

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO PROVOZU HYDRAULICKÝCH AGREGÁTŮ VE FIRMĚ BOSCH REXROTH

INCREASED PRODUCTION EFFICIENCY OF HYDRAULIC AGGREGATE UNIT
AT BOSCH REXROTH COMPANY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Tomáš FEŠAR

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Roman KUBÍK, PhD.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2014/15

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Tomáš Fešar

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie a průmyslový management (2303T005)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Zefektivnění výrobního provozu hydraulických agregátů ve firmě Bosch Rexroth

v anglickém jazyce:

Increased production efficiency of hydraulic aggregate unit at Bosch Rexroth company

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem práce je analyzovat současný stav výroby hydraulických agregátů a navrhnout takové změny ve výrobním systému, které umožní předpokládané zvýšení výroby.

Cíle diplomové práce:

1. Analýza stávajícího výrobního portfolia, určení reprezentantů výrobního programu
2. Specifikace výrobního postupu vybraných reprezentantů
3. Kapacitní propočet montážních pracovišť a stanovení úzkých míst ve výrobním systému
4. Návrh možných variant řešení úzkých míst vč. případného dispozičního řešení
5. Odhad předpokládané budoucí výroby
6. Dispoziční řešení předpokládaného rozšíření provozu montáže
7. Ekonomické zhodnocení variant možného řešení a volba nejvhodnější varianty

Seznam odborné literatury:

1. HLAVENKA, B. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
2. HLAVENKA, B. Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem. 4. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. 163 s. ISBN 978-80-214-3607-7.
3. KOŠTURIK, J., GREGOR, M., MIČIETA B., MATUSZEK, J. Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2000. 397 s. ISBN 9788071005537.
4. SMETANA, J. Projektování technologických pracovišť. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9.
5. ZELENKA, A. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.

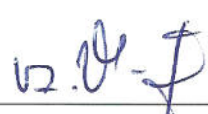
Vedoucí diplomové práce: Ing. Roman Kubík, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/15.

V Brně, dne 24.11.2014




prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu


doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan

ABSTRAKT

Cílem práce je analyzovat současný stav výroby hydraulických agregátů a navrhnout takové změny ve výrobním systému, které umožní předpokládané zvýšení výroby

Klíčová slova

Montáž, hydraulický agregát, Bosch Rexroth, výroba

ABSTRACT

The target of this masters thesis is perform the analysis of current state of production hydraulic power units and proposon of changes in production, which are able to increasing production.

Key words

Assembly, hydraulic agreggate, Bosch Rexroth, production

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

FEŠAR, Tomáš. *ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO PROVOZU HYDRAULICKÝCH AGREGÁTŮ VE FIRMĚ BOSCH REXROTH*. Brno 2015. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 74 s. 6 příloh. Vedoucí práce: Ing. Roman KUBÍK, PhD.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO PROVOZU HYDRAULICKÝCH AGREGÁTŮ VE FIRMĚ BOSCH REXROTH** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

Bc. Tomáš Fešar

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Romanovi Kubíkovi, PhD za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH.....	7
ÚVOD	9
1 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO VÝROBNÍHO PORTFOLIA, URČENÍ REPREZENTANTŮ VÝROBNÍHO PROGRAMU	10
1.1 Produkty společnosti Bosch Rexroth	10
1.2 Stanovení reprezentantů výrobního portfolia.....	11
1.2.1 Hydraulické pohony.....	11
1.2.2 Rozvodné bloky	12
1.2.3 Ventilové stoly	13
1.2.4 Akumulátorové stanice	14
1.2.5 Hydraulické agregáty	15
2 SPECIFIKACE VÝROBNÍHO POSTUPU VYBRANÝCH REPREZENTANTŮ ...	17
2.1 Montáž.....	19
2.1.1 Pohony	19
2.1.2 Rozvodné bloky	19
2.1.3 Ventilové stoly	20
2.1.4 Akumulátorové stanice	20
2.1.5 Hydraulické agregáty: velikost S, M1, M2, L, XL	20
2.2 Elektroinstalace	21
2.3 Lakování.....	22
2.4 Testování	22
2.4.1 Rozsah standardní zkoušky.....	22
3 KAPACITNÍ PROPOČET MONTÁŽNÍCH PRACOVÍŠŤ A STANOVENÍ ÚZKÝCH MÍST VE VÝROBNÍM SYSTÉMU	24
3.1 Předmontáž.....	26
3.1.1 Hydraulické pohony.....	27
3.1.2 Rozvodný blok	29
3.1.3 Ventilové stoly	32
3.1.4 Agregáty S, M1	34
3.2 Montáž L1, L2.....	36
3.2.1 Akumulátorové stanice	39
3.2.2 Agregáty M2	41

3.2.3	Agregáty L	43
3.2.4	Agregáty XL1	45
3.3	Stacionární montáž	47
3.3.1	Agregáty XL2	50
3.4	Elektroinstalace	52
3.5	Lakovna a přípravny	53
3.6	Svařovny	55
3.7	Zkušebny	56
3.8	Vytíženost stanovišť v BrnP	57
3.8.1	Plánovaná vytíženost operace montáže	58
3.8.2	Plánovaná vytíženost operace elektroinstalace	59
3.8.3	Plánovaná vytíženost operace lakování	59
3.8.4	Plánovaná vytíženost operace testování	60
4	NÁVRH MOŽNÝCH VARIANT ŘEŠENÍ ÚZKÝCH MÍST VČETNĚ PŘÍPADNÉHO DISPOZIČNÍHO ŘEŠENÍ	61
4.1	Montáž	61
4.2	Elektroinstalace	61
4.3	Lakování	62
4.3.1	Rozšíření prostoru pro uložení nalakovaných komponent	62
4.3.2	Externí lakování	63
4.4	Testování agregátů	63
5	ODHAD PŘEDPOKLÁDANÉ BUDOUCÍ VÝROBY	64
5.1	Vlivy navyšující počet montážních hodin	65
5.1.1	Vícepráce	65
5.1.2	Zákaznické reklamace	65
6	DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ PŘEDPOKLÁDANÉHO ROZŠÍŘENÍ PROVOZU MONTÁŽE	66
7	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ VARIANT MOŽNÉHO ŘEŠENÍ A VOLBA NEJVHODNĚJŠÍ VARIANTY	67
7.1.1	Rozšíření prostoru pro uložení nalakovaných komponent	67
7.1.2	Zavedení třísměnného provozu pro lakování	67
7.1.3	Zkušební testování agregátů na 2 směny	68
	ZÁVĚR	69
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	70
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	71
	SEZNAM PŘÍLOH	74

ÚVOD

Strojírenství jakožto obor lidské činnosti je pro mou osobu velice lákavý. Spojuje poznatky z praxe s teorií. Nelze říci, že by strojírenství byly pouze ocelové konstrukce, ozubené převody, hřídele a jiné věci, které si laik pod tímto pojmem představí.

Je zde velmi mnoho odlišných odvětví daného oboru, například: Automotive, letecký průmysl, hutní průmysl a jiné.

Jako téma své diplomové práce jsem si zvolil navržení aplikovatelných řešení na zvýšení objemu produkce vyráběných hydraulických agregátů. Volba tématu byla ovlivněna skutečností, že jsem zaměstnancem firmy Bosch Rexroth, spol. s r. o., tudíž je mi daná problematika do značné míry známa a taktéž spatřuji jisté nedostatky, které by bylo možné eliminovat a tím pádem zintenzivnit produkci.

Cílem mé práce je navrhnout takové způsoby, kterými je možné dosáhnout zvýšení produkce agregátů, zejména vhodnějším využitím montážních ploch a vhodnější směnností provozu určitých pracovišť, přičemž nebudou náklady na produkci jednoho agregátu výrazně zvýšeny.

Diplomová práce obsahuje rozbor současného stavu ve výrobní hale, specifikace a rozmístění jednotlivých pracovních stanovišť, stanovení úzkých míst a propočty nových návrhů pro stanovení realizovatelnosti.

1 ANALÝZA STÁVAJÍCÍHO VÝROBNÍHO PORTFOLIA, URČENÍ REPREZENTANTŮ VÝROBNÍHO PROGRAMU

Firma Bosch Rexroth, spol. s r. o. patří do skupiny koncernu Robert Bosch GmbH. Tento konglomerát se profiluje především v automobilovém průmyslu, který tvoří největší podíl na obratu, následují spotřební technika a technologie budov a průmyslová technika, do které spadá Bosch Rexroth (dále jen BR) [7].

BR má výrobní závody téměř po celém světě (80 zemí), které zaměstnávají více než 38 000 zaměstnanců. V roce 2012 byl obrat firmy více než 6,5 miliardy Eur.

Bosch Rexroth, spol. s r. o. má sídlo v Brně – Černovicích, další pobočky jsou v Praze a Ostravě [7].

Brněnský závod, který má výrobní plochu více než 4000 m² (139 x 31 m), se zabývá montáží hydraulických agregátů, rozvodných bloků, řídicích systémů, a také jejich servisem. V jedné budově zde sídlí DCCZ a BrnP.

DCCZ je zastoupení BR pro řídicí techniku, které se zabývá projekční a obchodní činností v rámci České republiky.

BrnP (Brno Plant) je v rámci hierarchie BR vedeno, jako customizační centrum, které se zabývá samotnou realizací zakázek v rámci BR. BrnP spadá pod středoevropskou centrálu DCEM, kam mimo jiné spadají závody v Lohru, Paschingu, Chemnitz.



Obr. 1 Areál Bosch Rexroth v Brně - Černovicích [7].

1.1 Produkty společnosti Bosch Rexroth

Mobilní aplikace – stavební technika, transportní a manipulační technika, zemědělská a lesní technika, silniční a užitková vozidla

Strojírenství a inženýring – Architektura v pohybu, cementářský průmysl, chemický průmysl, stavební inženýring, plovoucí bagry, energetika, motory, zpracování skla

Průmyslové aplikace – montáž a manipulace, automobilový průmysl, obráběcí stroje, balení a zpracování, tisk a zpracování, polovodiče a elektronika, solární energie, průmyslové hydraulické komponenty a systémy, doprava velkoobjemových materiálů, divadelní technika.

Obnovitelné zdroje energie – mořská energie, větrná energie

Brněnský závod je jedním z mnoha, které mají v portfoliu produkty určené pro průmyslové aplikace: pohony, rozvodné bloky, hydraulické agregáty[7].

Níže zvolené vyráběné produkty jako reprezentanty výrobního portfolia jsem zvolil na základě jejich největších četností ve výrobním plánu BrnP.

1.2 Stanovení reprezentantů výrobního portfolia

Pro stanovení množství a typů vyráběných produktů jsem vycházel z vyrobených agregátů od roku 2012. Jako zdroj byly použity statistické tabulky z oddělení plánování zakázek [9].

BrnP vyrábí kusovou, zakázkovou výrobu pro zákazníky BR z celého světa. Největší podíl mají DCCZ a DCEM. Nejčastějšími zákazníky DCCZ jsou: Škoda Power, Olbrich, Erwin Junker. Významnými zákazníky DCEM jsou: Thyssen Krupp, SMS, Josef Froehling [9].

Velmi často se pro zákazníky vytvářejí podobné výrobky s časovým odstupem v řádu měsíců.

V BrnP neprobíhá výroba žádných dílů, pouze montáž komponent. Výroba ocelových konstrukcí a nádrží je zajišťována externími dodavateli. Hydraulické díly (bloky, ventily, čerpadla, filtry) jsou nakupovány od sesterských společností, nebo v případě přání zákazníka i od konkurence.

Níže zvolení reprezentanti produkce, kterými se budu zabývat, byli zvoleni na základě jednoduchého odlišení mezi sebou.

1.2.1 Hydraulické pohony

Hydraulické pohony slouží k vytvoření hydraulického tlaku, či případně k přečerpávání hydraulických kapalin.

Pohledově se jedná o elektromotor spojený s čerpadlem [2].

Doba montáže hydraulických pohonů se liší u pohonů, které mají motor o výkonu např. 2,2 kW (Obr. 1) ve srovnání s hydraulickými pohony, které mají motory o výkonu např. 200 kW [3]. Je to dáno například ztíženou manipulací se samotnými rozměrnějšími díly, nebo také větší plochou na nástřik laku. Například spojky mohou vážit od 0,5 kg pro motory kolem 1 kW až po 35 kg pro motory kolem 200 kW.



Obr. 1 Hydraulický pohon [9].

1.2.2 Rozvodné bloky

Rozvodné bloky slouží k rozdělení a distribuci hydraulických tlaků a průtoků produkovaných jedním pohonem.

Pohledově se jedná o vrtaný rozvodný blok, který je osazen hydraulickými prvky, kterými mohou být: logické ventily, škrťací trysky, proporcionální rozvaděče, redukční ventily, a jiné [4].

I zde je nutné zohlednit jednotlivé velikosti i složitosti montovaných rozvodných bloků, neboť nejmenší mohou v osazeném stavu vážit cca 5 kg, až po ty největší, které mají rozměry 1300 x 900 x 800 mm a hmotnost přes 3 000 kg.



Obr. 2 Rozvodný blok [9].

1.2.3 Ventilové stoly

Ventilový stůl je rozvodný blok usazený na rámu (Obr 3). Pokud má zákazník požadavek na provedení elektroinstalace, je nutné vhodně umístit elektrický rozvaděč. Ten nemůže být umístěn přímo na hydraulických komponentech, ale na ocelové konstrukci.



Obr. 3 Ventilový stůl [9].

1.2.4 Akumulátorové stanice

Akumulátorové stanice (Obr 4) jsou hydraulická zařízení sloužící k akumulování hydraulického tlaku. Jedná se o spojení minimálně dvou akumulátorů. Akumulátory se liší jak objemem (od 1 do 100 litrů), tak i principem (měchové, vakové, pístové). Jako plnicí medium se používá N_2 .

Velmi často jsou akumulátorové stanice součástí objednávek XL agregátů (viz kapitola 3.2.4) [9].



Obr. 4 Akumulátorová stanice [9].

1.2.5 Hydraulické agregáty

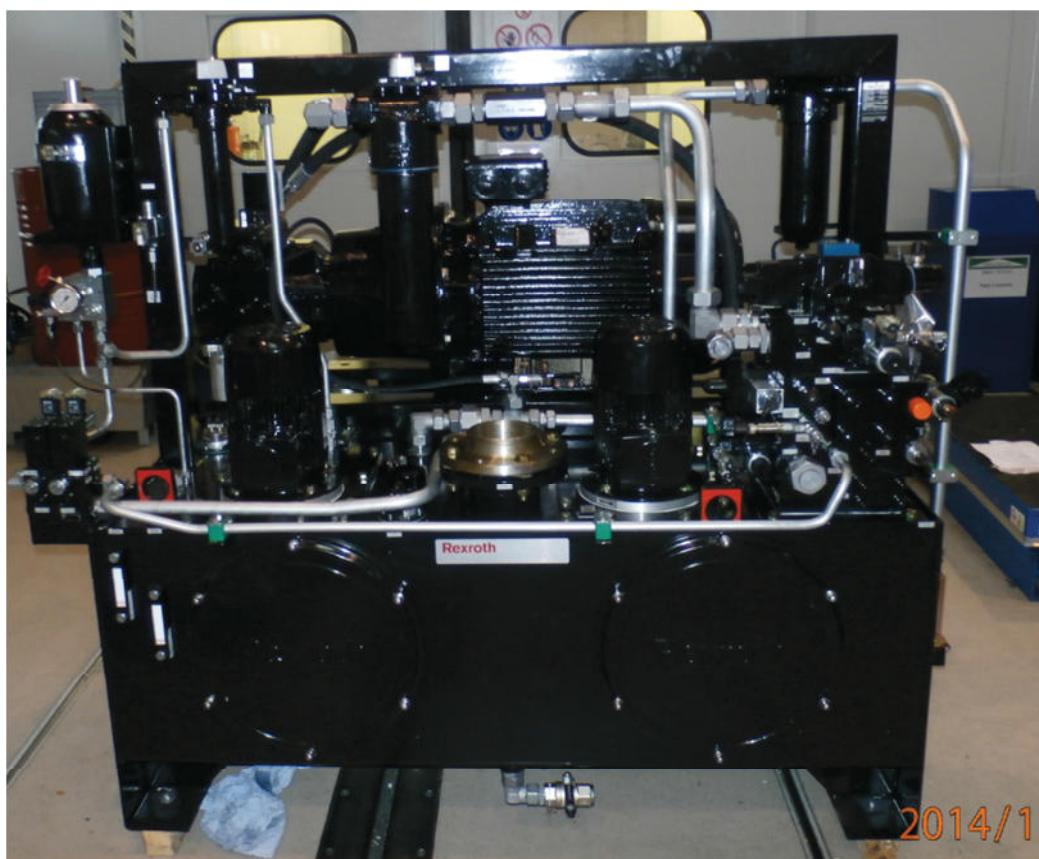
Pojmem hydraulický agregát se rozumí sestava nádrže (zdroj hydraulického média), pohonu, rozvodného bloku, akumulátoru a dalších nezbytných prvků, pro správnou funkci hydraulických agregátů (Obr 5). Interně jsou hydraulické agregáty rozděleny do kategorií podobně jako konfekce: S, M, L, XL (Obr 5, 6, 7). Klíč k dělení je podle počtu montážních hodin a podle objemu nádrže (od 5 litrů až po největší agregáty vyrobené v BrnP o objemu 50 000 litrů).

Vzhledem k rozdílnosti aplikací jednotlivých agregátů, je nutné vyrábět je na míru, i když je zákazníkem požadována podobnost, např. k předchozímu agregátu.

V principu agregát sestává z nádrže (zdroje média), pohonů (zajišťujících průtok a tlak) a rozvodných bloků (zajišťujících distribuci média) [5].



Obr. 5 Agregát velikosti S (objem nádrže: 20 litrů) [9].



Obr. 6 Agregát velikosti M (objem nádrže: 630 litrů) [9].



Obr. 7 Agregát velikosti XL (objem nádrže: 12 000 litrů) [9].

2 SPECIFIKACE VÝROBNÍHO POSTUPU VYBRANÝCH REPREZENTANTŮ

V BR je globálně používán podnikový informační systém pracující na platformě SAP v různých mutacích pro jednotlivé státy. SAP je softwarová společnost zabývající se vývojem programů, které slouží pro řízení činností podniku [8].

Na obr. 8 je printscreen zobrazující přehled operací zakázky.

Každá výrobní zakázka má identickou strukturu operací. Existují samozřejmě výjimky, kdy jsou některé operace zbytečné (elektroinstalace u rozvodných bloků, lakování pokud není v požadavcích zákazníka), nebo kdy je nutné některé operace ještě přidat (nejčastěji se jedná o vícepráce) [9]

Výrobní zakázka Změna: Přehled operací

Material: R920037736, ABVSS 5001123-84.000A, Závod: CZ10, Druh: YP04, Sekvence: 0, Kmen.se...

Oper	Po...	Zaháj.	Zaháj	Pracoviště	Zá...	Říd...	Kl...	Krátký text operace	User field	Txt	Syst.stat	KO...	PVP	BUD	REL	Konec
0010		04.08.2014	14:37:16	PROJEKCE	CZ10	YP25		Založení a zpracování pro...	vol5brn		ZPĚT TIS...					04.08.2014
0020		18.08.2014	14:10:24	KONS	CZ10	YP01		Konstrukce/SMS Prolams...	vr5brn		ZPĚT NAP...					17.09.2014
0022		06.10.2014	15:27:13	MSP2	CZ10	YP25		MSP2 review	zar5brn		ZPĚT NAP...					06.10.2014
0025		10.01.2015	19:17:00	ELEKKONS	CZ10	YP01		Elektrokonstrukce	kom5brn		ZPĚT TIS...					26.01.2015
0030		03.12.2014	09:55:07	BUFFER	CZ10	YP25		Čekání na komponenty			ZPĚT TIS...					03.12.2014
0040		03.12.2014	09:55:44	PŘÍPVÝR	CZ10	YP25		Příprava výroby	fet5brn		ZPĚT NAP...	✓				09.01.2015
0050		26.01.2015	15:10:22	MONT SI	CZ10	YP01		Montáž/SMS Prolamsa R...			ČZHL TIS...	✓				26.02.2015
0060		26.01.2015	14:32:49	ELEKI	CZ10	YP01		Elektroinstalace			ČZHL TIS...	✓				28.01.2015
0070		23.01.2015	14:34:28	03.LAKO	CZ10	YP01		Lakování			ČZHL TIS...					27.01.2015
0080		19.01.2015	00:00:00	ZKOUSKY	CZ10	YP01		Tlakové a funkční zkoušky			TISK VOLN					27.01.2015
0090		28.01.2015	00:00:00	BUFFER	CZ10	YP25		Plánování - výroba			TISK VOLN					28.01.2015
0100		28.01.2015	00:00:00	KONEC	CZ10	YP03		Ukončení zakázky; Bal.Ex...			NAPL TIS...					28.01.2015
0110			00:00:00		CZ10											

Obr. 8 Printscreen přehledu operací výrobní zakázky.

Tab. 2.1 Přehled operací v zakázce.

Číslo operace	Pracoviště	Krátký text	Zahájení	Ukončení	Doba
10	Projekce	Založení a zpracování projektu	4. 8. 2014	4. 8. 2014	1 den
20	Konstrukce	Konstrukce projektu	18. 8. 2014	17. 9. 2014	31 dní
25	Elektrokonstrukce	Elektrokonstrukce projektu	11. 1. 2015	26. 1. 2015	16 dní
30	Buffer	Čekání na komponenty	3. 12. 2014	3. 12. 2014	1 den
40	Příprava výroby	Příprava výroby	3. 12. 2015	9. 1. 2015	38 dní
50	Montáž	Montáž projektu	26. 1. 2015	26. 2. 2015	31 dní

Číslo operace	Pracoviště	Krátký text	Zahájení	Ukončení	Doba
60	Elektroinstalace	Elektroinstalace projektu	26. 1. 2015	28. 1. 2015	3 dny
70	Lakování	Lakování projektu	23. 1. 2015	27. 1. 2015	5 dní
80	Zkoušky	Tlakové a funkční zkoušky	19. 1. 2015	27. 1. 2015	9 dní
90	Buffer	Časová rezerva	28. 1. 2015	28. 1. 2015	1 den
100	Konec	Ukončení zakázky, balení	28. 1. 2015	28. 1. 2015	1 den

Cílem této kapitoly není podrobný popis všech operací, ale pouze těch, které probíhají v prostorách montážní haly. Ostatní operace budou pouze nastíněny pro pochopení čtenáře.

Každá operace má několik následujících statusů, ze kterých je zřejmé, v jakém stádiu rozpracovanosti se zakázka nachází [9].

Projekce:

Založení a zpracování projektu (založení nové prodejní zakázky), projekční činnost, vytipování hydraulických prvků, tvorba či převzetí hydraulických schémat (dále jen HS), přidělení pracovních hodin dle kalkulací oddělení plánování.

Konstrukce:

Rozkreslení vyráběných dílů, tvorba sestavy dle HS, tvorba požadavků na objednání, vytipování součástkové základny.

Elektrokonstrukce:

Pokud zakázka obsahuje elektroinstalaci je nutné dle elektroschémat (vlastních, či převzatých) vypracovat a vytipovat součástkovou základnu pro provedení elektroinstalace

Buffer:

Časová rezerva na poptání a objednání dílů (nádrže, rámy, čerpadla, motory, bloky, apod.)

Příprava výroby:

Převzetí kompletní výrobní dokumentace, kontrola disponibility materiálů, zaplánování do montáže, doladění případných nejasností. Poslední přibližně 2 dny (respektive cca 2 dny před startem montáže) je vydán logistice pokyn na vyskladnění materiálu do košů a navezení na místo montáže.

Montáž:

Vlastní montáž výrobku, svařování, moření

Elektroinstalace:

Vlastní elektroinstalace výrobku

Lakování:

Dle zákaznické specifikace. Nejčastěji se liší odstínem barvy (dle stupnice RAL), nátěrovým systémem a tloušťkou laku podle užití agregátu (viz. kapitola 2.3)

Zkoušky:

Testování funkčnosti. Naplnění nádrže hydraulickou kapalinou, kontrola těsnosti, nastavení tlaků a průtoků čerpadel, apod.

Pro svou práci budu vycházet z ideálního stavu z hlediska logistiky, kdy jsou všechny komponenty dodány včas a v požadované kvalitě. Tato situace nastává pouze u opakovaných zakázek malého hodinového rozsahu. Nicméně je tento stav nutný pro budoucí plánování [1].

2.1 Montáž

V této podkapitole bude proveden detailnější rozbor jednotlivých vytipovaných reprezentantů výrobního portfolia.

Montáž každé výrobní zakázky se zahajuje k datu, naplánovanému pro start montáže pouze v případě splnění statusu „Zkušebně schopného agregátu“, což znamená: materiálově plně kompletní zakázky, nebo případně chybějící materiál není nutný k započnutí montáže. Například chybějící manometr, filtr, elektromateriál, apod.

BrnP je disponuje běžným dílenským vybavením jako je pila, ohýbačka trubek, Vossform (zařízení na tváření konců trubek), soustruh, stojanová vrtačka, a další [9], které slouží pro pomocné dílenské práce, neboť výrobní provoz je koncipován jako montážní. Všechny komponenty, vyjma trubkových sad od průměru 42 mm, jsou objednávány u externích dodavatelů a v BrnP probíhá pouze samotná kompletace. Takto nastavené procesy zajišťují nezbytnou čistotu provozu, a předcházejí vnikání nečistot do choulostivých hydraulických součástí.

2.1.1 Pohony

Pohony sestávají většinou z: elektrického motoru, spojky, držáku čerpadla, čerpadla.

Dle platných interních předpisů je nutné spojku při montáži nahřát a polovinu nasadit na hřídel motoru a druhou polovinu na čerpadlo nasazené na držák čerpadla při dodržení správných rozměrů. Poté následuje zajištění závitovým kolíkem. K nasazování spojky na hřídel čerpadla se nesmí využít údery palic, ale je nutné spojku na hřídel natlačit pomocí speciálního přípravku, označení pozic dle HS (nejčastěji Al a PVC štítky).

Po smontování jsou celé jednotky převezeny do přípravy lakování.

Po nalakování je pohon připraven na případnou elektroinstalaci, nebo rovnou převezen do prostoru zkušebny, kde je proveden zkušebnímu testu.

2.1.2 Rozvodné bloky

Rozvodné bloky sestávají z rozvodného bloku (někdy také označovaného jako deska), na který jsou namontovány ovládací prvky: proporcionální ventily, mezidesky, škrťací ventily, sedlové ventily, logické ventily, šroubení, zátky, apod [4].

Při osazování bloků se postupuje dle pokynů vnitropodnikového montážního postupu BR (výňatek): profouknutí bloku špunty, očištění od nečistot, namontování prvků dle HS a sestavného výkresu, označení pozic dle HS (nejčastěji Al a PVC štítky).

Po provedení všech nutných úkonů, které by bylo možné provést, následuje příprava na lak a lakování.

Po nalakování je rozvodný blok osazen díly, které nemají být lakovány a bylo by složité je maskovat (navářovací příruby, manometry, apod), případně dodělána elektroinstalace.

Poté je hotový blok převezen do prostoru zkušebny, kde je podroben zkušebnímu test.

2.1.3 Ventilové stoly

Ventilový stůl sestává z osazeného řídicího bloku, který je umístěn na rám.

Postupuje se stejně jako u řídicích bloků. Montér musí dbát na správné provedení dle HS a dle sestavného výkresu.

Ve většině případů se lakuje řídicí blok zvlášť, neboť rám je objednán u dodavatele již nalakovaný [9].

Pokud je v požadavcích zákazníka elektroinstalace, je na vhodné místo na rámu připevněna rozvodná skříň a vyvedeny kabelové kanály, elektro-kabeláž a konektory.

Po provedení všech úkonů je ventilový stůl převezen do prostoru zkušebny, kde je podroben zkušebnímu testu.

2.1.4 Akumulátorové stanice

Akumulátorové stanice sestávají z akumulátorů, pojišťovacího bloku a rámu, do kterého jsou umístěny. Dále mohou být součástí akumulátorových stanic také rozvodné bloky.

Při montáži akumulátorových stanic se postupuje dle pokynů vnitropodnikového montážního postupu BR tj.: montáž pojistných bloků na akumulátory, lakování, montáž akumulátorů do rámu (tak jako u ventilových stolů jsou objednány ocelové konstrukce nalakované). To vše dle sestavného výkresu a HS, dle kterého je provedeno oštřtkování.

Pokud je v požadavcích zákazníka elektroinstalace, je na vhodné místo na rámu připevněna rozvodná skříň a vyvedeny kabelové kanály, elektro-kabeláž a konektory.

Po provedení všech úkonů je ventilový stůl převezen do prostoru zkušebny, kde je podroben zkušebnímu testu [9].

2.1.5 Hydraulické agregáty: velikost S, M1, M2, L, XL

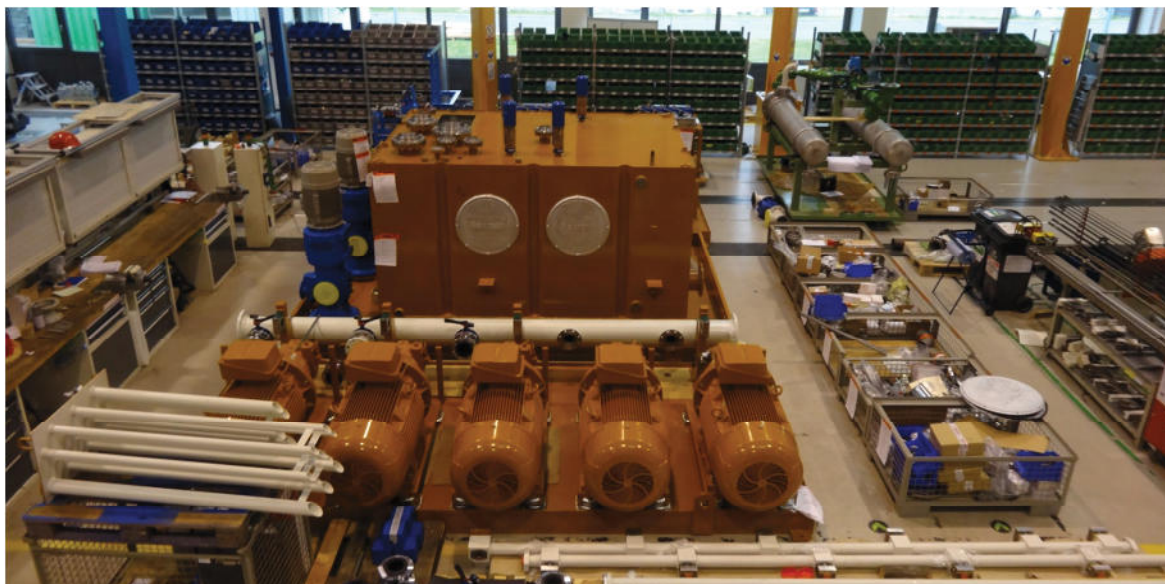
Hydraulický agregát je složen z nádrže, rozvodného bloku, pohonu, často také akumulátoru a lze na něj možno umístit také další komponenty. Nejčastěji jde o nezbytně nutný stavoznak, manometr, olejový filtr, vzduchový filtr, apod. [5].

Po vychystání „zkušebně schopného agregátu“ je zakázka navedena v koších na montážní místo.

Části, dle HS a sestavného výkresu, které bude nutné lakovat (ať už to jejich povrchová úprava dovoluje, nebo je to zvláštní požadavek zákazníka). V průběhu lakování některých komponent montéři průběžně pokračují v montáži komponent, které se nelakují, nebo již nalakované přišly. Paralelně může probíhat elektroinstalace (zejména u agregátů velikostí L, XL). Po namontování nalakovaných komponent jsou všechny spoje utaženy a zapečetěny plombovací pastou [9].

Hydraulické agregáty o velikosti L a XL jsou i v tomto případě složeny z nádrže, která je objemově větší, než předchozí agregáty (S - M). Dále se skládají také pohonů (které mají vlastní rám), rozvodných bloků, akumulátorů, svorkovnic, manometrů a dalších komponent nutných pro provoz (viz. Obr. 9).

Vzhledem ke komponentové rozsáhlosti je vychystávání materiálu prostorově a časově náročnější. Často se přistupuje k vychystávání a montování jednotlivých podskupin, jako jsou například pohony, filtrace, apod.



Obr. 9 Agregát velikosti XL s pohony na zvláštním rámu.

Podsestavy, mezi kterými jsou řídicí bloky, pohony, a jiné, které je možné nalakovat a nebudou dále potřeba pro předmontáž např. potrubí, jsou předmontovány. V případě trubkových sad (tlakových, nebo sacích - nízkotlakých) jsou dané sady dodávány s volnou přírubou, aby bylo možné bezvadné dopasování na konkrétní rozměr. Pokud je potrubí svařováno, následuje vymoření a lakování [9].

Po nalakování následuje montáž dle platného HS a sestavného výkresu. Každý spoj je nutné utáhnout na daný moment (dle platných interních norem) a označit plombovací pastou.

2.2 Elektroinstalace

Podle požadavků zákazníka jsou agregáty v BrnP kompletovány bez elektroinstalace, nebo s elektroinstalací. V tomto případě je elektroinstalace prováděna dle platného elektrického schématu.

Při montáži jsou vyvedeny elektrické kanály, kabely, konektory a produkt bývá osazen svorkovnicí či řídicí skříní.

S elektroinstalací se začíná buď po kompletním sestavení hydraulického agregátu (včetně laku), nebo v konečné fázi montáže (většinou až po nalakování), kdy nebude ani montér, ani elektromontér omezen ve své práci. Podle aktuální situace může probíhat elektroinstalace paralelně s montáží na agregátu (pokud to rozměr umožňuje, nebo je nutné dodržet časový harmonogram výroby zakázky).

Vzhledem k velikosti agregátů je možné na agregátech velikosti X a XL pracovat ve více lidech, což šetří čas na kompletní provedení elektroinstalace [9].

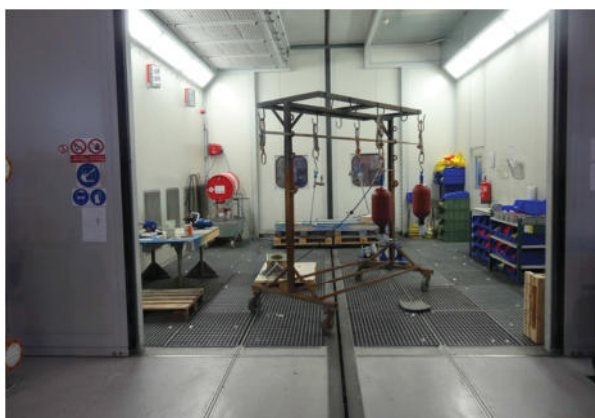
2.3 Lakování

Příprava lakování a vlastní lakování, probíhá v rozměrově identických boxech o užitém pracovním prostoru: 7100 x 6000 x 4000 mm (d x š x v) [9]. V lakovacích stanovištích se nachází dva přípravné boxy, jeden lakovací a jeden sušící.

Výrobek je nalakován podle požadavků zákazníka přenesených do technické specifikace BR, která obsahuje odstín RAL, systém lakování (odolnost a užití). V případě rozvodných bloků, potrubí a jiných komponentů se může dodávat žárově zinkovaný.

Před samotným lakováním je nutné provést, v přípravně lakování, odmaštění a zamaskování oblastí a povrchů, které nesmí být zalakovány.

Poté jsou komponenty určené k lakování převezeny na stojanech k tomu určených do lakovny, kde je provedena samotná činnost lakování. Lehké předměty, které umožňují zavěšení materiálu, jsou zavěšeny na lakovací stojany. Těžké a rozměrnější předměty jsou umístěny na paletách.



Obr. 10 Box pro přípravu na lakování.



Obr. 11 Lakovací box.

Lakýrník převezme materiál určený k lakování společně se specifikací odstínu RAL a nátěrového systému a postupuje dle interních lakovacích předpisů BR [9].

2.4 Testování

Po provedení všech předchozích operací je nutné hotový výrobek zkontrolovat dle interních předpisů BR [5].

Každý výrobek, který je hotový (smontovaný, nalakovaný, případně provedena elektroinstalace), je podroben funkční zkoušce, jejíž součástí je i vizuální kontrola dle zkušebně testovacího protokolu BR. Hydraulické pohony se ve většině případů netestují.

Za účelem provedení funkčních zkoušek je výrobek přemístěn na zvolenou zkušebnu (podle velikosti, výkonu motorů, nebo podle momentálního kapacitního stavu). V BrnP jsou k dispozici pro testování dvě zkušebny. Na zkušebně L1 je možné testovat produkty (bloky, akumulátorové stanice, agregáty, apod.) o výkonu jednotlivých motorů < 100 kW. Na zkušebně L2 je možné testovat agregáty o výkonu < 450 kW [9].

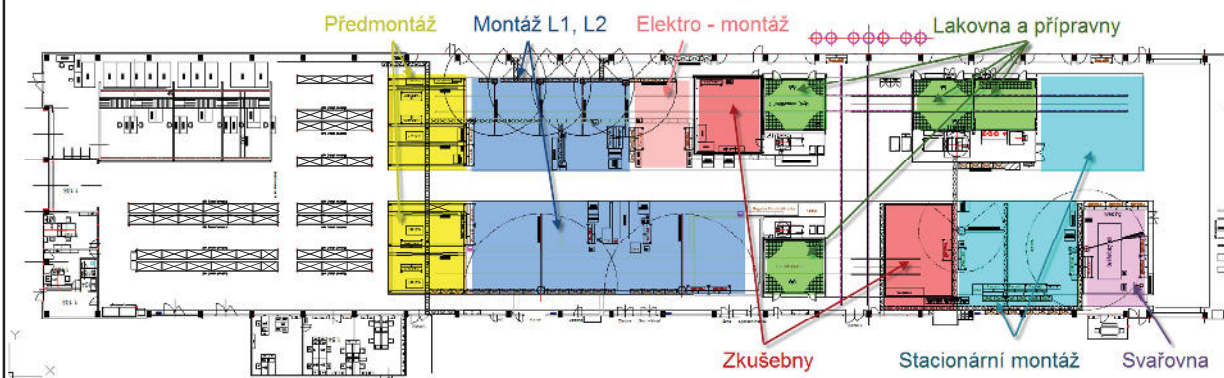
2.4.1 Rozsah standardní zkoušky

- optická kontrola dle aktuálního výkresu
- kontrola čistoty nádrže a kontrola značení dotažení šroubů

- kontrola dle hydraulického schématu
- kontrola propojení a štítkování
- tlaková funkční zkouška
 - připojení agregátu ke zkušebnímu standu (zkušební stolice)
 - kontrola těsnosti agregátu a potrubí při nižším pracovním tlaku
 - tlakování agregátu (cca 20 min)
 - kontrola funkčnosti celého zařízení
 - nastavení agregátu dle schématu

3 KAPACITNÍ PROPOČET MONTÁŽNÍCH PRACOVIŠŤ A STANOVENÍ ÚZKÝCH MÍST VE VÝROBNÍM SYSTÉMU

Současné dispoziční řešení montážního prostoru (Obr. 12) nám dává přibližný přehled o plochách vhodných pro montáž a o plochách, které jsou využité jinak (pracovní stoly, zkušební, lakovací prostory, svařovna, apod.)



Obr. 12 Dispoziční řešení montážní haly BrnP [9].

Výrobní prostory haly (barevně vyznačené na Obr. 12) jsou podélně rozděleny na 2 výrobní prostory, tzv. „linky“. Žlutě vyznačené prostory jsou prostory předmontáže. Modrou barvou jsou vyznačeny prostory montážních stanovišť L1 a L2, bleď modře jsou vyznačeny stanoviště „stacionární montáže“. Světle červeně je označen prostor elektroinstalace. Červeně jsou označeny zkušebny, zeleně je označeno stanoviště pro lakování a fialově je označena svařovna.

V současné době (údaj k březnu 2015) je v BrnP zaměstnáno 43 kmenových výrobních pracovníků (Tab. 3.1).

Tab. 3.1 Počet montérů [9].

Počet montérů	
Montér	25
z toho svářeči	2
Elektromontér	4
Lakýrník	5
z toho příprava	3
Testovací technik	4
Celkem	43

Fond pracovní doby:

Při výpočtu časového fondu se vychází z počtu pracovních dní v roce. Pro rok 2015 vychází při 365 dnech 251 pracovních dnů. Kmenoví zaměstnanci mají nárok na 25 dní dovolené. Je potřeba také počítat s neplánovanými absencemi (cca 8 dní). Vzhledem k velké odbornosti nutné pro: montáž hydraulických komponent, manipulaci s jeřáby a jinými legislativními požadavky je nutné započítat do neodpracované doby různá školení [6, 9].

V pracovní době je dělníkům započtena v době od 8:00 do 8:15 snídaňová pauza. Vzhledem ke skutečnosti, že k zakázkám je vychystáno velké množství materiálu, který v současné době není vychystáván do košů systematicky (například podsedavy pohonů zvlášť), je nutné, aby se montér v tomto materiálu zorientoval. Při montáži montér nezřídka naráží na nesrovnalosti mezi HS a sestavným výkresem. Tuto neshodu konzultuje s projektanty a konstruktéry. Taktéž montér konzultuje se zkušenějšími kolegy např. nejvhodnější trasu vedení potrubí, pokud dle sestavného výkresu není jasno (Tab. 3.2).

Tab. 3.2 Roční efektivní hodinový fond montéra [6, 9].

Počet pracovních dní	251	den
Dovolená	25	dní
Absence	8	dní
Školení	6	dní
Prostoje	2	dny
Počet hodin ve směně	8	hod
Nevyužitá pracovní doba	3,25	hod
Přestávka	0,25	hod
Úklid pracoviště	0,5	hod
Kontrola materiálu	1	hod
Konzultace	1,5	hod
Roční ef. hodinový fond E_{DM}	997,5	hod

Roční efektivní hodinový fond montérů vyjadřuje čistý čas určený pro vlastní montáž produktu[6, 9].

Efektivní časový fond montéra v jedné směně

$$E_{DM} = (365 - 104 - 10 - 25 - 8 - 6 - 2) \times (8 - 3,25) = 997,5 \text{ hod / rok} \quad (1)$$

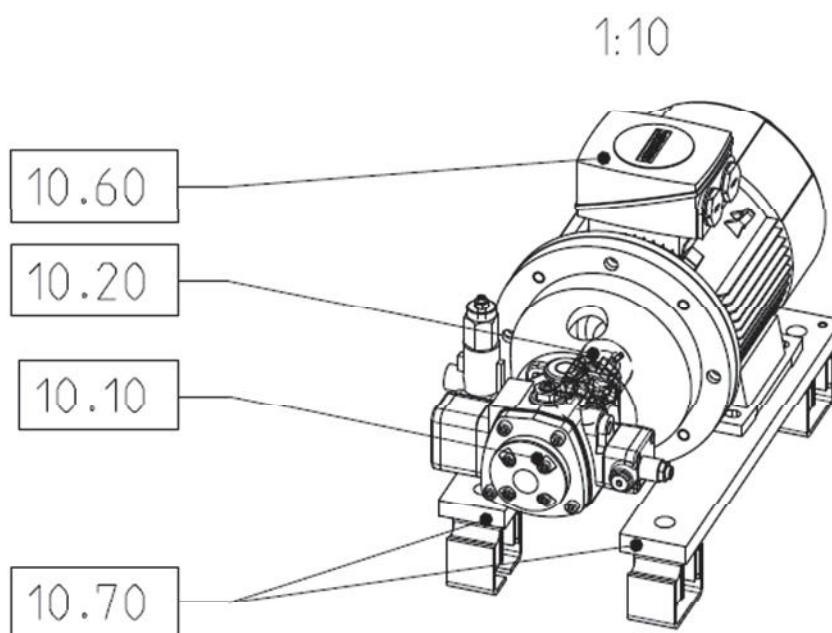
3.1.1 Hydraulické pohony

Modelová zakázka:

Zákazník: DCPL

Počet kusů: 1 ks

Layout:



Obr. 14 Layout pohonu [9].

Kusovník:

Struktura výrobku	Krát.text	TextPol	Mn...	Stat...	NormOzn	TřídP...
4126245 / 10 R987219091 3	ABAPG-PV7/10-14C0-16/112M-4-80/058H0022C				40	
0010 L R987197670	DRIVE UNIT NR.1			1		
4126245 / 10 R987197670 3					40	
0010 L R900580381	PV7-1X/10-14RE01MC0-16	p = 70bar; Q= 20dm ³ /min; n=...	1		RD10515	10.10
0030 L R900325769	SPOJKA AB33-22/KD 24-20/28-&		1		AB 03322	10.20
0040 L R900764684	AC PBR 80B-4H/A 250/124-1X/JH-AL		1		AB 03337	
0060 L R901297036	MOT-EC-ET2-B35-112M-4-5CB-4-A3T-SJE		1		ZN10601-1	10.60
0070 L R900780300	LIŠTA AB03319/112M /D13		2		AB 03319	10.70
0080 L R900081773	DAMPING BEARING AB33-10/2-40	strana motoru	2		AB 03310	
0090 L R900006562	DAMPING BEARING AB33-10/2-50	strana čerpadla	2		AB 03310	
0110 L R901165468	ZÁKLADOVÁ BARVA RAL7032 HYDRO-2K-E...		1,000			
0120 L R901165467	KRYCÍ LAK RAL7035-VP-HAD47-CHI&		2,000			
0130 L R913009791	TYPOVÝ ŠTÍTEK ZN20045-3-REXROTH		1		ZN20045-3	
0140 L R987320864	SADA ŠTÍTKŮ ALU GENIETET*HY		1			
0020 L R987197711	FREE ITEMS		1			

Obr. 15 Printscreen zjednodušeného kusovníku pohonu [9].

Doba montáže: 4 hod

Počet pracovníků: 1 pracovník

Umístění: předmontáž: pracovní stůl / zvedací stůl

Nářadí: klíč, palice, ohřívač, vrtačka

Modelový rok:

V tomto bodě jsou rozepsány počty zakázek (každý řádek = jedna zakázka) a počty kusů v zakázce pro každý měsíc a rok zvlášť. Například: pro leden 2012 byly smontovány čtyři zakázky, z toho tři byly po jednom kusu a jedna byla po čtyřech kusech. V pravé části je celkový součet kusů pohonů (ne počtu zakázek), suma hodin, které zabrala montáž a průměrná hodinová náročnost na smontování 1 ks pohonu [9].

Tab. 3.3 Počet pohonů pro rok 2012 [9].

Rok	2012												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1	1	1	-	2	1	8	1	4	4	-	4	51	200,5	3,9
	1		1						12			1			
	4								1			1			
	1								1			1			

Tab. 3.4 Počet pohonů pro rok 2013 [9].

Rok	2013												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	-	1	10	-	-	3	-	-	14	1	-	1	32	75,0	2,3
												1			
												1			

Tab. 3.5 Počet pohonů pro rok 2014 [9].

Rok	2014												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	-	1	-	1	2	1	-	1	1	3	1	1	35	232,5	6,6
	-	1			2	3		3	2						
					2	4		1	1						
					1	1									
						2									

Tab. 3.6 Počet pohonů pro rok 2015 [9].

Rok	2015												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1	1	1	1									26	54,0	2,1
	1		18	1											
	1		1												

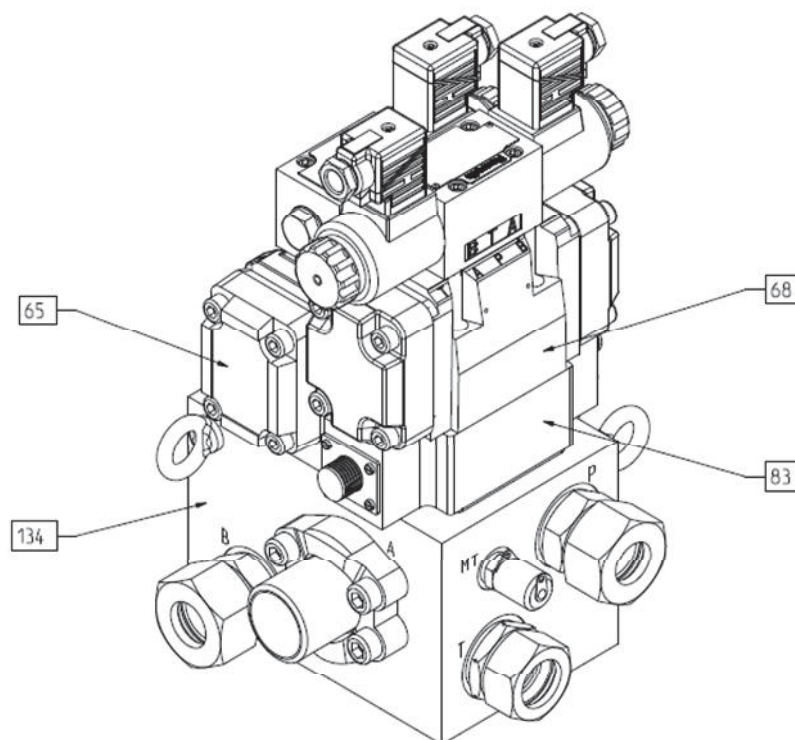
3.1.2 Rozvodný blok

Modelová zakázka:

Zákazník: DCCZ

Počet kusů: 1 ks

Layout:



Obr. 16 Layout rozvodného bloku [9].

Kusovník:

Struktura výrobku	Krát.text	TextPol	Množ...	Stat...	NormOzn	TřídP...
4061575 / 10 R987219089 3	ABPLS-AGEV-CZ1 /058H086A				40	
0010 L R987198322	ROZVODNY BLOK 1		1			
4061575 / 10 R987198322 3					40	
0010 L R987406787	AGCZ1-H086A-P0010.0010		1			
0011 L R900009090	MEASURING COUPLING MCS20-SDS-E-G1/4-...		5		DCCS11005...	160
0020 L R900948924	4WEH 10 J4X/6EG24N9ETK4/B10		1		RD24751	68
0021 L R901017027	KONEKTOR 3P Z5L2 M 24VDC SPEZ		2		RD08006	
0030 L R900947437	4WEH 10 D4X/6EG24N9K4/B08		1		RD24751	65
0040 L R901017027	KONEKTOR 3P Z5L2 M 24VDC SPEZ		1		RD08006	
0050 L R900989095	Z2FS 10-5-3X/		1		RD27518	83
0060 L R987320864	SADA ŠTÍTKŮ ALU GENIETET*HY		1			
0070 L R913009791	TYPOVÝ ŠTÍTEK ZN20045-3-REXROTH		1		ZN20045-3	
0020 L R987197711	FREE ITEMS		1			

Obr. 17 Prinscreen kusovníku rozvodného bloku [9].

Doba montáže: 6 hod

Počet pracovníků: 1 pracovník

Umístění: předmontáž: pracovní stůl / zvedací stůl

Nářadí: klíč, palice, stlačený vzduch, vrtačka

Modelový rok:

V tomto bodě jsou rozepsány počty zakázek (každý řádek = jedna zakázka) a počty kusů v zakázce pro každý měsíc a rok zvlášť. Například: pro leden 2012 byly smontovány čtyři zakázky, z toho tři byly po jednom kusu a jedna byla po čtyřech kusech. V pravé části je celkový součet kusů pohonů (ne počtu zakázek), suma hodin, které zabrala montáž a průměrná hodinová náročnost na smontování 1 ks rozvodného bloku [9].

Tab. 3.7 Počet rozvodných bloků pro rok 2012 [9].

Rok	2012												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]	
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec				
ks / zakázka	1	1	6	1	7	1	2	1	-	2	3	1	70	258,5	3,7	
	4	1	1	1	4	1	1			4		1				
	1		8	3	2	1	1									
	1						1	1								
						1	6									

Tab. 3.8 Počet rozvodných bloků pro rok 2013 [9].

Rok	2013												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	101	308	3,0
	2	2	1		4	1	1	2	1	1	1	16			
			1				1	1	1	2		2			
			24							1		2			
												1			
												8			
												1			
												1			

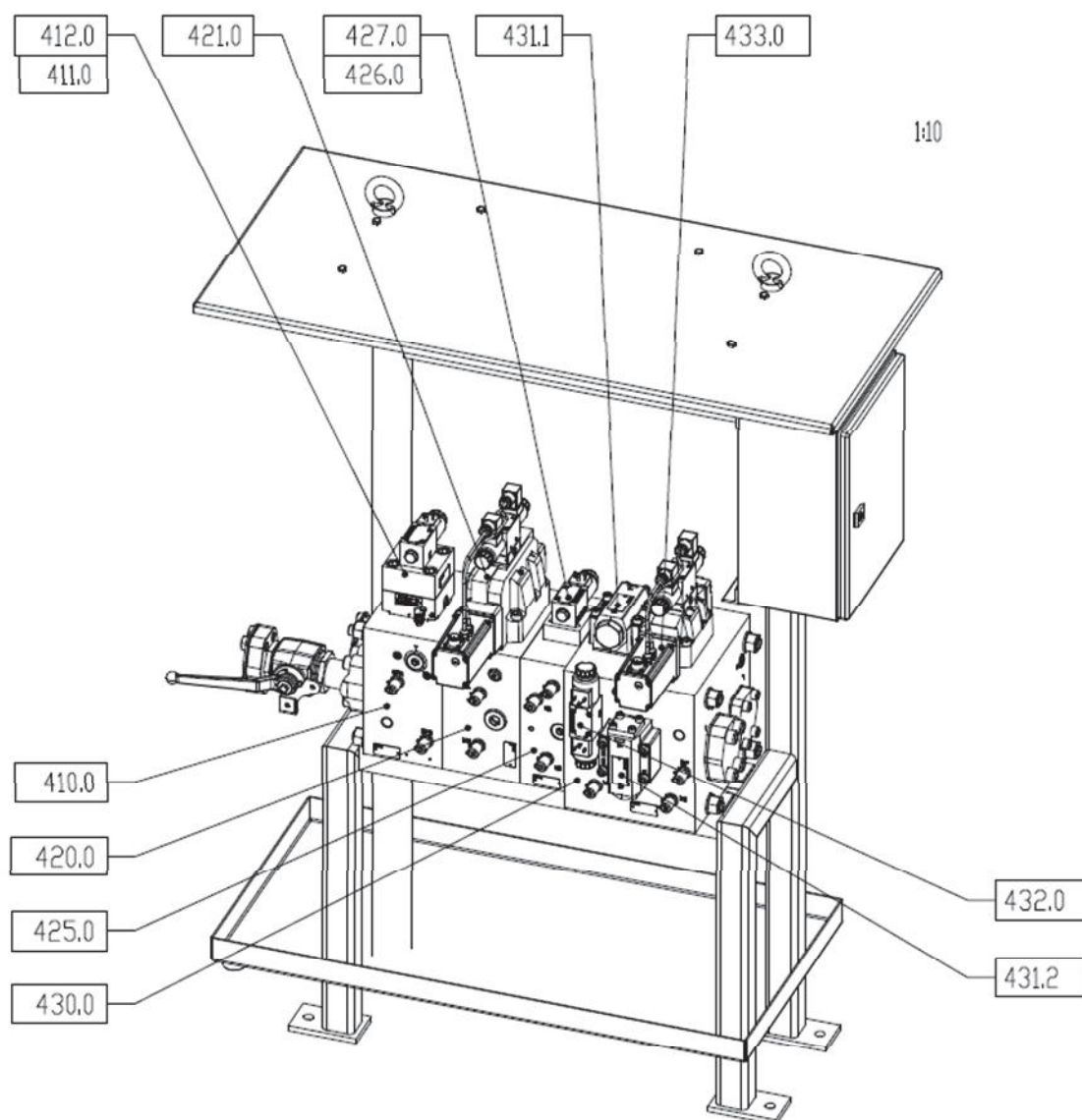
Tab. 3.9 Počet rozvodných bloků pro rok 2014 [9].

Rok	2014												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]	
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec				
ks / zakázka	14	-	1	-	3	1	1	1	2	1	1	2	175	688,7	3,9	
	1		1		1	3	1	1	1	2	2	1				
			1		2	1		4	1	1	20	1				
			7							20						1
			1							14						4
									1			1				
									14							
									2							
									4							
									32							
									2							

Rok	2015												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	58	200,5	3,9
	2	7	37												
	2	1	1												
	2		1												

Rok	2015												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	58	200,5	3,9
	2	7	37												
	2	1	1												
	2		1												

3.1.3 Ventilové stoly

Modelová zakázka:**Zákazník:** DCEM**Počet kusů:** 15 ks**Layout:**

Obr. 18 Layout ventilového stolu [9].

Doba montáže: 60 hod**Počet pracovníků:** 4 pracovníci**Umístění:** předmontáž, L1, L2, pracovní stůl / zvedací stůl**Nářadí:** palice, stlačený vzduch, vrtačka, jeřáb, sada klíčů, palice, nýtovačka, vrtačka, ohýbačka, vossform, pila

Modelový rok:

V tomto bodě jsou rozepsány počty zakázek (každý řádek = jedna zakázka) a počty kusů v zakázce pro každý měsíc a rok zvlášť. Například: pro leden 2012 byly smontovány čtyři zakázky, z toho tři byly po jednom kusu a jedna byla po čtyřech kusech. V pravé části je celkový součet kusů pohonů (ne počtu zakázek), suma hodin, které zabrala montáž a průměrná hodinová náročnost na smontování 1 ks ventilového stolu.

Tab. 3.11 Počet ventilových stolů za rok 2012 [9].

Rok	2012												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1	12	8	-	4	-	8	-	-	11	13	-	68	7711	113,4
	10						1								

Tab. 3.12 Počet ventilových stolů za rok 2013 [9].

Rok	2013												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1	4	30		1	1		3	1	3		1	62	1298	20,9
		2			1	3		5							
								1							
								2							
								3							

Tab. 3.13 Počet ventilových stolů za rok 2014 [9].

Rok	2014												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1	-	31	1	4	3	26	1	1	16		1	193	3364	17,4
	1		31	4	4			5	1	1		2			
			50					4	1			3			
												1			

Tab. 3.14 Počet ventilových stolů za rok 2015 [9].

Rok	2015												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1		5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	26	489	18,8
			6												
			6												
			4												

3.1.4 Agregáty S, M1

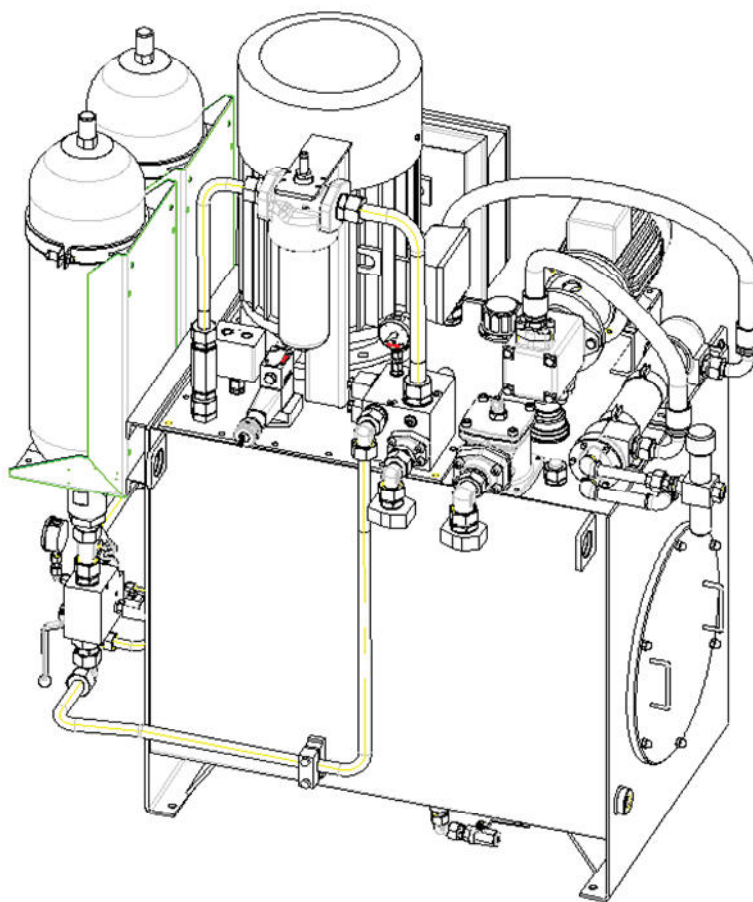
Rozpětí agregátů o objemu nádrže 5 – 400 litrů.

Modelová zakázka:

Zákazník: DCCZ

Počet kusů: 1 ks

Layout:



Obr. 19 Layout agregátu M (objem: 400 litrů) [9].

Kusovník:

Struktura výrobku	Krát.text	TextPol	Množ...	Stat...	N
4328323 / 10 R987193219 3	ABHAG-0400SSO/A10VSO-71/180M/NS/058...				40
0010 L R987209941	NÁDRŽ		1		
0190 L R987197670	DRIVE UNIT NR.1		1		
0300 L R987197671	DRIVE UNIT NR.2		1		
0370 L R987197705	RADOVY ROZVODNY BLOK 1		1		
0420 L R987197706	RADOVY ROZVODNY BLOK 2		1		
0520 L R987198312	CHLAZENI VODNI		1		
0610 L R987202190	FILTRY S PRISL.		1		
0690 L R987197710	PRISLUSENSTVI AGREGATU - MERENI		1		
0800 L R987210753	AKUMULATOR S PRISLUSENSTVIM		1		
0900 L R987197711	FREE ITEMS		1		

Obr. 20 Prinscreen zjednodušeného kusovníku hydraulického agregátu vel. M [9].

Doba montáže: 45 hod

Počet pracovníků: 1 pracovník

Umístění: předmontáž: pracovní stůl / zvedací stůl

Nářadí: nahřívač spojky, sada klíčů, palice, nýtovačka, vrtačka, ohýbačka, vossform, pila

Modelový rok:

V tomto bodě jsou rozepsány počty kusů hydraulických agregátů pro každý měsíc a rok zvlášť [5].

Tab. 3.15 Počet hydraulických agregátů vel. S, M1 za rok 2012 [9].

Rok	2012												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	19	13	33	12	23	14	13	11	4	5	10	2	159	4955	31,2

Tab. 3.16 Počet hydraulických agregátů vel. S, M1 za rok 2013 [9].

Rok	2013												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	14	9	13	5	9	20	2	9	5	7	4	12	109	3844	35,3

Tab. 3.17 Počet hydraulických agregátů vel. S, M1 za rok 2014 [9].

Rok	2014												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	6	7	19	6	15	8	3	12	28	11	3	25	143	5132	35,9

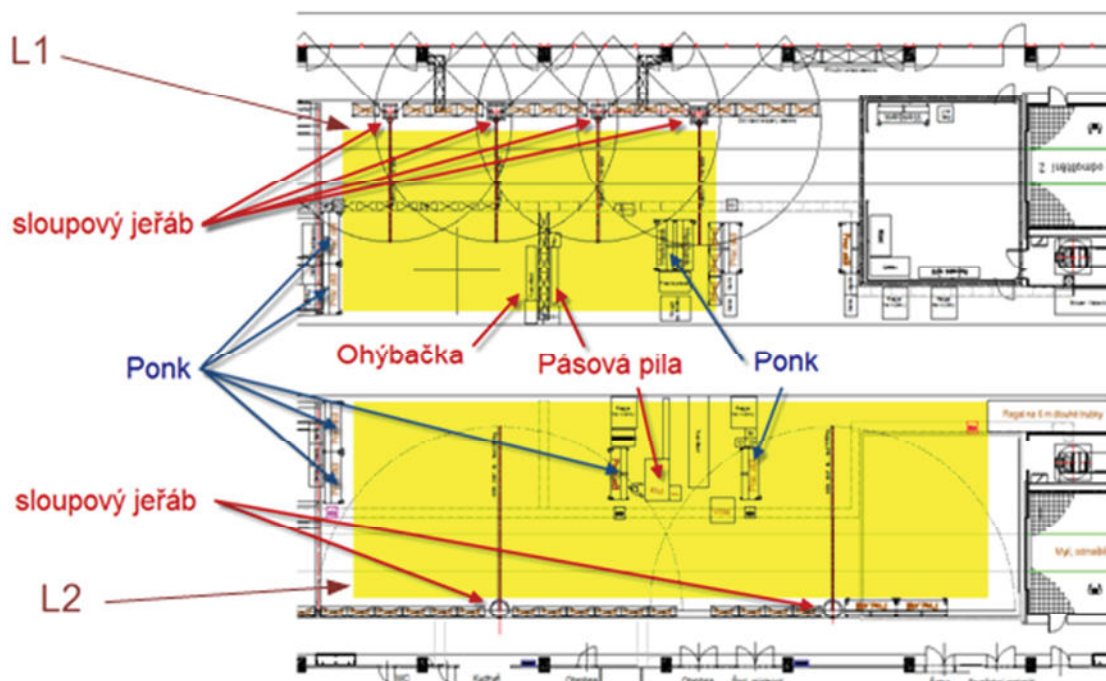
Tab. 3.18 Počet hydraulických agregátů vel. S, M1 za rok 2015 [9].

Rok	2015												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	9	15	32	16	-	-	-	-	-	-	-	-	72	489	18,8

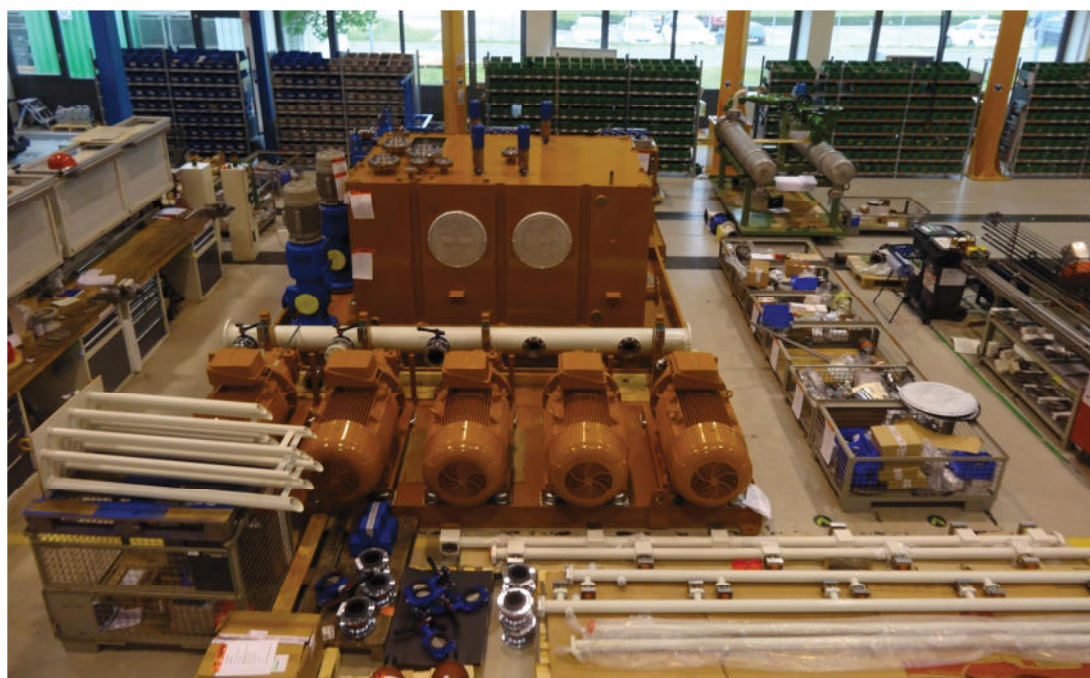
3.2 Montáž L1, L2

Stanoviště na montáži L1 a L2 jsou rozměrově vhodná na produkty o velikostech L až menší agregáty XL (limitní je šířka dopravní cesty, kterou by nebylo možné přepravit těleso o šířce větší než 3 500 mm).

Tato stanoviště jsou také vybavena pracovními stoly a sloupovými jeřáby. Vzhledem k absenci rámu podvěsného jeřábu (který se nachází na předmontáži) je možné využít mostových jeřábů o nosnostech 10 t a 2 ks 20t) [9].



Obr. 21 vizualizace montážních stanovišť L1, L2.

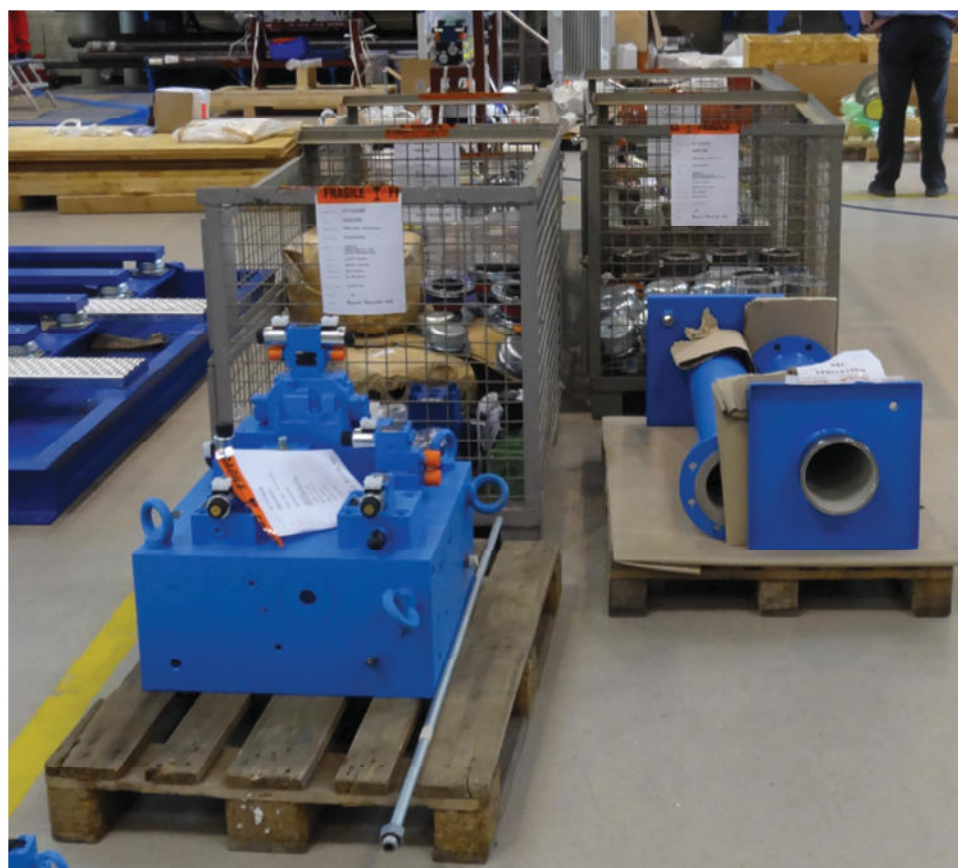


Obr. 22 Skutečná situace části montážního stanoviště L1.



Obr. 23 Skutečná situace části montážního stanoviště L1.

Vybavením stanovišť několika pracovními stoly, je zajištěna možnost montáže několika agregátů zároveň. Stanoviště navíc musí umožňovat mimo vlastní montáže, také rozložení materiálu nutného pro montáž, který se pro tento účel naváží v koších. (viz Obr. 24).



Obr. 24 Vychystaný materiál na zakázku.

Celková plocha pracoviště L1:

$$F_{L1C} = (17,7 \times 10) = 177 \text{ m}^2 \quad (4)$$

Celková plocha pracoviště L2:

$$F_{L2C} = (33 \times 10) = 330 \text{ m}^2 \quad (5)$$

Využitelná plocha L1 (bez pracovních stolů, skříní, apod.):

$$F_{L1} = 150 \text{ m}^2$$

Využitelná plocha L2 (bez pracovních stolů, skříní, apod.):

$$F_{L2} = 278 \text{ m}^2$$

Celková využitelná plocha pracovišť L1 a L2 (bez pracovních stolů, skříní, apod.):

$$F_{LC} = F_{L1} + F_{L2} = 150 + 278 = 428 \text{ m}^2 \quad (6)$$

Souhrnný efektivní časový fond pracovníků na stanovišti L1:

8 pracovníků na stanovišti L1 má pracovní fond:

$$E_{L1} = E_{DM} \times 8 = 997,5 \times 8 = 7980 \text{ hod / rok} \quad (6)$$

Souhrnný efektivní časový fond pracovníků na stanovišti L2:

8 pracovníků na stanovišti L2 má pracovní fond:

$$E_{L2} = E_{DM} \times 8 = 997,5 \times 8 = 7980 \text{ hod / rok} \quad (7)$$

Souhrnný efektivní časový fond pracovníků na stanovišti L1 + L2:

$$E_{LC} = E_{L1} + E_{L2} = 7980 + 7980 = 15960 \text{ hod / rok} \quad (8)$$

V následujících podkapitolách se budu zabývat reprezentanty, které je možné montovat na stanovištích L1 a L2.

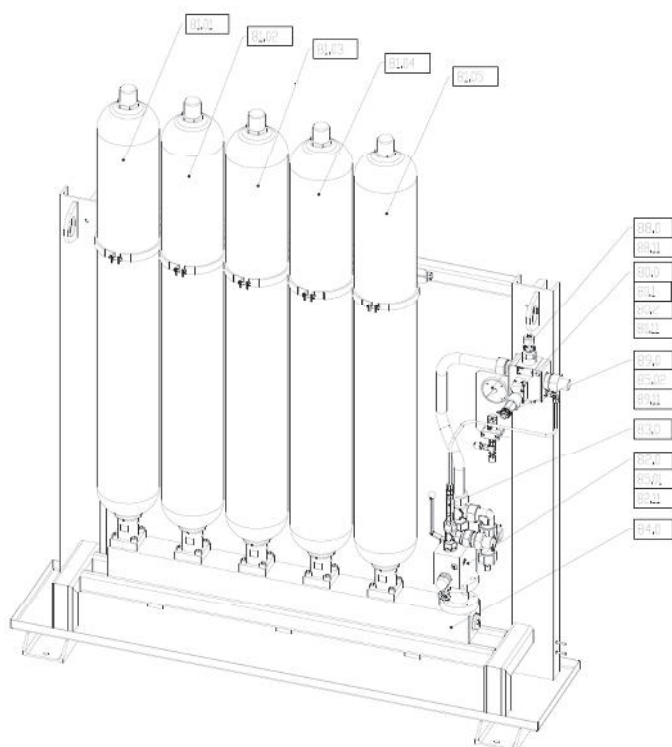
3.2.1 Akumulátorové stanice

Modelová zakázka:

Zákazník: DCEM

Počet kusů: 1 ks

Layout:



Obr. 25 Layout akumulátorové stanice [9].

Kusovník:

Struktura výrobku	Krát.text	TextPol	Množ...	Stat...	NormOzn	TřídP...
4486114 / 30 R920035521 3				40		
0010 L R987403167	RAHMEN AB 2050X550X1750 /017N279A		1			
0020 L R901263293	SL 30 GB3-4X/6U/VSO311		1			90.0
0030 L R901275151	M-3SEW 6 U3X/420MG24N4K4/B10V		1		RD22058	80.11
0040 L R900727792	BLADD.ACCUMULATOR SB330-50A1/112U-...		5			81.01-05
0050 L R901250513	ABZSS 30 M-3X/180E/S309V		1			82.0
0060 L R900422886	S 8 A1.0/		1		RD20375	83.0
0070 L R901021915	BLOK ROZDĚLOVAČE 6X QG105 -ST/A3C		1		AB51-02.002	84.0
0080 L R900009090	MEASURING COUPLING MCS20-SDS-E-G1/4-...		2		DCCS11005...	85.01-02
0090 L R900066324	ABZMM 100- 250BAR/MPA-R/B-G		1		RD50205	88.0
0100 L R900034614	MEASURING HOSE DN2-630/MCS20-MCS...		1		DCCS11003...	88.11
0110 L R900011267	MEASURING COUPLING MCS20-SDS-E-G1/4-...		1		DCCS11005...	88.21
0120 L R900012380	MEASURING CONNECTO MCS20-MAS-Z-G1/2-...		1		DCCS11005...	88.31
0130 L R900011267	MEASURING COUPLING MCS20-SDS-E-G1/4-...		1		DCCS11005...	88.41
0140 L R901022922	HEDE10A1-2X/250/K41G24/1/V		1		RD30276	89.0
0150 L R900324859	SADA AB02-01.02/1000R6W		1		AB02-01.02	89.11
0160 L R900786138	UPÍNAČÍ SVORKA 10193 D=34		1			89.21
0170 L R900786141	OCHRANNÉ VÍČKO E30006 M12		1			89.31
0180 L R900779509	KONEKTOR E11509		1			89.41
0190 L R900991792	ACCUMULATOR ADAPTE G2 236376		1			
0200 L R987258988	ELEKTRO		1			
0300 L R987210344	ASSEMBLY KIT + CONNECT. MATERIAL		1			
0420 L R987320866	SADA ŠTÍTKŮ ALU GEKLEBT GRAY*HY		1			
0430 L R913009791	TYPOVÝ ŠTÍTEK ZN20045-3-REXROTH		1		ZN20045-3	
0440 L R913005663	ZÁKLADOVÁ BARVA EMD186	Lakování vnější - ZÁKLAD	1,000			
0450 L R913001050	KRYCÍ LAK RAL5010 P2K-H	Lakování vnější - KRYCÍ LAK	2,000			

Obr. 26 Prinscreen zjednodušeného kusovníku akumulátorové stanice [9].

Doba montáže: 26 hod

Počet pracovníků: 2 pracovníci

Umístění: předmontáž: pracovní stůl / zvedací stůl

Nářadí: sada klíčů, palice, nýtovačka, vrtačka, ohýbačka, vossform, pila

Modelový rok:

V tomto bodě jsou rozepsány počty kusů akumulátorových stanic pro každý měsíc a rok zvlášť [5].

Tab. 3.19 Počet akumulátorových stanic za rok 2012 [9].

Rok	2012											Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad			
ks / zakázka	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	192	64,0

Tab. 3.20 Počet akumulátorových stanic za rok 2013 [9].

Rok	2013											Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad			
ks / zakázka	1	3	2	-	-	1	1	1	-	-	4	16	390	24,4

Tab. 3.21 Počet akumulátorových stanic za rok 2014 [9].

Rok	2014											Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad			
ks / zakázka	3	2	-	6	-	1	-	7	12	6	1	38	406,5	10,7

Tab. 3.22 Počet akumulátorových stanic za rok 2015 [9].

Rok	2015											Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad			
ks / zakázka	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8	84	10,5

3.2.2 Agregáty M2

Na montážních stanovištích linek 1 a 2 se montují i zakázky s agregáty o velikosti M (rozměrově větší, blížíci se horní hranici 400 litrů), a zakázky, které obsahují více kusů [9].

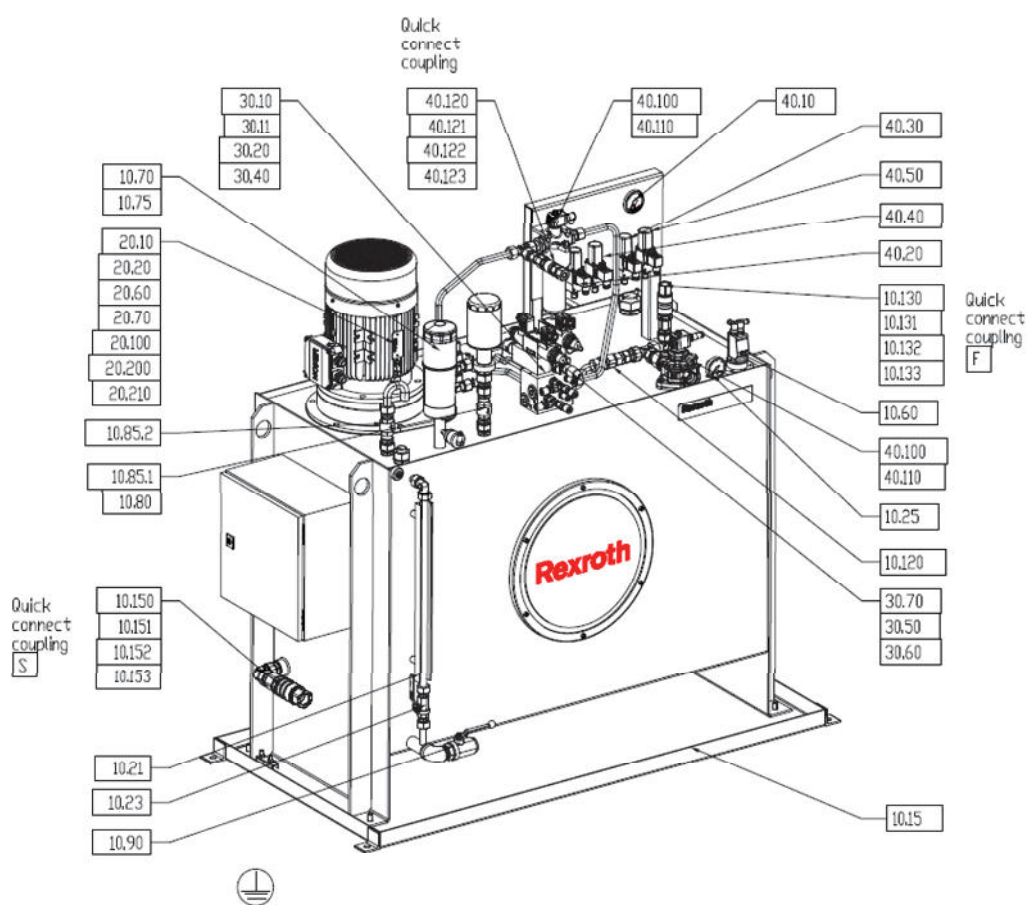
Rozpětí objemu nádrže: 400 – 700 litrů

Modelová zakázka:

Zákazník: DCPL

Počet kusů: 5 ks

Layout:



Obr. 27 Layout agregátu M v množství 10 ks [9].

Kusovník:

4404938 / 10 R987402952 3		40			
0010 L R987197667	NADRZ 630 AB40-40 S PRISLUSENSTVIM	1	10	L	
0020 L R987197670	DRIVE UNIT NR.1	1	20	L	
0030 L R987197705	RADOVY KOZVODNY BLOK 1	1	30	L	
0040 L R901165468	ZÁKLADOVÁ BARVA RAL7032 HYDRO-2K...	1,000		L	
0050 L R901165459	KRYCÍ LAK RAL5010-VP-HAD47-CHI&	2,000		L	
0060 L R987210344	ASSEMBLY KIT + CONNECT. MATERIAL	1		L	
0070 L R987258988	ELEKTRO	1		L	
0100 L R987320868	SADA ŠTÍTKŮ PVC GEKLEBT*HY	1		L	
0110 L R913009791	TYPOVÝ ŠTÍTEK ZN20045-3-REXROTH	1	ZN20045-3	L	

Obr. 28 PrinScreen zjednodušeného kusovníku [9].

Doba montáže: 125 hod / 8 dní

Počet pracovníků: 2 pracovníci

Umístění: předmontáž, L1, L2

Nářadí: nahřívač spojky, sada klíčů, palice, nýtovačka, vrtačka, ohýbačka, vossform, pila

Modelový rok:

V tomto bodě jsou rozepsány počty kusů hydraulických agregátů pro každý měsíc a rok zvlášť [9].

Tab. 3.23 Počet hydraulických agregátů vel. M2 za rok 2012 [9].

Rok	2012												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1	-	2	2	3	4	1	-	5	-	1	1	20	1908	95,4

Tab. 3.24 Počet hydraulických agregátů vel. M2 za rok 2013 [9].

Rok	2013												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	14	1	-	1	1	10	6	4	2	3	-	-	42	2995,5	71,3

Tab. 3.25 Počet hydraulických agregátů vel. M2 za rok 2014 [9].

Rok	2014												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1	14	3	-	-	1	1	4	6	2	2	4	38	2433	64,0

Tab. 3.26 Počet hydraulických agregátů vel. M2 za rok 2015 [9].

Rok	2015												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	459	57,4

3.2.3 Agregáty L

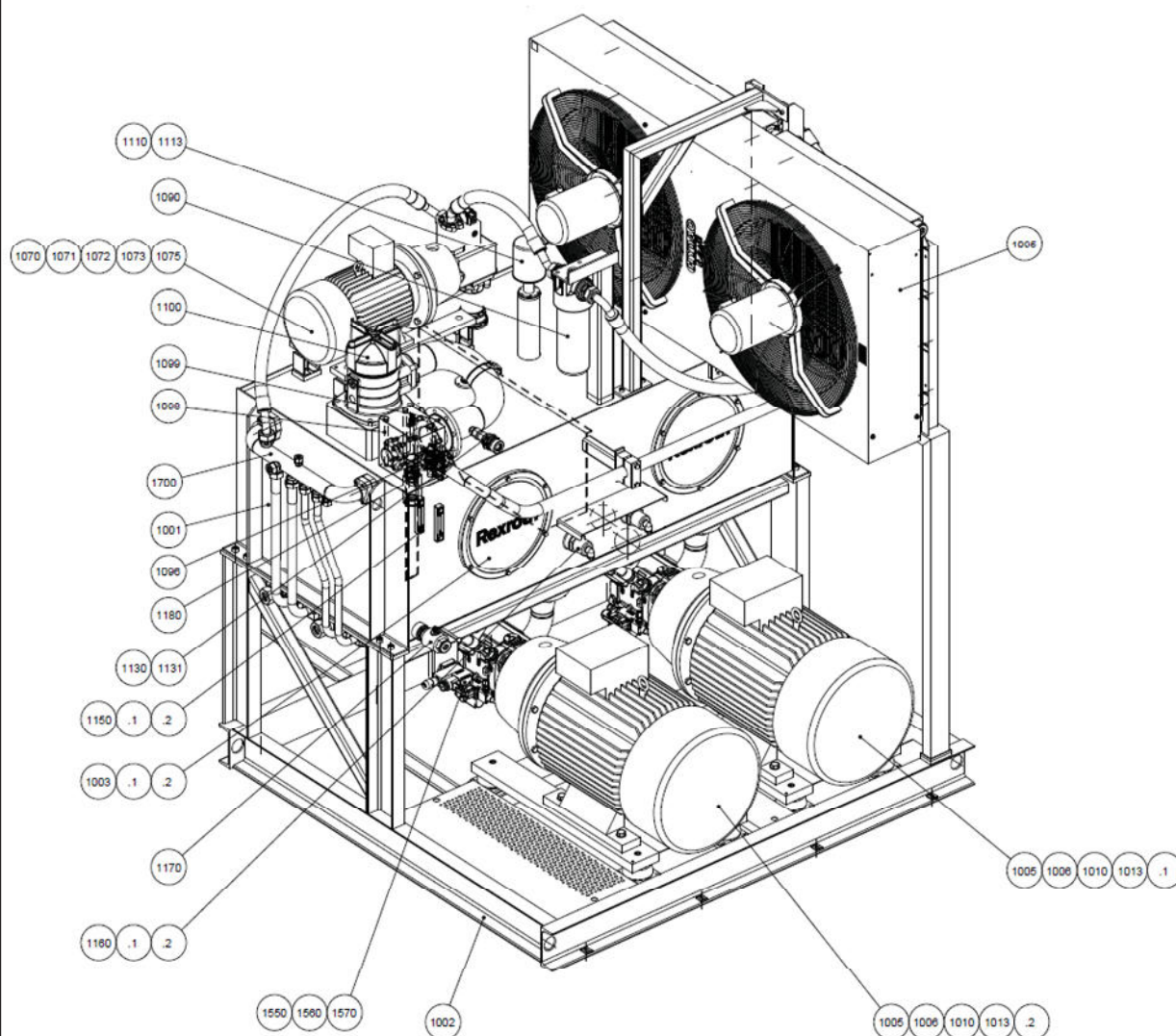
Rozpětí objemu nádrže: 700 – 2 500 litrů

Modelová zakázka:

Zákazník: DCEM, 1250 litrů

Počet kusů: 1 ks

Layout:



Obr. 29 Layout agregátu velikosti L [9].

Doba montáže: 113 hod / 8 dní

Počet pracovníků: 2 pracovníci

Umístění: L1, L2

Nářadí: nahřívač spojky, sada klíčů, palice, nýtovačka, vrtačka, ohýbačka, vossform, pila

Modelový rok:

V tomto bodě jsou rozepsány počty kusů hydraulických agregátů pro každý měsíc a rok zvlášť [9].

Tab. 3.27 Počet hydraulických agregátů vel. L za rok 2012 [9].

Rok	2012												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	9	3	2	1	2	1	8	7	1	1	2	1	38	5176	136,2

Tab. 3.28 Počet hydraulických agregátů vel. L za rok 2013 [9].

Rok	2013												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	4	6	2	1	1	9	-	22	-	-	16	8	69	6613	95,8

Tab. 3.29 Počet hydraulických agregátů vel. L za rok 2014 [9].

Rok	2014												celkem	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	-	1	-	8	2	3	5	10	9	3	2	12	55	5950	108,2

Tab. 3.30 Počet hydraulických agregátů vel. L za rok 2015 [9].

Rok	2015												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1	5	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	1550	86,1

3.2.4 Agregáty XL1

Agregáty velikosti XL (XL1, XL2) mohou sestávat z mnoha položek. Například níže uvedený hydraulický agregát obsahuje nádrž o objemu 5000 litrů, 2 ks pohonů, 4 ks ventilových stolů. Logisticky je vhodné montovat položky zakázky u sebe, neboť je vychystaný materiál oddělený od ostatních zakázek a nedochází k jeho promíchání [9].

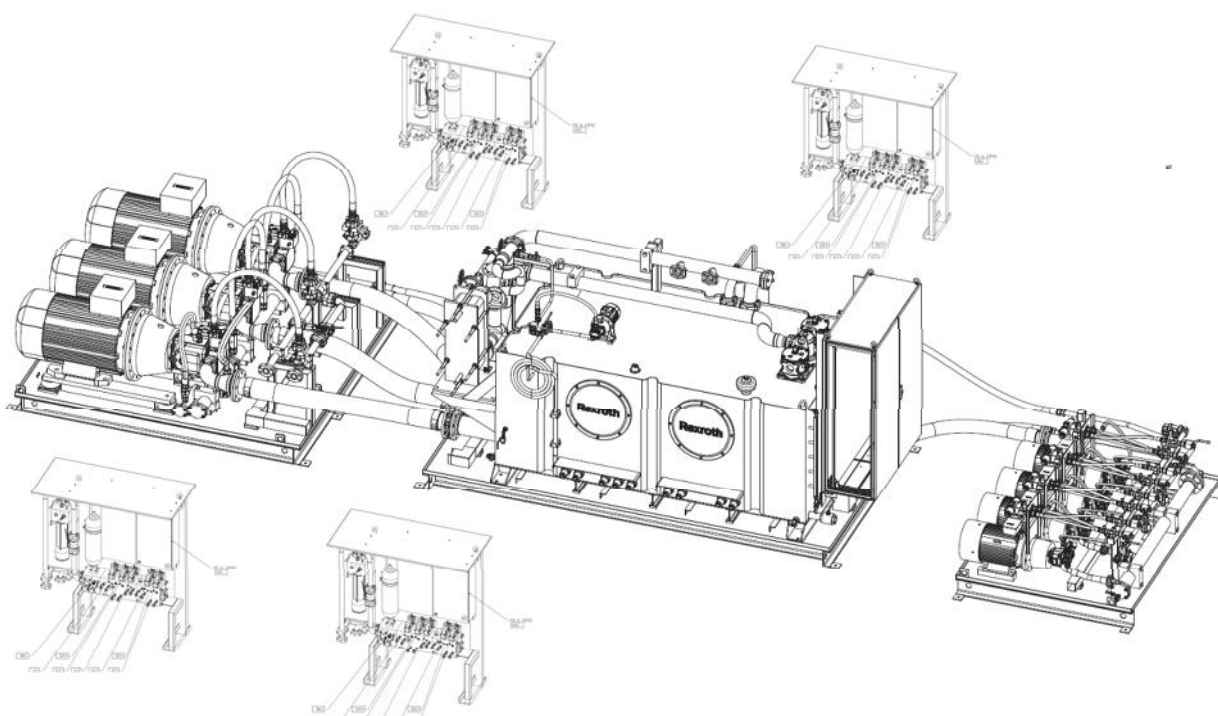
Rozpětí objemu nádrže: 2 500 – 10 000 litrů

Modelová zakázka:

Zákazník: DCEM

Počet kusů: 1 ks

Layout:



Obr. 30 Layout agregátu velikosti XL1 [9].

Doba montáže: 448 hod / 14 dní

Počet pracovníků: 4 pracovníci

Umístění: L1, L2

Nářadí: nahřívač spojky, sada klíčů, palice, nýtovačka, vrtačka, ohýbačka, vossform, pila

Modelový rok:

V tomto bodě jsou rozepsány počty kusů hydraulických agregátů pro každý měsíc a rok zvlášť [9].

Tab. 3.31 Počet hydraulických agregátů vel. XL1 za rok 2012 [9].

Rok	2012												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1	2	1	-	1	1	1	1	-	-	-	-	8	2377	297,1

Tab. 3.32 Počet hydraulických agregátů vel. XL1 za rok 2013 [9].

Rok	2013												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	1	2	3	1	3	2	-	2	-	-	1	1	16	4049,5	253,1

Tab. 3.33 Počet hydraulických agregátů vel. XL1 za rok 2014 [9].

Rok	2014											Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]	
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad				Prosinec
ks / zakázka	-	-	-	2	2	-	-	5	3	1	2	2	17	2941	173,0

Tab. 3.33 Počet hydraulických agregátů vel. XL1 za rok 2015 [9].

Rok	2015												Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
ks / zakázka	3	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	3198	159,9

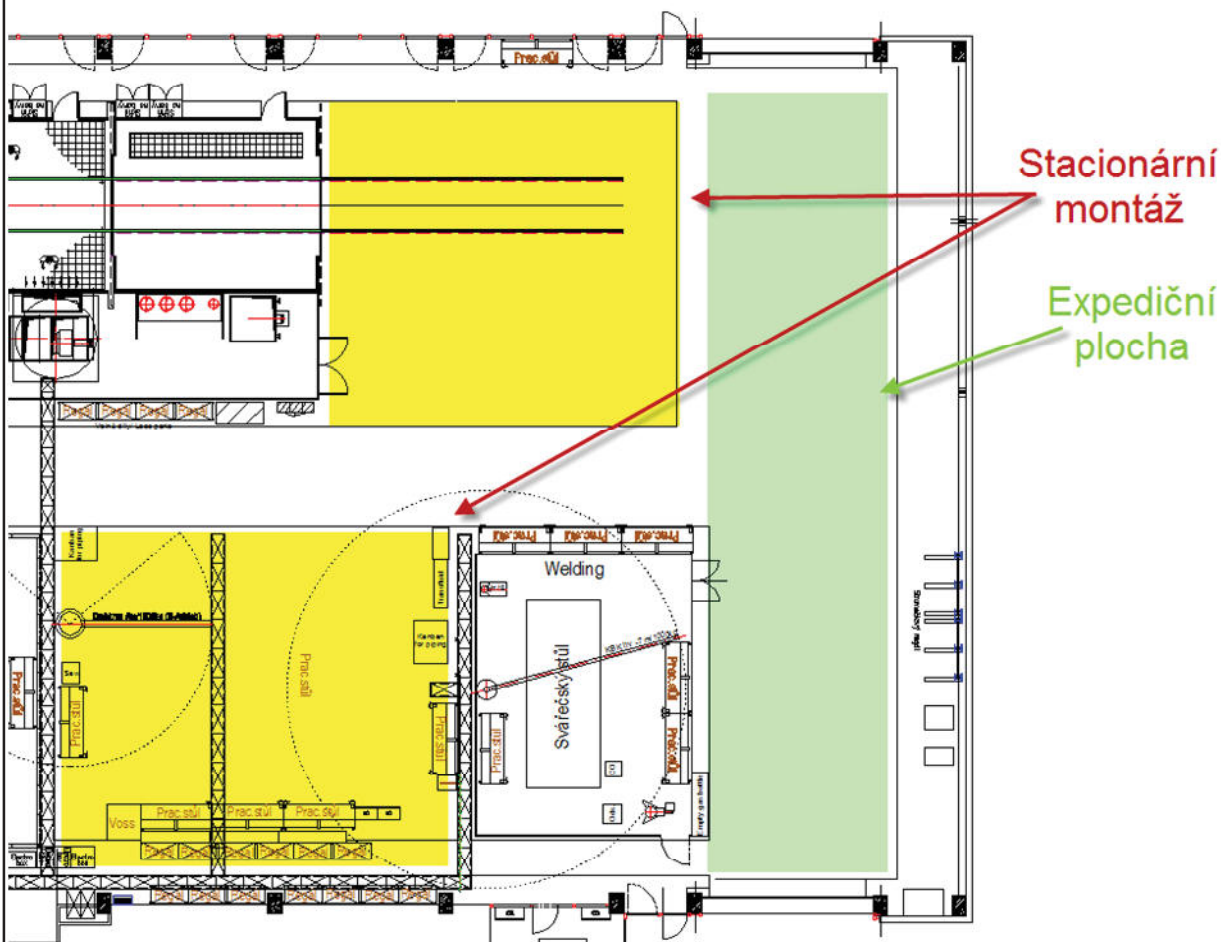
3.3 Stacionární montáž

V této části montážní haly se montují hydraulické agregáty, u kterých není možné z důvodu jejich velikosti s nimi manipulovat. V těchto případech se s agregáty nemanipuluje napříč všemi stanovišti, pouze v případě nutného přemístění za účelem vytvoření prostoru pro přípravu dalšího agregátu.

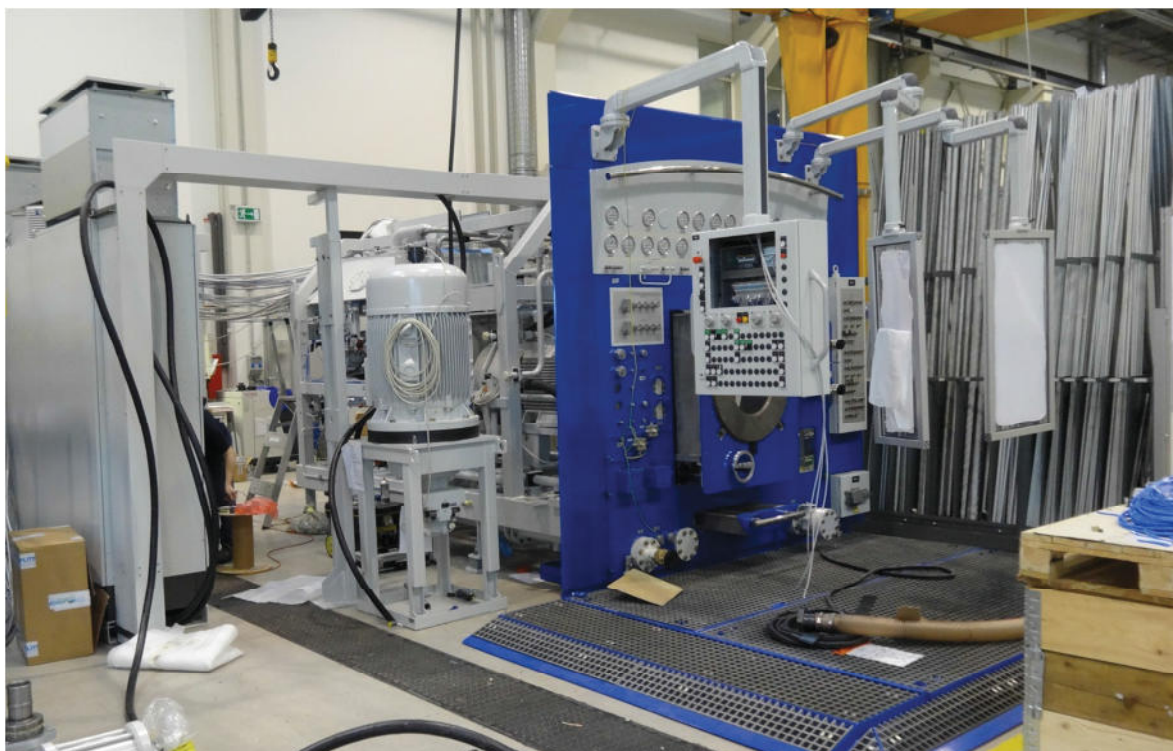
Na stacionární montáži se montují ty největší agregáty (> XL), tzv. strangu, které mají objemy nad 10 000 litrů. Tato pozice je dána blízkostí vrat, kterými je nádrž navedena a kterými se hotový agregát expeduje na podvalníku z montážního prostoru.

I zde jsou umístěny pracovní stoly s kompletním dílenským vybavením, sloupovým a mostovým jeřábem [9].

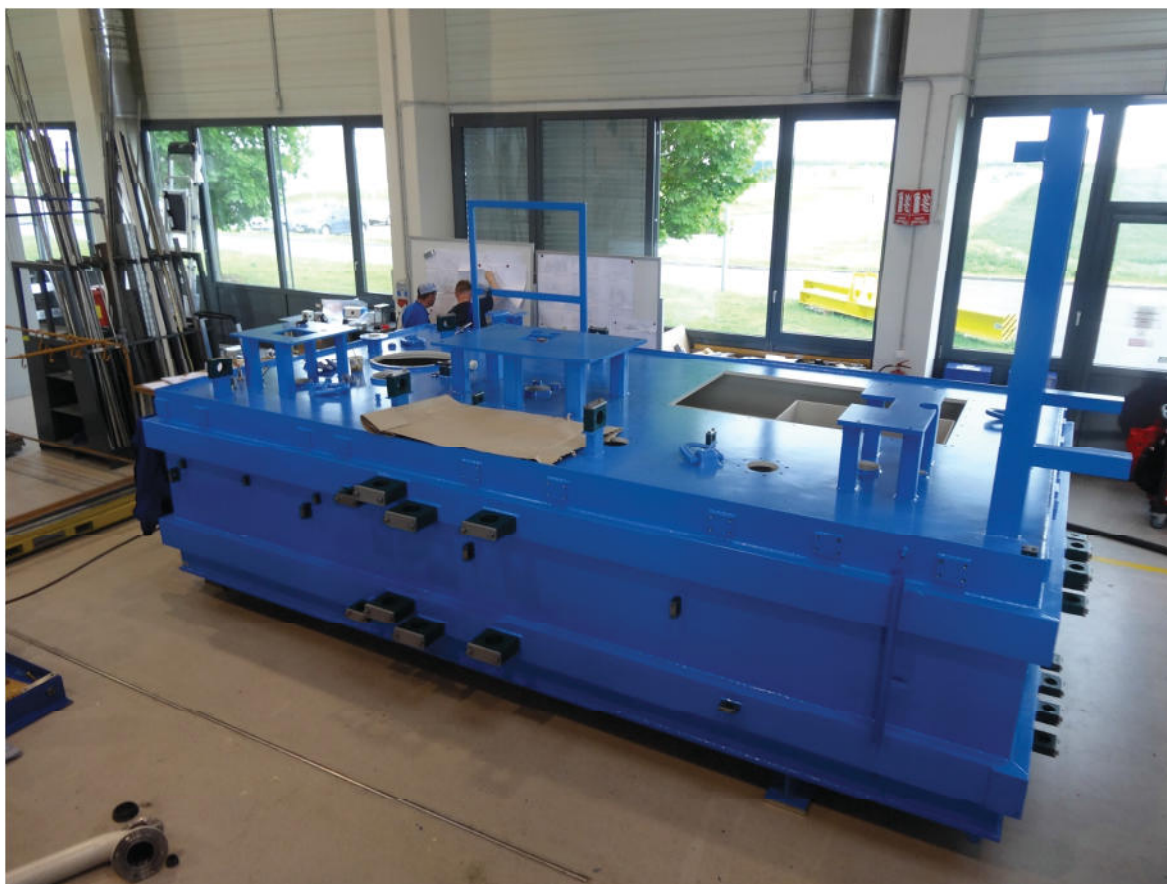
Vzhledem k tomu, že na velkých agregátech je větší pravděpodobnost svařování trubkových sad, nebo konzolí, je poblíž umístěno svařovací stanoviště (viz Obr. 12).



Obr. 31 Vizualizace stacionární montáže.



Obr. 32 Agregát velikosti XL2 s probíhající elektroinstalací.



Obr. 33 Agregát velikosti XL2 (12 500 litrů) připravený na montáž.

Celková plocha stacionární montáže:

$$F_{SC} = (11,4 \times 11 + 14 \times 11) = 279,4 \text{ m}^2 \quad (9)$$

Využitelná plocha stacionární montáže (bez pracovních stolů, skříní, apod.):

$$F_S = 233 \text{ m}^2$$

Souhrnný efektivní časový fond pracovníků na Stacionárním stanovišti:

5 pracovníků na Stacionárním stanovišti má roční efektivní pracovní fond:

$$E_S = E_{DM} \times 5 = 997,5 \times 5 = 4987,5 \text{ hod / rok} \quad (10)$$

V následující podkapitole se budu zabývat reprezentanty, které je možné montovat v prostorách stacionární montáže.

3.3.1 Agregáty XL2

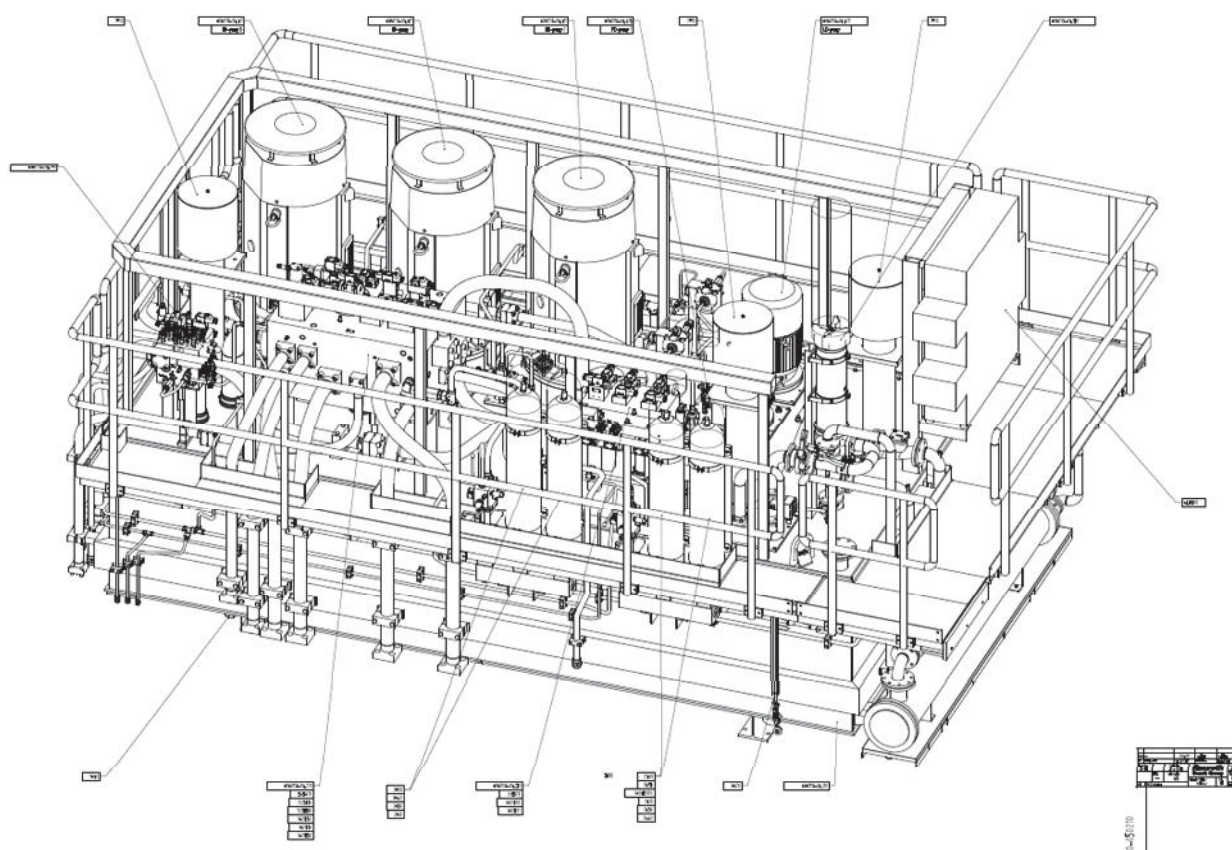
Rozpětí objemu nádrže: více než 10000 litrů

Modelová zakázka:

Zákazník: DCEM

Počet kusů: 1 ks

Layout:



Obr. 34 Layout agregátu velikosti XL2.

Doba montáže: 885 hod

Počet pracovníků: 4 pracovníci

Umístění: Stacionární montáž

Nářadí: nahřívač spojky, sada klíčů, palice, nýtovačka, vrtačka, ohýbačka, vossform, pila

Modelový rok:

V tomto bodě jsou rozepsány počty kusů hydraulických agregátů pro každý měsíc a rok zvlášť [9].

Tab. 3.34 Počet hydraulických agregátů vel. XL2 za rok 2012 [9].

Rok	2012											Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad			
ks / zakázka	-	1	1	-	1	-	2	-	-	-	-	5	860	172,0

Tab. 3.35 Počet hydraulických agregátů vel. XL2 za rok 2013 [9].

Rok	2013											Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad			
ks / zakázka	-	-	-	-	1	-	2	1	-	-	-	5	2752	550,4

Tab. 3.36 Počet hydraulických agregátů vel. XL2 za rok 2014 [9].

Rok	2014											Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad			
ks / zakázka	3	1	-	-	-	2	4	-	-	-	-	11	4448,5	404,4

Tab. 3.37 Počet hydraulických agregátů vel. XL2 za rok 2015 [9].

Rok	2015											Celkem [ks]	Suma hodin [h]	Průměrná pracnost [h / ks]
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad			
ks / zakázka	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	3	652	217,3

3.4 Elektroinstalace

Elektroinstalace není vedena jako součást montáže, neboť jsou na ni potřeba specializovaní pracovníci (viz Tab. 3.41). Navíc ne každá zakázka je objednána s elektroinstalací.

Ve výrobní hale mají elektromontéři vlastní pracoviště, které je vybavené vším nezbytným vybavením [9].

Tab. 3.41 Roční efektivní hodinový fond elektromontéra [6, 9].

Počet pracovních dní	251	den
Dovolená	25	dní
Absence	8	dní
Školení	4	dní
Prostoje	2	dny
Počet hodin ve směně	8	hod
Nevyužitá pracovní doba	2,75	hod
Přestávka	0,25	hod
Úklid pracoviště	0,5	hod
Kontrola materiálu	1	hod
Konzultace	1	hod
Roční ef. hodinový fond E_{DE}	1113	hod

4 pracovníci na elektroinstalaci mají roční efektivní hodinový fond:

$$E_{PE} = E_{DE} \times 4 = 1113 \times 4 = 4\,452 \text{ hod / rok} \quad (11)$$



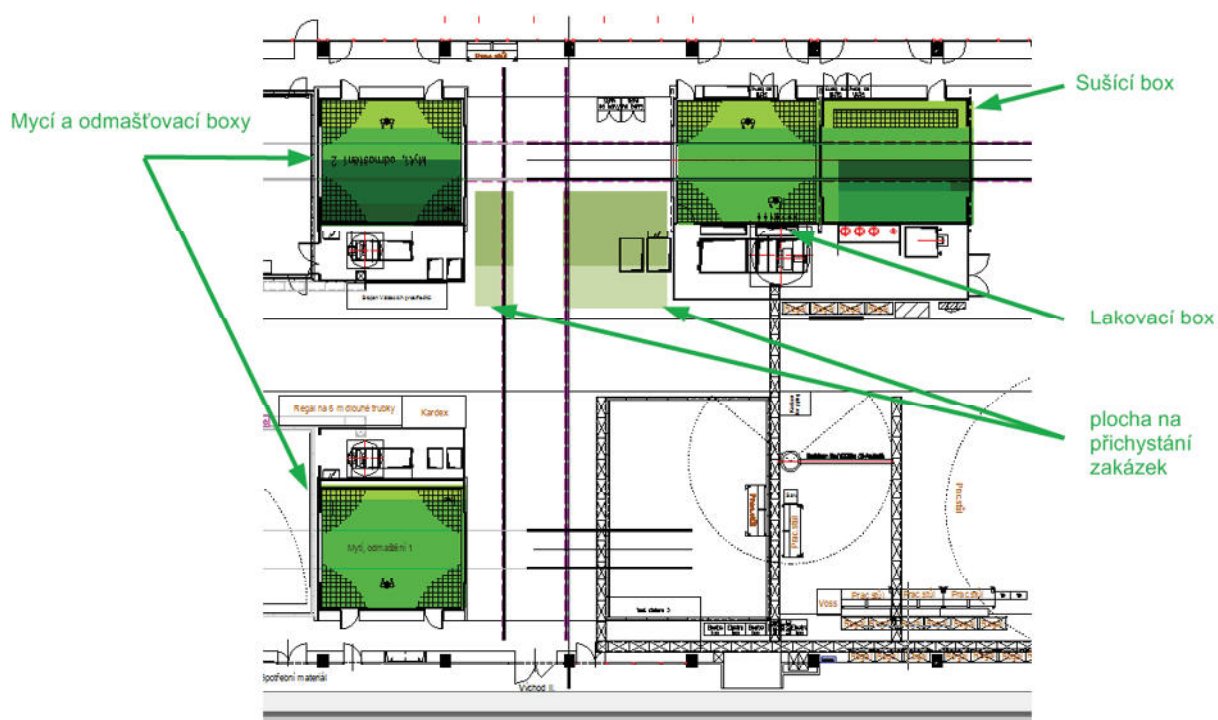
Obr. 35 Pracoviště elektroinstalace.

Vzhledem k tomu, že pro elektroinstalaci není potřeba těžkého dílenského vybavení, je možné ji provádět prakticky kdekoli na montážní ploše. Z výše uvedeného vyplývá, že elektroinstalace není úzké místo, a proto se jí nebudu dále zabývat.

3.5 Lakovna a přípravny

BrnP disponuje dvěma přípravnými boxy, kde probíhá odmaštění lakovaných ploch a zamaskování částí, které nemají být lakovány. Jedná se o gumové díly, nerezové díly, připojovací prvky, konektory a snímače, ... Přípraváři (viz Tab. 3.1) jsou schopni nachystat celou várku na lakování paralelně s lakováním jiné várky. Tudíž nedochází k omezení lakování.

Dále disponuje lakovacím boxem a sušícím boxem (viz Obr. 36).



Obr. 36 Vizualizace přípraven a lakovacího boxu.

V jedné lakovací dávce (tj. navezení várky materiálu, nastříkání základní barvou a vyvezení, např. do sušičky) je možné nastříkat: 2 pojízdné stojany, nebo 3 agregáty do velikosti M, nebo 1 podvaňák 5 ks akumulátorů.

Při lakování základní barvy (za předpokladu stejného lakovacího systému) je možné v jedné dávce lakovat více zakázek, aby byla využita kapacita lakovny na maximum.

Při nátěru vrchní barvou je nutné rozlišovat nátěrové systémy podle složení a podle prostředí, do kterého jsou produkty určeny (CP1 – CP6). Při střídání odstínů RAL je nutné celý systém propláchnout, aby byl zaručen požadovaný odstín [9].

Lakovací proces je velice závislý na technologickém času schnutí. BrnP je vybaveno sušícím boxem, který je schopen sušení zkrátit až na 6 hod (při 40° C), oproti schnutí při pokojové teplotě a běžné vlhkosti, při které schnutí trvá až 24 hodin [9].

Z výše uvedeného vyplývá, že při jednosměnném provozu není možné vykrýt potřebu lakování. Vzhledem ke skutečnosti, že v BrnP je v současné době k dispozici pouze 1 lakovací box není možné během 1 směny využít více lakýrníků zároveň. Při využití sušícího boxu je možné nanést druhou vrstvu již po 2 hodinách. Pro 2. vrstvu platí, že je možno s ní libovolně manipulovat nejdříve po 6 hod v sušičce) [9].



Obr. 37 Zakázka připravená na nanesení 2. vrstvy.

Pro dvousměnný provoz se efektivní pracovní fond zdvojnásobí, nicméně i tak je oproti poptávané době velice nízký. V současné době se využívá k navýšení fondu víkendových směn. Lakování samotné není tím největším problémem. Problémem je uložení čerstvě nalakovaných dílů. Při dvousměnném provozu se pracuje principiálně tak, že jedna směna stříká komponenty základem (aby odpadlo technologické čištění lakovacího systému, před lakováním jinou barvou), a druhá směna již může lakovat krycí vrstvou laku. Když vezmeme v potaz, že do lakovacího boxu se vejde várka umístěná na podlažku o půdorysné ploše cca 3 x 3 m a tato samá várka musí být uložena dále po dobu cca 8 hodin, aniž by s ní bylo manipulováno, vychází na 1 směnu nalakovaného materiálu zabírajícího 72 m² plochy montážní haly [9].

Tab. 3.42 Roční efektivní hodinový fond lakýrníka [6, 9].

Počet pracovních dní	251	den
Dovolená	25	dní
Absence	8	dní
Školení	4	dní
Prostoje	2	dny
Počet hodin ve směně	8	hod
Nevyužitá pracovní doba	2,75	hod
Přestávka	0,25	hod
Úklid pracoviště	0,5	hod
Příprava lakování	0,5	hod
Konzultace	0,5	hod
Roční ef. hodinový fond E_{DL}	1325	hod

1 pracovník na operaci lakování má roční efektivní hodinový fond:

$$E_{PL} = E_{DL} \times 1 = 1\,325 \text{ hod / rok} \quad (12)$$

2 směnný provoz – roční efektivní hodinový fond pracovníků:

$$E_{PL2} = E_{PL} \times 2 = 2\,650 \text{ hod / rok} \quad (13)$$

3.6 Svařovny

V současné době disponuje BrnP dvěma svařovnami („malou“ a „velkou“), ve kterých je svařováno metodou TIG (viz Obr. 12). „Malá svařovna“ o rozloze 20 m², která je situována přibližně do středu montážní haly, ve které jsou svařovány menší trubkové sady. „Velká svařovna“, která je situována k vratům, je využívána na prostorově a hmotnostně rozměrnější prvky, neboť je vybavena otočným jeřábem s výložníkem 5 m a nosností 1 000 kg [9].

Nejčastěji jsou ve svařovnách svařovány trubkové sady, které není možné dostat od dodavatele kompletně svařené, neboť by nemusely odpovídat rozměrům dle skutečného stavu. Dále jsou také svařovány podpěrné konzole na potrubí, které se taktéž usazují dle skutečného stavu. Tyto díly jsou dodávány jako tzv. volné.

Na každý svár, který je prováděn je nutné mít vypracovaný svařovací plán, který je vyhotoven příslušným svařovacím technologem. Ve svařovacím plánu jsou jednotlivé pozice, které se budou k sobě svařovat, svařovaný materiál, přídatný materiál a další [9].

V případě nedostatku plošné kapacity svařoven, je možno využít mobilních zástěn a vytvořit vizuálně odstíněné místo, kde mohou pracovat externí svářeči, tudíž technologický proces svařování není vysloveně úzkým místem v procesu montáže. Nicméně při nakumulování zakázek s velkým podílem hlavně tlakového potrubí vzniká na svařovně kapacitní přetlak. Tomu se dá předcházet plánováním a zajištěním externích pracovníků pro vykrytí těchto špiček.

3.7 Zkušebny

Každý výrobek (rozvodný blok, agregát, pohon, apod.), který opouští BrnP musí být podroben testu dle vnitropodnikového návodu.

U bloků a pohonů (pokud to není výslovným požadavkem zákazníka) je provedena pouze vizuální kontrola, kde jsou zkontrolovány štítky, barva a rozměrová správnost (pokud to není výslovným požadavkem zákazníka provedení funkčního testu). Tato kontrola nebývá prováděna v samotných zkušebnách, ale velmi často na posledním místě montáže, kde příslušný zkušební technik zařízení zkontroluje a zapíše údaje do „soupisu zkušebního protokolu“.

Funkční testy produktů probíhají na zkušebnách. Agregáty o výkonu motorů do 100 kW mohou být zkoušeny na „malé zkušebně“ (v případě, že rozměrově odpovídají parametrům zkušebny). Agregáty a funkční sestavy s výkonem jednotlivých motorů nad 100 kW (maximálně 450 kW) jsou zkoušeny na velké zkušebně [9].

Zkouška u jednoduchých agregátů sestává napuštění nádrže do přibližně 2/3 její plné kapacity a zkoušky zařízení dle vnitropodnikového předpisu.

U komplexních zakázek, které obsahují kromě agregátu (někdy také zvlášť nádrž a pohon), filtrační jednotku, chladicí jednotku, akumulátorové stanice a jiné, je nutné k zaručení funkčnosti a sladění celého systému tyto jednotlivé podskupiny propojit dle zákaznického hydraulického schématu [9].

V případě, že zákazník požaduje „zákaznickou přejímku“ je zkouška provedena za jeho přítomnosti.

V průběhu funkčního testování se může projevit nefunkčnost celého systému z důvodu projekční chyby, chybné montáže, nebo dodáním vadných prvků. V kooperaci s odděleními END a STS se diagnostikuje chyba. V tomto případě neodpovídají kalkulované hodiny skutečnosti a vznikají časové ztráty, které se kumulují dále.

Tab. 3.40 Roční efektivní hodinový fond zkušebního technika. [6, 9]

Testování		
Počet pracovních dní	251	den
Dovolená	25	dní
Absence	8	dní
Školení	6	dní
Prostoje	2	dny
Počet hodin ve směně	8	hod
Nevyužitá pracovní doba	3,25	hod
Přestávka	0,25	hod
Úklid pracoviště	0,5	hod
Příprava	1,5	hod
Konzultace	1	hod
Roční ef. hodinový fond E_{DT}	997,5	hod

4 zkušební technici mají roční efektivní hodinový fond:

$$E_T = E_{DT} \times 4 = 3990 \text{ hod / rok}$$

(4)

3.8 Vytíženost stanovišť v BrnP

V této podkapitole je rozepsána vytíženost od roku 2012 až do prvního čtvrtletí roku 2015. Hodnoty jsou převzaty z interních statistik plánovacího oddělení BrnP [6, 9].

Tab. 3.38 Hodinová náročnost v daných obdobích [9].

Rok	Montáž [hod]	Elektroinstalace [hod]	Lakování [hod]	Testování [hod]	Celkem [hod]
2012	23 638	2 862	2 172	2 683	31 355
2013	22 325	4 463	3 083	4 073	33 944
2014	25 596	6 160	4 019	4 274	40 050
2015	8 111	1 520	1 230	1 178	12 038

Tab. 3.39 Počet montérů [6, 9].

Počet montérů	
Montér	25
z toho svářeči	2
Elektromontér	4
Lakýrník	5
z toho příprava	3
Testovací technik	4
Celkem	43

Tab. 3.40 Efektivní hodinové fondy jednotlivých pracovních pozic [6, 9].

Montáž			Elektroinstalace		
Počet pracovních dní	251	den	Počet pracovních dní	251	den
Dovolená	25	dní	Dovolená	25	dní
Absence	8	dní	Absence	8	dní
Školení	6	dní	Školení	4	dní
Prostoje	2	dny	Prostoje	2	dny
Počet hodin ve směně	8	hod	Počet hodin ve směně	8	hod
Nevyužitá pracovní doba	3,25	hod	Nevyužitá pracovní doba	2,75	hod
Přestávka	0,25	hod	Přestávka	0,25	hod
Úklid pracoviště	0,5	hod	Úklid pracoviště	0,5	hod
Kontrola mat.	1	hod	Kontrola mat.	1	hod
Konzultace	1,5	hod	Konzultace	1	hod
Roční ef. hodinový fond E_{DM}	997,5	hod	Roční ef. hodinový fond E_{DE}	1113	hod
Lakování			Testování		
Počet pracovních dní	251	den	Počet pracovních dní	251	den
Dovolená	25	dní	Dovolená	25	dní
Absence	8	dní	Absence	8	dní
Školení	4	dní	Školení	6	dní
Prostoje	2	dny	Prostoje	2	dny
Počet hodin ve směně	8	hod	Počet hodin ve směně	8	hod
Nevyužitá pracovní doba	2,25	hod	Nevyužitá pracovní doba	3,25	hod
Přestávka	0,25	hod	Přestávka	0,25	hod
Úklid pracoviště	0,5	hod	Úklid pracoviště	0,5	hod
Kontrola mat.	0,5	hod	Příprava	1,5	hod
Konzultace	0,5	hod	Konzultace	1	hod
Roční ef. hodinový fond E_{DL}	1325	hod	Roční ef. hodinový fond E_{DT}	997,5	hod

Hodinový fond předmontáže:

4 pracovníci na předmontáži má pracovní fond:

$$E_P = E_{DM} \times 4 = 997,5 \times 4 = 3990 \text{ hod / rok} \quad (14)$$

Hodinový fond stanoviště L1:

8 pracovníků na stanovišti L1 má pracovní fond:

$$E_{L1} = E_{DM} \times 8 = 997,5 \times 8 = 7980 \text{ hod / rok} \quad (15)$$

Hodinový fond stanoviště L2:

8 pracovníků na stanovišti L2 má pracovní fond:

$$E_{L2} = E_{DM} \times 8 = 997,5 \times 8 = 7980 \text{ hod / rok} \quad (16)$$

Hodinový fond stanoviště L1 + L2:

$$E_{LC} = E_{L1} + E_{L2} = 7980 + 7980 = 15960 \text{ hod / rok} \quad (17)$$

Hodinový fond Stacionárního stanoviště:

5 pracovníků na Stacionárním stanovišti má pracovní fond:

$$E_S = E_{DM} \times 5 = 997,5 \times 5 = 4987,5 \text{ hod / rok} \quad (18)$$

3.8.1 Plánovaná vytíženost operace montáže

Celkový počet montážních hodin k dispozici:

$$E_{MC} = E_P + E_{L1} + E_{L2} + E_{LS} = 3990 + 7980 + 7980 + 4987,5 = \mathbf{27563 \text{ hod / rok}} \quad (19)$$

Potřeba montážních hodin pro rok 2015 (Viz Příloha 1): $E_{MCP15} = 28713 \text{ hod / rok}$

Potřebné navýšení montérů pro rok 2015:

$$D_{M15} = (E_{MCP15} - E_{MC}) / E_{DM} = (28713 - 27563) / 997,5 = 1,15 \Rightarrow 1 \text{ montér} \quad (20)$$

Převís poptávky montážních hodin pro letošní rok 2015 ve výši 1150 hodin by odpovídal navýšení o dva kmenové montéry, avšak v tomto případě bude vhodnější vykrýt tento převís víkendovými směny a externími pracovníky, neboť je možné, že v průběhu roku budou požadované hodiny na montáž nevyrovnané [6, 9].

Potřeba montážních hodin pro rok 2016 (Viz Příloha 1): $E_{MCP16} = 31506 \text{ hod / rok}$

Potřebné navýšení montérů pro rok 2016:

$$D_{M16} = (E_{MCP16} - E_{MC}) / E_{DM} = (31506 - 27563) / 997,5 = 3,95 \Rightarrow 3 \text{ montéři} \quad (21)$$

Převís poptávky montážních hodin pro rok 2016 ve výši 3943 hodin by odpovídal navýšení o čtyři kmenové montéry, avšak v tomto případě bude vhodnější vykrýt tento převís zvýšením počtu o 3 kmenové montéry. Přičemž na vykrytí zbylých cca 950 hodin využít opět víkendové směny a externí pracovníky, neboť je možné, že v průběhu roku budou požadované hodiny na montáž nevyrovnané [6, 9].

3.8.2 Plánovaná vytíženost operace elektroinstalace

Celkový počet hodin elektroinstalace k dispozici:

$$E_{EC} = 4 \times 1113 = \mathbf{4452 \text{ hod / rok}}$$

Potřeba elektroinstalačních hodin pro rok 2015 (Viz Příloha 1): $E_{ECP15} = 6661 \text{ hod / rok}$

Potřebné navýšení elektroinstalatérů pro rok 2015:

$$D_{E15} = (E_{ECP15} - E_{EC}) / E_{DE} = (6661 - 4452) / 1113 = 1,98 \Rightarrow 1 \text{ montér (22)}$$

Převís poptávky elektroinstalačních hodin pro letošní rok 2015 ve výši 2209 hodin b odpovídal navýšení o 2 kmenové elektroinstalatéry, avšak v tomto případě bude vhodnější vykrýt tento převís navýšením počtu kmenových elektroinstalatérů o 1 pracovníka a zbylý převís ve výši 1096 hodin vykrýt víkendovými směny a externími pracovníky, neboť je možné, že v průběhu roku budou požadované hodiny na montáž nevyrovnané [6, 9].

Potřeba elektroinstalačních hodin pro rok 2016 (Viz Příloha 1): $E_{ECP16} = 7691 \text{ hod / rok}$

Potřebné navýšení elektroinstalatérů pro rok 2016:

$$D_{E16} = (E_{ECP16} - E_{EC}) / E_{DE} = (7691 - 4452) / 1113 = 2,91 \Rightarrow 2 \text{ montéři (23)}$$

Převís poptávky elektroinstalačních hodin pro rok 2016 ve výši 3239 hodin by odpovídal navýšení o 3 kmenové instalatéry, avšak v tomto případě bude vhodnější vykrýt tento převís navýšením počtu kmenových instalatérů o 2 pracovníky a zbylý převís ve výši 1013 hodin vykrýt víkendovými směny a externími pracovníky, neboť je možné, že v průběhu roku budou požadované hodiny na montáž nevyrovnané [6, 9].

3.8.3 Plánovaná vytíženost operace lakování

Celkový počet lakovacích hodin k dispozici

$$\text{K dispozici: } E_{PL2} = E_{PL} \times 2 = 2 \times 1325 = \mathbf{2650 \text{ hod / rok}}$$

Dvousměnný provoz

$$E_{PL3} = E_{PL} \times 3 = 3 \times 1219 = \mathbf{3657 \text{ hod / rok}}$$

Třisměnný provoz

Potřeba lakovacích hodin pro rok 2015 (Viz Příloha 1): $E_{LCP15} = 4910 \text{ hod / rok}$

Potřeba lakovacích hodin pro rok 2016 (Viz Příloha 1): $E_{LCP16} = 6150 \text{ hod / rok}$

Převís poptávky lakovacích hodin pro letošní rok 2015 ve výši 2260 hodin bude vhodné vykrýt navýšením počtu kmenových lakýrníků o 1 pracovníka a vytvoření třisměnného provozu pro lakování. Změní se efektivní hodinový fond pracovníků, neboť dojde ke zkrácení pracovní doby na 7,5 hod. Zbylý převís ve výši 1253 hodin bude vhodné vykrýt víkendovými směny a lakováním u externích firem [6, 9].

Převís poptávky lakovacích hodin pro rok 2016 při třisměnném provozu ve výši 2493 hodin bude vhodné vykrýt víkendovými směny a lakováním u externích firem [6, 9].

3.8.4 Plánovaná vytíženost operace testování

Celkový počet testovacích hodin k dispozici:

$$E_{TC} = E_T = \mathbf{3990 \text{ hod / rok}}$$

Potřeba elektroinstalačních hodin pro rok 2015 (Viz Příloha 1): $E_{TCP15} = 4607 \text{ hod / rok}$

Potřebné navýšení zkušebních techniků pro rok 2015:

$$D_{T15} = (T_{ECP15} - E_{TC}) / E_{DT} = (4607 - 3990) / 997,5 = 0,61 \Rightarrow 1 \text{ montér (24)}$$

Převís poptávky testovacích hodin pro letošní rok 2015 ve výši 617 hodin bude vhodné vykrýt navýšením počtu kmenových zkušebních techniků o 1 pracovníka a vytvoření částečného dvousměnného provozu pro testování pro případ vykrytí kapacitních špiček. Tento zkušební technik by byl v případě nevyužití operativně přeřazen na stanoviště montáže [6, 9].

Potřeba elektroinstalačních hodin pro rok 2016 (Viz Příloha 1): $E_{TCP16} = 5158 \text{ hod / rok}$

Potřebné navýšení zkušebních techniků pro rok 2016:

$$D_{T16} = (T_{ECP16} - E_{TC}) / E_{DT} = (5158 - 3990) / 997,5 = 1,17 \Rightarrow 1 \text{ montér (25)}$$

Při výpočtu se vychází ze současného stavu čtyř zkušebních techniků.

Převís poptávky testovacích prací při pěti zkušebních technicích hodin pro rok 2016 bude ve výši 170 hodin. Tento převís bude vhodné vykrýt víkendovými směny [6, 9].

4 NÁVRH MOŽNÝCH VARIANT ŘEŠENÍ ÚZKÝCH MÍST VČETNĚ PŘÍPADNÉHO DISPOZIČNÍHO ŘEŠENÍ

Z výše uvedených pracovišť BrnP lze vyvodit nedostatečnou kapacitu **lakovacího procesu** a maximální vytíženost při **funkčních zkouškách**.

V této kapitole budou uvedeny možné varianty řešení pracovišť, která nejsou úzkými místy ve výrobním procesu.

4.1 Montáž

Na montážní práce na výrobku je možné využít externích pracovníků. Nicméně i zde je nutné počítat se skutečností, že kmenový zaměstnanec je schopen pracovat rychleji při montáži a efektivněji při řešení problémů, kdy ví na koho se přímo obrátit. Ve vypořizované praxi vychází na 1 hodinu práce kmenového zaměstnance 1,2 hodiny externího pracovníka [9].

Pracovník montáže dokáže pracovat na všech montážních pracovištích, tudíž je možné při krátkodobém nevytížení (1 – 3 dny) jej přesunout na pracoviště, kde je nutné využít jeho montážních kapacit.

V současné době dochází k rozšíření montážního prostoru na úkor skladu logistiky. Tato skutečnost v brzké době způsobí přetížení lakovny a posléze zkušebny.

Z výše uvedeného vyplývá, že aktuální stav není současným problémem a tudíž jej nebudu řešit.

4.2 Elektroinstalace

Tak jako u montáže je možné využít (a taky je ve velké míře využíváno) externích pracovníků. Přestože je pro elektroinstalaci vyčleněno montážní místo, probíhá elektroinstalace (zejména agregátu větších než velikosti L) v místě samotné montáže. Z toho důvodu je tedy možné pracovat na několika zakázkách zároveň a nedochází k velkému zdržení, nebo ke kumulování nehotových produktů, čekajících na dokončení elektroinstalace.

Z výše uvedeného vyplývá, že aktuální stav není současným problémem a tudíž jej nebudu řešit.

4.3 Lakování

Pro zvýšení množství lakovaného materiálu se nabízejí 2 schůdné varianty.

- rozšíření prostoru pro uložení nalakovaných komponent
- zadání lakování externím firmám
- zvýšení směnnosti na třísměnný provoz

4.3.1 Rozšíření prostoru pro uložení nalakovaných komponent

Jako nejschůdnější se jeví rozšíření prostoru pro schnutí komponent po lakování. Toto rozšíření by proběhlo na úkor velké svařovny, místo které by bylo vytvořeno místo pro stacionární montáž. Samotná svařovna by se posunula na část stanoviště L2.

Nově vzniklý prostor o ploše 12 x 6 m by dokonale vykryl potřebu na uložení nalakovaných komponent během směny.

Toto řešení by bylo ekonomicky příznivé, neboť by se demontovaly mobilní stěny, ponky a přesunuly se na nové umístění na L2. Stávající montážní plocha zůstane zachována, neboť dojde k rozšíření montážní plochy na úkor logistiky (viz kap. 6).



Obr. 38 Vizualizace případného rozšíření úložného prostoru.

4.3.2 Externí lakování

Lakování je možno svěřit externí firmě při zachování kapacit BrnP. V tomto případě je nutné, aby komponenty, které budou lakovány, byly nachystány v přípravně BrnP, neboť jenom tak bude docíleno nenalakování styčných ploch a ochrany prvků, které nemají být lakovány [9].

Externě lakovány by byly komponenty, u kterých není velký časový tlak. Jednalo by se především o akumulátory, lišty pod motory, velké motory. Které by bylo možné nalakovat předem, u kterých nehrozí další manipulací poškození laku.

4.4 Testování agregátů

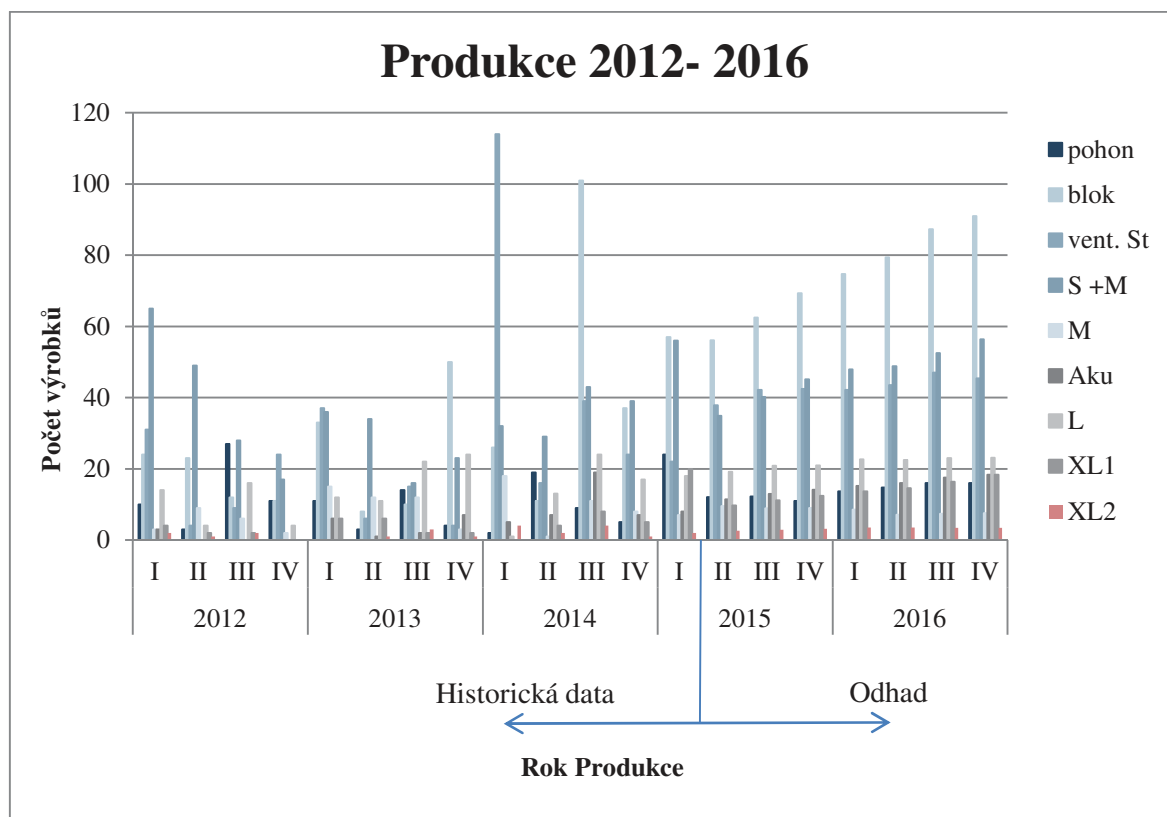
V současné době se kapacitní potřeby na testování agregátů vykrývají ranní směnou s množstvím přesčasů. Nejčastěji se tak děje při zákaznických přejímkách, kdy je nutné agregát připravit předem, nejčastěji předcházející den.

Montéry je agregát přistaven na určené místo ve zkušebně, kde si jej přejímají zkušební technici, kteří se starají o zapojení funkčních prvků agregátu a ovládacích zkušebních Standů [9].

Z důvodu know – how a drahého vybavení není možné svěřit zkoušení externím firmám.

Z výše uvedeného vyplývá, že nejvhodnější je navýšit o další směnu, která bude schopná agregát zkoušet mimo dobu zákaznických přejímek, které probíhají nejčastěji mezi 8 – 16 hodinou.

Rok	2012				2013				2014				2015				2016			
Kvartál	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Pohon [ks]	10	3	27	11	11	3	14	4	2	19	9	5	24	12	12	11	14	15	16	16
Blok [ks]	24	23	12	11	33	8	10	50	26	11	101	37	57	56	62	69	75	79	87	91
Ventilový stůl [ks]	31	4	9	24	37	6	15	4	114	16	39	24	22	38	42	42	42	43	47	45
S + M1 [ks]	65	49	28	17	36	34	16	23	32	29	43	39	56	35	40	45	48	49	52	56
M2 [ks]	3	9	6	2	15	12	12	3	18	1	11	8	7	10	9	9	9	7	7	8
Aku [ks]	3	0	0	0	6	1	2	7	5	7	19	7	8	11	13	14	15	16	18	18
L [ks]	14	4	16	4	12	11	22	24	1	13	24	17	18	19	21	21	23	22	23	23
XL1 [ks]	4	2	2	0	6	6	2	2	0	4	8	5	20	10	11	12	14	15	16	18
XL2 [ks]	2	1	2	0	0	1	3	1	4	2	4	1	2	3	3	3	3	3	3	3
HISTORICKÁ DATA													ODHAD							



Obr. 40 Současný vývoj a přibližný odhad nárůstu počtu zakázek [9].

5.1 Vlivy navyšující počet montážních hodin

5.1.1 Vícepráce

Vzhledem ke skutečnosti, že od projekční činnosti po vlastní montáž uplyne několik měsíců, nezřídka dochází k zákaznickým změnám. Děje se tak například na základě vlastní zkušenosti, změně aktuální situace, apod. Velmi často je zákazníky požadováno jiné opozicování komponent než bylo v zadávací dokumentaci.

Dalšími důvody k vzniku víceprací jsou dodavatelská nekvalita a chyby v konstrukční činnosti.

Za loňský rok vznikly vícepráce na montáži v rozsahu 490 hod a vícepráce při zbylých operacích v rozsahu cca 40 hod. Tento nárůst hodin v určitých obdobích byl řešen externími pracovníky [9].

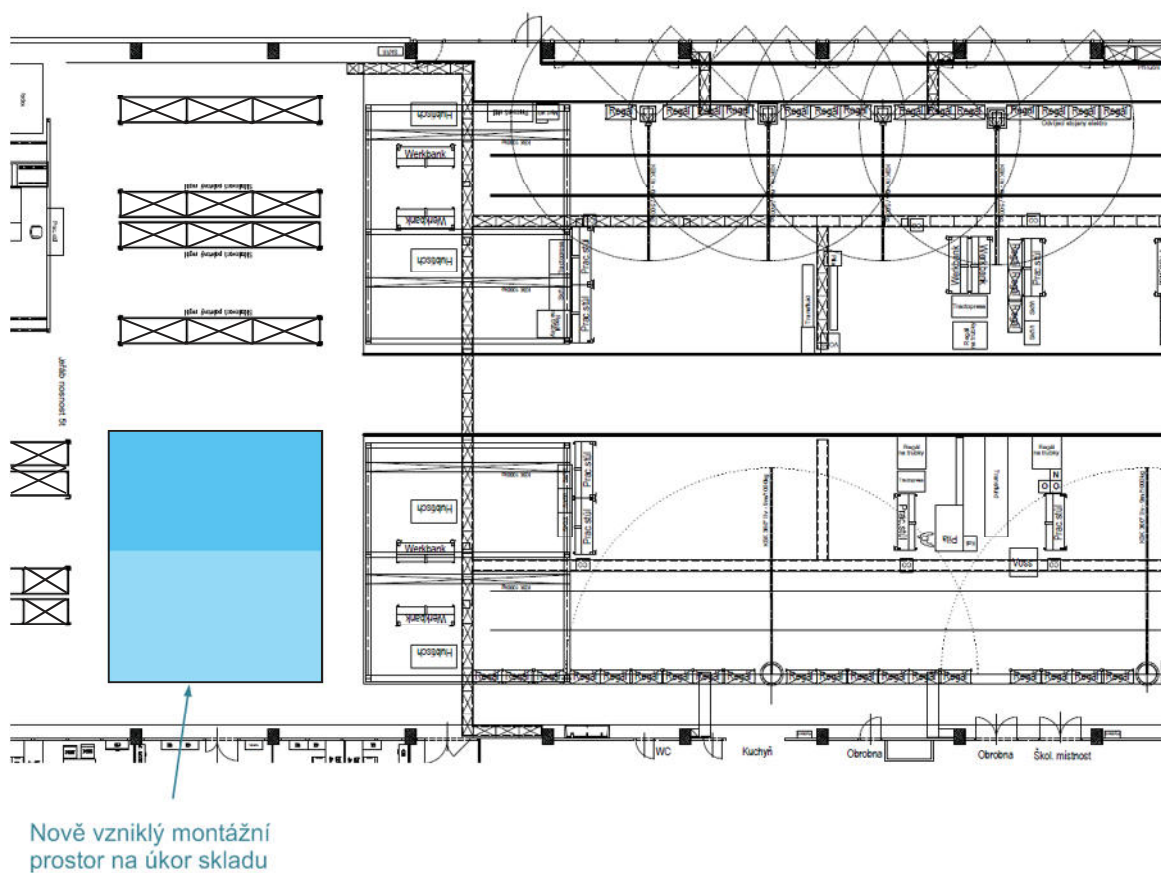
5.1.2 Zákaznické reklamace

Provedení funkční zkoušky nedokáže odhalit všechny vady, neboť dle interních zkušebních předpisů není agregát zkoušen při plném zatížení. Může se stát, že v hydraulickém okruhu vznikne místo netěsnosti, nebo jsou v hydraulickém okruhu nečistoty, které se mohou projevit až po určité době. V takovýchto případech, kdy je požadován servisní úkon u zákazníka jsou využity služby servisních zastoupení v daných zemích. V případě nutné provedení reklamace v BrnP je nutné zaplánovat montáž a další nezbytné operace do výrobního harmonogramu [9].

Za loňský rok byly provedeny zákaznické reklamace v BrnP v rozsahu cca 20 hodin.

6 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ PŘEDPOKLÁDANÉHO ROZŠÍŘENÍ PROVOZU MONTÁŽE

Vzhledem k aktuální situaci, bylo rozhodnuto vedením BrnP o rozšíření montážních prostor o cca 99 m² (11 x 9 m) na úkor skladu (Obr. 41, Příloha 6). Toto rozšíření bylo způsobeno velkým přírůstkem počtu zakázek (ponejvíce hydraulickými agregáty většími než L).



Obr. 41 Vizualizace nově vytvořeného montážního pracoviště.

7 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ VARIANT MOŽNÉHO ŘEŠENÍ A VOLBA NEJVHODNĚJŠÍ VARIANTY

Vzhledem ke skutečnosti, že nelze předpovídat vytíženost v horizontu několika let, není možné určit jednu správnou variantu. Bude nutné zavedení níže uvedených možností řešení a jejich zpětná analýza po určitém období.

7.1.1 Rozšíření prostoru pro uložení nalakovaných komponent

Tato varianta spočívá v přemístění vybavení svařovny v rámci haly. Všechno vybavení je přenosné, tudíž není nutné nic bourat. Úpravy by byly provedeny během víkendové směny, nebo v případě vzniku kapacitního přebytku.

Přibližné vyčíslení nákladů:

Demontáž + montáž = 16 hod x 4 montéři = 64 hod x vnitropodniková sazba montérů

7.1.2 Zavedení třísměnného provozu pro lakování

Tato varianta by zvýšila využitý čas pracoviště. Při třísměnném provozu by bylo vhodné navýšit počet pracovníků přípravy, aby byla zajištěna lakýrníkovi asistence v rámci noční směny.

Tab. 7.1 Počet pracovníků pro lakování před zavedením třísměnného provozu a po zavedení.

Počet lakýrníků	Před	Po
Lakýrník	5	7
z toho příprava lakování	3	4

Přibližné vyčíslení mzdových nákladů na provedení (viz kap. 3.4):

$$E_{LL2} = 2 \times 2008 = \mathbf{4016 \text{ hod / rok}} \quad \text{Dvousměnný provoz} \quad (26)$$

$$E_{LL3} = 3 \times 1882,5 = \mathbf{5647,5 \text{ hod / rok}} \quad \text{Třísměnný provoz} \quad (27)$$

$$E_{LL23} = E_{LL3} - E_{LL2} = 5647,5 - 4016 = \mathbf{1631,5 \text{ hod}} \quad (28)$$

$$E_{LP2} = 3 \times 2008 = \mathbf{6024 \text{ hod / rok}} \quad \text{Dvousměnný provoz} \quad (29)$$

$$E_{LP3} = 3 \times 1882,5 = \mathbf{7530 \text{ hod / rok}} \quad \text{Třísměnný provoz} \quad (30)$$

$$E_{LP23} = E_{LP3} - E_{LP2} = 5647,5 - 4016 = \mathbf{1506 \text{ hod}} \quad (31)$$

1631,5 hod x mzdové náklady lakýrníka

1506 hod x mzdové náklady pracovníka přípravy výroby

7.1.3 Zkušební testování agregátů na 2 směny

Varianta částečného dvousměnného provozu by umožnila testovat v odpolední směně agregáty, u kterých není požadavek na zákaznickou přejímkou.

Navýšení ze současného počtu čtyř zkušebních techniků na pět zkušebních techniků by umožnilo ponechat tři techniky na ranní směnu a dva techniky využít v odpolední směně. Tato varianta by byla využívána při zákaznických přejímkách, kdy by pracovníci na odpolední směně přichystali agregát den předem.

$$E_{T4} = 4 \times 2008 = \quad \mathbf{8032 \text{ hod / rok}} \quad 4 \text{ pracovníci při jednosměnném provozu} \quad (32)$$

$$E_{T5} = 5 \times 2008 = \quad \mathbf{10040 \text{ hod / rok}} \quad 6 \text{ pracovníků při dvousměnném provozu} \quad (33)$$

$$E_{T45} = E_{T5} - E_{T4} = 10040 - 8032 = \mathbf{2008 \text{ hod}} \quad (34)$$

4016 hod x mzdové náklady zkušebních techniků

Tab. 7.2 Souhrn nabízených řešení.

Varianta řešení [viz kapitola]	Popis	Vyčíslení [hod / rok]
7.1.1	Rozšíření prostoru pro uložení lakovaných komponent	64
7.1.2	Třisměnný provoz pro lakování	3137,5
7.1.3	Zkušební testování na 2 směny	2008

ZÁVĚR

Vznik úzkých míst je skutečností pro všechny typy výroby. Od velkosériové až po zakázkovou. U kusové, zakázkové výroby je obtížnější tvorba plánování, dispozičních řešení. Montážní hala BrnP byla projektována na montáž agregátů menších velikostí. V průběhu procesu vznikají největší ztráty čekáním na nalakované komponenty. V průběhu tohoto čekání, ale není možné započít další zakázku, neboť to by znamenalo navedení další množství neroztřízených košů a tím zmenšení montážní plochy. Lakování se není možné zbavit. Vždy bude nutné nějaké komponenty lakovat (nebude možné je všechny lakovat předem a pouze smontovat) [9].

Z ekonomického hlediska se jeví, vzhledem k předpokládanému vývoji, jako nejvhodnější zavést zároveň varianty:

- Rozšíření prostoru pro uložení nalakovaných komponent
- Zavedení třísměnného provozu pro lakování
- Zkušební testování agregátů na 2 směny

Tato navrhovaná řešení umožňují lepší využití efektivních ročních hodinových fondů pracovišť pro lakování a pro testování, aniž by bylo nutné investovat v řádu milionů do nových zařízení (lakovací a sušící boxy, zkušební místnosti).

Při detailnějším pohledu na problematiku, se kterou se potýká montáž hydraulických agregátů, je zřejmé že tato práce není schopna celou problematiku obsáhnout. Je nutné jít více dopodrobna celkového procesu. Od úplného začátku, kterým je poptávka a nabídka, přes engineering, logistiku, až po závěrečné zkušební testování.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. HLAIVENKA, B. Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem. 4. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. 163 s. ISBN 978-80-214-3607-7.
2. Bosch Rexroth. *Motor – pump group*. [online]. [citováno 5. 4. 2015]. Dostupné z: https://brmv2.kittelberger.net/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/re51172_2012-11.pdf?db=brmv2&lvid=1169034&mvid=11493&clid=20&sid=F91522A6D5B90B9A0B5393320A98BC81.borex-tc&sch=M&id=11493,20,1169034
3. SIEMENS. *LOW VOLTAGE MOTORS*. [online]. [citováno 5. 4. 2015]. Dostupné z: http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/katalogy/m11/cat_m_11_2003_2004_en.pdf
4. Bosch Rexroth. *Reihenplatten typ HSR 10*. [online]. [citováno 5. 4. 2015]. Dostupné z: https://brmv2.kittelberger.net/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/rd48110_2015-03.pdf?db=brmv2&lvid=1186481&mvid=11493&clid=20&sid=F91522A6D5B90B9A0B5393320A98BC81.borex-tc&sch=M&id=11493,20,1186481
5. Bosch Rexroth. *Modular standart power units*. [online]. [citováno 5. 4. 2015]. Dostupné z: https://brmv2.kittelberger.net/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/RE51013_2014-11.pdf?db=brmv2&lvid=1183667&mvid=11493&clid=20&sid=F91522A6D5B90B9A0B5393320A98BC81.borex-tc&sch=M&id=11493,20,1183667
6. VUT v Brně – ústav strojírenské technologie. *Technologické projektování návody*. [online]. PODKLADY DO CVIČENÍ. BRNO: VUT – FSI, Ústav strojírenské technologie. 2006 [vid. 30. 4. 2015]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/podklady/tech_projekt/technologicke_projektovani_navody.pdf
7. Bosch Rexroth. *THE DRIVE & CONTROL COMPANY*. [online]. [citováno 30. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.boschrexroth.com/cs/cz/home/index>
8. SAP. *SAP*. [online]. [citováno 30. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.sap.com/cz/index.html>
9. Interní materiály Bosch Rexroth, spol. s r. o.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Jednotka	Popis
Al	[-]	Aluminium
BR	[-]	Bosch Rexroth
BrnP	[-]	Brno Plant
DCCZ	[-]	Drive and Control technology Czech republic
DCEM	[-]	Drive and Control technology Middle Europe
D _{E15}	[-]	Potřebné navýšení elektroinstalatérů pro rok 2015
D _{E16}	[-]	Potřebné navýšení elektroinstalatérů pro rok 2016
D _{M15}	[-]	Potřebné navýšení montérů pro rok 2015
D _{M16}	[-]	Potřebné navýšení montérů pro rok 2016
D _{T15}	[-]	Potřebné navýšení testovacích techniků pro rok 2015
D _{T16}	[-]	Potřebné navýšení testovacích techniků pro rok 2016
E _{DE}	[hod]	Roční efektivní hodinový fond elektromontéra
E _{DL}	[hod]	Roční efektivní hodinový fond lakýrníka
E _{DM}	[hod]	Roční efektivní hodinový fond montéra
E _{DT}	[hod]	Roční efektivní hodinový fond zkušebního technika
E _{EC}	[hod]	Celkový efektivní hodinový fond pracovníků elektroinstalace
E _{ECP15}	[hod]	Celková poptávaná pracnost elektroinstalace pro rok 2015
E _{ECP16}	[hod]	Celková poptávaná pracnost elektroinstalace pro rok 2016
E _{L1}	[hod]	Souhrnný efektivní časový fond pracovníků na stanovišti L1
E _{L2}	[hod]	Souhrnný efektivní časový fond pracovníků na stanovišti L2
E _{LC}	[hod]	Souhrnný efektivní časový fond pracovníků na stanovištích L1 a L2
E _{LCP15}	[hod]	Celková poptávaná pracnost lakování pro rok 2015
E _{LCP16}	[hod]	Celková poptávaná pracnost lakování pro rok 2016
E _{LL2}	[hod]	Počet odpracovaných hodin lakýrníků za rok při dvousměnném provozu
E _{LL3}	[hod]	Počet odpracovaných hodin lakýrníků za rok při třísměnném provozu
E _{LL23}	[hod]	Rozdíl v odpracovaných hodinách lakýrníků mezi dvou a třísměnným provozem
E _{LP2}	[hod]	Počet odpracovaných hodin pracovníků přípravy za rok

		při dvousměnném provozu
E_{LP3}	[hod]	Počet odpracovaných hodin pracovníků přípravy za rok při třísměnném provozu
E_{LP23}	[hod]	Rozdíl v odpracovaných hodinách pracovníků přípravy mezi dvou a třísměnným provozem
E_{MC}	[hod]	Celkový efektivní hodinový fond pracovníků montáže
E_{MCP15}	[hod]	Celková poptávaná pracnost montáže pro rok 2015
E_{MCP16}	[hod]	Celková poptávaná pracnost montáže pro rok 2016
END	[-]	Engineering Department
E_P	[hod]	Souhrnný efektivní hodinový fond pracovníků předmontáže:
E_{PE}	[hod]	Celkový efektivní hodinový fond pracovníků elektroinstalace
E_{PL}	[hod]	Celkový efektivní hodinový fond pracovníků lakování
E_{PL2}	[hod]	Celkový efektivní hodinový fond pracovníků lakování při dvousměnném provozu
E_{PL3}	[hod]	Celkový efektivní hodinový fond pracovníků lakování při třísměnném provozu
E_S	[hod]	Souhrnný efektivní hodinový fond pracovníků na Stacionárním stanovišti
E_T	[hod]	Roční efektivní hodinový fond zkušebních techniků
E_{T4}	[hod]	Počet odpracovaných hodin čtyř zkušebních techniků za rok
E_{T5}	[hod]	Počet odpracovaných hodin šesti zkušebních techniků za rok
E_{T56}	[hod]	Rozdíl v odpracovaných hodinách pracovníků přípravy mezi dvou a třísměnným provozem
E_{TC}	[hod]	Roční efektivní hodinový fond zkušebních techniků
E_{TCP15}	[hod]	Celková poptávaná pracnost testování pro rok 2015
E_{TCP16}	[hod]	Celková poptávaná pracnost testování pro rok 2016
F_{L1}	[m ²]	Využitelná plocha stanoviště L1
F_{L1C}	[m ²]	Celková plocha stanoviště L1
F_{L2}	[m ²]	Využitelná plocha stanoviště L2
F_{L2C}	[m ²]	Celková plocha stanoviště L2
F_{LC}	[m ²]	Celková plocha stanovišť L1 a L2
F_{PC}	[m ²]	Celková plocha předmontáže
F_P	[m ²]	Využitelná plocha předmontáže
F_S	[m ²]	Využitelná plocha stacionární montáže

F_{sc}	$[m^2]$	Celková plocha stacionární montáže
HS	[-]	Hydraulické schéma
END	[-]	Engineering Department
L	[-]	Large
M	[-]	Medium
PVC	[-]	Polyvinylchlorid
XL	[-]	Extreme large

Symbol	Jednotka	Popis
L1		Stanoviště L1
L2		Stanoviště L2

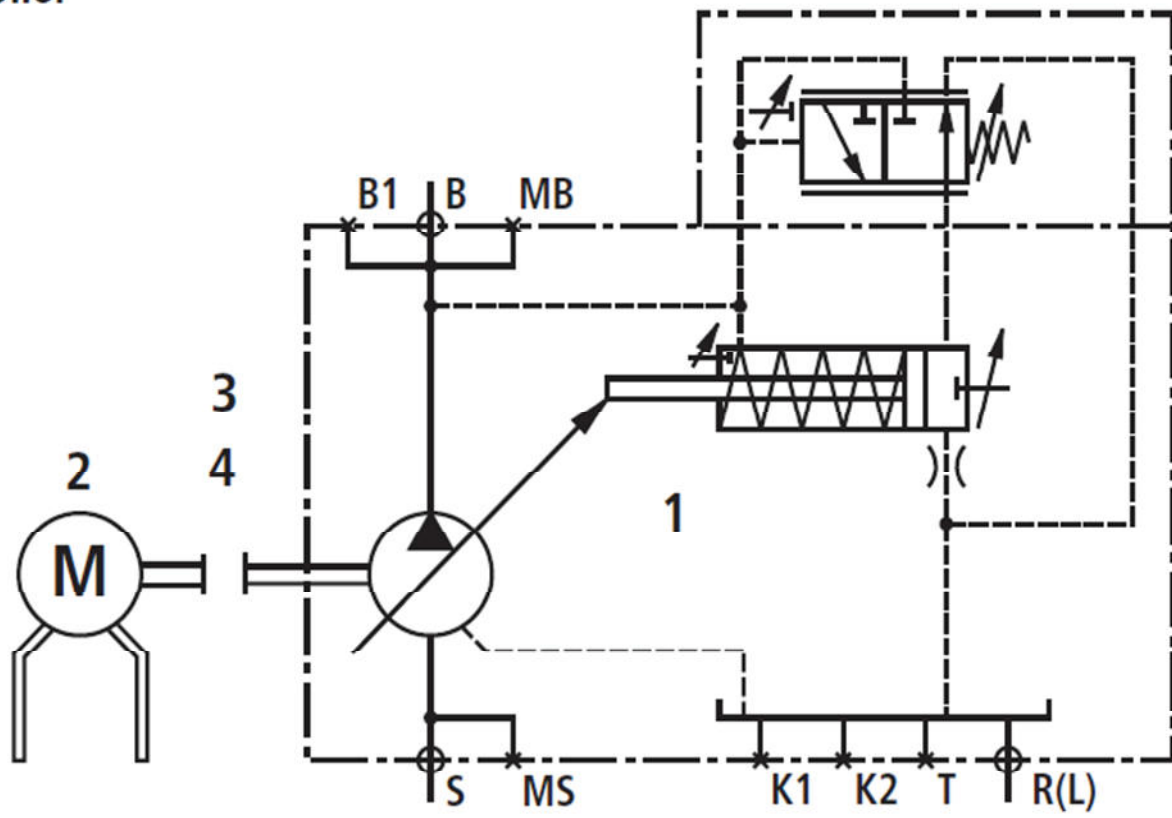
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Zjednodušené HS hydraulického pohonu
Příloha 2	Odhad předpokládaného navýšení počtu hodin do konce roku 2016
Příloha 3	Graf odhadu předpokládaného navýšení počtu hodin do konce roku 2016
Příloha 4	Graf odhad předpokládaného navýšení počtu vyráběných zakázek do konce roku 2016
Příloha 5	Schéma vizualizace současného dispozičního řešení montážních prostor
Příloha 6	Schéma předpokládaného dispozičního řešení montážních prostor po rozšíření

onu

controller

/SO

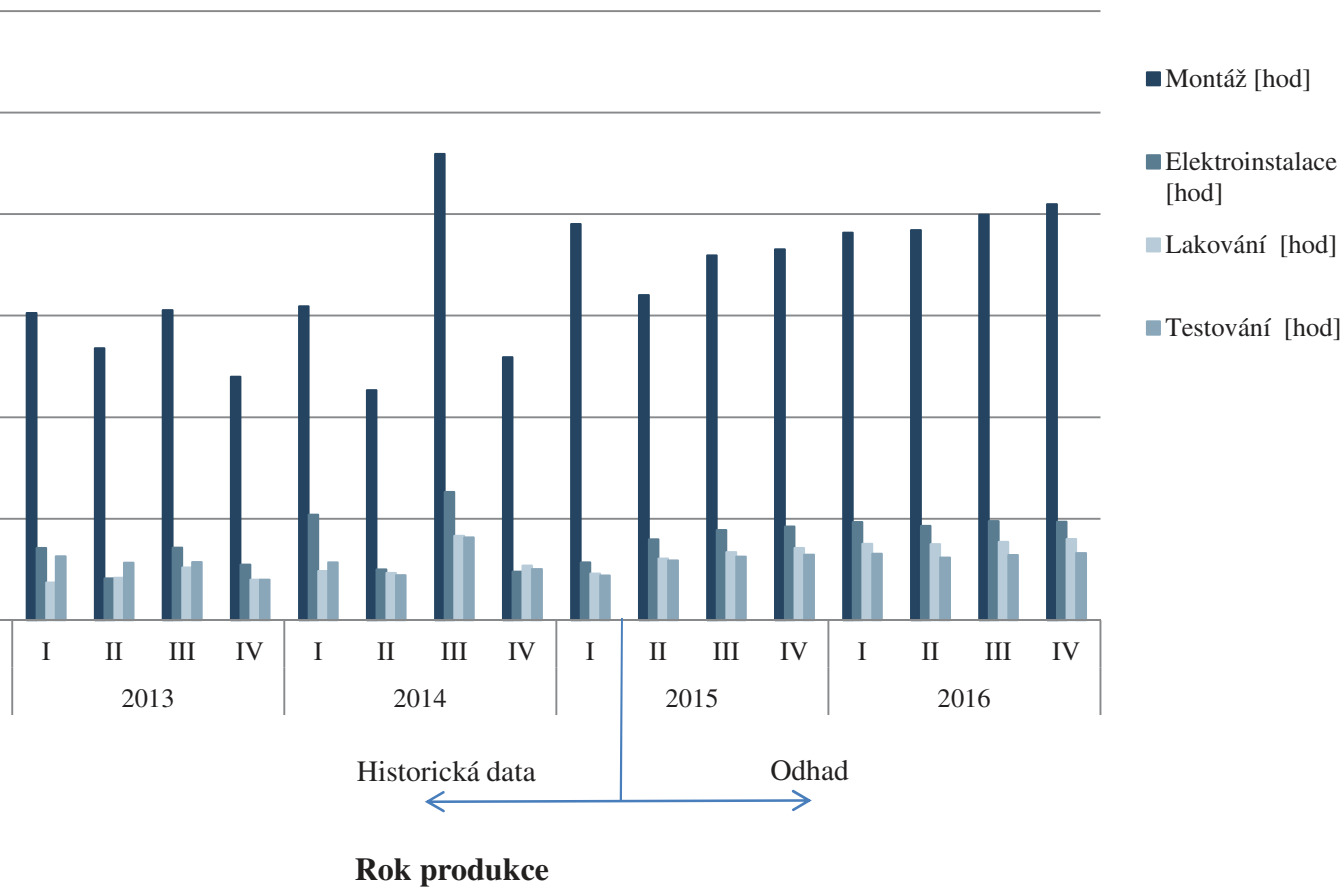


očtu hodin do konce roku 2016

	2013				2014				2015				2016			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	6 055	5 360	6 112	4 798	6 183	4 535	9 186	5 180	7 807	6 408	7 190	7 308	7 636	7 684	7 991	8 196
5	1 427	827	1 433	1 098	2 080	1 003	2 526	958	1 140	1 593	1 779	1 849	1 936	1 862	1 953	1 941
5	746	840	1 037	802	769	630	2 161	1 076	923	1 245	1 380	1 470	1 562	1 569	1 631	1 700
5	1 260	1 137	1 145	797	1 139	887	1 632	1 008	883	1 176	1 256	1 291	1 313	1 236	1 284	1 325
HISTORICKÁ DATA										ODHAD						

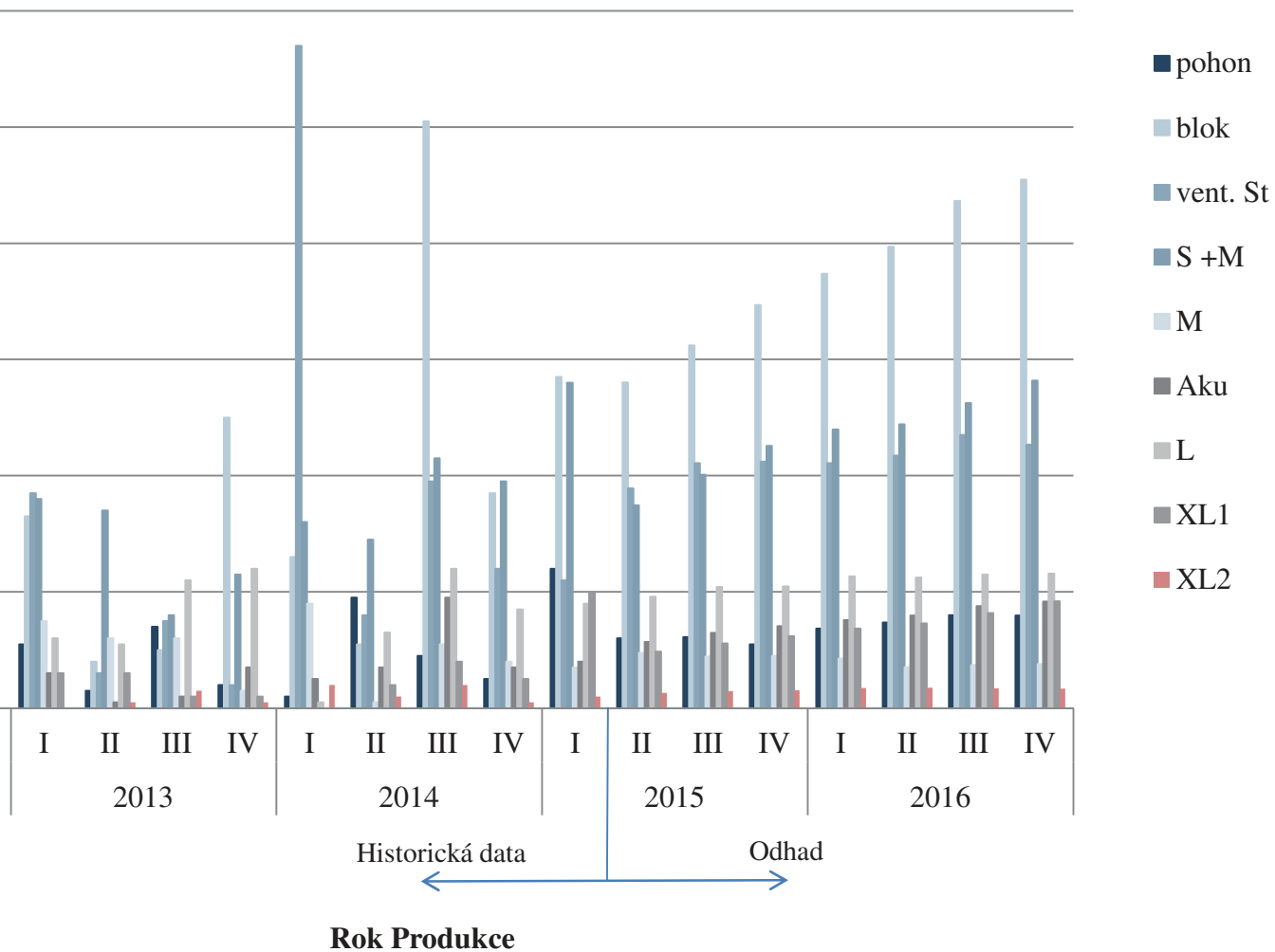
ení počtu hodin do konce roku 2016

Montážní hodiny: 2012 - 2016

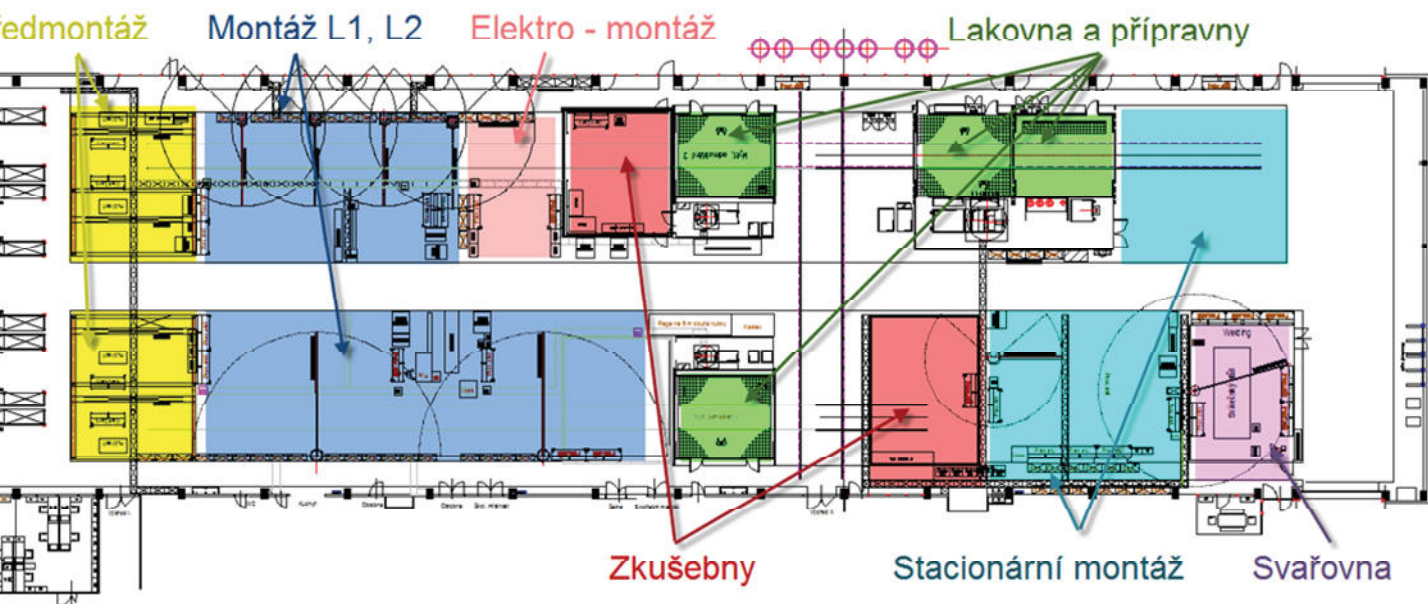


ní počtu vyráběných zakázek do konce roku 2016

Produkce 2012- 2016



pozicičního řešení montážních prostor



ho řešení montážních prostor po rozšíření na úkor logistiky

