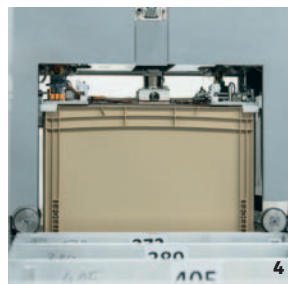




# Do skladů přijíždějí roboti z Kácova

TECHNOLOGIE

**Díky robotům rychlejší výdej zboží, efektivnější využití prostoru a úspora peněz. To jsou vlastnosti skladu, ve kterém se zbožím částečně pracují autonomní vozítka. Vývoj unikátního systému Idea Storage ve spolupráci s odborníky z Technické univerzity Liberec dokončila česká firma Systematic.**



**1** Robotické vozíky se pohybují po hliníkovém gridu. Co chvíli spouštějí nakládací čelisti do hlubiny šachty a vyzvedávají z ní přepravku. **2** Marek Ječmének (vpravo) a Petr Helcl v testovacím provozu kácovského skladu. **3 4 5** Roboti si mohou v mimoúrovňových skladech předávat boxy mezi podlažími. Na spodním snímku vpravo je propojovací šachta.

Sloupce přepravek s dokumenty nebo zbožím jsou vyskládané jeden vedle druhého, nedělí je žádná uličky. Nad nimi na hliníkové konstrukci s kolejnicemi přejíždí několik obslužných robotů. Co chvíli spouštějí nakládací čelisti do hlubiny skladu a vyzvedávají z ní přepravku. S tou pak dojedou na místo vyskladnění, kde si ji převezme operátor skladu – jediný člověk v celém procesu.

Redaktoři Logistiky měli možnost jako jedni z prvních spatřit zatím „jen“ ve zkušebním provozu, který již ale nemá daleko k tomu ostrému, systém velkokapacitního skladování, na němž ve spolupráci se společností Systematic pracovali vědci z Technické univerzity v Liberci.

Nový systém s autonomními roboty uspořádá i více než polovinu skladového prostoru, roboty zas manipulační práci skladníků – propustnost skladu se tím výrazně navyšuje. V případě obřích skladů využívaných e-shopy a jejich logistickými partnery by řešení liberecké univerzity a společnosti specializující se primárně na archivaci

dokumentů mohlo přinést úspory v řádech až desítek milionů korun ročně, spočítali autoři projektu.

Všechny tři na světě užívané systémy tzv. vysokohustotního nebo vysokokapacitního skladování vypadají na první pohled obdobně. Oproti klasickým skladům ubyly uličky pro skladníky a jejich techniku a zmizeli i pickeri mezi nimi. Výrazně se také zkrátily časy, který je potřeba k dohledání a „vychystání“ zboží v přepravce.

Pokud se čtenáři nyní vybaví článek z loňského šestého čísla Logistiky o systému britského online prodejce potravin Ocado, je na správné stopě, obdobnou technologii poprvé využila norská společnost AutoStore.

„Všechna řešení máme originální; způsob řešení byl vymyšlen od samého počátku. Myšlenky o vysokohustním skladování původně směřovali jen k naší archivační činnosti, ale přišlo nám líto, že bychom sami využívali jen jednu z mnoha výhod našeho systému,“ říká zakladatel společnosti Systematic Marek Ječmének.

### Výhody systému

Také český systém Idea Storage funguje na principu přepravek stohovaných na sebe a obsluhovaných pojízdnými roboty. Má však několik jedinečných charakteristik a slibuje další.

„Skladové roboty jsme podle zadání firmy vyvinuli tak, aby byly schopné alespoň v jednom směru přejíždět nad přepravkou,“ říká Leoš Beran z fakulty mechatroniky, informatiky a mezioborových studií. Pokud se robot potřebuje dostat pro přepravku v hlubší vrstvě sloupce, může boxy nad ní vyskládat navrchu kolem sebe, čímž dočasně zablokuje trasy ostatním robotům. „Objížďky“ jsou pak náročné časově i organizačně a odpadají, když další robot dokáže přepravku, jež mu stojí v cestě, nadjet. Jeden robot je efektivní asi jako tři zaměstnanci skladu.

Další jedinečnou vlastnost skladovacího systému z Kácova přibližuje Petr Helcl, ředitel společnosti Systematic.

„Ve sloupci může být až dvacet na sobě vystohovaných přepravek, ▶

”

**Marek Ječmének Systematic**

*Všechna řešení máme originální; způsob řešení byl vymyšlen od samého počátku.*



► tím je náš systém světově unikátní.“ Dodává, že stohování tolika přepravek je náročné na nosnost těch spodních, firma se však již výrazně posunula ve vývoji materiálové a konstrukční optimalizace přepravek, které by takové zatížení dlouhodobě snesly. Nyní ve skladu Systematic používají konvenční plastové euroboxy s nosností 25 kilogramů. Celý kácovský sklad, kde probíhají zátěžové testy, zatím čítá dva tisíce přepravek, které obsluhují tři pojízdní roboti. Přepravky mohou mít dle požadavků klientů a skladování různých entit až tři různé výšky boxů v rámci jedné instalace.

### Modulární robot v modulárním systému

Strojní část robotů vyvinuli na Fakultě strojní TUL. Tým pod vedením Ladislava Ševčíka jim věnoval dva roky a dopracoval se k výsledku, který má v rámci vysokohustotního skladování další ojedinělé vlastnosti.

„Robot je vymyšlený jako skládačka, navrhli jsme ho a zkonstruovali z pěti modulů tak, aby bylo možné velmi operativně řešit případné závady a servisní výměny dílů. V zadání také bylo, aby robot dokázal uchopit jakoukoliv přepravku neohledně na typ úchyty. I to jsme splnili,“ říká Ladislav Ševčík.

Na Fakultě mechatroniky, informatiky a mezioborových studií TUL zase naši vědci vyvíjeli firmware pro řízení robota a kompletní řešení obvodů včetně napájení i zapojení.

„Standardní průmyslová automatizace je stavebnice osazená v rozváděči s napájením přes kabel. U skladového robota je vše navrženo tak, aby si tuto výbavu nesl s sebou bez rozvaděče. Přitom tu výrazně působí síly vyvolané pohybem robota, včetně vibrací. To vše navíc není napájeno ze sítě, ale z baterií. Pokud se baterie vybijí na definované procento, plánovací systém nechá robot dokončit zadanou úlohu a odešle ho pokynem na nabíječku,“ přibližuje Leoš Beran, který multioborový tým na Technické univerzitě v Liberci vedl.

Komponenty, které každý robot využívá, pocházejí zejména z firmy B&R, jež na vývoji netradičního řešení mobilních robotů úzce spolupracovala.



**Petr Helcl  
Systematic**

*Přibývalo dokumentů, potřebovali jsme navýšit kapacity archivu, ale přitom bylo neudržitelné přidávat plochu.*

### Plánovač hlídá roboty i boxy

Zapojil se také Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace TUL (CxI). Z jeho laboratoře systémové integrace pochází návrh plánovače akcí, který přijímá úkoly z fronty požadavků a podle toho ukládá robotům činnost.

Cesty robotů se plánují v reálném čase za pomoci algoritmu, který aplikuje prvky umělé inteligence. Algoritmus zohledňuje aktuální stav skladu a najde optimální trasu pro pohyb každého robota. Minimalizuje počet změn směru pohybu robota. Změna směru trasy totiž znamená mechanické přestavení podvozku robota, což je časově náročné. Primárním kritériem je nekolizní pohyb robotů. Algoritmus proto plánuje trasy tak, aby minimalizoval počet jejich křížení. Vyčkávání robota na uvolnění trasy snižuje výkonnost skladu.

„Roboti mohou i kooperovat. Jeden vytáhne šest boxů, aby se dostal k sedmému v pořadí. Ve chvíli, kdy ho odváží na předávací post, další roboty štosují zpátky těch šest vytažených přepravek,“ říká Dalibor Frydrych z CxI, který se spolu s kolegy na vývoji plánovače podílel.

Real-time automatický plánovač také řeší optimální uložení přepravek, kdy ty často používané jsou uloženy co nejvíce nahoře, a zároveň hlídá jejich opotřebení.

„Systém jsme podle přání firmy Systematic navrhli tak, aby sklad mohl růst do výšky i do šířky, a to za provozu nebo jen s minimálními omezeními,“ dodává docent Frydrych.

### Ze slabiny udělali výhodu

K nápadu firmu přivedla vlastní praxe. Systematic se už více než 25 let zabývá zpracováním a archivací fyzických papírových dokumentů. V centrální spisovně v Kácově obhospodařuje zhruba 1,5 milionu šanonů s desítkami milionů dokumentů, které si u ní uložilo přes 600 zákazníků, a to jak českých, tak i nadnárodních firem.

„Přibývalo dokumentů, potřebovali jsme navýšit kapacity archivu, ale přitom bylo neudržitelné přidávat plochu. Poptali jsme všechny univerzity s technickými fakultami v zemi, zda by nám v tom byly schopné pomoci. S libereckou univerzitou byla dohoda okamžitá.

Podali jsme si žádost o evropské dotace, a když to klaplo, pustili jsme se společně do toho,“ říká Petr Helcl. Spolupráce firmy s univerzitou začala roku 2017. Podle zadání z firmy měli liberečtí vědci navrhnout stohovatelný vysokohustotní systém skladování přepravek obsluhovaných roboty, schopný expedovat 20 přepravek za hodinu při jednom robotu.

Lidé z vedení Systematic chtěli zapojením liberecké univerzity v první řadě vyřešit problém se svými skladovacími možnostmi, od začátku ale pomýšleli i na to, že pokud se vysokohustotní skladování podle jejich představ podaří vědcům realizovat, budou mít v rukách jedinečné řešení i pro sklady či archivy jiných firem.

„Dneska tu máme systém, který požadavek z horní vrstvy beden vyřídí v čase do jedné minuty, a pokud je bedna v hlubší vrstvě, tak ji máme na předávacím portu do dvou minut. Vědci z TUL tedy výkon skladu dokázali oproti našim požadavkům znásobit,“ říká Petr Helcl. Každá vteřina se počítá, v Systematicu vyřizují až stovky požadavků klientů denně, pokud by systém zavedli například do velkého e-shopu, musel by obstarat denně tisíce požadavků, na něž je již připraven.

Na první pohled a propočtení je předností vysokohustotního skladování úspora místa, sklad dokáže vměstnat i na méně než 50 procentech původní plochy. Co se týče prostorových dimenzí, i tady přináší systém vyvinutý ve spolupráci se specialisty z TUL řadu předností.

„Konstrukce skladu z hliníkových profilů je navržena také modulárně a univerzálně. Při jejím sestavování je potřeba jen minimum šroubovaných spojů, to velmi zkracuje čas při výstavbě skladu,“ popisuje Petr Helcl a dodává: „Systém je i díky tomu velice flexibilní. Funguje jako lego systém, který jsme schopní kdykoliv rozšířit o další části, a to bez nutnosti zastavení provozu stávajícího vysokohustotního skladu. Můžeme ho také vestavět do jakkoliv členitého prostoru, a roboti si mohou dokonce předávat boxy mezi podlažími v případě mimoúrovňových skladů.“ ●

Filip Hubička