POŽADAVKY NA PODLAHY PRO VNA-VOZÍKY
DEMANDS ON FLOORS FOR VNA CARRIAGES

ALEŠ HUŠEK

Požadavky na podlahy ve skladech s úzkými uličkami (VNA) a přípustné tolerance. Problémy a jejich důsledky ve spojení se skladováním a manipulací zboží na nekvalitních podlahách.
This paper outlines demands on floors if storerooms with narrow passages (VNA) and the corresponding tolerances. Further, it is concerned with the problems related to storing and handling the goods on bad-quality floors and their consequences.

Kvalitní podlaha je nezbytným předpokladem jak pro bezpečnou manipulaci, tak i pro plné využití výkonnosti vozíků pro velmi úzké uličky (VNA Very narrow aisle – vozíky) (obr. 1). Náklady na skladování a manipulaci zboží mohou představovat až 75 % celkových nákladů. To znamená, že použitím VNA systémů při skladové manipulaci lze dosáhnout potenciálně velkých úspor nákladů. Vinou nedostatečné rovinnosti podlahy však většina vozíků do velmi úzkých uliček nemůže zcela využít svého výkonu. Článek objasňuje důležitá témata související s:

- problémy a jejich důsledky ve spojení se skladováním a manipulací zboží na nekvalitních podlahách,
- požadavky na podlahy ve skladech s úzkými uličkami (VNA) a přípustné tolerance,
- povrchové úpravy podlah, které zaručují splnění požadovaných parametrů.

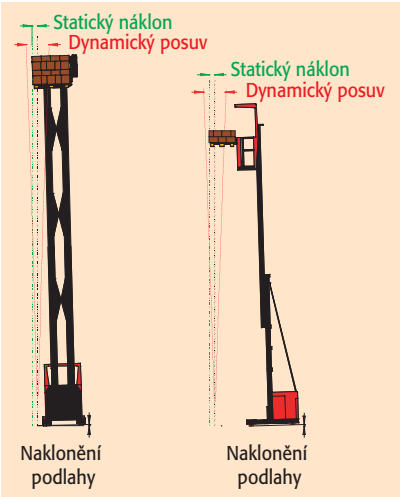
Obr. 1 Manipulační vozík ve velmi úzké uličce
Fig. 1 Handling carriage in VNA

PROČ JE DŮLEŽITÉ MÍT VE SKLADU S ÚZKÝMI ULIČKAMI KVALITNÍ PODLAHU

Do systému halového skladu s úzkými uličkami patří:

- budova haly včetně podlah
- vozíky
- regálové systémy
- systémy navádění v uličkách

Se zvyšujícími se nároky na výkonnost manipulace a se vzrůstajícími výškami zdvihu rostou také nároky na prvky systému. Vozíky a regálové systémy obvykle splňují tyto požadavky a specifikace, protože jsou vyráběny průmyslově za optimálních podmínek. Betonová podlaha však vzniká na místě za mnohem obtížnějších podmínek. Návrh betonové směsi, technologie jejího zpracování a ukládání musí být podřízena přísným požadavkům na rovinnost podlahy. Drobná nepravidelnost v podlaze může zapříčinit naklonění vozíku, což v důsledku způsobí vychýlení horní části vozíku z přesné pozice, a to jak v příčném, tak podélném směru (obr. 2).



Statický náklon – míra naklonění závisí na míře nerovnosti podlahy a výšce zdvihu vozíku (až 14 m).

Dynamický posun – míra dynamického posunu závisí na rychlosti vozíku, na tom, jak se nerovnost podlahy mění mezi dráhou kol, na hmotnosti nákladu, výšce zdvihu a na konstrukci stožáru vozíku.

Vozíky do úzkých uliček mají kolejnicové nebo indukční navádění. Tzn. že vždy jezdí po stejné stopě. Proto lze měření a úpravy povrchu podlahy omezit na již specifikované oblasti (což redukuje náklady) a na položení a konečnou úpravy svrchní vrstvy. Přestože jsou vozíky pro úzké uličky naváděny pomocí kolejnic nebo indukčně pomocí kabelu v podlaze, je třeba počítat s určitým pohybem do stran (příčný pohyb ±25 mm). To je důvod, proč jsou uváděné šířky pojezdové plochy uličky o 50 mm širší, než je šířka kol. Pokud budou ve stejných uličkách jezdit různé typy vozíků, je třeba vzít tento fakt do úvahy.

Až příliš často podlaha nevyhovuje předepsaným požadavkům. Hlavním důvodem bývá nepochopení specifikace dodavatelem a také to, že běžný dodavatel často postrádá zkušenosti potřebné k pokládce podlah s tak malými tolerancemi, jaké jsou pro tato řešení vyžadovány. Některé společnosti se již specializovaly na pokládku těchto typů podlah a na úpravy a rekonstrukce stávajících nerovných podlah.

NEKVALITNÍ PODLAHY ZVYŠUJÍ NÁKLADY NA SKLADOVÁNÍ A MANIPULACI

Náklady na manipulaci

Náklady na manipulaci – tj. náklady na manipulovanou paletu nebo vychystanou položku – znatelně rostou, pokud má podlaha VNA skladu nerovnou podlahu. To znamená, že specifikovanou maximální manipulační kapacitu vozíku nelze zcela využít, protože je třeba omezit rychlost. Tím klesá množství položek manipu-

Obr. 2 Statický náklon a dynamický posuv v podélném a příčném směru
Fig. 2 Static inclination and dynamic shift in a longitudinal and transverse direction

lovaných za hodinu. I v případech, kdy je průměrný tok materiálu malý, musí být podlaha rovná. Zkušenosti ukazují, že se intenzita materiálového toku může během dne výrazně měnit. V důsledku toho musí být vozík v určitých časových intervalech velmi intenzívně využíván. To znamená, že je zde dobrý důvod požadovat vysoký výkon a účinnost materiálové manipulace.

Ostatní náklady

Vozíky do úzkých uliček a řada dalších vozíků určená pro „halovou" manipulaci je vybavena poměrně tvrdými koly z polyuretanu, které zajišťují optimální stabilitu. Dynamické síly, které vznikají při přejíždění nerovností podlahy, nejsou absorbovány koly vozíku a přenášejí se na kostru vozíku a další komponenty. V úzkých uličkách lze jen velmi těžko použít náhradní vozík, neboť většina vozíků určených pro úzké uličky je speciálně přizpůsobena konkrétní aplikaci nebo rozměrům nákladu. Proto je důležité dodržet specifikovanou rovnost podlahy, aby nedocházelo k poškození manipulačních zařízení. Pokud není podlaha dostatečně rovná, jak požadují příslušné specifikace, mohou vniknout následující náklady:

- **Instalace.** Náklady na instalaci regálového systému a naváděcích kolejnic vzrostou, protože jejich sestavení je komplikovanější.
- **Nízká spolehlivost polohovacího zařízení.** Spolehlivost zařízení, které se orientuje podle souřadnic bude nízká, zejména ve velkých výškách zdvihu.
- **Poškození zboží.** Pokud dojde k poškození zboží, je třeba jej zlikvidovat, přebalit nebo přeložit. Zboží se nemusí dostat k zákazníkovi podle dohody a ten může příště dát přednost jinému dodavateli.
- **Poškození regálového systému.** Náklady na opravu a náklady spojené s prostoji během opravy regálového systému. Je zde i zvýšené nebezpečí nehod.
- **Poškození vozíku.** Náklady na opravu a náklady spojené s prostoji během opravy způsobují nárůst dalších nákladů. V důsledku neuskutečnění dodávky zákazníkům mohou tito dát v budoucnu přednost jinému dodavateli.
- **Poškození jiných vnějších zařízení.** Mohou vzniknout náklady vyplývající z poškození protipožárního systému nebo náklady v podobně nežádoucího opotřebení kolejnicového naváděcího systému.
- **Zvýšené náklady na údržbu manipulačního zařízení.** Náklady na údržbu mohou vzrůst vinou vyššího dynamického zatížení elektronických komponent, kol, podvozku, stožáru, kabiny a vidlic. Může tak klesnout koeficient využitelnosti vozíku (např. z 75 na 50 %). Z dlouhodobého hlediska představuje tento faktor kratší životnost vozíku.
- **Nevyhovující pracovní prostředí.** Vyšší náklady na manipulaci mohou být také důsledkem nižší produktivity obsluhy způsobené nepříjemným působením dynamických sil na vozík.
- **Nižší manipulační výkon.** Zvýšené náklady na manipulaci jsou důsledkem omezení rychlosti nebo nutností používat příliš mnoho vozíků.

NORMY A DOPORUČENÍ PRO PODLAHY VE SKLADECH S ÚZKÝMI ULIČKAMI

Existují různé normy a doporučení, týkající se podlah skladů s úzkými uličkami, např. DIN 15 185, nejznámější a nejrozšířenější v Evropě, nebo TR 34 (Concrete Society's Technical Report 34), což jsou doporučení pro podlahy (2. vydání – dodatek, 3. vydání – kap. 4).

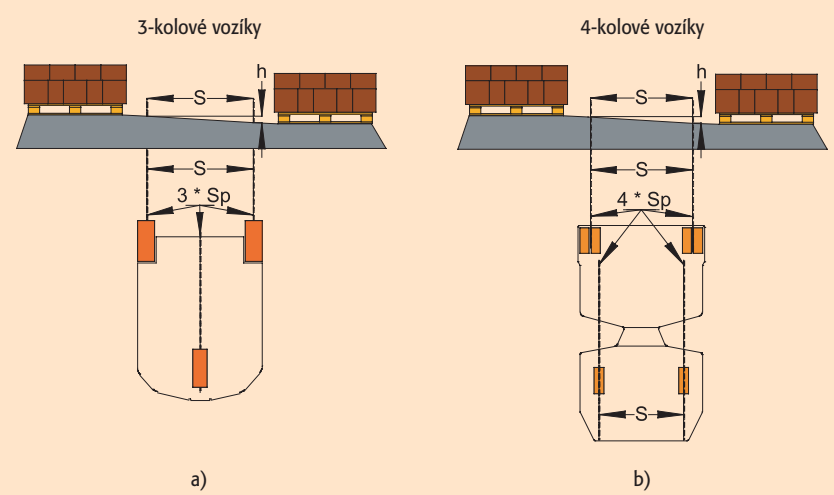
Rozhodli jsme se vycházet z DIN 15 185, doplňku normy DIN 18 202 /05 86, která je standardem pro rozměrové tolerance v konstrukcích budov. DIN 15 185 je norma, která kromě podlah úzkých uliček postihuje také instalaci regálového systému a ochranu osob pracujících v úzkých uličkách a

- dokonale vyhovuje z hlediska bezpeč-

Obr. 3 Měření rovinnosti podlahy
Fig. 3 Measurement of the floor planeness

Tab. 1 Maximální povolený výškový rozdíl h mezi dráhou levého a dráhou pravého kola vozíku měřený přes šířku uličky
Tab. 1 Maximum allowed difference in elevation h between the trail of the left wheel and that of the right wheel of the carriage measured across the aisle width

Vzdálenost mezi koly vozíku S [m]	1	1 až 1,5	1,5 až 2	2 až 2,5
Povolený výškový rozdíl *h* [mm] při výšce zdvihu ≤ 6 m	2	2,5	3	3,5
Povolený výškový rozdíl *h* [mm] při výšce zdvihu > 6 m pro vozíky s obsluhou pracující ve výškách, indukčně naváděné vozíky nebo vozíky vybavené polohovacím systémem	1,5	2	2,5	3



Obr. 4 Schéma a) tří- b) čtyřkolového vozíku
Fig. 4 Diagram of a a)three-, b) four-wheel carriage

Měřená vzdálenost *L* [m]	1	2	3	4
Maximální povolená prohlubeň/vrchol *h* ve stopě kol (Sp) [mm] Platí pro všechny typy VNA aplikací.	2	3	4	5

Tab. 2 Maximální povolená prohlubeň/vrchol ve stopě kol pro měřené vzdálenosti

Tab. 2 Maximum allowed depression/peak in the trail of the wheels for the measured distances

nosti a efektivity materiálové manipulace,
- kontrola tolerancí je podle ní snazší než v jiných normách,
- je normou akceptovanou ve většině evropských zemí a stane se pravděpodobně základem budoucí společné evropské normy,
- splňuje kategorii TR 34 „1", ne však kategorii „superflat" (superploché podlahy),
- splňuje požadavky pro bezpečnou manipulaci,
- splňuje požadavky pro provoz VNA vozíků na specifikovaných úrovních výkonu.

ROVINNOST PODLAH

Podlaha v regálových systémech s úzkými uličkami, kde jsou používány VNA vozíky a v prostorách, kde vozíky přepravují náklad ve zdvižené poloze, by měla splňovat požadavky na rovinnost (DIN 15 185).

Specifikace pro rovnost podlahy ve VNA skladech jsou přísné a tolerance jsou velmi úzké. Z toho důvodu je třeba, aby s těmito požadavky byly seznámeny všechny zainteresované strany a dohodly se na tom, které požadavky musí být splněny, aby byla zajištěna bezpečná a efektivní materiálová manipulace. Požadavky musí být jasně specifikovány a měly by být přirozenou součástí obchodního kontraktu.

Rozměry a tolerance napříč šířkou uličky

Tabulka 1 uvádí v milimetrech maximální povolený výškový rozdíl *h* mezi dráhou levého a dráhou pravého kola měřený přes šířku uličky. Povolený výškový rozdíl *h* závisí na vzdálenosti mezi koly vozíku *S*, tj. vzdálenosti od středu dráhy levého kola ke středu dráhy pravého kola. Sp označuje počet stop vozíku (obr. 4).

Rozměry a tolerance po délce uličky

Tabulka 2 uvádí příklady maximálních povolených tolerancí rovnosti, tj. maximální povolené prohlubně či vrcholy ve stopě kol, po délce uličky pro tříkolové vozíky.

Hrbolatost – „valchový" efekt

I když podlaha splňuje požadavky normy DIN 15 185, je třeba ještě zkontrolovat rovnost na krátké vzdálenosti (100 mm), abychom se vyvarovali „valchového" efektu, který by mohl způsobovat nepříjemné vibrace vozíku. Rozdíly ve výšce nesmí být mezi měřenými body po délce uličky větší než 1 mm (obr. 6).

Metody měření rovinnosti podlahy

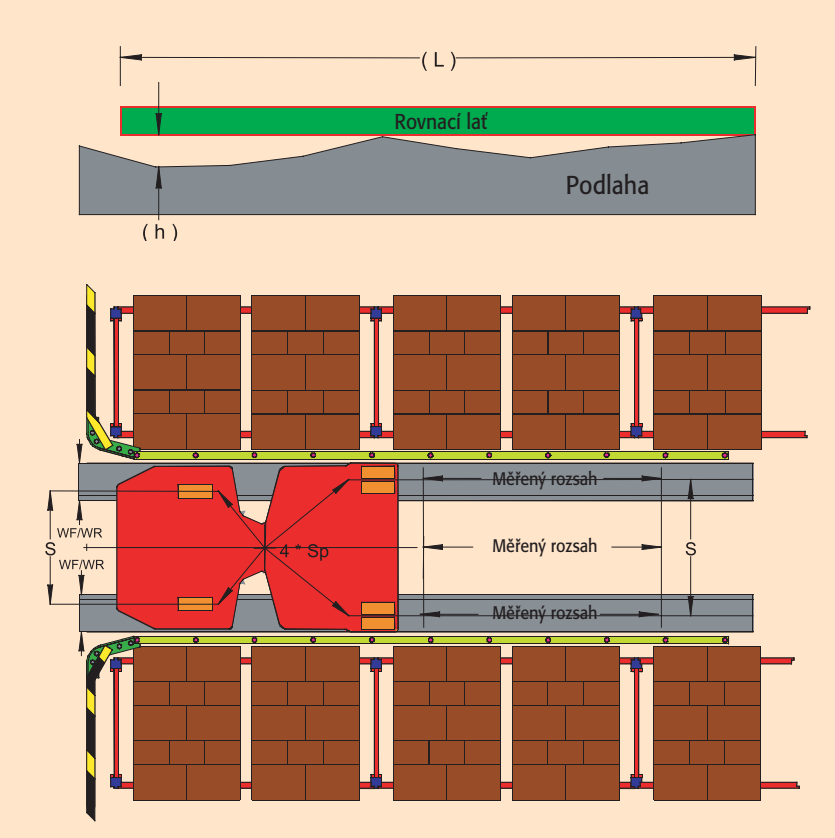
Zda je podlaha dostatečně rovná nelze určit pouhým pohledem. V takovém případě jakýkoli dojem nebo hodnocení podlahy vychází z povrchové úpravy podlahy a celkového vzhledu.

K získání podkladů pro rozhodování, zda je třeba učinit nějaká opatření, je nutné rovnost podlahy pečlivě změřit. Pro posouzení, zda podlaha úzké uličky splňuje stanovené požadavky na rovnost jsou sledovány:
- výškové rozdíly nerovností povrchu (amplituda)
- vzdálenost mezi nerovnostmi povrchu (délka „vlny")

Z ergonomického hlediska je použití rovnací latě ke kontrole podlahy v celém VNA skladu velmi pracnou záležitostí. Metoda je náročná na práci a vyžaduje rozsáhlé následné analýzy získaných údajů. Zkušenosti ukazují, že konečný výsledek není uspokojivý. Metoda s rovnací latí je pouze doplňkem optické kontroly nebo je používána k měření omezených prostor.

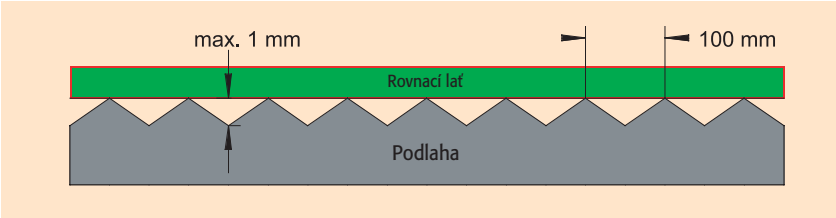
Rozdíl ve výšce mezi různými kontrolními body lze zjistit pomocí optického přístroje s PPM a měřící tyče. Tato metoda je poměrně nákladná. Náklady závisejí na počtu měřených bodů. Vzdálenosti mezi body mohou být v rozmezí 300 až 3 000 mm. Pokud zvolíte velké vzdálenosti mezi body, je to na úkor spolehlivosti, neboť hrozí riziko nerovností mezi měřenými body a může docházet ke komunikačním potížím. Metoda je používána zejména ke kontrole svažitosti a je dobrým doplňkem k optické kontrole.

Měření rovinnosti podlahy s pomocí DFP (Digital Floor Profiler) je zdaleka nejlepší metodou. Měřící nástroj a tiskárna pro DFP jsou umístěny na speciálně zkonstruovaném vozíku pojíždějícím ulič-



Obr. 5 Schéma měření rovinnatosti podlahy v podélném směru u čtyřkolového vozíku

Fig. 5 Diagram of the measurement of the floor planeness



Obr. 6 „Valchový" efekt
Fig. 6 "Wash board" effect

kou (obr. 7). Senzory uprostřed stop vozíku měří rozdíly ve výšce, a to jak v podélném tak i příčném směru. Metoda je velmi spolehlivá, neboť vzdálenosti mezi měřícími body jsou pouze 4 mm. Údaje je možno následně analyzovat a vytisknout graf profilu podlahy mezi dráhami jednotlivých kol (obr. 17). V grafu je snadno čitelná poloha a velikost odchylek. Metoda je určena zejména pro kontrolu nově pokládaných podlah k získání kvalitních podkladů, na jejichž základě bude možné určit, jaké prostředky zvolit pro finální úpravu podlahy. Některé typy DFP dokáží měřit také koeficient tření podlahy.

Nakonec je doporučováno praktické vyzkoušení, tj. jízda s vozíkem po povrchu podlahy v místě, kde má být v budoucnu úzká ulička, která zahrne jízdu se spuštěným nákladem, zdvih nákladu po krocích, sledování naklánění vozíku a dynamického posuvu. Výsledky sledování pohybů nákladu a stožáru ukáží, zda je podlaha vhodná pro provoz skladu s VNA vozíky v úzkých uličkách.

BETONOVÉ PODLAHY

Pro VNA sklady, kde je podlaha vystavena velkému zatížení zbožím, regálovým systémem a vozíky, je jako vhodný podlahový materiál doporučován beton. Podlaha VNA skladu sestává obvykle ze dvou vrstev (obr. 8):

- **Konstrukční vrstva** je vrstva dimenzovaná s ohledem na hmotnosti nákladů, regálového systému, vozíků a s ohledem na příslušný stav podkladu. Pozornost je třeba věnovat místům různého zatížení a způsobům vyztužení betonu, pokud mají být používány indukčně naváděné vozíky (pomocí vodících drátů v podlaze).
- **Svrchní vrstva** je vrstva, která je položena na konstrukční vrstvě tak, aby podlaha splňovala požadavky na rovnost.
- **Výztuž –** pokud je vozík indukčně naváděný (pomocí kabelu položeného v podlaze), musí být naváděcí kabel vzdálen nejméně 50 mm od výztuže ležící pod ním (obr. 9). To platí v případě, že tyčová výztuž má průřez menší než 10 mm^2. Vzdálenost od silnější výztuže by měla být nejméně 100 mm. V aplikacích s indukčně naváděnými vozíky je doporučováno použít pro konstrukční vrstvy podlah drátkobetonu s ocelovými drátky.
- **Elektrické kabely,** které protínají uličku, by měly být umístěny v ocelové rouře, nejméně 100 mm pod naváděcím kabelem. Elektrické kabely, které vedou po délce uličky, by měly být umístěny v ocelové rouře, nejméně 1000 mm od naváděcího kabelu v podlaze.

Konstrukční vrstva

Betonová podlaha je pokládána v modulech o šířkách 8 až 10 m, které odpovídají dvěma modulům úzké uličky (obr. 10). Šířka je volena tak, aby podélné spoje podlahy vycházely vždy mezi dva regály. Aby podlaze bylo umožněno roztažení od zahřátí během hydratačního procesu a po té bylo zamezeno nekontrolovanému vzniku smršťovacích trhlin, je důležité zajistit, správné navržení, uspořádání a provedení dilatačních spojů. Spoje je vhodné umístit do míst se slabým provozem vozíků. V podlaze musí být dilatační spoje (kontrakční nebo expanzní), pokud poměr mezi délkou a šířkou překročí hodnotu 1 : 1,5. Při šířce modulu 8 až 10 m jsou po každých 12 až 15 m umísťovány příčné spoje. Příčné spoje podlahy by měly být položeny pod úhlem 15° k rovině kolmé na směr jízdy vozíků tak, aby kola na jedné nápravě nepřejížděla spoj současně. Tím je omezeno dynamické namáhání vozíku a sníženo riziko poškození okrajů podlahových spojů přejížděním vozíků. Konstrukční vrstva bývá doplňována svrchní vrstvou, kterou se vyhladí konečný povrch. Tak je snazší dodržet požadavky na rovnost. V některých případech je možné nerovnosti povrchu odstranit broušením (obr. 13).

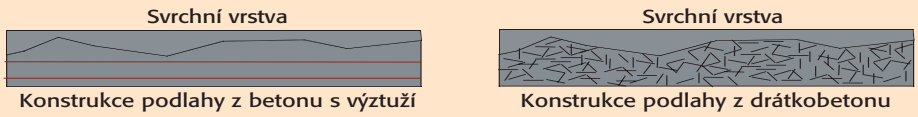
Obr. 7 Měření pomocí DFP (digital floor profiler)
Fig. 7 Measurement with the DFP (digital floor profiler)

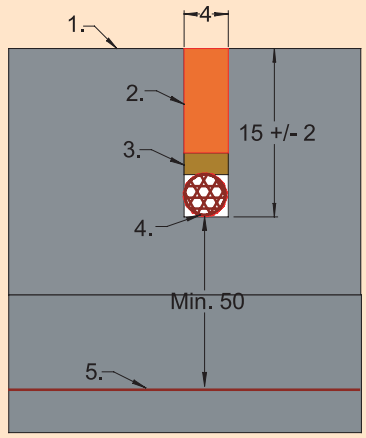
Metody povrchové úpravy

Existuje řada různých metod vhodných pro povrchovou úpravu podlah a je obtížné dát jednoduchou odpověď na otázku, která z nich je nejlepší. V každém případě by měl být splněn požadavek, že koeficient tření mezi povrchem podlahy a polyuretanovými koly musí být větší než 0,6, aby byly zaručeny nezbytné podmínky pro dobré brždění.

Pokud je svrchní vrstva položena mezi nízko-profilovými kolejnicemi, hrozí nebezpečí, že vozík vykolejí (obr. 11). Kromě toho zatížení na vodících kolejnicích bude vyšší a bude větší opotřebení vodících koleček. Náklady na provoz regálového systému jsou tak vyšší.

Obr. 8 Konstrukce podlahy
Fig. 8 Floor structure

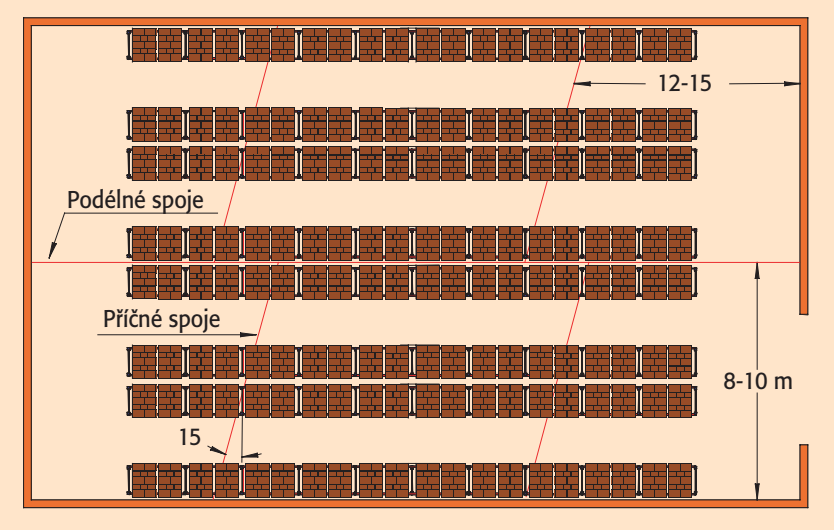




1. Podlaha
2. Epoxidová pryskyřice
3. Gumová lišta
4. Kabel indukčního vedení
5. Ocelová výstuž

Obr. 9 Umístění indukčního navádění vozíků ve vztahu k prutové výztuži podlahy
Fig. 9 Placing of the induction guidance of carriages in relation to the rod reinforcement of the floor

Také může nastat problém při manipulaci s paletami v úrovni podlahy. Pokud je povrchová vrstva příliš silná, není možné vidlice dostatečně spustit, aby mohly zajet pod paletu, protože dříve zavadí o naváděcí kolejnice (obr. 12). Maximální tloušťka povrchové vrstvy závisí na typu manipulovaných palet.



Obr. 10 Podélné a příčné spoje podlahy
Fig. 10 Longitudinal and transverse floor connections

Pro povrchové úpravy jsou neustále vyvíjeny nové metody a produkty. Vyjmenujeme zde jen ty nejběžnější. V této souvislosti připomínáme a zdůrazňujeme význam výběru dodavatele, který má dostatečné zkušenosti se zvolenou metodou.

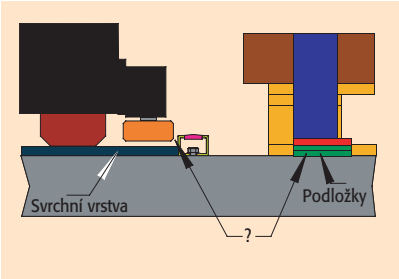
Epoxydové pryskyřice je možné nanášet ve velmi tenké vrstvě (min. 2 mm) a mají velmi dobrou přilnavost. Aby epoxid mohl dobře přilnout, musí být podlaha suchá. Epoxidová pryskyřice je velmi hustý materiál, který není vhodný na vyrovnávání podlahy začíná tuhnout již po 10 až 15 minutách. Pokud je podkladová vrstva ještě porézní a vlhká, existuje velké riziko, že epoxid praskne a uvolní se od ní. Podlahy s epoxidovým povrchem jsou náchylné ke vzniku statické elektřiny, která je nepříjemná pro obsluhu vozíku a může ovlivnit jeho elektroniku. Epoxyd je relativně drahý, je proto vhodný převážně pro drobné úpravy a tenké svrchní vrstvy, neboť je odolný proti většině chemikálií.

Smícháním epoxidu s cementem získáme levnější produkt s vlastnostmi srovnatelnými s čistou epoxydovou pryskyřicí. Tloušťka epoxido-cementové vrstvy musí být větší než 5 mm. Pokud má směs dobře přilnout, musí být podkladová vrstva ošetřena základovým nátěrem. Opět je těžké splnit požadavky na rovnost, jelikož směs začíná tuhnout již po 15 až 25 min. Cemento-epoxidová směs je odolná proti většině chemikálií.

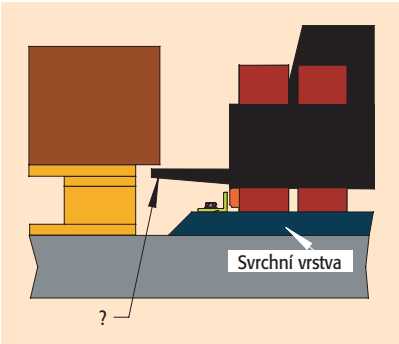
Obr. 13 Broušení pásů pod kolečka vozíků
Fig. 13 Grinding of belts below carriage wheels

Se svrchní vrstvou na bázi magnézia lze snadněji splnit požadavky na rovnost, protože materiál déle tuhne a povrch lze delší čas zpracovávat. Povrchová úprava se provádí ve třech fázích během šesti hodin po pokládce. Svrchní vrstva musí

Obr. 11 Možná ztráta kontaktu vodícího kolečka a kolejnice
Fig. 11 Possible loss of contact of the guiding wheel and the rail



Obr. 12 Problematická manipulace s paletami
Fig. 12 Difficult handling with pallets



Obr. 17 Záznam měření rovinnosti podlahy pomocí DFP
Fig. 17 The record of the floor level measurement by DFP

mít tloušťku nejméně 25 mm. Aby byla zajištěna požadovaná přilnavost, musí být podkladová vrstva ošetřena základovým nátěrem. Podlahové povrchy na bázi magnézia se smršťují mnohem méně než podlahy na bázi cementu. Nehodí se však tam, kde je podlaha obvykle vlhká.

Broušení

Broušení je možné omezit na dráhy kol vozíku. Pokud se však v uličce uskutečňují i jiné aktivity, například nízkoúrovňové vychystávání nebo ji budou používat i nenaváděné vozíky, měla by být zbroušena celá šířka uličky. Brusná hlavice je nastavována automaticky pomocí laserového paprsku. Broušení je spolehlivá metoda a začíná být pro dosažení požadované rovnosti podlah používána stále častěji.

Před rozhodnutím o rozsahu broušení je třeba si uvědomit existující nebezpečí, že se vozík pojíždějící ve snížené úrovni zachytí za vodící kolečka (obr. 14) nebo ztratí kontakt s naváděcí kolejnicí, pokud se broušení omezí pouze na dráhy kol vozíku nebo na povrch mezi naváděcími kolejnicemi. Pokud by byl po broušení rozdíl ve výšce příliš velký, bude nutné zbrousit podlahu i pod naváděcími kolejnicemi.

Dilatační spáry ve svrchní vrstvě

Je důležité, aby dilatační spáry byly konstruovány tak, aby byly minimalizovány dynamické síly. Dilatační spáry ve svrchní vrstvě se obvykle nacházejí na stejném místě jako spoje v konstrukční vrstvě.

Naříznutím existující dilatační spáry a vložením kónického plastového proužku lze ve svrchní vrstvě připravit podmínky pro vznik rovné, kontrolované „trhliny“. Plastový proužek je třeba umístit tak, aby jeho horní hrana byla cca 2 mm pod dokončenou svrchní vrstvou (obr. 15).

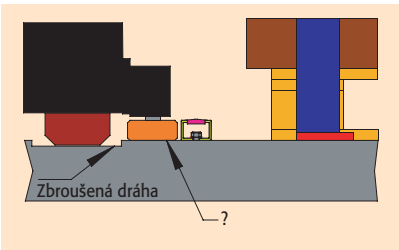
Je-li svrchní vrstva položena bez určených spojů, budou trhliny vznikat nahodile. Důsledky pnutí a pohybů způsobených změnami objemu vrstvy vyvolanými změnami teploty mohou způsobit místní oddělení svrchní a konstrukční vrstvy (obr. 16). Opakovaný přejezd vozíku přes spáry přispívá ke vzniku dalších trhlin a postupnému vytváření výmolů.

Mnoho skladů má dilatační spáry poškozené. To vystavuje obsluhu, zboží a vozíky nežádoucím vlivům. Poškození v okolí spár se provozem ve skladu zvětšuje a prohlubuje a tím zpětně vzrůstají i nežádoucí účinky.

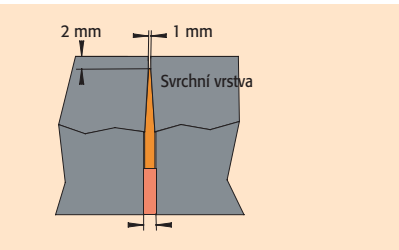
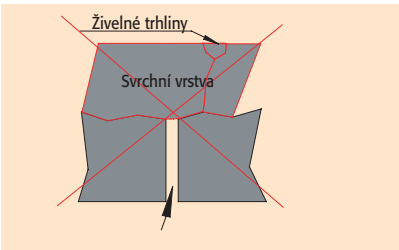
Taková poškození je třeba opravit vyříznutím a vyfrézováním části podlahy okolo spáry a vyplněním problematického místa pružnější směsí. Opravy je možné omezit na oblasti okolo drah kol, nebo mohou pokrýt celou šířku uličky.

Aleš Hušek
BT Česká republika, s. r. o.
K Vypichu 1049, 252 19 Rudná
tel.: 311 651 103, mob.: 728 360 370
e-mail: ales.husek@bt-czech.com
www.bt-czech.com

Obr. 14 Zachycení naváděcím kolečkem
Fig. 14 Catching by the guiding wheel



Obr. 15 Dilatační spára ve svrchní vrstvě
Fig. 15 Expansion joint in the upper layer



Obr. 16 Svrchní vrstva bez dilatační spáry
Fig. 16 Upper layer without the expansion joint