

Nadzor, upravljanje in vodenje regalnega skladišča v lakirnici DaimlerChrysler

Boštjan Cerk, Gregor Mihevc

Liko Pris d.o.o.

Verd 100A, 1360 Vrhnika

bostjan.cerk@likopris.si, gregor.mihevc@likopris.si

Abstract

The purpose of the presented project was to build a fully automated high-bay racking for the paintshop of Sprinter transporter smallparts in the DaimlerChrysler Werk Düsseldorf, Germany. The capacity of this 50 meter-long and three-storeyed high-bay racking is over 60 various smallpart boxes weighing 200 to 1500 kg. The automated rack feeder moves them from/to input-output conveyors and ten diversified lifter tables with an average speed of 50 moves per hour. Liko Pris d.o.o. had a task of programming the two PLCs, designing the database and complete system visualisation, and optimising the rack feeder movements.

1. Uvod

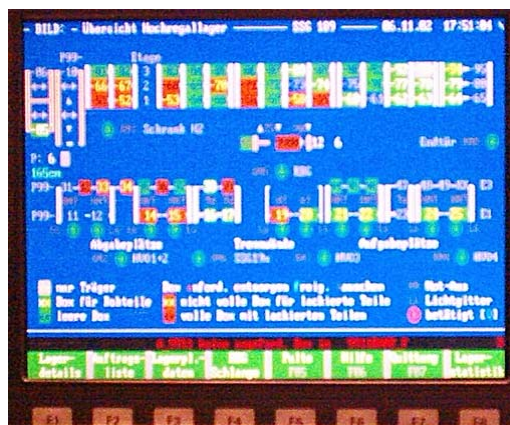
V zadnji fazi izgradnje povsem nove lakirnice transporterjev Sprinter v Düsseldorfu, Nemčija je bila tudi moderna lakirnica malih avtomobilskih delov. V grobem jo sestavljata:

- *power-and-free* (P&F) sistem stropne železnice, po kateri se deli na 12 različnih obešalih vozijo v lakiranje, in
- *pomožno regalno skladišče* (Bereitstellung Regallager), ki omogoča avtomatizirano in hitro dostavo artiklov za lakiranje ter zbiranje končanih izdelkov.

Avtomobilski deli se morajo zaradi raznovrstnosti (več sto različnih vrst) sicer še vedno ročno obešati na obešala sistema P&F, vendar avtomatizirana izbira in dostava škatel s strani regalnega skladišča omogoča veliko hitrejšo lakiranje, povsem nezahtevno vodenje, pa tudi enostavnejše vzdrževanje optimalnih zalog lakiranih delov.

V skladišču je več kot 60 regalov oziroma mest za začasno shranjevanje praznih in (delno)

polnih škatel s surovimi ali lakiranimi deli. Poleg teh pozicij je v okviru skladišča še deset dvizhnih miz, namenjenih obešanju delov, ki morajo v lakiranje, ter snemanju polakiranih delov nazaj v škatle. Škatle s surovimi deli se z viličarjem nalagajo na dveh vhodno-izhodnih verižnih transporterjih. Polne škatle z obdelanimi deli pa sistem samodejno prestavi na prvega prostega od istih dveh verižnikov. Tu je škatla ustrezno označena in potem odpeljana iz skladišča v nadaljnjo proizvodnjo.



Slika 1: SCADA prikaz skladišča

Uporabljenih je sicer pet do deset različnih vrst škatel, vendar se vse nalagajo na univerzalni podstavek. Nekaj vrst avtomobilskih delov je toliko višja, da smejo biti odloženi samo na posebej prilagojene pozicije regalnega skladišča. Samo njim sta namenjeni dve od desetih dvizhnih miz. Na sliki 1 je SCADA prikaz celotnega skladišča, v katerem ima vsaka možna pozicija za škatlo svojo unikatno številko, različne barve pozicij pa označujejo vsebino škatle (lakirano ali ne, polno, delno polno, prazno, samo podstavek).

Zaradi varnosti delavcev so na vseh desetih delovnih mestih za obešanje in zbiranje avtomobilskih delov vgrajene svetlobne zavese in dvizhna vrata. Če so vrata odprta (praviloma se

to zgodi avtomatsko pri odlaganju ali nalaganju škatle na tej poziciji), vsaka prekinitev pripadajoče svetlobne zavese ustavi vse premike v sistemu.

2. Gradniki sistema

Vsa transportna tehnika in druga logika delovanja je bila izvedena na dveh AEG krmilnikih serije A. Tehnologija je sicer že malo zastarela v primerjavi z npr. modernimi Siemens rešitvami, vendar se je v tem obratu Daimler-Chrysler izkazala in obdržala kot dobra in zanesljiva rešitev, tudi pri zelo kompleksni obdelavi podatkov. To sicer v jeziku krmilnikov pogosto ni preprosta naloga. Vendar je zaradi zahtev avtomobilske industrije tudi bolj kompleksno obdelavo podatkov potrebno v izvesti na nivoju krmilnikov, neodvisno od manj zanesljivih naprav, kot so PC-ji.

AEG krmilniki te serije in njihovo programsko orodje ALD25 imajo za obdelavo kompleksnejših podatkov nekaj posebnih možnosti. To so predvsem ukazi za manipulacije s kazalci ter podatkovne strukture. S tem je v AWL jeziku (Anweisungsliste, lista strojnih ukazov) mogoče izvesti skoraj vsakršno obdelavo tudi bolj kompleksnih podatkov. Objektivna omejitev je praktično samo v dolžini posamezne mreže programskega bloka (do 255 vrstic). Seveda pa že manjše dolžine lahko program kljub komentarjem naredijo zelo nepregleden. Poleg AWL je bilo dovoljeno uporabljati samo še funkcijski diagram, čeprav ima ALD25 tudi druge možnosti.

Vizualizacija je izvedena v Viewstar 210 SCADA okolju za PC računalnik. Ta sicer deluje v tekstnem načinu, vendar ima kljub temu dokaj dobre možnosti prikaza. Njegova posebnost je, da se zajemanje podatkov v bistvu vrši na krmilniku, zato brez serijske povezave z delujočim krmilnikom na ekranu ni mogoče videti nobene aktualne vrednosti ali stanja. Druga posebnost pa je, da so Viewstar 210, ALD25 in večina pripadajočih programov, namenjenih konfiguraciji komunikacije, prilagojeni za OS/2 operacijski sistem in jih ni mogoče uporabljati pod DOS ali Windows sistemom.

Regalno dvigalko (Regalbediengerät) krmili manj zmogljiv procesor A120 s ca. 200 vhodi in izhodi, ki se skupaj z dvigalko vozi po skladišču. Z drugim, zmogljivejšim centralnim krmilnikom A250 je A120 povezan preko infrardeče serijske povezave s protokolom Modnet 1/SFB in hitrostjo prenosa 375 kbit/s. Centralni krmilnik A250 pa skrbi za vse ostale naprave:

- dva vhodno-izhodna verižna transporterja (Kettenförderer);
- prečni voziček (Querverschiebewagen) z verižnim transporterjem na vrhu in dvižnimi vrati, ki ga ločujejo od prej omenjenih dveh transporterjev;
- deset hidravličnih dvižnih miz (Hubtisch) ter dvižnih vrat (Rolltor) za delovna mesta;
- PC računalnik za SCADA vizualizacijo celotnega sistema;
- čitalnik črtne kode;
- operatorski panel za dodaten hiter pregled nad stanjem skladišča. Mogoče ga je uporabiti tudi za enostaven vnos podatkov namesto čitalnika črtne kode;
- dodaten prikazovalnik za takojšen vpogled v podatke na vhodno-izhodnih verižnih transporterjih.

Za vse te funkcije krmilnik potrebuje še dva serijska modula, dva Interbus modula in modul za Modnet 1/SFB hitro serijsko komunikacijo. Vseh ca. 600 digitalnih vhodov tega A250 krmilnika je vezanih preko enega Interbus modula, preko drugega pa skozi gateway dobiva še do 160 digitalnih vhodov in ter pošilja do 160 digitalnih izhodov krmilnikom P&F sistema.

Na A250 se poleg tega izvaja vsa logika za obdelavo podatkov, zato je tu shranjena celotna baza malih avtomobilskih delov. Iz nje sistem črpa vse potrebne podatke za avtomatsko prelaganje škatel, ki pridejo v skladišče. Ta baza se zaradi poenostavitve vzdrževanja podatkov preko SCADA vmesnika usklajuje samo na tem krmilniku. Kljub temu pa iste podatke preko Modnet 1/SFB hitre serijske komunikacije prejemajo in uporabljajo tudi krmilniki sistema P&F.

3. Regalna dvigalka (Regalbediengerät)

Ta več ton težka jeklena konstrukcija (slika 2) se premika vzdolž skladišča s pomočjo ca. 7 kW motorja, dvigalo na njem pa premika 11 kW motor. Tretji motor moči ca. 2 kW na obe strani skladišča pomika teleskopske vilice, ki zajamejo oziroma odložijo škatlo. Vse motorje krmili pripadajoči frekvenčni pretvornik, kar ob primerni regulaciji frekvence motorja omogoča dovolj natančno pozicioniranje, poleg tega pa še optimizacijo hitrosti, pospeškov in momentov gibanja. Pravilna parametrizacija frekvenčnika je še posebno kritičnega pomena za dvigalo.

Za vzdolžno gibanje regalne dvigalke (RBG) je uporabljen laserski merilnik pozicije, ki kljub vibracijam omogoča dovolj natančen zajem absolutne pozicije (± 2 mm). Tudi za gibanje dvigala in vilic sta uporabljena absolutna dajalnika (vendar mehanskega tipa), ki omogočata natančnost pozicioniranja na ± 1 mm. Zaradi vpliva zelo različne mase škatle je pozicioniranje vilic malo manj natančno (± 5 mm). Podobno velja tudi za vzdolžno pozicioniranje, le da je tu dovoljena toleranca celo ± 10 mm, čeprav v skoraj vseh primerih odstopanje pozicije manj kot 5 mm.



Slika 2: Regalna dvigalka in del skladišča

Glavni del programa RBG krmilnika (A120) je logika za prestavljanje škatle iz ene pozicije

skladišča na drugo. Dvigalko je mogoče upravljati lokalno v servisnem in ročnem ter daljinsko v avtomatskem režimu. Prva dva lahko uporablja samo operater v kabini same dvigalke, medtem ko je avtomatski režim odvisen od ukazov, ki jih preko infrardeče serijske povezave pošilja centralni krmilnik A250. Ročni režim ima enake lastnosti kot avtomatski, le da je potrebno korake v prestavljanju škatle potrditi s tipko na dvigalki, izvorna in ciljna pozicija pa se nastavljata z dvema dekadnima stikaloma. Koraki so:

- pozicioniranje na izvorno pozicijo, kjer se nahaja škatla;
- vilice ven v pozicijo za zajem;
- dvig škatle za nekaj cm;
- vilice nazaj v sredino;
- pozicioniranje na prazno ciljno pozicijo;
- vilice ven v pozicijo za odlaganje;
- spust škatle za nekaj cm;
- vilice nazaj v sredino.

Servisni režim je namenjen počasnemu ročnemu premikanju. Gibanje tu traja, dokler operater drži ustrezno tipko, ali pa dvigalka pride v naslednjo pozicijo. Tako servisni kot tudi ročni režim sta namenjena zgolj reševanju redkih posebnih primerov, ko sistem zaradi neke napake ne more izpeljati premika v avtomatskem režimu. Vzrok je lahko npr. z viličarjem neustrezno naložena škatla, v katero potem zadenejo vilice.

4. Delovanje sistema

Ko je škatla z novimi, nelakiranimi deli naložena na vhodno-izhodni verižni transporter, delavec s čitalcem črtne kode prebere unikatno oznako in količino teh delov oziroma to vpiše ročno preko terminala ali preko SCADA vmesnika (slika 3). Program krmilnika v lastni bazi podatkov takoj poišče vse ostale pripadajoče podatke o teh delih (vrsta nosilne škatle, naziv oz. opis delov, tip P&F obešala, vrsta in program lakiranja, parametri za izbiro velikosti posamezne šarže). Vsi ti podatki se skupaj s časom nalaganja zapišejo v podatkovno strukturo skladišča, in sicer v element strukture, ki številčno ustreza oznaki aktualne pozicije škatle v skladišču (slika 1). Pri vsakem premiku

škatle z ene pozicije na drugo se ustrezno preselijo tudi pripadajoči podatki v spominu krmilnika.



Slika 3: Vnos podatkov za pozicijo v skladišču

Če je oznaka artiklov prepoznana, delavec lahko s tipko pošlje škatlo v skladišče. Sistem sam najde prazen prostor v ustreznem delu skladišča, podobno kot pri vseh ostalih zahtevah za prestavljanje škatle. Te zahteve pa so:

- naročilo za lakiranje delov, ki je praviloma generirano avtomatsko na osnovi časa skladiščenja, števila razpoložljivih P&F obešal za lakiranje in praznih delovnih mest. Izjemoma lahko delavec preko SCADA vmesnika naroči lakiranje neke vrste delov tudi ročno, kar pa ima višjo prioriteto;
- pošiljanje obdelane škatle z delovnega mesta (dvižne mize) nazaj v skladišče ali ven, kadar je napolnjena s končanimi deli. Te vrste zahtev delavci vedno naredijo ročno preko ustrezne tipke;
- avtomatska zahteva P&F za dobavo prazne ali delno polne škatle določenega tipa za zbiranje določene vrste lakiranih delov;
- ročna zahteva za dostavo praznega nosilca na enem od vhodno-izhodnih transporterjev, kjer bi morala biti naložena nova škatla z nelakiranimi deli;
- (že prej omenjeno) pošiljanje novo naložene škatle v skladišče;
- avtomatsko pošiljanje končane škatle ven iz skladišča, če je bila zaradi

zasedenosti izhodnih verižnikov začasno odložena v nek regal.

Navedene zahteve za premike se zbirajo v FIFO čakalni vrsti premikov. Ob tem jim program dodeli enega od petih nivojev prioritete, tako da se bolj nujni premiki lahko izvedejo prej, čeprav je zahteva prišla kasneje. Edino tako je bilo mogoče dovolj optimalno oskrbeti vse nujne zahteve ter zadržati manj nujne za čas, ko regalna dvigalka ni tako zelo zaposlena.

5. Povzetek

Namen avtomatiziranega regalnega skladišča v lakirnici DaimlerChrysler je bil omogočiti hitro in zanesljivo preskrbo lakiranih malih avtomobilskih delov za intenzivno proizvodnjo transporterjev Sprinter, ki ima kapaciteto tri-deset končanih vozil na uro. To je bilo doseženo z zahtevno optimizacijo generiranja naročil za lakiranje, petnivojskim optimiranjem premikov regalne dvigalke ter z minimiranjem nujnih ročnih posegov v sistem. Poleg tega je prijazen uporabniški SCADA vmesnik omogočil enostavno upravljanje proizvodnje, celovit pregled nad stanjem skladišča ter preprosto manipulacijo s podatki o artiklih v skladišču in v bazi podatkov.

6. Literatura

- [1] *Automatisierungsgerät A250, Katalog Mai 2000*, Schneider Electric, 2000
- [2] *A250 Modular Programmable Controller, User Manual*, AEG Aktiengesellschaft, 1993
- [3] *ALD25 für Einsteiger, Benutzeranleitung*, Schneider Automation GmbH, 1998
- [4] *Modcycle Ablaufsteuerung, Diagnose, Visualisierung, Benutzerhandbuch*, AEG Aktiengesellschaft, 1993
- [5] *Viewstar 200 PC, Intelligente MMI-Station am SystemFeldBus, Bedienungsanleitung*, AEG Aktiengesellschaft, 1993
- [6] *Viewstar 200, Visualisierungs- und Bedieneinheiten, Bedienungsanleitung*, AEG Aktiengesellschaft, 1989