

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Měření intenzity hluku a osvětlení v průmyslovém podniku

Autor: **Marek PITOŇÁK**
Vedoucí práce: **Ing. Marek BUREŠ, Ph.D.**

Akademický rok 2015/2016

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Marku Burešovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady, které mi poskytoval během zpracování práce. Dále bych chtěl poděkovat také mému konzultantovi panu Václavu Sklenáři. V neposlední řadě i své rodině za podporu během celého studia.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Pitoňák	Jméno Marek		
STUDIJNÍ OBOR	2301R016-07 „Průmyslové inženýrství a management“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Bureš, Ph.D.	Jméno Marek		
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KPV			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Měření intenzity hluku a osvětlení v průmyslovém podniku			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	72	TEXTOVÁ ČÁST	72	GRAFICKÁ ČÁST	–
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Bakalářská práce se zaměřuje na měření fyzikálních parametrů prostředí, konkrétně na měření hluku a osvětlení ve vybraném průmyslovém podniku. Měřicí technika a software byly od firmy Extech. Měření probíhalo podle platných norem.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	pracovní prostředí, průmyslový podnik, hluk, osvětlení, hlukoměr, luxmetr

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Pitoňák	Name Marek	
FIELD OF STUDY	2301R016-07 “Industrial Engineering and Management“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Bureš, Ph.D.	Name Marek	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLÓMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Measurement of noise and light intensity in industrial company		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2016
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	72	TEXT PART	72	GRAPHICAL PART	–
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>This Bachelor's thesis deals with measuring of environmental parameters in industrial company, concrete with noise and lighting measurement. Measuring instruments were from Extech Instruments Corporation. Measuring was according to valid standards.</p>
KEY WORDS	<p>working environment, industrial company, noise, lighting, sound-level meter, luxmeter</p>

Obsah

Úvod	9
1 Úvod do řešené problematiky.....	10
1.1 Ergonomie.....	10
1.2 Fyzikální faktory prostředí.....	11
1.3 Hluk	11
1.4 Osvětlení	13
2 Charakteristika výrobního systému	14
2.1 Představení firmy Fujitrans.....	14
2.2 Popis haly.....	14
2.3 Analyzovaná pracoviště.....	17
2.3.1 Pracoviště Kenso R3	17
2.3.2 Pracoviště MA.....	17
2.3.3 Pracoviště Packing Case	18
2.3.4 Pracoviště odesílání.....	19
2.3.5 Pracoviště DE (Decanting)	19
2.4 Sledovaná manipulační a přepravní technika	20
2.4.1 Plynový vysokozdvizný vozík	20
2.4.2 Elektrický retrak.....	21
2.4.3 Ruční nízkozdvizný vozík	21
2.4.4 Vozíky	22
2.4.5 Přepravky.....	22
3 Měření intenzity osvětlení a hluchnosti na vybraných pracovištích.....	23
3.1 Měření hluku.....	23
3.1.1 Měřicí zařízení	23
3.1.2 Způsob měření.....	25
3.1.3 Měřená pracoviště	26
3.1.3.1 Měření hluku při pohybu přepravky na lince Kenso R3	26
3.1.3.2 Měření hluku při manipulaci s prázdnou přepravkou	32
3.1.3.3 Měření hluku na pracovišti MA	34
3.1.3.4 Měření hluku na pracovišti Packing Case	35
3.1.3.5 Měření hluku při pohybu paletového vozíku a vozíku při nakládání a vykládání kamionu	36
3.1.3.6 Měření hluku vysokozdvizného vozíku	38
3.1.3.7 Měření hluku retraku.....	39

3.2	Měření osvětlení.....	41
3.2.1	Měřicí zařízení	41
3.2.2	Způsob měření.....	42
3.2.3	Měřená místa.....	43
4	Zhodnocení náměrů a návrhy opatření	46
4.1	Výsledky měření hluku a případné návrhy opatření	46
4.1.1	Vyhodnocení výsledků	46
4.1.1.1	Pohyb přepravky po lince Kenso R3.....	47
4.1.1.2	Manipulace s prázdnou přeprávkou	48
4.1.1.3	Pracoviště MA	49
4.1.1.4	Pracoviště Packing Case.....	50
4.1.1.5	Pohyb paletového vozíku a regálového vozíku	50
4.1.1.6	Měření hluku vysokozdvížného vozíku	51
4.1.1.7	Měření hluku retraku.....	51
4.1.2	Návrhy opatření.....	51
4.2	Výsledky měření osvětlení a případné návrhy opatření	52
4.2.1	Vyhodnocení výsledků	52
4.2.1.1	Linky Kenso.....	53
4.2.1.2	Pracoviště Decanting.....	55
4.2.1.3	Pracoviště MA	56
4.2.1.4	Příjem a odesílání	57
4.2.1.5	Pracoviště Packing Case.....	60
4.2.1.6	Sklady	61
4.2.1.7	Vratné obaly.....	62
4.2.1.8	Regálový sklad.....	63
4.2.1.9	Uličky	64
4.2.2	Návrhy opatření.....	67
	Závěr	68
	Seznam použitých zdrojů a literatury	69

Seznam obrázků

Obr. 1-1 Systém člověk – stroj – prostředí	10
Obr. 1-2 Vliv některých druhů mikroklimatu na celkovou úroveň prostředí [15].....	11
Obr. 1-3 Zdroje hluku - stupnice [18]	12
Obr. 1-4 Rozložení světelného toku svítidel [13]	13
Obr. 2-1 Logo firmy [17].....	14
Obr. 2-2 Hala A.....	15
Obr. 2-3 Hala B	16
Obr. 2-4 Pracoviště Kenso R3.....	17
Obr. 2-5 Pracoviště MA.....	18
Obr. 2-6 Pracoviště Packing Case	18
Obr. 2-7 Pracoviště odesílání.....	19
Obr. 2-8 Pracoviště DE.....	20
Obr. 2-9 Vysokozdvihný vozík [22].....	20
Obr. 2-10 Retrak [20]	21
Obr. 3-1 Hlukoměr [25].....	24
Obr. 3-2 Ukázkový výstup z měření.....	25
Obr. 3-3 Položení přepravky na dopravník.....	27
Obr. 3-4 Pohyb přepravky po dopravníku	28
Obr. 3-5 Nájezd přepravky na kuličkový stůl.....	29
Obr. 3-6 Pohyb po kuličkovém stole.....	29
Obr. 3-7 Nájezd na výtah.....	30
Obr. 3-8 Naložení přepravky do vozíku	31
Obr. 3-9 Graf pracoviště Kenso R3.....	32
Obr. 3-10 Doprava přepravky z linky.....	33
Obr. 3-11 Naložení přepravky na vozík	34
Obr. 3-12 Doprava manuálů po dopravníku	34
Obr. 3-13 Graf měření na pracovišti MA	35
Obr. 3-14 Graf měření na pracovišti Packing Case.....	36
Obr. 3-15 Rampa se slzičkovým plechem	37
Obr. 3-16 Graf měření přejezdu přes rampu	37
Obr. 3-17 Graf nakládky a vykládky	38
Obr. 3-18 Graf zaskladnění palety	39
Obr. 3-19 Graf zdvihání palety - retrak	40
Obr. 3-20 Graf akcelerace retraku.....	41

Obr. 3-21 Luxmetr [16]	42
Obr. 3-22 Tabulka typických hodnot roztečí sítě kontrolních bodů [5]	43
Obr. 3-23 Kontrolní body na hale A.....	44
Obr. 3-24 Kontrolní body na hale B	44
Obr. 4-1 Tabulka korekcí na druh činnosti [13].....	46
Obr. 4-2 Tabulka korekcí na dobu působení hluku [13].....	46
Obr. 4-3 Tabulka hodnot osvětlení dle normy [5].....	52
Obr. 4-4 Hodnoty osvětlení na lince Kenso R1	53
Obr. 4-5 Hodnoty osvětlení na lince Kenso R2	54
Obr. 4-6 Hodnoty osvětlení na lince Kenso R3	55
Obr. 4-7 Hodnoty osvětlení na pracovišti DE.....	55
Obr. 4-8 Hodnoty osvětlení na pracovišti KDE	56
Obr. 4-9 Hodnoty osvětlení na pracovišti MA.....	57
Obr. 4-10 Hodnoty osvětlení na odesílání se sníženým stropem	58
Obr. 4-11 Hodnoty osvětlení na odesílání	59
Obr. 4-12 Hodnoty osvětlení na přijímání a pracovišti mix	60
Obr. 4-13 Hodnoty osvětlení na pracovišti Packing Case	61
Obr. 4-14 Hodnoty osvětlení ve skladu A15	62
Obr. 4-15 Hodnoty osvětlení ve skladu Z.....	62
Obr. 4-16 Hodnoty osvětlení na vratných obalech.....	63
Obr. 4-17 Hodnoty osvětlení regálového skladu.....	64
Obr. 4-18 Hodnoty osvětlení uliček mezi spádovými regály	65
Obr. 4-19 Hodnoty osvětlení uliček na hale A.....	66
Obr. 4-20 Hodnoty osvětlení uliček na hale B.....	67

Úvod

Bakalářská práce je zpracovávána ve společnosti FUJITRANS (EUROPE) B.V., Plzeň (dále jen Fujitrans). Cílem práce bylo orientační měření hluku a intenzity osvětlení na vybraných pracovištích nebo měření hluku při pohybu manipulační techniky. Měřením dle platných norem bude zjištěno, zda nejsou překročeny povolené limity. Následné vyhodnocení ukáže na slabá místa a bude doporučeno se na tato místa zaměřit. Součástí vyhodnocení je také návrh opatření jak mohou být nedostatky řešeny.

V úvodu bakalářské práce je stručně shrnuta teorie řešené problematiky a představena společnost Fujitrans. Dále jsou představena jednotlivá pracoviště se základní charakteristikou a popisem, také je představena manipulační a přepravní technika firmy. Náplní následující části práce je vlastní měření. Vždy je popsán způsob měření předepsaný normou, včetně jednotlivých parametrů a požadavků na dané měření. Stručně popsána je i použitá měřicí technika. Hladina hluku byla měřena celkem na čtyřech pracovištích a při provozu jak elektrické, tak manipulační techniky poháněné plynem. Součástí měření hluku je i časový průběh hluku zaznamenaný do grafu s komentářem. Intenzita osvětlení byla měřena na většině míst, kde se pracovníci trvale pohybují a na mnoha pracovištích. Celkem bylo vybráno asi 500 referenčních bodů určených pro měření osvětlení.

V další obsáhlejší kapitole jsou uvedeny výsledky měření a případné návrhy opatření. Každé měřené pracoviště nebo každá činnost je vyhodnocována samostatně včetně komentáře a rozhodnutí, zda jsou limity dané normou překročeny či nikoliv. Požadavkem firmy také bylo barevně odlišit hodnoty intenzity osvětlení na jednotlivých místech a takto názorně zmapovat všechna měřená místa. Na závěr kapitoly je vždy shrnuto, která pracoviště, činnosti nebo místa nesplňují limity a bylo by vhodné se na ně zaměřit. Výsledky měření jsou platné dle současných norem a nařízení vlády a na jejich základě jsou pro daná místa vydána doporučení a navržena opatření.

1 Úvod do řešení problematiky

1.1 Ergonomie

Slovo ergonomie má prapůvod v řeckých slovech ergon a nomos, kde ergon znamená práce a nomos zákon nebo pravidlo. Odtud, spojením slov, vznikl anglický název ergonomics, což je synonymum k pojmům Human engineering, Human factors nebo Biotechnology. V České republice se uchytil název ergonomie.

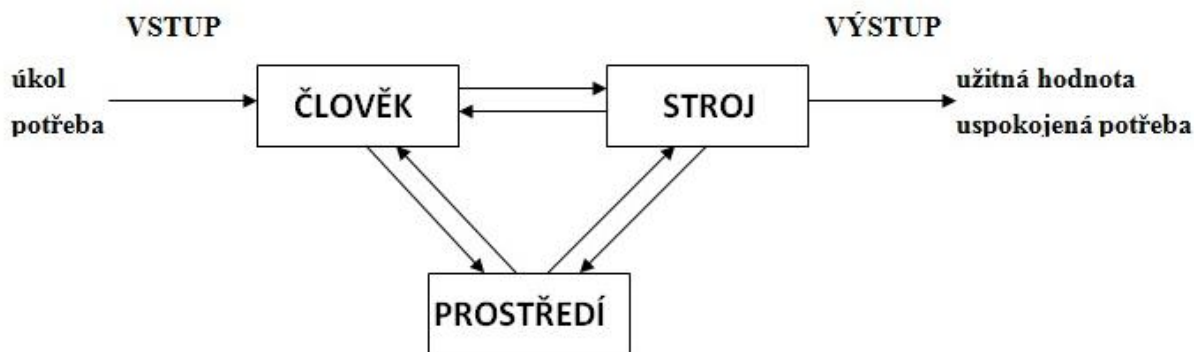
Pojem ergonomie by se dal shrnout ve zkratce slovy: „Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který kompletně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou (strojem) a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti.“ nebo „Ergonomie je vědní disciplína, která se zaměřuje na pochopení interakcí mezi lidmi a ostatními částmi systému a také prací, používající teorie, principy, data a metody zaměřené na optimalizaci lidské pohody a výkonu celého systému.“ [21] nebo podle Lubora Chundely (1983): „Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti.“ [13]

Interdisciplinární proto, protože sdružuje více vědních oborů, jejichž poznatky využívá a spojuje. Z humanitních disciplín sem patří například psychologie, antropometrie, fyziologie nebo sociologie, z technických například normování, řízení, konstruování, statistika, kybernetika a jiné.

Důležité je také se zaměřit na systém vztahů mezi člověkem, strojem a prostředím (zkráceně Č - S - P). Systémovým přístupem rozumíme fakt, že celek složený z článků člověk, stroj a prostředí musí jako celek také fungovat a dosáhnout tak vyváženosti mezi těmito články.

„Obecně lze systém definovat jako soubor několika prvků, složek, které jsou funkčně vzájemně propojeny a mezi nimiž existují vazby, které umožní, aby z daných vstupů byly dosaženy zamýšlené výstupy - výsledky v rámci daných omezujících podmínek.“ [13]

Kvalita fungování vztahů mezi člověkem a ostatními prvky systému se odráží na celkové efektivitě celého systému. Člověk je zde, spolu s dalšími prvky systému, chápán jako subsystém, to jest součást složitějšího systému. V systému Č - S - P je důležitá jeho struktura, kterou tvoří jak prvky, tak vazby mezi nimi.



Obr. 1-1 Systém člověk – stroj – prostředí

Důležitým faktorem v oblasti ergonomie je prostředí. Je to bezprostřední okolí, které působí na člověka a ovlivňuje tak jeho činnost. Kromě fyzikálních faktorů jako jsou světlo, teplo, hluk, je to také organizace práce, pracovní zátěž, motivace, bezpečnost nebo hygiena práce. [13]

1.2 Fyzikální faktory prostředí

V pracovním prostředí je velmi důležitá interakce mezi člověkem a prostředím. Člověk musí zpracovávat zrakové, sluchové, čichové a jiné vjemy v podstatě neustále. Pracovní prostředí neboli mikroklima se dále dělí na menší celky, kde vždy dominuje nějaký fyzikální faktor daného prostředí.

Mezi základní druhy patří:

- Tepelně-vlhkostní mikroklima vytvářejí tepelné toky a vlhkostní toky, tvořené zejména vodní párou.
- Světelné mikroklima charakterizuje osvětlení, a to buď denní nebo umělé nebo nejčastěji jejich kombinace. Informace ze světelného mikroklimatu získáváme zrakem.
- Akustické neboli zvukové mikroklima je tvořeno zvukovými toky daným prostředím. Akustické vjemy zpracováváme sluchem.
- Oděrové a toxické mikroklima tvoří plynné látky v daném prostředí, ať už vůně nebo zápachy. Škodlivé plynné látky patří do skupiny toxického mikroklimatu. Hlavním rozpoznávacím smyslem je čich.
- Elektromagnetické mikroklima je prostředí, kde se projevují účinky elektromagnetického pole a ovlivňují celkový stav člověka.
- Mikrobiální mikroklima je tvořeno mikroorganismy nacházejícími se v ovzduší, například plísněmi, bakteriemi nebo viry.
- A jiné... [15]

Druh mikroklimatu	Vliv
Tepelně-vlhkostní	30 %
Světelné	24 %
Akustické	22 %
Oděrové a toxické	15 %
Ostatní	9 %

Obr. 1-2 Vliv některých druhů mikroklimatu na celkovou úroveň prostředí [15]

1.3 Hluk

Hlukem považujeme každý nežádoucí zvuk, který ruší klid, znesnadňuje příjem zvukové informace, obtěžuje nebo nepříznivě působí na naše zdraví. Více jak 90 % veškerého hluku způsobují stroje nebo technologická a dopravní zařízení, zbylých 10 % tvoří přirozené zdroje hluku. Při zkoumání hluku ve vztahu k člověku je důležité se zaměřit zejména na zdroj hluku, prostředí, ve kterém se hluk šíří a v neposlední řadě také samotnému působení hluku na člověka.

S šířením hluku ve vzduchu je spojen akustický tlak. Pojmeme akustický tlak rozumíme akustické vlnění, při jehož šíření vznikají drobné poruchy a odchylky od tlaku barometrického. Lidské ucho je schopno vnímat právě tyto akustické tlaky v rozsahu 20 μ Pa

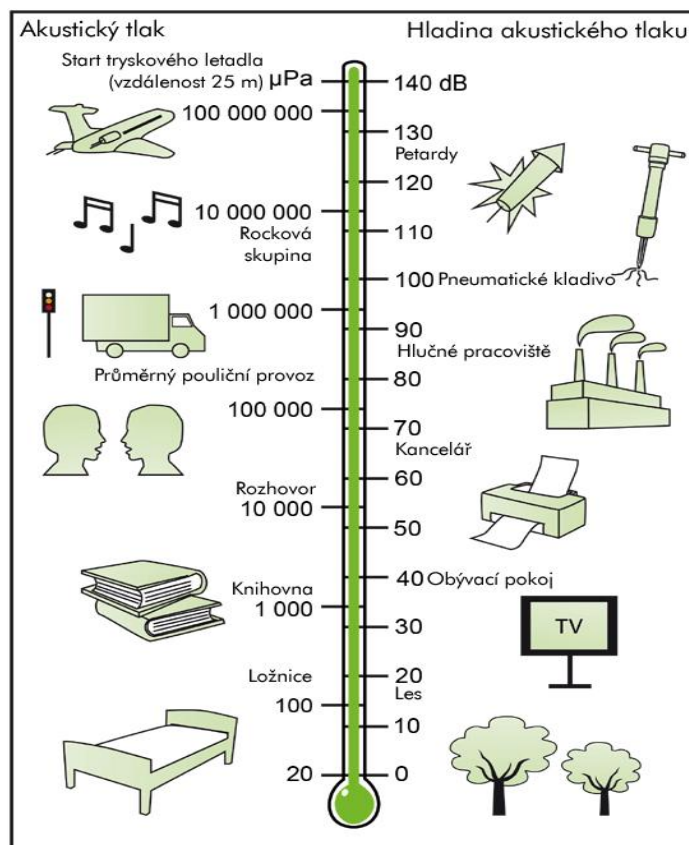
až 100 Pa. Sluchový vjem ale není přímo úměrný akustickému tlaku. Mezi akustickým tlakem a sluchovým vjemem zaznamenaným lidským uchem je logaritmická závislost. Proto byla zavedena veličina – hladina akustického tlaku (L_p) definována vztahem:

$$L_p = 20 \log \frac{p}{p_o} \text{ [dB]}$$

Kde p je efektivní hodnota akustického tlaku a p_o je referenční hodnota akustického tlaku tj. $2 \cdot 10^{-5}$ dB. Hladina akustického tlaku se udává v belech (B). V praxi se však používá jednotka desetkrát větší, tedy decibel (dB). [21]

Stejný hluk působí různě na jednotlivé typy lidí. Obecně více nepříjemný je hluk vysokofrekvenční, oproti nízkofrekvenčnímu. Lidské ucho je obecně schopno vnímat maximální rozsah frekvence od 16 Hz do 20 000 Hz. Dále se za více rušivý hluk považuje ten, který neznáme nebo neočekáváme. Hluk, který známe nebo víme, k jakému zdroji hluku ho přiřadit, je pro člověka méně dráždivým. Hluk spojitý snáší lidský organismus mnohem lépe než hluk nespojitý (impulsivní). Více rušivý je hluk, který přímo nesouvisí s vykonávanou činností, než ten, který daná činnost přirozeně vydává.

Nejpříznivější zvukové prostředí pro člověka je takové, kdy hladina všech zvuků nepřesahuje 30 dB. Hluk od 30 do 65 dB může být pro člověka za určitých okolností škodlivý. Míra škodlivosti závisí na citovém vztahu konkrétního člověka k hluku. V rozmezí od 65 do 95 dB je hluk pro člověka škodlivý bez ohledu na vztah člověka k hluku. Především záleží na délce působení hluku. Hladina akustického tlaku od 95 do 130 dB trvale poškozuje sluchový orgán. Hluk nad 130 dB působí bolest, způsobuje ztrátu sluchu, dále pak omdlení až smrt. [24]



Obr. 1-3 Zdroje hluku - stupnice [18]

1.4 Osvětlení

Osvětlení je velice důležitou součástí pracovního prostředí, protože 80 až 90 % informací při práci získává člověk zrakem. Správné osvětlení pracoviště je důležité pro výkonnost, kvalitu, čistotu a bezpečnost práce. Navíc pomáhá snížit zrakovou únavu, a tím zvýšit zrakovou pohodu pracovníka.

Lidské oko je schopno vnímat viditelnou část elektromagnetického záření o vlnových délkách 390 až 790 nm. Mezi základní fotometrické charakteristiky patří například svítivost nebo světelný tok. Světelný tok je výkon zářivé energie hodnocený světelným vjemem, který vyvolá v lidském oku. Jednotkou je lumen (lm). Svítivost je podíl světelného toku, který zdroj vyzařuje do elementu prostorového úhlu a velikosti tohoto elementu prostorového úhlu. Jednotkou je kandela (cd). Velký vliv na kvalitu zrakového vjemu má intenzita osvětlení. [13]

Intenzita osvětlení neboli osvětlenost, je definována jako podíl světelného toku dopadající na elementární plochu. Osvětlenost se udává v luxech (lx), což je lumen na m². [6]

$$E = \frac{d\Phi}{dA} [\text{lx}]$$

Osvětlení průmyslových prostor může být zajištěno denním (přírodním) nebo umělým osvětlením nebo jejich kombinací. Hlavní výhodou denního osvětlení se mohou zdát nulové náklady, ale skleněnými plochami pak často uniká teplo a tyto plochy se musí pro udržení funkčnosti také čistit. Nevýhodou je kolísání intenzity osvětlení během dne i během ročních období, a také náchylnost na počasí. Umělé osvětlení se nejčastěji používá jako doplněk k dennímu osvětlení. Umělé osvětlení může být také použito jako hlavní zdroj světla v prostorách nebo místnostech, kde nejsou okna, světlíky nebo jiné prosklené plochy.

Viditelnost každého předmětu je dána intenzitou a kvalitou osvětlení, velikostí předmětu a také kontrastem s pozadím. Proto je žádoucí řešit osvětlení a barevné návrhy průmyslových interiérů vždy současně. [24]

Osvětlení můžeme rozdělit na vnitřní a venkovní. Nebo podle rozmístění svítidel na celkové – osvětlení je zajištěno okny, světlíky nebo svítidly u stropu a na místní – svítidla jsou přímo na pracovišti nebo kombinací obou předchozích. Svítidla podle rozložení světelného toku můžeme rozdělit na přímé, polopřímé, smíšené, polonepřímé a nepřímé.

Pokud chceme osvětlení analyzovat, musíme se především zaměřit na intenzitu osvětlení, směr a rovnoměrnost osvětlení, na stínivost a oslnivost, barvu světla, a dále také na bezpečnost, estetičnost, ekonomičnost nebo údržbu osvětlení. [13]

Druh osvětlení	Světelný tok rozdělen	
	Nahoru	Dolů
Přímé	10 % - 0 %	90 % - 100 %
Polopřímé	40 % - 10 %	60 % - 90 %
Smíšené	60 % - 40 %	40 % - 60 %
Polonepřímé	60 % - 90 %	40 % - 10 %
Nepřímé	90 % - 100 %	10 % - 0 %

Obr. 1-4 Rozložení světelného toku svítidel [13]

2 Charakteristika výrobního systému

2.1 Představení firmy Fujitrans

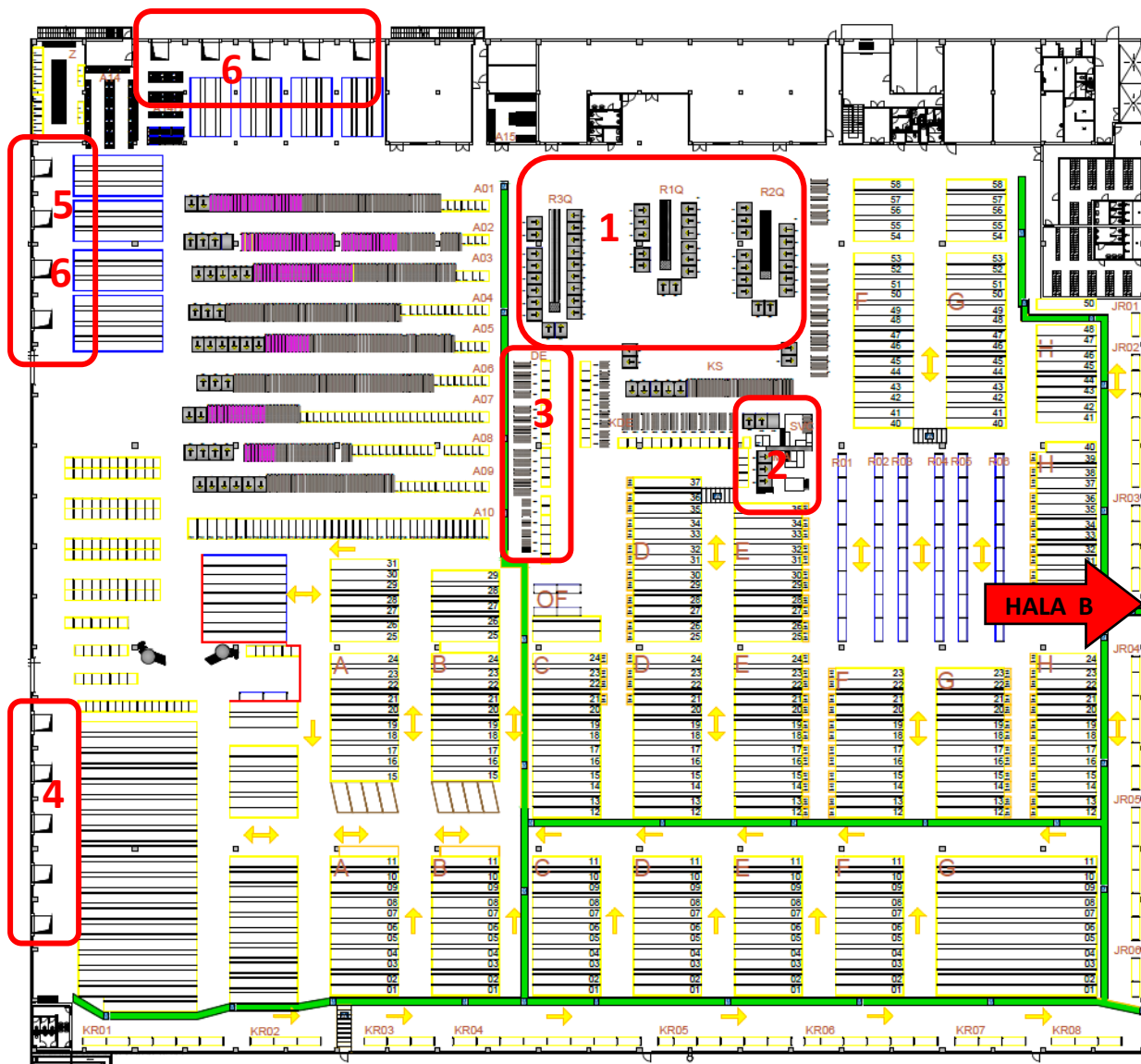
Spediční firma FUJITRANS (EUROPE) B.V. CZECH BRANCH sídlí v Praze, ale skladovací prostory se nachází v Plzni. Je jednou z devatenácti poboček společnosti Fujitrans Corporation se sídlem v Japonsku. Plzeňské skladovací prostory nyní slouží převážně jako podpora a externí sklad hlavního zákazníka – firma Daikin. Ve firmě Fujitrans v Plzni pracuje okolo 150 stálých zaměstnanců a asi 50 brigádníků. Firma funguje ve třisměnném provozu, 5 dní v týdnu. Skladovací plocha je 25000 m² a je zde umístěno až 12000 palet. Počet různých naskladněných dílů je přibližně 2500. Dodavatelů z České republiky je okolo 50. Evropských dodavatelů je 11 a zaoceánských 8. Denně do skladu Fujitrans dorazí asi 60 kamionů s dodávkou materiálu.



Obr. 2-1 Logo firmy [17]

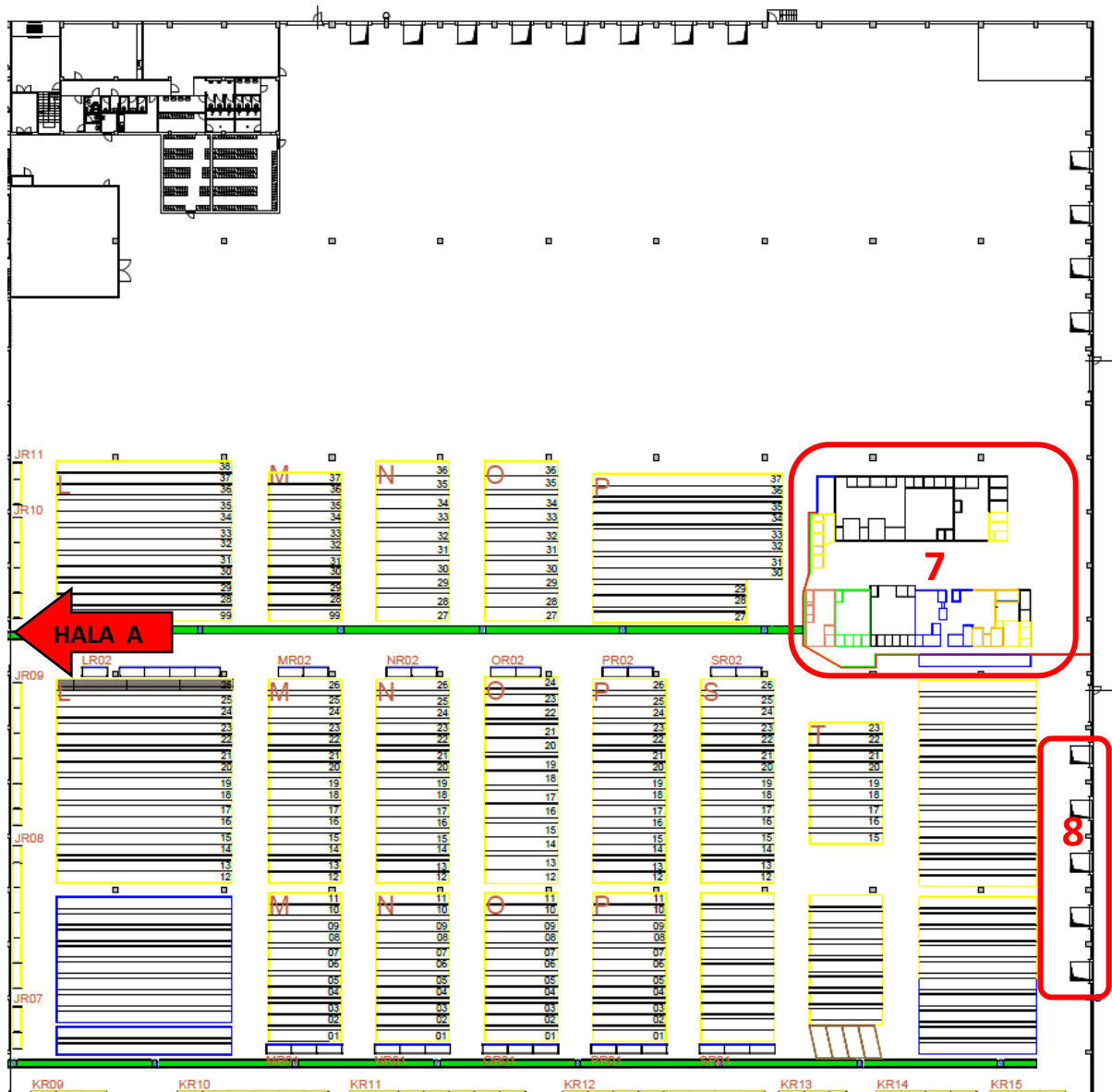
2.2 Popis haly

Hala o délce 250 metrů a šířce 100 metrů se nachází v Plzni na Borských polích. Celá hala je přibližně v polovině rozdělena na halu A a halu B. Většina zázemí je umístěna v hale A. Je zde hlavní skladovací prostor, tři vychystávací pracoviště Kenso a jejich podpůrná oddělení, pracoviště kompletace manuálových setů – MA, pracoviště přebalu materiálu – DE, příjem evropských zásilek, příjem vratných obalů od zákazníka, pracoviště odesílání zásilek zákazníkovi, kanceláře, jídelna a další zázemí. V hale B jsou jen další skladovací prostory, příjem zaoceánských zásilek a pracoviště kompletace obalových materiálů – Packing Case. Část haly B je zatím nevyužitá.



Obr. 2-2 Hala A

- 1 – tři pracoviště Kenso
- 2 – pracoviště MA
- 3 – pracoviště DE
- 4 – příjem evropských zásilek
- 5 – příjem vratných obalů
- 6 – pracoviště odesílání



Obr. 2-3 Hala B

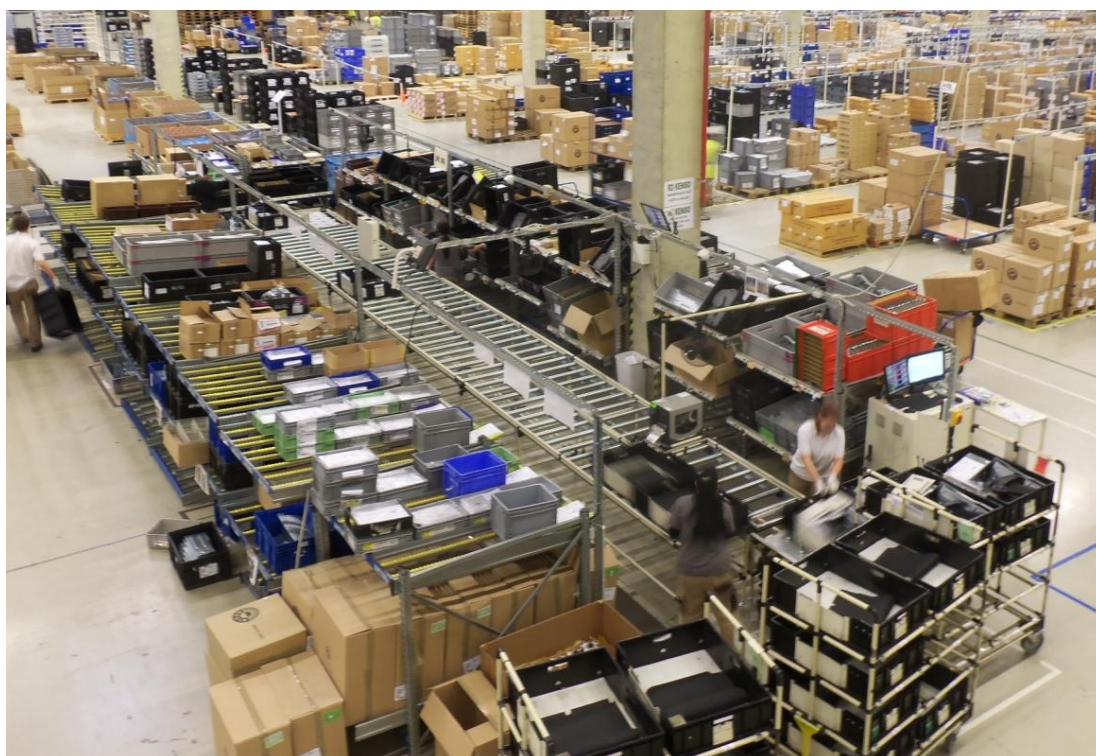
7 – pracoviště Packing Case

8 – příjem zaoceánských zásilek

2.3 Analyzovaná pracoviště

2.3.1 Pracoviště Kenso R3

Pracoviště Kenso R3 je jedno ze tří pracovišť, kde se vkládají jednotlivé díly do přepravek, které se pak posílají k zákazníkovi. Tato pracoviště jsou velmi důležitá, protože naplněné přepravy se dodávají podle potřeby přímo na montážní linku zákazníka podle zásad JIT. Linka je postavena do tvaru U, důvodem je úspora místa, optimalizace pohybů a dosahů pracovníků. Na jednom pracovišti pracují nejčastěji tři pracovníci. Na jedné lince je zhruba 100 různých dílů. Do přepravek se vkládá okolo 20 požadovaných dílů. Mezi díly se vkládají měkké materiály oddělující jednotlivé díly, aby se při přepravě nepoškodily. Přepravy si pracovníci posílají po 11 metrů dlouhém válečkovém dopravníku. V jeho polovině je kuličkový stůl, kde se přepravy otáčejí o 180° a vrací se zpět. U linky Kenso R3 je navíc na konci dopravníku výtah s kuličkovým stolem, kde si obsluha výtahu plnou přepravku zdvihne, jak potřebuje a následně ji natlačí do vozíku. Výtah je na lince Kenso R3 z důvodu ochrany zdraví pracovníků, plná přepravka zde váží často až 23 kg. Za jednu směnu linka vyprodukuje až 700 naplněných přepravek.



Obr. 2-4 Pracoviště Kenso R3

2.3.2 Pracoviště MA

Na pracovišti MA se kompletují a balí manuálové sety k hotovým výrobkům zákazníka. Z regálů na pracovišti se do igelitových sáčků přidávají manuály, prospekty k výrobkům, samolepky, různá upozornění a doporučení a někdy i jednoduché nářadí nebo drobné náhradní díly. Takovýto komplet se následně zataví. Když je vyhotoveno 10 kompletů, tak se zabalí a posílají v přepravce pomocí válečkového dopravníku dál ke kontrole. Za jednu směnu se zde zkompletuje 1800 manuálových setů. Na pracovišti MA pracuje pět pracovníků.



Obr. 2-5 Pracoviště MA

2.3.3 Pracoviště Packing Case

Pracoviště Packing Case se jako jediné nachází v hale B. Zde se z kartonů, lepicích pásek a spon vyrábí obalové materiály pro hotové výrobky zákazníka. Do kartonových krabic se mohou vkládat externě dodané polystyrenové vložky nebo se požadovaný vnitřní i vnější tvar složí pouze z kartonu. Některé krabice stačí složit, jiné se musí sešít sponami. Na pracovišti je rozmístěných sedm pneumatických sponkovaček poháněných dvěma kompresory. Na pracovišti vyrábí obalové materiály 9 pracovníků. Za jednu směnu se na pracovišti Packing Case vyrobí asi 2500 kusů obalového materiálu.



Obr. 2-6 Pracoviště Packing Case

2.3.4 Pracoviště odesílání

Na tomto pracovišti se nakládají do kamionu palety s přepravkami nebo regálové vozíky naplněné přepravkami s potřebnými díly. A to, jak díly přímo ze skladu, tak přepravky naplněné díly z některého z pracovišť. Do jednoho návěsu navážejí pracovníci 5 až 10 palet nebo v průměru 15 vozíků. U každého výjezdu od skladu je hydraulicky výškově nastavitelná rampa, která zajišťuje přizpůsobení různým typům návěsů. Kamiony odjíždějí zhruba každých 30 minut podle přesného časového harmonogramu určeného zákazníkem. Za směnu jich od skladu firmy Fujitrans odjede 14.



Obr. 2-7 Pracoviště odesílání

2.3.5 Pracoviště DE (Decanting)

Pracoviště přebalu materiálu neboli Decanting je využíváno zejména pro objemné a těžké zaoceánské zásilky. Po vyložení z kamionu a dopravě na pracoviště vysokozdvíhacím vozíkem se zde materiál na paletách přeskládává do menších přepravek. Důvodem je snadnější manipulace s menšími přepravkami a hlavně nedochází k přetěžování pracovníků vinou těžké manipulace s materiálem. Přijímané balení obsahuje 60 až 500 kusů a pracovníci je rozdělují do přepravek o počtu 4 až 8 kusů, v závislosti na hmotnosti jednotlivých dílů. Některé přepravky se zde připravují pro Kenso linky a jiné jdou přímo na montážní linku zákazníka.



Obr. 2-8 Pracoviště DE

2.4 Sledovaná manipulační a přepravní technika

2.4.1 Plynový vysokozdvizný vozík

Vysokozdvizný vozík BT Toner 25 na LPG od firmy Toyota je vybaven klasickými paletovými vidlemi. Ve firmě Fujitrans je používán zejména k vykládání kamionů a následnému zavážení palet s materiálem od dodavatelů do skladu k regálům nebo k zavážení palet do vyznačených válečkových tratí. Jejich maximální nosnost je 2500 kg, maximální výška zdvihu je 7 metrů. Na hale je k dispozici 10 takovýchto plynových vysokozdvizných vozíků. [14]



Obr. 2-9 Vysokozdvizný vozík [22]

2.4.2 Elektrický retrak

Elektrický retrak Toyota BT Reflex RRE200 se od klasického vysokozdvížného vozíku liší polohou řidiče ke směru jízdy. Řidič sedí bokem a má tak lepší výhled a lépe se tak orientuje ve skladových uličkách, zejména při couvání. Menší poloměr otáčení umožňuje zúžení uliček mezi regály, a tak je systém regálů méně prostorově náročný. Ve společnosti Fujitrans se používá hlavně k manipulaci v regálech, protože elektrický retrak má citlivější ovládání a vyšší zdvih. Maximální zdvih je 12,5 metru a maximální nosnost 2000kg. [19]



Obr. 2-10 Retrak [20]

2.4.3 Ruční nízkozdvížný vozík

Ruční nízkozdvížné paletové vozíky, převážně typ Toyota BT LHM230, jsou na hale hojně využívány při jakékoliv manipulaci s paletami nebo jiným materiálem. Zejména pak k nakládání palet s přepravkami směrem k zákazníkovi. Fujitrans používá jak nízkozdvížné vozíky s polyamidovými koly, tak i s polyuretanovými. Na hale je přibližně 35 ručních nízkozdvížných vozíků se zdvihem 200 mm a maximální nosností 2300kg. [10]



Obr. 2-11 Nízkozdvižný vozík [10]

2.4.4 Vozíky

Při nakládání přepravek do kamionu nebo při vykládání vratných obalů jsou využívány regálové vozíky. K dispozici je jich na hale asi 160 a výška a počet polic jsou upravované na zakázku, tak aby co nejvíce vyhovovaly potřebám firmy. Navíc ještě bývají doplněny o různé zádržné systémy, které brání v pohybu nákladu, a tím i jeho poškození. Plošinné vozíky se často používají při zásobování Kenso linek či jiných pracovišť materiálem nebo odvozem prázdných přepravek z pracoviště.



Obr. 2-12 Plošinný vozík



Obr. 2-13 Regálový vozík

2.4.5 Přepravky

Ve skladovacích prostorách nebo na pracovištích se ve firmě Fujitrans používají různé typy přepravek. Od malých (400 x 300 x 120 mm), přes střední velikost až po ty nejobemnější (800 x 600 x 350 mm). Na hale je asi 60 různých typů plastových přepravek. Pro měření ale byly vybrány jen tři základní typy, které se na Kenso linkách vyskytují nejčastěji. Menší o rozměrech 600 x 400 x 350 mm, střední 800 x 400 x 200 mm a největší s rozměry 800 x 600 x 350 mm.



Obr. 2-14 Přepravky

3 Měření intenzity osvětlení a hlučnosti na vybraných pracovištích

3.1 Měření hluku

3.1.1 Měřicí zařízení

Pro měření hluku je nutné nejdříve vybrat vhodné měřicí zařízení. Měřit buď pomocí osobního zvukového expozimetru nošeného zaměstnancem, jehož expozice hluku je určována. Anebo průměrujícím zvukoměrem umístěným na diskrétních místech nebo drženým v ruce, pokud se sleduje mobilní zaměstnanec. Osobní zvukové expozimetry se dají použít pro měření všech typů pracovních situací. Této metodě se dává přednost při dlouhotrvajících měřeních u mobilního zaměstnance, který je zapojen do složitých, často nepředvídatelných operací nebo provádí velký počet samostatných operací. Naopak při měření jednotlivých nebo mnohočetných operací prováděných na pevných pracovních místech se mohou použít zvukoměry držené v ruce nebo jinak upevněné. [7]

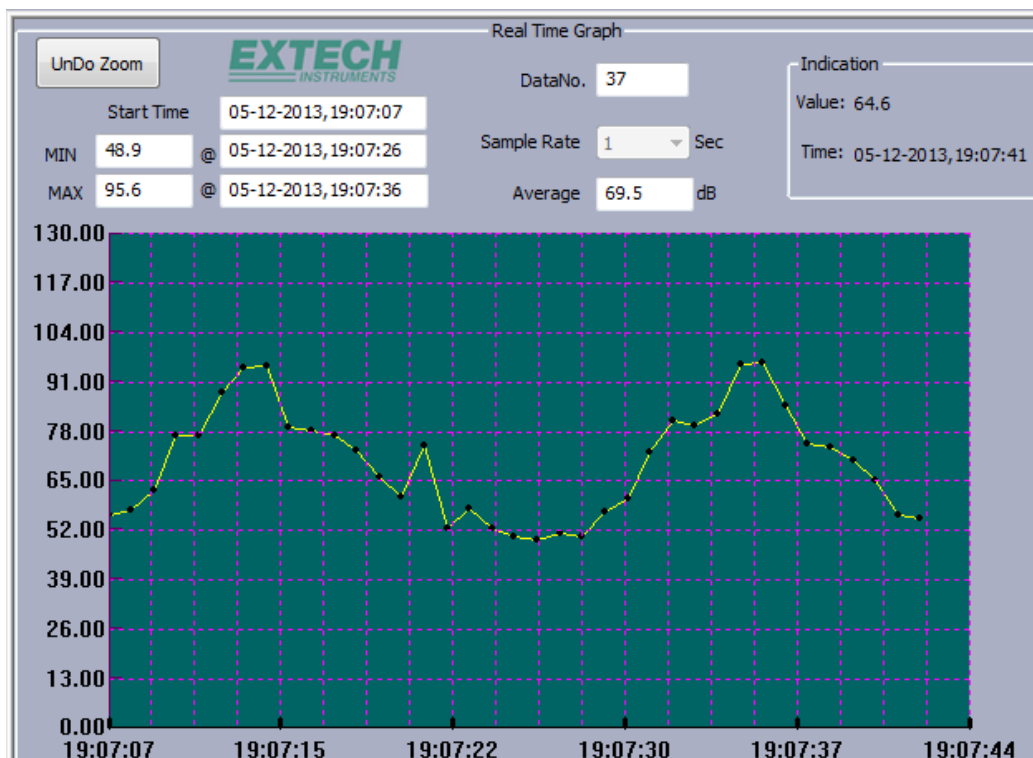
V tomto případě byl použit k měření hluku zvukoměr, někdy též hlukoměr, protože byly měřeny jednotlivé úkony na pracovištích. Zvukoměr je přístroj, který za pomoci přesného senzoru – mikrofonu, měří akustický tlak. Na senzor může být nasazeno odstínění kvůli lepší filtraci nežádoucích vlivů. Přístroj obvykle má přednastavené různé váhové filtry A, B, C nebo D. Váhové filtry přepočítávají měřené hodnoty hladin zvuku na požadované výstupní hodnoty v závislosti na frekvenci zvuku. Přepočtené hodnoty v decibelech se pak zobrazují na displeji, případně jsou nahrávány do vnitřní paměti zvukoměru. [23]

Měření hluku ve firmě Fujitrans bylo prováděno zvukoměrem Extech model HD 600, který splňuje standardy ANSI a IEC61672-1 třídy 2. Jedná se o kompaktní zvukoměr s rozměry 278 x 76 x 50 mm a hmotností 350 g. Monochromatický displej s úhlopříčkou 2,8" zobrazuje aktuální hodnotu hluku, čas nahrávání, rozsah stupnice a další údaje o momentálním nastavení přístroje. Displej může být i chvilkově podsvícený. S přístrojem lze měřit v několika režimech. Režim FAST nebo SLOW se liší v počtu snímaných hodnot za sekundu, buď měří po 125 milisekundách, anebo po 1 sekundě. V režimu MIN nebo MAX ukládá zvukoměr jen nejnižší nebo nejvyšší dosaženou hodnotu v průběhu měření a dále lze zvolit, zda má přístroj použít váhový filtr A nebo C. Zvukoměr dokáže měřit v rozsahu 30 až

130 decibelů s přesností 1,4 decibelu. Umožňuje ukládání až 20000 záznamů s intervalem 1 až 59 sekund. V propojení s PC dokáže při měření zaznamenávat až 10 hodnot za sekundu, při ukládání do vnitřní paměti 1 hodnotu za sekundu. S podpůrným softwarem lze v PC hodnoty vyvolat do přehledného grafu a s hodnotami dále pracovat nebo je exportovat do programu MS Excel. Propojení s PC je prostřednictvím USB kabelu s mini USB portem v přístroji. Napájet přístroj je možné buď ze sítě, anebo pomocí 9V baterie. Při zvýšených požadavcích na citlivost snímače zvuku, lze připojit i externí mikrofon. [12]



Obr. 3-1 Hlukoměr [25]



Obr. 3-2 Ukázkový výstup z měření

3.1.2 Způsob měření

Z důvodu požadavku na proměření hluku na většině pracovišť a pohybu manipulační techniky na hale bylo vzhledem k rozsahu a náplně práce prováděno pouze orientačního/přehledové měření pomocí kalibrovaného zvukoměru drženého v ruce v přesně stanovené poloze vůči směru šíření hluku. Nebyl použit osobní zvukový expozimetr, který by měl pracovník připevněný k rameni během vykonávání obvyklé pracovní činnosti na daném pracovišti po určitou dobu.

Po konzultaci s pracovníky a s vedením byl dle doporučení normy k měření hluku na pracovištích vybrán jmenovitým dnem čtvrtek - ranní směna. Jmenovitý den je takový, který je z hlediska produkce hluku pro měřené pracoviště nejvíce charakteristický. Prováděná operace musí být reprezentativní, není-li tomu tak, musí se to zaznamenat a uvést.

Při strategii měření založené na úloze, kdy se strategie zaměřuje na úlohy s významnou expozicí hluku a minimalizování doby trvání měření, je nejužitečnější rozdělit práci na měřící intervaly, kde budou všechny významné příspěvky hluku, zejména ty krátkodobé s vysokou expozicí během pracovního dne.

U každého z měřených případů se musí zaznamenat doba trvání a četnost hlukové události. Doba trvání se určí pozorováním a měřením při měření hluku a četnost událostí po konzultaci s pracovníky a vedením. [7]

V přítomnosti pracovníka se mikrofon umísťuje 0,20 m \pm 0,02 m od středu hlavy pracovníka v rovině očí, směrem ke zdroji hluku. V případě nepřítomnosti stojícího pracovníka se mikrofon umísťuje do výšky 1,55 m \pm 0,075 m nad referenční bod na zemi. Referenční bod je přímo pod středem hlavy pracovníka na místě, kde obvykle stojí. [8]

Rozsah teplot od 0 °C do 40 °C pro zvukoměry třídy 2 dle normy ČSN EN ISO 9612 je během všech měření zajištěn a v hale nehrozí překročení daného maxima a minima teploty. [7]

Veškeré měřené hodnoty zvuku jsou měřeny a uváděny v jednotkách dB(A), což jsou hodnoty přepočteného akustického tlaku vyjádřené v decibelech při použití váhového filtru A, který nejlépe charakterizuje vnímání lidského ucha. [23]

Při měření zvukoměrem Extech HD 600 bylo zvoleno nastavení kdy rozsah měření je 30 až 130 dB, použitý váhový filtr typu A, měření v režimu FAST, data ukládána nahráváním do vnitřní paměti přístroje a následné zpracování dat s pomocí aktuální verze softwaru v2.2 přímo z webových stránek výrobce.

3.1.3 Měřená pracoviště

3.1.3.1 Měření hluku při pohybu přepravky na lince Kenso R3

Sled operací na lince je ve skutečnosti celkem rychlý, a tak je vhodné, operace na lince proměřit, zda nejsou pracovníci vystaveni příliš vysoké hladině hluku během směny.

Chod linky Kenso R3 je rozdělen do několika na sebe navazujících operací. Pozorováním nepřetržitého chodu linky byly zjištěny potenciální zdroje zvýšené hladiny hluku. Následně byly určeny úkony, při kterých tyto zdroje hluku vznikají.

Při měření hluku během manipulace s přepravkami byl použit režim zvukoměru, který měří pouze maximální hodnotu zvuku. Každé měření trvalo asi 5 sekund, během kterého hlukoměr změřil maximum hluku dosažené při dané manipulaci s přepravkou. Měření bylo vždy při každé operaci celkem pět.

První operace na lince Kenso je sundání prázdné přepravky z horního patra regálového vozíku a následné položení a mírné posunutí přepravky na válečkový dopravník s kovovými válci. Zdrojem hluku je zde kontakt prázdné přepravky s dopravníkem.

1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
77,5 dB	84,8 dB	87,0 dB	76,7 dB	85,3 dB



Obr. 3-3 Položení přepravky na dopravník

Při dalším úkonu je částečně naplněná přepravka posílána po válečkovém dopravníku. Zdrojem hluku je přejezd přepravky přes každý válec. Pohyb obsahu přepravky nevydává žádný hluk díky vkládání měkkých prokladů mezi jednotlivé díly.

1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
78,5 dB	79,6 dB	79,4 dB	76,7 dB	78,0 dB



Obr. 3-4 Pohyb přepravky po dopravníku

Další zdroj hluku na lince Kenso vzniká na konci první části válečkového dopravníku, kdy přepravka s díly najede na kuličkový stůl. Při sjezdu z dopravníku, nájezdu na kuličkový stůl a následném roztočení kuliček vzniká hluk.

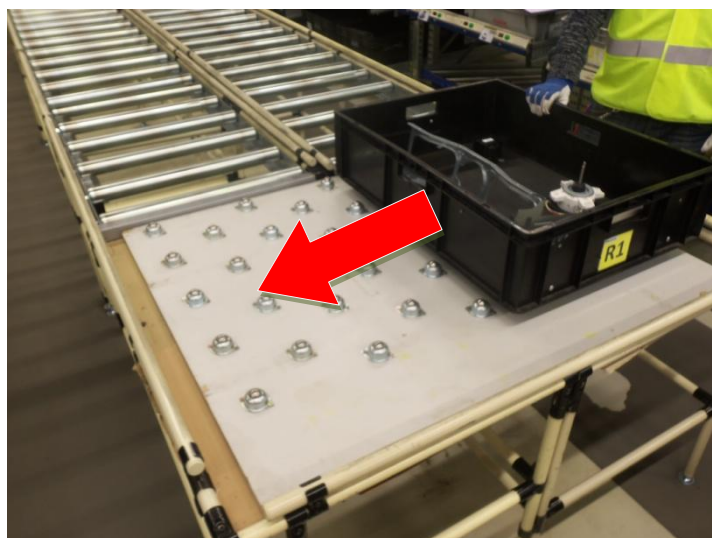
1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
89,4 dB	85,7 dB	83,3 dB	89,0 dB	90,2 dB



Obr. 3-5 Nájezd přepravky na kuličkový stůl

Na kuličkovém stole se přepravka přesune asi o jeden metr, aby mohla být přepravka s díly následně poslána zpět po válečkovém dopravníku. Zdrojem hluku je zde přesun přepravky po kuličkách kuličkového stolu.

1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
85,7 dB	86,4 dB	82,3 dB	88,2 dB	84,9 dB



Obr. 3-6 Pohyb po kuličkovém stole

Předposlední operací a zdrojem hluku je sjezd plně naložené přepravky z válečkového dopravníku na elektrický výtah, jehož plocha je pokryta kuličkami pro snadnější manipulaci s přepravkou. Systém kuliček je podobný jako v případě kuličkového stolu.

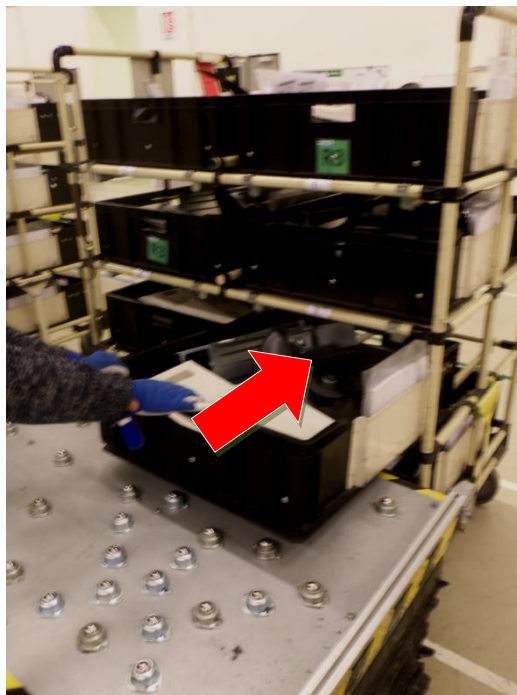
1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
83,3 dB	80,8 dB	84,3 dB	82,5 dB	80,2 dB



Obr. 3-7 Nájezd na výtah

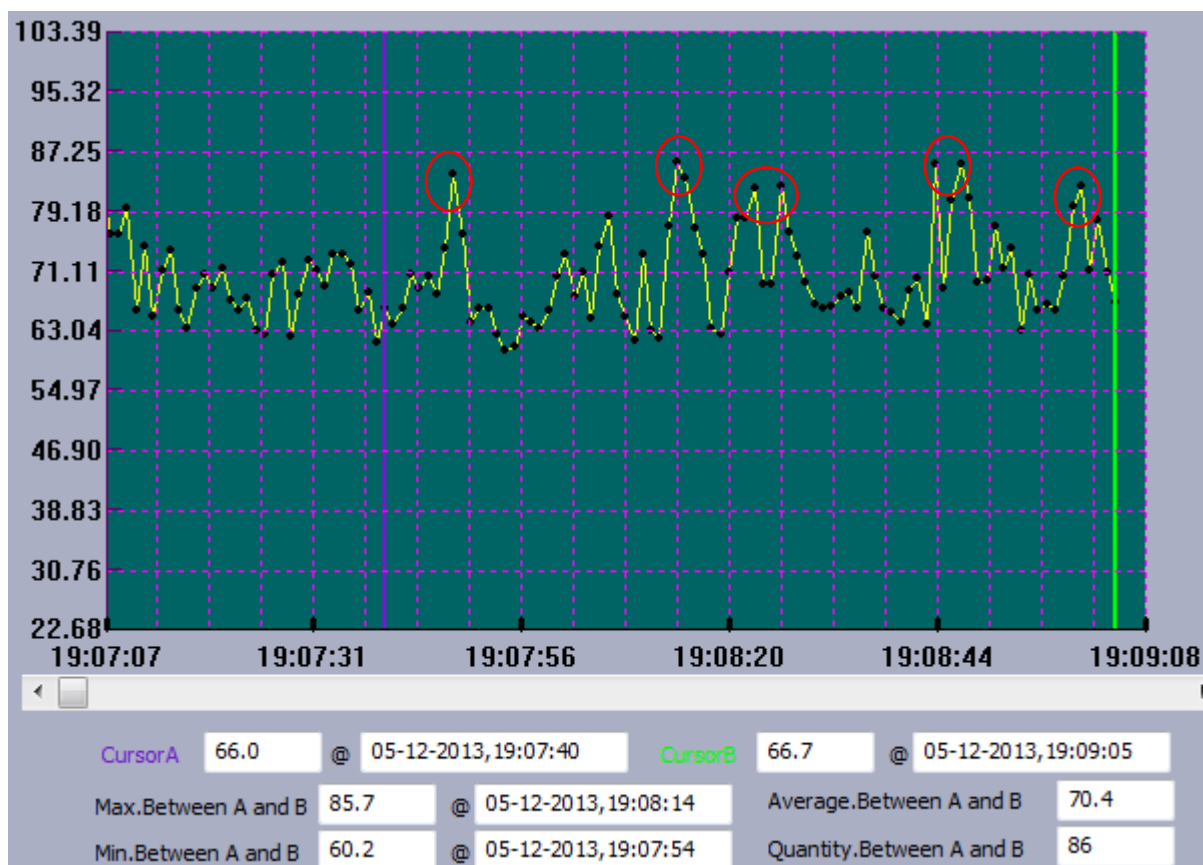
Nasunutí plně přepravky do regálového vozíku je poslední operací na lince Kenso R3. Zdrojem hluku je nájezd přepravky na plastovou trubku vozíku a zároveň pohyb přepravky po kuličkách na ploše výtahu.

1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
81,7 dB	80,2 dB	78,8 dB	86,4 dB	78,8 dB



Obr. 3-8 Naložení přepravky do vozíku

Průběh přehledového zhruba dvouminutového měření reálného nepřetržitého chodu linky Kenso R3 je znázorněn na grafu. V části grafu do fialové přímky bylo měření prováděno v blízkosti válečkového dopravníku a reálné hodnoty hluku se pohybovaly i hluboko pod hranicí 80 dB. V části grafu mezi fialovou a světle zelenou přímkou proběhlo měření v blízkosti kuličkového stolu. Hodnoty v červeném kruhu jsou hodnoty hluku při nájezdu přepravky na kuličkový stůl nebo při posunu přepravky po stole.



Obr. 3-9 Graf pracoviště Kenso R3

3.1.3.2 Měření hluku při manipulaci s prázdnou přeprvkou

Na hale vzniká hluk kromě pracovišť a manipulační techniky také při manipulaci s prázdnými přeprvkami. Proto byly vybrány ty úkony, které jsou při manipulaci s prázdnými přeprvkami největšími zdroji hluku.

Na Kenso linky jsou díly dodávány v plastových přeprvkách různých velikostí. Po vyprázdnění je třeba prázdnou přepravku co nejnaději a co možná nejrychleji dostat z pracoviště pryč. K tomuto účelu slouží gravitační dopravníky sestavené s kladičkových lišt, na které pracovník položí přepravku a ona samospádem odjede z pracoviště. Při položení se stává kontakt přepravky s dopravníkem a následný pohyb přepravky po dopravníku zdrojem hluku. Byly měřeny manipulace s třemi základními různě objemnými druhy přepravek.

Přepravka o rozměrech 600 x 400 x 350 mm:

1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
82,7 dB	82,3 dB	80,4 dB	85,5 dB	83,1 dB

Přepravka o rozměrech 800 x 400 x 200 mm:

1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
83,1 dB	80,0 dB	83,4 dB	85,1 dB	83,9 dB

Převrška o rozměrech 800 x 600 x 350 mm:

1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
96,2 dB	90,2 dB	96,0 dB	92,9 dB	93,9 dB



Obr. 3-10 Doprava přeprvky z linky

Prázdné přeprvky z druhého konce gravitačního dopravníku vyzvedává jiný pracovník, který tyto přeprvky nakládá na plošinový vozík. A zejména při nakládání první prázdné přeprvky a následném nepoložení, ale upuštění přeprvky z výšky, na dřevěnou desku vozíku vzniká silný zdroj hluku.

Převrška o rozměrech 600 x 400 x 350 mm:

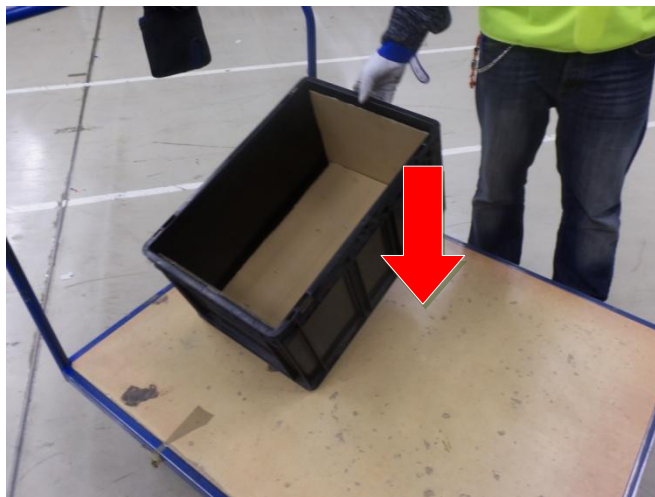
1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
86,0 dB	90,8 dB	87,6 dB	88,2 dB	85,4 dB

Převrška o rozměrech 800 x 400 x 200 mm:

1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
82,0 dB	88,2 dB	86,1 dB	86,4 dB	83,5 dB

Převrška o rozměrech 800 x 600 x 350 mm:

1. měření	2. měření	3. měření	4. měření	5. měření
95,6 dB	88,7 dB	96,8 dB	95,7 dB	89,8 dB



Obr. 3-11 Naložení přepravky na vozík

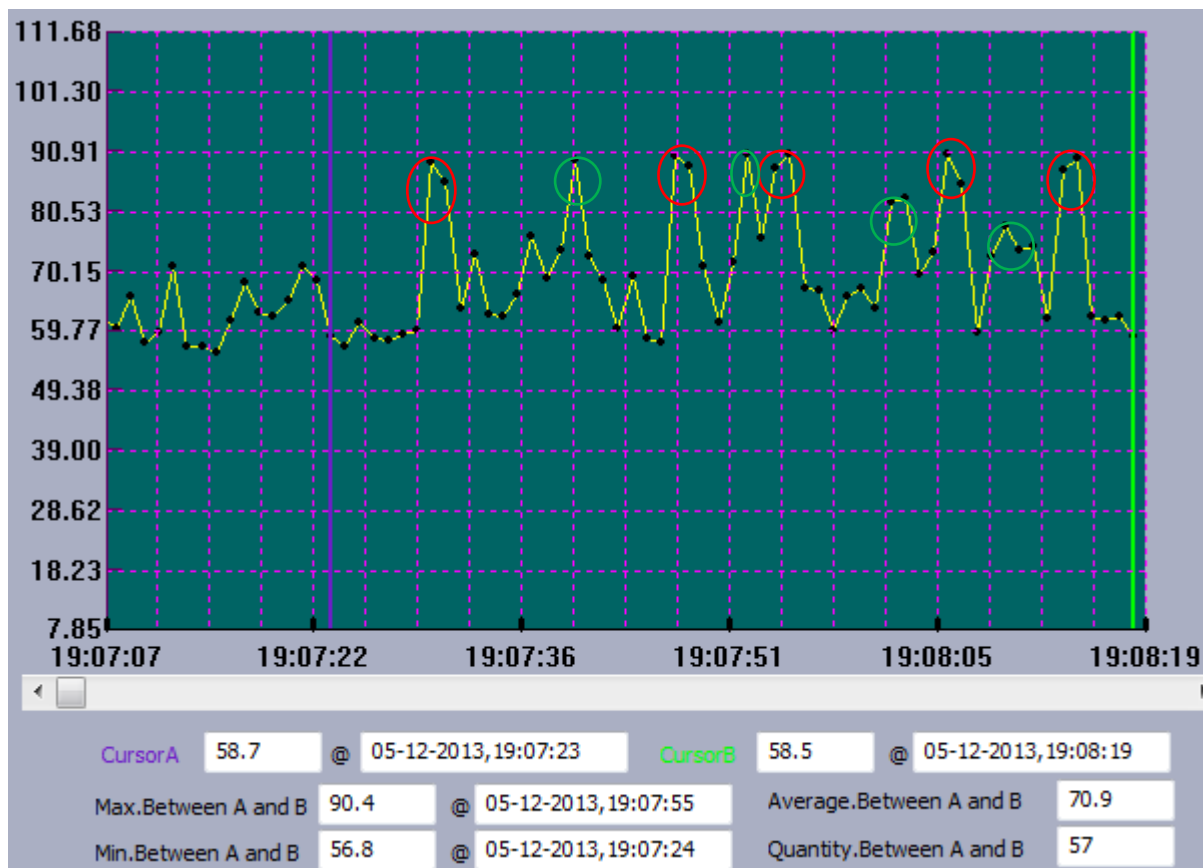
3.1.3.3 Měření hluku na pracovišti MA

Na pracovišti MA byla určena jako zdaleka nejhluchnější operace posílání naplněné přepravky se zabalenými manuálovými sety po válečkovém dopravníku s plastovými válečky a následný náraz do kovové zarážky na konci dopravníku. Na pracovišti MA se ustálená hladina hluku pohybuje okolo 60 dB.



Obr. 3-12 Doprava manuálů po dopravníku

Měření hluku válečkového dopravníku je znázorněno na grafu od fialové přímký A do světle zelené přímký B. Měření probíhalo nepřetržitě tak, že pracovník posílal naplněnou přepravku po dopravníku v jednom (měřeném) směru a v zápětí mu byla posílána zpět. Bylo provedeno celkem 5 měření s podobnou charakteristikou pohybu znázorněné červenými kruhy na grafu. Zelenými kruhy je vyznačen hluk vykonaný dopravníkem při vrácení zpět na další měření.

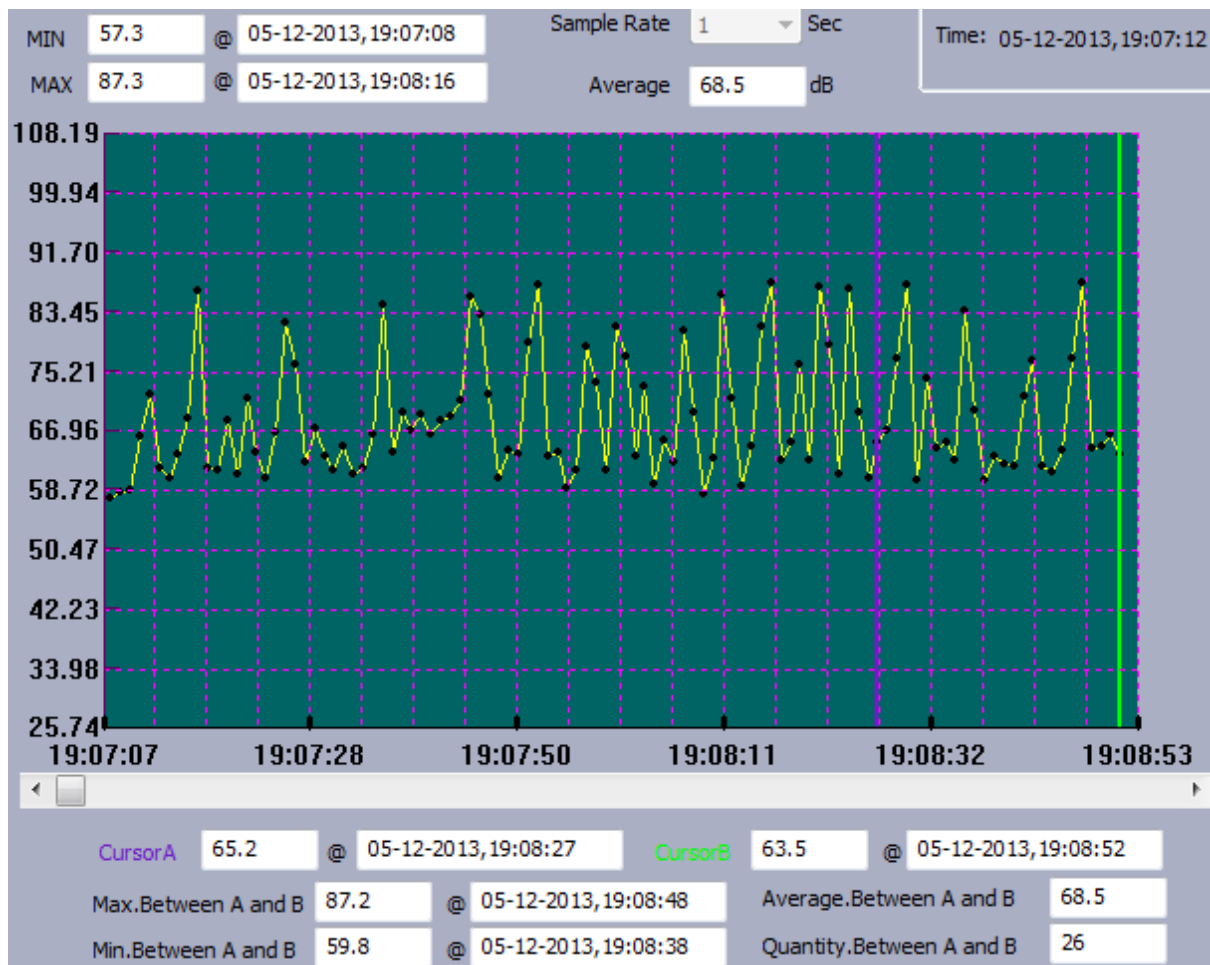


Obr. 3-13 Graf měření na pracovišti MA

3.1.3.4 Měření hluku na pracovišti Packing Case

Měření hluku na pracovišti Packing Case proběhlo z důvodu proměření hladinu hluku vydávající sponkovačky při kompletaci kartonových krabice. Navíc se na pracovišti nachází kompresor, který při poklesu tlaku pravidelně spíná, aby doplnil tlak do soustavy sponkovaček. Měřeno bylo na pracovišti, které se nachází nejbližší kompresoru. Toto pracoviště je i nejvytíženější.

Na grafu je znázorněn průběh činnosti pracovníka po dobu necelých 2 minut. Charakteristika grafu je celkem periodická, kdy každý vrchol grafu představuje zvuk vydaný sponkovačkou při sešití kartonové krabice. Od fialové přímký se spustil kompresor, který byl slyšet v pozadí a byl v činnosti až do konce měření (světle zelená přímký).



Obr. 3-14 Graf měření na pracovišti Packing Case

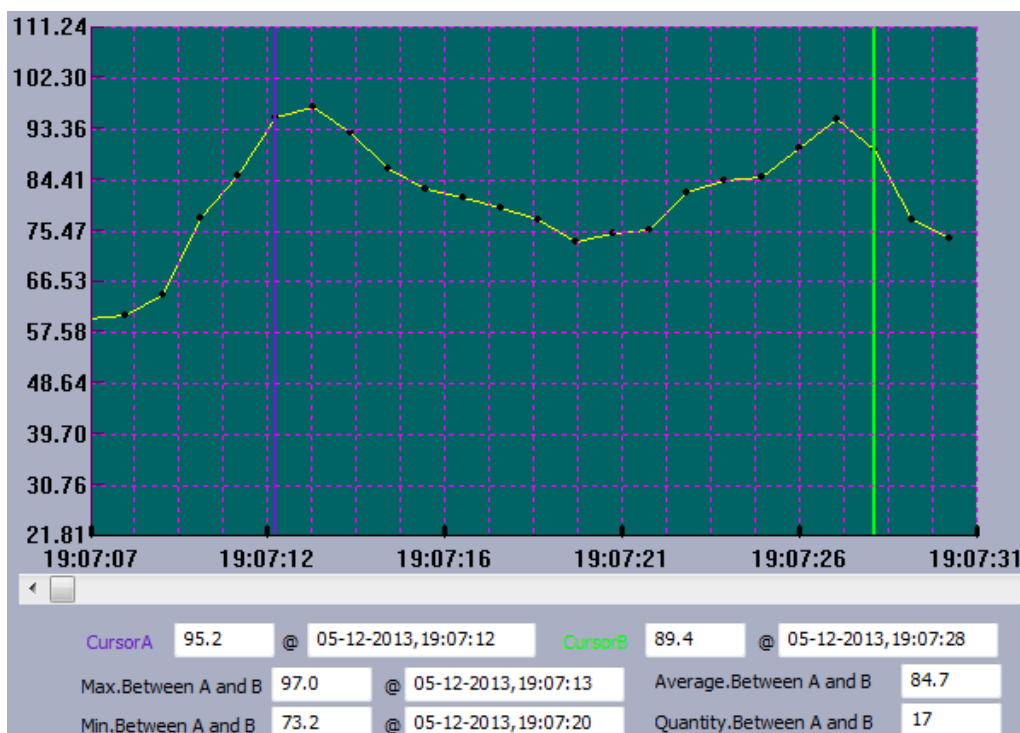
3.1.3.5 Měření hluku při pohybu paletového vozíku a vozíku při nakládání a vykládání kamionu

Na pracovišti, kde se odesílají naplněné přepravky zákazníkovi, při každém nakládání nebo vykládání vratných obalů musí paletový vozík nebo regálový vozík vždy přejet přes kovovou rampu pokrytou slzičkovým plechem. Cílem měření zde bylo zjistit, zda nejsou pracovníci během nakládky nebo vykládky vystaveni příliš vysoké hladině hluku během 8 hodinové směny vlivem hluku, který je způsobený pohybem vozíků po rampě a přejezdem mezi rampou a kamionem.



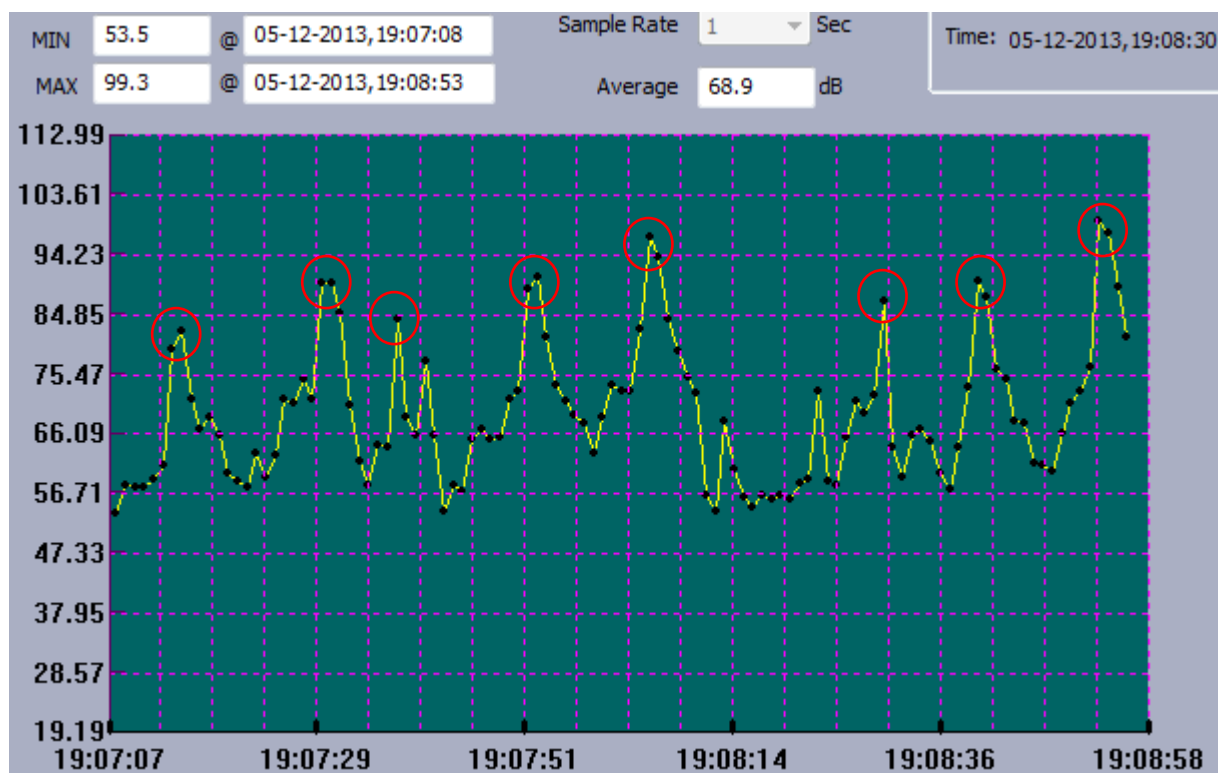
Obr. 3-15 Rampa se slízkovým plechem

Graf znázorňuje přejezd prázdného nízkozdvižného paletového vozíku s polyamidovými koly. Tedy kombinace faktorů, která vydává nejvyšší hladinu hluku na pracovišti. Graf popisuje činnost tažení paletového vozíku po podlaze haly, následný nájezd na rampu, vjezd do kamionu a hned opět výjezd s přejetím přes rampu. Zvukoměr se po celou dobu měření pohyboval spolu s paletovým vozíkem. Před fialovou přímkou v grafu je vozík tažen po podlaze haly. Při nájezdu na slízkový plech se hladina hluku zvýší asi o 10 dB. Pak opět mírně klesá v kamionu, ale i zde je hluk při pohybu vozíku vinou prázdného prostoru v návěsu celkem vysoký. Při výjezdu z kamionu přes rampu opět zvýšení hladiny hluku (v grafu až do světle zelené přímkky).



Obr. 3-16 Graf měření přejezdu přes rampu

Následující graf zachycuje nepřetržitý průběh hluku v místě vykládání a nakládání, kde se rampa napojuje na návěs, v délce necelých 2 minut. Přes rampu přešlo celkem 8 částečně naplněných regálových vozíků. Intenzita hluku při přejetí v místě zdroje hluku je v grafu vyznačena červenými kruhy. Na pracovišti bývá často několik pracovníků. Při vykládání vratných obalů si vozíky většinou posílají.



Obr. 3-17 Graf nakládky a vykládky

3.1.3.6 Měření hluku vysokozdvížného vozíku

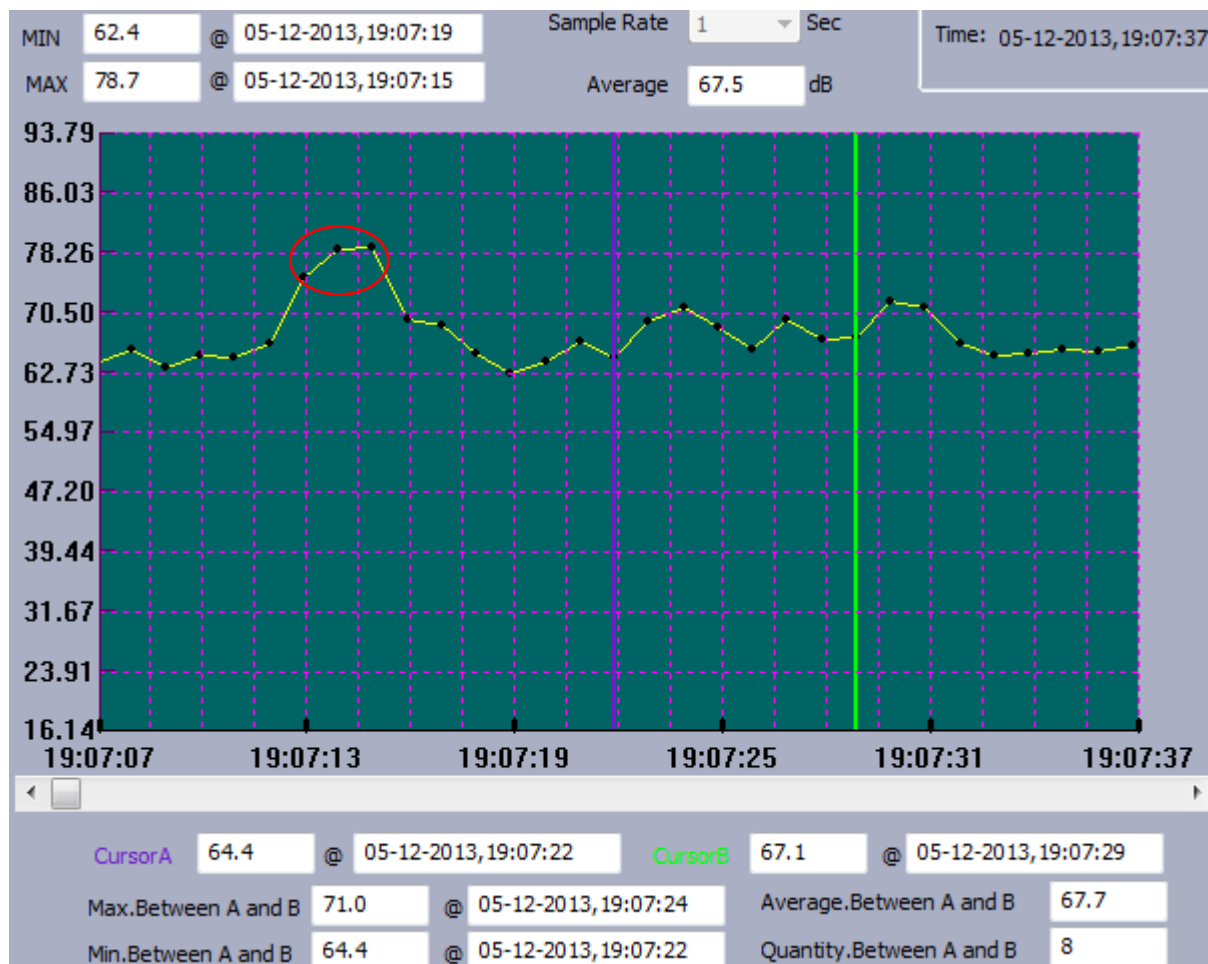
Při provozu plynového vysokozdvížného vozíku na hale vzniká při různých činnostech různě vysoká hladina hluku. Úkolem bylo měření hodnot hluku, které vysokozdvížný vozík vydává při obvyklých činnostech jako je přidání plynu, rozjezd, zaskladnění nebo couvání s výstražným signálem.

Bylo provedeno měření, při kterém řidič vozíku zvedal naloženou paletu při využití plného výkonu motoru. Při měření se vozík nacházel mezi regály a měřící zařízení bylo asi 1 metr od zdroje hluku. Sledovala se pouze maximální hodnota hluku při zvedání. Byla provedena celkem 3 měření.

1. měření	2. měření	3. měření
80,4 dB	80,8 dB	79,6 dB

Dalším měřením bylo orientační měření rutinní činnosti, kdy řidič přiveze paletu a zaskladní ji na své místo a odjede. Měření proběhlo mezi regály. Zvukoměr byl držen v ruce asi 1,5 metru od prostoru, kde vysokozdvížný vozík manévroval.

V první části grafu je znázorněn příjezd vozíku, dále je vidět nárůst hladiny hluku při zvedání naložené palety (vyznačeno červeným kruhem) asi do dvoumetrové výšky a následně její opatrné zaskladnění na jinou paletu. Mezi fialovou a světle zelenou přímkou v grafu řidič vozíku couval s občasným přidáním plynu. Za světle zelenou přímkou je patrný nárůst hluku při pomalém odjezdu vysokozdvizného vozíku.



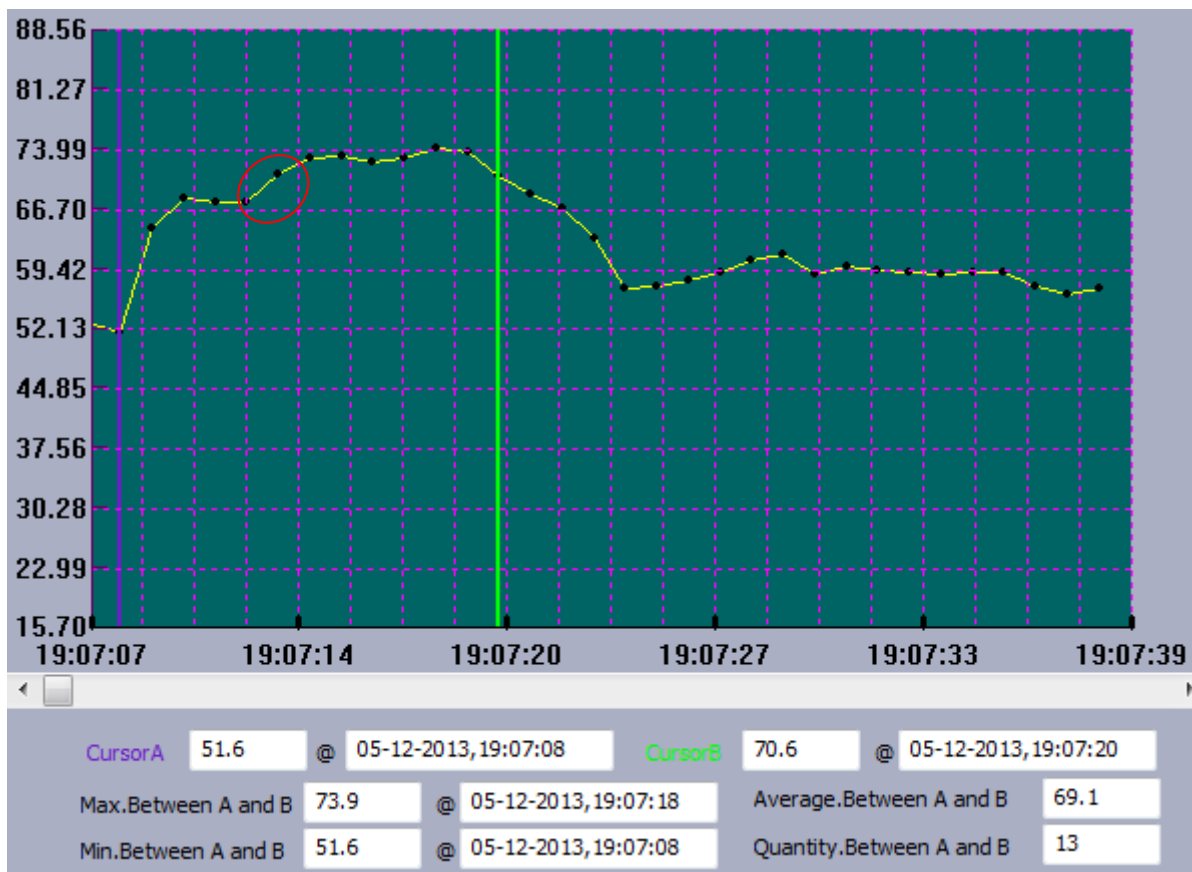
Obr. 3-18 Graf zaskladnění palety

3.1.3.7 Měření hluku retraku

Bylo provedeno orientační měření, jaký hluk vydává reálný provoz elektrického retraku, například ve srovnání s plynovým vysokozdvizným vozíkem. Ve vzdálenosti asi 1 metr od zdroje hluku – retraku.

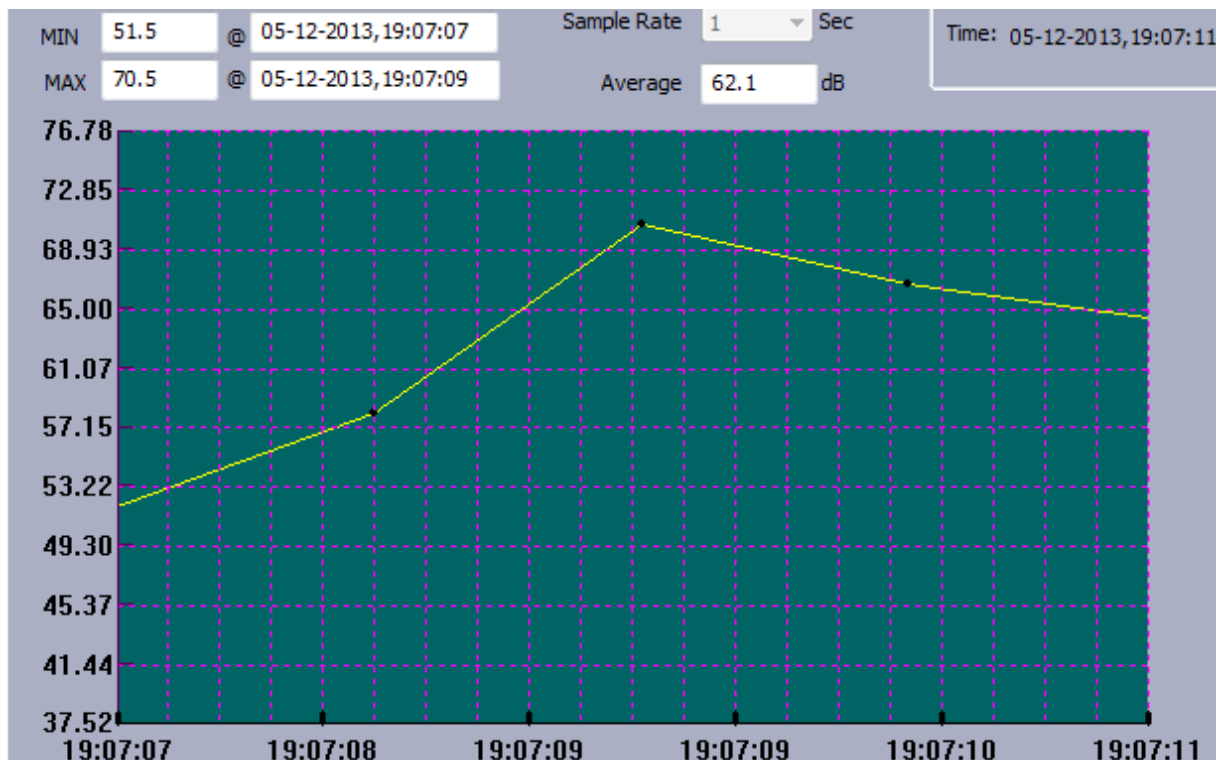
Při provozu elektrického retraku jsou nejvíce hlučné činnosti, když retrak zdvihá paletu a když akceleruje z místa na plný výkon. Měřeno mezi regály na obvyklém charakteristickém místě.

Na grafu je znázorněno celé měření zdvihání palety až do maximální výšky a následné spouštění palety až na zem. Průběh od fialové přímkou do světle zelené přímkou charakterizuje zdvihání, kde červeným kruhem je vyznačen nárůst hluku při vysunutí teleskopické konstrukce. V druhé části grafu je znázorněno spouštění palety na zem, tato činnost není zdaleka tak hlučná jako zdvihání.



Obr. 3-19 Graf zdvihání palety - retrak

Během odjezdu retraku od pracovníka s maximální možnou akcelerací při plném využití výkonu motoru vydá retrak nejvyšší hladinu hluku asi 2 sekundy po rozjezdu. Dále už hluk není tak výrazný a retrak se navíc vzdaluje od pracovníka.



Obr. 3-20 Graf akcelerace retraku

3.2 Měření osvětlení

3.2.1 Měřicí zařízení

Zařízení, které se používá k měření intenzity osvětlení, se nazývá fotometr neboli luxmetr. Měřicí zařízení se skládá z přijímače s křemíkovou fotodiodou propojeného 1 m dlouhým kabelem a vlastním vyhodnocovacím zařízením s displejem. Měření osvětlení ve firmě Fujitrans bylo prováděno kalibrovaným luxmetrem Extech HD 450. Vlastní zařízení má rozměry 170 x 80 x 40 mm a hmotnost 390 g. Monochromatický LCD displej s úhlopříčkou 2,8" zobrazuje aktuální hodnotu osvětlení v luxech nebo v jednotkách foot-candle, rozsah stupnice a další údaje o momentálním nastavení přístroje. Displej může být i chvilkově podsvícený. S přístrojem lze měřit v několika režimech. V režimu MIN nebo MAX zobrazuje luxmetr jen nejnižší nebo nejvyšší dosaženou hodnotu. Luxmetr dokáže měřit v rozsahu 0 až 400000 luxů s rozlišením 0,1 luxu a měří s 5 % přesností. Přístroj počítá korekce úhlu dopadu a korekce spektrální citlivosti. Nabízí i režim PEAK pro zachycení krátkých špiček (10 μ s). Umožňuje ukládání až 16000 hodnot do interní paměti. S podpůrným softwarem lze v PC hodnoty vyvolat a dále s nimi pracovat nebo je exportovat do programu MS Excel. Propojení s PC je prostřednictvím USB kabelu s mini USB portem v přístroji. Napájet přístroj je možné pomocí 9V baterie. [11]



Obr. 3-21 Luxmetr [16]

3.2.2 Způsob měření

Požadavkem firmy Fujitrans bylo měření osvětlenosti vybraných částí haly při umělém osvětlení. Světelníky ve střeše haly nejsou velké a vzhledem k jejich nízkému počtu se na celkovém osvětlení nepodílejí velkou měrou. Proto měření probíhalo bez denní složky osvětlení a naměřené hodnoty jsou tedy hodnoty vydané pouze umělými světelnými zdroji.

Bylo provedeno orientační měření kalibrovaným luxmetrem, kde čidlo luxmetru bylo ve stanovené poloze. Orientační měření je určeno pro ověřování základních podmínek zrakové pohody, která nepřímou způsobem přispívá k větší produktivitě a kvalitě práce.

Při měření umělého osvětlení se vyloučí vliv denního osvětlení buď tím, že se měří v době bez denního světla, anebo během dne při zatemnění (zakrytých osvětlovacích otvorech). Před začátkem měření je nutno světelný tok stabilizovat, proto se musí umělé osvětlení zapnout s dostatečným předstihem před vlastním měřením. [4]

Výška horizontální srovnávací roviny pro měření je ve výšce 0,85 m nad podlahou nebo jinou referenční srovnávací rovinou.

Osvětlenost a její rozložení se měří v kontrolních bodech, které by měly být rozmístěny v pravidelné pravoúhlé síti v celém prostoru nebo jeho funkčně vymezených částech. Rozteče mezi kontrolními body by měly být ve směru X a Y stejné nebo blízké. Zároveň by se kontrolní body měly volit tak, aby se co nejvíce vystihl charakter osvětlenosti měřeného prostoru a vystihla se místa s nejmenší a největší osvětleností. Při jiném než pravoúhlém rozmístění kontrolních bodů se volí rozmístění bodů tak, aby jejich síť byla co nejnepravidelnější a nejrovnoměrnější. U dlouhých úzkých ploch lze pro měření osvětlenosti zvolit pouze řadu bodů. Při orientačním měření může být počet bodů omezen podle povahy a funkce prostoru. [3]

Délka plochy m	Maximální vzdálenost bodů sítě m	Minimální počet bodů sítě
0,40	0,15	3
0,60	0,20	3
1,00	0,20	5
2,00	0,30	6
5,00	0,60	8
10,00	1,00	10
25,00	2,00	12
50,00	3,00	17
100,00	5,00	20

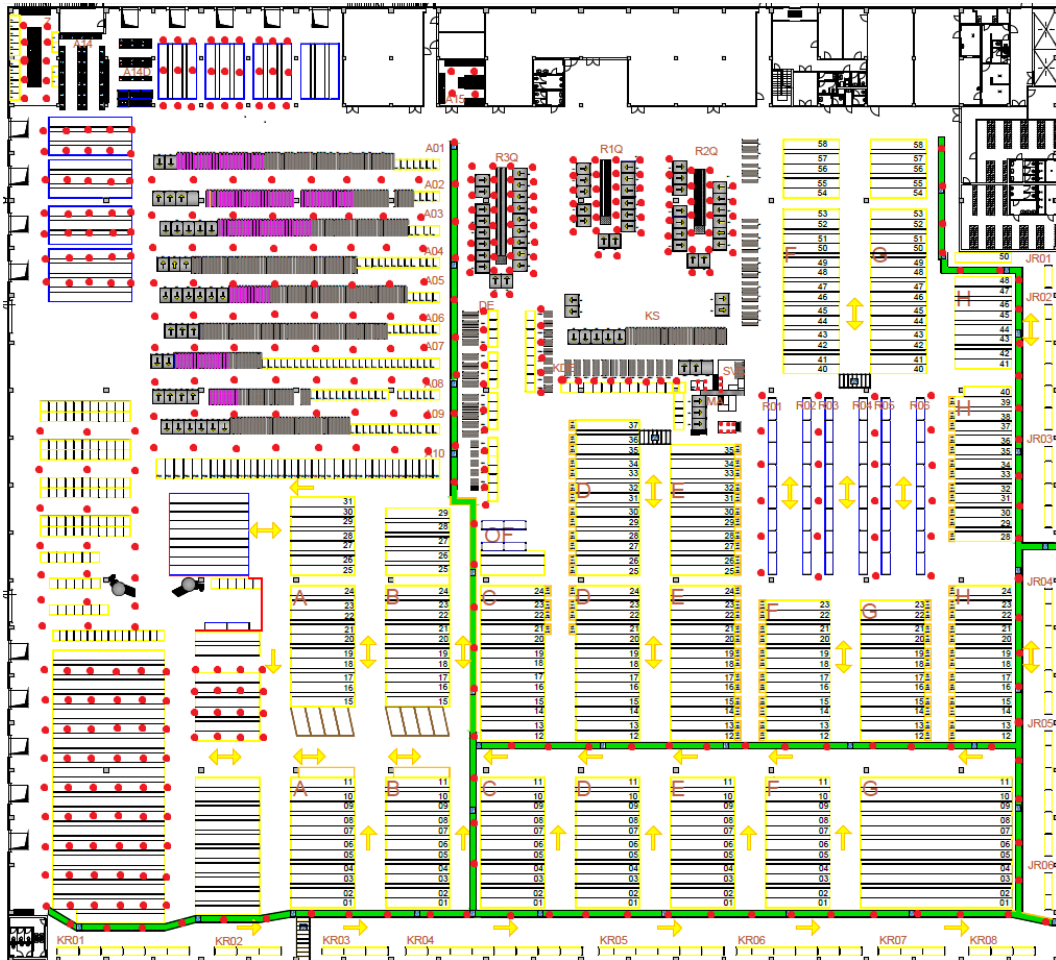
Obr. 3-22 Tabulka typických hodnot roztečí sítě kontrolních bodů [5]

Při měření luxmetrem Extech HD400 podle informací výrobce platí, že čím menší je rozsah stupnice, tím jsou naměřené hodnoty přesnější. Proto byl ve většině případů zvolen nejmenší možný rozsah, a to 0 až 400 luxů. Jen na pracovišti MA, kde tento rozsah nebyl dostačující, bylo měřeno v rozsahu 0 až 4000 luxů.

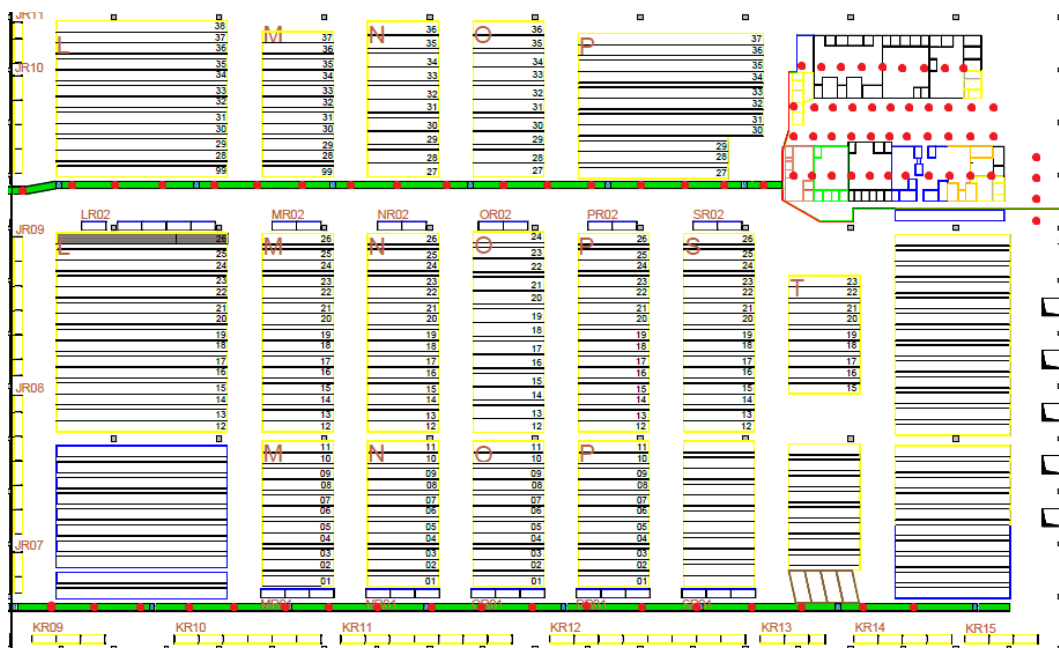
Měření probíhalo během noční směny, kdy bylo prakticky vyloučeno denní osvětlení, protože zakrytí osvětlovacích otvorů při době slunečního svitu nebylo technicky možné. Všechny zdroje umělého osvětlení byly zapnuty minimálně několik hodin před začátkem měření a rozložení zdrojů osvětlení bylo takové, jako při běžném provozu na hale.

3.2.3 Měřená místa

Kontrolní body a hustota sítě na hale byly vybrány po konzultaci s vedením s ohledem na doporučení normy ČSN EN 12464-1. Celkem bylo vybráno asi 500 kontrolních bodů pro měření osvětlení rozmístěných po hale A i B. Byla vybrána hlavně místa, kde se pracovníci nejvíce pohybují, nebo kde se nacházejí trvale – pracoviště.



Obr. 3-23 Kontrolní body na hale A



Obr. 3-24 Kontrolní body na hale B

Vzdálenost mezi kontrolními body 2 m, a tudíž i největší vypovídající hodnota měření, byla zvolena v uličkách vychystávacích linek Kenso, v místech doplňování materiálu do linek Kenso a na pracovišti Packing Case na hale B. V uličkách linek Kenso ve tvaru "U" bylo měřeno vždy zhruba po 2 metrech, kdy body měření byly uprostřed uličky (mezi dopravníkem a regály s materiálem). Stejně požadavky na rozteč mezi kontrolními body byly i na místech pro doplňování materiálu do linek Kenso. Zde bylo vždy měřeno okolo celé linky ve vzdálenosti asi 0,5 m od regálu. Na hale B na pracovišti Packing Case byly vybrány čtyři řady bodů. Jedna řada bodů po 2 metrech procházející přímo pracovišti se sponkovačkami, druhá procházející řadou, kde se ručně skládají kartonové obaly a dvě řady uprostřed celého pracoviště Packing Case, kam směřují hotové obalové materiály od sponkovaček a ručního skládání. Na tomto pracovišti bylo také měřeno místo, kde se kontrolují hotové obaly z pracoviště Packing Case. Toto místo je reprezentováno řadou čtyř kontrolních bodů.

Na pracovišti přebalu materiálu (Decanting) byla vzdálenost mezi body 2,5 m. Vzhledem k charakteru pracoviště se opět měřila jen řada bodů a ne síť bodů. Měřilo se vždy uprostřed uličky mezi velkou naplněnou paletou a paletami s menšími přepravkami. A to jak na přebalu materiálu pro zákazníka (označení DE), tak na pracovišti přebalu materiálu určenému do linek Kenso (označení KDE).

Hustota sítě s roztečí mezi body 3 m byla zvolena ve skladech A15 a Z, kde je uložen speciální materiál, pro něj se chodí jen zhruba jednou za půl hodiny. Sklady nejsou velké, takže mohly být zvoleny i menší rozteče, ale vzhledem k informativnímu charakteru měření na těchto místech, byla vzdálenost mezi kontrolními body zvolena takto. Stejná rozteč mezi body byla zvolena i na pracovišti odesílání. Kvůli sníženému stropu na pracovišti odesílání, byly k původní síti s roztečí 3 m přidány ještě body mezi některými měřenými místy. Důvodem bylo věrnější zachycení povahy osvětlení. Na vedlejším pracovišti odesílání se standardní výškou stropu, byla zvolena pravidelná pravoúhlá síť bodů se vzdáleností 3 m mezi kontrolními body.

Dalšími měřenými místy byla pracoviště přijímání evropských zásilek a vedlejší pracoviště mix. Na obou pracovištích byla vytvořena pravidelná pravoúhlá síť bodů s roztečí 3,5 m.

Méně náročné na vypovídající hodnotu měření a tím pádem i na hustotu kontrolních bodů byly uličky s vyznačeným zeleným chodníkem pro pracovníky. Zde byla vzdálenost mezi body přibližně 5 m. Měřilo se vždy uprostřed uličky. Nevznikla tak síť bodů, ale řady bodů procházející celou halou. Stejná vzdálenost byla zvolena i mezi šesti vysokými skladovými regály na hale A, mezi nimiž se pracovníci pohybují ve čtyřech uličkách. Opět vznikla řada bodů uprostřed šířky uličky. Stejný princip i rozteč bodů byl použit v devíti uličkách mezi dvoupatrovými spádovými regály, umístěnými taktéž na hale A. Informativní hodnoty osvětlenosti byly zaznamenány i v uličkách mezi zaskladněnými vratnými obaly, kde vzdálenost mezi kontrolními body byla také 5 m. Místo skladování vratných obalů se nachází v těsné blízkosti pracoviště příjmu evropských zásilek na hale A.

Na pracovišti MA, kde se kompletují manuálové sety, byla vybrána tři měřící místa, respektive tři stoly, na kterých proběhlo měření osvětlení. Na největším stole o rozměrech 2 x 3 m bylo vybráno šest bodů tvořící pravidelnou síť. Menší stůl výstupní kontroly manuálových setů byl charakterizován čtyřmi body. Na úzkém montážním stole byly zvoleny tři body v řadě.

4 Zhodnocení náměrů a návrhy opatření

4.1 Výsledky měření hluku a případné návrhy opatření

4.1.1 Vyhodnocení výsledků

Maximální hodnota přijatelného hluku na pracovišti (N_p) je dána součtem základního čísla třídy hluku $N_z = 80$ a korekcí závisící na druhu vykonávané činnosti (K_1) a době působení hluku (K_2). [13]

$$N_p = N_z + K_1 + K_2$$

Skupina	Druh práce - činnosti	Korekce	
I	Práce koncepční a s převahou tvořivého myšlení a práce vyžadující mimořádně tiché pracovní prostředí	- 40	
II	Duševní práce velmi náročná a složitá, spojená s velkou zodpovědností, soustředěním, ale více reprodukčního typu	mimořádné nároky	- 35
		běžné nároky	- 30
III	Duševní práce, vyžadující značnou pozornost, soustředěnost, s možností snadného dorozumění řeči	mimořádné nároky	- 25
		běžné nároky	- 20
IV	Duševní práce rutinní povahy s trvalým sledováním a kontrolou sluchem, práce vykonávané na základě dílčích sluchových informací	mimořádné nároky	15
		běžné nároky	- 10
V	Fyzická práce náročná na přesnost a soustředění, nebo vyžadující občasné sledování a kontrolu sluchem	- 5 ^{x/}	
VI	Fyzická práce bez nároků na duševní soustředění, sledování a kontrolu sluchem a dorozumívání řeči (rozhodující je ochrana sluchu)	0 ^{x/}	
VII	fyzická práce bez zvláštních nároků na duchovní a smyslovou činnost - ve zvlášť odůvodněných případech	+ 5 ^{x/}	

x/ Je-li hluk způsoben nevýrobním zařízením (např. větracím, vyhřívacím nebo jiným technickým zařízením budov apod.) nebo proniká-li ze sousedních prostorů, nahrazují se korekce na druh činnosti korekcí - 15.

Obr. 4-1 Tabulka korekcí na druh činnosti [13]

Doba působení hluku v minutách za osmihodinovou směnu	Korekce
pod 5	+ 20
5 – 15	+ 15
16 – 50	+ 10
51 -150	+ 5
více než 150	0

Obr. 4-2 Tabulka korekcí na dobu působení hluku [13]

Dle nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací z roku 2011 je přípustný expoziční limit ustáleného a proměnlivého hluku při práci vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku 85 dB, pokud není stanoveno jinak. [17]

4.1.1.1 Pohyb přepravky po lince Kenso R3

Průměr z měření při první operaci - pohybu přepravky z vozíku a následné položení na dopravník je:

$$\frac{77,5 + 84,8 + 87,0 + 76,7 + 85,3}{5} = 82,3 \text{ dB}$$

Dalším úkonem je posun přepravky po válečkovém dopravníku, kdy průměrná hladina hluku vykonaná posunem přepravky je v průměru:

$$\frac{78,5 + 79,6 + 79,4 + 76,7 + 78,0}{5} = 78,4 \text{ dB}$$

Při sjezdu z válečkového dopravníku na kuličkový stůl tento přechod vydá průměrný hluk:

$$\frac{89,4 + 85,7 + 83,3 + 89,0 + 90,2}{5} = 87,5 \text{ dB}$$

Dalším zdrojem hluku na lince je pohyb zčásti naplněné přepravky po kuličkovém stole vydávající průměrný hluk:

$$\frac{85,7 + 86,4 + 82,3 + 88,2 + 84,9}{5} = 85,5 \text{ dB}$$

Na konci linky Kenso R3 zcela naplněná přepravka sjede na výtah, který má povrch pokrytý kuličkovým systémem jako je na kuličkovém stole. Průměrný hluk tohoto zdroje hluku je:

$$\frac{83,3 + 80,8 + 84,3 + 82,5 + 80,2}{5} = 82,2 \text{ dB}$$

Výstupní operací z linky je nasunutí plné přepravky do regálového vozíku. Při této operaci je průměrná hladina hluku:

$$\frac{81,7 + 80,2 + 78,8 + 86,4 + 78,8}{5} = 81,2 \text{ dB}$$

Z jednotlivých operací na lince Kenso R3 je vidět, že nejsilnějším zdrojem hluku je kuličkový stůl, kdy při kontaktu přepravky s kuličkovým stolem dochází k překročení hranice 85 dB.

Podobný systém kuliček je použit i na výtahu na konci linky, ale zde tak vysoká průměrná hladina hluku není. Důvodem může být naplnění přepravky, a tudíž i méně hlučná manipulace vinou její hmotnosti. A dále také vyplnění vnitřního prostoru přepravky.

I z grafu zobrazujícího přibližně 2 minutové měření hluku je patrné, že pohyb pracovníků v blízkosti válečkového dopravníku není z hlediska výšky hladiny hluku nijak nebezpečný. Hluk v reálném provozu při posouvání přepravky na různě dlouhé vzdálenosti různou silou se pohybuje okolo 75 dB. Vyšší hluk produkuje kuličkový stůl, kde se hodnoty pohybují někdy i přes 85 dB.

Druh činnosti na pracovišti je hodnocen jako fyzická práce náročná na přesnost a soustředění nebo vyžadující občasně sledování a kontrolu sluchem, kde korekce na druh práce $K_1 = -5$. Doba trvání hladiny hluku kolem 85 dB je maximálně 2 sekundy. Při opakování maximálně 700x za směnu je korekce na dobu působení hluku K_2 maximálně +10 dB. $N_p = 80 - 5 + 10$. Maximální hodnota přijatelného hluku je tedy do 85 dB.

$$N_p = N_z + K_1 + K_2$$

$$N_p = 80 - 5 + 10 = 85 \text{ dB}$$

Průměrná hladina hluku u dopravníku na pracovišti Kenso R3 se pohybuje okolo 70 dB. Nárazově při najetí přepravky na kuličkový stůl až 87 dB. Vzhledem k době trvání zvýšené hladiny hluku, pohybu a počtu pracovníků není žádný pracovník během 8 hodinové směny vystaven nadměrné expozici hluku. V případě potřeby je nutno se v první řadě zaměřit na kuličkový stůl.

Na pracovišti linky Kenso R3 by bylo vhodnější použití osobního zvukového expozimetru nošeného zaměstnancem. Z důvodu nepravidelné výšky hluku při jednotlivých úkonech, pohybu pracovníka, různé vzdálenosti od zdroje hluku během plnění přepravek a většího množství pracovníků na lince. Každý pracovník jinak manipuluje s přepravkou, tudíž každý pracovník je za směnu vystaven jiné expozici hluku. Ruční měření zvukoměrem je tak spíše přehledové, nicméně pro potřeby firmy jsou získané informace dostačující.

4.1.1.2 Manipulace s prázdnou přepravkou

Průměrná hladina hluku při dopravě prázdné přepravky o rozměrech 600 x 400 x 350 mm po gravitačním dopravníku od linky Kenso:

$$\frac{82,7 + 82,3 + 80,4 + 85,5 + 83,1}{5} = 82,8 \text{ dB}$$

Další typ přepravky používaný na lince Kenso má rozměr 800 x 400 x 200 mm a při pohybu po dopravníku vydává průměrný hluk:

$$\frac{83,1 + 80,0 + 83,4 + 85,1 + 83,9}{5} = 83,1 \text{ dB}$$

Při dopravě největší prázdné přepravky o rozměrech 800 x 600 x 350 mm po gravitačním dopravníku vzniká průměrný hluk:

$$\frac{96,2 + 90,2 + 96,0 + 92,9 + 93,9}{5} = 93,8 \text{ dB}$$

Hladina hluku, kterou vydávají přepravky o rozměrech 600 x 400 x 350 mm a 800 x 400 x 200 mm nijak neohrožuje lidský sluch. U obou typů přepravek je průměr měření pod hranicí 85 dB. Ale doprava největší přepravky po gravitačním dopravníku od linky Kenso vydává průměrně hluk téměř 94 dB. Linka Kenso vyprodukuje za jednu směnu jen málo kusů těchto přepravek, takže toto krátkodobé překročení hranice nemá z dlouhodobého hlediska na možné poškození sluchu pracovníka žádný vliv.

Dalším silným zdrojem zvuku, který se rozléhá celou halou, je nakládání prázdných přepravek na plošinové vozíky. Hozením první prázdné přepravky na prázdnou dřevěnou desku vozíku vzniká při dopadu různě silný zdroj hluku v závislosti na velikosti přepravky.

Menší přepravka o rozměrech 600 x 400 x 350 mm vydá při dopadu průměrný hluk:

$$\frac{86,0 + 90,8 + 87,6 + 88,2 + 85,4}{5} = 87,6 \text{ dB}$$

Upuštěním přepravky o rozměrech 800 x 400 x 200 mm z výšky na desku plošinového vozíku vzniká průměrná hladina hluku:

$$\frac{82,0 + 88,2 + 86,1 + 86,4 + 83,5}{5} = 85,2 \text{ dB}$$

Největší přepravka na lince Kenso při dopadu na vozík vytváří průměrný hluk:

$$\frac{95,6 + 88,7 + 96,8 + 95,7 + 89,8}{5} = 93,3 \text{ dB}$$

Z měření vyplývá, že hození jakékoliv přepravky na plošinový vozík je silným zdrojem hluku překračujícím bezpečnou hranici 85 dB. Největší hluk, a to v průměru přes 93 dB vytváří dopad přepravky o rozměrech 800 x 600 x 350 mm. Ale vzhledem k nízkému výskytu této hlučné činnosti během 8 hodinové směny není nutná žádná ochrana sluchu pracovníka.

Je však na zvážení, zda není tento zdroj zvuku zbytečně příliš silný. Položením (nikoliv upuštěním z výšky) prázdné přepravky na plošinový vozík by se jistě hladina hluku při této činnosti podstatně snížila.

4.1.1.3 Pracoviště MA

Hluk dosažený na dopravníku při tomto typu zatížení při dané činnosti je maximální, dalším zvýšením razance pohybu by přepravka vyletěla z dopravníku. I z grafu je dobře patrné, že maximální hluk se pohybuje okolo 90 dB.

Druh činnosti na pracovišti je povahy fyzické práce náročné na přesnost a soustředění nebo vyžadující občasné sledování a kontrolu sluchem, kde korekce na druh práce $K_1 = -5$. Doba trvání hladiny hluku kolem 90 dB je necelé 2 sekundy. Při opakování maximálně 180x za směnu, je korekce na dobu působení hluku $K_2 +15$ dB. $N_p = 80 - 5 + 15$. Maximální hodnota přijatelného hluku je tedy 90 dB.

$$N_p = N_z + K_1 + K_2$$

$$N_p = 80 - 5 + 15 = 90 \text{ dB}$$

Pracovník přijímající všech 180 přepravek za 8 hodinovou směnu, stojící přímo u dopravníku, při dané razanci jako v případě měření nepřekračuje limity. Nicméně při zvýšení počtu přijímaných přepravek je na zvážení, zda nezvolit méně hlučný typ dopravníku nebo snížit razanci posílání přepravek jen na nezbytnou mez.

Ustálený hluk na pracovišti MA se pohybuje okolo 60 dB. Vzhledem ke krátké době trvání a nízkému počtu takto hlučných úkonů během 8 hodinové směny, není pracovník stojící u dopravníku vystaven riziku poškození sluchu.

4.1.1.4 Pracoviště Packing Case

Hluk, který vydává sponkovačka při své činnosti dosahuje až 87 dB. Zapnutý kompresor na pozadí se ke konci měření na výši hluku přímo u sponkovačky vůbec neprojevil. Vzhledem k doporučení výrobce, že sponkovačka může vydávat hluk větší než 85 dB, a vzhledem k maximálnímu počtu sešití 2160 za 8 hodinovou směnu (30 vozíků naplněných 18 krabicemi - každá 4 spony), je nutná ochrana sluchu. Zejména kvůli impulznímu charakteru hluku, který je pro lidské ucho více nebezpečný.

Druh činnosti na pracovišti spadá do skupiny fyzická práce bez nároků na duševní soustředění, sledování a kontrolu sluchem a dorozumívání řečí, kde korekce na druh práce $K_1 = 0$. Doba trvání hluku je asi 1 sekunda. Při opakování maximálně 2160x za směnu je korekce na dobu působení hluku $K_2 +10$ dB. $N_p = 80 + 0 + 10$. Maximální hodnota přijatelného hluku je tedy 90 dB.

$$N_p = N_z + K_1 + K_2$$

$$N_p = 80 + 0 + 10 = 90 \text{ dB}$$

4.1.1.5 Pohyb paletového vozíku a regálového vozíku

Při pohybu prázdného nízkozdvížného vozíku s polyamidovými koly po slzičkovém plechu se hladina hluku pohybuje nad 95 dB. Při tažení nebo tlačení naloženého vozíku je hluk tlumený a je o 5 dB nižší.

Zvýšená hladina hluku při jednom přejetí paletového vozíku po rampě trvá asi 3 sekundy. Jestliže jeden pracovník během 8 hodinové směny naloží 14 kamionů, do kterých průměrně naveze 15 palet, je zvýšené hladině hluku vystaven po dobu 21 minut. Korekce na dobu působení hluku K_2 je pak +10 a korekce při fyzické práci bez nároků na duševní soustředění, sledování a kontrolu sluchem a dorozumívání řečí je $K_1 = 0$. $N_p = 80 + 0 + 10$. Maximální hodnota přijatelného hluku je pak 90 dB.

$$N_p = N_z + K_1 + K_2$$

$$N_p = 80 + 0 + 10 = 90 \text{ dB}$$

Pokud tedy jeden pracovník bude nakládat 14 kamionů za směnu, při průměrném naložení 15 palet, je vystaven riziku trvalého poškození sluchu vlivem vysoké hladiny hluku.

Při odesílání na druhém pracovišti nebo vykládání vratných obalů se často používají regálové vozíky, které jsou oproti paletovým vozíkům méně hlučné asi o 5 dB. Když jsou tažené nebo tlačené přímo pracovníkem, tak se s nimi nedosahuje takových rychlostí a navíc si regálové vozíky pracovníci často posílají, a tak nejsou přímo u zdroje hluku (přechod mezi rampou a návěsem). Zpravidla zde také pracuje více pracovníků najednou, a tak maximální hladina hluku během směny jednoho pracovníka překročena není.

Pro přesné vyhodnocení by bylo vhodnější použití osobního zvukového expozimetru nošeného zaměstnancem. Z důvodu nepravidelné výšky hluku při jednotlivých přejezdech, pohybu pracovníka, různé vzdálenosti od zdroje hluku a většího množství pracovníků na pracovišti. Každý pracovník jinak manipuluje s vozíkem, tudíž každý pracovník je za směnu vystaven jiné expozici hluku. Ruční měření zvukoměrem je tak spíše přehledové, nicméně pro

potřeby firmy jsou získané informace dostačující. Průměrný hluk na pracovišti odesílání při nakládání a vykládání se pohybuje okolo 70 dB.

4.1.1.6 Měření hluku vysokozdvížného vozíku

Průměr ze tří měření hluku, který vydá plynový vysokozdvížný vozík při přidání plného plynu za účelem zvednutí naložené palety:

$$\frac{80,4 + 80,8 + 79,6}{3} = 80,3 \text{ dB}$$

V grafu měření zaskladnění naložené palety byl nárůst při zvedání palety na necelých 79 dB, při couvání se nijak zásadně neprojevila výrazná výstražná signalizace. Signalizace je výrazná, ale ne hlučná. Při běžných činnostech a citlivé manipulaci s vozíkem i nákladem se hladina hluku v okolí vysokozdvížného vozíku pohybuje okolo 70 dB.

Hluk plynového vysokozdvížného vozíku se při obvyklých činnostech během směny v okolí přibližně 1 metru pohybuje maximálně okolo hranice 80 dB. A tak není pro žádné pracovníky, z hlediska překročení hlukových limitů, nikterak nebezpečný.

4.1.1.7 Měření hluku retraku

Při zdvihání palety roste hladina vydávaného hluku až k hranici 74 dB. Mírně se projevil nárůst při zřetelně slyšitelném vysunutí teleskopické konstrukce. Před dosažením maximálního zdvihu došlo k mírnému poklesu hladiny hluku, zapříčiněného zřejmě mírným poklesem výkonu elektromotoru před dorazem. Spouštění nevydává výraznější hluk než je hluk okolního prostředí čili asi 60 dB.

Akcelerace retraku z místa a jeho působení na okolí během této činnosti není nijak výrazné. Maximální dosažená hodnota během odjezdu od pracovníka i na plný výkon nepřekračuje hodnotu 70 dB.

Elektrický retrak při žádné činnosti nevydává v blízkosti 1 metr vyšší hluk než 75 dB, tudíž své okolí nikterak neohrožuje nadměrnou hladinou hluku během provozu. Z měření vyplynulo, že elektrický retrak je tišší nežli plynový vysokozdvížný vozík, ale ne nijak zásadně.

4.1.2 Návrhy opatření

Na hale, v místech kde se pohybují pracovníci, se hladina hluku zpravidla pohybuje od 60 do 70 dB. Na žádném místě a při žádné činnosti nebyla překročena 100 dB hranice. K ochraně sluchu proto postačí osobní ochranné prostředky typu ušních zátek nebo mušlových chráničů sluchu.

Již při hluku nad 75 dB dochází k podráždění smyslů, proto by mohl být dopravník na pracovišti MA nebo kuličkový stul a gravitační dopravníky na pracovišti Kenso nahrazeny méně hlučnými alternativami, ale pouze z hlediska komfortu pracovníků. Trvalé poškození sluchu vlivem nadměrné hladiny hluku během 8 hodinové směny zde za stávajících podmínek nehrozí.

Při používání stávajícího ručního paletového vozíku na nakládání a vykládání kamionu (přejezdy přes rampu) po celou dobu trvání směny, je doporučeno používat chrániče sluchu. Další možností, jak utlumit zdroj hluku, je použití nízkozdvížného vozíku s jiným typem kol nebo úprava povrchu rampy.

Vzhledem k impulznímu charakteru hluku na pracovišti Packing Case by mohlo při vysokém počtu opakování během 8 hodinové směny docházet k poškození sluchu, proto je doporučeno používat chrániče sluchu během práce se sponkovačkami.

Provoz elektrických retraků nebo plynových vysokozdvížných vozíků není nijak nebezpečný pro pracovníky na hale. Nepřekračují žádné povolené limity.

Při změnách na pracovištích je třeba brát v úvahu, že lidské ucho pozná změnu až o minimálně 5 dB, tudíž změny v jednotkách dB lidské ucho vůbec nezaznamená. [13]

4.2 Výsledky měření osvětlení a případné návrhy opatření

4.2.1 Vyhodnocení výsledků

Pro stanovení hodnot průměrné osvětlenosti a rovnoměrnosti osvětlení dle normy ČSN EN 12464-1 byla pro jednotlivá měřená místa a pracoviště sestavena tabulka odpovídajících druhů činností. Zařazení míst a pracovišť na hale bylo konzultováno s vedením z firmy Fujitrans.

Název pracoviště	Typ pracoviště dle normy	Průměrná osvětlenost	Rovnoměrnost osvětlení
sklad A15	skladiště a zásobárny	100 lx	0,4
sklad Z			
pracoviště přijímání	nakládací rampy a místa	150 lx	0,4
pracoviště odesílání			
zelené chodníky	uličky s obsluhou	150 lx	0,4
spádové regály			
uličky Packing Case			
pracoviště mix			
vratné obaly			
zásobování Kenso	průčelí regálových skladů	200 lx	0,4
skladové regály			
pracoviště DE	expedice a balírny	300 lx	0,6
pracoviště KDE			
linky Kenso	běžná práce u strojů	300 lx	0,6
pracoviště Packing Case			
pracoviště MA	jemné montážní práce	500 lx	0,6

Obr. 4-3 Tabulka hodnot osvětlení dle normy [5]

Průměrná osvětlenost (E_p) se získá aritmetickým průměrem hodnot získaných při měření na kontrolních bodech daného pracoviště nebo oblasti, která má být vyhodnocena. Dále se vyhodnocuje také rovnoměrnost osvětlení (U_0), která je dána poměrem hodnoty nejmenší osvětlenosti (E_{min}) a hodnoty průměrné osvětlenosti stanoveného povrchu (E_p). [6]

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p}$$

Výsledné naměřené hodnoty se sestaví do přehledných tabulek tak, aby bylo možné u každé hodnoty identifikovat místo měření podle výkresu. [3]

Požadavek firmy byl hodnoty v konkrétních místech barevně odlišit. Zelená hodnota značí vyhovující osvětlenost v daném místě podle normy. Oranžová hodnota signalizuje nevyhovující osvětlenost v konkrétním místě, ale ještě v toleranci 10 %. A červená hodnota značí nevyhovující osvětlení v daném místě o více než 10 % oproti normě. Desetiprocentní hranice byla zvolena po konzultaci s odborníkem/vedoucím práce.

4.2.1.1 Linky Kenso

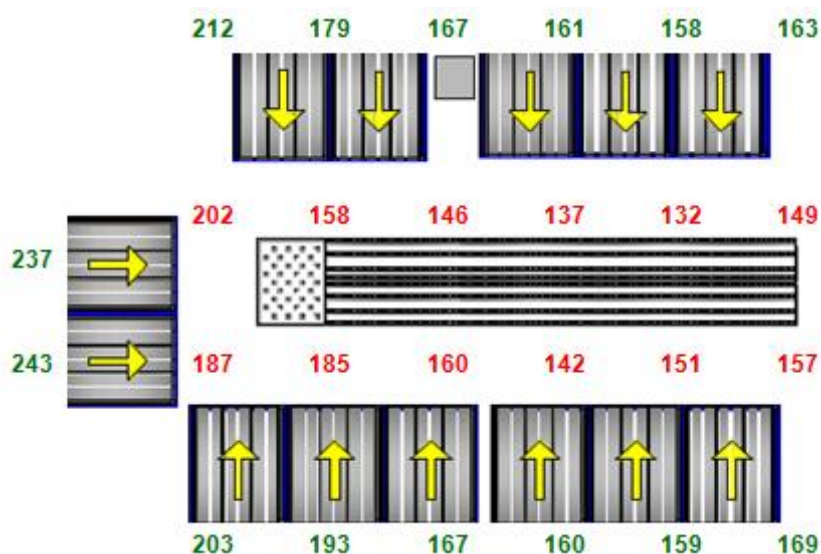
Hodnoty naměřené na třech vychystávacích linkách Kenso R1, R2 a R3 jsou vyhodnocovány zvlášť pro prostor v uličce, kde pracovníci dávají jednotlivé díly do přepravy, a zvlášť také pro místa, kde je linka zásobována materiálem. Pro práci v uličkách kolem dopravníku je předepsána minimální průměrná hodnota osvětlenosti 300 lx a pro zásobování linky materiálem do spádových regálů 150 lx.

Na lince Kenso R1 je v uličce kolem dopravníku průměrná osvětlenost získána aritmetickým průměrem 12 hodnot 159 lx. V žádném místě není dosaženo požadovaného osvětlení 300 lx. Rovnoměrnost osvětlení je:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{132}{159} \doteq 0,8$$

V místech doplňování materiálu do linky Kenso R1 je průměrná osvětlenost ze 14 hodnot 184 lx a v žádném kontrolním bodě nebyla hodnota nižší než požadovaných 150 lx při rovnoměrnosti osvětlení:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{158}{184} \doteq 0,9$$



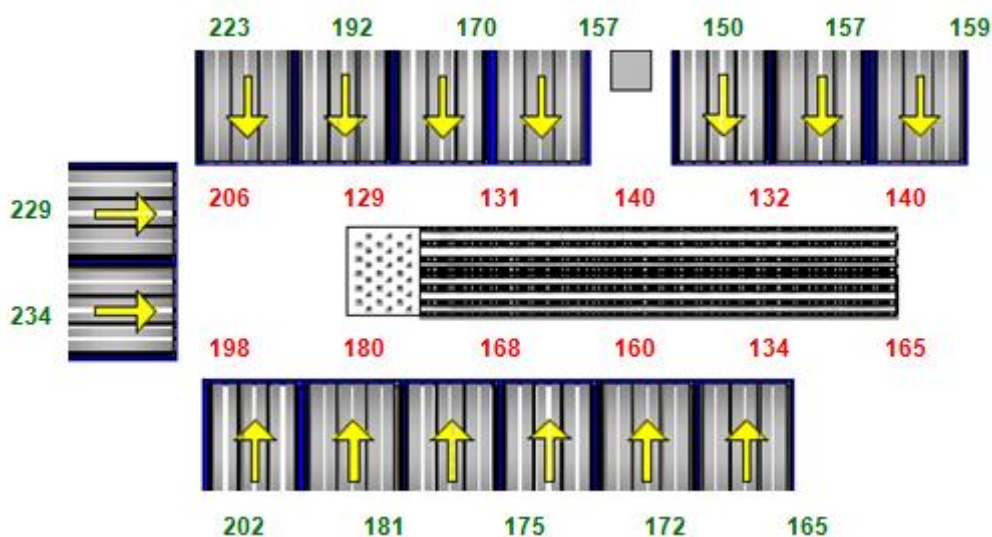
Obr. 4-4 Hodnoty osvětlení na lince Kenso R1

Průměrná osvětlenost uličky na lince Kenso R2 daná průměrem 12 hodnot je 157 lx a hranice požadovaných 300 lx není dosažena nikde v uličce. Rovnoměrnost osvětlení kolem dopravníku linky Kenso R2 je:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{129}{157} \doteq 0,8$$

Průměrná osvětlenost v místech zásobování linky Kenso R2 materiálem je ze 14 hodnot 183 lx. Hodnota 150 lx je dosažena ve všech měřených bodech a rovnoměrnost osvětlení je:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{150}{183} \doteq 0,8$$



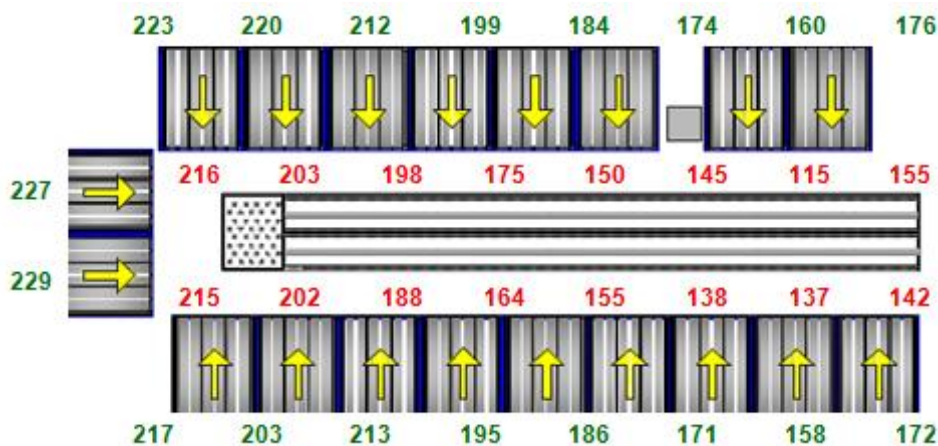
Obr. 4-5 Hodnoty osvětlení na lince Kenso R2

Linka Kenso R3 dosahuje kolem dopravníku z 16 bodů měření průměrné hodnoty 169 lx s tím, že k hranici 300 lx se nepřiblížila žádná hodnota v měřených bodech. Hodnota rovnoměrnosti osvětlení je:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{115}{169} \doteq 0,7$$

Průměrná osvětlenost míst, kde je linka Kenso R3 zásobována materiálem je z 18 hodnot 196 lx při rovnoměrnosti osvětlení:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{158}{196} \doteq 0,8$$

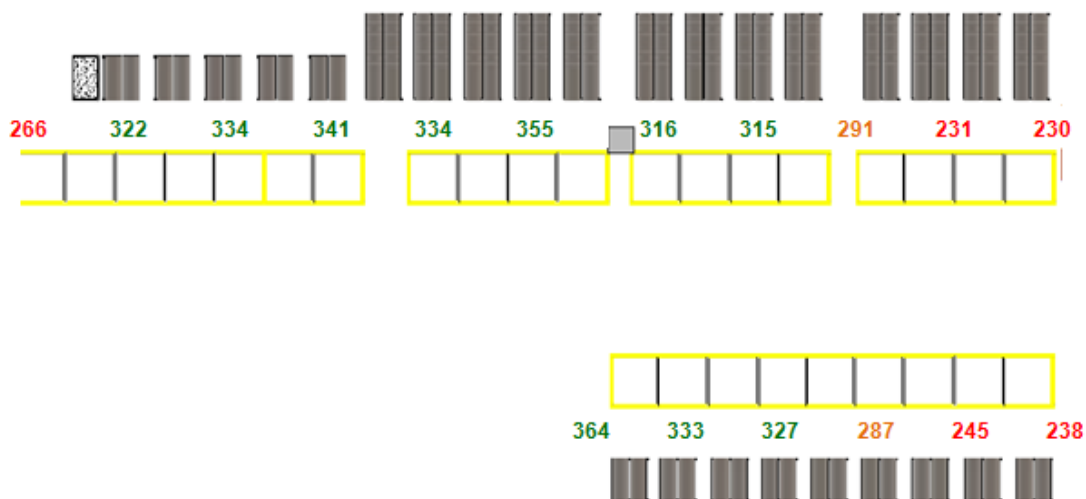


Obr. 4-6 Hodnoty osvětlení na lince Kenso R3

4.2.1.2 Pracoviště Decanting

Na pracovišti přebalu materiálu neboli Decanting je průměrná osvětlenost 302 lx, což je pro celé pracoviště, které má předepsanou hodnotu 300 lx, dostačující. Ale hodnoty naměřené zejména z kraje pracoviště tuto hranici nesplňují a dosahují hodnot okolo 230 lx. Rovnoměrnost osvětlení je:

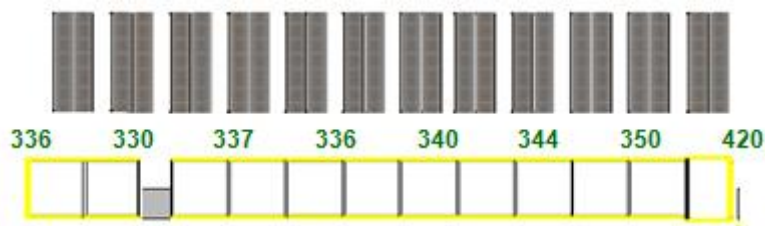
$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{230}{302} \doteq 0,8$$



Obr. 4-7 Hodnoty osvětlení na pracovišti DE

Vedlejší pracoviště přebalu materiálu pro linky Kenso má označení KDE a zde je průměrná osvětlenost spočítaná průměrem z 8 hodnot 349 lx a na žádném místě hodnoty měření nebyly nižší než 300 lx. Rovnoměrnost na tomto pracovišti dosahuje poměru:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{330}{349} \doteq 0,9$$



Obr. 4-8 Hodnoty osvětlení na pracovišti KDE

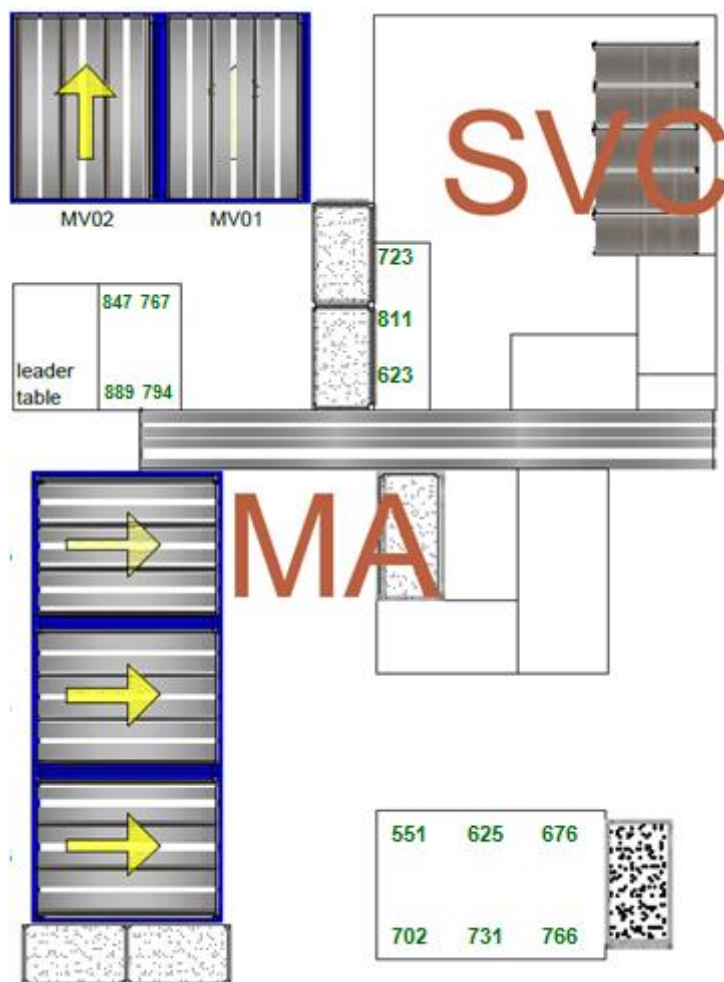
4.2.1.3 Pracoviště MA

Na největším stole, určeném pro kompletaci manuálových setů, je průměrná osvětlenost z 6 hodnot 675 lx, na menším stole ze 4 hodnot je průměrná osvětlenost 824 lx a na montážním stole ze 3 hodnot 719 lx. Na všech měřených místech na pracovišti MA byla dosažena předepsaná hodnota 500 lx. Osvětlení je na všech třech stolech rovnoměrné.

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{551}{675} \doteq 0,8$$

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{767}{824} \doteq 0,9$$

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{623}{719} \doteq 0,9$$

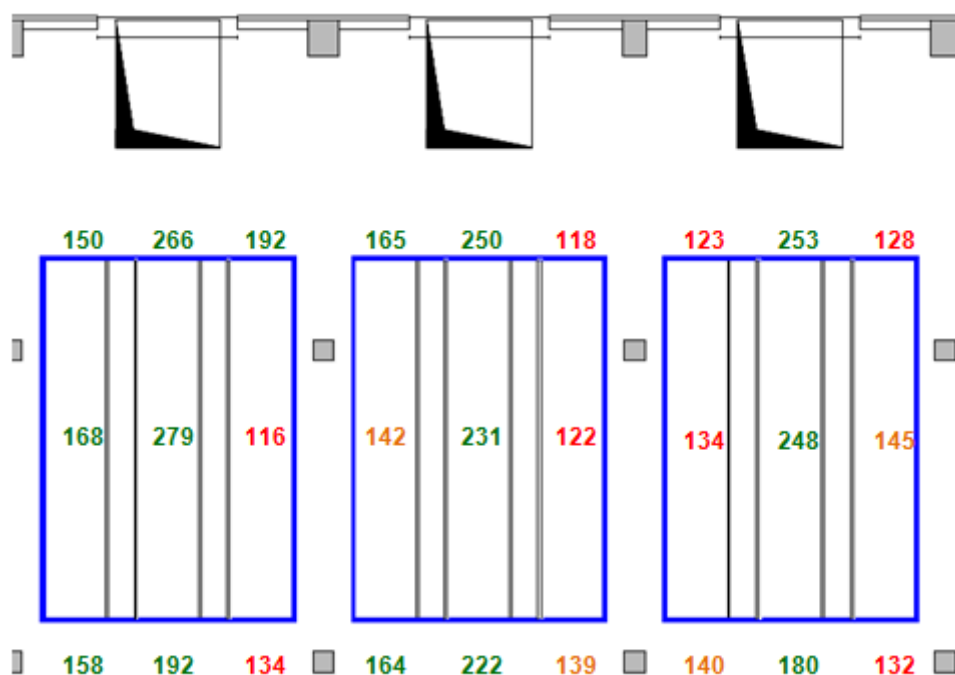


Obr. 4-9 Hodnoty osvětlení na pracovišti MA

4.2.1.4 Příjem a odesílání

Pracoviště odesílání se sníženým stropem s průměrnou osvětleností 173 lx vypočtenou z aritmetického průměru 27 hodnot vyhovuje předepsané výši 150 lx. Nicméně je vidět, že stoprocentně na každém nakládacím místě bezpečně vyhověl pouze prostřední pruh kontrolních bodů, nad kterými se nachází osvětlení. Některé měřené body na krajích jednotlivých nakládacích míst nevyhovují a nedosahují potřebné hranice osvětlenosti 150 lx. Hodnota rovnoměrnosti osvětlení je zde:

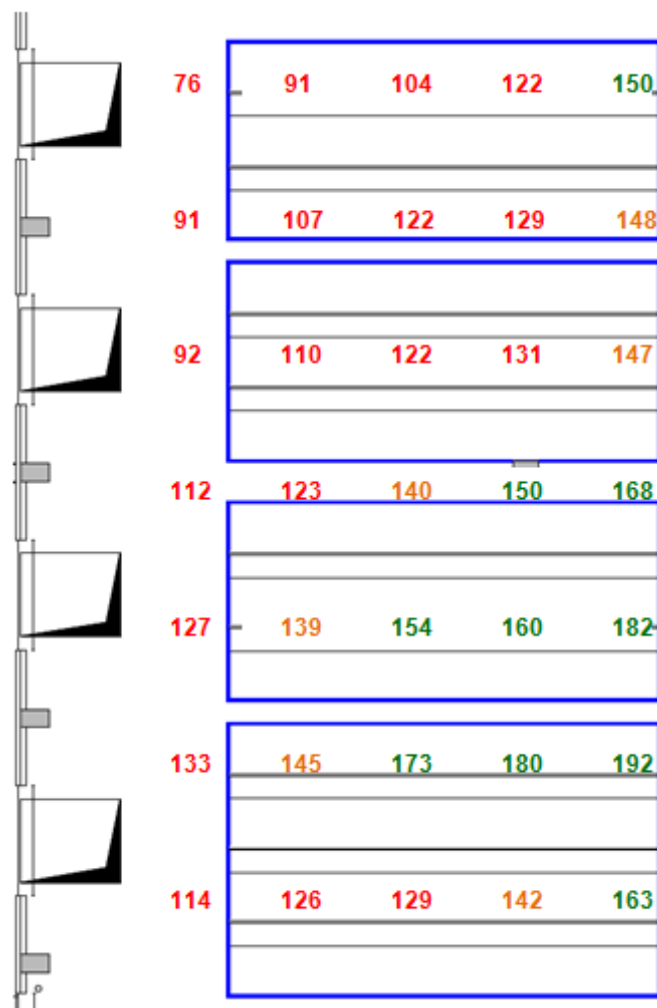
$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{116}{173} \doteq 0,7$$



Obr. 4-10 Hodnoty osvětlení na odesílání se sníženým stropem

Druhé pracoviště, kde se odesílá materiál, má standardní výšku stropu i osvětlení jako na jiných místech haly A i B. Průměrná osvětlenost na tomto místě vypočítaná z 35 hodnot pravidelné sítě bodů je 134 lx a ani většina kontrolních bodů nedosahuje hodnoty 150 lx. Nevyhovují zejména ta místa, která se nachází u nakládacích ramp. Na tomto pracovišti je rovnoměrnost osvětlení:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{76}{134} \doteq 0,6$$



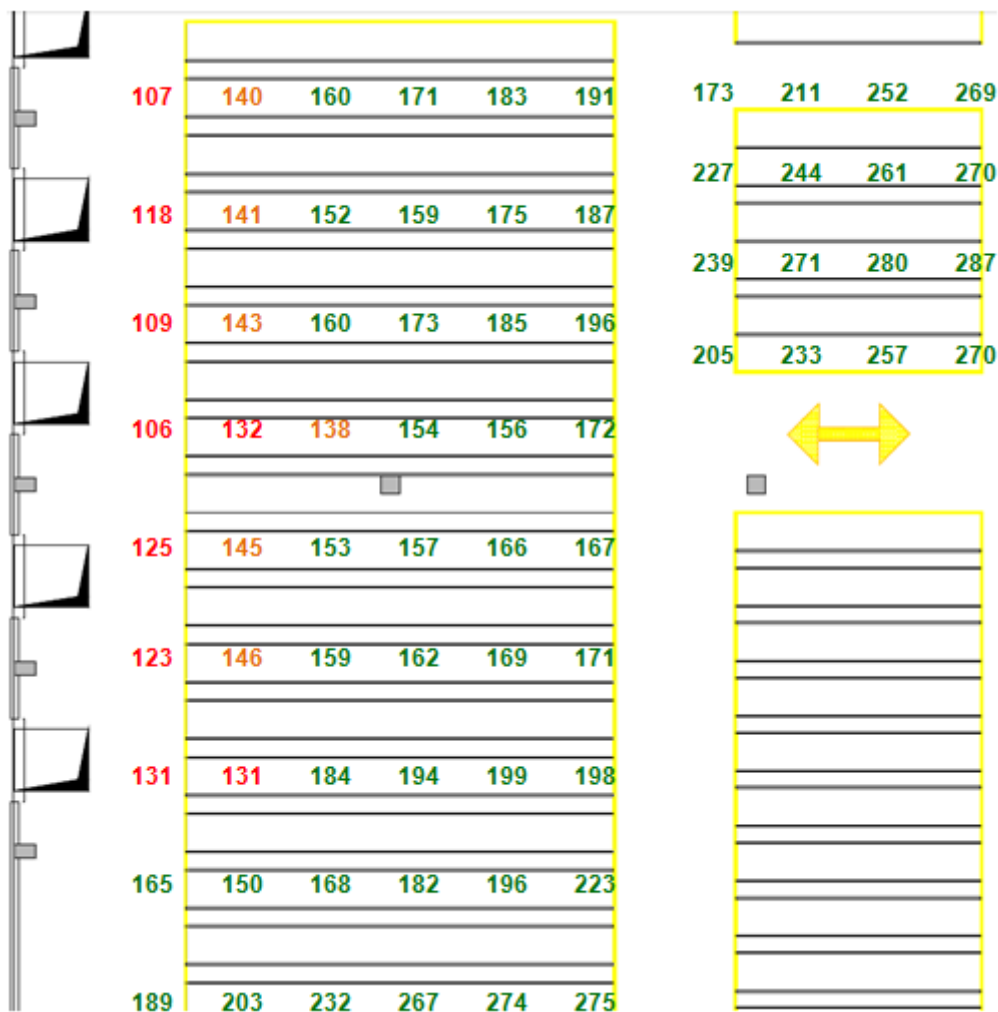
Obr. 4-11 Hodnoty osvětlení na odesílání

Na pracovišti, kde je přijímán materiál zejména od evropských dodavatelů, bylo naměřeno 54 bodů pravidelné pravoúhlé sítě. Průměrná osvětlenost dosahuje 169 lx, což vyhovuje předepsané hodnotě 150 lx. Místa, která nevyhovují, a je na nich nízká hodnota osvětlenosti, se nacházejí přímo u nakládacích ramp. Všude jinde po ploše pracoviště je osvětlenost prostoru dostatečná. Rovnoměrnost osvětlení zde vychází:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{107}{169} \doteq 0,6$$

V těsné blízkosti tohoto pracoviště se nachází další měřené pracoviště – pracoviště mix. Zde průměr z 16 hodnot čtvercové sítě vychází 247 lx a na žádném místě pracoviště hodnota neklesla pod 150 lx. Osvětlenost prostoru je tedy dostatečná, s rovnoměrností osvětlení:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{173}{247} \doteq 0,7$$



Obr. 4-12 Hodnoty osvětlení na přijímání a pracovišti mix

4.2.1.5 Pracoviště Packing Case

Na hale B se nachází pracoviště Packing Case sdružující několik různě zrakově náročných činností. Měřená řada bodů procházející pracovišti se sponkovačkami čítá 11 hodnot a průměrná osvětlenost je zde 192 lx, což nevyhovuje předepsané hodnotě 300 lx pro tento typ pracoviště. Osvětlení je zde ale rovnoměrné.

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{160}{192} \doteq 0,8$$

Další zrakově náročnější úkon se provádí ve vedlejší části pracoviště, kde se ručně kompletují kartonové obaly. Zde bylo naměřeno 9 hodnot s průměrnou osvětleností 152 lx a ani zde se žádný měřený bod nepřibližuje hodnotě 300 lx. Poměr rovnoměrnosti osvětlení je:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{143}{152} \doteq 0,9$$

Ve dvou uličkách, kam směřují hotové obalové materiály, bylo naměřeno celkem 22 hodnot ve dvou řadách, kde průměrná osvětlenost dosahuje 159 lx. Na většině kontrolních bodů hodnota dosahuje 150 a více lx při rovnoměrnosti osvětlení:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{140}{159} \doteq 0,9$$

Poslední měřené místo charakterizované řadou 4 bodů, je místo výstupní kontroly z pracoviště Packing Case. Průměrná hodnota osvětlenosti vychází 158 lx, což je hluboko pod hranicí 300 lx určenou pro typ vykonávané činnosti. Rovnoměrnost osvětlení je:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{141}{158} \doteq 0,9$$

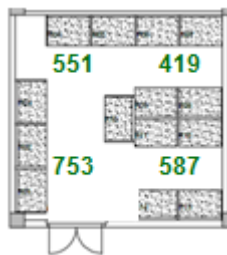


Obr. 4-13 Hodnoty osvětlení na pracovišti Packing Case

4.2.1.6 Sklady

Ve společnosti Fujitrans se nachází dva menší sklady pro uskladnění speciálního materiálu. Ve skladu s označením A15 vyšla průměrem 4 hodnot osvětlenost 578 lx, což je dostatečná hodnota pro tento typ skladů, kde by průměrná hodnota neměla klesnout pod 100 lx. Důvodem vysoké hodnoty osvětlenosti je dostatečně naddimenzované osvětlení na malou plochu skladu. Osvětlení je rovnoměrné.

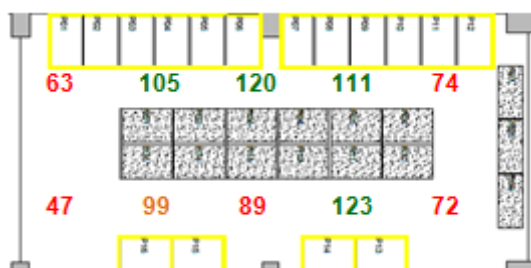
$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{419}{578} \doteq 0,7$$



Obr. 4-14 Hodnoty osvětlení ve skladu A15

Ve skladu s označením Z je taktéž uskladněn speciální materiál. Zde je ale průměrná osvětlenost z 10 hodnot jen 90 lx, což je pod hranicí 100 lx. Na některých místech je sice až 120 lx, ale celkový dojem osvětlení v tomto skladu je nevyhovující. Hodnota rovnoměrnosti osvětlení vychází:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{47}{90} \doteq 0,5$$

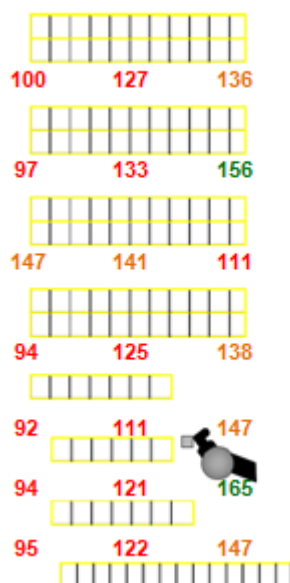


Obr. 4-15 Hodnoty osvětlení ve skladu Z

4.2.1.7 Vratné obaly

Na místě, kde se uskladňují vratné obaly, nejsou žádné zvýšené nároky na osvětlení, ale i tak průměr z 21 hodnot vychází 124 lx. Stejně tak na většině míst měřené oblasti jsou hodnoty pod hranicí 150 lx. Při rovnoměrnosti osvětlení:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{92}{125} \doteq 0,7$$

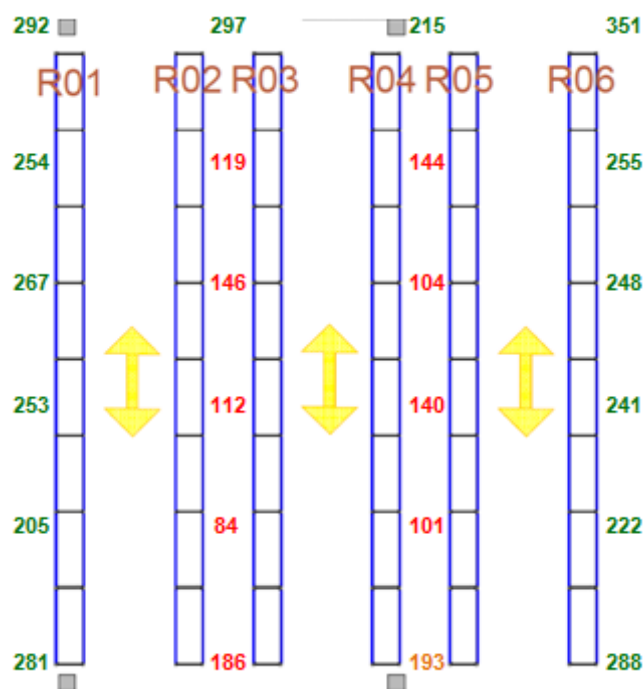


Obr. 4-16 Hodnoty osvětlení na vratných obalech

4.2.1.8 Regálový sklad

Na jediném místě na hale A se v prostoru tyčí vysoké regálové sklady, kde byly kontrolní body měření rozmístěny do 4 řad, celkem tedy 24 bodů. Průměrná osvětlenost tak vychází 208 lx, kdy předepsaná hodnota pro průčelí regálových skladů je 200 lx. Ale hodnoty, respektive body, nacházející se uprostřed mezi regály, této hodnoty zdaleka nedosahují. Regálový sklad jako celek tedy vyhovuje, ale osvětlení v prostředních uličkách není dostatečné. Rovnoměrnost osvětlení regálového skladu je:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{84}{208} \doteq 0,4$$

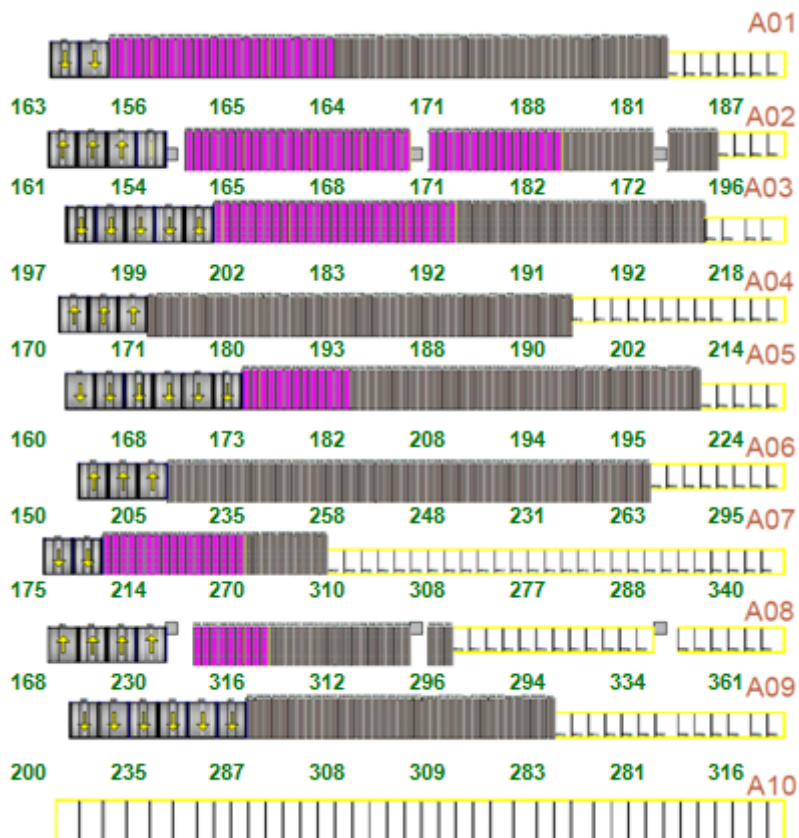


Obr. 4-17 Hodnoty osvětlení regálového skladu

4.2.1.9 Uličky

V devíti uličkách mezi dvoupatrovými spádovými regály nebyla v žádném z celkem 72 míst hodnota osvětlení nižší než hranice 150 lx daná normou pro uličky s obsluhou. Průměrná osvětlenost braná ze všech hodnot byla 221 lx. Osvětlení je rovnoměrné.

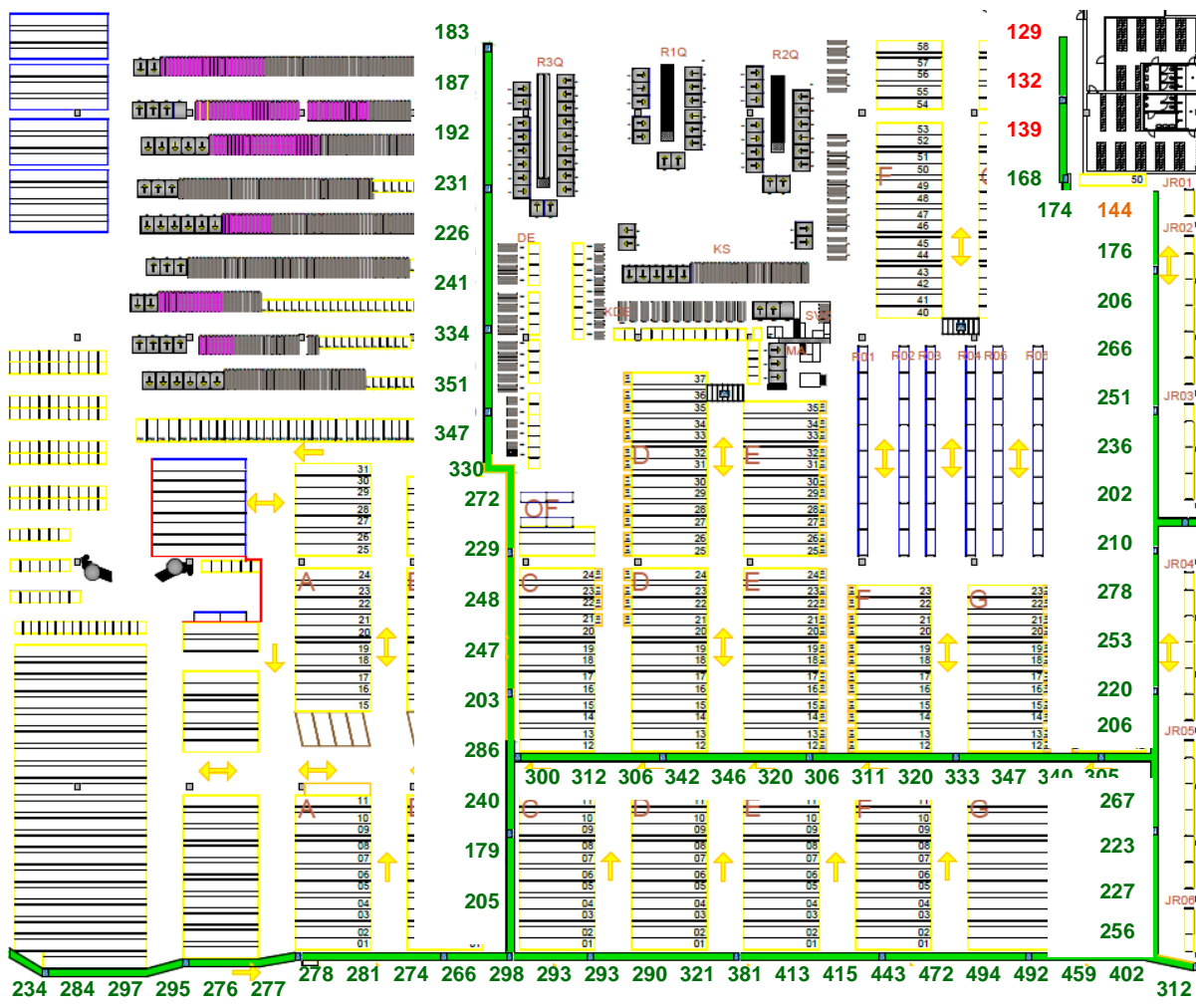
$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{150}{211} \doteq 0,7$$



Obr. 4-18 Hodnoty osvětlení uliček mezi spádovými regály

Pro bezpečný pohyb pracovníků na hale A slouží čtyři dlouhé zelené chodníky. Hodnoty osvětlenosti charakterizovalo celkem 73 referenčních bodů. Osvětlenost těchto prostor je dostatečná. Jen na konci jedné uličky v rohu haly, se hodnoty dostaly pod 150 lx. Většina měřených míst s velkou rezervou vyhovuje, proto je průměrná osvětlenost uliček pro pracovníky na hale A vypočtena ze všech uliček dohromady a výsledek se dá zobecnit na všechny uličky na hale A. Průměrná osvětlenost je 280 lx při rovnoměrnosti osvětlení pro všechny uličky:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{129}{280} \doteq 0,5$$



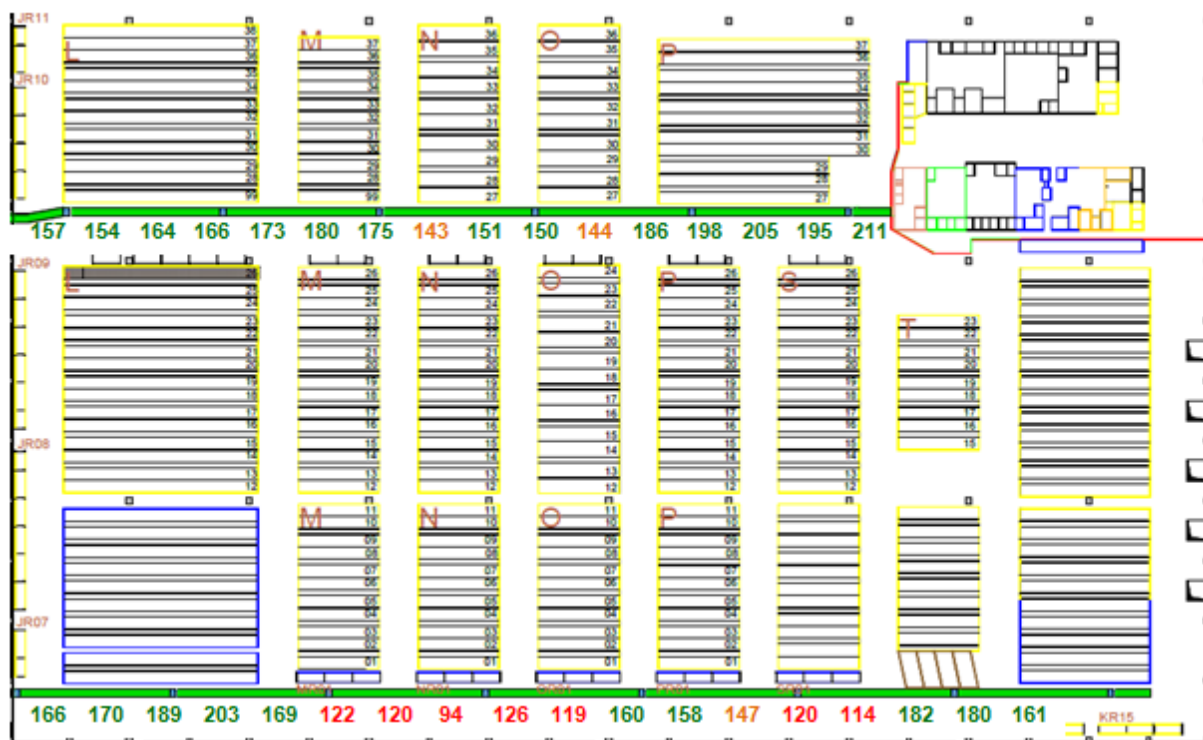
Obr. 4-19 Hodnoty osvětlení uliček na hale A

Na hale B jsou dvě hlavní uličky pro pohyb pracovníků. V tomto případě je každá ulička vyhodnocena zvlášť, z důvodu rozdílnosti hodnot osvětlenosti každé z nich. Ulička u stěny haly B je na několika místech nedostatečně osvětlena zejména z důvodu blízkosti vysokých regálů. Hodnota dle normy pro osvětlenost těchto uliček je 150 lx. Průměr z 18 referenčních bodů této uličky je 150 lx a rovnoměrnost osvětlení vychází:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{94}{150} \doteq 0,6$$

Ve druhé uličce na hale B, spojující halu A a pracoviště Packing Case, kde byla osvětlenost změřena pomocí 16 bodů, vychází průměrná osvětlenost 172 lx. Osvětlenost je tedy dostatečná. Poměr charakterizující rovnoměrnost osvětlení je:

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_p} = \frac{143}{172} \doteq 0,8$$



Obr. 4-20 Hodnoty osvětlení uliček na hale B

4.2.2 Návrhy opatření

Rovnoměrnost osvětlení, tj. poměr mezi nejnižší hodnotou osvětlenosti v daném místě a průměrnou hodnotou osvětlenosti, je na všech vybraných místech, jak na hale A, tak na hale B vyhovující a osvětlenost prostor je tak velmi rovnoměrně rozmístěná.

Osvětlenost na některých měřených místech či pracovištích zdaleka dostatečná není, a proto by bylo vhodné se na tato místa zaměřit. Jedná se především o pracoviště, kde je předepsaná hodnota 300 lx pro expedice a balírny a trvale obsluhovaná pracoviště, což se týká především uliček linek Kenso a pracoviště Packing Case. Proto by bylo vhodné zajistit dostatečné osvětlení buď úpravou stávajícího osvětlení, nebo vytvořením přídavného osvětlení ke každému z nedostatečně osvětlených míst. Dále také osvětlenost v těsné blízkosti nakládacích ramp není dostatečná. Zde platí taktéž doporučení zvýšit osvětlenost těchto prostor. Vyhrazené místo pro vratné obaly, dvě uličky v regálovém skladu a zejména sklad Z pro speciální materiál jsou taktéž nedostatečně osvětleny. Zelené chodníky pro pohyb pracovníků na hale A i B jsou osvětleny dostatečně, s výjimkou uličky u stěny haly B, kde by bylo vhodné se na osvětlenost části uličky také zaměřit.

Na tato místa by bylo vhodné se zaměřit s ohledem na bezpečnost pracovníků pohybujících se v těchto prostorách nebo vykonávajících zrakově náročnější činnost na nějakém z výše uvedených pracovišť. Je také dokázáno, že zraková pohoda, tedy subjektivní stav zrakového komfortu vyvolaný světelným prostředím, přispívá k produktivitě práce. Navíc při dostatečné osvětlenosti pracoviště klesá zmetkovitost, a tak i potenciální reklamace od zákazníka.

Při navrhování nového či úpravě stávajícího osvětlení, by změna měla být taková, aby se osvětlenost na daném místě zvýšila o vnímatelný přírůstek. Existuje doporučená řada osvětlenosti: 20 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 500 - 750 - 1000 - 1500 - 2000 (v luxech), kde až další úroveň osvětlenosti poskytne lidskému oku vnímatelné rozdíly. [6]

Závěr

V úvodu práce bylo uvedeno několik informací o firmě Fujitrans a pracovištích nacházejících se jak v části haly A, tak v části B. Z měřících postupů předepsaných příslušnou normou a pomocí kalibrovaných profesionálních měřících přístrojů byly získány hodnoty hladiny hluku a intenzity osvětlení.

Měřením hluku na lince Kenso R3 bylo zjištěno, že nejsilnějším zdrojem hluku na lince je kuličkový stůl na konci dopravníku. Manipulace s prázdnou přeprávkou je silným a často také zbytečným zdrojem hluku. Na pracovišti MA se nachází celkem hlučný typ dopravníku, který by mohl být vyměněn za jiný. Vzhledem k nízkému počtu těchto činností během směny přepočtené na jednoho pracovníka není žádný z pracovníků vystaven nadměrné expozici hluku. Manipulační technika jako je elektrický retrak nebo vysokozdvizný vozík na LPG při žádné činnosti nepřekračují předepsané limity. Přejezd nízkozdvizného vozíku přes nakládací rampu je velmi silný zdroj hluku, a proto pokud by všechen náklad během jedné směny nakládal jeden pracovník, byl by vystaven nadměrné hladině hluku a trvale by si poškozoval sluch. Vzhledem k impulznímu charakteru hluku vydávaného sponkovačkami na pracovišti Packing Case by se při stávajícím objemu produkce mohl trvale poškozovat sluch pracovníků, proto je zde doporučeno používat chrániče sluchu.

Z měření osvětlenosti vyplývá, že nedostatečná osvětlenost prostor se týká zejména pracovišť Kenso, a to okolo válečkového dopravníku. Dále pracoviště Packing Case, kde při montáži a výstupní kontrole je osvětlenost také nedostatečná. Nízká intenzita osvětlení je i v bezprostřední blízkosti nakládacích ramp. A také na celém pracovišti odesílání se standardní výškou stropu. Ve skladu Z se speciálním materiálem je osvětlenost také nevyhovující. Dále by bylo vhodné se zaměřit i na stanoviště s vratnými obaly, dvě uličky v regálovém skladu a na uličku u stěny na hale B. Osvětlenost na všech ostatních místech například na pracovišti MA, v uličkách, ve skladu A15, přijímání materiálu, pracovišti Decanting nebo doplňování linek Kenso je osvětlení buď stoprocentně vyhovující, nebo z větší části vyhovující a dostatečné dle příslušné normy. Rovnoměrnost osvětlení je na všech měřených místech na hale A i B vyhovující.

Seznam použitých zdrojů a literatury

- [1] BUREŠ, M. *ŽIVDIG : Tvorba a optimalizace pracoviště*, e-book. Plzeň: ZČU-KPV, 2013. ISBN 978-80-87539-32-3.
- [2] ČSN 01 1600: 2003 Akustika – Terminologie
- [3] ČSN 36 0011-1: 2014 Měření osvětlení prostorů – Část 1: Základní ustanovení
- [4] ČSN 36 0011-3: 2014 Měření osvětlení prostorů – Část 3: Měření umělého osvětlení vnitřních prostorů
- [5] ČSN EN 12464-1: 2012 (36 0450) Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory
- [6] ČSN EN 12665: 2012 (36 0001) Světlo a osvětlení – Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení
- [7] ČSN EN ISO 9612: 2000 (01 1622) Akustika – Určení expozice hluku na pracovišti – Technická metoda
- [8] ČSN EN ISO 11202: 2010 (01 1618) Akustika – Hluk vyzařovaný stroji a zařízeními – Určování hladin emisního akustického tlaku na stanovišti obsluhy a dalších stanovených místech s použitím přibližných korekcí na prostředí
- [9] *Fujitrans Europe B.V.* [online]. [cit. 2014-10-20]. Dostupné z: <http://www.fujitrans-europe.com/index.php?page=company-network>
- [10] *Hand pallet trucks: BT Lifter L-series* [online]. [cit. 2014-11-2]. Dostupné z: <http://www.toyota-forklifts.eu/en/Products/hand-pallet-trucks/bt-lifter-l-series/Pages/Default.aspx>
- [11] *HD450: Datalogging Heavy Duty Light Meter* [online]. [cit. 2015-3-5]. Dostupné z: <http://www.extech.com/instruments/product.asp?catid=10&prodid=57>
- [12] *HD600: Datalogging Sound Level Meter* [online]. [cit. 2015-1-14]. Dostupné z: <http://www.extech.com/instruments/product.asp?catid=18&prodid=230>
- [13] CHUNDELA, L. *Ergonomie*. ČVUT, Praha, 2007, 173 s. ISBN 978-80-01-03802-4.
- [14] *IC counterbalanced trucks: Toyota Toner (15-35)* [online]. [cit. 2012-11-2]. Dostupné z: <http://www.toyota-forklifts.eu/en/Products/ic-counterbalanced-trucks/toyota-tonero/Pages/Default.aspx>
- [15] JOKL, M. *Teorie vnitřního prostředí budov*. ČVUT, Praha, 1993, 261 s. ISBN 80-01-00481-3.
- [16] *Luxmetr Extech HD-450* [online]. [cit. 2014-3-5]. Dostupné z: <http://www.conrad.cz/luxmetr-extech-hd-450-0-1-400-000-lx.k123224>
- [17] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. - ochrana zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- [18] *Obecné informace o zvuku* [online]. [cit. 2014-12-16]. Dostupné z: <http://www.paroc.cz/knowhow/zvuk/obecne-informace-o-zvuku>
- [19] *Reach trucks* [online]. [cit. 2012-11-2]. Dostupné z: <http://www.toyota-forklifts.co.uk/EN/Products/ProductRange/Pages/Reachtrucks.aspx>
- [20] *ROS BT reflex REACH TRUCK forklift model* [online]. [cit. 2014-11-2]. Dostupné z: <http://www.gnrstore.net/index.php/ros-bt-reflex-reach-truck-forklift-model.html>

- [21] SLAMKOVÁ, E., DILANA, L., TABAKOVÁ, M.: *Ergonómia v priemysle*, GEORG, Žilina, 2010, 261 s., ISBN 978-80-89401-09-3
- [22] *Toyota Toner 8FGF25* [online]. [cit. 2014-11-2]. Dostupné z: http://www.heftruck.com/verkoop/nieuw/nieuw_item/t/toyota_tonero_8fgf25
- [23] *Ústav fyziky a materiálového inženýrství* [online]. [cit. 2015-1-16]. Dostupné z: http://ufmi.ft.utb.cz/texty/env_fyzika/EF_03.pdf
- [24] VEBER, V. *Pracovní prostředí*. Práce, Praha, 1982, 324 s.
- [25] *Zvukoměr EXTECH HD600* [online]. [cit. 2014-11-2]. Dostupné z: <http://www.trinstruments.cz/extech-hd600>

