor ohrožení
ZPZ	zóna poškození zdraví
ZOZ	zóna ohrožení zdraví
ZNP	zóna narušení pracovní pohody
ZOS	zóna optimálního stavu
α, β	osa pohledu, zorné pole [°]
Lx	Lux
P	příkon [W]
lm.W^{-1}	měrný výkon
T	teplota [K]
L	akustický tlak [dB]
p, p_0	referenční hladina akustického tlaku, naměřená hladina ak. tlaku [Pa]
Hz	Kmitočet
OEEZ	směrnice o odpadních a elektronických zařízeních
PC, TV	počítač, televizor
ÚVI	Ústav výrobního inženýrství
mm, mm ²	milimetr, milimetr čtvereční
ρ_1, ρ_2	sypná a setřesná hmotnost
min ⁻¹	otáčky za minutu
OP	ochranné pomůcky

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Průběh opotřebení výrobku	14
Obr. 2 Volně rozptýlené hnízdové uspořádání [2].....	20
Obr. 3 Buňkové uspořádání do trojúhelníka [2]	21
Obr. 4 Řadové uspořádání [2].....	21
Obr. 5 Příklad překrývání funkčních ploch[5].....	26
Obr. 6 Dělení manipulace s materiálem [6].....	30
Obr. 7 Příklady dopravníků – pásový a korečkový	33
Obr. 8 Schéma systému člověk – technika – prostředí [8]	34
Obr. 9 Znázornění polí rizika od středu faktoru ohrožení [8].....	36
Obr. 10 A – dílenská židle s opěrou pro nohy, B – ergonomické kancelářské křeslo, C – nastavitelná žákovská židle	39
Obr. 11 Teplota a vlhkost vzduchu; A – pásmo pohody, B – uspokojivé pásmo,.....	43
Obr. 12 Schéma ruční demontáže PC [11]	47
Obr. 13 Spalovna odpadu.....	48
Obr. 14 Recyklační linka na elektrospotřebiče.....	49
Obr. 15 Schéma metody BLOWDEC [17]	50
Obr. 16 Rozměry desky pro zpracování	55
Obr. 17 Komponenty k odstranění, A – prvek v modulu, B – upínací prvek.....	56
Obr. 18 Drť vzniklá z kompletní desky	57
Obr. 19 Odřezané součástky	57
Obr. 20 Deska po oddělení součástek.....	58
Obr. 21 Drť z očištěné desky	58
Obr. 22 Upínací přípravek [16].....	63
Obr. 23 Pracovní stůl	65
Obr. 24 Odkládací stůl	66
Obr. 25 Stojanová vrtačka	67
Obr. 26 Pákové nůžky s odkládací deskou	68
Obr. 27 Drtič plastů	69
Obr. 28 Sušárna.....	69
Obr. 29 Mobilní odsávací jednotka	70
Obr. 30 Předběžná struktura pracoviště.....	74

Obr. 31 Znázornění ploch	76
Obr. 32 Návrh rozložení č.1.....	76
Obr. 33 Návrh rozložení č.2.....	77
Obr. 34 Návrh rozložení č.3.....	78
Obr. 35 Návrh rozložení č.4.....	79
Obr. 36 Rozložení osvětlení na pracovišti	80
Obr. 37 Schéma rozložení zásuvek.....	81
Obr. 38 Schéma rozvodu tlakového vzduchu	82
Obr. 39 Graf časové závislosti jednotlivých operací.....	84
Obr. 40 Časová závislost jednotlivých pracovišť	84
Obr. 41 Graf plynulého toku materiálu.....	85
Obr. 42 Zobrazení energií (1-elektřina, 2-osvětlení, 3-tlakový vzduch)	91
Obr. 43 3D pohled na pracoviště	91
Obr. 44 Půdorysný pohled na pracoviště	92
Obr. 45 Pohled pracovníka při práci na vrtačce	92

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Porovnání prostorových struktur [2]	22
Tab. 2 Rozhodovací tabulka[5].....	24
Tab. 3 Srovnání výhod sedu a stoje [8]	37
Tab. 4 Charakteristiky vybraných světelných zdrojů [8].....	42
Tab. 5 Přehled účinků hluku na člověka [9]	44
Tab. 6 Průměrný obsah materiálových komponent ve vybraných zařízeních [11]	46
Tab. 7 Rozdělení vzorků DPS dle rozměru	54
Tab. 8 Hustota osazení součástek k velikosti desky	56
Tab. 9 Sypné a setřesné hmotnosti drtí	59
Tab. 10 Technologický postup recyklace	61
Tab. 11 Hmotnosti naložených přepravek	72
Tab. 12 Půdorysné rozměry vybavení	75
Tab. 13 Rozměrové porovnání návrhů	79
Tab. 14 Soupis položek a cen	87
Tab. 15 Výpočet mzdy zaměstnance	88
Tab. 16 Hodnoty napětí, proudu a příkonu jednotlivých zařízení	89
Tab. 17 Přibližné ceny pronájmů komerčních prostor.....	90