

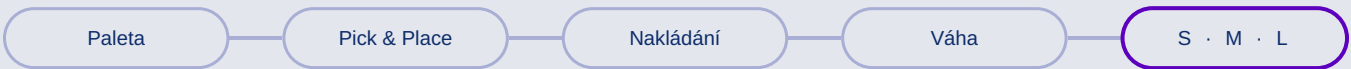
# Automatické třídění na dopravníku

Automated Conveyor Sorting

Verze zdroje v3.25.1

Build 09 / 2026

CODESYS · ST · IEC 61131-3



Dokument popisuje požadované chování automatizované třídící linky – od paletového přívodu přes dvouosý manipulátor Pick & Place a vážení až po roztřídění krabic podle hmotnosti do tří výstupů S / M / L.

Specifikace definuje **co** má řízení dělat, ne jak je naprogramováno. Implementace a historie změn: zdrojový kód a `CHANGELOG.md`. Všechny provozní stavy ukazuje doprovodné video (kapitola 15).

ŘÍZENÍ  
CODESYS V3.5 SP22

SIMULACE  
Factory I/O 2.5.9

HMI  
HMI\_Control

AUTOR  
David Neumann

VYDÁNÍ 1.0 · 10 / 2026

OBSAH

|      |                              |    |
|------|------------------------------|----|
| ● 1  | Účel a rozsah                | 02 |
| ● 2  | Přehled systému              | 02 |
| ● 3  | Provozní režimy              | 05 |
| ● 4  | Signalizace                  | 07 |
| ● 5  | Třídící cyklus               | 08 |
| ● 6  | Klasifikace hmotnosti        | 09 |
| ● 7  | Pick & Place PnP1            | 10 |
| ● 8  | Paletový přívod              | 11 |
| ● 9  | System Drain                 | 12 |
| ● 10 | Bezpečnost                   | 13 |
| ● 11 | Watchdogy a poruchy          | 14 |
| ● 12 | Ruční režim                  | 15 |
| ● 13 | HMI rozhraní                 | 16 |
| ● 14 | Čítače výroby                | 18 |
| ● 15 | Ověřovací scénáře            | 19 |
| ○ A  | Seznam I/O                   | 21 |
| ○ B  | Časové konstanty a parametry | 23 |
| ○ C  | Struktura programu           | 24 |

## KAPITOLA 1

## | Účel a rozsah Purpose &amp; scope

Linka automaticky přijímá palety s krabicemi. Manipulátor PnP1 z každé palety odebere krabici a položí ji na nakládací dopravník; krabice se zváží a podle hmotnosti roztrídí do tří výstupních drah S / M / L. Prázdná paleta odjíždí vlastním výstupem. Linka zpracovává více krabic a palet současně a každý úsek dráhy je hlídán proti zaseknutí.

Povely přicházejí z fyzických tlačítek i z HMI. HMI nikdy nezapisuje přímo do I/O – jeho proměnné ( `GVL_HMI` ) se se vstupy slučují na jediném místě v `PLC_PRG_ST`.

## V ROZSAHU

Režimy Auto / Manual / Drain, HARD STOP, bezpečnostní blokády, detekce zaseknutí, signalizace, HMI povely, historie alarmů, čítače výroby.

## MIMO ROZSAH

Kabeláž, dimenzování pohonů, certifikace bezpečnostních obvodů (SIL/PL), zdroj palet (Emitter ve scéně Factory I/O).

## 1.1 Projekt v číslech

6

provozních  
režimů + HARD  
STOP

3

hmotnostní třídy  
S / M / L

8

hlídaných zdrojů  
zaseknutí

19

alarmů s časem  
vzniku a zániku

6

čítačů výroby  
(RETAIN)

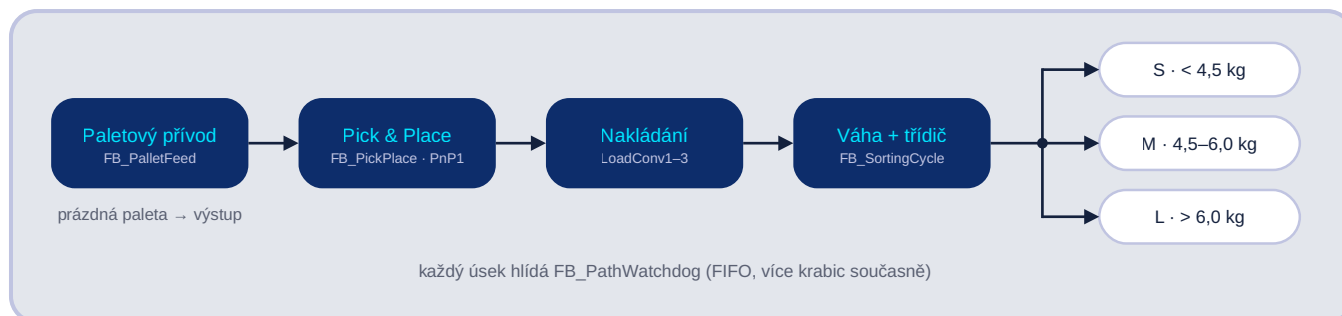
8

světelných věží,  
2 sirény

## KAPITOLA 2

## | Přehled systému System overview

## 2.1 Tok materiálu



## 1 · PALETA

Paleta z Emitteru projede přívodem, na odběrovém místě se zastaví a zajistí zárážkami.

## 2 · PICK &amp; PLACE

PnP1 krabici uchopí, zvedne a přenesení nad nakládací dopravník LoadConv1.

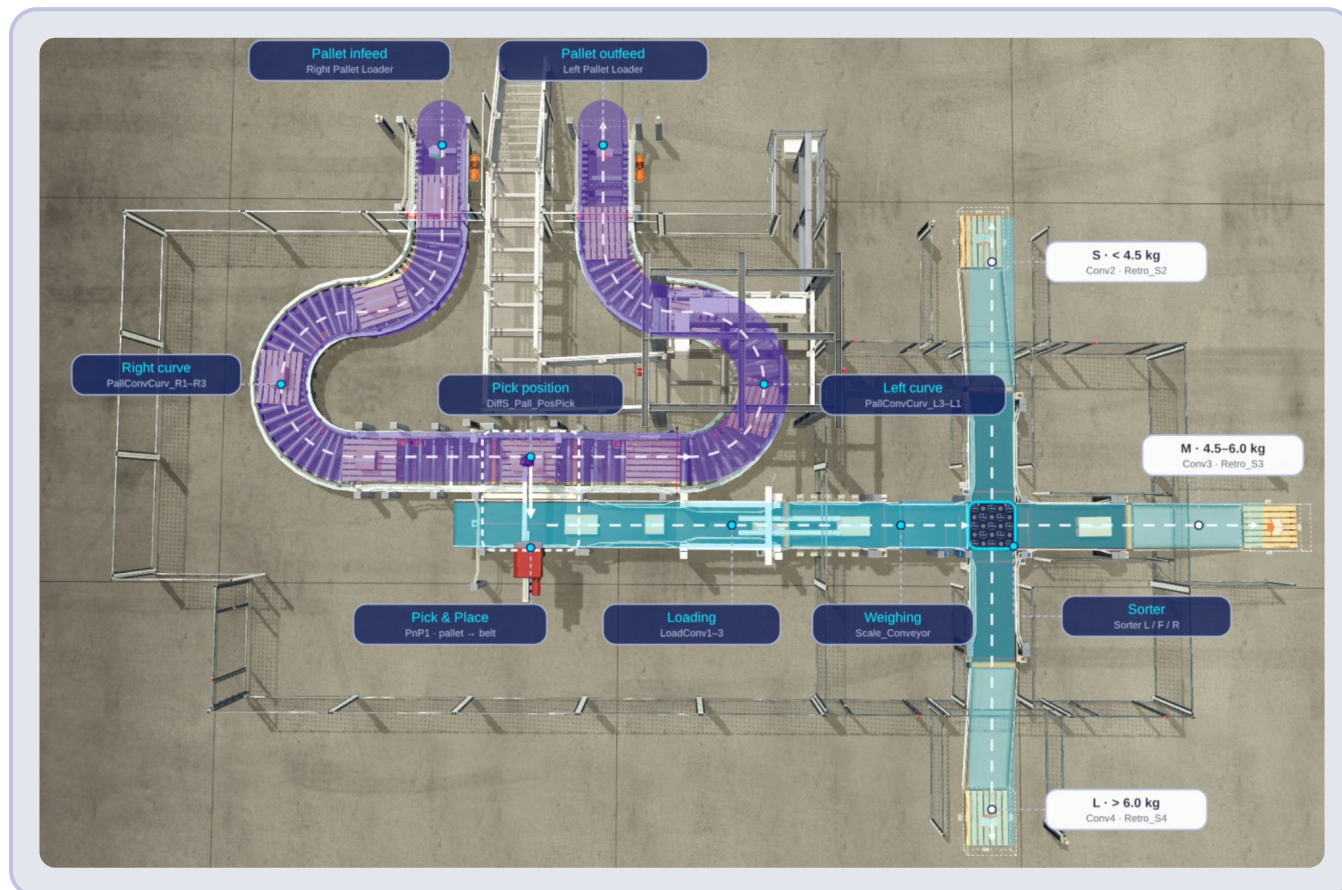
## 3 · VÁŽENÍ

Krabice zastaví na váze; hmotnost se odečte po ustálení 300 ms a určí se třída.

## 4 · TŘÍDĚNÍ

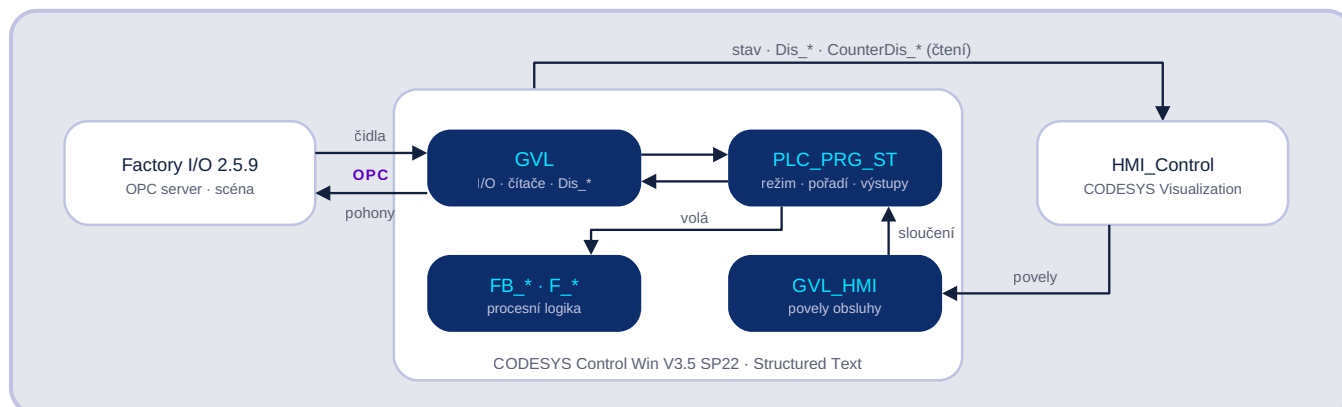
Třídič pošle krabici vlevo, rovně nebo vpravo; výstupní čidlo dráhy ji potvrdí a započítá.

## 2.2 Rozmístění linky



Pohled shora na scénu Factory I/O (snímek z doprovodného videa). Fialově paletová trasa – vstup, pravá smyčka, rovný úsek s odběrem, levá smyčka, výstup. Tyrkysově krabicová trasa – nakládání, váha, třídění a tři výstupní dráhy.

## 2.3 Architektura řízení



Factory I/O simuluje stroj a vystupuje jako OPC server, CODESYS je klient. Všechna fyzická I/O jsou v GVL; funkční bloky na GVL nesahají – dostávají signály přes vstupy a vracejí výstupy, které podle režimu zapíše jen PLC\_PRG\_ST.

HMI zapisuje povely výhradně do GVL\_HMI a čte samostatně zobrazovací proměnné (Dis\_\*, CounterDis\_\*). Stisk tlačítka se tak nemůže ztratit ani přepsat cyklem I/O, i když vizualizace a hlavní úloha běží nezávisle.

## 2.4 Funkční celky

| CELEK            | BLOK (POU)                                                | FUNKCE                                                                                     |
|------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hlavní program   | PLC_PRG_ST                                                | Drží jediný stav linky (Mode), volá bloky v pevném pořadí a zapisuje výstupy podle režimu. |
| Řízení režimů    | F_NextMode                                                | Přechodová tabulka – režim pro další scan ze stavu linky a povelů.                         |
| Paletový přívod  | FB_PalletFeed                                             | 11 úseků dopravníku a 5 zarážek; zastaví paletu pod manipulátorem a po odběru ji odvede.   |
| Manipulátor PnP1 | FB_PickPlace                                              | Dvouosý přesun krabice z palety na nakládací dopravník (bez rotace).                       |
| Třídící cyklus   | FB_SortingCycle                                           | Vážení, klasifikace S/M/L, nastavení třídíče, potvrzení průchodu, řízený doběh.            |
| Klasifikace      | F_ClassifyWeight                                          | Prahy 4,5 kg a 6,0 kg.                                                                     |
| Bezpečnost       | FB_SafetyInterlock                                        | 6 nouzových tlačítek, 5 dveřních čidel (NC), západka Stop.                                 |
| Hlídaní tras     | FB_PathWatchdog                                           | FIFO fronta až 15 kusů, vlastní časovač pro každý kus (5 instancí).                        |
| Start            | FB_StartDelay                                             | Potvrzení startu po 3 s, zrušení při opuštění STOPPED.                                     |
| Signalizace      | F_TowerColors · FB_Blink<br>FB_PulseAlarm · FB_TimedAlarm | 8 světelných věží (červená / žlutá / zelená), 2 sirény.                                    |
| Výroba           | FB_ProductionCounter                                      | 6 čítačů – zachovány při výpadku napájení (RETAIN).                                        |
| Historie alarmů  | FB_AlarmHistory<br>F_FormatAlarmTime                      | Kruhový zásobník 20 výskytů s časem vzniku a zániku (RETAIN).                              |

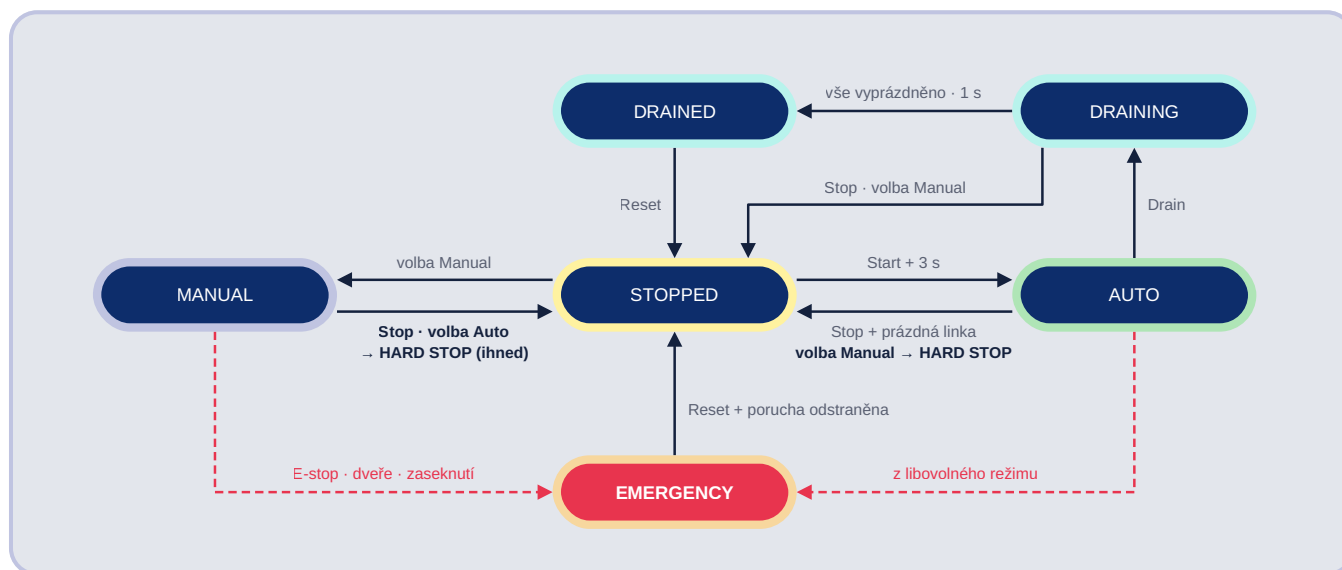
## 2.5 Konvence signálů

| SIGNÁL                         | KONVENCE                                                           | POZNÁMKA                                                                 |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| E-stop · dveře · Stop          | <b>NC</b> – TRUE = v pořádku, FALSE = aktivní nebo přerušený vodič | Převod na aktivní-high jednou v <code>FB_SafetyInterlock</code> .        |
| Retro_S1 ... S4                | <b>light-operate</b> – TRUE = paprsek volný                        | Invertováno jednou na začátku scanu (krok 10) → <code>*_Present</code> . |
| Diffuse_* · DiffS_* · LArray_* | TRUE = předmět přítomen                                            | Bez úprav.                                                               |
| Pohony pásů                    | REAL, 0,0 = stop, znaménko = směr                                  | Conv2–4: –10...+20 · LoadConv, PallConv: –10...+10.                      |
| RollStop_*                     | TRUE = zarážka vysunuta (drží)                                     | 9 kanálů – 4 krabicová a 5 paletová trasa.                               |
| PnP1_Xset · PnP1_Zset          | REAL 0–10 = <b>poloha</b> , ne rychlost                            | V klidu se drží skutečná poloha (Xact / Zact).                           |
| *_Cmd_HMI                      | nikdy namapováno na I/O                                            | OR pro NO kontakty, AND NOT pro NC kontakty.                             |

## KAPITOLA 3

# Provozní režimy

Operating modes · E\_Mode

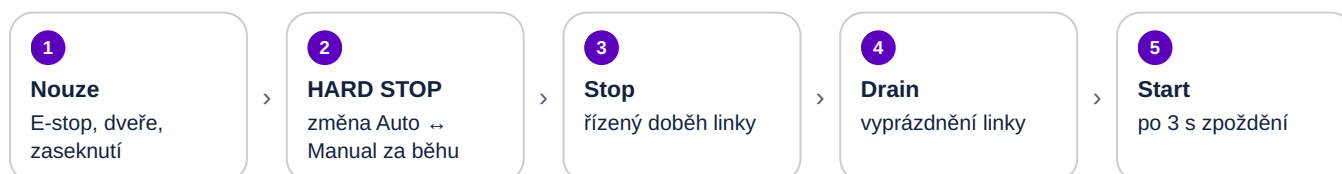


## 3.1 Přechody mezi režimy

| Z REŽIMU        | DO REŽIMU | PODMÍNKA PŘECHODU                                                                      |
|-----------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| STOPPED         | AUTO      | Start potvrzen po 3 s zpoždění a není aktivní porucha zaseknutí.                       |
| STOPPED         | MANUAL    | Volba ručního režimu (selektor nebo HMI), pokud není aktivní západka HARD STOP.        |
| AUTO            | STOPPED   | Stop zapamatován a linka vyprázdněna (poslední krabice opustila výstup, PnP1 v klidu). |
| AUTO            | DRAINING  | Tlačítko Drain. Při současném stisku Stop má přednost Stop.                            |
| DRAINING        | DRAINED   | Paletová i krabicová strana prázdné, stav stabilní min. 1 s.                           |
| DRAINING        | STOPPED   | Stop zapamatován a linka vyprázdněna – Stop přeruší Drain.                             |
| DRAINED, EMERG. | STOPPED   | Reset a žádná nouze ani zaseknutí.                                                     |
| AUTO, DRAINING  | STOPPED   | <b>HARD STOP</b> – volba Manual: okamžitě, bez doběhu; další scan → MANUAL.            |
| MANUAL          | STOPPED   | <b>HARD STOP</b> – Stop, Stop z HMI nebo volba Auto: okamžitě, ve stejném scanu.       |
| libovolný       | EMERGENCY | E-stop, otevřené dveře nebo zaseknutí – přednost před vším ostatním.                   |

Režim drží jediná proměnná `Mode` v `PLC_PRG_ST`. Nouze a HARD STOP se vynutí na začátku scanu, ještě před výpočtem přechodu v `F_NextMode` – platí tedy ve stejném scanu, kdy nastanou.

## 3.2 Priorita povelů



### 3.3 HARD STOP – okamžité zastavení bez Resetu

Změna režimu z AUTO do MANUAL a Stop v MANUAL nečekají na doběh linky: zastaví vše okamžitě jako nouze, ale bez nutnosti Resetu. Výstupy odpovídají větvi EMERGENCY, úchop PnP1 však zůstane zmrazený – krabice v chapadle nikdy nespadne.

#### Z AUTO / DRAINING

**Spouštěč:** selektor přepnutí na Manual.

**Reakce:** STOPPED ve stejném scanu, bez čekání na vyprázdnění linky.

**Dál:** v dalším scanu automaticky MANUAL.

#### Z MANUAL

**Spouštěč:** Stop, Stop z HMI nebo selektor na Auto.

**Reakce:** STOPPED ve stejném scanu, nastaví se západka – text **HARD STOP**.

**Dál:** MANUAL jen novou volbou Manual; AUTO přes Start + 3 s.

#### VE SCANU ZÁSAHU

Všechny ruční povely HMI se vynulují; trimy os PnP1 se nastaví na skutečnou polohu. Následný vstup do MANUAL proto sám nic nerozjede.

### 3.4 Výstupy podle režimu

| SKUPINA VÝSTUPŮ             | STOPPED     | AUTO · DRAINING | MANUAL     | EMERG. · HARD STOP | DRAINED     |
|-----------------------------|-------------|-----------------|------------|--------------------|-------------|
| Pásky Conv1–4, váha, třídič | stop        | <b>cyklus</b>   | ručně      | stop               | stop        |
| Nakládání LoadConv1–3       | stop        | <b>cyklus</b>   | ručně ±10  | stop               | stop        |
| Zarážky krabicové trasy (4) | vysunuty    | <b>cyklus</b>   | ručně      | uvolněny           | vysunuty    |
| Paletové pohony (11)        | stop        | <b>přívod</b>   | ručně ±10  | stop               | stop        |
| Zarážky paletové trasy (5)  | uvolněny    | <b>přívod</b>   | ručně      | uvolněny           | vysunuty    |
| PnP1 – osy X / Z            | drží polohu | <b>PnP1</b>     | ručně 0–10 | drží polohu        | drží polohu |
| PnP1 – úchop                | drží        | <b>PnP1</b>     | ručně      | drží               | drží        |
| Procesní bloky, watchdogy   | neaktivní   | <b>aktivní</b>  | neaktivní  | neaktivní          | neaktivní   |
| Čítače výroby               | –           | <b>počítají</b> | –          | –                  | –           |

„ručně“ bez povelu = pohon stojí, zarážka uvolněna. DRAINED se od STOPPED liší jen vysunutými zarážkami paletové trasy – paleta zůstane zajištěná.

### 3.5 Stop, HARD STOP a nouze v porovnání

|                    | STOP                                     | HARD STOP                                                     | NOUZE (EMERGENCY)                                                      |
|--------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Spouštěč</b>    | Stop nebo Stop z HMI v AUTO              | volba Manual v AUTO / DRAINING; Stop nebo volba Auto v MANUAL | E-stop, otevřené dveře, zaseknutí                                      |
| <b>Zastavení</b>   | řízený doběh do prázdné linky, max. 20 s | okamžitě, ve stejném scanu                                    | okamžitě, ve stejném scanu                                             |
| <b>Zarážky</b>     | po doběhu vysunuty (krabicová trasa)     | uvolněny                                                      | uvolněny                                                               |
| <b>PnP1</b>        | dokončí rozpracovaný přesun              | drží polohu, úchop zmrazen                                    | drží polohu i úchop                                                    |
| <b>Signalizace</b> | žlutá bliká, 3 pípnutí, STOPPING         | žlutá trvale, text HARD STOP / MANUAL                         | červená bliká, 9 pípnutí, E-STOP · u zaseknutí + žlutá, 4 pípnutí, JAM |
| <b>Návrat</b>      | Start + 3 s                              | Start + 3 s, nebo nová volba Manual                           | Reset (u zaseknutí kvitace + Reset), pak Start                         |

## KAPITOLA 4

# Signalizace

Stack lights & sirens

## 4.1 Světelné věže a stavový text

| STAV LINKY                   | TEXT HMI · SYSTEM | VĚŽ R · Ž · Z |
|------------------------------|-------------------|---------------|
| STOPPED – připraveno         | STOPPED           | ○ ● ○         |
| Odpočet startu (3 s)         | STARTING          | ○ ● ●         |
| AUTO – běh                   | RUNNING           | ○ ○ ●         |
| AUTO – Stop požadován, doběh | STOPPING          | ○ ● ○         |
| MANUAL                       | MANUAL            | ○ ● ●         |
| HARD STOP (západka z MANUAL) | HARD STOP         | ○ ● ○         |
| DRAINING                     | DRAINING          | ● ● ●         |
| DRAINED                      | DRAINED           | ○ ● ○         |
| EMERGENCY – bezpečnost       | E-STOP            | ● ○ ○         |
| EMERGENCY – zaseknutí        | JAM               | ● ● ○         |

## 4.2 Sirény

| UDÁLOST           | SIRÉNA           | SPOUŠTĚČ – VZNIK UDÁLOSTI                     |
|-------------------|------------------|-----------------------------------------------|
| Odpočet startu    | 1 krátké pípnutí | stisk Start ve STOPPED                        |
| Přechod do AUTO   | souvislý tón 1 s | vstup do režimu AUTO                          |
| Stop požadován    | 3 krátká pípnutí | zapamatování Stopu (i Stop v MANUAL)          |
| Vstup do DRAINING | 2 krátká pípnutí | vstup do režimu DRAINING                      |
| Zaseknutí         | 4 krátká pípnutí | první porucha z hlídání tras, cyklu nebo PnP1 |
| Nouzový stav      | 9 × 300 / 300 ms | E-stop nebo otevřené dveře – ne zaseknutí     |

## LAMPY

● svítí ● bliká ○ nesvítí

Stejný vzor na všech 8 věžích, blikání 400 / 400 ms, pořadí vždy R · Ž · Z.

## TEXT A VĚŽ

STOPPED, HARD STOP a DRAINED mají stejnou žlutou; rozliší je text `Dis_SystemText`, který používá stejné podmínky jako věž – oba se nikdy neliší.

## SIRÉNY

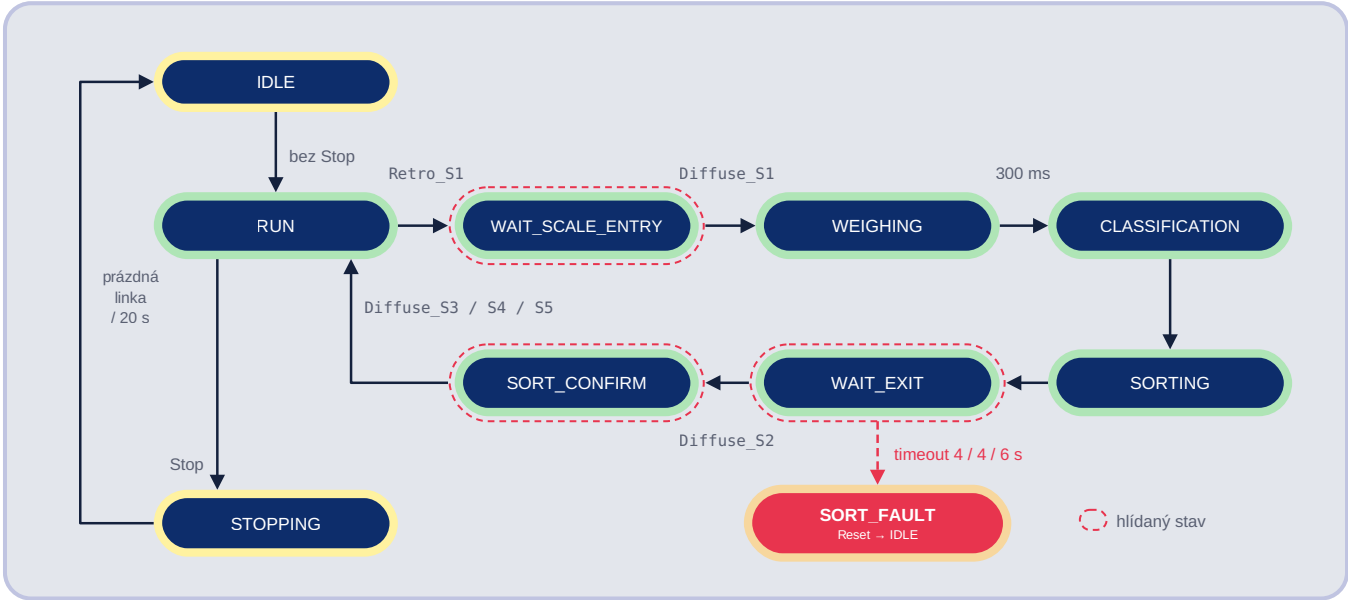
Krátká pípnutí 150 / 150 ms. Obě sirény hrají stejný signál; každá událost zazní jednou, trvalý stav se neopakuje.

KAPITOLA 5

# Třídící cyklus

Sorting cycle · E\_SortState

Třídící cyklus ( FB\_SortingCycle ) vede krabici od vstupu na váhu až po potvrzení výstupní dráhy. Běží v režimech AUTO a DRAINING; v ostatních režimech je v klidu (IDLE) – kromě poruchy SORT\_FAULT, která trvá až do Resetu. Na váze je vždy nejvýše jedna krabice, ve výstupních drahách jich může být více.



## 5.1 Stavý cyklu

| STAV             | CO SE DĚJE                                                                                      | PŘECHOD                                                                  | HLÍDÁNÍ |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------|
| IDLE             | Výstupy v klidu, váha volná.                                                                    | Není požadován Stop → RUN                                                | –       |
| RUN              | Conv1, výstupní pásy Conv2–4 (5,0) a třídíč vpřed běží; nakládání běží; zarážky S/M/L uvolněny. | Krabice na Retro_S1 → WAIT_SCALE_ENTRY<br>Stop → STOPPING                | –       |
| WAIT_SCALE_ENTRY | Váhový pás a Conv1 běží – i při Stop, aby se rozpracovaná krabice dovezla.                      | Diffuse_S1 → WEIGHING                                                    | 4 s     |
| WEIGHING         | Váhový pás stojí; po ustálení 300 ms se odečte hmotnost.                                        | → CLASSIFICATION                                                         | –       |
| CLASSIFICATION   | Přiřazení třídy S / M / L (kapitola 6).                                                         | → SORTING                                                                | –       |
| SORTING          | Nastaví směr třídíče: S vlevo, L vpravo, M rovně (bez výstupu).                                 | → WAIT_EXIT                                                              | –       |
| WAIT_EXIT        | Váhový pás vyveze krabici do třídíče.                                                           | Diffuse_S2 → SORT_CONFIRM, váha volná                                    | 4 s     |
| SORT_CONFIRM     | Směr třídíče drží, dokud krabice neprojde potvrzovacím čidlem.                                  | Diffuse_S3/S4/S5 → RUN<br>(při Stop → STOPPING)                          | 6 s     |
| STOPPING         | Přívod stojí, výstupní pásy a třídíč dobíhají.                                                  | Linka prázdná nebo 20 s → IDLE<br>krabice na Retro_S1 → WAIT_SCALE_ENTRY | 20 s    |
| SORT_FAULT       | Vše zastaveno; porucha se drží i mimo AUTO.                                                     | Reset → IDLE                                                             | –       |

## 5.2 Řízené zastavení

- 1 Stop se zapamatuje (západka) – žlutá bliká, 3 pípnutí, text STOPPING.
- 2 Okamžitě stojí nakládání LoadConv1–3, Conv1 a celý paletový přívod; vstupní zarážka se vysune. PnP1 dokončí rozpracovaný přesun, nový nezačne.
- 3 Výstupní pásy Conv2–4 a třídič dobíhají, dokud všechny krabice nedojedou na výstupní čidla. Krabice zachycená mezi Conv1 a váhou se ještě doveze a roztřídí.
- 4 Pojistka: nejpozději po 20 s se cyklus zastaví i bez potvrzení prázdné linky.
- 5 Linka prázdná a PnP1 v klidu → STOPPED; zarážky výstupních drah se vysunou, západka Stop se zruší.

### PROČ POČTY KRABIC

Bodová čidla nevidí krabici, která jede mezi nimi. Prázdná dráha se proto posuzuje podle počtu krabic na cestě, který vede watchdog každé dráhy (kapitola 11) – ne jen podle volných čidel.

### PNP1 V KLIDU

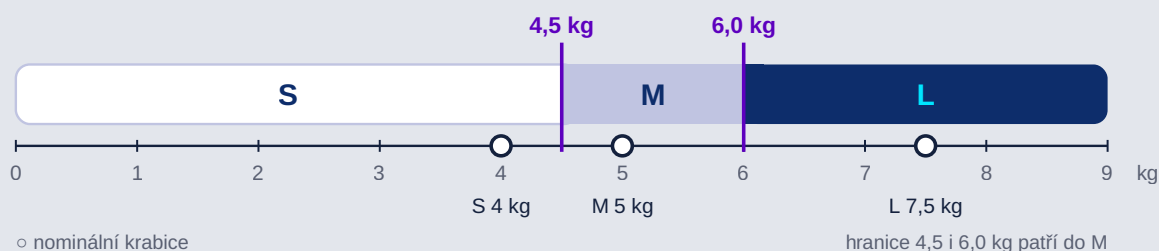
Stav PP\_HOME nebo PP\_WAIT.  
Rozpracovaný přesun krabice se nikdy nepřeruší v půli.

## KAPITOLA 6

# Klasifikace hmotnosti

Weight classification

Hmotnost se čte z analogového vstupu `Weight_Analog` (kg), až když krabice stojí na váze a uplyne doba ustálení 300 ms. Třída se určí jednou (`F_ClassifyWeight`) a platí, dokud krabice neprojde potvrzovacím čidlem dráhy.



| TŘÍDA | ROZSAH       | NOMINÁL | SMĚR TŘÍDIČE       | DRÁHA | POTVRZENÍ  | VÝSTUP · ČÍTAČ       |
|-------|--------------|---------|--------------------|-------|------------|----------------------|
| S     | < 4,5 kg     | 4 kg    | Sorter_Left        | Conv2 | Diffuse_S3 | Retro_S2 · Counter_S |
| M     | 4,5 – 6,0 kg | 5 kg    | rovně, bez výstupu | Conv3 | Diffuse_S4 | Retro_S3 · Counter_M |
| L     | > 6,0 kg     | 7,5 kg  | Sorter_Right       | Conv4 | Diffuse_S5 | Retro_S4 · Counter_L |

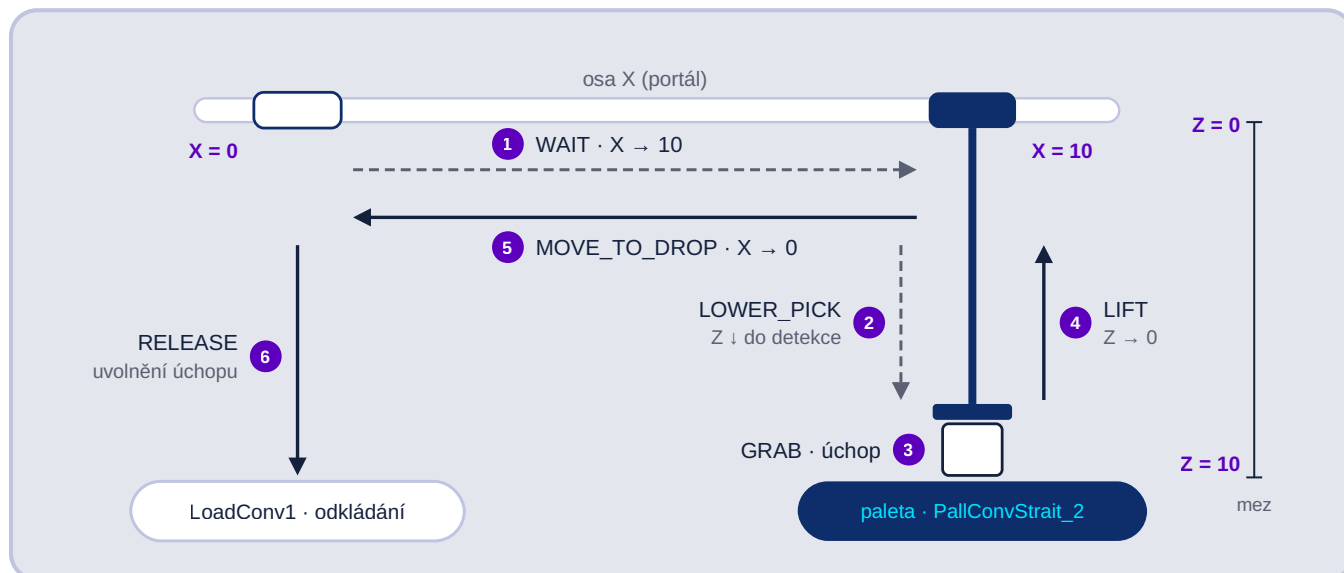
Pohon třídiče vpřed (`Sorter_Forward`) běží trvale; směrové výstupy nemají paměť, proto se drží od stavu SORTING až do potvrzení průchodu. Čítač se zvyšuje až na potvrzeném fyzickém výstupu dráhy, ne podle předpovězené třídy – případná chyba třídiče se tak projeví v bilanci.

## KAPITOLA 7

# Pick & Place PnP1

Two-axis gantry · E\_PickPlaceState

Dvouosý portálový manipulátor PnP1 (osy X a Z, bez rotace) přenáší krabici z palety na odběrovém místě na nakládací dopravník LoadConv1. Osy se řídí **polohou** 0–10 ( PnP1\_Xset , PnP1\_Zset ) se zpětnou vazbou PnP1\_Xact / PnP1\_Zact ; poloha je dosažena v toleranci 0,2. Úchop potvrzuje čidlo PnP1\_Detected .



## 7.1 Stavů manipulátoru

| STAV            | POHYB / AKCE                                           | PODMÍNKA POKRAČOVÁNÍ                                 | HLÍDÁNÍ              |
|-----------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------|
| PP_HOME         | X → 0, Z → 0, úchop uvolněn.                           | ihned → PP_WAIT                                      | –                    |
| PP_WAIT         | X → 10 nad paletu, Z nahoře.                           | Paleta na odběru a odkládací místo volné a není Stop | 3 s osa X            |
| PP_LOWER_PICK   | Z klesá, dokud čidlo nezaznamená krabici (mez Z = 10). | Krabice detekována                                   | 3 s osa Z            |
| PP_GRAB         | Sevření úchopu.                                        | Úchop potvrzen                                       | 2 s                  |
| PP_LIFT         | Z → 0 s krabicí.                                       | Z nahoře                                             | 3 s · ztráta krabice |
| PP_MOVE_TO_DROP | X → 0 nad LoadConv1.                                   | X dosaženo                                           | 3 s · ztráta krabice |
| PP_RELEASE      | Uvolnění úchopu – krabice dopadne na LoadConv1.        | ihned → PP_HOME                                      | –                    |
| PP_FAULT        | Drží skutečnou polohu.                                 | Reset → PP_HOME                                      | –                    |

## STOP

Nepřeruší rozpracovaný přesun – jen zablokuje start nového cyklu v PP\_WAIT.

## MIMO AUTO / DRAINING

Rameno drží skutečnou polohu i úchop; cyklus pak pokračuje od stejného kroku.

## PORUCHA

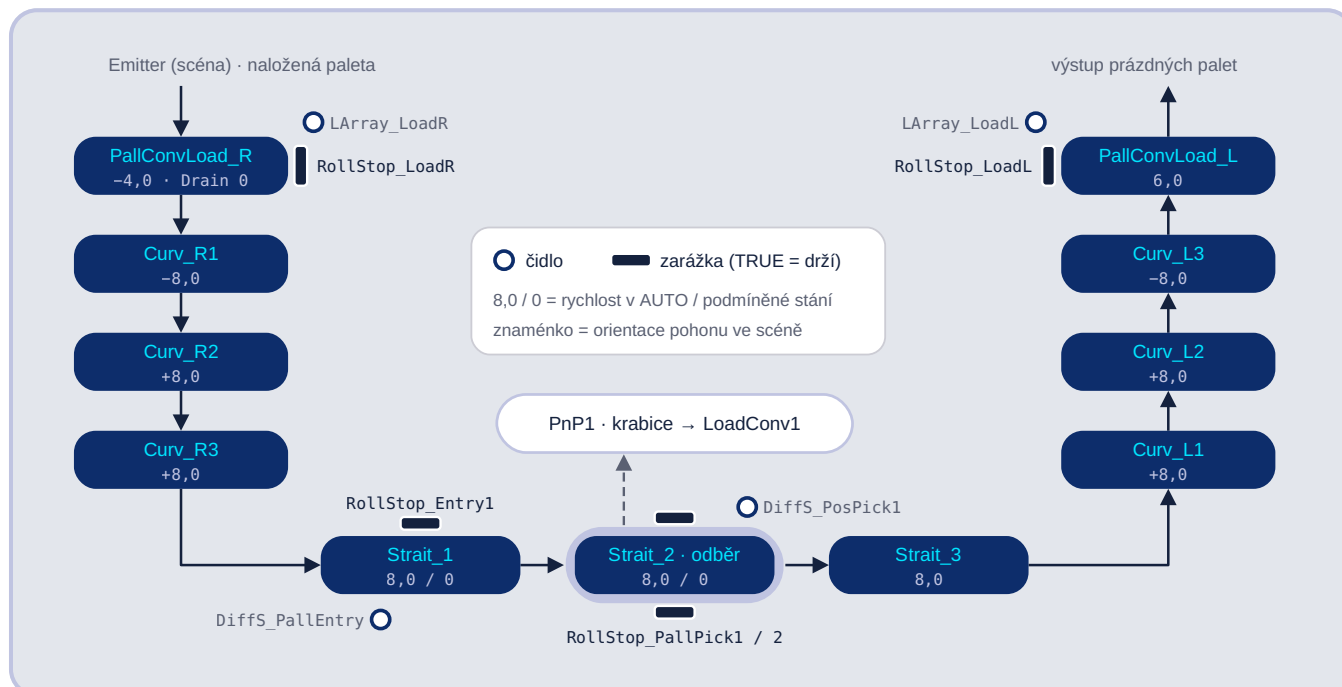
PP\_FAULT → alarm 14 „FAULT  
PnP1 robot“ → EMERGENCY · JAM.

## KAPITOLA 8

# Paletový přívod

Pallet infeed · FB\_PalletFeed

Přívod veze naloženou paletu od zdroje ve scéně (Emitter) k manipulátoru, zajistí ji zarážkami a po odběru krabice ji odveze k výstupu. Úseky bez řídicí podmínky běží konstantně – hromadění palet za stojící paletou je běžný a očekávaný stav.



## 8.1 Úseky a podmínky

| ÚSEK                            | AUTO         | PODMÍNKA                                                                                     |
|---------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| PallConvLoad_R                  | -4,0         | V DRAINING se zastaví a zarážka LoadR vysune, jakmile je čidlo LArray_LoadR volné.           |
| PallConvCurv_R1 · R2 · R3       | -8 · +8 · +8 | Konstantně.                                                                                  |
| PallConvStrait_1                | 8,0 / 0      | Stojí, když paleta čeká na DiffS_PallEntry a odběrové místo je obsazené.                     |
| PallConvStrait_2                | 8,0 / 0      | Stojí a zarážky PallPick1/2 drží, dokud je paleta na DiffS_PosPick1 a ještě nebyla vyložena. |
| PallConvStrait_3 · Curv_L1 · L2 | 8,0          | Konstantně.                                                                                  |
| PallConvCurv_L3 · Load_L        | -8,0 · 6,0   | Konstantně; zarážky LoadL a Entry1 v AUTO uvolněny.                                          |

### 8.2 · VYLOŽENÁ PALETA

Čidlo na odběru nerozliší naloženou a prázdnou paletu – paprsek přeruší i samotná paleta. Paleta se proto považuje za vyloženou po dokončení cyklu PnP1 (návrat do klidu). Příznak se zruší, až paleta čidlo opustí.

### 8.3 · STOP A OSTATNÍ REŽIMY

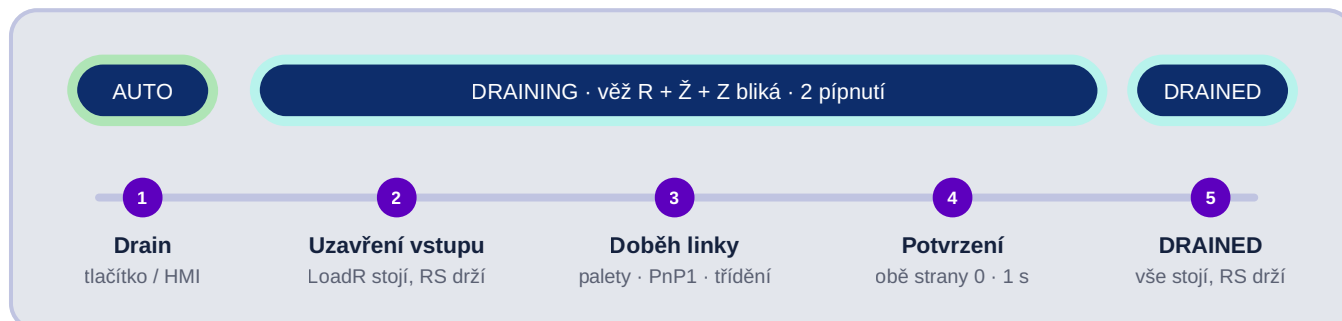
Stop: všechny paletové pohony stojí okamžitě a všech 5 zarážek se uvolní; příznak vyložené palety zůstává. Přívod hlídá jeden watchdog od vstupu po výstup (120 s, alarm 18).

## KAPITOLA 9

# System Drain

Line drain · MODE\_DRAINING / MODE\_DRAINED

System Drain řízeně vyprázdní celou linku: uzavře přísun palet, nechá dokončit vše, co už je na lince, a zastaví se až po potvrzení, že paletová i krabicová strana jsou prázdné. Na rozdíl od běžného Stopu se dokončí i zpracování palet a krabic, které jsou na cestě – a započítají se do výroby.



## 9.1 Průběh

| KROK                | POPIS                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 · Požadavek       | Tlačítko Drain nebo HMI, jen z režimu AUTO. 2 pípnutí, všechny barvy věže blikají, text DRAINING.                                                                                                                              |
| 2 · Uzavření vstupu | PallConvLoad_R stojí a zarážka LoadR se vysune. Paleta, která je právě na vstupním čidle, nejdříve dojede.                                                                                                                     |
| 3 · Doběh           | Přívod palet, PnP1, váha i třídění pracují normálně; hlídání tras a čítače zůstávají aktivní.                                                                                                                                  |
| 4 · Potvrzení       | Paletová strana: v přívodu 0 palet nepřetržitě 1 s. Krabicová strana: cyklus a PnP1 v klidu a 0 krabic mezi PnP1 a váhou nepřetržitě 1 s. Zpoždění odfiltruje okamžik, kdy čidlo hlásí odjezd dřív, než se kus fyzicky ustálí. |
| 5 · DRAINED         | Všechny pohony stojí, zarážky obou tras vysunuty. Žlutá trvale, text DRAINED. Výstup jen Resetem do STOPPED.                                                                                                                   |

## 9.2 Výjimky

| SITUACE                     | REAKCE                                                                |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Stop během DRAINING         | Drain se přeruší; po vyprázdnění linky → STOPPED (ne DRAINED).        |
| Současný stisk Stop a Drain | Vyhrává Stop.                                                         |
| Volba Manual během DRAINING | HARD STOP → STOPPED → MANUAL.                                         |
| DRAINED nedosaženo do 120 s | Porucha „DRAIN timeout“ (alarm 19) → EMERGENCY · JAM; obnova Resetem. |
| E-stop, dveře, zaseknutí    | EMERGENCY jako v každém jiném režimu.                                 |

## 9.3 Návrhová rozhodnutí

### SAMOSTATNÝ REŽIM

Drain je vlastní režim, ne příznak uvnitř AUTO. O jeho konci rozhoduje jen řízení režimů; paletový přívod pouze zavírá vstup a o stavu celé linky nic neví.

### POTVRZENÍ 1 S

DRAINED je „lepivý“ stav. Obě strany proto musí být prázdné nepřetržitě 1 s – jediný scan s neaktuálním počtem kusů nesmí linku zmrazit s krabicí v dráze.

### POJISTKA 120 S

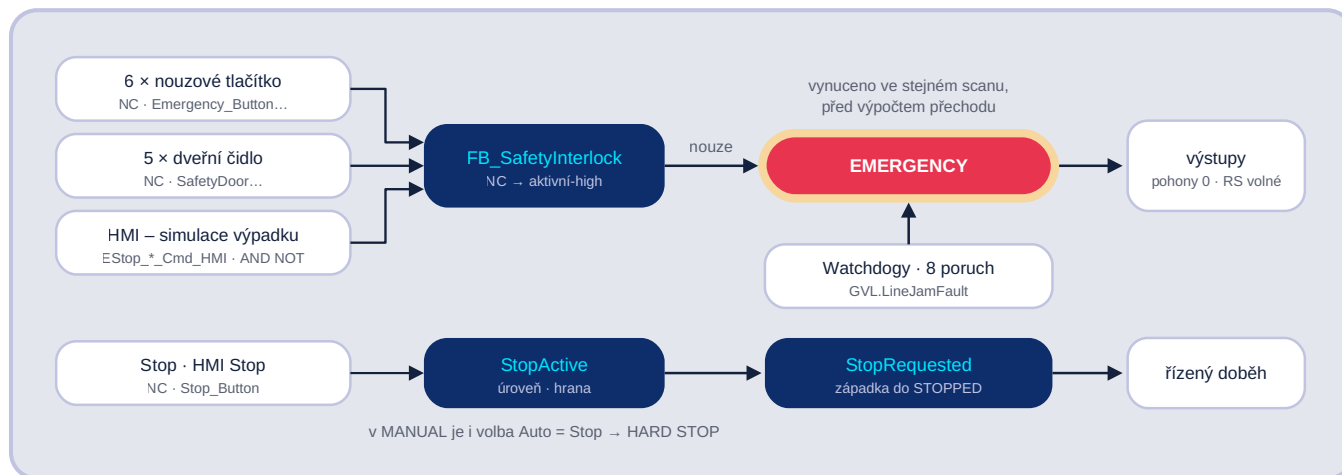
Kdyby se linka z jakéhokoli důvodu nevyprázdnila, Drain neskončí tiše – po 120 s vyhlásí poruchu a čeká na obsluhu.

## KAPITOLA 10

# Bezpečnost

Safety interlocks

Bezpečnostní vstupy mají absolutní přednost: nouze se vyhodnocuje na začátku scanu a vynutí EMERGENCY ve stejném scanu, ještě před jakýmkoli jiným přechodem. Všechny bezpečnostní vstupy jsou zapojeny jako NC – přerušený vodič se chová stejně jako stisknuté tlačítko nebo otevřené dveře.



## 10.1 Nouzová tlačítka a dveře

| # | NOUZOVÉ TLAČÍTKO   | MÍSTO           |
|---|--------------------|-----------------|
| 1 | Emergency_Button   | hlavní ovládání |
| 2 | Emergency_Button_S | dráha S         |
| 3 | Emergency_Button_M | dráha M         |
| 4 | Emergency_Button_L | dráha L         |
| 5 | EButt_PallLoad_L   | výstup palet    |
| 6 | EButt_PallLoad_R   | vstup palet     |

| # | DVEŘNÍ ČIDLO       | MÍSTO     |
|---|--------------------|-----------|
| 1 | SafetyDoorSorting1 | třídění 1 |
| 2 | SafetyDoorSorting2 | třídění 2 |
| 3 | SafetyDoorSorting3 | třídění 3 |
| 4 | SafetyDoorSorting4 | třídění 4 |
| 5 | SafetyDoorLoding1  | nakládání |

### 10.2 · REAKCE NA NOUZI

Všechny pohony 0, zarážky obou tras uvolněny, PnP1 drží polohu i úchop. Procesní bloky jsou neaktivní, časovače watchdogů zmrazené. Červená bliká, 9 pípnutí, text E-STOP, záznam v historii alarmů s časem.

### 10.3 · OBNOVENÍ

Odjistit tlačítka a zavřít dveře → Reset → STOPPED → Start. Reset projde jen tehdy, když nouze ani zaseknutí už netrvají. Čítače výroby Reset nemaže.

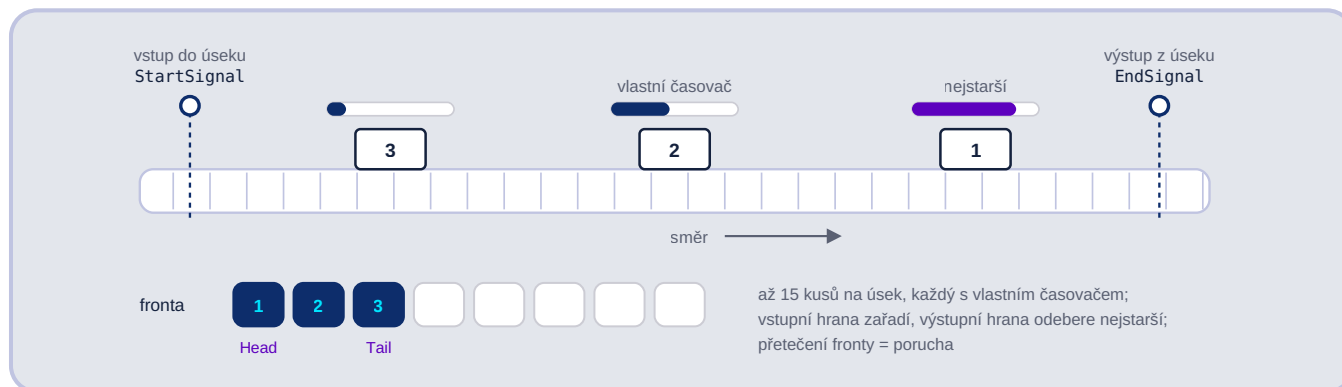
**Rozsah:** bezpečnostní funkce jsou v tomto projektu realizovány standardní logikou PLC v simulaci. Reálná instalace vyžaduje certifikovaný bezpečnostní obvod (bezpečnostní relé nebo safety PLC) podle požadované úrovně PL / SIL.

## KAPITOLA 11

# Watchdogy a poruchy Jam detection

Každý úsek, na kterém má krabice nebo paleta dojet k dalšímu čidlu, je časově hlídán. Překročení času znamená zaseknutí: porucha se zapamatuje, vynutí EMERGENCY (text JAM, červená + žlutá bliká, 4 pípnutí) a zapíše se do historie alarmů.

## 11.1 Hlídání úseku s více kusy (FIFO)



Na jednom úseku může být více krabic současně. Blok `FB_PathWatchdog` proto vede frontu: hrana vstupního čidla přidá kus s vlastním časovačem, hrana výstupního čidla odebere nejstarší. Krabice se na pásu nepředjíždějí, pořadí tedy platí.

Mimo AUTO a DRAINING se časovače zastaví a uplynulý čas zůstane zachován – po nouzi nezačíná hlídání znovu od nuly.

## 11.2 Hlídané zdroje poruch

| ALARM                 | ÚSEK                | ZAČÁTEK → KONEC                                         | LIMIT       |
|-----------------------|---------------------|---------------------------------------------------------|-------------|
| 12 · JAM sort cycle   | Váha a třídič       | Retro_S1 → Diffuse_S1 · → Diffuse_S2 · → Diffuse_S3/4/5 | 4 · 4 · 6 s |
| 13 · JAM PnP1 → scale | Nakládací dopravník | DiffS_PosDrop1 → Retro_S1                               | 30 s        |
| 14 · FAULT PnP1 robot | Manipulátor         | dosažení polohy osy · potvrzení úchopu                  | 3 · 2 s     |
| 15 · JAM exit lane S  | Conv2               | Diffuse_S3 → Retro_S2                                   | 6 s         |
| 16 · JAM exit lane M  | Conv3               | Diffuse_S4 → Retro_S3                                   | 6 s         |
| 17 · JAM exit lane L  | Conv4               | Diffuse_S5 → Retro_S4                                   | 6 s         |
| 18 · JAM pallet feed  | Paletový přívod     | LArray_LoadR → LArray_LoadL                             | 120 s       |
| 19 · DRAIN timeout    | System Drain        | DRAINING → DRAINED                                      | 120 s       |

Porucha fronty: více než 15 kusů na jednom úseku se hodnotí jako zaseknutí (výstupní čidlo nejspíš nereaguje). Zaseknutí blokuje přechod STOPPED → AUTO – krabici nelze „projet“ změnou režimu bez vědomého Resetu.

## 11.3 Obnova po zaseknutí



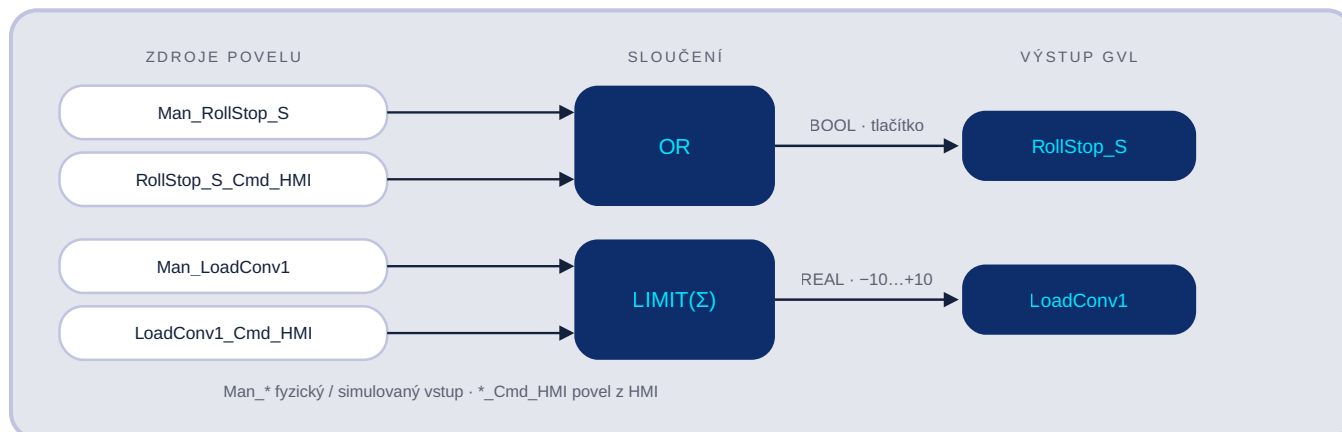
## KAPITOLA 12

# Ruční režim

Manual mode

Ruční režim slouží k uvádění do provozu, odstraňování zaseknutí a servisu. Každý akční člen linky lze ovládat samostatně – z fyzického ovladače i z HMI. Procesní bloky, watchdogy a čítače jsou v MANUAL neaktivní; věž bliká žlutě a zeleně.

## 12.1 Slučování povelů



Dvoustavové kanály: fyzický vstup OR povel HMI. Analogové kanály: oba zdroje se sčítají a výsledek se omezí na pracovní rozsah – posuvník HMI tak doplňuje fyzický ovladač, místo aby s ním soupeřil.

## 12.2 Ovládané kanály

| SKUPINA                 | KANÁLY                                                         | TYP         | ROZSAH        |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
| Pásky krabicové trasy   | Conv1 · Conv2 / Conv3 / Conv4                                  | BOOL · REAL | – · –10...+10 |
| Váha a třídič           | Scale_Conveyor · Sorter_Left / Forward / Right                 | BOOL        | –             |
| Nakládání               | LoadConv1 / 2 / 3                                              | REAL        | –10...+10     |
| Zarážky krabicové trasy | RollStop_Entry (jen HMI) · RollStop_S / M / L                  | BOOL        | –             |
| Manipulátor PnP1        | PnP1_Xset · PnP1_Zset · PnP1_GrabCmd                           | REAL · BOOL | 0...10 poloha |
| Paletové pohony         | PallConvLoad_R · Curv_R1–R3 · Strait_1–3 · Curv_L1–L3 · Load_L | REAL        | –10...+10     |
| Zarážky paletové trasy  | RollStop_PallPick1 / 2 · LoadR · LoadL · Entry1                | BOOL        | –             |

### 12.3 · VSTUP DO MANUAL

Ze STOPPED volbou Manual (selektor nebo HMI). Přechod je bezrázový: vstup do MANUAL sám nic nerozjede, poloha ramene PnP1 a stav úchopu se převezmou beze skoku.

### 12.4 · VÝSTUP Z MANUAL

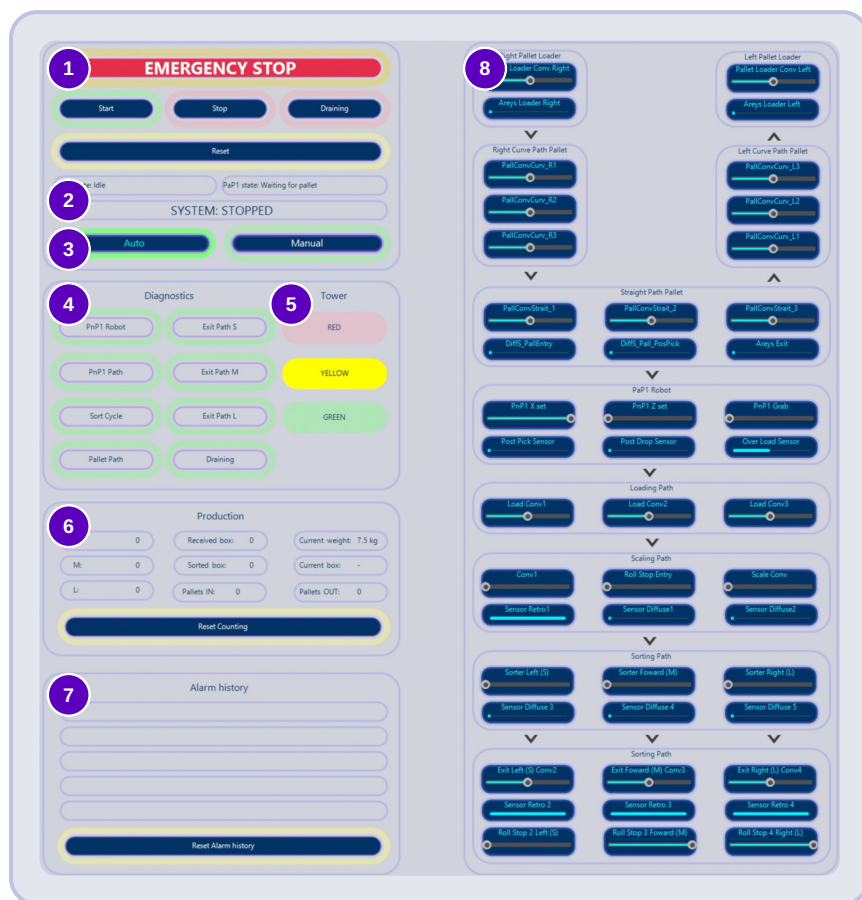
Stop, Stop z HMI nebo volba Auto → HARD STOP: vše se zastaví ve stejném scanu, úchop drží. Zpět do MANUAL jen novou volbou Manual, do AUTO přes Start + 3 s.

Fyzické vstupy Man\_\* program vynulovat nemůže – zůstane-li některý sepnutý, po vstupu do MANUAL znovu působí. Bez povelu pohony stojí a zarážky jsou uvolněné.

## KAPITOLA 13

## HMI rozhraní Operator interface · HMI\_Control

Obsluha pracuje s jedinou obrazovkou v CODESYS Visualization. Levá část slouží k řízení a diagnostice, pravá k ručnímu ovládání – je uspořádaná ve směru toku materiálu, od nakladače palet až po výstupní dráhy.



- 1 **Ovládání** – EMERGENCY STOP, Start, Stop, Draining, Reset
- 2 **Stav** – stav třídění, stav PnP1, souhrnný text SYSTEM
- 3 **Volba režimu** – dvoupolohový přepínač Auto / Manual
- 4 **Diagnostika** – 8 zdrojů zaseknutí, každý zvlášť
- 5 **Věž** – zrcadlí stav světelných věží
- 6 **Výroba** – čítače, poslední hmotnost a třída, Reset Counting
- 7 **Historie alarmů** – nejnovější výskyty, Reset Alarm history
- 8 **Ruční ovládání** – posuvníky pohonů, zářičky, PnP1 a stav čidel ve směru toku

Obrazovka HMI\_Control ve stavu STOPPED (snímek z doprovodného videa).

## 13.1 Zásady HMI

## ODDĚLENÉ POVELY

Povely HMI leží v `GVL_HMI` a nikdy nejsou napávané na I/O. Se vstupy se slučují na jediném místě: OR pro NO kontakty, AND NOT pro NC (simulace výpadku E-stop).

## VOLBA REŽIMU

Dvoupolohový přepínač – vždy je aktivní právě jedna volba. Tlačítka zapisují TRUE do vlastního bitu, druhý bit program shodí; při současném stisku vyhrává Auto.

## ZOBRAZOVANÉ HODNOTY

HMI čte samostatné proměnné `Dis_*` a `CounterDis_*`, ne řídicí proměnné. Texty lze upravit na jednom místě bez zásahu do logiky.

## 13.2 Stavové texty

| PROMĚNNÁ                              | OBSAH                               | HODNOTY                                                                                                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dis_SystemText                        | souhrnný stav linky – shodný s věží | RUNNING · STOPPING · STOPPED · STARTING · HARD STOP · MANUAL · DRAINING · DRAINED · E-STOP · JAM                            |
| Dis_ModeText                          | režim                               | Stopped · Auto · Manual · EMERGENCY · Draining · Drained                                                                    |
| Dis_SortStatusText                    | stav třídícího cyklu                | Idle · Running · Waiting for box · Weighing · Classifying · Sorting · Waiting for exit · Confirming sort · Stopping · FAULT |
| Dis_PnP1StatusText                    | stav PnP1                           | Home · Waiting for pallet · Lowering to pick · Grabbing · Lifting · Moving to drop · Releasing · FAULT                      |
| Dis_BoxClassText<br>Dis_CurrentWeight | poslední klasifikovaná krabice      | S · M · L · – a hmotnost v kg; drží se do další krabice                                                                     |

## 13.3 Historie alarmů

Všech 19 zdrojů se sleduje jednotlivě, aby bylo vidět, které tlačítko, dveře nebo úsek alarm vyvolaly. Každý výskyt je jeden řádek s časem vzniku a zániku; zásobník má 20 řádků, nejstarší se přepisuje a obsah přežije výpadek napájení.

```
25.09. 14:03:27 14:05:10 JAM exit lane S
25.09. 14:07:02 ACTIVE E-STOP main
```

Čas z RTC řídicího systému v místním čase včetně letního. Aktivní řádek je zvýrazněn. Vymazání z HMI živé alarmy hned znovu zapíše – mazání nikdy neskryje trvajících alarm. Po výpadku napájení se otevřené řádky uzavřou časem restartu.

| #  | TEXT ALARMU          | ZDROJ              |
|----|----------------------|--------------------|
| 1  | E-STOP main          | Emergency_Button   |
| 2  | E-STOP lane S        | Emergency_Button_S |
| 3  | E-STOP lane M        | Emergency_Button_M |
| 4  | E-STOP lane L        | Emergency_Button_L |
| 5  | E-STOP pallet load L | EButt_PallLoad_L   |
| 6  | E-STOP pallet load R | EButt_PallLoad_R   |
| 7  | Door sorting 1 open  | SafetyDoorSorting1 |
| 8  | Door sorting 2 open  | SafetyDoorSorting2 |
| 9  | Door sorting 3 open  | SafetyDoorSorting3 |
| 10 | Door sorting 4 open  | SafetyDoorSorting4 |

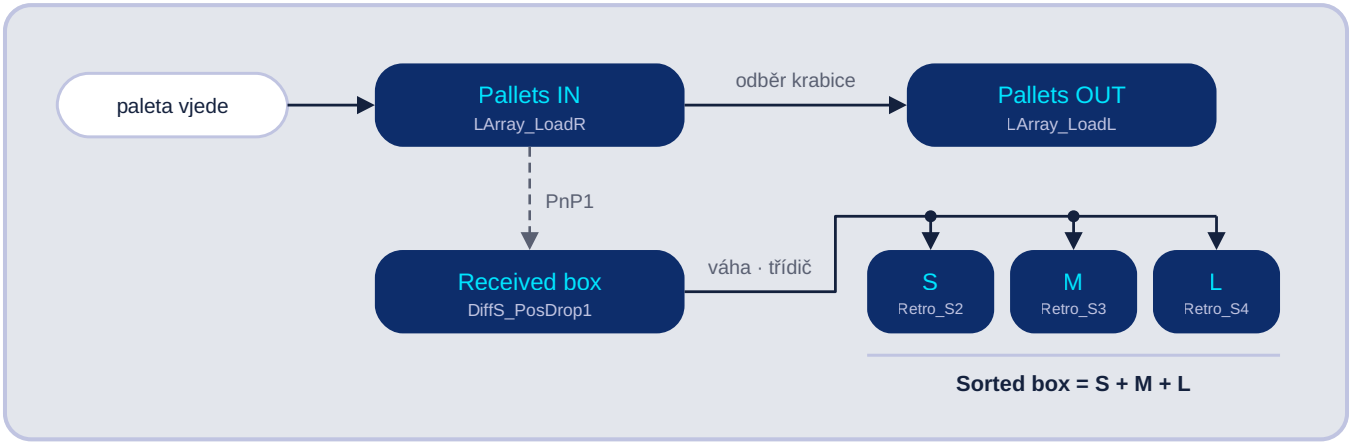
| #  | TEXT ALARMU         | ZDROJ             |
|----|---------------------|-------------------|
| 11 | Door loading 1 open | SafetyDoorLoding1 |
| 12 | JAM sort cycle      | Fault_SortCycle   |
| 13 | JAM PnP1 -> scale   | Fault_PnP1_Path   |
| 14 | FAULT PnP1 robot    | Fault_PnP1_Robot  |
| 15 | JAM exit lane S     | Fault_ExitPath_S  |
| 16 | JAM exit lane M     | Fault_ExitPath_M  |
| 17 | JAM exit lane L     | Fault_ExitPath_L  |
| 18 | JAM pallet feed     | Fault_PalletPath  |
| 19 | DRAIN timeout       | Fault_Draining    |

KAPITOLA 14

# Čítače výroby

Production counters

Šest čítačů sleduje tok materiálu na vstupu a výstupu linky. Počítá se z potvrzených fyzických událostí na čidlech (náběžná hrana) – ne z předpovědi třídy na váze.



## 14.1 Přehled čítačů

| ČÍTAČ                 | HMI          | UDÁLOST            | VÝZNAM                             |
|-----------------------|--------------|--------------------|------------------------------------|
| Counter_PalletIn      | Pallets IN   | LArray_LoadR       | paleta vjela do přívodu            |
| Counter_PalletOut     | Pallets OUT  | LArray_LoadL       | prázdná paleta opustila přívod     |
| Counter_BoxIn         | Received box | DiffS_PosDrop1     | PnP1 položil krabici na linku      |
| Counter_S / M / L     | S · M · L    | Retro_S2 / S3 / S4 | krabice potvrzena na výstupu dráhy |
| CounterDis_Exit_Total | Sorted box   | S + M + L          | všechny zpracované krabice         |

### KDY SE POČÍTÁ

Jen v AUTO a DRAINING – krabice a palety dokončené během Drain jsou skutečná výroba. V ostatních režimech čítače stojí.

### UCHOVÁNÍ A NULOVÁNÍ

Hodnoty jsou RETAIN – přežijí výpadek napájení. Nulují se jen tlačítkem Reset Counting (fyzickým i z HMI), všech šest najednou; Reset stroje je nemaže.

### BILANCE

Received box – Sorted box = krabice právě na lince.  
Pallets IN – Pallets OUT = palety v přívodu.

## KAPITOLA 15

# Ověřovací scénáře

Verification · project video

Scénáře ověřují chování linky v simulaci Factory I/O a odpovídají osmi částem doprovodného videa. Každý začíná ze známého stavu a končí v bezpečném stavu. Řetězce stavů odpovídají textu SYSTEM na HMI.

## 1 Spuštění Start-up



AKCE OBSLUHY

Start.

OČEKÁVANÝ VÝSLEDEK

1 pípnutí; 3 s trvale žlutá + blikající zelená. Pak tón 1 s, trvale zelená, text RUNNING; přívod palet a PnP1 zahájí cyklus.

## 2 Vyprázdnění linky Draining the line



AKCE OBSLUHY

Draining; po dokončení Reset.

OČEKÁVANÝ VÝSLEDEK

2 pípnutí, všechny barvy blikají. Vstup palet se uzavře, rozpracované palety a krabice dojedou. Po potvrzení prázdné linky DRAINED – žlutá trvale, zarážky vysunuty; Reset → STOPPED.

## 3 Zastavení a nový start Stop and restart



AKCE OBSLUHY

Stop; po zastavení Start.

OČEKÁVANÝ VÝSLEDEK

3 pípnutí, žlutá bliká. Přívod stojí ihned, výstupní dráhy dobíhají do prázdna, pak STOPPED. Start → 3 s → RUNNING.

## 4 Nouzové zastavení E-stop and restart



AKCE OBSLUHY

Stisk E-stop; odjištění, Reset, Start.

OČEKÁVANÝ VÝSLEDEK

Vše stojí okamžitě, 9 pípnutí, červená bliká, alarm „E-STOP ...“ v historii. PnP1 drží polohu i úchop. Po Resetu STOPPED.

**5 Otevření dveří** Door open and restart

## AKCE OBSLUHY

Otevřít a zavřít ochranné dveře; Reset, Start.

## OČEKÁVANÝ VÝSLEDEK

Stejná reakce jako u E-stop; v historii alarm „Door ... open“ s časem otevření i zavření.

**6 Zaseknutí Pick & Place** Pick & Place jam

## AKCE OBSLUHY

Vyvolat poruchu manipulátoru (krabice nedetekována nebo osa nedojede); Reset, Reset, Start.

## OČEKÁVANÝ VÝSLEDEK

4 pípnutí, červená + žlutá bliká, text JAM, alarm „FAULT PnP1 robot“, rameno drží polohu. První Reset kvituje (E-STOP), druhý vrátí linku do STOPPED.

**7 Zaseknutí třídění** Sorting jam

## AKCE OBSLUHY

Zablokovat krabici mezi váhou a výstupní dráhou; odstranit; Reset, Reset, Start.

## OČEKÁVANÝ VÝSLEDEK

Watchdog cyklu (4 / 4 / 6 s) nebo dráhy (6 s) → JAM; alarm „JAM sort cycle“ nebo „JAM exit lane ...“. Obnova stejně jako ve scénáři 6.

**8 Ruční režim** Manual mode

## AKCE OBSLUHY

Stop; volba Manual; ruční ovládání z HMI; Stop; volba Auto; Start.

## OČEKÁVANÝ VÝSLEDEK

V MANUAL bliká žlutá + zelená. Stop → HARD STOP: vše stojí ve stejném scanu, úchop drží, text HARD STOP. Po volbě Auto a Startu → 3 s → RUNNING.

**15.1 Pokrytí funkcí**

| SCÉNÁŘ                   | 3<br>REŽIMY | 4<br>SIGNAL. | 5<br>CYKLUS | 6<br>TŘÍDY | 7<br>PNP1 | 8<br>PALETY | 9<br>DRAIN | 10<br>BEZPEČ. | 11<br>WATCHD. | 12<br>MANUAL | 13<br>HMI | 14<br>ČÍTAČE |
|--------------------------|-------------|--------------|-------------|------------|-----------|-------------|------------|---------------|---------------|--------------|-----------|--------------|
| 1 Spuštění               | ●           | ●            |             |            | ●         | ●           |            |               |               |              | ●         |              |
| 2 Vyprázdnění linky      | ●           | ●            |             |            |           | ●           | ●          |               |               |              |           | ●            |
| 3 Zastavení a nový start | ●           | ●            | ●           |            |           |             |            |               |               |              |           |              |
| 4 Nouzové zastavení      | ●           | ●            |             |            |           |             |            | ●             |               |              | ●         |              |
| 5 Otevření dveří         | ●           | ●            |             |            |           |             |            | ●             |               |              | ●         |              |
| 6 Zaseknutí Pick & Place |             | ●            |             |            | ●         |             |            |               | ●             |              | ●         |              |
| 7 Zaseknutí třídění      |             | ●            | ●           | ●          |           |             |            |               | ●             |              | ●         |              |
| 8 Ruční režim            | ●           | ●            |             |            |           |             |            |               |               | ●            | ●         |              |

Průběh všech osmi scénářů je zaznamenán v doprovodném videu.

## PŘÍLOHA A

## Seznam I/O I/O list · GVL

## A.1 Digitální vstupy

| SIGNÁL                                   | TYP       | POPIS                                    |
|------------------------------------------|-----------|------------------------------------------|
| OVLÁDÁNÍ                                 |           |                                          |
| Start_Button                             | NO        | Start (potvrzení po 3 s)                 |
| Stop_Button                              | NC        | Stop                                     |
| Reset_Button                             | NO        | Reset nouze, poruch a DRAINED            |
| ResButtCounting1                         | NO        | Nulování čítačů výroby                   |
| Drain_Button                             | NO        | System Drain                             |
| Sel_Mode_Manual · Sel_Mode_Auto          | selektor  | Volba režimu                             |
| BEZPEČNOST                               |           |                                          |
| Emergency_Button · _S · _M · _L          | NC        | Nouzová tlačítka 1–4                     |
| EButt_PallLoad_L · EButt_PallLoad_R      | NC        | Nouzová tlačítka 5–6 (paletová trasa)    |
| SafetyDoorSorting1–4 · SafetyDoorLoding1 | NC        | Dveřní čidla 1–5                         |
| PALETOVÝ PŘÍVOD A PNP1                   |           |                                          |
| LArray_LoadR · LArray_LoadL              | čidlo     | Vstup / výstup paletového přívodu        |
| DiffS_PallEntry                          | čidlo     | Paleta čeká před odběrem (Strait_1)      |
| DiffS_PosPick1                           | čidlo     | Paleta na odběrovém místě (Strait_2)     |
| PnP1_Detected                            | čidlo     | Krabice v úchopu PnP1                    |
| DiffS_PosDrop1                           | čidlo     | Krabice na odkládacím místě LoadConv1    |
| KRABICOVÁ TRASA                          |           |                                          |
| Retro_S1                                 | light-op. | Krabice na vstupu váhy                   |
| Diffuse_S1 · Diffuse_S2                  | čidlo     | Krabice na váze (odečet) · výjezd z váhy |
| Diffuse_S3 · S4 · S5                     | čidlo     | Potvrzení dráhy S · M · L                |
| Retro_S2 · S3 · S4                       | light-op. | Výstup dráhy S · M · L (čítače)          |

## A.2 Analogové vstupy

| SIGNÁL                | TYP       | POPIS                   |
|-----------------------|-----------|-------------------------|
| Weight_Analog         | REAL kg   | Hmotnost na váze        |
| PnP1_Xact · PnP1_Zact | REAL 0–10 | Skutečná poloha os PnP1 |

## A.3 Ruční vstupy (Man\_\*)

| SIGNÁLY                                                   | TYP         | POPIS             |
|-----------------------------------------------------------|-------------|-------------------|
| Man_Conv1 · Man_Scale · Man_Sorter_Left / Forward / Right | BOOL        | Pásky a třídič    |
| Man_Conv2–4 · Man_LoadConv1–3 · Man_PallConv* (11)        | REAL        | Pohony, –10...+10 |
| Man_PnP1_Xset · Man_PnP1_Zset · Man_PnP1_Grab             | REAL · BOOL | Manipulátor, 0–10 |
| Man_RollStop_S / M / L · Man_RollStop_Pall* (5)           | BOOL        | Zarážky           |

## A.4 Digitální výstupy

| SIGNÁL                                                    | POPIS                                    |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Conv1                                                     | Přívodní pás před váhou                  |
| Scale_Conveyor                                            | Pás váhy                                 |
| Sorter_Forward                                            | Pohon třídiče vpřed (trvale v běhu)      |
| Sorter_Left · Sorter_Right                                | Směr třídiče S · L (bez paměti, drží se) |
| RollStop_Entry · RollStop_S / M / L                       | Zarážky krabicové trasy (TRUE = drží)    |
| RollStop_PallPick1 / 2 · RollStop_LoadR · LoadL · Entry1  | Zarážky paletové trasy (TRUE = drží)     |
| PnP1_GrabCmd                                              | Úchop manipulátoru                       |
| Tower_Red_Out · Tower_Yellow_Out · Tower_Green_Out [1..8] | Světelné věže                            |
| Siren_Out [1..2]                                          | Sirény                                   |

## A.5 Analogové výstupy

| SIGNÁL                              | ROZSAH    | POPIS                               |
|-------------------------------------|-----------|-------------------------------------|
| Conv2 · Conv3 · Conv4               | -10...+20 | Výstupní dráhy S · M · L (AUTO 5,0) |
| LoadConv1 · LoadConv2 · LoadConv3   | -10...+10 | Nakládací dopravník                 |
| PallConvLoad_R · PallConvCurv_R1-R3 | -10...+10 | Paletový vstup a pravá smyčka       |
| PallConvStrait_1 · _2 · _3          | -10...+10 | Rovný úsek s odběrem                |
| PallConvCurv_L1-L3 · PallConvLoad_L | -10...+10 | Levá smyčka a paletový výstup       |
| PnP1_Xset · PnP1_Zset               | 0...10    | Žádaná poloha os PnP1               |

## A.6 Povelý HMI (GVL\_HMI)

| PROMĚNNÉ                                      | SLUČOVÁNÍ     | POPIS                                 |
|-----------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| Start · Reset · ResetCounting · Drain_Cmd_HMI | OR            | Tlačítka ovládání                     |
| Stop_Cmd_HMI · EStop*_Cmd_HMI (6)             | AND NOT       | NC kanály – simulace stisku / výpadku |
| SelModeManual · SelModeAuto_Cmd_HMI           | blokace       | Dvoupolohový přepínač režimu          |
| AlarmHistClear_Cmd_HMI                        | hrana         | Vymazání historie alarmů              |
| *_Cmd_HMI ruční kanály (34)                   | OR · LIMIT(Σ) | Ruční režim – viz kapitola 12         |

## A.7 Zobrazovací proměnné

| PROMĚNNÉ                                                                    | POPIS                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Dis_SystemText · Dis_ModeText · Dis_SortStatusText · Dis_PnP1StatusText     | Stavové texty (kapitola 13.2)              |
| Dis_BoxClassText · Dis_CurrentWeight                                        | Poslední klasifikovaná krabice             |
| CounterDis_Exit_S / M / L / Total · CounterDis_BoxIn · PalletIn · PalletOut | Kopie čítačů pro HMI                       |
| Dis_AlarmLine[1..20] · Dis_AlarmLineActive · Dis_AlarmActiveCount           | Historie alarmů                            |
| Fault_* · InFlight_* · LineJamFault                                         | Diagnostika poruch a počty kusů na úsecích |

## PŘÍLOHA B

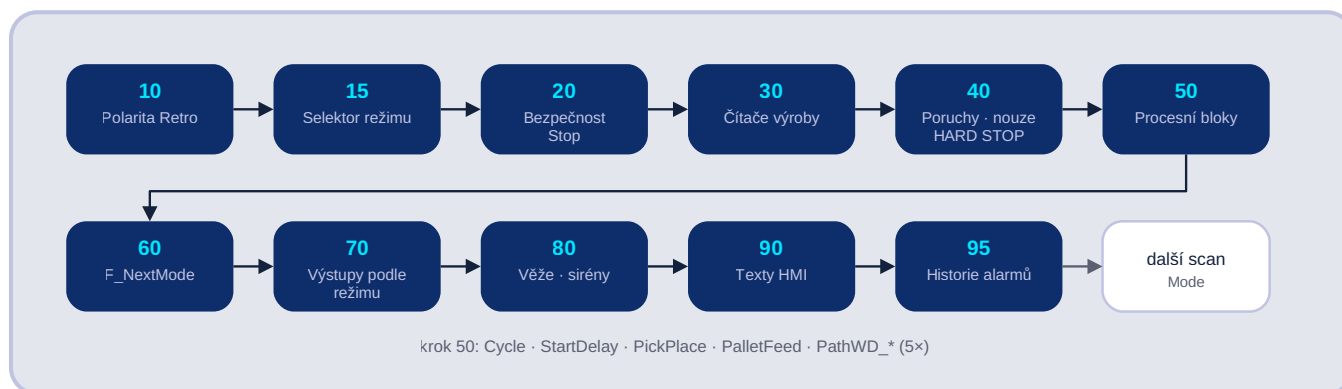
## Časové konstanty a parametry Timing &amp; parameters

| PARAMETR                            | HODNOTA                | BLOK             | VÝZNAM                           |
|-------------------------------------|------------------------|------------------|----------------------------------|
| START A TRÍDĚNÍ                     |                        |                  |                                  |
| DelayTime                           | 3 s                    | FB_StartDelay    | Zpoždění startu                  |
| T_SETTLE                            | 300 ms                 | FB_SortingCycle  | Ustálení váhy před odečtem       |
| T_ENTRY_TIMEOUT                     | 4 s                    | FB_SortingCycle  | Retro_S1 → Diffuse_S1            |
| T_EXIT_TIMEOUT                      | 4 s                    | FB_SortingCycle  | Diffuse_S1 → Diffuse_S2          |
| T_CONFIRM_TIMEOUT                   | 6 s                    | FB_SortingCycle  | Výjezd z váhy → potvrzení dráhy  |
| T_STOP_DRAIN                        | 20 s                   | FB_SortingCycle  | Pojistka doběhu při Stop         |
| MANIPULÁTOR PNP1                    |                        |                  |                                  |
| T_AXIS_TIMEOUT                      | 3 s                    | FB_PickPlace     | Dosažení polohy osy              |
| T_GRAB_TIMEOUT                      | 2 s                    | FB_PickPlace     | Potvrzení úchopu                 |
| POS_TOL                             | 0,2                    | FB_PickPlace     | Tolerance polohy                 |
| X_HOME · X_WAIT · Z_UP · Z_DOWN     | 0 · 10 · 0 · 10        | FB_PickPlace     | Odkládání · odběr · nahore · mez |
| HLÍDÁNÍ TRAS                        |                        |                  |                                  |
| T_DROP_TO_ENTRY                     | 30 s                   | PLC_PRG_ST       | PnP1 → vstup váhy                |
| T_EXIT_S · T_EXIT_M · T_EXIT_L      | 6 s                    | PLC_PRG_ST       | Výstupní dráhy                   |
| T_PALLET_PATH                       | 120 s                  | PLC_PRG_ST       | Celý paletový přívod             |
| N_MAX                               | 15                     | FB_PathWatchdog  | Kapacita fronty na úsek          |
| SYSTEM DRAIN                        |                        |                  |                                  |
| T_DRAIN_TIMEOUT                     | 120 s                  | PLC_PRG_ST       | Limit pro dosažení DRAINED       |
| T_PALLET_SETTLE · T_BOX_SIDE_SETTLE | 1 s                    | PLC_PRG_ST       | Potvrzení prázdné strany         |
| SIGNALIZACE                         |                        |                  |                                  |
| Blink                               | 400 / 400 ms           | FB_Blink         | Blikání věží                     |
| EmergencyAlarm                      | 9 × 300 / 300 ms       | FB_PulseAlarm    | Siréna nouze                     |
| Start · Stop · Jam · DrainBeep      | 1 · 3 · 4 · 2 × 150 ms | FB_PulseAlarm    | Krátká pípnutí                   |
| StartupAlarm                        | 1 s                    | FB_TimedAlarm    | Tón při přechodu do AUTO         |
| PROCES                              |                        |                  |                                  |
| Prahy hmotnosti                     | 4,5 · 6,0 kg           | F_ClassifyWeight | Hranice S/M a M/L                |
| Conv2–4 · LoadConv1 · LoadConv2–3   | 5,0 · 3,0 · 1,0        | FB_SortingCycle  | Rychlosti v běhu                 |
| PallConv* · Load_R · Load_L         | ±8,0 · -4,0 · 6,0      | FB_PalletFeed    | Rychlosti paletové trasy         |
| ALARM_HIST_SIZE · NUM_ALARMS        | 20 · 19                | GVL              | Historie alarmů                  |

Časové limity hlídání jsou výchozí hodnoty pro simulaci – na reálné lince se nastaví podle změřených dob průjezdu.

## PŘÍLOHA C

# Struktura programu

 Program structure · scan order


## JEDINÝ ZDROJ PRAVDY

Režim drží jen `PLC_PRG_ST`. Přechody počítá `F_NextMode`; nouze a HARD STOP se vynutí před ním. Výstupy se zapisují jen v kroku 70 podle režimu dispatchovaného v tomto scanu.

## DATA PŘEŽIJÍ VÝPADEK

Čítače a historie alarmů jsou RETAIN v GVL; instance FB neuchovávají nic, co by po restartu musely obnovit.

## SAMOSTATNÉ BLOKY

Procesní FB nečtou ani nezapisují GVL – všechno jde přes `VAR_INPUT` a `VAR_OUTPUT`. Každý blok lze testovat a znovu použít samostatně (5 instancí watchdogu, 6 čítačů).

## PŘEHLED POU

5 datových typů (4 ENUM, 1 STRUCT) · 2 GVL · 5 funkcí · 11 funkčních bloků · 1 program. Knihovna `SysTimeRtc` pro čas alarmů.

