

**Univerzita Pardubice**  
**Dopravní fakulta Jana Pernera**

**ELIMINACE VLIVU SOCIÁLNÍCH ZAŘÍZENÍ ŽELEZNIČNÍCH  
KOLEJOVÝCH VOZIDEL NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ**

Bc. Tereza Židková

Diplomová práce  
**2021**

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2020/2021

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Tereza Židková**  
Osobní číslo: **D18496**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Dopravní prostředky: Ochrana životního prostředí v dopravě**  
Téma práce: **Eliminace vlivu sociálních zařízení železničních kolejových vozidel na životní prostředí**  
Zadávající katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

### Zásady pro vypracování

Popište současný stav a navrhněte možné řešení problematiky údržby a oprav sociálních zařízení železničních kolejových vozidel a jejich vliv na životní prostředí. Zpracujte:

1. Způsoby likvidace odpadu ze sociálních zařízení železničních kolejových vozidel ve střediscích čištění vozidel.
2. Možné způsoby zabránění úniku splaškových sedimentů do kolejiště.
3. Popis údržby sociálních zařízení v podmínkách opravců a správkáren železničních kolejových vozidel se zaměřením na možnost ovlivnění životního prostředí.
4. Koncepční návrh pracoviště pro údržbu moderních sociálních zařízení železničních kolejových vozidel při stále se rozšiřujícím podílu uzavřených sociálních zařízení.
5. Studii mobilního zařízení pro čištění retenčních nádrží v místech, kde není možnost napojení na místní kanalizační síť.

Rozsah pracovní zprávy: **50 stran**  
Rozsah grafických prací: **podle pokynů vedoucího práce**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

[1] Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. *Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.* [online] Praha, 2015. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-401> [cit. 2021-02-02].

[2] STUHLÝ, V. a kol.: *Údržba a opravy II.* 1. vydání, 285 s. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1988.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Stanislava Liberová, Ph.D.**  
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Konzultant diplomové práce: **Ing. Alois Kotrba, Ph.D.**  
České dráhy, a.s.

Datum zadání diplomové práce: **15. února 2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2021**

L.S.

---

**doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.**  
děkan

---

**Ing. Jakub Vágner, Ph.D.**  
vedoucí katedry

## **Studijní program**

B3709 Dopravní technologie a spoje

## **Studijní obor**

37008R005 Dopravní prostředky: Ochrana životního prostředí v dopravě

## **Vedoucí práce**

Ing. Stanislava Liberová, Ph.D.

Prohlašuji:

Práci s názvem Eliminace vlivu sociálních zařízení železničních kolejových vozidel na životní prostředí jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 9.7.2021

Bc. Tereza Židková

*Mé poděkování patří v první řadě mému manželovi, protože bez jeho pomoci bych čas na práci našla jen stěží.*

*Rovněž bych chtěla poděkovat své vedoucí diplomové práce paní Ing. Stanislavě Liberové, Ph.D. za rychlé zpětné reakce, cenné rady, a hlavně za trpělivost a ruce v zádech, které mě dovedly až k finálnímu odevzdání diplomové práce.*

*Poděkování rovněž patří i panu Ing. Aloisu Kotrbovi, Ph. D, který mi umožnil v depu kolejových vozidel v Brně – Maloměřicích načerpat mnoho informací a rovněž mi poskytoval cenné rady při zpracování diplomové práce.*

*Děkuji přátelům za neustálé opakování věty: "To zvládneš!" - Já to opravdu zvládla.*

*Děkuji Vám všem.*

*Bc. Tereza Židková*

## **Anotace**

Tato diplomová práce se ve svém obsahu bude věnovat eliminaci vlivů sociálních zařízení železničních kolejových vozidel na životní prostředí. Tato práce se bude věnovat způsobům likvidace odpadu ze sociálního zařízení železničních kolejových vozidel ve střediscích čištění vozidel, dále uvádí možné způsoby zabránění úniku splaškových sedimentů do kolejiště a popisuje údržbu sociálního zařízení v podmínkách opravců a opraven, rovněž s možností ovlivnění životního prostředí. Práce dále obsahuje koncepční návrh pracoviště pro údržbu moderních sociálních zařízení a studii mobilních zařízení pro čištění retenčních nádrží v místech, kde není možné napojení na místní kanalizační síť.

## **Klíčová slova**

Životní prostředí, eliminace vlivu, železniční kolejové vozidlo, dopravní prostředky, sociální zařízení, opravárenská hala, kanalizační síť, retenční nádrž, mobilní zařízení.

## **Title**

Elimination of the impact of social facilities of railway rolling stock on the environment.

## **Annotation**

This diploma thesis deals with the elimination of the effects of social facilities of railway vehicles on the environment. This diploma thesis deals with methods of disposal of waste from the sanitary facilities of railway vehicles in vehicle cleaning centers, further lists possible ways to prevent the leakage of sewage sediments into the track and describes the maintenance of sanitary facilities in repairers and administrators with the possibility of environmental impact. The diploma thesis also contains a conceptual design of a workplace for the maintenance of modern sanitary facilities and a study of mobile devices for cleaning retention tanks in places where it is not possible to connect to the local sewerage network.

## **Keywords**

Environment, elimination of influence, railway rolling stock, means of transport, sanitary facilities, repair hall, sewerage network, retention tank, mobile equipment.

## Obsah

<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>10</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>12</b>
<b>Seznam symbolů a zkratek.....</b>	<b>13</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>15</b>
Zdůvodnění problematiky .....	15
Cíle práce .....	15
<b>1 Způsoby likvidace odpadu ze sociálních zařízení železničních kolejových vozidel ve střediscích čištění vozidel .....</b>	<b>16</b>
1.1 Ekologické problémy spojené s odvodem odpadních vod vzniklých při údržbě či opravě ve střediscích čištění vozidel.....	16
1.2 Odvod odpadních vod a splaškových sedimentů.....	16
1.3 Využití šedé vody – snížení množství odpadní vody .....	17
1.4 Souhrn způsobů čištění sociálních zařízení vakuových WC v České republice .....	20
1.4.1 Ejektory .....	20
1.4.2 Odsávací skříně .....	21
1.5 Souhrn způsobů čištění sociálních zařízení vakuových WC v zahraničí .....	21
1.5.1 Podzemní odsávací systémy .....	21
1.5.2 Síťový systém, CET systém .....	23
1.6 Mobilní zařízení.....	25
1.6.1 Současná technická řešení používaných mobilních zařízení v zahraničí ...	26
<b>2 Způsoby zabránění úniku splaškových sedimentů do kolejiště .....</b>	<b>30</b>
2.1 Údržba v zimním období .....	32
<b>3 Údržba sociálních zařízení v podmínkách opravců a opraven železničních kolejových vozidel se zaměřením na možnost ovlivnění životního prostředí .....</b>	<b>33</b>
3.1 Opravárenská dílna .....	33
3.1.1 Způsoby čištění součástí při údržbě a opravě .....	34
3.1.1.1 Kyselina citronová.....	34
3.1.2 Oprava a údržba vakuového WC.....	36
3.1.3 Zdravotní rizika pro zaměstnance opravárenských dílen.....	38
3.2 Opravárenská hala .....	39
<b>4 Koncepční návrh pracoviště pro údržbu moderních sociálních zařízení železničních kolejových vozidel při stále se rozšiřujícím podílu uzavřených sociálních zařízení.....</b>	<b>41</b>
4.1 Koncepční návrh halového objektu pro diagnostiku a opravu železničních vozidel..	41



4.1.1	Požadavky na objekt určený pro údržbu a opravu železničních kolejových vozidel	42
4.1.2	Prostorový koncepční návrh halového objektu pro údržbu železničních kolejových vozidel	42
4.1.3	Požadavky na pracoviště určené pro údržbu a opravu moderních sociálních zařízení železničních kolejových vozidel	44
4.1.4	Koncepční návrh pracoviště pro údržbu moderních sociálních zařízení železničních kolejových vozidel	45
<b>5</b>	<b>Studie mobilního zařízení pro čištění retenčních nádrží v místech, kde není možnost napojení na místní kanalizační síť</b>	<b>52</b>
5.1	Využití mobilních zařízení	52
5.2	Stanovení základních požadavků kladených na mobilní zařízení – cílové skupiny	52
5.2.1	Schvalování vozidel pro provoz na pozemních komunikacích	53
5.2.2	Dojezdová vzdálenost mobilního zařízení	54
5.2.3	Velikost nádrže	55
5.2.3.1	Odpadní nádrž mobilního zařízení	55
5.2.3.2	Nádrž na vodu mobilního zařízení	57
5.2.3.3	Odsávání	57
5.3	Mobilní zařízení na odsávání – návrh	58
5.3.1	Rozměry a parametry zvoleného vozidla	59
5.3.2	Celková hmotnost vozidla	60
5.3.3	Vlastní návrh mobilního zařízení	61
<b>6</b>	<b>Závěr</b>	<b>64</b>
	<b>Literatura</b>	<b>65</b>
	<b>Seznam příloh</b>	<b>69</b>

## **Seznam obrázků**

Obr. 1 Zavedení šedé vody do uzavřeného systému WC .....	18
Obr. 2 EVAC ECOTRAP - Grease separator (Odlučovač plastického maziva) .....	19
Obr. 3 Vodní ejektor – SQ 300 .....	21
Obr. 4 Disposal network Type 2000: Single underground – Heavy.....	22
Obr. 5 Disposal network Type 3000: Single underground .....	23
Obr. 6 Síťový systém společnosti Vogelsang .....	23
Obr. 7 Disposal network Type 4000: Single above ground.....	24
Obr. 8 TUnit MP (vpravo) a TUnit SP (vlevo) společnosti Vogelsang.....	25
Obr. 9 Mobilní odsávací zařízení společnosti Laborex 600 l typ I.....	26
Obr. 10 Mobilní odsávací zařízení Extraction 1200 společnosti Aquafriisch .....	27
Obr. 11 Mobilní jednotka na odsávání společnosti Vogelsang .....	28
Obr. 12 Mobilní vozík .....	28
Obr. 13 Přehled jednotlivých konstrukčních uspořádání mobilních zařízení .....	29
Obr. 14 Kolejová vana typ VK-3.....	31
Obr. 15 Textilie do kolejiště zabráňující úniku nebezpečných látek z kolejových vozidel.....	31
Obr. 16 Evac Clean Eco a princip fungování vakuového WC s Evac Clean Eco .....	35
Obr. 17 Oplachové stanoviště a průmyslová myčka dílů pro dezinfekci vakuových toalet.....	36
Obr. 18 Testování toalety na testovací stoličce po generální opravě .....	37
Obr. 19 Ukázka testovacího záznamu na zkušební stoličce po 6-ti leté generální opravě opotřebovaných komponentů vak. WC. ....	37
Obr. 20 Moderní testovací stoličce společnosti Glova rail.....	38
Obr. 21 Konceptní návrh pracoviště pro údržbu železničních kolejových vozidel .....	41
Obr. 22 3D konceptní návrh halového objektu pro údržbu železničních kolejových vozidel .....	43
Obr. 23 Konceptní návrh pracoviště pro údržbu moderních sociálních zařízení železničních kolejových vozidel.....	45

Obr. 24 Jednotku Daphne 300 od firmy 2VV.....	50
Obr. 25 Návrh rozmístění přívodu vzduchu a výustí nuceného větrání-rekuperace .....	51
Obr. 26 Základní rozdělení mobilních zařízení dle pohonu vozidla.....	54
Obr. 27 Cisterna obdelníková 3000 l; nádrž CEMO uložená na vozidle .....	56
Obr. 28 Vývěva společnosti HERTELL – vakuové čerpadlo.....	58
Obr. 29 Iveco New Daily se skříňovovu nástavbou .....	59
Obr. 30 Iveco New Daily s rozměry vozidla .....	61
Obr. 31 Uspořádání vybavení ve vozidle – pohled shora .....	62

## **Seznam tabulek**

Tab. 1 Doporučený čas vyčerpání nádrže v zimním období.....	32
Tab. 2 Tabulka popisu vnitřního vybavení pracoviště.....	47
Tab. 3 Porovnání měrných objemových hmotností materiálů různých tloušťek .....	56
Tab. 4 Rozměry sklolaminátové cisterny o objemu 3000 l .....	56
Tab. 5 Rozměry sklolaminátové cisterny o objemu 300 l .....	57
Tab. 6 Tabulka velikosti a rozměrů zvoleného vozidla Iveco New Daily.....	59
Tab. 7 Hmotnostní rozvaha – odpadní nádrž a nádrž na vodu .....	60
Tab. 8 Hmotnostní rozvaha příslušenství k odsávání .....	60

## Seznam symbolů a zkratek

### Symboly

§	paragraf
%	procento
[ml]	mililitr – odvozená jednotka objemu
°C	Celsiův stupeň – jednotka teploty
[mm]	milimetr – jednotka délky
[g/l]	gram na litr – jednotka hmotnostní průtokové rychlosti
[kg]	kilogram – základní jednotka hmotnosti
[m]	metr – základní jednotka délky
[l]	litr – metrická jednotka objemu odpovídající krychlovému decimetru
[t]	tuna – jednotka hmotnosti
[A]	ampér – základní jednotka soustavy SI pro elektrický proud
[km/hod]	kilometr za hodinu – jednotka rychlosti
[l/min]	litr za minutu – jednotka objemové průtokové rychlosti
[hod]	hodina – časová jednotka
[MPa]	megapascal – odvozená jednotkou tlaku
[kg/m <sup>3</sup> ]	kilogram na metr krychlový – jednotka měrné hmotnosti (hustoty)
Ø	průměr
“	palec na centimetr - 1" = 2,54 cm

### **Zkratky**

WC	toaleta (anglicky Water Closet)
DP	diplovová práce
GPRS	General Packet Radio Servise – označení pro mobilní datovou síť
ES	nařízení Evropského parlamentu a Rady
REACH	zkratka pro registrace, evaluace (hodnocení), autorizace (povolování) a omezování chemických látek
EOCD	organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (anglicky Organisation for Economic Co-operation and Development)
BSK	biochemická spotřeba kyslíku
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
VK	vana kolejová
UV	ultrafialové záření (z anglického ultraviolet)
C	pevnostní třída (z anglického concrete)
XF	stupeň vlivu prostředí (XF 4 pro beton vystavený mrazu a rozmrazování)
EN	Evropská norma
ČD	České dráhy
ISO	Mezinárodní organizace pro standardizaci (anglicky International Organization for Standardization)
LLDPE	Lineární polyethylen s nízkou hustotou (anglicky Linear low-density polyethylene)
SRB	butadien-styrenový kaučuk
EHS	Evropské hospodářské společenství
EU	Evropská unie
ppm	parts per million

## Úvod

Doprava je činnost ovlivňující životní prostředí. Plnění zákonných povinností v oblasti ochrany životního prostředí a usměrňování škodlivých vlivů z dob minulých zařazuje železniční dopravu mezi prostředek trvale udržitelné mobility. Jednou oblastí odstraňování škodlivých vlivů železniční dopravy na životní prostředí je i nahrazování gravitačních WC za uzavřené systémy s vakuovým WC. S narůstajícím počtem vozů s uzavřeným systémem WC, roste i nárok na údržbu a opravu těchto uzavřených systémů v podmínkách opravců a opraven (dříve správkáren) železničních vozidel. V současné době se podmínky pro údržbu jeví spíše nedostatečné.

Hlavním tématem této diplomové práce (dále DP) je pojednání o eliminaci vlivů sociálních zařízení železničních kolejových vozidel na životní prostředí, a to zejména z hlediska likvidace odpadu ze sociálních zařízení ve střediscích údržby kolejových vozidel.

## Zdůvodnění problematiky

Bez funkčního WC není možné uvést železniční kolejové vozidlo do provozu. Funkčnost WC je tedy prioritou veškerého provozu železničních vozidel.

Tato práce popisuje údržbu sociálních zařízení a navrhuje možné řešení problematiky s narůstajícím počtem uzavřených systémů WC, a to návrhem pracoviště, které pružně a efektivně pokryje údržbu všech uzavřených systému WC.

## Cíle práce

Cílem této práce je:

- popsat způsoby likvidace odpadu ze sociálních zařízení železničních kolejových vozidel ve střediscích čistění vozidel a odvod odpadních vod a splaškových sedimentů do kanalizace se zaměřením na ovlivnění životního prostředí;
- definovat možné způsoby zabránění úniku splaškových sedimentů do kolejiště;
- popsat údržbu sociálních zařízení v podmínkách opravců a opraven železničních kolejových vozidel;
- zpracovat koncepční návrh pracoviště pro údržbu moderních sociálních zařízení železničních kolejových vozidel;
- zpracovat rešerši vývoje mobilních zařízení a studii tohoto zařízení pro čistění retenčních nádrží v místech, kde není možné napojení na kanalizační síť, dále zpracovat koncepční návrh mobilního zařízení pro potřeby dopravce.

# **1 Způsoby likvidace odpadu ze sociálních zařízení železničních kolejových vozidel ve střediscích čištění vozidel**

Veškerý odpad, který vznikne při čištění sociálních zařízení (gravitačních i vakuových WC), ať už ve střediscích čištění a oprav kolejových vozidel nebo přímo ve středisku údržby kolejových vozidel, musí projít kanalizační sítí. Každé středisko údržby kolejových vozidel (dříve depo) v České republice je vybaveno kanalizací, která je napojena na danou kanalizační síť města.

## **1.1 Ekologické problémy spojené s odvodem odpadních vod vzniklých při údržbě či opravě ve střediscích čištění vozidel**

Při údržbě jednotlivých součástí kolejových vozidel a dopravních prostředků vznikají různé druhy odpadních vod:

- splaškové odpadní vody;
- dešťové odpadní vody (rovněž odpadní povrchové vody vzniklé odtokem srážkových vod);
- průmyslové odpadní vody [1].

U každého druhu odpadních vod je třeba zajistit bezpečnou likvidaci či odvedení. Splaškové odpadní vody ze sociálních zařízení se odvádějí do veřejné kanalizace a dále z kanalizace do čistírny odpadních vod. Dešťové odpadní vody, které neobsahují oleje nebo jiné škodlivé látky se odvádějí obvykle do nejbližšího vodního toku (tzv. kanalizace bez čištění) nebo jsou odvedeny společně se splaškovými či průmyslovými odpadními vodami do veřejné kanalizace. Odpadní vody průmyslové vznikají při čištění, jsou znečištěny různorodými látkami a obsahují množství ropných produktů (4-15 g/l [1]). Tyto odpadní vody se musí před vypuštěním vyčistit například flotací nebo koagulací s následnou filtrací.

## **1.2 Odvod odpadních vod a splaškových sedimentů**

Města mají svůj kanalizační řád, který je v souladu s ustanovením § 24 vyhlášky č. 428/201 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, a který se vztahuje na všechny právnické a fyzické osoby, jakožto potenciálního producenta odpadů, který má ve vlastnictví nebo spravuje objekt napojený na kanalizaci daného města [2].

Účelem kanalizačního řádu v daném městě, je stanovení nejvyšší možné (přípustné) míry znečištěné vody vypouštěné do kanalizace. Odpadní vody, které nesplňují stanovené limity je nutné předčišťovat, aby neohrožovaly provoz čistírny odpadních vod.



Vypouštění nejen biologického odpadu se dále řídí nařízením vlády č. 401/2015 Sb. Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech [3].

Zastaví-li vozidlo ve středisku údržby kolejových vozidel z důvodu odstavení mezi výkonem, dojde k doplnění provozních hmot a kapalin, odčerpání vakuových WC a odstavení vozu při prodlevě mezi výkonem na místa, která jsou pro tuto situaci zřízena. Pokud takto odstavené vozidlo má gravitační WC, je nutné před odstavným stáním očistit odpadní svod gravitačního WC (například tlakem vody) a následně po očištění je možné vozidlo odstavit. Takto odstavený vůz stojící ve středisku údržby kolejových vozidel po dobu mezi výkony, musí být posunut na koleji tak, aby svod gravitačního WC ústil do záchytné vany anebo na místo, kde je na kolej položena speciální textilie do kolejiště (v místech, kde není možné průmyslovou odpadní vodu odvést do kanalizace). Záchytné vany jsou umístěny na fekálních kolejích a při čištění odpadního svodu gravitačního WC jsou do nich odváděny splaškové sedimenty. Záchytné vany dále odvádějí zachycený odpadní materiál do kanalizace. Tato problematika je rozpracována v kapitole 2 této diplomové práce – Způsoby zabránění úniku splaškových sedimentů do kolejiště.

Pokud jsou ve středisku údržby kolejových vozidel odstavena k odstavnému stání vozidla určená k plánovanému provoznímu ošetření či prohlídce, je péče o vakuová i gravitační WC stejná. Není přípustné, aby docházelo v opravárenské hale k úkapům biologického materiálu. Stejný postup organizace práce ve vztahu k údržbě WC je nutné dodržet i v případě, že je vozidlo odstavené k odstavnému stání z důvodů neplánované poruchy.

Veškerá vozidla s uzavřeným systémem, která zastaví ve středisku údržby kolejových vozidel se musejí vyčistit, neboť funkční sociální zařízení je základ správného provozu vozidla. Vlakové soupravy s vyčištěným uzavřeným systémem jsou připraveny k dalšímu použití nebo je možné je přepravit do opravárenské haly k opravě.

### **1.3 Využití šedé vody – snížení množství odpadní vody**

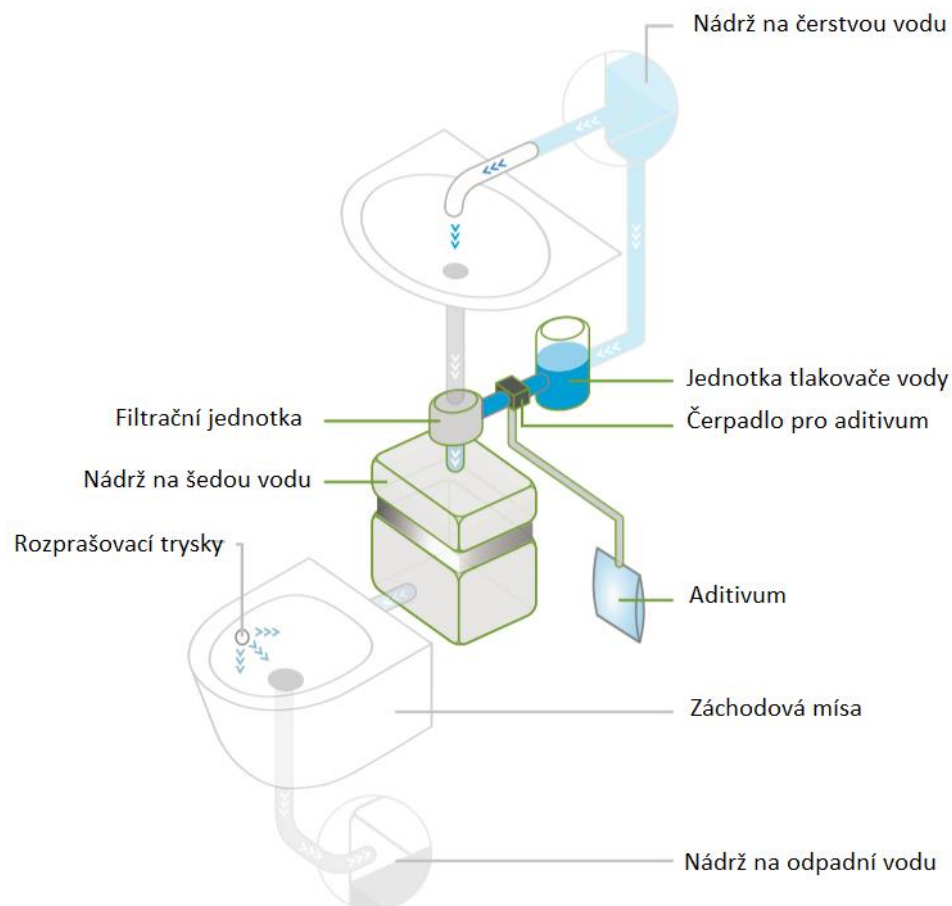
V současné době jsou globálně přijímány plány ke zvládnutí sucha. Využívání šedé vody je jednou z možností, jak vodu znovu využít a tím i šetřit její spotřebu.

Šedá voda je označení pro splaškovou odpadní vodu, která neobsahuje odpad z toalet, tedy žádný biologický materiál, jakým je moč či fekálie. Jedná se tedy obecně o vodu odtékající z praček, umyvadel, dřezů, van, sprch apod. Definice splaškové vody je uvedena v normě EN 12056. Čištění šedé vody se provádí v čistírnách šedých vod a zbavuje šedou vodu všech bakterií a virů. K čištění jsou používány například UV lampy, speciální membránové technologie a aditiva pro dezinfekci vody. Vyčištěná šedá voda se nazývá bílá voda [18].

Opětovným použitím šedé vody lze výrazně snížit množství vody potřebné například ke splachování toalety vakuového WC, což vede k výraznému šetření jednoho z nejcennějších neobnovitelných zdrojů na planetě, tedy vody.

V oblasti vodního hospodářství u sociálních zařízení železničních kolejových vozidel by bylo účelné na splachování využít vodu, která je použita na mytí rukou. Tento systém opětovného využití je vhodné využívat zejména na dlouhých trasách s omezenými zásobami vody a jeho užívání je významným příspěvkem k nižším nákladům na provoz. Umožňuje výrazně vyšší počet proplachů (například v případě zvýšeného počtu cestujících). Další výhodou je úspora hmotnosti, a tedy i spotřeba energie. Umožňuje také delší intervaly bez doplňování čerstvé vody.

Na obr. 1 je znázorněno zavedení šedé vody do uzavřeného systému WC. Mezi zásobník čerstvé vody a záchodovou mísu je vložena nádrž se šedou vodou, kam je pomocí čerpadla dopravováno aditivum, které slouží k dezinfekci vody. Do nádrže s šedou vodou je svedena voda použitá na mytí rukou z umyvadla, která je profiltrována přes filtrační jednotku.



Obr. 1 Zavedení šedé vody do uzavřeného systému WC

Zdroj: [19], překlad autor

Jako účinná ochrana proti bakteriím a vápenným usazeninám se přidává do vody na splachování roztok EnviroClean. Tento přípravek zajišťuje další životnost a účinnost celého toaletního systému včetně součástí opětovného použití šedé vody. Při přidání roztoku do splachovací vody, udržuje roztok potrubí, ventily a další toaletní části bez vápenných usazenin, takže pracují mnohem lépe a mnohem déle a je tím prodloužena doba, kdy je díl nutné vyměnit. Přísady EVAC zvyšují hygienu vakuových WC a současně snižují servisní náklady a prostoje tím, že udržují potrubí a další součásti čisté, bez vodního kamene a moči [19].

Aditivum EnviroClean je dávkováno v množství přibližně 0,2 ml do splachovacího cyklu, přesně jako aditivum Evac Clean Eco, které je přidáváno do splachovacího cyklu k zabránění tvorby úsad. Instalace do toaletního systému dle výrobce zabere cca 20 minut a jeden kontejner EnviroClean (o obsahu 1 500 ml) vydrží 7 500 splachovacích cyklů, tedy přibližně 3 měsíce. Výrobek je opatřen certifikátem kompatibility s životním prostředím a je biologicky rozložitelný dle zkušební metody OECD 301 D a 302 B [19].

V železničním kolejovém vozidle lze získat šedou vodu nejen z umyvadel v buňce sociálního zařízení, ale i v jídelních a restauračních vozech, kde je využití vody značné.

Odpadní (šedá) voda z restauračních a jídelních vozů ovšem vzhledem k přípravě potravin obsahuje obvykle množství plastického maziva, které je škodlivé pro potrubí, ventily, nádrže, čerpadla a další součásti systémů čištění odpadních vod. Tuk může způsobit usazeniny, ucpání potrubí a nepříjemné pachy a jeho odstranění vyžaduje nepohodlné a drahé čištění. Plastické mazivo lze oddělit od vody odlučovačem plastického maziva. Odlučovače plastických maziv Evac, Evac EcoTrap a Evac SGT, oddělují plastické mazivo od odpadních vod.



Obr. 2 EVAC ECOTRAP - Grease separator (Odlučovač plastického maziva)

Automatické odlučovače plastického maziva jsou vybaveny vypouštěcím čerpadlem a jedním nebo více topnými tělesy. Sebrané plastické mazivo je vypouštěno čerpadlem, které lze spustit ručně nebo automaticky.

Na obr. 2 je znázorněn odlučovač plastického maziva – Evac Ecotrap. Tento odlučovač plastického maziva má všechny součásti nerezové, umožňuje automatické čerpání spodního kalu a mazivo lze ručně vyjmout z horní části do přidržovacího koše [20].

## **1.4 Souhrn způsobů čištění sociálních zařízení vakuových WC v České republice**

Pokud vozidlo zastaví ve středisku údržby kolejových vozidel proběhne čištění sociálního zařízení na místě jemu určeném. Čištění se provádí několika možnými způsoby, které z velké části již byly popsány v [25].

Pro potřeby návrhu mobilního zařízení pro čištění retenčních nádrží v místech, kde není možné napojení na kanalizační síť, jehož studie bude mimo jiné obsahem této diplomové práce, jsou v této podkapitole uvedeny metody čištění se zaměřením na technologii a efektivitu odsávání.

### **1.4.1 Ejektory**

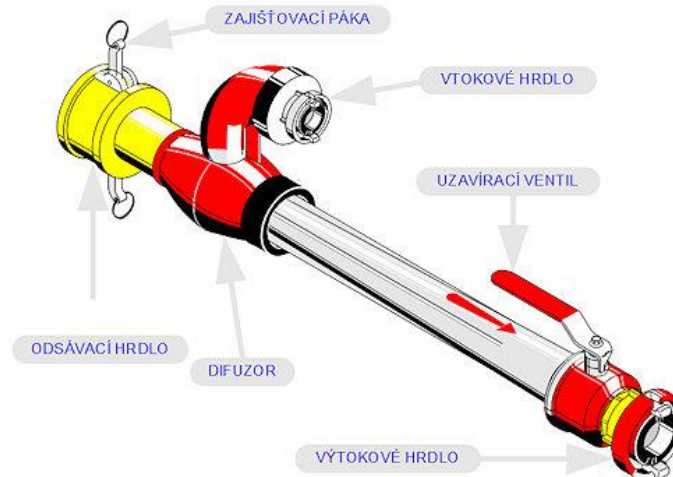
Ejektory neboli proudová čerpadla, se používají pro odsátí retenčních nádrží vakuových WC. Příklad proudového čerpadla (konkrétně proudové čerpadlo SQ 300) je znázorněno na obr. 3.

Čerpadla jsou poháněna proudem vody nebo párou. Nejvíce rozšířeným typem proudových čerpadel je vodní odsávací tryskové zařízení.

Vodní ejektory ke svému fungování nepotřebují tlakové nádoby. Proudové vodní čerpadlo využívá tlakového media (v tomto případě vodu nebo páru) a čerpaný obsah odpadní nádrže odsává rovnou do kanalizace. Ke své funkci potřebuje tedy vodovod a kanalizaci nebo nádrž, do které by byl obsah odpadních nádrží z vlakových souprav odsán.

Voda je přiváděna vtokovým hrdlem do difuzoru, kde vzniká podtlak. Přes odsávací hrdlo je odpadní voda odčerpána z retenční nádrže vlakové jednotky. Množství odsátého odpadu je závislé na tlaku hnací vody a na manometrické dopravní výšce [8].

Vzhledem k nutnosti přijetí strategie na zvládnutí sucha v krajině nejen v České republice, je snaha tato proudová vodní čerpadla s použitím vody nahradit jiným druhem čerpadel či technologií, kde by při odsávání nedocházelo k použití vody.



Obr. 3 Vodní ejektor – SQ 300

Zdroj: [8]

### 1.4.2 Odsávací skříně

Jak již bylo popsáno v [25] jsou odsávací skříně moderní zařízení, která slouží k odsátí retenční nádrže. Tyto odsávací skříně vyrábí firma Ekorex.

Nádrže jsou odsávány pomocí podtlaku přímo do kanalizace, čerpadlo napojené na polyester-polyuretanovou hadici v odsávací skříně zajistí bezkapkové odsávání. Po odsátí retenční nádrže následuje propláchnutí a odpadní voda je rovněž odvedena do kanalizace.

Odsávací skříně jsou často používanou variantou, i když i ony jsou nahrazovány jiným způsobem odsávání. Oranžové skříně Ekorex umístěné u kolejiště ve středisku údržby kolejových vozidel příliš nezapadají do celkového vzhledu střediska údržby kolejových vozidel, což vyplývá z příkladů praxe ve střediscích údržby kolejových vozidel.

## 1.5 Souhrn způsobů čištění sociálních zařízení vakuových WC v zahraničí

Zahraníční dopravci využívají i jiné systémy odsávání od různých společností, než jsou používané systémy v České republice. Zahraníční systémy jsou konstruovány tak, aby spolehlivě splňovaly všechny požadavky, jako jsou například požadavky na automatizaci či požadavek na obsluhu více vlakových jednotek současně.

### 1.5.1 Podzemní odsávací systémy

Belgická společnost Laborex (Railway wastewater systems – železniční systém odpadních vod) vyrábí systémy pro údržbu železničních vozidel od čištění interiérů až po odsávání odpadních nádrží. Všechny železniční systémy odpadních vod společnosti Laborex jsou vyrobeny z nerezavějícího kovu, v důsledku čehož nerezavějí a mají dlouhou životnost [9].

Odsávací systémy lze umístit mezi stávající koleje. Na odsávací systémy jsou umístěny tzv. dvojité sací jednotky – tedy jedna pro vůz vpravo a druhá pro vůz vlevo pro větší efektivitu odsávání. Některé typy sacích sloupků nevyžadují téměř žádné základy [9], čímž při instalaci nedojde k narušení stability stávající koleje. V Belgii jsou jednotky instalovány podél železniční trati a funkčnost odsávání je sledována pomocí GPRS. V případě poruchy je možné vzdáleně zasáhnout [9]. Velkou výhodou tohoto podzemního systému je to, že cesta mezi kolejnicemi zůstává volná. Veškerá odsávací technika je skryta pod zemí a každý sací sloupek v případě nutnosti opravy umožňuje přístup do prostoru pod sacím sloupkem.

Při výběru typu odsávacího systému je třeba sledovat mnoho parametrů, jako např. délku vlaků, počet vlakových jednotek, které je třeba obsluhovat současně nebo velikost opravárenské haly.

Podzemní odsávací systémy jsou vyráběny v různých provedeních:

- Typ 1000 (Disposal network Type 1000 – single underground)

Na místě určeném k čištění odpadních nádrží je nerezové víko, které snese zatížení až 2000 kg. Pod víkem je instalována betonová jáma o rozměru 1200 x 1200 mm a hloubce 1800 mm. Když není prováděno odsávání jsou odsávací a vodní hadice ukryty pod zemí [9].

- Typ 2000 (Disposal network Type 2000: Single underground – Heavy)

Dalším typem podzemního odsávacího systému je Typ 2000. Oproti typu 1000 snese dvakrát tak větší zatížení, tedy zátěž až 4000 kg. Podzemní odsávací skříň Laborex Typ 2000 je zobrazena na obr. 4.



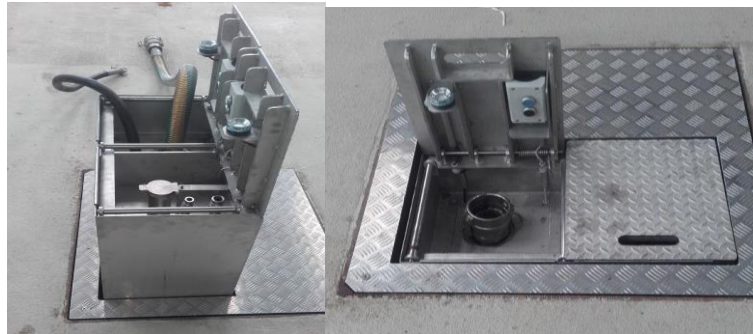
Obr. 4 Disposal network Type 2000: Single underground – Heavy

Zdroj: [9]

- Typ 3000 (Disposal network Type 3000: Single underground)

Tento typ je nejergonomičtější řešení podzemních odsávacích systémů společnosti Laborex. Sací sloupek lze při použití zvednout, což umožňuje snadný přístup k odsávacím a zbrojícím hadicím. Sloupek je možné zvednout až do výšky 600 mm. Když se odsávání neprovádí,

sloupek zajede pod zem a prostor zůstane volný. Snese zatížení až 4000 kg [9]. Prostor pro odpadní a vodní hadici má oddělené otevírání. Typ 3000 je zobrazen na obr. 5.



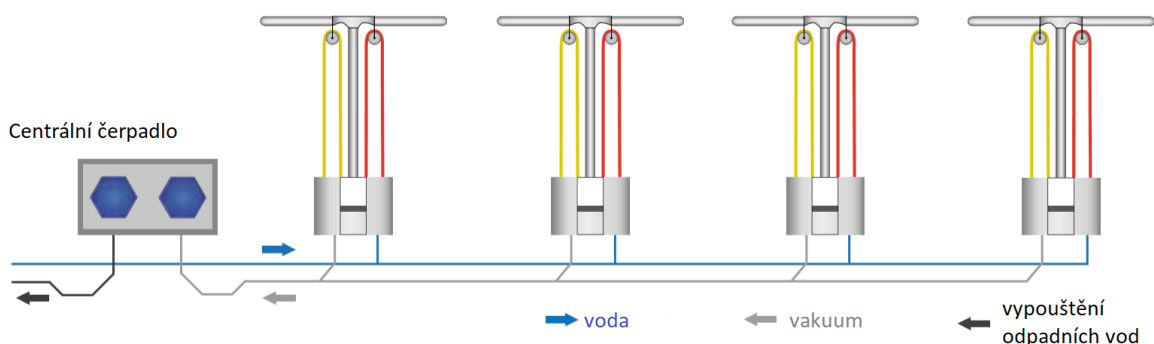
Obr. 5 Disposal network Type 3000: Single underground

Zdroj: [9]

### 1.5.2 Síťový systém, CET systém

Síťový systém odsávání odpadních vod se skládá z centrální čerpací stanice a více servisních míst určených k odsávání a zbrojení. Tento centrální síťový systém, který je dosud nejefektivnějším řešením odsávání retenčních nádrží, vyrábí v Německu společnost Vogelsang nebo také španělská společnost Aquafirsch, která systém vyrábí pod názvem CET systems, dále síťový systém rovněž nabízí společnost Laborex.

Síťový systém a jeho princip funkce je ilustrován na obr. 6. Na obrázku je síťový systém společnosti Vogelsang.



Obr. 6 Síťový systém společnosti Vogelsang

Zdroj: Upraveno a přeloženo autorem na podkladu [10]

- Typ 4000 (Disposal network Type 4000: Single above ground)

Typ 4000 od společnosti Laborex je nadzemní síťový systém. Pokud se hadice nepoužívají, leží stranou u kolejnice. Sací sloupek je umístěn nad zemí a veškerá technika je instalována do samotného sacího sloupku. Každých 12 metrů je instalován sací sloupek a tyto sací

sloupky jsou spojeny potrubím a zakryty betonovými víky [9]. Typ 4000 společnosti Laborex je zobrazen na obr. 7.



Obr. 7 Disposal network Type 4000: Single above ground

Zdroj: [9]

- Systémy Aquafrisch CET

Systémy Aquafrisch CET umožňují řešení na míru pro tratě až 500 m dlouhé a nabízejí od 1 až do 50 servisních bodů, tedy extrakčních stanic. Tyto nezávislé stanice jsou rozmístěny na místě určenému k čištění. Celý proces extrakce je navržen s vakuovou technologií pro zajištění optimální pracovní rychlosti a snadné údržby. Systém CET je ovládán pomocí dotykových ovládacích panelů, které umožňují specifické programy pro jednotlivé typy vlakových souprav. Programy jsou založeny na počtu toalet ve vlaku či litrech potřebných pro vypuštění. Extrakce je prováděna pomocí pneumatické skupiny, která generuje vakuum pro extrakci splaškových sedimentů z retenčních nádrží [11]. Odsávání trvá 2-3 minuty.

- Nadzemní pólový systém společnosti Laborex – Typ 6000 (Type 6000 above ground pole system)

Tento nadzemní pólový systém pracuje na stejném principu jako CET systémy společnosti Aquafrisch. Hadice jsou instalovány na svislém sloupu a jsou automaticky zatahovány. Tento ergonomický systém nabízí velký poloměr ohybu. Hadice mají poloměr ohybu 18 metrů. Odsávací systémy jsou instalovány uvnitř každého sacího pólu. Potrubí spojující různé sací tyče lze instalovat buď do žlabů zakrytých betonovými víky, nebo jednoduše přímo do základu. Každý sací sloup může být vybaven samostatným modulem osvětlení [9].

- TUnit společnosti Vogelsang (TUnit MP-The Ultimate solution for multiple station systems, TUnit SP – The Stand-alon solution)

TUnit MP je servisní stanice pro likvidaci odpadních vod z toalet a dávkování pitné vody v sektoru železničních služeb. TUnit je k dispozici v mnoha různých variantách. Stanice může být nabízena pro malá servisní zařízení jako samostatný systém (TUnit SP) anebo v kombinaci s centralizovanou stanicí vakuového čerpadla ve středních a velkých systémech



(TUnit MP). Všechny TUnit jsou kompaktní, snadno ovladatelné a vhodné pro venkovní použití. Hadice jsou pevně připojeny ke stožáru a automaticky se zatahují. Stanice tak zajišťuje velice pohodlné a snadné plnění nádrží pitnou vodou a zároveň odsávání odpadní vody z odpadních nádrží toalet. Připojení k odpadní nádrži je možné až na vzdálenost 8 metrů a díky automatickému zatahovacímu mechanismu je jednotka vždy připravena k použití [10]. Na obr. 8 je vpravo znázorněna servisní stanice TUnit MP a vlevo samostatný systém TUnit SP.



Obr. 8 TUnit MP (vpravo) a TUnit SP (vlevo) společnosti Vogelsang

Zdroj: [10]

## 1.6 Mobilní zařízení

V případě, že není možné provést čištění s napojením na kanalizační síť je nutné přistoupit k jinému způsobu čištění uzavřeného systému WC, a to pomocí mobilního zařízení. Potřeba mobilních zařízení je v současném systému dopravy důležitá z hlediska obrátových stanic, což souvisí s financováním osobní dopravy jednotlivými kraji. Kritické jsou z tohoto hlediska výluky, nehody nebo jiné mimořádné události na trati, kdy není možné vůz dopravit ke kanalizační síti a zajistit tak odsátí retenční nádrže před dalším použitím vozu. V některých

zemích je mobilní zařízení výhodnější alternativa než pevně zabudované automatické systémy odsávání.

### **1.6.1 Současná technická řešení používaných mobilních zařízení v zahraničí**

Mobilní zařízení od společnosti Laborex, která byla již zmiňována v souvislosti s podzemními odsávacími systémy, vyrábí všechna mobilní zařízení z nerezové oceli. Přívěsy jsou velice flexibilní a mohou být postaveny na jakémkoliv typu elektrického vozidla. Údržba a oprava je dle výrobce pro uživatele velice náročná, a proto ji mohou provádět jen zkušení zaměstnanci společnosti Laborex. Výrobce nabízí k vyrobeným vozům záruční i pozáruční servis.

Laborex nabízí celou řadu mobilních vakuových systémů pro odsávání retenčních nádrží. Jsou k dispozici vozidla na elektrický či spalovací motor. Mobilní zařízení se liší šířkou vozidla a uspokojí tak požadavky zákazníka na průjezd prostorem. Jsou vyráběna vozidla s šířkou od 1100 mm do 1500 mm. Dále se mobilní zařízení liší velikostí odsávací nádrže.



Obr. 9 Mobilní odsávací zařízení společnosti Laborex 600 l typ I

Zdroj: [9]

Nádrž o objemu 600 litrů – tedy mobilní zařízení pro likvidaci odpadu typu I je vybaveno pouze odsávacím zařízením, zatímco mobilní zařízení pro likvidaci odpadu typu II má větší objem, tedy 1200 litrů a nabízí i možnost při čištění odpadní nádrže železniční vozidlo opláchnout vodou pomocí tlakového čerpadla. Na obr. 9 je zobrazeno mobilní zařízení společnosti Laborex typ I s objemem nádrže 600 l.

Španělská společnost Aquafrisch se sídlem v Madridu vyrábí mobilní zařízení na vozících určených k tažení nebo elektrická vozidla. Aquafrisch kombinuje ocelové nebo GRP (sklolaminátové) nádrže s objemem až 2000 litrů s vývěvami. Odsávání se provádí pomocí

pneumatické skupiny, která vytváří vakuum pro extrakci tekutin z retenční nádrže. Na obr. 10 je vyobrazeno mobilní zařízení společnosti Aquafrisch o objemu 1200 l.



Obr. 10 Mobilní odsávací zařízení Extraction 1200 společnosti Aquafrisch

Zdroj: [11]

Další naprosto bezemisní zařízení, která jsou vhodná například pro používání v opravárenských halách či dílnách, kde není napojení na kanalizaci, jsou mobilní vozíky od německé společnosti Vogelsang. Tyto jednotky mohou mít bateriový pohon. Jednotky lze použít i pro venkovní použití, kde jsou k dispozici varianty s integrovaným generátorem nebo s přímým pohonem čerpadla se spalovacím motorem. Na obr. 11 a na obr. 12 je zobrazen přívěs – mobilní vozík, bez kryté nádrže a vyhřívání. Přívěs je určen k tažení motorovým vozidlem.

Mobilní systémy likvidace odpadních vod jsou vybaveny výkonným rotačním lalokovým čerpadlem Vogelsang. Samonasávací, objemové čerpadlo je určeno k extrakci retenční nádrže a k následnému vyprázdnění přepravní nádrže mobilního zařízení. To umožňuje jednoduchá konstrukce systému a malá hmotnost jednotky.

K dispozici je i další doplňkové vybavení. Například další vodní nádrž se zařízením na vyplachování nádrží nebo vyhřívání ochrana pro použití při poklesu teplot pod bod mrazu.



Obr. 11 Mobilní jednotka na odsávání společnosti Vogelsang

Zdroj: [12]

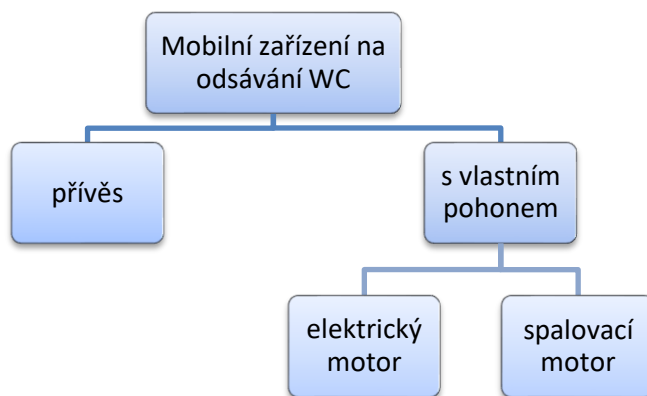
Na zahraničním trhu jsou k dispozici kromě jednoduchých přívěsů také varianty dvounápravového řízení se zaměnitelnou ojí. Toto konstrukční řešení umožňuje maximální manévrovatelnost i na úzkých servisních plošinách [12].



Obr. 12 Mobilní vozík

Zdroj: [11]

V závislosti na technických požadavcích a místních podmínkách lze zvolit různé konstrukce vozidel a kapacity nádrží. Kromě samohybných vozidel jsou k dispozici také průmyslové přívěsy. Pro přehled jsou jednotlivé typy konstrukčních řešení zobrazeny na obr. 13.



Obr. 13 Přehled jednotlivých konstrukčních uspořádání mobilních zařízení

Zdroj: autor

## **2 Způsoby zabránění úniku splaškových sedimentů do kolejiště**

Jestliže se vozidlo zastaví v místě, kde není možnost čištění sociálního zařízení způsobem napojeným na kanalizační síť, musí být provozovatelem vozu zajištěno, že nedojde k vypuštění látek do kolejiště. Jakékoliv vypouštění biologického odpadu do kolejiště je trestáno pokutou z důvodu ochrany životního prostředí, či ochrany lidského zdraví.

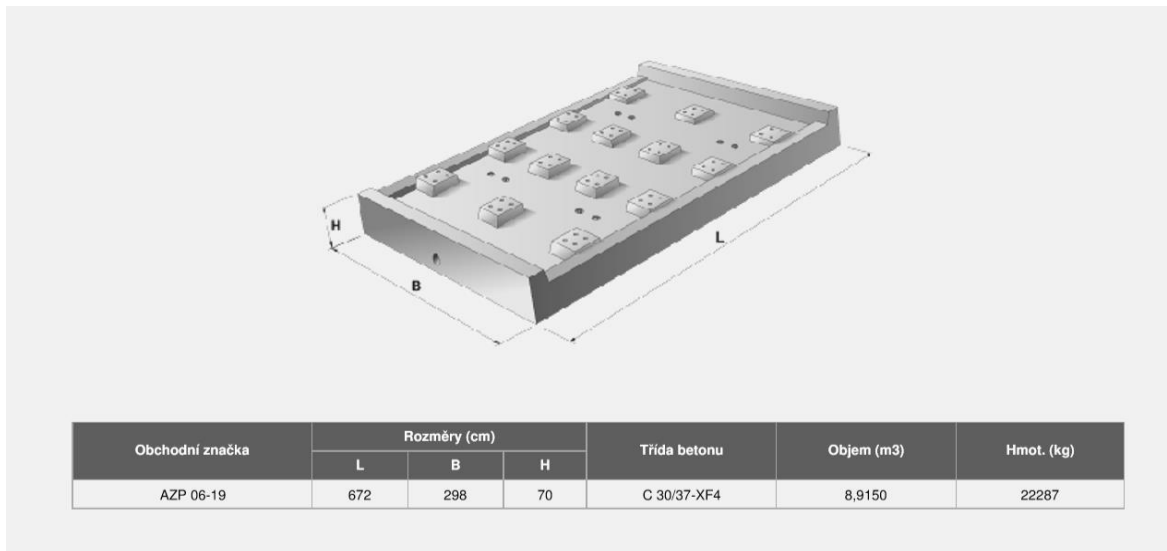
Pro vozy, které disponují gravitačním WC, musí být k dispozici kolej se záchytnými vanami. Svod odpadního potrubí gravitačního WC ústí do záchytné vany, aby se zabránilo možnému úniku splaškových sedimentů do kolejiště. Problémem záchytných van je, že jsou krátké, proto musí být fekální kolej dostatečně dlouhá a je nutný posun vlakové soupravy, aby odpadní potrubí gravitačního WC vyústilo přímo nad kolejovou vanu.

V zimních měsících dochází k namrzání splaškových sedimentů uvnitř odpadního svodu gravitačního WC a při odstávce vozidla či před vlastní údržbou musí údržbová četa přejít k ručnímu čištění. Je použita horká voda a splaškové sedimenty jsou svedeny do záchytné vany a následně opět do kanalizace.

Další možný způsob zabránění úniku splaškových sedimentů do kolejiště, je použití kolejových van. Kolejové vany jsou instalovány do kolejiště ve střediscích údržby kolejových vozidel, aby zachytily tuhé i tekuté odpady, které vznikají po vnitřním i vnějším čištění osobních železničních vozů. Dále jsou vany používány k zachytu chemických a ropných produktů na odstavných kolejích o rozchodu 1435 mm. Vany jsou rovněž využívány v místech, kde je umístěno mycí zařízení pro kolejová vozidla. Vanu je vhodné, podle druhu použití natřít ochranným nátěrem dle doporučení výrobce [15].

Kolejové vany mají obdélníkový tvar. Používané typy van jsou VK-1, VK-2 a VK-3. Na obrázku (obr.14) je znázorněna kolejová vana VK-3 i s rozměrovými parametry výrobku. Plocha vany je svedena spádově do sběrného kelímku, který ústí kruhovým otvorem ve spodní straně vany do svodového žlabu nebo do kanalizace. Sběrný kelímek je napojen na městskou kanalizaci a poté dále do městské čistírny odpadních vod. Kolejové vany jsou vyrobeny z betonu pevnostní třídy C 30/37 pro třídu prostředí XF4 [15].

Vany jsou udržovány mechanicky, a to tlakovou vodou nebo ručně, s přídavkem saponátu.



Obr. 14 Kolejová vana typ VK-3

Zdroj: [16]

Pokud nejsou k dispozici záchytné nebo kolejové vany napojené na kanalizační síť, použijí se tzv. sorpční koberce. Sorpční koberce do kolejiště jsou vyvinuty pro použití ve venkovních prostorech, jsou voděodolné a UV stabilní. Spolehlivě zachytí motorové oleje, naftu, rostlinné oleje, rozpouštědla apod. [13].

Po odjezdu vlakové soupravy se splaškový sediment, který z gravitačních WC po dobu odstávky vlaku vypadl (nebo vytekl), ekologicky zlikviduje, a tím dojde k veškeré eliminaci znečištění životního prostředí. Textilie do kolejiště jsou znázorněny v různých provedeních a od různých výrobců na obr. 15.



Obr. 15 Textilie do kolejiště zabraňující úniku nebezpečných látek z kolejových vozidel

Zdroj: [13], [14]

Vlakové soupravy či vozy s uzavřeným systémem WC jsou bezúkapové, a pokud dojde k jejich odstávce, nedochází u nich k žádnému uniku splaškových sedimentů do kolejiště. Čistění je prováděno rovněž bezúkapově. Nepředstavují tedy v tomto ohledu žádné riziko pro životní prostředí.

## 2.1 Údržba v zimním období

V zimním období je údržba a čištění WC problematická. U gravitačního WC namrzají fekálie na odpadní svod potrubí a ruční ani mechanické čištění potom není možné. Je třeba odpadní svod potrubí gravitačního WC nahřát, nebo provádět čištění horkou vodou. Při umístění vozidla s gravitačním WC do haly je nutné počítat s tím, že pokud nebude svod odpadního potrubí gravitačního WC ihned po nahřátí vyčištěn, dojde vlivem zvýšené teploty v hale k úkapům biologického materiálu, což z hlediska vysokých hygienických nároků není přípustné. Pod vozidlo může být dočasně umístěna vana na zachytávání biologického materiálu, kam bude odpad sveden.

U odstavené jednotky s uzavřeným systémem vakuového WC bez nahřívání odpadních nádrží v zimních měsících je nutno provést příslušným odsávacím zařízením odsátí odpadní nádrže a zároveň je nutné i vypuštění nádrže na vodu. Doporučený čas odčerpání odpadní nádrže bez temperování je v zimním období stanoven v závislosti na okolní teplotě a je uveden v tabulce (tab.1).

Tab. 1 Doporučený čas vyčerpání nádrže v zimním období

Teplota okolí	Doporučený čas na odsátí nádrže
Nad -10 °C	Do 10 hodin
-10 °C až -20 °C	Do 6 hodin
Méně než -20 °C	Do 2 hodin

Zdroj: [17]



### **3 Údržba sociálních zařízení v podmínkách opravců a opraven železničních kolejových vozidel se zaměřením na možnost ovlivnění životního prostředí**

Úměrně s narůstajícím počtem vozů s uzavřeným systémem WC, roste i nárok na údržbu a opravu těchto uzavřených systémů v podmínkách opravců a opraven železničních vozidel. V současné době se podmínky pro údržbu jeví spíše nedostatečné a lze tedy předpokládat, že pokud nebudou postaveny nové opravárenské dílny (haly) anebo prostory určené k údržbě uzavřených systému WC, nebude možné porouchané uzavřené systémy WC opravovat, důsledkem čehož nebudou ani železniční vozidla v provozuschopném stavu.

Není možné odstavit vůz s nefunkčním WC a čekat, až bude sociální zařízení opraveno. Tento prostož při opravě by znamenal značné omezení použitelnosti a provozu celé vlakové soupravy či vozu. Vzhledem k tomu, že střediska údržby kolejových vozidel disponují rozmanitým vozovým parkem, opravy se řeší výměnou porouchaného sociálního zařízení za funkční. Pokud ovšem není problém s řídicí jednotkou, tam opravu výměnou nelze provést. Nefunkční řídicí jednotka musí být napojena na diagnostiku a následně opravena.

Kromě opravy nefunkčních sociálních zařízení je třeba zajistit spolehlivost vakuových WC, a to pravidelnou údržbou nebo výměnou degradujících částí nebo částí, které jsou vystavovány velkému opotřebení. Příklady takových částí jsou všechny pryžové součásti, hadice anebo těsnění. Další namáhanou součástkou jsou splachovací ventily, elektromagnetické ventily apod.

Vzhledem k celkovým nákladům na životní cyklus vakuového toaletního systému mají náklady na náhradní díly zásadní, ne-li dominantní roli. Toaleta může být v provozu řádově desítky let a během této doby bude většina jejích částí několikrát vyměněna.

Z příkladů praxe se mezi nejčastější poruchy vakuových WC řadí porucha záchodové mísy a jejího systému anebo porucha topení v buňce sociálního zařízení.

#### **3.1 Opravárenská dílna**

Dílna pro potřeby opravy vakuových WC by měla být vybavena pro všechny úkony související s opravou a odstranění všech problémů anebo generální opravou opotřebených dílů. Proto je třeba při návrhu takovéto dílny počítat s prostorem, kde budou náhradní díly uloženy. Tento prostor by měl disponovat regálovým systémem.

Při zjištění závady systému vakuové toalety je toaleta vyjmuta z buňky sociálního zařízení vozu, je zabalena do fólie a přepravena do opravárenské dílny. V ten samý okamžik je do buňky v daném voze nainstalována jiná – funkční toaleta.

### **3.1.1 Způsoby čištění součástí při údržbě a opravě**

Čistota součástí je důležitou podmínkou kvality opravy a zároveň zárukou správné funkce. V údržbě a opravě se součástky mohou čistit třemi základními způsoby:

- umýváním čistícími prostředky;
- otryskáváním;
- opalováním [1].

Drobné součástky se čistí ve vaničkách různých velikostí s ohřevem zvoleného roztoku na teplotu 80–130 °C [1]. Větší součástky jsou myty postřikovacími stroji.

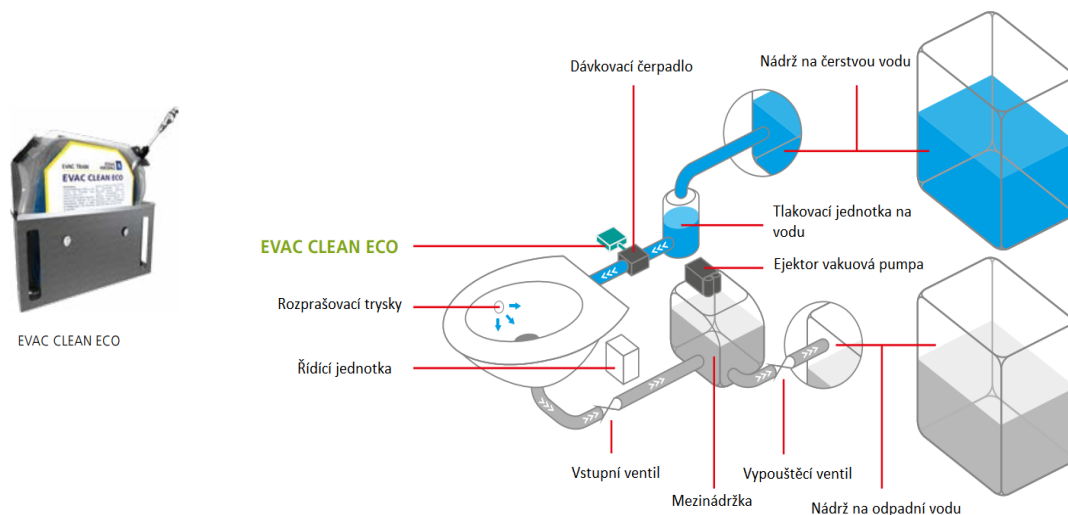
Otryskáváním je odstraňována nečistota, mastnota i korozivní prvky a staré nátěry. K otryskávání je využíván například písek o velikosti zrn 0,1 až 0,7 mm [1] a provádí se otryskávací pistolí. Při tomto způsobu čištění je nutné zajistit odsávání otryskávaného materiálu. Součástky vakuových WC se z důvodu jejich velikosti otryskáváním neudržují.

Způsob čištění opalováním je velice pracný, pomalý a nehygienický, a proto je nahrazován chemickým čištěním.

V opravárenských dílnách jsou upřednostňovány způsoby ručního či vysokotlakého strojního umývání vodou či chemickými prostředky ve speciálních myčkách.

#### **3.1.1.1 Kyselina citronová**

V rámci čištění vakuových WC je používána koncentrovaná kyselina citronová. Dále se na odvápnění a čištění používá výrobcem schválený splachovací přípravek do vody Evac Clean Eco, který obsahuje 10-20 % (2 - methoxymethylethoxyn) propanol a 1-2,5 % již zmíněné koncentrované kyseliny citronové. Princip fungování vakuového WC s přidanou splachovací přísadou Evac Clean Eco je vyobrazen na obr.16. Zásobník na splachovací přísadu je do systému vložen mezi tlakovací jednotku na vodu a toaletní mísu a je dávkováno dávkovacím čerpadlem. Jedno balení Evac Clean Eco o obsahu 1500 ml vydrží okolo 7 500 splachovacích cyklů, tedy přibližně 3 měsíce [4].



Obr. 16 Evac Clean Eco a princip fungování vakuového WC s Evac Clean Eco

Zdroj: Přeloženo a upraveno autorem na podkladu [4]

Pro čištění a údržbu důležitá kyselina citronová je společně s odpadními vodami a splaškovými sedimenty vypouštěna do kanalizační sítě v daném místě. Obecně je kyselina citronová (neboli citric acid) tuhá látka. Sumární vzorec je  $C_6H_8O_7$  a její chemický název je kyselina citronová monohydrát. A právě díky své schopnosti vytvořit při kontaktu s kovy cheláty<sup>1</sup> se kyselina citronová přidává do mýdel a čistících prostředků [5].

Podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH) v platném znění je vytvořen bezpečnostní list kyseliny citronové, ve kterém je látka podrobně identifikována a v ekologických informacích o výrobku je uvedeno, že látka není klasifikována jako nebezpečná pro životní prostředí. Při práci s ní, je ovšem nutné používat ochranné rukavice a zamezit styku s očima například ochrannými brýlemi [7].

Látka je podle EOCED kritérií biologicky odbouratelná. Je dobře rozpustná ve vodě a dokáže proniknout do podzemních vod nebo se rozptýlit na velkou vzdálenost [7].

V množství používaném pro údržbu vakuových WC (spotřeba je přibližně 0,2 ml roztoku Evac Clean Eco na jeden splachovací cyklus, přičemž jedno balení Evac Clean Eco obsahuje 1-2,5 % koncentrované kyseliny citronové a jedno balení má objem 1500 ml [4]) je látka naprosto neškodná a vypouštěné množství do kanalizace nepatří mezi výrazně problémové. Postupuje se dle platných předpisů o zneškodňování odpadů, tedy dle zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění a podle prováděcích předpisů o zneškodňování odpadů, vyhlášky č. 93/2016 Sb. (katalog odpadů) v platném znění a dále dle vyhlášky č. 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, v platném znění a další [7].

<sup>1</sup>Chelát – tedy jinými slovy znamená vazbu jednoho minerálu na dvě aminokyseliny, či méně často organické kyseliny. Tím se cheláty značně liší od standardních organických a anorganických forem [6].

V neposlední řadě je třeba se řídit příslušným kanalizačním řádem, kde kyselina citronová jako sledované individuuum s největší pravděpodobností není uvedena, ale je zahrnuta v celkové BSK (biologické spotřebě kyslíku), resp. CHSK (chemické spotřebě kyslíku).

### **3.1.2 Oprava a údržba vakuového WC**

Před zahájením jakýchkoliv prací na opravě či údržbě vakuového WC je vyjmutá toaleta dezinfikována a umývána. K tomuto úkonu musí být v dílně vyhrazené místo pro umývání, ať už celých systémů toalet anebo drobných součástí vakuového systému sociálního zařízení. Pro umývání celých systémů vakuových toalet je v opravárenské hale zřízena speciální vana s roštem, kde je proudem vody toaleta předčištěna od hrubých nečistot. Tato vana s roštem je zobrazena na obr. 16 v levé části obrázku. Nečistoty jsou svedeny do kanalizace. Rošt zabrání propadnutí malých částí ze zařízení, které se mohou během umývání uvolnit.

Aby nedocházelo při mytí k zatěžování životního prostředí, je po omytí vodou použita k důkladnějšímu čištění koncentrovaná kyselina citronová. Drobné části jsou uloženy na rošt a jsou vloženy do roztoku kyseliny citronové, nebo jsou umístěny do speciálních průmyslových myček, které slouží pro vyčistění a odmaštění dílů vakuových toalet. Průmyslová myčka je uvedena rovněž na obr.17 a to v pravé části obrázku.



Obr. 17 Oplachové stanoviště a průmyslová myčka dílů pro dezinfekci vakuových toalet

Zdroj: [21], [22]

Po umytí vakuových toalet přijde na řadu diagnostika. Je třeba provést funkční test vakuového WC, aby se zjistilo, kterou závadu je třeba odstranit.

Po diagnostice je závada odstraněna a toaleta je umístěna na speciální testovací stoličce, kde je vystavena nejméně 30 - ti splachovacím cyklům a během této zkoušky je sledováno, zda nedochází k únikům a je zároveň zkontrolována i funkčnost celého systému. Testovací stoličce je zobrazena na obr.18.

Po opravě je vydána podrobná zpráva, která uvádí charakteristiku zjištěných závad, obsahuje rovněž seznam opatření, která byla přijata k nápravě závad a seznam použitých náhradních



Alternativa testovací stolice může být například moderní zkušební lavice vyvinutá společností Glova Rail. Výška stolu je zde libovolně elektricky nastavitelná a souprava nabízí systém, který má schopnost připojit všechny kompaktní toaletní systémy. Tato testovací lavice LabControl představuje kompletní integrovanou pracovní stanici a je vybavena počítačem a obrazovkou. Moderní testovací lavice společnosti Glova Rail je zobrazena na obr. 20.



Obr. 20 Moderní testovací stolice společnosti Glova rail

Zdroj: [23]

Po opravě a diagnostice je funkční sociální zařízení opět zabaleno do folie a uloženo do regálu v opravárenské hale. Odsud je vyzvednuto v případě náhrady jiného nefunkčního WC, které je přivezeno na opravu do opravárenské haly.

Celý proces mytí, diagnostiky a opravy musí probíhat pružně. Jinak by byl celý proces údržby a opravy ztrátový. Aby nedocházelo k prostojům vlakových jednotek je nutné mít v opravárenské hale zásobu náhradních funkčních sociálních zařízení pro použití do vozu, ze kterého bylo nefunkční WC demontováno.

### **3.1.3 Zdravotní rizika pro zaměstnance opravárenských dílen**

Dle §106 odst. 4 zákoníku práce platí, že každý zaměstnanec je povinen dbát podle svých možností na svou vlastní bezpečnost o své zdraví. Zaměstnanci jsou povinni se podrobit lékařským prohlídkám, vyšetřením a očkováním stanovenými zákonem č. 258/2002 Sb., zákon o ochraně veřejného zdraví, který mimo jiné řeší i předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění prostřednictvím očkování. Zákon č. 258/2002 Sb., o ochraně veřejného zdraví zmiňuje vyhlášku č. 537/2006 Sb., o očkování proti infekčním nemocem, která mimo jiné řeší otázku pracovišť s vyšším rizikem vzniku infekčního onemocnění a podmínky, za kterých mohou být v souvislosti se zvláštním očkováním zaměstnanci zařazeni na tato pracoviště [32].

Pracovník opravárenské dílny musí podstoupit vstupní lékařskou prohlídku, kde je zaměstnanci poskytnuto základní preventivní očkování. Dle vyhlášky č. 537/2006 Sb., o očkování proti infekčním nemocem, musí mít zaměstnanec základní očkování proti tuberkulóze, záškrtu, tetanu, dávivému kašli, invazivnímu onemocnění vyvolanému původcem *Haemophilus influenzae b*, přenosné dětské obrně a virové hepatitidě B dále proti spalničkám, zarděnkám a příušnicím, proti pneumokokovým nákazám a proti virové hepatitidě A [33]. Následně se dle vnitřních předpisů a dle stanoveného harmonogramu účastní zaměstnanec periodických prohlídek.

Práce v opravárenské dílně může být pro zaměstnance zdrojem zdravotního rizika. Pracovníci se dostávají při své práci do kontaktu s odpadními vodami, které mohou být klasifikovány jako infekční materiál. Dále během údržby vakuových WC vznikají nebezpečné aerosoly a zaměstnanec může být nakažen bakteriální či virovou infekcí. Zaměstnanci by měli být vybaveni ochrannými pomůckami, které do jisté míry eliminují možnosti rizika. Veškeré předpisy se řídí zákonem č. 258/2020 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů a prováděcí předpisy k zákonu ve znění pozdějších předpisů podle jednotlivých oblastí oboru.

Zaměstnavatel poskytne zaměstnanci ochranné pomůcky (ochranný oděv, brýle, rukavice apod.) Tyto ochranné pomůcky jsou stanoveny vnitřním předpisem opravárenské dílny a nesmí bránit zaměstnancům ve vykonávání jejich práce ani je nijak omezovat [24].

Chemické látky a mikroorganismy vstupují do organismu především vdechnutím či kontaktem s pokožkou a sliznicí. Mikroorganismy mohou vstupovat do organismu odřeninou nebo řeznou ránou. Aerosoly, které mohou vzniknout při práci s odpadními vodami, může pracovník následně vdechnout. Tyto aerosoly obsahují již zmíněné nebezpečné mikrobiologické a chemické složky [24]. V opravárenské dílně by tedy měla být navržena kvalitní vzduchotechnika, aby tyto aerosoly nezůstávaly přítomny ve vzduchu.

Mezi virová onemocnění můžeme zařadit například gastroenteritidu, infekční hepatitidu, meningokoka, respirační onemocnění a další. Bakteriálním onemocněním je potom chápána například salmonelóza, enteritida či cholera. Při práci s odpadní vodou nejsou vyloučena ani parazitární onemocnění [24].

### **3.2 Opravárenská hala**

Společnost České dráhy, a.s. v současné době investuje do výstavby nových opravárenských hal, například v Brně v Maloměřicích, v Plzni či v Českých Budějovicích. Dle Českých drah jsou dosavadní haly již nevyhovující. Jde především o délku či uspořádání hal. Délka krytých kolejí je dostačující pouze pro opravy jednotlivých vozidel, avšak zcela nevyhovující pro opravy ucelených jednotek, především Regio Panter – řady 640 a 650, dálkové vlaky

řady 660 InterPanter a motorové jednotky řady 844 RegioShark. Při běžných periodických údržbách vlivem nedostatku prostoru dochází k velkým časovým prodlevám při rozdělování jednotlivých vozidel.

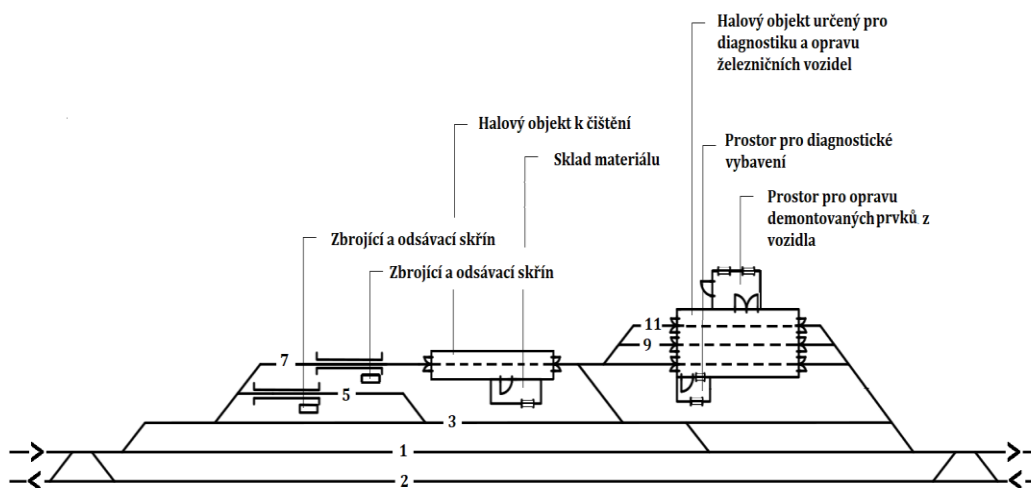


## 4 Koncepční návrh pracoviště pro údržbu moderních sociálních zařízení železničních kolejových vozidel při stále se rozšiřujícím podílu uzavřených sociálních zařízení

Nová hala musí být navržena tak, aby tvořila komplexní a plně vybavené pracoviště pro opravy. Opravárenská hala musí, kromě požadované délky objektu, splňovat celou řadu dalších požadavků například vhodné umístění skladových prostor pro komponenty potřebné k opravám, sklad pohonných hmot a dalšího materiálu (např. písek). Takto plně vybavené pracoviště výrazně sníží čas na údržbu či sníží náklady na posun a přepravu vlakových jednotek do jiných opravárenských hal. Efektivnější oprava by měla zrychlit i nasazování vlakových jednotek zpět do provozu.

### 4.1 Koncepční návrh halového objektu pro diagnostiku a opravu železničních vozidel

Bakalářská práce [25] byla věnována koncepčnímu návrhu pracoviště pro údržbu železničních kolejových vozidel, ten je zobrazen na obr. 21. V rámci práce bylo navrženo uspořádání pracoviště na jednotlivých kolejích. Součástí návrhu je i zateplený halový objekt, kde je navržena dílna pro údržbu moderních sociálních zařízení železničních kolejových vozidel.



Obr. 21 Koncepční návrh pracoviště pro údržbu železničních kolejových vozidel

Zdroj: [25]

Navržený halový objekt je určený pro diagnostiku a opravu železničních vozidel. Je zde vymezen speciální prostor s diagnostickým vybavením pro opravu demontovaných prvků z vozidla a demontovaných sociálních jednotek vakuového WC. Tento prostor bude sloužit

jako opravárenská dílna a musí splňovat veškeré požadavky pro opravu a údržbu železničních vozidel.

#### **4.1.1 Požadavky na objekt určený pro údržbu a opravu železničních kolejových vozidel**

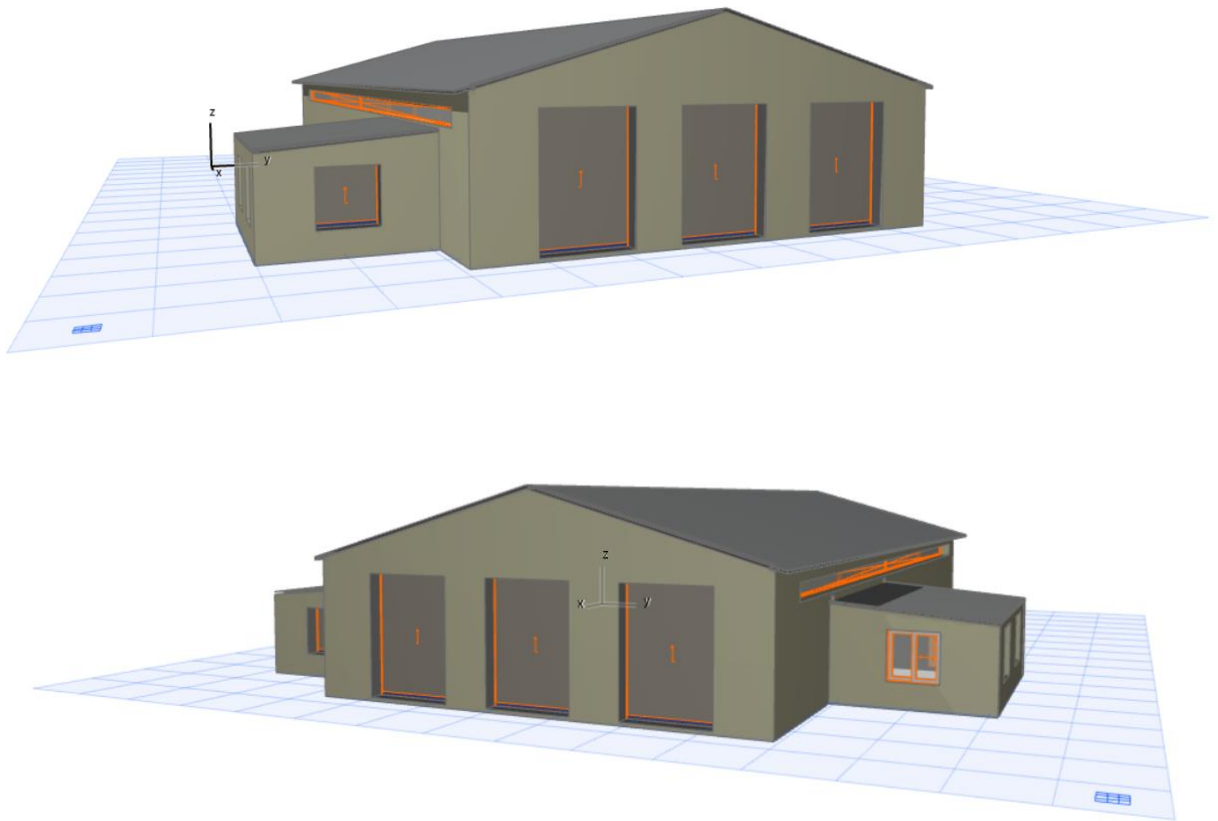
V navrženém halovém objektu je povinnost dodržovat stanovený postup prací spojených s posunem vlakových souprav nebo vozů a dále je do prostoru haly zakázán vstup všem osobám, které nemají příslušné oprávnění.

Navržený halový objekt pro údržbu a opravu musí obsahovat následující vybavení a zařízení:

- elektrický mostový jeřáb v celé délce haly s nosností 12 t;
- prohlížecké kanály, osvětlené a odvodněné s bezpečným přístupem, popřípadě uložení koleje na sloupových podpěrách sloužící k bezpečnému pohybu zaměstnanců pod vozidly;
- vozidlová hříž – zařízení sloužící k demontážím podvozků vozidel;
- elektrická trolej vypínatelná, umístěná alespoň nad jednou kolejí;
- podlaha spádovaná tak, aby byl umožněn rychlý odtok vody (vozidla od sněhu) mimo pracovní plochy zaměstnanců;
- odsávací zařízení retenčních nádrží drážních vozidel po celé délce haly alespoň u jedné koleje;
- pevné nebo pojízdné prohlížecké lávky pro možnost přístupu zaměstnanců na střechy vozidel;
- obslužná lávka;
- svařovna skříní, lakovna.

#### **4.1.2 Prostorový koncepční návrh halového objektu pro údržbu železničních kolejových vozidel**

Pomocí programu ArchiCAD 20 byl vytvořen 3D prostorový koncepční návrh halového objektu pro údržbu železničních kolejových vozidel (obr. 22). 3D návrh zachycuje halový objekt ze dvou stran v perspektivním zobrazení.



Obr. 22 3D koncepční návrh halového objektu pro údržbu železničních kolejových vozidel

Zdroj: autor

Halový objekt je navržen v délce 150 m. Všechny tři koleje, tedy 7, 9 a 11, jsou průjezdné halovým objektem, jak je patrné na koncepčním návrhu (obr. 21). Technologie výstavby haly není součástí řešení diplomové práce. Práce je věnována především návrhu dílny pro údržbu a opravy vakuových WC a dále je zaměřena i na vybavení dílny, určené pro uzavřené systémy vakuových WC.

Podlaha v hale je navržena pod spádem tak, aby přebytečná voda např. v zimním období samovolně stekla do žlabu, který je sveden do kanalizace.

V halovém objektu není navrženo sociální zařízení a šatna pro zaměstnance, neboť příslušné středisko údržby kolejových vozidel nabízí zázemí pro zaměstnance v jiné budově. V hale jsou umístěna pouze umyvadla.

V celé délce kolejí jsou navrženy pod obě krajní koleje prohlídkové kanály. Prohlízkové kanály jsou osvětlené a odvodněné, s bezpečným přístupem. U prostřední koleje je navržena pevná prohlízková lávka, do které jsou zabudována zařízení pro odsávání retenčních nádrží a zařízení pro zbrojení vodou do vozových jednotek a dále mobilní prohlízková lávka, která zaměstnancům umožní přístup na střechu vozidla.

Jedna kolej je opatřena elektrickou vypínatelnou kolejí a na ostatních kolejích jsou veškeré posuny prováděny nezávislými lokomotivami.

Navrhované určení jednotlivých kolejí:

- Kolej č. 7 – je určena především pro provozní ošetření a bezpečnostní prohlídky drážních vozidel, přičemž je doporučeno, aby byla opatřena vypínatelným trolejovým vedením pro efektivnější pohyb vozidel do prostoru oprav, tj. ke vjezdu, zkoušení a výjezdu.
- Koleje č. 9 a 11 – jsou určeny pro malé prohlídky a k provádění opravárenských zásahů většího rozsahu.

V hale je navržen elektrický mostový jeřáb určený pro přemísťování vyvázaných komponentů drážních vozidel. Tento mostový jeřáb je navržen v celé délce kolejí a má nosnost 12 t. Dále je na jedné koleji navržena elektrická lokomotivní hříž o nosnosti 3200 kg pro vyvazování podvozků a dvojkolí drážního vozidla. Halový objekt je opatřen vysouvacími vraty a umožňuje průjezd drážních vozidel v obou směrech. Nedílnou součástí haly je systém kanalizace pro odvod dešťové vody, kanalizace pro průmyslovou odpadní vodu je vedena do čistíren dané lokality. Součástí haly je i prostor pro opravu a údržbu moderních sociálních zařízení.

#### **4.1.3 Požadavky na pracoviště určené pro údržbu a opravu moderních sociálních zařízení železničních kolejových vozidel**

V opravárenských dílnách musí být dodržovány speciální hygienické normy a nařízení bezpečnosti zdraví při práci, které upravuje zákon č. 258/2020 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů a prováděcí předpisy k zákonu ve znění pozdějších předpisů podle jednotlivých oblastí oboru [30].

Zaměstnanci jsou vybaveni ochrannými pomůckami, které eliminují veškerá rizika a jsou očkováni podle požadavků zaměstnavatele, který se řídí příslušným nařízením.

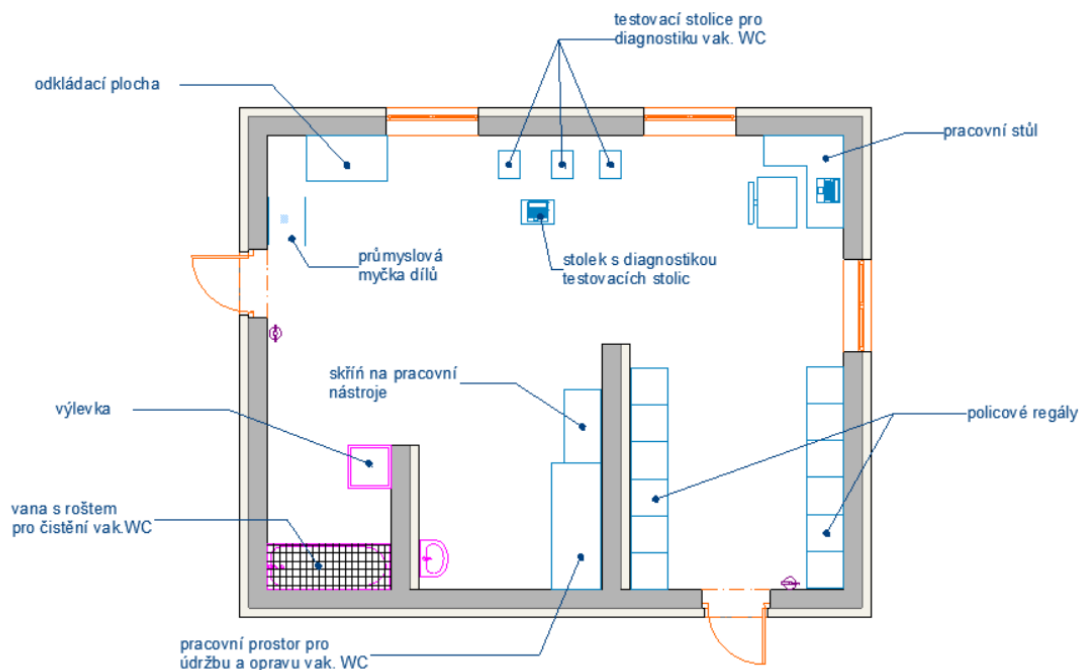
Mimo přísných požadavků na hygienu a na bezpečnost při práci je nutné, aby dílna splňovala i následující požadavky:

- napojení na vodovod a připojení elektrické energie;
- kanalizace – kanalizace je rozdělena na odvod odpadních vod z umyvadel, van a odvod průmyslových odpadních vod, které jsou před vypuštěním do kanalizace města předčištěny a tím jsou zbaveny mastných olejových či ropných nečistot (například voda z průmyslových myček dílů apod);

- prostor pro uložení opravených a neopravených kusů – tento prostor musí být řádně oddělen a označen z důvodů požadavků systému kvality vedeného v rámci střediska údržby kolejových vozidel a zamezení chybovosti při výdeji součástek;
- testovací stolice, nebo moderní testovací lavice napojená na výpočetní techniku, kde je prováděna diagnostika;
- pracovní prostor pro opravu, s požadovaným nářadím;
- prostor pro mytí jednotek vakuového WC, který je vyspádovaný z důvodu odvodu rozptýlené vody při omývání – zde je jednotka zbavena hrubých nečistot;
- průmyslová myčka dílů – pro omývání silně znečištěných částí;
- nucené větrání – rekuperace odvádějící nežádoucí aerosoly a zvýšení kvality vzduchu na pracovišti;
- šatna nebo sociální zařízení pro zaměstnance.

#### 4.1.4 Konceptní návrh pracoviště pro údržbu moderních sociálních zařízení železničních kolejových vozidel

Pomocí programu ArchiCAD 20 byl vytvořen konceptní návrh pracoviště pro údržbu moderních sociálních železničních kolejových vozidel. Návrh pracoviště vychází z aktuálních potřeb českých dopravců. Na pracovišti jsou navrženy nejmodernější technologie a celý proces opravy je urychlen pomocí diagnostických metod. Návrh pracoviště pro údržbu je vložen v přílohách diplomové práce – Příloha A v textu DP je tento návrh zobrazen na obr. 23.



Obr. 23 Konceptní návrh pracoviště pro údržbu moderních sociálních zařízení železničních kolejových vozidel

Zdroj: autor

Ke vstupu na pracoviště lze využít vstup z halového objektu nebo samostatný vstup. Při vstupu z halového objektu jsou po obou stranách umístěné policové regály. Tyto regály slouží k uložení vakuových jednotek WC určených k opravě, ale i pro jednotky již opravené, určené k opětovné montáži do vozů. Při přijetí porouchané jednotky WC je vypsána příjemka a danému dílu je přiřazeno pořadové číslo. Po opravě je jednotka vložena do regálu a je evidována v systému jako opravený kus. Na pracovišti je tak evidován celkový počet jednotek sociálních zařízení, které jsou k dispozici pro instalaci v případě poruchy sociálního zařízení a které se dají ihned použít, aby nedocházelo k prostojům vozových jednotek. Regály, kde jsou odkládány opravené kusy toalet (tedy na levé straně, při vstupu na pracoviště z haly), jsou uzamknuty v kleci s posuvnými dveřmi. Pouze zodpovědný pracovník na pracovišti má oprávnění vydávat opravené kusy. Tím je zamezeno pomíchání opravených a neopravených kusů a je maximálně eliminována lidská chyba při výdeji vadného kusu.

Pracovník, který přiveze do opravárenské dílny z opravárenské haly na plošinovém vozíku nefunkční jednotku vakuového WC, tuto jednotku vyloží do regálu na předem určeném místě společně s popisem závady. Dále převezme od zodpovědného pracovníka z uzamykatelné klece opravenou a funkční jednotku vakuového WC a na plošinovém vozíku je tato jednotka dopravena až k vozidlu, kde bude namontována na místo určení.

Porouchaná jednotka vakuového WC je vybalena z fólie a odnesena na vanu s roštem, kde je omyta od hrubých nečistot. Odpadní voda z vany s roštem, z umyvadla, z výlevky a z odtokového žlabu je svedena do kanalizace města. Tato odpadní voda, obsahuje zbytky biologického materiálu z jednotek vakuových WC, případně nečistoty zaklíněné uvnitř jednotky. Větší nečistoty, jako papíry, látky či dámské hygienické potřeby jsou vyhazovány do košů a následně je tento odpad dle předem stanovených kalendářů odvezen do sběrného dvora.

Podle druhu poruchy je po vyčištění jednotka sociálního zařízení přenesena na pracovní prostor určený k údržbě anebo je umístěna do testovací stolice a napojena na diagnostiku. Funkční demontované součástky jsou umyty v průmyslové myčce, nefunkční (opotřebené) vyměněny za nové. Pracovní prostor je opatřen potřebným vybavením a pracovníci jsou proškoleni k manipulaci se všemi nástroji na tomto pracovišti. Nástroje jsou uloženy v dílenské skříni pro pracovní nástroje, čímž je zajištěn pořádek na pracovním stole i na pracovišti.

U průmyslové myčky je navržena odkládací plocha, jenž slouží pro odložení dílů, které jsou třeba vyčistit. Na odkládací ploše z odolného, nerezového materiálu, na kterou se komponenty ukládají a při shromáždění většího množství dílů jsou tyto díly naskládány do myčky a vyčištěny. Při využití plné kapacity průmyslové myčky, tak dochází k úspoře energií a vody.

Po samotné opravě je jednotka sociálního zařízení umístěna opět na testovací stoličce, kde je zkontrolována správnost všech funkcí jednotky sociálního zařízení a je vystaven protokol o provedené opravě a diagnostice. Plně funkční jednotka je umístěna do policového regálu a je připravena k použití.

V dílně je navržen pracovní stůl, vybavený výpočetní technikou, pro evidenci přijatých a vydaných dílů. Zároveň jsou zde skladovány záznamy z testovací stoličce s diagnostikou dílů. Do tohoto prostoru má přístup pouze pracovník oprávněný k manipulaci s opravenými či neopravenými kusy, který je řádně proškolen. Z tohoto místa jsou dále objednávány díly potřebné k opravě nefunkčních kusů vakuových WC.

Konkrétní vybavení dílny potřebné pro údržbu a opravu je popsáno v tabulce (tab.2) s podrobným popisem využití vybavení.

Tab. 2 Tabulka popisu vnitřního vybavení pracoviště

Vybavení	Popis technologického postupu a využití vybavení	Doporučené vybavení a specifikace
Regály	Slouží ke skladování volně uloženého materiálu přesně požadovaného rozměru.  Regály mají vysokou využitelnost s ohledem na jejich nosnost.	Policový regál s rozměry 1800 x 2000 x 2400 mm nabízí dostatečně velký skladovací prostor.  Police jsou výškově stavitelné.  Police mají vysokou nosnost až 500 kg.
Zamykatelná klec	Zamykatelná klec zajišťuje kvalitní ochranu skladovaného materiálu.  Do klece jsou vsazeny posuvné dveře, pomocí C silnostěnných profilovaných ocelových profilů a sad ložiskových jezdců pro uchycení dveří.	Výroba na zakázku z hutních materiálů (kari síť 100 x 100 x 6 mm, silnostěnné ocelové profily obdélníkové 60 x 40 x 2 mm, plochá ocel 120 x 6 mm a montážní materiál).
Kovová vana s roštem	Slouží k očištění jednotky vodou od hrubých nečistot.  Podlaha kolem vany je vydlážděna dlažbou do šířky 2 m od konce vany. Stěny jsou rovněž obloženy dlažbou.	Kovová vana je svařena z ocelového plechu o síle 2 mm a v horní části vany má odnímatelný pozinkovaný rošt, který brání propadávání menších částí z omývané jednotky vakuového WC.

		<p>Rozměry navržené vany jsou 1500 x 720 x 2000 mm a je vyrobena na zakázku, aby splňovala požadavky na velikost daného prostoru objektu.</p>
Plošinové vozíky	<p>Usnadňují zaměstnancům manipulaci s jednotkami vakuového WC.</p>	<p>Plošinový vozík se sklopným madlem s rozměry 735 x 480 mm. Výška platformy 140 mm.</p> <p>Ocelová konstrukce vozíku má nízkou hmotnost, 2 pevná a 2 otočná kolečka o průměru kola 130 mm, které umožňují snadnou manipulaci, přičemž nosnost vozíku je 200 kg.</p>
Průmyslová myčka	<p>Určena k plně automatickému mytí dílů.</p> <p>Průmyslová odpadní voda z myčky je svedena do kanalizace.</p> <p>Ultrazvuková myčka potřebuje pro svou funkci jednofázovou přípojku (hodnota jističe 25 A) [26].</p> <p>Čištění ultrazvukem je ve spojení s vhodně zvoleným čisticím médiem velmi účinnou metodou pro čištění dílů a jejich odmaštění.</p>	<p>HOTAIR – průmyslová ultrazvuková myčka BG-72C 324 litrů.</p> <p>Ovládání myčky je plně digitální, teplotu lze nastavit v rozmezí 20 – 80°C. Myčka obsahuje velký koš o rozměru 870 x 570 x 570 mm a lze do ní dokoupit kompatibilní koše o potřebné velikosti ok.</p> <p>Do vany o objemu 324 litrů z nerezavějící oceli je možné použít jakékoliv průmyslové rozpouštědlo [26].</p> <p>Výrobce doporučuje k myčce použít jako medium izopropylalkohol, nebo univerzální odmašťovač na kovy Curatech 247 [26].</p> <p>Jako medium je možné použít roztok koncentrované kyseliny citronové, který je doporučován výrobcí vakuových WC k mytí dílů.</p>
Zkušební lavice	<p>Zkušební lavice pro diagnostiku porouchaných jednotek vakuového WC.</p> <p>Testovací zkušební lavice potřebuje připojení na vodovod, kanalizaci a elektrickou přípojku.</p>	<p>Součástí pracoviště je moderní zkušební lavice vyvinutá společností Glova Rail. Tato testovací lavice LabControl je vybavena počítačem, obrazovkou a představuje tak kompletní integrovanou pracovní stanici.</p>



Dílenská skříň	Slouží pro uložení náhradních dílů a náradí.  Uložením dílů v dílenské skříni je zajištěn pořádek na pracovišti.	Dílenská skříň plechová, 1950 x 950 x 400 mm.  Dílenskou skříň je možné uzamknout a tato skříň je vyrobena z ocelového plechu, má 4 police o nosnosti 100 kg a zásuvky na drobnější náradí a náhradní materiál. Nad pracovní plochou je umístěn nástěnný panel na náradí.
Nástěnný panel na náradí	Perforovaný panel slouží k zavěšení dílenského náradí na háčky a tím je eliminována nepřehlednost v zásuvkách skříní a je tím rovněž udržován pořádek na pracovišti a náradí je neustále k dispozici.	Perforovaný závěsný panel na náradí z vyrobění ocelové konstrukce o tloušťce plechu 0,7 mm o rozměrech 1190 x 460 x 20 mm.  Perforace 10 x 10 mm.

Zdroj: autor

Vzhledem k tomu, že v prostoru bude vznikat pach a aerosoly, je v dílně navrženo nucené větrání. Návrh nuceného větrání byl konzultován s odborníky ze společnosti Recutech s r.o. S ohledem na rostoucí cenu energií a neustále se zpřísňující hygienické předpisy byla zvolena moderní rekuperační jednotka s protiproudým výměníkem. Ten na rozdíl od výměníku rotačního má odděleny proudy vzduchu. Přívodní a odvodní vzduch se spolu nemíchají, a tak nedochází k přenosu pachů a kontaminaci přívodního vzduchu. Další výhodou je vysoká účinnost rekuperace tepla a tím výrazná úspora nákladů na vytápění.

Pro dimenzování velikosti je návrh řízen nařízením vlády č. 68/2010 Sb. §41, které určuje množství minimálního přiváděného venkovního vzduchu na 70 m<sup>3</sup>/hod na zaměstnance [31], vykonávajícího středně těžké práce, v chůzi nebo vestoje. Na pracovišti se budou pohybovat maximálně 3 pracovníci. Potřebný průtok je tedy 210 m<sup>3</sup>/hod. Jednotka nemusí být opatřena čidly měřícími koncentraci CO<sub>2</sub>, protože k udržení koncentrace CO<sub>2</sub> 1200-1500 ppm stačí množství vzduchu 19 m<sup>3</sup>/osobu za hodinu. Výše je však stanoven normou průtok mnohem větší. Pohyb veřejnosti na pracovišti se nepředpokládá, jinak by se průtok musel navýšit. Byla zvolena jednotka Daphne 300 od firmy 2VV, ta je znázorněna na obr. 24.



Obr. 24 Jednotku Daphne 300 od firmy 2VV

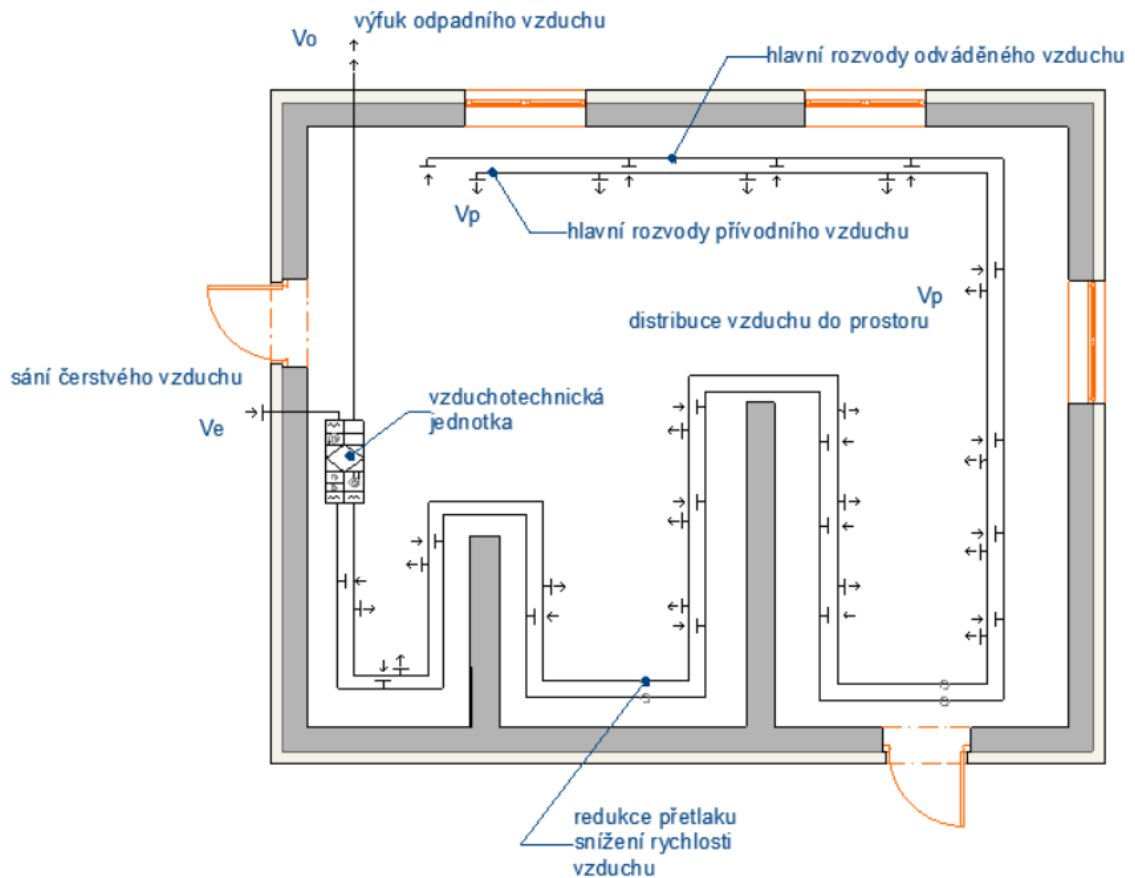
Zdroj: [27]

Jednotku je ještě potřeba dovybavit filtry třídy F7, protože v prostoru vznikají aerosoly. Tento filtr se používá v chemických provozech a lakovnách. Jemné filtry třídy F7 se používají v prostorech náročných na kvalitu vnitřního prostředí. Jsou velmi účinné proti bakteriím, cementovému prachu a například i proti tabákovému kouři [28] a poskytují tak kvalitní ochranu zaměstnancům.

Předehřev vzduchu byl zvolen kvůli ochranně proti mrazu, protože při venkovních teplotách pohybující se kolem  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  vzniká velké množství kondenzátu a jednotka pak zamrzá. S tím souvisí nutnost připojit odvod kondenzátu z jednotky na odpad pomocí sifonu. Rozvod vzduchu po pracovišti je předpokládán pomocí plastové ohebné hadice, která je určena pro všechny modely výpustí. V potrubí musí být umístěny i zpětné klapky. Vzhledem k přítomnosti aerosolů prachotěsné. Návrh umístění přívodu vzduchu a umístění výustí je znázorněn na obr. 25. Návrh rozvodu vzduchu je vložen v přílohách diplomové práce – Příloha B.

Problematiku bezpečnosti při práci s biologickým materiálem řeší nařízení vlády č. 361/2007 Sb., ve znění pozdějších předpisů, který stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci. Přesněji Hlava VII – 4.1.4. podmínky ochrany zdraví při práci s biologickými činiteli [26]. § 38 ukládá opatření k ochraně zdraví při práci a další bližší požadavky na pracovní a hygienické požadavky jako jsou například zákaz jídla, pití a kouření na pracovišti, kde je nebezpečí kontaminace biologickým činitelem, a zákaz vstupu v osobních ochranných pracovních prostředcích do prostor mimo vymezené pracoviště; očkování, pokud je účelné; poskytnutí osobních ochranných pracovních prostředků a další [29].

Zdravotní rizika pro zaměstnance jsou popsána v kapitole 4.1.4 *Zdravotní rizika pro zaměstnance opravárenských dílen*, této DP.



Obr. 25 Návrh rozmístění přívodu vzduchu a výstí nuceného větrání-rekuperace

Zdroj: autor ve spolupráci s Recutech s r.o.

Navržené pracoviště je plně vybaveno nejmodernějším vybavením pro opravu a údržbu jednotek vakuového WC. Uložení skladovaných opravených kusů v uzamykatelné kleci zabraňuje záměnu opravených a neopravených kusů. Inovativní řešení nuceného větrání zaručuje zaměstnancům bezpečnější pobyt na pracovišti a ochranu před aerosoly, které vznikají při práci a šíří se vzduchem. Dílna je navržena tak, aby na sebe jednotlivé postupy logicky navazovaly a nedocházelo ke zbytečným přenosům těžkých dílů.

## **5 Studie mobilního zařízení pro čištění retenčních nádrží v místech, kde není možnost napojení na místní kanalizační sítě**

Cestující požadují kvalitní služby při cestování železniční dopravou a nefunkční WC je sledovaným ukazatelem. Mobilní zařízení pro odsávání odpadních nádrží jsou v zahraničí vyráběna v mnoha variantách, jako například vozidla s vlastním pohonem nebo jako přívěsy. Vozidla mohou být vybavena vyhřívanými nádržemi nebo jsou zateplena a umožňují tak použití i v zimních měsících, kdy jsou nádrže chráněny před zamrznáním.

### **5.1 Využití mobilních zařízení**

V České republice se tato zařízení dosud nepoužívají. V zahraničí se mobilní zařízení používají běžně a jsou nenahraditelnou součástí vozového parku v jednotlivých střediscích údržby kolejových vozidel. Vzhledem k narůstajícímu počtu uzavřených systémů WC v České republice, by se mobilní zařízení i u českých dopravců využila k odsávání retenčních nádrží v místech, kde není možné napojení na kanalizační sítě a zefektivnila by se tím údržba vakuových WC.

Využití mobilních zařízení:

- v době výluky na trati;
- při mimořádné události (nehoda na trati);
- při poruše vozu;
- při nefunkčnosti odsávací jednotky ve středisku údržby kolejových vozidel nebo při momentálním výpadku elektrické sítě či při nedostatečnosti kanalizační sítě;
- v opravárenské hale;
- nahrazení starých a nevhledných fekálních vozů mobilními zařízeními, která pracují bez hluku a bez zápachu – estetické hledisko.

### **5.2 Stanovení základních požadavků kladených na mobilní zařízení – cílové skupiny**

Z rešerše v současnosti používaných typů mobilních zařízení či vozíků v zahraničí je zřejmé, že výrobci těchto zařízení chtějí maximálně vyhovět všem požadavkům, které jsou kladeny na použitelnost a funkčnost zařízení.

Ve spolupráci se střediskem údržby kolejových vozidel byly specifikovány základní požadavky na mobilní vozidlo, které je určeno k odsávání.

Základní konstrukční požadavky kladené na mobilní vozidlo, jsou:

- vozidlo musí být schválené pro provoz na pozemních komunikacích;
- rozměry vozidla;
- dojezdová vzdálenost;
- velikost nádrže;
- celková hmotnost vozidla;
- univerzálnost použití odsávací hlavice.

V následujících podkapitolách budou rozpracovány a zdůvodněny jednotlivé požadavky a následně budou popsány prvky, které budou použity v návrhu mobilního zařízení.

### **5.2.1 Schvalování vozidel pro provoz na pozemních komunikacích**

Jednou ze základních specifikací je, že vozidlo musí být schváleno pro provoz na pozemních komunikacích. Schvalování provozu se řídí podle zákona č. 56/2001 Sb. o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a dále dle vyhlášky č. 341/2014 Sb. o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích [34].

Vzhledem k tomu, že je Česká republika členem Evropské unie, vozidla musí splňovat i směrnice EHS, ES a EU [34]. Schválené vozidlo na území České republiky je po splnění všech směrnic uznávané i v zemích Evropské unie.

Schvalování vozidel pro provoz na pozemních komunikacích se řídí dle platné legislativy (směrnice 2007/46/ES) a je schvalovááno Ministerstvem dopravy České republiky. Schvalování se řídí složitým procesem posuzování na základě čehož je nebo není vydáno rozhodnutí o schválení provozu na pozemních komunikacích [34].

Hlavním cílem této kapitoly diplomové práce je studie mobilního zařízení, navrženého k odsávání retenčních nádrží vakuových WC. Cílem práce není navrhnout konstrukční úpravy na vozidle, ale na základě stanovených specifikací navrhnout vhodnou variantu celkového uspořádání mobilního zařízení, tak aby splňovalo veškeré požadavky zadavatele.

Použitím již schváleného vozidla pro provoz na pozemních komunikacích budou zajištěny nižší výrobní náklady mobilního zařízení. Výrobce schváleného typu vozidla dále garantuje, dlouhou životnost vozidla, dobré jízdní vlastnosti a bezpečný prostor pro posádku.

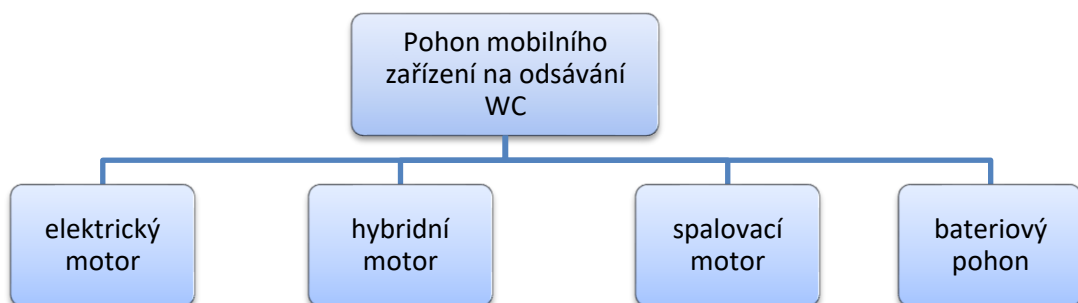
## 5.2.2 Dojezdová vzdálenost mobilního zařízení

Mobilní zařízení mohou být vyráběna v různých variantách, aby se co nejvíce vyhovělo požadavkům českých dopravců. Například v opravárenské dílně či hale by mohla být používána malá mobilní zařízení s vlastním pohonem – s elektrickým motorem anebo hybridní vozidla (kombinace elektromotoru a spalovacího motoru). Tyto dva typy vozidel jsou ekologicky šetrnější a produkují menší množství skleníkových plynů a ostatních pro životní prostředí škodlivých látek a jsou tak vhodnější obecně pro všechny prostory (ať už uzavřené či otevřené), kde se pohybují lidé.

Dojezdová vzdálenost udává počet kilometrů, které mobilní zařízení (se zvoleným pohonem) ujede bez nutnosti dobíjení, výměny baterie nebo dočerpání nádrže. Dojezdovou vzdálenost dále ovlivňuje styl jízdy, hmotnost nákladu a terén, kde se vozidlo pohybuje.

Vozidla s elektromotorem a bateriovým pohonem nejsou vhodná pro použití při delších dojezdových vzdálenostech, z důvodu nutnosti dobíjení elektrické energie. Pro potřeby středisek údržby kolejových vozidel je z poznatků získaných během praxe potřebná dojezdová vzdálenost stanovená na 200–300 km.

Základní rozdělení pohonů mobilních zařízení je pro přehled znázorněn na obr. 26.



Obr. 26 Základní rozdělení mobilních zařízení dle pohonu vozidla

Zdroj: autor

Z hlediska požadavků na dojezdovou vzdálenost je v diplomové práci navrženo vozidlo se spalovacím motorem pro spalování stlačeného zemního plynu. Spalovací motor pro spalování stlačeného zemního plynu má stejné vlastnosti jako vznětový motor z hlediska výkonu a točivého momentu. Zvolený typ motoru je tišší než jiné typy spalovacích motorů a produkce emisí oxidu uhličitého je rovněž nižší [35].

Hlavní výhoda mobilního zařízení se spalovacím motorem pro spalování stlačeného zemního plynu:

- dostatečná dojezdová vzdálenost (více než 300 km);
- vlastní zdroj energie – není nutné dobíjení;
- nižší náklady na pohonné hmoty;

- nižší produkce oxidu uhličitého (v porovnání s ostatními variantami benzínových a naftových spalovacích motorů) [35].

Pro potřeby českého dopravce je spalovací motor pro spalování stlačeného zemního plynu u vozidla zcela dostačující a zároveň úspornější varianta z hlediska pohonných hmot.

### **5.2.3 Velikost nádrže**

Při výběru mobilního zařízení je rozhodujícím faktorem objem odsávací nádrže. Pro představu je možné potřebný minimální objem odpadní nádrže mobilního zařízení vypočítat jako množství odpadních nádrží vlakové jednotky, které bude v případě nutnosti potřeba odsát.

Dostupná mobilní zařízení, která jsou k dispozici v zahraničí dokážou pojmout až 1200 l objemu. Zařízení o objemu 600–1200 l by tedy bylo schopno odsát odpadní nádrže například motorové jednotky RegioNova řady 814+914 nebo motorové jednotky řady 844 známé pod označením RegioShark, kde je pouze jedna buňka sociálního zařízení, a tedy i jedna odpadní nádrž o objemu cca 400 l.

Aby bylo možné odbavit vozidla s větším počtem uzavřených systému WC (soustavy InterPanter nebo RegioPanter) je třeba vytvořit mobilní zařízení o větším objemu nádrže na odsávání.

Souprava InterPanter je 5-ti vozová (vozy 660, 662, 064, 662, 661) nebo 3-vozová (vozy 660, 662, 661). V případě zajištění vyšší přepravní kapacity mohou být spojeny dvě soupravy dohromady. Moderní 5-ti vozové rychlíky mají v soupravě celkem 5 jednotek uzavřených vakuových WC a odpadní nádrže mají objem cca 400 l. Pro mobilní odbavení jednotky InterPanter je tedy třeba mobilní zařízení o objemu nádrže přibližně 2000 l.

Vlaková souprava railjet ČD má v celé soupravě 11 buněk uzavřeného systému sociálních zařízení. Jedna odpadní nádrž má přibližně objem 300 litrů. Při předpokladu, že bude třeba odsát kompletní počet všech 11 buněk uzavřeného systému sociálního zařízení, by bylo třeba, aby nádrž mobilní jednotky pojmulu přes 3000 l objemu.

Samotné odsátí retenčních nádrží je nutné doplnit proplachem, aby nedocházelo k ucpávání nádrží a usazování nečistot uvnitř nádrže. K proplachování nádrží bude v mobilním zařízení umístěna nádrž na vodu o objemu 300 l.

#### **5.2.3.1 Odpadní nádrž mobilního zařízení**

V diplomové práci byla zvolena nádrž odsávacího zařízení od výrobce CEMO o objemu 3000 l z toho důvodu, aby pojmulu obsah nádrží 5-ti vozové soupravy InterPanter a zároveň i odpadní vodu vzniklou při finálním proplachu retenčních nádrží.

Zvolená nádrž je vyrobena ze sklolaminátu. Sklolaminát je kompozitní materiál vyznačující se vysokou pevností (v tahu 70–90 MPa), odolností vůči působení chemických látek a odolnost vůči vlivům vnějšího prostředí [37] což zajišťuje absenci koroze a dlouhou životnost produktu. Sklolaminátová nádrž od výrobce CEMO má nižší hmotnost než nerezové nádrže a tím bude i celková hmotnost vozidla menší. Měrné hmotnosti sklolaminátu a nerezové oceli při různých tloušťkách materiálu jsou porovnány v následující tabulce (tab.3). Sklolaminát je odolný vůči všem koncentracím kyseliny citronové až do teploty + 105 °C, je barevně stálý a použitelný při teplotách -40 °C až +140 °C [38].

Tab. 3 Porovnání měrných objemových hmotností materiálů různých tloušťek

Tloušťka [mm]	Měrná objemová hmotnost [kg/m <sup>3</sup> ]	
	sklolaminát	nerezová ocel
1,2	2,5	9,6
1,5	3,8	12

Zdroj:[38], [39]

Obdélníková cisterna o objemu 3000 l je zobrazena na obr. 27 a parametry nádrže jsou popsány v tabulce (tab.4). Sklolaminátová cisterna o objemu 3000 l od společnosti CEMO je schváleným typem cisterny pro použití na vozidlech.



Obr. 27 Cisterna obdélníková 3000 l; nádrž CEMO uložena na vozidle

Zdroj: [40]

Tab. 4 Rozměry sklolaminátové cisterny o objemu 3000 l

Objem [l]	Délka [mm]	Šířka [mm]	Výška [mm]	Hmotnost [kg]	Ø víka [mm]
3000	1890	1860	1240	258	420

Zdroj: [40], [44]



Zvolená cisterna má již pomocný ocelový pozinkovaný rám pro upevnění na korbu vozidla. Jako upevňovací bod budou použity upevňovací pružné držáky. Dle výrobce je nádrž vhodná pro instalaci například na vozidla typu Multicar, Unimog nebo Pfau. Nádrž má v základním vybavení slepou přírubu, na kterou lze napojit odsávací zařízení. V horní a spodní části nádrže jsou instalovány křížové vlnolamy [44].

### 5.2.3.2 Nádrž na vodu mobilního zařízení

Na mobilním zařízení je dále navržena sklolaminátová obdélníková cisterna na vodu o objemu 300 l. Tato nádrž bude sloužit k proplachu odpadních nádrží po odčerpání, aby nedocházelo k usazování nečistot uvnitř odpadních nádrží. Dále je možné vodu využít k mytí nečistot na vozidle.

Sklolaminátovou cisternu o objemu 300 l vyrábí společnost CEMO a její parametry jsou uvedeny v následující tabulce (tab.5).

Tab. 5 Rozměry sklolaminátové cisterny o objemu 300 l

Objem [l]	Délka [mm]	Šířka [mm]	Výška [mm]	Hmotnost [kg]	Ø víka [mm]
300	1020	620	720	24	190

Zdroj: [40]

Zahraniční mobilní zařízení nádržemi na vodu ve většině případů nedisponují a při odsávání bez proplachu dochází k zanášení odpadních nádrží. Upevnění nádrže na mobilní vozidlo bude provedeno stejným způsobem jako upevnění odpadní nádrže.

### 5.2.3.3 Odsávání

Pro odsátí retenčních nádrží se v zahraničí převážně používají rotační objemová čerpadla. Rotační čerpadla jsou charakterizována jemným čerpáním a dobrou pracovní rychlostí. Čerpadlo s rotačními laloky nebo motýlky je ideální čerpadlo pro odčerpání všech druhů tekutin o různých viskozitách či kapaliny s pevnými částicemi [8].

Do mobilního zařízení je navržena vývěva od společnosti HERTELL S.COOP. Typ KD 8.000 má kapacitu 8000 l/min pracuje rychlostí 540 otáček za minutu. Toto vakuové čerpadlo je čerpadlo s rotačními lamelami a s excentrickým rotorem. Pohon je zajištěn přes kloubový hřídel (DIN 9611 1 3/8“), levotočivý [41]. Vývěva je znázorněna na obr. 28. Odsávaná kapalina je pomocí vývěvy nasávána do odpadní nádrže.

Na čerpadlo je napojena hadice s certifikovaným výtokovým hrdlem s uzavíratelným ventilem pro zajištění bezúkapového odsávání retenčních nádrží do nádrže mobilního zařízení. Dále je k odsávacímu zařízení připojena sací tlaková hadice Ø 100 mm dlouhá 6 m

a sací hadice prodlužovací 4 m (2 x 2 m). Dostatečně velký průměr hadice zabraňuje ucpávání. Hadice je vyrobena ze SRB (butadien-styrenový kaučuk) s textilním opletem jako výztuhou [46] a je ukončena páčkovou spojkou a koncovkou DN 110 [25].

Výrobce se při navrhování mobilních zařízení potýkal s problémy zápachu a hluku při odsávání.

Řadové uspořádání vakuového čerpadla (patent N° ES 8603.099) [41] zajišťuje:

- nižší hluk;
- bezpečnou obsluhu pomocí páky v zadní části kompresoru.



Obr. 28 Vývěva společnosti HERTELL – vakuové čerpadlo

Zdroj: [41]

Po ukončení odsávání je spuštěn proplach, kdy je zapojena proplachovací hadice na vozidle. Do retenční nádrže na vozidle je pomocí čerpadla vháněna voda a ta je pomocí vývěvy odváděna do odpadní nádrže. Celý proces proplachování trvá přibližně 5 minut [25]. Použité odsávací hadice jsou schváleným typem a jsou doporučené výrobcem vakuových WC pro odsávání. Je tím zajištěna univerzálnost odsávání.

### **5.3 Mobilní zařízení na odsávání – návrh**

Cílem diplomové práce je navrhnout takové mobilní zařízení, které by splňovalo všechny požadavky stanovené středisky údržby kolejových vozidel.

### 5.3.1 Rozměry a parametry zvoleného vozidla

V diplomové práci bude použito vozidlo od společnosti IVECO, které je svým konstrukčním uspořádáním již schváleno pro provoz na pozemních komunikacích.

Konkrétně bude použit podvozek s kabinou typu IVECO NEW DAILY. Rozměry podvozku s kabinou jsou zvoleny v závislosti na zvolených typech nádrží. Vozidlo Iveco New Daily je znázorněno na obr. 29 a v tabulce (tab.6) pod textem jsou popsány velikosti a rozměry zvoleného vozidla.



Obr. 29 Iveco New Daily se skříňovou nástavbou

Zdroj: [42]

Tab. 6 Tabulka velikosti a rozměrů zvoleného vozidla Iveco New Daily

Rozvor kol [mm]	Délka nákladového prostoru [mm]		Hmotnost vozu [t]	
	min.	max.	min.	max.
3450	3398	3886	3,3	7,0

Zdroj: [42]

Společnost IVECO vyrobí na zakázku jakoukoliv nástavbu na vozidlo, podle požadavků zákazníka. Rozměry skříňe navrhovaného vozidla jsou 3886 x 2150 x 2100 mm. Na obr. 30 jsou naznačeny rozměry zvoleného vozidla, včetně nástavby.

### 5.3.2 Celková hmotnost vozidla

Hmotnostní rozvaha:

- Odpadní nádrž a nádrž na vodu

Pro přehlednost jsou hmotnosti nádrží zpracovány do tabulky (tab.7).

Tab. 7 Hmotnostní rozvaha – odpadní nádrž a nádrž na vodu

	odpadní nádrž	nádrž na vodu
obsah nádrže [l]	3000	300
hmotnost před naplněním* [kg]	258	24
Hmotnost po naplnění** [kg]	3300	300

\*celková hmotnost i s rámem pro upevnění na vozidlo

\*\*objemová hmotnost močůvky a kejdy je 1060–1100 kg/m<sup>3</sup> [43].

Za předpokladu, že z retenčních nádrží vakuových WC nebude odsát jen biologický materiál, ale i toaletní papír nebo v případě jídelního vozu zbytky potravin, bude celková hmotnost odsátého materiálu větší.

Celková hmotnost odsátého materiálu obou nádrží při naplnění bude 3600 kg.

- Odsávací zařízení a příslušenství potřebné k odsávání

V hmotnostní rozvaze je nutné počítat i se zařízením na odsávání, odsávacími hadicemi, kompresorem na vodu a dalším příslušenstvím pro pohotovostní opravu. Hmotnostní rozvaha příslušenství k odsávání je zpracována do tabulky (tab.8).

Tab. 8 Hmotnostní rozvaha příslušenství k odsávání

	hmotnost [kg]
vývěva (HERTELL)	24
tlaková a sací hadice 6 m	24
prodlužovací hadice 2 x 2 m	16

Veškeré vybavení je vloženo do skříně z termoplastu.

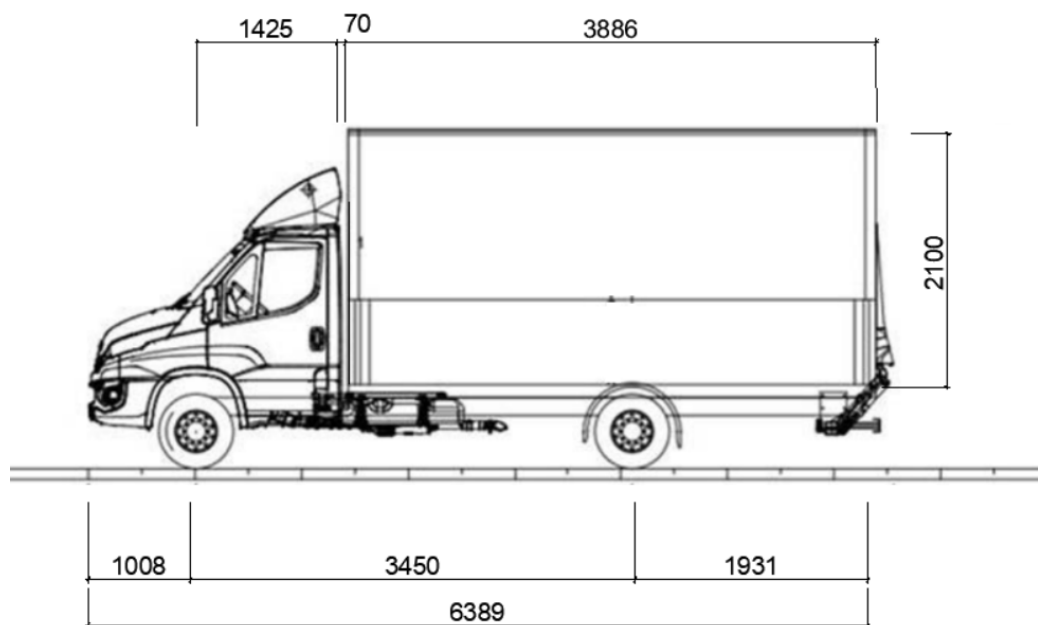
Při součtu všech známých hmotností v hmotnostní rozvaze má vybavení mobilního zařízení v součtu přibližně 400 kg. Po odsátí retenčních nádrží hmotnost vozidla vzroste o hmotnost odsátého materiálu. Dle hmotnostní rozvahy je zřejmé, že celková hmotnost vybavení při plném využití kapacity nádrže nepřesáhne 4 000 kg.

Celková užitná hmotnost vozidla IVECO NEW DAILY je udávána od 3,3 – 7,2 t, podle zvoleného typu vozidla. Nosnost podvozku vozidla, v závislosti na celkové hmotnosti, je 4 750 kg [42].

### 5.3.3 Vlastní návrh mobilního zařízení

Uspořádání nádrží ve vozidle je zobrazeno na obr. 31. Skříňová nástavba vozidla je vyrobena ze slitin lehkých kovů a oplechována hliníkovým plechem. V zadní části vozu je umístěna zadní hliníková roleta včetně zadního rámu, která nahradila klasické dvoukřídlé otevírací dveře. V přední části vozu jsou uzavíratelné vysouvací rolety. Rolety jsou do mobilního zařízení instalovány z důvodu snadné a rychlé manipulace. Při použití je roleta v zadní části vozu zasunuta pod střechu vozu a při odsávání tak v zadní části vozidla nepřekáží dvoukřídlé dveře a zaměstnanci mají dostatek prostoru při manipulaci s odsávací hadicí.

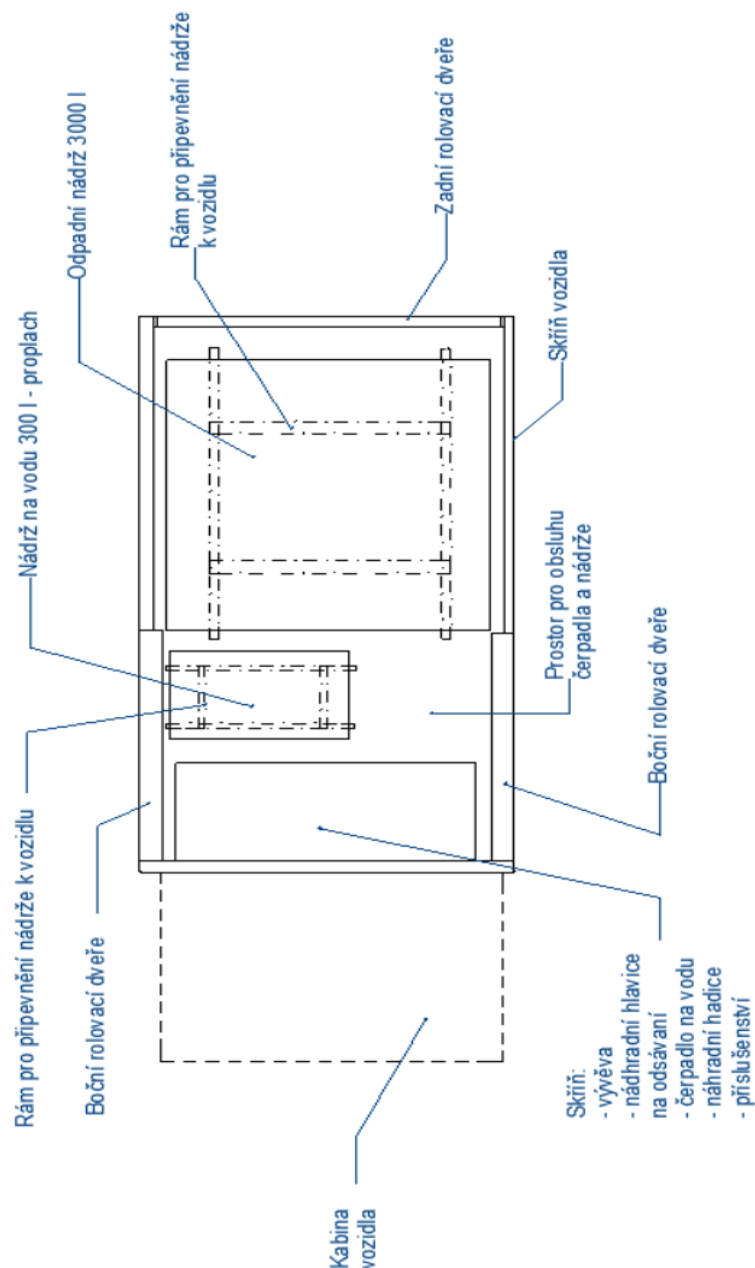
Odpadní nádrž je umístěna v zadní části vozidla, aby bylo usnadněno vypouštění odpadní nádrže. Odsávací hadice jsou uloženy nad odpadní nádrží. Dále je ve voze umístěna nádrž na proplach naplněna vodou. Nádrž na vozu je umístěna v přední části vozu. Přístup k nádrži je zajištěn z obou stran. Z jedné strany je plocha pro obsluhu uvnitř vozu a z druhé strany jsou uzavíratelné vysouvací rolety.



Obr. 30 Iveco New Daily s rozměry vozidla

Zdroj: [45], [autor]

Skříň na příslušenství je přišroubována k čelní části vozidla a k podlaze vozidla. Je vyrobena z termoplastu a její rozměry jsou 1890 x 650 x 1980 mm. Společnost IVECO vyrábí tyto skříňe na různá příslušenství podle požadavků zákazníka na zakázku. Skříň obsahuje náhradní hlavice na odsávání, čímž je zajištěna variabilita odsávacího zařízení. Náhradní hlavice jsou při odsávání nasazeny na odsávací hadice. Dále jsou ve skříni uloženy náhradní (prodlužovací) hadice na odsávání, čerpadlo na odsávání a kompresor na vhánění vody z nádrže pro proplach. Ve skříni je uložen i box s potřebným příslušenstvím pro pohotovostní opravu při odsávání.



Obr. 31 Uspořádání vybavení ve vozidle – pohled shora

Zdroj: [autor]

Navržené mobilní zařízení má díky spalovacímu motoru na stlačený zemní plyn dostatečnou dojezdovou vzdálenost (více než 300 km) a není závislé na elektrické energii ani dobíjení baterií. Dostatečně velká nádrž dokáže pojmout obsah retenčních nádrží z 5-ti vozové soupravy InterPanter. Zvolený typ vozidla je schválen pro provoz na pozemních komunikacích a použité nádrže jsou certifikovány pro použití na vozidlech.

## **6 Závěr**

Neustálý tlak na zlepšování podmínek při opravě a údržbě ve střediscích údržby kolejových vozidel, nutí dopravce modernizovat svá stávající pracoviště nebo vystavět pracoviště nová, aby dokázali pružně reagovat na narůstající potřeby oprav nových i stávajících vozů, kterými dané středisko údržby kolejových vozidel disponuje. Modernizovaná nebo nová pracoviště musí splňovat požadovanou délku a musí být vybavena veškerým moderním zařízením pro údržbu a opravu všech částí vozů. Na pracovišti musí dále pracovat dobře proškolení zaměstnanci, kteří rychle odbaví vozidlo, které na modernizované pracoviště přijede, ať už za účelem údržby či opravy.

Pružně reagovat v modernizovaných halách má v diplomové práci navržené pracoviště pro údržbu a opravu, které je vybaveno veškerým potřebným zařízením a zároveň disponuje promyšleným systémem ukládání a přemístování dílů v dílně i mimo ni. Navržené pracoviště je vybaveno nejmodernější diagnostickou jednotkou, kde je diagnostikována porucha dílu a celý proces opravy se mnohonásobně zrychlí. Jsou zde navrženy prostory uzpůsobené k údržbě (vana s roštem nebo myčka dílů). Kanalizační systém v navržené dílně je navržen v souladu se všemi platnými normami a legislativami týkajícími se odpadních vod. Navržená rekuperace na pracovišti eliminuje zdravotní rizika spojená s údržbou a opravou sociálních zařízení vlakových jednotek.

Mobilní zařízení, která jsou v zahraničí běžně používána, vyřeší problém s odsáváním vakuových zařízení při odstávce vlaků ve stanicích, nebo v dílnách, kde není dostatečný kanalizační systém. Mobilní vozidla vyráběná v zahraničí je možné jejich konstrukčním uspořádáním přirovnat k vozidlům typu Multicar, na nichž jsou připevněny odsávací nádrže a zařízení na odsávání.

Mobilní zařízení navržené v diplomové práci je inovativní, neboť kromě nádrží na odsávání obsahuje i nádrž na proplach. Proplachování nádrží po odsátí je důležité, neboť nedojde k usazení zbytků odsávaného materiálu v retenční nádrži.

Navržené mobilní zařízení vyhoví všem požadavkům na odsávání a používání tohoto mobilních zařízení výrazně urychlí a zlepší kvalitu údržby sociálních zařízení vybavených podtlakovým systémem. Dojde tak k dosažení maximálního komfortu pro cestující využívající vlakovou dopravu.



## Literatura

- [1] STUHLÝ, V. a kol.: *Údržba a opravy II*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1. vydání, 1988, 285 s.
- [2] Vybrané části z kanalizačního řádu kanalizace pro veřejnou potřebu: SKUPINOVÁ KANALIZACE PARDUBICE. *Vodovody a kanalizace Pardubice a.s.* [online]. Pardubice, 2009, 2009 [cit. 2020-10-30]. Dostupné z: <http://www.vakpce.cz/pdf/td/vypis-z-kanalizacniho-radu-pardubice.pdf>
- [3] *Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.* [online] Praha: Nařízení vlády, 2015. URL: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-401> [cit. 2019-11-19].
- [4] *EVAC CLEAN ECO: Flush Water Additive* [online]. In: . Evac GmbH Feldstraße 124 22880 Wedel, Germany [cit. 2020-11-01]. Dostupné z: [https://www.evac-train.com/wp-content/uploads/EVAC\\_Clean\\_Eco\\_Flyer\\_EN\\_web-1.pdf](https://www.evac-train.com/wp-content/uploads/EVAC_Clean_Eco_Flyer_EN_web-1.pdf)
- [5] Kyselina citronová. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 12. 9. 2020 [cit. 2020-10-31]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina\\_citronov%C3%A1](https://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_citronov%C3%A1)
- [6] ÚSTAV PRO VÝŽIVU A ŽIVOTNÍ STYL, Z.Ú.: CHELÁTY VS. ORGANICKÉ A ANORGANICKÉ FORMY MINERÁLŮ. [Http://www.ustavprovyzivu.cz/](http://www.ustavprovyzivu.cz/) [online]. Vřesová 1010, 250 82 Květnice: Ústav pro výživu a životní styl, z.ú., 2015, 18. března 2015 [cit. 2020-10-31]. Dostupné z: <http://www.ustavprovyzivu.cz/?p=82>
- [7] BEZPEČNOSTNÍ LIST. *Bezpečnostní list podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH) v platném znění: Kyselina citronová*. 21. února 2017. Habry, Česká republika: MIPA HABRY, 2014.
- [8] *TIS Praha s.r.o.: Modernizace a bezpečnost kolejových vozidel na železnicích* [online]. TIS Praha, 2019 [cit. 2020-10-31]. Dostupné z: [www.tisprahasro.cz/products/sq-300-proudove-cerpadlo-pro-vakuova-wc/](http://www.tisprahasro.cz/products/sq-300-proudove-cerpadlo-pro-vakuova-wc/)
- [9] Laborex: Railway wasterater systems. [Https://www.laborexrail.com/](https://www.laborexrail.com/) [online]. Hagelberg 15 - Industriezone 3 "De Heze" - B-2250 Olen - Belgium: LaborexRail. All rights reserved., 2020, 2020 [cit. 2020-11-01].
- [10] *First Class Service: Waste water management, watering servise and cleaning system for train depots* [online]. Germany: Hugo Vogelsang Maschinenbau, 2010 [cit. 2020-11-02]. Dostupné z: <https://www.yumpu.com/en/document/read/4561888/first-class-service-vogelsang-gmbh>
- [11] *Aquafrisch: CET systems for toilet waste water suction* [online]. Ignacio Zuloaga, 10 28522 Rivas Vaciamadrid España [cit. 2020-10-31]. Dostupné z:

- <https://www.aquafirsch.com/en/rail-depot-equipment/cet-systems-for-toilet-waste-water-suction/>
- [12] Vogelsang: MOBILEUNIT MOBILE WASTEWATER DISPOSAL SOLUTIONS FOR THE RAILWAY SECTOR. *https://www.vogelsang.info/int/* [online]. [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.vogelsang.info/int/products/supply-and-disposal/mobileunit/>
- [13] Densorb: DENSORB soprční role Olej, Outdoor Long Life, šířka 1450 mm, délka 24 m. *https://www.denios.cz/* [online]. [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.denios.cz/shop/venkovni-sorpcni-koberec-long-life-vhodny-do-kolejiste-provedeni-olej-sirka-1-450-mm-delka-24-m/>
- [14] REOAMOS: Koberec do kolejíště – nepropustný (140 cm x 20 m). *https://www.reoamos.cz/* [online]. [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.reoamos.cz/koberec-do-kolejiste-nepropustny-140-cm-x-20-m/d-3194/>
- [15] TP – 19/15. *TECHNICKÉ PODMÍNKY DODACÍ: VANY KOLEJOVÉ*. 4. vydání. Uherský Ostroh, 2015. Dostupné z: [https://www.zpsv.cz/wp-content/themes/ZPSV/data\\_export/TPD/TP-19\\_15Vanykolejove\(4-1\).pdf](https://www.zpsv.cz/wp-content/themes/ZPSV/data_export/TPD/TP-19_15Vanykolejove(4-1).pdf)
- [16] *Vana kolejová VK-3* [online]. ŽPSV s.r.o., Třebízského 207, 687 24 Uherský Ostroh [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.zpsv.cz/wp-content/themes/ZPSV/exports/export-1594459412.pdf>
- [17] Odstavení jednotky: Návod k obsluze vozidla řady 640. *http://www.strojvedouciplzen.cz/* [online]. Plzeňští strojvůdci © 2012 - 2020 [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <http://www.strojvedouciplzen.cz/index.php?page=menu&id=83>
- [18] Voda v domě: Co je to šedá voda? *https://www.vodavdome.cz/* [online]. 2020 [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: <https://www.vodavdome.cz/co-je-to-seda-voda/>
- [19] *Evac Train: Treatment Systems*. Evac GmbH Feldstraße 124 22880 Wedel, Germany. Dostupné také z: <https://www.evac-train.com/>
- [20] Evac wastewater pre-treatment Removal of harmful solids and liquids: EVAC ECOTRAP Grease separator. *Www.evac.com* [online]. Evac Group, 2019, 3/2019 [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: <https://evac.com/products/wastewater-pretreatment/>
- [21] *www.youtube.cz: Lucie Šprinclová a PROFESE: Technik vakuových hajzlíků* [online]. Naše Zprávy, 2017 [cit. 2021-02-07]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=weLbOckL1Dw>
- [22] *BAS Rail & Electrical Pty Ltd* [online]. Australian, 2020 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://www.basrail.com.au/vacuum%20toilets.html>
- [23] GLOVA RAIL: In the name of design and reliability [online]. Danmark: Vacuum toilets by Glova Rail. Glova Rail A/S, 2021 [cit. 2021-02-11]. Dostupné z: <https://www.glovarail.com/>

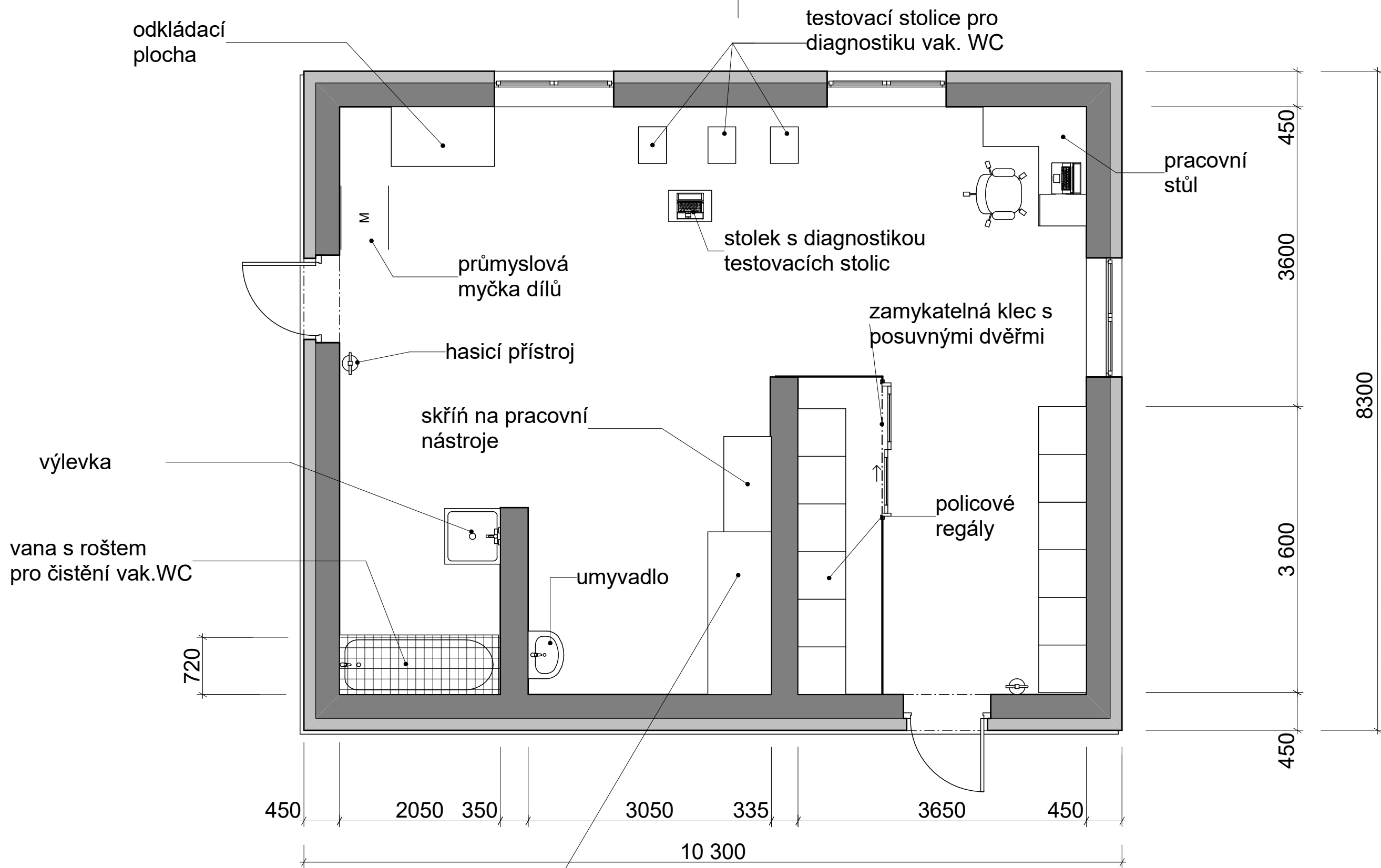
- [24] GAJDŮŠKOVÁ, Alena. *Zdravotní rizika při provozování čistíren odpadních vod*. Praha, 2013. Bakalářská práce. 3. lékařská fakulta (3.LF), Ústav hygieny 3. LF UK (12-HYG). Vedoucí práce MUDr. František Kožíšek, CSc.
- [25] ŽIDKOVÁ, Tereza. *ÚDRŽBA A OPRAVY SOCIÁLNÍCH ZAŘÍZENÍ ŽELEZNIČNÍCH KOLEJOVÝCH VOZIDEL A JEJICH VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ*. Pardubice, 2018. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice. Vedoucí práce Ing. Stanislava Liberová, Ph.D.
- [26] *Průmyslová ultrazvuková čistička BG-72C 324 litrů: Ultrazvukové vany* [online]. Ostrava: HOTAIR [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: [https://www.hotair.cz/detail/ultrazvukove-vany/prumyslova-ultrazvukova-cisticka-bg-72c-324-litru.html?gmc&gclid=EAiaIQobChMIzsyAls3k7wIV42DmCh292Qy0EAQYAiABEGIbA\\_D\\_BwE](https://www.hotair.cz/detail/ultrazvukove-vany/prumyslova-ultrazvukova-cisticka-bg-72c-324-litru.html?gmc&gclid=EAiaIQobChMIzsyAls3k7wIV42DmCh292Qy0EAQYAiABEGIbA_D_BwE)
- [27] Rekuperační jednotka DAPHNE2 Comfort 300 s předehřevem a dohřevem [online]. Multi-VAC spol. s r.o., 2021 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://www.e-ventrání.cz/rekuperacni-jednotka-daphne2-comfort-300-s-predehrevem-a-dohrevem>Začátek formuláře
- [28] *Filtrace ve VZT jednotkách pro nucené větrání rodinných domů II.: Zaměřeno na malé jednotky pro nucené větrání rodinných domů* [online]. Ing. Pavel Vybíral, Ph.D., Fakulta strojní ČVUT, Ústav techniky prostředí, 20.6.2016 [cit. 2021-6-11]. Dostupné z: <https://vetrání.tzb-info.cz/vetrání-rodinnych-domu/14359-filtrace-ve-vzt-jednotkach-pro-nucene-ventrání-rodinnych-domu-ii>
- [29] ČESKÁ REPUBLIKA. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.: Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. In: . ze dne 12. prosince 2007, verze 9. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361#cast2-hlava7>
- [30] *Zákon č. 258/2000 Sb.: Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů*. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258>, 2000.
- [31] *Hygienické požadavky na vnitřní prostředí staveb: 3.4 Větrání*. <https://vetrání.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/9595-hygienicke-pozadavky-na-vnitri-prostredi-staveb>. 2013.
- [32] *(Ne)povinné očkování* [online]. 18. 5. 2021 [cit. 2021-6-28]. Dostupné z: [nepovinne-ockovani-112998.html](https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258)
- [33] *Vyhláška č. 537/2006 Sb.: Vyhláška o očkování proti infekčním nemocem*. 08.12.2006. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/castka/2006-174>.
- [34] HEMERKA, Lukáš, Bc. *KONCEPČNÍ NÁVRH MALÉHO UŽITKOVÉHO VOZIDLA*. Brno, 2009. Diplomová práce. FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ. Vedoucí práce Ing. FRANTIŠEK RASCH.

- [35] *NOVÁ DAILY: ZMĚŇTE PERSPEKTIVU VAŠEHO PODNIKÁNÍ* [online]. Vysoké Mýto: IVECO Czech Republic [cit. 2021-7-1]. Dostupné z: <https://www.iveco.com/czech/produkty/pages/nova-daily-hi-matic.aspx#overview>
- [37] Sklolaminát. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 3. 2. 2021 [cit. 2021-7-3]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Sklolamin%C3%A1t>
- [38] *TECHNICKÝ LIST: SKLOLAMINÁTOVÉ DESKY A ROLE* [online]. [cit. 2021-7-3]. Dostupné z: [https://www.lanitplast.cz/data/soubory/technicke\\_listy/sklolaminat/technicke\\_udaje\\_sklolaminatu.pdf](https://www.lanitplast.cz/data/soubory/technicke_listy/sklolaminat/technicke_udaje_sklolaminatu.pdf)
- [39] *INFORMATIVNÍ HMOTNOSTI PLECHŮ* [online]. Italincox, 2020 [cit. 2021-7-3]. Dostupné z: <https://www.italinox.cz/plechy/prehled-rozmeru-a-povrchu/informativni-hmotnosti-plechu>
- [40] *SKLOLAMINÁTOVÁ CISTERNA OBDÉLNÍKOVÁ, 3.000 L(11039)* [online]. Ekovovyroba.cz, 2021 [cit. 2021-7-3]. Dostupné z: <https://www.ekovovyroba.cz/cisterny-pro-vozidla/sklolaminatova-cisterna-obdelnikova-3-000-l-11039/>
- [41] *Vývěva na fekáal HERTELL KD-8.000, vakuové čerpadlo, kompresor kapacita 8000 l/min* [online]. Zemědělské potřeby M+S, 2021 [cit. 2021-7-3]. Dostupné z: <https://www.eshop-zemedelske-potreby.cz/vyveva-na-fekal-hertell-kd-8-000-vakuove-cerpadlo-kompresor-kapacita-8000-l-min-p29500/>
- [42] *NOVÁ DAILY, ZMĚŇTE PERSPEKTIVU VAŠEHO PODNIKÁNÍ: https://viewer.ipaper.io/iveco-hq/master/Daily-Cab/* [online]. [cit. 2021-7-9]. Dostupné z: <https://www.iveco.com/czech/produkty/pages/nova-daily-cab.aspx#overview>
- [43] *Zemědělské stavby - přepočítávací koeficienty pro skladování: Tab. č.: 157 Objemové hmotnosti produktů a materiálu* [online]. Ing. Otakar Syrový, CSc., Prof. Ing. Miroslav Kavka, DrSc. [cit. 2021-7-4]. Dostupné z: <https://pdf4pro.com/view/tab-157-objemov-233-hmotnosti-produkt-a-materi-225-lu-3f539c.html>
- [44] *Nádrž na vodu 3000 litrů pro vozidla Multicar, vlnolam křížem* [online]. Tento produkt byl přidán dne 04.04.2018. [cit. 2021-7-8]. Dostupné z: [https://www.e-nadrze.cz/nadrze-pro-unimog-a-multicar-c-6\\_112/nadrz-na-vodu-3000-litru-pro-vozidla-multicar-vlnolam-krizem-p-725.html](https://www.e-nadrze.cz/nadrze-pro-unimog-a-multicar-c-6_112/nadrz-na-vodu-3000-litru-pro-vozidla-multicar-vlnolam-krizem-p-725.html)
- [45] *STANOVISKO K NÁSTAVBĚ NA PODVOZKU DAILY 35S ROZVOR 4100: Č.j. 2020-12-04/024mj* [online]. In: . V Praze 4.12.2020 [cit. 2021-7-9]. Dostupné z: [https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Silnicni-doprava/Schvalovani-vozidel/Stanoviska-vyrobcu/NullaOstaDaily35SDlouhaNastavba\\_024\\_20.pdf.aspx?lang=cs-CZ](https://www.mdcz.cz/getattachment/Dokumenty/Silnicni-doprava/Schvalovani-vozidel/Stanoviska-vyrobcu/NullaOstaDaily35SDlouhaNastavba_024_20.pdf.aspx?lang=cs-CZ)
- [46] *AQUASPIR - Tlaková a sací hadice pro fekálie a kapaliny, 10 bar, -30°C až +80°C* [online]. [cit. 2021-7-9]. Dostupné z: <https://www.gms.cz/aquaspir>

## **Seznam příloh**

**Příloha A Návrh uspořádání vybavení v dílně pro údržbu a opravu moderních sociálních zařízení**

**Příloha B Návrh rekuperace v dílně pro údržbu a opravu moderních sociálních zařízení**



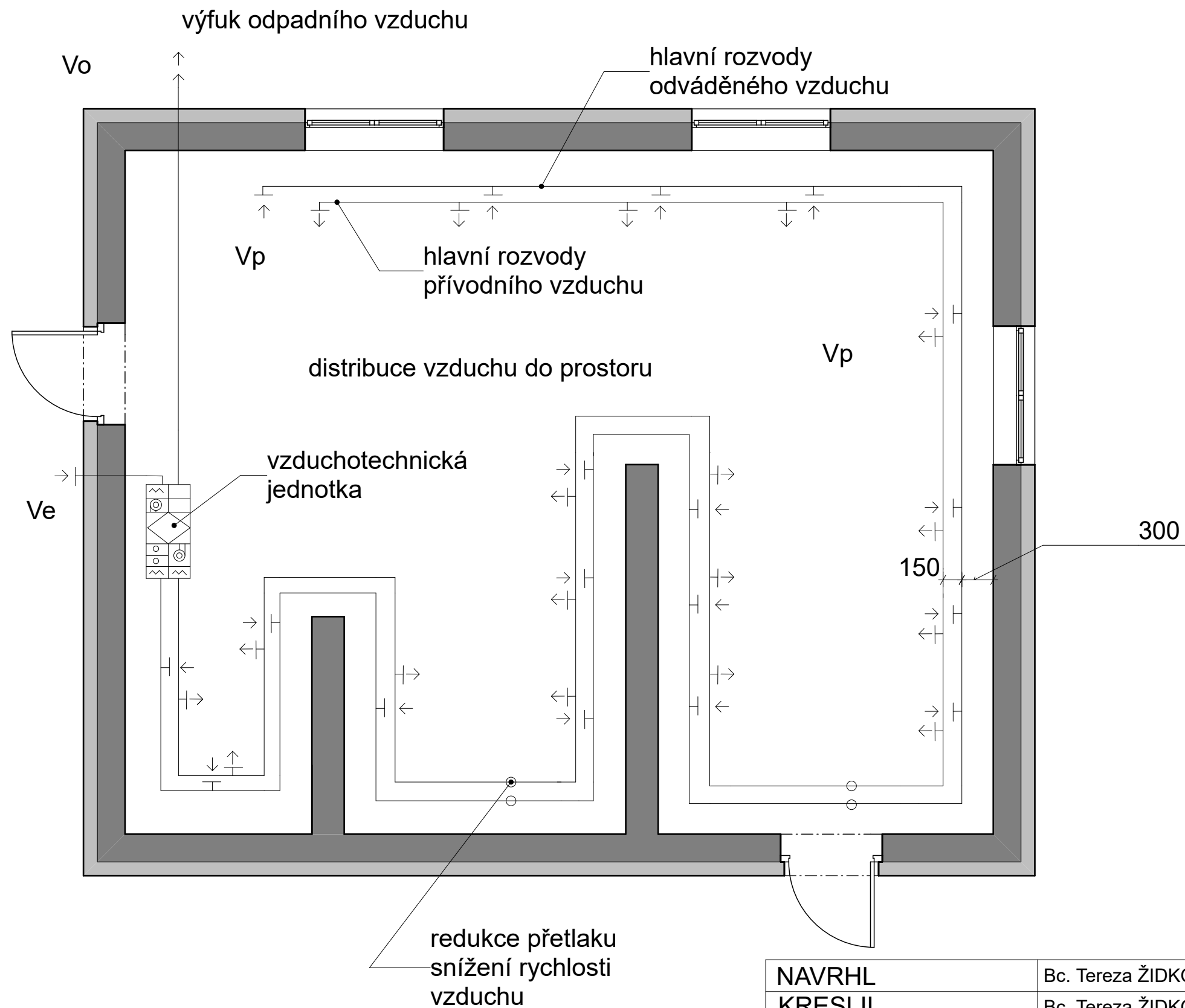
pracovní prostor pro  
údržbu a opravu vak.  
WC

NAVRHL	Bc. Tereza ŽIDKOVÁ	FORMÁT A3
KRESLIL	Bc. Tereza ŽIDKOVÁ	
SCHVÁLIL		MĚŘÍTKO 1:100
DATUM	5.7.2021	



NÁZEV  
Návrh uspořádání vybavení v dílně pro údržbu  
a opravu moderních sociálních zařízení

PŘÍLOHA A



NAVRHL	Bc. Tereza ŽIDKOVÁ	FORMÁT A3
KRESLIL	Bc. Tereza ŽIDKOVÁ	
SCHVÁLIL		MĚŘÍTKO 1:100
DATUM	5.7.2021	



**NÁZEV**  
Návrh rekuperace v dílně pro údržbu a opravu  
moderních sociálních zařízení

**PŘÍLOHA B**