



CHALMERS



Baka miljövänligt bröd på Pågen AB Baking climate friendly bread at Pågen AB

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Maskiningenjör av

Mohamad Abosh

FÖRORD

Detta arbete är resultatet av ett examensarbete på högskoleingenjörsprogrammet maskiningenjör vid Chalmers tekniska högskola. Arbetet omfattar totalt 15 högskolepoäng och är utfört på Sveriges största bageri, Pågen AB.

Först av allt vill jag tacka min familj som har stöttat mig genom hela min utbildning och mitt arbete. Utan stödet från föräldrarna så hade jag inte varit där jag är idag.

Jag vill dessutom tacka min bror, Mellat Abosh, för alla råd han har gett mig under min arbetsgång och utbildning.

Dessutom vill jag tacka min handledare på Pågen AB, Marinel Zgrda, för alla råd och tips som han har gett mig. All hjälp och alla råd jag har fått har underlättat mitt arbete enormt mycket.

Reza Falsafi på Pågen AB skall också ha ett tack för all hjälp jag har fått vid mätningar.

Sist men absolut inte minst så vill jag tacka min handledare på Chalmers, Lennart Widén, för alla råd och hjälp jag har fått av honom.

Mohamad Abosh

SAMMANFATTNING

På linje 62 på Pågen AB i Göteborg så bakas det två produkter i dagsläget, ”Äntligen! Subs” och ”Hönö Bohuskaka”. Kapaciteten på linjen är i dagsläget ca 24000 bröd i timmen. För att kunna distribuera produkterna i tid till kunden så måste tiderna för produktionen hållas.

Operatörerna startar upp bageridelen ca 2,5 timmar innan produkterna är i paketeringen. Man startar upp linjen i följande ordning, frysen, ugnen, jäsen och degsalen.

Syftet med denna procedur är att säkra upp produktionen genom att starta upp maskinerna tidigare för att se till att inga larm eller temperaturavvikelser uppstår. I själva verket behöver maskinerna inte 2,5 timmar för att komma upp i produktionsfasen. Utan detta görs bara för att operatörerna är vana vid denna procedur samt att maskinerna inte är ”pålitliga”.

För att kunna övertyga produktionspersonalen samt ansvariga för produktionen att detta är en väldigt kostsam procedur för Pågen AB, så har tidtagningar utförts på linjen. Dessa tider visar den verkliga tiden som krävs för att linjen skall bli produktionsklar. För att sedan visa hur mycket som det går att spara varje år så har även energiberäkningar utförts. Dessa avser mängden gas samt el som förbrukas i onödan bara för att operatörerna är vana vid en procedur.

Några lösningar har tagits fram för att göra linjen mer pålitlig samt mindre kostsam vid uppstarterna. Frysen skall programmeras om så att klimatet går igång när produkterna befinner sig på ett visst avstånd och stängs av automatiskt när ingen produktion sker. Ugnen kommer att programmeras om så att den startas på ett visst kommando från deguppslagningen, d.v.s. när degen passerar en sektion i deguppslagningen. Övervakningen av ugn och frystemperaturen skall ske vid deguppslagningen. En övervakningslayout kommer att skapas i operatörspanelen vid deguppslagningen. Resultatet av ovanstående förändringar kommer att göra linjen smartare samt pålitligare tack vare övervakningspanelen samt de automatiska funktionerna.

ABSTRACT

The Line 62 at Pågen AB in Gothenburg is baking two products in the current situation, "Äntligen! Subs" and "Hönö Bohuskaka". The capacity of the line is about 24000 bread per hour. The production schedule must be held on time in order for products to be distributed on time to the customers. The operators start up the productions line approximately 2.5 hour before the products are in the packaging section. The startup of the production line is made in the following order, the freezer, oven, yeasting section and the dough making section. The purpose of this procedure is to ensure that the production schedule is held by turning on the machines earlier to ensure that no alarms or temperature deviations occurs. In fact, the machines do not require 2.5 hours to get in the production phase. But this is done only because of that the operators are used to this procedure and that the machines are not "reliable". In order to convince the production staff and those who are responsible for production that this is a very costly procedure for Pågen AB, timings must be done on the line. The timings indicate the actual time required for the production line to be ready for production. Energy calculations have been carried out to show how much the company can save each year. These relate to the amount of gas and electricity consumed unnecessarily only because the operators are accustomed to a procedure. A couple of solutions have been developed to make the production line more reliable and less costly at startup. The freezer must be reprogrammed so that the climate only turns on when the products are at a certain distance from the freezer and turns off automatically when there is no production taking place. The oven will be reprogrammed so that it turns on with a particular command from the dough makin section. The monitoring of the oven and freezer temperature must be done in the dough making section. A monitoring layout has been created in the operator panel at dough making section. The result of the above changes will make the line smarter and more reliable thanks to the monitoring panel and the automatic controls.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Avgränsningar	1
1.4 Precisering av frågeställningen	1
1.5 Metod	2
2 Teknisk bakgrund	3
2.1 PLC-programmering och programmeringsspråk	3
2.1.1 Sequential Function (SFC)	4
2.1.2 Ladder Diagram (LD)	5
2.1.3 Function Block Diagram (FBD)	5
2.1.4 Instruction List (IL)	5
2.1.5 Structured Text (ST)	6
2.2 HMI – Human Machine Interface	6
2.3 Frekvensomriktare	7
3 Metod	8
4 Arbetsgången	9
4.1 Deguppslagningen	9
4.1.1 Kartläggning av dötider	9
4.1.2 Energikostnadsberäkning	10
4.1.3 Framtagning av lösning för en energisnål produktionsprocess	12
4.2 Ugn	14
4.2.1 Kartläggning av dötider	14
4.2.2 Energikostnadsberäkning	15
4.2.3 Framtagning av lösning för en energisnål produktionsprocess	16
4.2.3.1 Uppstart ugn	16
4.2.3.2 Avstängning av ugn	17
4.3 Frys	18
4.3.1 Kartläggning av dötider	18

4.3.2 Energiomkostnader	18
4.3.3 Framtagning av lösning för en energisnål produktionsprocess	19
4.3.3.1 Uppstart av frys	19
4.3.3.2 Avstängning av frys	20
5 Övergripande lösning	21
5.1 Övervakningslayout	21
5.1.1 Kommunikation mellan sektioner	22
5.2 Informationsstyrning och arbetsinstruktioner	23
6 Slutsats	25
6.1 Ekonomiskt resultat	25
6.1.1 El-resultat	26
6.2 Praktiskt resultat	26
6.3 Projektets syfte	27
6.4 Svårigheter med arbetet	28
6.5 Framtida tankar	28
Referenser	29
Bilaga 1	I
Bilaga 2	III
Bilaga 3	IV
Bilaga 4	VII

BETECKNINGAR

FBD – Function block diagram

HMI – Human machine interface

PLC – Programmable Logic Controller

SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition

SFC – Sequential Function Chart. Ett grafiskt programmeringsspråk.

C – Ett programmeringsspråk.

Pascal – Ett programmeringsspråk.

Matlab – Ett datorprogram och programmeringsspråk som används för bl.a. matematiska och tekniska beräkningar.

Asynkronmotor – En elektrisk motor som används flitigt inom industrin för att driva pumpar, fläktar och transportband.

Dötid – Tiden som en maskin är i drift utan att produktion sker.

Korrektionsfaktorn – En faktor som är beroende av temperatur och varierar beroende på omgivning. Används för bl.a. beräkning från kubikmeter gas till normalkubikmeter.

Värmevärdesfaktorn – visar energimängden en normalkubikmeter gas innehåller.

Nomalkubikmeter – Volym vid normal tryck och temperatur, (Nm^3).

INLEDNING

1.1 Bakgrund

Pågen AB investerar 50 miljoner på att bygga om bagerierna i Malmö och Göteborg. Syftet med ombyggnationen är att få en energisnål produktion som dessutom minskar på klimatpåverkan. När projektet är klart kommer det att minska bageriernas totala koldioxidutsläpp med minst 15% per år.

1.2 Syfte

Syftet med detta projekt är att skapa en metodik för hur man kartlägger alla dötider som finns på en produktionslinje. Kartläggningen skall sedan användas som underlag för vidare optimering av produktionslinjen.

Denna rapport kommer att beskriva tillvägagångssättet för framtagningen av dötiderna, vilka komponenter som kan användas för optimering samt hur man kan programmera om en produktionslinje så att den producerar klimatsmart.

Resultatet skall leda till en omprogrammerad produktionslinje där en resultatskalkyl skall visa hur mycket dötid som har eliminerats och vilka besparingar som omprogrammeringen har lett till.

Rapportens resultat skall sedan presenteras för företagets ledning där de tar ställning till huruvida metodiken är lämplig att tillämpa på flera produktionslinjer. Om ett godkännande ges så skall alla produktionslinjer byggas om.

1.3 Avgränsningar

Projektet kommer endast att behandla en produktionslinje som inkluderar bageridel samt fryshus. Resterande delar av produktionslinjen kommer inte att behandlas.

Projektet kommer heller inte att behandla detaljerade beskrivningar av olika komponenter som används i produktionslinjen.

Rapporten kommer inte beskriva hur hela produktionslinjen är programmerad.

1.4 Precisering av frågeställningen

- Kan produktionslinjen ställas om på ett energieffektivt sätt utan att produktionen störs?
- Är dötiderna lönsamma att eliminera eller behövs de för att säkerställa en driftsäker produktion?
- Hur påverkas operatören av en klimatsmart produktionslinje? Blir operatören mer effektiv av de nya funktionerna?
- Hur påverkas de mekaniska delarna på produktionslinjen av att vara i drift när ingen produktion sker? Ökas maskinslitagen?

1.5 Metod

Inledningsvis så kommer huvudfokus av projektet att ligga på kartläggning av dötider som uppstår under produktion. Kartläggningen kommer att ske 2-3 dagar i veckan under en två veckors period. En layoutkarta över alla banor och maskindelar kommer att skapas för att få en verklig bild över dötidernas placering längs med produktionslinjen.

Kartläggningen kommer användas som underlag för ta fram en kalkyl över linjens energiförbrukning. Kalkylen skall sedan användas för att bestämma huruvida det är lönsamt att tillämpa optimeringarna.

2 TEORETISK BAKGRUND

2.1 PLC-programmering och programmeringsspråk

PLC är en kort engelsk beteckning som står för Programmable Logic Controller. På svenska betyder det programmerbart styrsystem och innebär i princip en dator med tillhörande kommunikationsenheter som enkelt kan programmeras med olika programmeringsspråk.

En s.k. PLC-box kan programmeras för användning inom många områden. Några exempel på områden som är styrda med hjälp av PLC är t.ex. hissar, rulltrappor, produktionslinjer, klimatanläggningar etc.



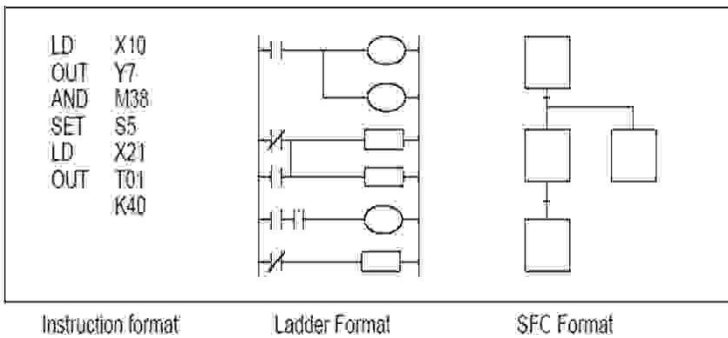
Figur 1. Ett av Siemens PLC-system. Ett uppkopplat PLC-system kan se ut som bilden ovan.

Ett PLC-system kan programmeras på fem olika programmeringsspråk, Sequential Function Charts (SFC), Ladder Diagram (LD), Instructions List (IL), Functions Block Diagram (FBD) och Structured Text (ST). I grund och botten är alla ovanstående programmeringsspråk baserade på standarden IEC-61131-1.

Programmeringen sker både i grafisk miljö samt genom vanlig textbaserad programmering.

Den grafiska programmering kan likna ett kretsschema som elektriker använder sig utav samt att den även kan byggas med hjälp logiska grindar i form av olika funktionsblock.

Den textbaserade programmeringen bygger på att PLC-systemet programmeras med hjälp koder som används inom den traditionella programmeringen så som C, Pascal och Matlab.



Figur 2. Tre exempel på programmeringsspråk.

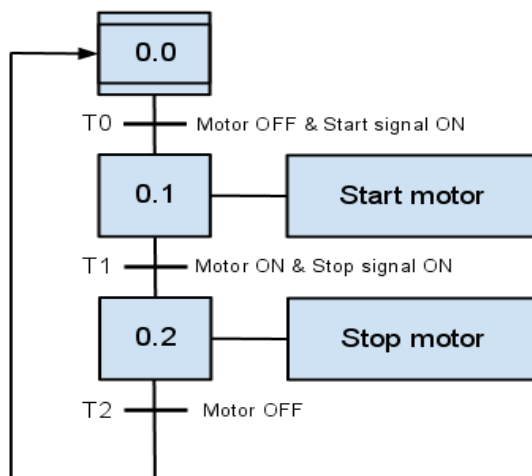
2.1.1 Sequential Function (SFC)

SFC programmeringen liknar ett flödesschema över en process. Programmeringen sker i en grafisk miljö där ett sekventiellt funktionsdiagram består av tre grundsteg, Transition, Step och Action.

Step är den grundläggande enheten som finns i ett block. Varje Step har en Action.

Action kan t.ex. beskriva om en elmotor skall vara i drift eller ej och vilket läge en ventil skall befinna sig i. Ibland kan flera Actions förekomma i Step. Då innebär det flera funktioner utförs innan nästa Step.

När alla Actions är utförda så övergår programmet till steget Transition. Här definieras tillståndet som måste råda innan programmet går vidare till nästa steg.

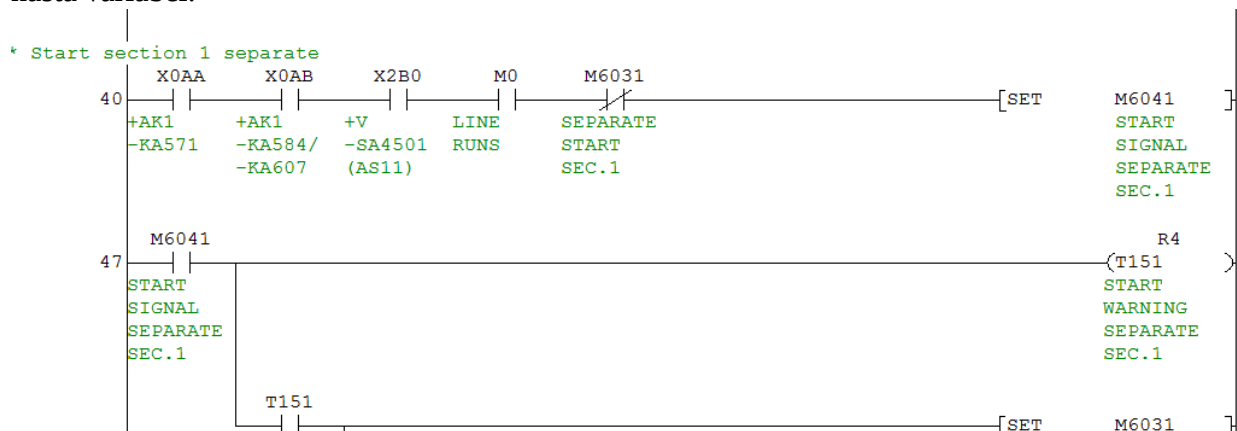


Figur 3. Exempel på hur SFC-programmeringen kan se ut.

I exemplet i figur 3 så säger programmet att vid T0 så måste motorn vara avstängd och startsignalen vara aktiv för att möjliggöra start av motorn. När detta villkor ha uppfyllts så fortsätter programmet till Step 0.1 där Action blir att starta motor. För att programmet skall kunna gå vidare till Step 0.2 så måste Transition T1 ha uppfyllt villkoret Motor aktiv och Stop signal Aktiv. Därefter går programmet vidare till Step 0.2 där Action blir att stoppa motor. Slutsteget blir Transition T2 där villkoret är att motor är avstängd. Eftersom programmet är en loop så kommer allting att upprepas igen efter T2.

2.1.2 Ladder Diagram (LD)

Ladder Diagram, eller på svenska kontakt-diagram, är programmeringen som sker i en grafisk miljö och som påminner mycket om ett elschema då den består av reläer, stegpinnar och logiska grindar. Ett LD består grafiskt av två vertikala ledningar där den vänstra motsvarar elektrisk plus och där den högra föreställer minus. Mellan dessa två ledningar finns bl.a. reläer och logiska grindar som binder dem samman. Kontakterna i diagrammet föreställer booleska variabler. När alla variabler i stegpinnen är uppfyllda till villkoret ”sann” så kommer strömmen flöda vidare till nästa variabel.

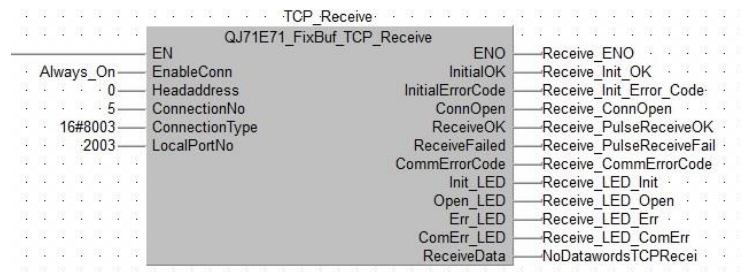


Figur 4. Exempel på hur LD-programmeringen kan se ut.

2.1.3 Function Block Diagram (FBD)

FBD programmeras med hjälp av grafiska sammankopplade funktionsblock. Dessa block består av fyra enkla element, funktions block, referenser, kabelkontakter och kablar.

Kablarna ritas som linjer. Dessa linjer dras till blockingångar och utgångar. Signalen skickas från vänstersida av blocken och vidare till högersida. Signalerna som kommer in och ut ifrån blocken kan vara flera än bara ett.



Figur 5. Exempel på hur ett block kan se ut i FBD-programmering.

2.1.4 Instructions List (IL)

Instruktions list är ett textbaserat programmeringsverktyg. IL är en så kallad lågnivåspråks-programmering. Med lågnivå menas att språket som används vid programmeringen är väldigt maskinnära, exempelvis binärkod, assembler etc. Dessa språk är oftast väldigt enkla att förstå

och lära sig. Dock är det ganska svårt att hantera språket då det oftast krävs fler kommandon för att utföra ett moment jämfört med en högnivå instruktion
Instruktionerna som används är oftast väldigt enkla och består av enkla små kommandon.

1	LD TIMER_M CAL	Input1 TIMER1C, 100 SET_RST1(EN:=Input1, SET_Input:=Input2, RST_Input:=TIMER1S, Q:=Output1)
2	LD ST	TIMER1N DATA

Figur 6. Exempel på hur IL-programmeringen kan se ut.

2.1.5 Structured Text (ST)

ST-programmeringen sker i en textbaserad miljö där det påminner en hel del om programmeringen som sker i Pascal eller C. ST-programmering kallas också för högnivåspråk och är specialutformad för industriella kontrollapplikationer. Den används oftast när väldigt komplexa procedurer skall utföras av ett program. När de grafiska programmeringsverktygen inte klarar av att programmera komplexa procedurer så brukar Structured Text användas.

```
IF Sensor_1 AND Sensor_2 THEN
    SOL_1 := 1;
ELSEIF Sensor_3 AND Sensor_4 AND NOT Sensor_5 THEN
    SOL_1 := 1;
END_IF;
```

Figur 7. Exempel på hur ST-programmering kan se ut. Programmet säger att om Sensor_1 och Sensor_2 är påverkade så skall SOL_1 tilldelas en 1:a. Den tredje raden säger att Annars Om Sensor_3 och Sensor_4 aktiva och inte Sensor_5 är aktiv så skall SOL_1 tilldelas en 1:a. Den sista raden avslutar sekvensen.

2.2 HMI- Human Machine Interface

För att kunna styra en automatiserad process behövs en HMI, *Human Machine Interface*. På svenska betyder det *människa-maskin kommunikation* och syftar till en s.k. operatörsterminal eller operatörspanel. Dessa har till uppgift att ge operatören en grafisk överblick över den process som skall övervakas och styras. Övervakningen sker i form av grafiska bilder som föreställer maskindelar, tankar och andra processdelar. Styrningen sker i form av knapptryckningar på panelen som i sin tur ger signal till den maskindel som skall styras, t.ex. ventilstyrning, transportbands reglering etc.

2.3 Frekvensomriktare

En enkel förklaring på en frekvensomriktare är att den är en elektronisk motorstyrning. En frekvensomriktare kallas också för en frekvensomformare. Den kan reglera hastigheten hos t.ex. en asynkronmotor som driver en fläkt, pump etc. Regleringen sker genom att frekvensomriktaren styr varvtalet hos en motor där elnätets frekvens ändras från vanliga 50Hz till uppemot 65Hz och ner mot 5-10Hz. Ju högre frekvens desto högre hastighet får elmotorn.



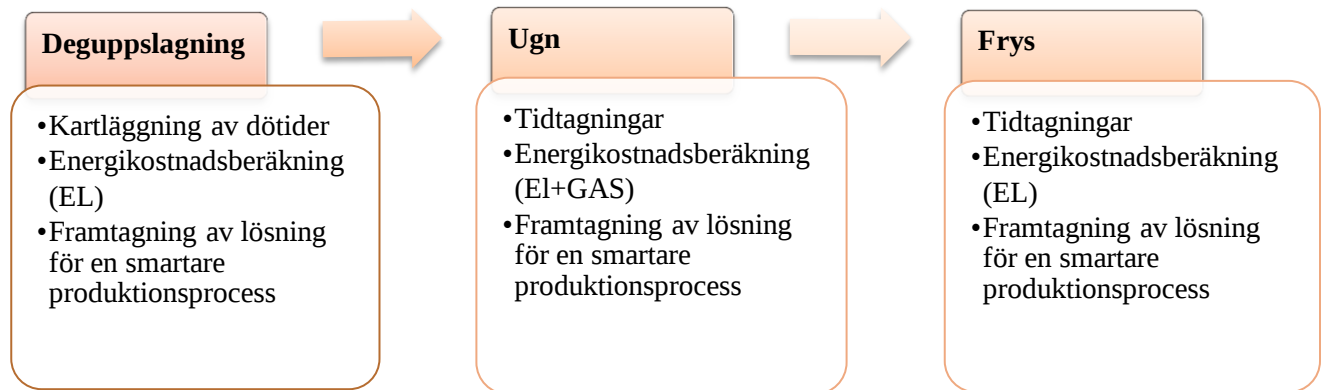
Figur 8. En frekvensomriktare som driver visa funktioner i frys-anläggningen.

Dioder i frekvensomriktaren tar emot växelströmmen från elnätet och omvandlar den till likspänning. Sedan tar krafttransistorer hand om likspänningen och omvandlar den till en form av växelspänning igen där den nu har omvandlats till ”mindre bitar”. Storleken på dessa ”bitar” bestämmer den frekvens som pulseras ut till t.ex. en motor.

Genom att använda en frekvensomriktare så kan man erhålla stora energibesparingar. Andra fördelar är att den medför lägre underhållskostnader, optimerad process och förbättrat arbetsmiljö i form av lägre bullernivå.

3 METOD

Eftersom arbetet omfattar hela bageridelen så innebär det att upplägget av arbetet måste delas in tre olika sektioner, deguppslagning, ugn och frys. Dessa tre sektioner kommer att delas in i olika delmoment där dessa moment innefattar kartläggning av dötider, el och gasberäkningar samt framtagning av lösningar för minskad energiförbrukning.



Figur 9. De olika delmoment som ingår varje sektion.

Ovanstående sektioner med respektive delmoment kommer att beskrivas mer detaljer i nästa kapitel.

4 ARBETSGÅNGEN

I detta kapitel kommer arbetsgången att beskrivas. Den skall beskriva vilka metoder som används samt vilka lösningsförslag som varje sektion skall använda.

4.1 Deguppslagningen

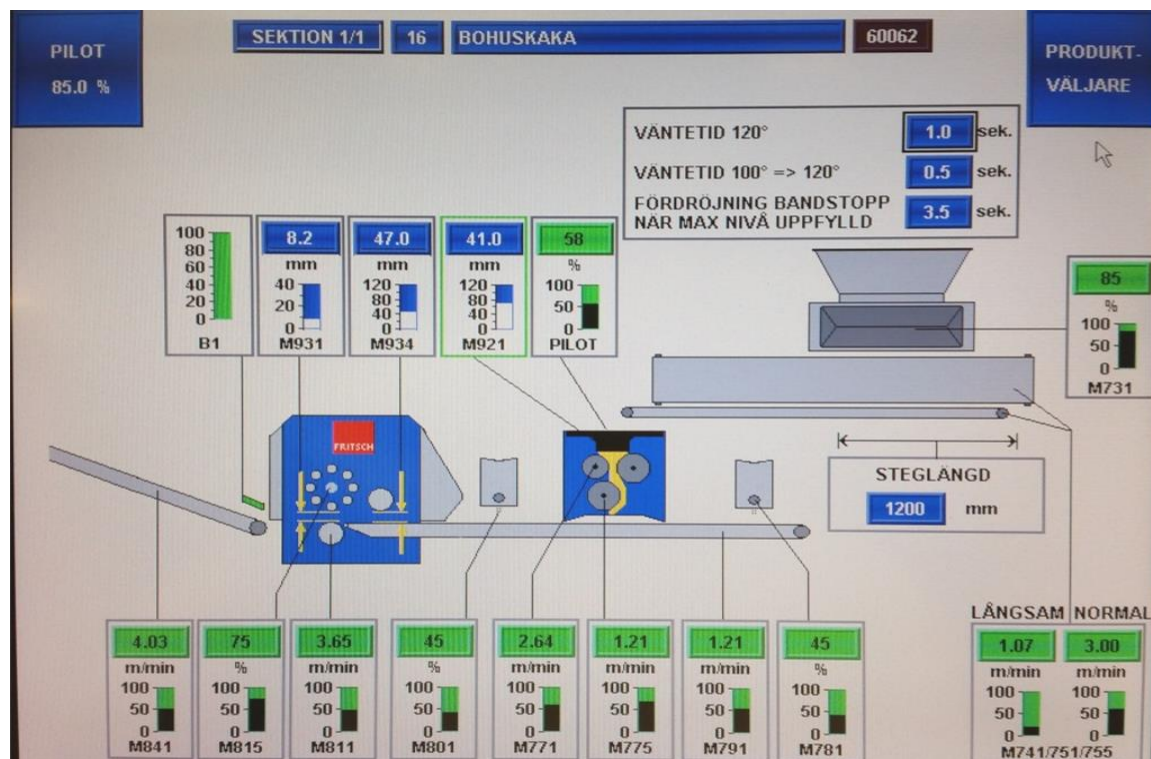
Deguppslagningen formar degen till önskade dimensioner. Den är uppdelat i fem sektioner som sträcker sig från degsalen till ingången av ugnen.

Varje sektion har en strömbrytarknapp med två lägen, driftläge och stoppläge. När knappen vrids till driftläge så blir sektionen också sammankopplad med andra sektioner som är i driftläge. Sektionerna väntar sedan på startknappen. När startknappen trycks så går alla transportband och nästan alla valsverk igång. Vissa bandtransportörer är i drift i minst 1 timma i väntan på att degmattan skall komma fram.

4.1.1 Kartläggning av dötider

Eftersom hela linjen är sammankopplad med hjälp av bl.a. valsverk, mjölfoneringar, fotoceller samt transportband så är den första uppgiften att kartlägga alla delsektioner. Kartläggningen går ut på att identifiera vilka bandtransportörer som är kopplade till fotoceller.

För att kunna kartlägga på enklaste möjliga sätt så måste layouterna från operatörspanelerna skrivas ut. Layouterna ger en detaljerad överblick över alla maskindelar och parametrar som är sammankopplade.



Figur 10. En layout över sektion 1 vid deguppslagningen.

Alla transportband skall identifieras samt vilka kopplingar de har till de olika maskindelarna. När kartläggningen är utförd blir nästa uppgift att mäta hur lång tid det tar för produktionsdegen att passera olika sektioner. En tabell skapas för att underlätta tidmätningssprocessen, se *bilaga 2*. Tabellen innehåller alla delsektioner som degmattan passerar. Delsektionerna i tabellen består dock endast av valsverk och transportband. De röda siffrorna i tabellen visar hur länge en delsektion är i drift i onödan, se *bilaga 2*.

Tidtagningen påbörjas från det att degen har hamnat på den allra första bandtransportören och att linjen sätts i drift med startknappen. Sedan används ”varvknappen” på tidtagaren för att mäta tiden det tar för degen att transporteras till nästa bandtransportör och valsverk. Denna procedur skall fortsättas tills degmattan är i den sista delsektionen, d.v.s. sista transportbandet innan ugnnsbandet.

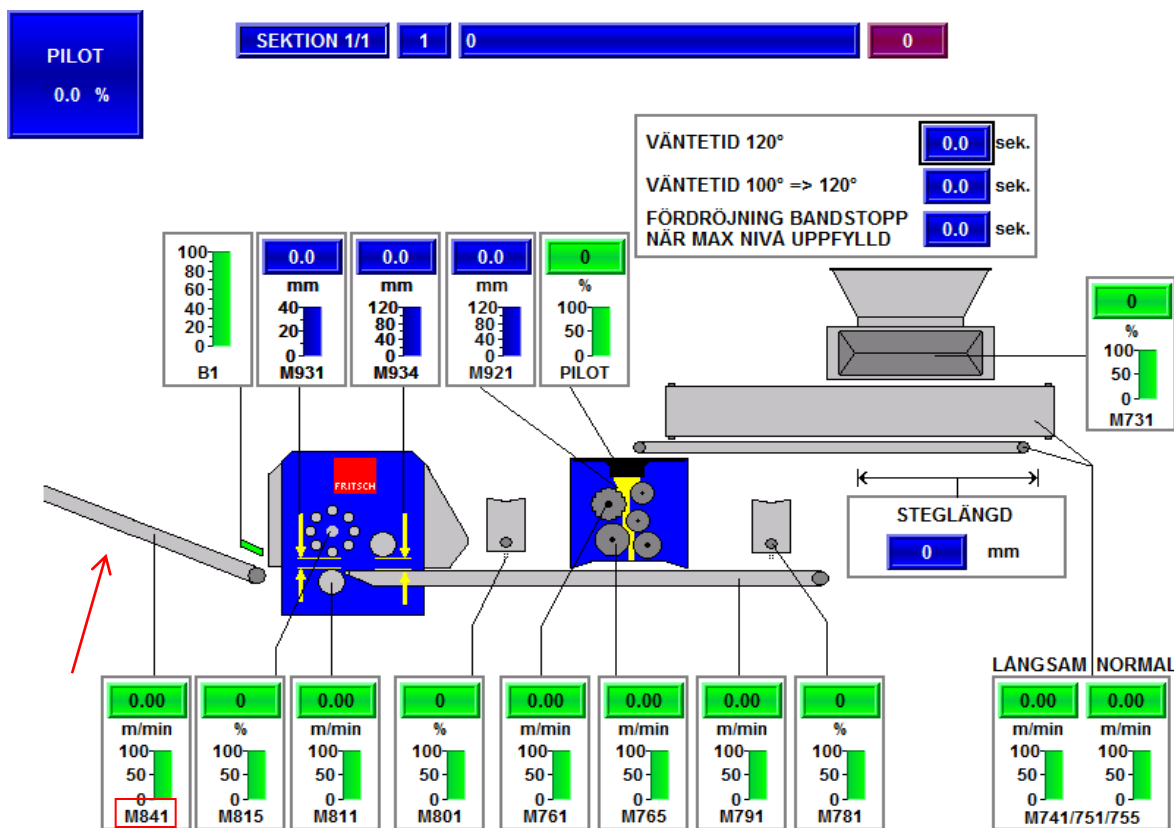
Tiderna används sedan för att räkna ut hur mycket dötid som finns i deguppslagningen, dvs. bland transportband och valsverk.

4.1.2 Energikostnadsberäkning (el)

När alla dötider och kartläggningar är klara så påbörjas energimätningar över deguppslagningen. Mätningarna går ut på att mäta den totala elenergin som deguppslagningen förbrukar. För att få en exakt siffra på förbrukningen så måste mätningar göras via elskåpen.

Eftersom linje 62 är en ganska modern anläggning så kan man läsa av den exakta förbrukningen direkt ur elskåpen via frekvensomriktarna. Anläggningen måste dock vara i drift för att avläsningen skall göras.

Men eftersom linjen har 10-tals frekvensomriktare så måste man veta vilka som skall läsas av. För att göra detta så måste man återigen använda layouterna från operatörspanelen. Frekvensomriktarnas beteckningar hittar man under regleringsparametrar i layouten.



Figur 11. Den röda rutan markerar namnet på den motor som driver bandtransportören med den röda pilen. M841 blir också namnet på den frekvensomriktare som man skall leta efter i elskåpet.

Genom att läsa av frekvensomriktaren och notera det i tabellen så blir beräkningen väldigt enkel att utföra. Frekvensomriktaren visar antal kilowatt som den avlästa maskindelen förbrukar per timme. Sedan måste man ha priset per kilowattimmar som Pågen AB betalar till sin el-leverantör.

Energiförbrukning Uppslagning

Matta/vals	Matta/Vals (Motornummer)	Förbrukning (kw/h)	Kostnad (kr)
Matta under DS	M791	0,11	0,0385
Valshöjd inmatning valsverk 1	M934	0,09	0,0315
Undre vals valsverk 1	M811	0,07	0,0245
Kvartovalsverk valsverk 1	M815	0,45	0,1575
Valshöjd utmatning valsverk 1	M931	0,09	0,0315
Matta efter valserk 1	M841	0,205	0,07175
Matta efter 90°	M861	0,11	0,0385
Matta innan avläggarmattan	M881	0,09	0,0315

Figur 12. Exempel på hur maskindelar har beräknats med hjälp av den framtagna tabellen som finns tillgängligt i bilaga 3.

I kostnadskolumnen så har elpriset multiplicerats med den avlästa maskindelens förbrukning. Energiförbrukningstabellen är framtagen och bearbetad i Microsoft Excel för att underlätta beräkningen.

4.1.3 Framtagning av lösning för en energisnål produktionsprocess

Ett av kraven för lösningsförslagen har varit att produktionen absolut inte får störas. Med det i åtanke så har lösningen som tagits fram varit komplicerad men driftsäker.

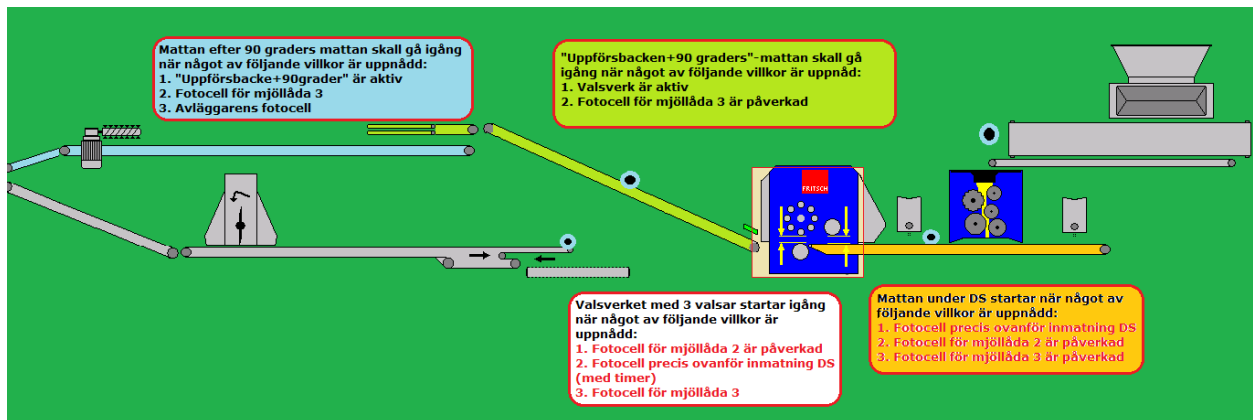
Eftersom problemet i uppslaget låg i att alla delsektioner startades samtidigt, trots att ingen degmatta fanns hos respektive delsektion, så blev lösningen att hitta ett sätt som fick uppslagningens alla delsektioner att starta individuellt istället.

Genom lokaliseringen av alla fotoceller och dess påverkan av anläggningen så har dessa använts för att ta fram lösningen. Uppslagningens PLC-program måste omprogrammeras för att denna lösning skall vara möjlig.

Genom att använda fotocellerna till att trigga igång delsektionerna så får man en uppslagning som startas individuellt efter påverkan av delsektion. Varje fotocell i en delsektion skall ingå i ett så kallad villkor som måste uppfyllas för att delsektionen skall startas eller stängas av. I villkoret så måste det ingå minst två fotoceller för att villkoret skall uppfyllas, d.v.s. delsektionen startas eller stängas av. Detta p.g.a. att man måste ha säkerhetsmarginal ifall någon av fotocellerna skulle sluta fungera.

Med tanke på omfattningen av antalet banor och fotoceller så har den enklaste metoden varit att använda processlayouterna från operatörspanelen. Genom att markera fotoceller som skall ingå i villkoret och sedan markera vilken maskindel som skall startas eller stängas så har layouterna underlättat arbetet mycket.

I bilaga 4 finns ett annat exempel på en layout som användes för att sätta villkoren för trigging av delsektioner. Men den varianten blev svår att följa med tanke på att inga grafiska layouter fanns med. Detta gjorde att det svårt att förstå vilka sektioner som beskrevs.



Figur 13. Layouten visar en sammanställning av vilka villkor som måste uppfyllas innan en delsektion skall startas eller stängas av.

4.2 Ugn

Ugnen gräddar produkterna så att dessa får en färg, smak och utseende som överensstämmer med produktnormen. Ugnen består en s.k. kontinuerlig ugn, d.v.s. att den består av ett band där produkterna hamnar på och transporteras genom fyra sektioner. Eftersom linje 62 har en gasugn så sker uppvärmningen av ugnen ganska snabbt.

Vid varje uppstart startas ugnen med hjälp av en panel. Via panelen kan man ställa in önskad program beroende på vilken produkt som skall bakas.

4.2.1 Kartläggning av dötider

Ugnen brukar startas upp i samband med att operatören påbörjar skiftet. Ibland kan det förekomma provkörningar också som gör att ugnen måste startas upp mitt i skiftet. Men oavsett anledning så brukar ugnen alltid startas upp innan operatören börjar producera degar.

Det första som behövdes göras var att få information om ugnens uppstartsprogram, d.v.s. i vilka sekvenser som den är uppdelad innan börvärdes temperatur uppnås.

Den första sekvensen i programmet är den s.k. ”vädring sekvensen”. Den här sekvensen vädrar ugnen innan brännarna går igång. Vädringen tar ca 5 minuter.

Den andra sekvensen är ”uppvärmningssekvensen”. Här börjar brännarna i zonerna att startas igång successivt. Gasen släpps ut till brännarna för att värmen skall ökas. Uppvärmningen av ugnen tar ca 30 minuter. Därefter är den produktionsklar. Efter uppvärmningen börjar ugnen att gå i tomgång, d.v.s. att den reglerar ärvärdes temperaturen i väntan på att produkterna skall anlända.

Med andra ord så uppstår dötiderna efter uppvärmningen och fram tills att produkterna anländer till ugnsbandet. All dötid innebär onödiga energiförluster som i sin tur leder till onödiga kostnader.

Den totala tiden som ugnen är i tomgång får man fram genom att använda denna formel:

$$\text{Produktankomstid} - (\text{Uppstartstid} + \text{Uppvärmningstid}) = \text{Outnyttjad produktionstid}$$

Exempel:

Ugnens startas upp vid varje skiftstart kl. 18.30. Den totala uppvärmningstiden inklusive vädringen uppgår till 30 min. Produkterna anländer till ugnen kl. 20.40.

Den totala outnyttjade produktionstiden beräknas enligt följande:

$$20.40 - (18.30 + 00.30) = 01.40$$

Ugnen är i drift 1 timme och 40 minuter i onödan.

Det ovanstående exemplet sker varje dag på Pågen p.g.a. att operatörerna är vana vid detta arbetssätt. Men dessa dötider uppstår inte bara vid uppstarter. Ibland glöms ugnen att stängas av efter produktion. I vissa fall har ugnen varit i drift ca 4 timmar efter att produktionen avslutats. All tid som ugnen går i tomgång, med produktionsklar temperatur, är slöseri med energiresurser.

4.2.2 Energikostnadsberäkning

Energiberäkning av ugnen består av el och gasberäkning. Eftersom alla bageriets ugnar, utom en, är kopplade till en gascentral så blev det extra svårt att utföra mätningar. Det första som behövdes göras var att mäta tiden för ugnen att komma upp i produktionstemperatur. Sedan fick en lösning tas fram för att kunna möjliggöra mätningen utan att andra ugnar påverkade resultatet av den totala gasförbrukningen.

Eftersom de flesta linjer avslutar produktionen på fredag förmiddagar som valdes denna tidpunkt för mätning av den totala gasförbrukningen.

Genom att fotografera den centrala gasmätaren innan uppstart så fick man ett startvärde på mätaren. Sedan startades ugnen upp och efter att börvärdestemperaturen var nådd så togs ytterligare ett foto.

Den senare används som referenspunkt för beräkning av tomgångsförbrukningen.

Var femte minut togs en bild på mätaren och efter 20 minuter avslutades mätningen. Genom att jämför resultatet från referensbilden och den sista tagna bilden så fick man fram den totala gasförbrukning som förbrukades under 20 minuter. Tabellen nedan visar uträkningen av totala gasförbrukningen.

Sekvens	Mängd (m ³)
Innan uppstart	7983804,4
Efter uppstart och uppvärmning	7983858,5
5 min efter uppstart	7983865,4
10 min efter uppstart	7983872,0
15 min efter uppstart	7983878,9
Genomsnitt per min	1,0
Totalt (uppstart)	54,1
Totalt per år (363 produktionsdagar)	36384

Tabell 1. Tabell över förbrukningsmängden i ugnen.

För varje minut som ugnen är i tomgång så förbrukas ca 1 m³ gas för reglering av ugnsvärmen. Den totala siffran för årsförbrukningen grundar sig på det nuvarande arbetssättet. Nedanstående figur visar en tidslinje ugnens uppstartsprocess.

Starttid kl:	Driftklar (min):	Deadline kl.	Outnyttjad prod.tid (tim)	Outnyttjad prod.tid (tim per år)
18:30	00:30	20:40	01:40	605.00

Figur 14. Sammanställning över uppstartsprocessen i ugnen.

Deadline avser klockslaget då produkterna måste anlända till ugn. Den totala tiden per år beräknas med 363 dagar och enligt denna formel:

$$\text{Outnyttjad prod.tid (tim)} * \text{antal produktionsdagar} = \text{Outnyttjad prod.tid (tim per år)}$$

Genom att ha en kännedom om förbrukningen så kan den totala gaskostnaden beräknas per år. Eftersom förbrukningen beräknas i kilowattimmar i fakturan som Pågen AB får så måste m^3 omvandlas till kilowatt timmar (kWh). Formel för detta är:

$$\text{antal m}^3 * \text{korrektionsfaktor} * \text{värmevärdesfaktor} = \text{antal kWh}$$

Korrektionsfaktorn sätts till 1 och värmevärdesfaktorn sätts till 11 enligt Dong Energy som är Pågen AB:s naturgasleverantör. Värmevärdesfaktorn visar hur mycket energi en Nm^3 (nomalkubikmeter) gas innehåller och kan variera då den avläses månadsvis.

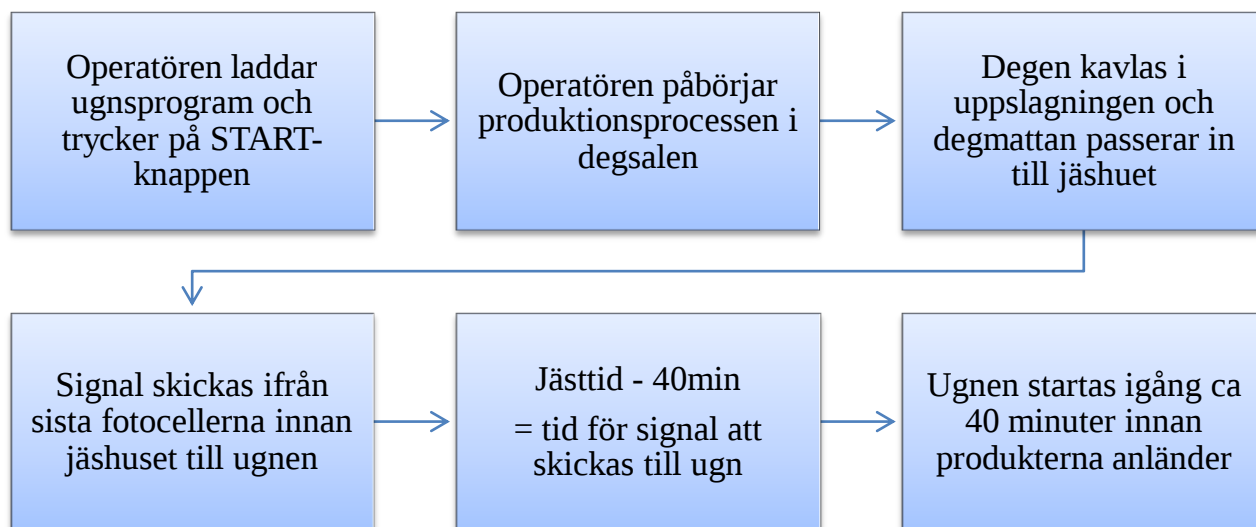
4.2.3 Framtagning av lösning för en energisnål produktionsprocess

Det största problemet i ugnen är att uppstart och avstängningsrutinerna. Dessa måste antingen ändras genom information till operatörer och tekniker eller så måste en teknisk lösning införas. Det första alternativet kan tillämpas direkt, men eftersom vi är människor som kan glömma saker och ting eller ersättas så är det senare alternativet det bästa och mest effektiva.

Eftersom produktionen inte får äventyras så måste den tekniska lösningen vara driftsäker. Med detta menas att ett antal programmeringsvillkor skall införas i ugnens PLC-system så den både startas och stängs av när den ska, d.v.s. minsta möjliga tomgång skall uppnås.

4.2.3.1 Uppstart av ugn

Uppstarten av ugnen skall ske med en fördröjning av påslagningen av brännarna. Dessa skall sättas på med hjälp av ett antal fotoceller ifrån FRITCH-deguppslagningen. Eftersom ugnen endast behöver 30 minuter för att uppnå produktionstemperatur så kan en säkerhetsmarginal på 10 minuter införas. När degmattan har passerat fotoceller innan jäshuset så skall en timer sättas igång. Denna skall i sin tur skicka en signal till ugnens PLC-system där uppvärmningssekvens skall startas igång när produkterna är ca 40 minuter ifrån ugnbandet.



Figur 15. Processlayout över ugnsuppstarten.

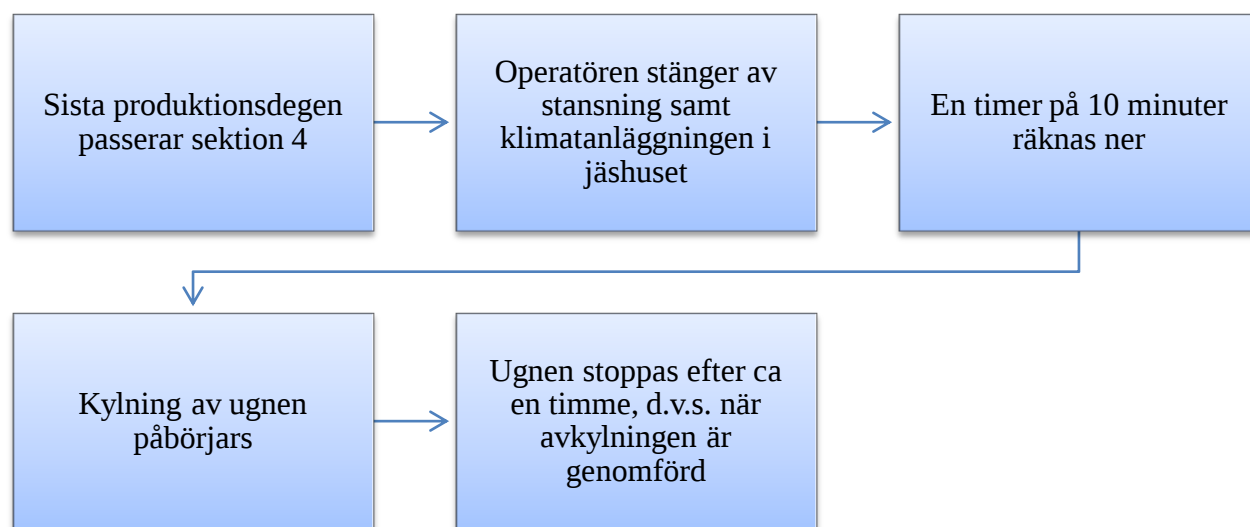
Genom att jästiden subtraheras med 40 minuter kan tiden för timern räknas ut, d.v.s. den tid det tar för ugnen att startas igång.

Men om ugnen skulle t.ex. behövas underhållas så skall det gå att stänga av ”autofunktionen”. En avstängningsknapp för autofunktionen kan t.ex. programmeras in i panelen. När t.ex. ugnen skall underhållas så ska knappen tryckas och då skall den s.k. autofunktionen bli funktionslös. Avstängningsknappen skall då se till så att ugnen ignorerar timer villkoret och startas igång ”som vanligt”. När underhållet är färdigt skall autofunktionen återställas till driftläge.

4.2.3.2 Avstängning av ugn

Efter att produktionen är avslutad så måste ugnen stängas av. Eftersom sortbyte av produkter sker i produktionen så går det inte att förlita sig på endast några fotoceller som skall indikera att produktionen är avslutad.

En lösning är att använda både fotoceller samt klimatpåslagnings funktionen i jäshuset. När produktionen är slut så brukar operatör oftast stänga av klimatet vid sektion 4. Genom att kombinera denna arbetsrutin tillsammans med jäshusets fotoceller så kan en driftsäker stoppfunktion av ugnen skapas.



Figur 16. Layouten över avstängningsprocessen i ugnen.

Villkoret för ugnens avstängning i PLC-programmet skall ändras till följande:

Fotocell vid jäshus ingången skall ej vara påverkad i minst 40 minuter, fotocell efter jäshus ej påverkad i minst 15 minuter och IR-fotocell vid ingång ugn skall ej varit påverkad i minst 10 minuter. När dessa villkor är uppfyllda tillsammans så skall en avstängningssignal skickas till ugnen. Då skall ugnen starta avkylningsprogrammet. På så sätt minskas risken för att ugnen är i drift efter avslutad produktion.

4.3 FRYS

Linje 62 har en så kallad kontinuerlig spiralfrysband med olika program. Efter att produkterna passerat ugnen så är nästa steg att kyla ner de snabbt för att minska mögelrisken samt uppnå rätt kvalitetsnorm. Produkterna passeras genom frysen som har en temperatur på upptill -20°C .

Den nuvarande uppstartsrutinen för linje 62 fryser är att när operatören påbörjar uppstarten av linjen så är den första uppgiften att starta frysen från antingen avstängningsläge eller den s.k. ”Nattlagrings-lägen”. Den sistnämnde är en typ av standby läge där endast ett av åtta aggregat är i drift och att frysbandet startar igång under en minut varje halvtimme. På så sätt sparas en hel del energi samt att minskat maskinslitage uppnås.

4.3.1 Kartläggning av dötider

Det första som gjordes var att mäta tiden för frysen att uppnå produktionstemperatur. En tidtagare användes för uppmätning av tiden. Från det att operatören startar frysen vid avstängningsläge tills att önskad produktionstemperatur är uppnådd, så uppmättes tiden till ca 20 minuter. Vid nattlagringsläge så är temperaturen redan uppnådd och innebär att endast bandet sätts i kontinuerligt driftläge istället för halvtimmes intervaller samt att alla aggregat är i driftläge.

Den nuvarande arbetsrutinen innebär att operatören startar frysen ordinarie tid kl. 18.30. Är frysen i Nattlagringsläge så blir frysen driftklar efter att operatör startar den. Har den varit avstängd under dagen, d.v.s. Avstängnings-läge, så tar den ca 20 minuter för frysen att bli produktionsklar.

Starttid kl:	Driftklar (min):	Deadline kl.	Outnyttjad prod.tid (tim)	Outnyttjad prod.tid (tim/år)
18:30	00:20	20:50	02:00	728

Figur 17. Frysens drifttider.

Den ovanstående är baserad på den nuvarande arbetsrutinen vid ordinarie uppstarts av produktion. Tabellen visar att frysen är i drift ca 2 tim om dagen i onödan enligt nuvarande uppstartsrutiner. Men under vissa dagar så har frysen inte stängs av alls efter produktion. Då har den varit i full drift i mer än 12 timmar under en dag. Men under kartläggningen samt beräkningarna så har dessa stora dötider bortsetts p.g.a. att dessa varit ej konstanta.

4.3.2 Energiomkostnader

Beräkningar av energiomkostnader på linje 62 fryser har varit väldigt komplicerade att utföra. Frysen består av åtta aggregat som jobbar parvis och vid behov av temperatur reglering. Dessutom finns det fläktar, kompressorer, transportband och andra maskindelar i frysen som påverkar förbrukningen.

Det har dessutom förekommit en del ombyggnationer av frysen som invecklat förbrukningsmätningen ytterligare. Det som gick att mäta var komponenterna som fanns inne i fabriken, d.v.s. alla maskindelar utom kompressorerna som fanns på taket. Avläsningen från frekvensomriktarna visar förbrukningen för de ”lokala” maskindelarna.

Men den onödiga förbrukningen kan beräknas enligt följande formel vid efterfrågan och när den totala förbrukningsmängden är uppmätt:

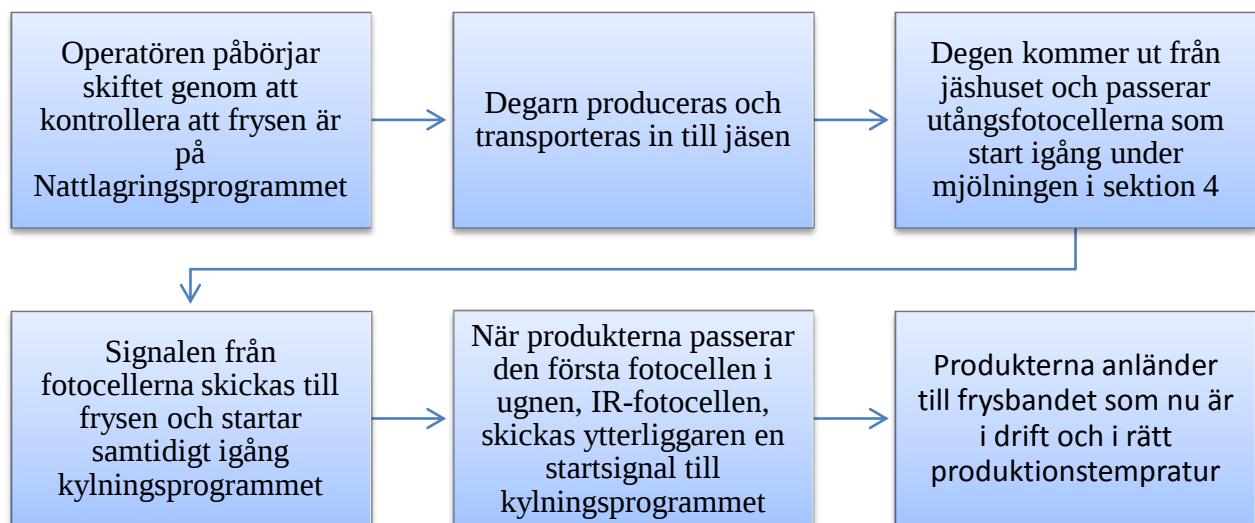
$$\text{Outnyttjad produktionstid (tim/dag)} * \text{Antal produktionsdagar} * \text{Förbrukning (kWh)} * \text{Elkostnad (kr/kWh)} = \text{Total energiomkostnad per år}$$

4.3.3 Framtagning av lösning för en energisnål produktionsprocess

För att få en driftsäker lösning så måste ett par villkor uppfyllas innan frysen startas eller stängs av. Eftersom det redan finns ett energisnålt program i frysen, Nattlagrings program, så kan denna bakas in i lösningen. Genom att kombinera det nuvarande energisnåla programmet och ett antal fotoceller så kan en driftsäker uppstart och avstängningsrutin skapas.

4.3.3.1 Uppstart av frys

Frysen kommer att startas upp med hjälp av fotoceller ifrån utgången av jäshuset samt ugnens IR-fotocell. Dessa fotoceller skall vara startsignalen för frysen. När dessa påverkas så skall Nattlagringsprogrammet ändras tills Kylningsprogrammet. Uppstartsprocessen kan beskrivas enligt följande:



Figur 18. Layouten visar en sammanställning av vilka villkor som måste uppfyllas innan en delsektion skall startas eller stängas av.

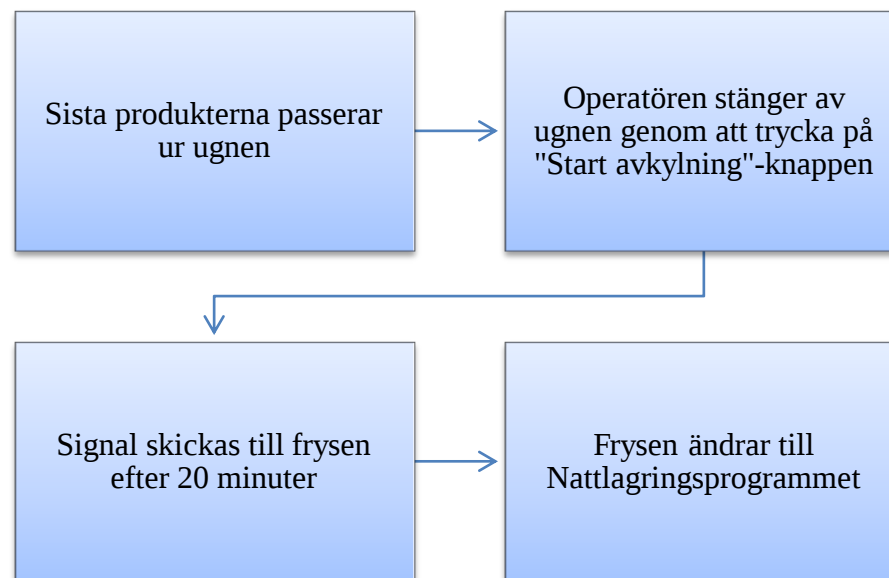
Villkoret för frysuppstarten i PLC-programmet skall ändras till följande:

Fotocell efter jäshus skall vara påverkad och IR-fotocell vid ingång ugn skall vara påverkad. När båda eller någon av dessa villkor är uppfyllda så skall en signal skickas till frysen där den ändrar program till ”Kylning”.

4.3.3.1 Avstängning av frys

Eftersom frysanläggningen oftast glöms av så är den bästa lösningen att koppla den till ugnen. När produktionen är slut i ugnen och ugnen stängs av så skall frysen ändras till Nattlagringsprogrammet efter ca 20 minuter. Brödet hinner transporteras ut från frysen innan programmet startar igång eftersom frystiden är 11-18 minuter beroende på produktsort. Nattlagringsprogrammet har skapats utefter leverantörens anvisningar. Den är väldigt energisnål och minskar risken för mögelbildning i anläggningen då ett kallt klimat alltid erhålls.

Avstängningsprocessen kan beskrivas enligt följande figur:



Figur 19. Layouten visar lösningsförslag över avstängningsprocessen.

Villkoret för frysavstängningen i PLC-programmet skall ändras till följande:

Fotocell efter jäshus skall inte vara påverkad i minst 10 minuter och IR-fotocell vid ingång ugn skall inte vara påverkad i minst 10 minuter. När båda eller någon av dessa villkor är uppfyllda så skall en signal skickas till frysen där den ändrar program till "Kylning".

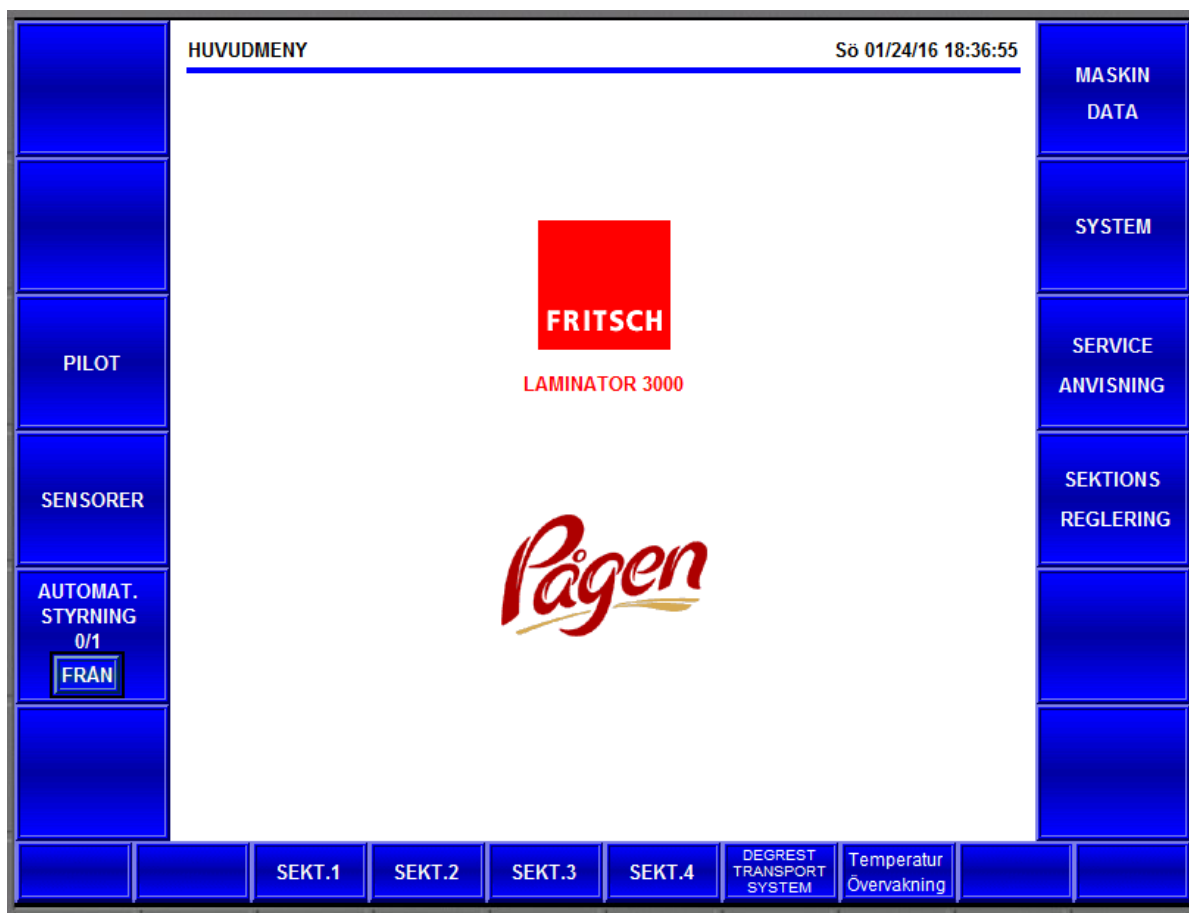
5 Övergripande lösning

För att komplettera alla lösningar som har tagits fram i föregående kapitel så behövs en övergripande lösning också. Den går ut på att operatören skall arbeta energisnålt med en driftsäker produktion. Det sist nämnda syftar på att tillämpa dellösningarna men utan att produktion och leveranssäkerhet påverkas. För att uppnå detta så krävs att par hjälpverkytg.

5.1 Övervakningslayout

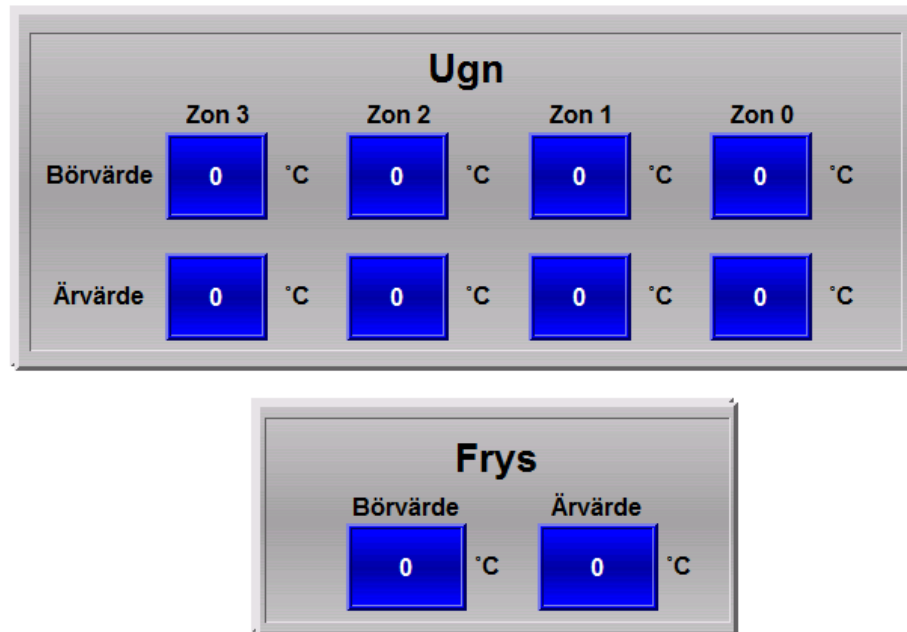
I dagsläget måste operatören gå eller cykla ner till ugnen och frysen, som är ca 100 meter bort ifrån deguppslagningen, för att kontrollera ugn och frystemperatur. Men genom att skapa en övervakningslayout över båda temperaturen och infoga layouten i deguppslagningspanelen så kan övervakning ske ifrån distans. På så sätt får operatören en total överblick över viktiga produktionsparametrar.

Eftersom de flesta paneler på linje 62 är skapade med hjälp av programmet E-designer så har den också använts för att skapa temperaturövervakningslayouten. Layouten visar börvärdes och ärvärdes temperaturer över frysen och ugnen.



Figur 20. Layouten som skall implementeras i deguppslagningspanel. Det som har tillkommit är "Temperatur Övervakning"-knappen. När denna trycks in så skall figur 18 komma fram.

FRITSCH

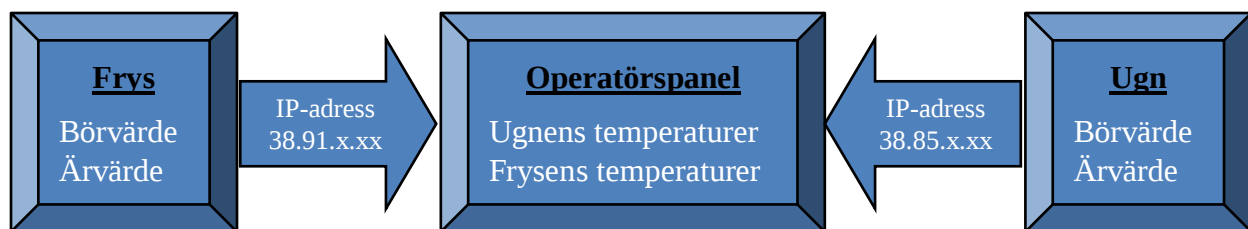


Figur 21. Ovanstående figur illustrerar temperaturövervakningen över frys och ugn. Frysens samt varje zon i ugnen skall visa är och börvärdes temperaturer.

Ovanstående figurer skall infogas i operatörspanelen som är närmast degsalen. På så sätt får operatören total överblick över hela linjen utan att behöva cykla eller gå fram och tillbaka för att övervaka temperaturerna.

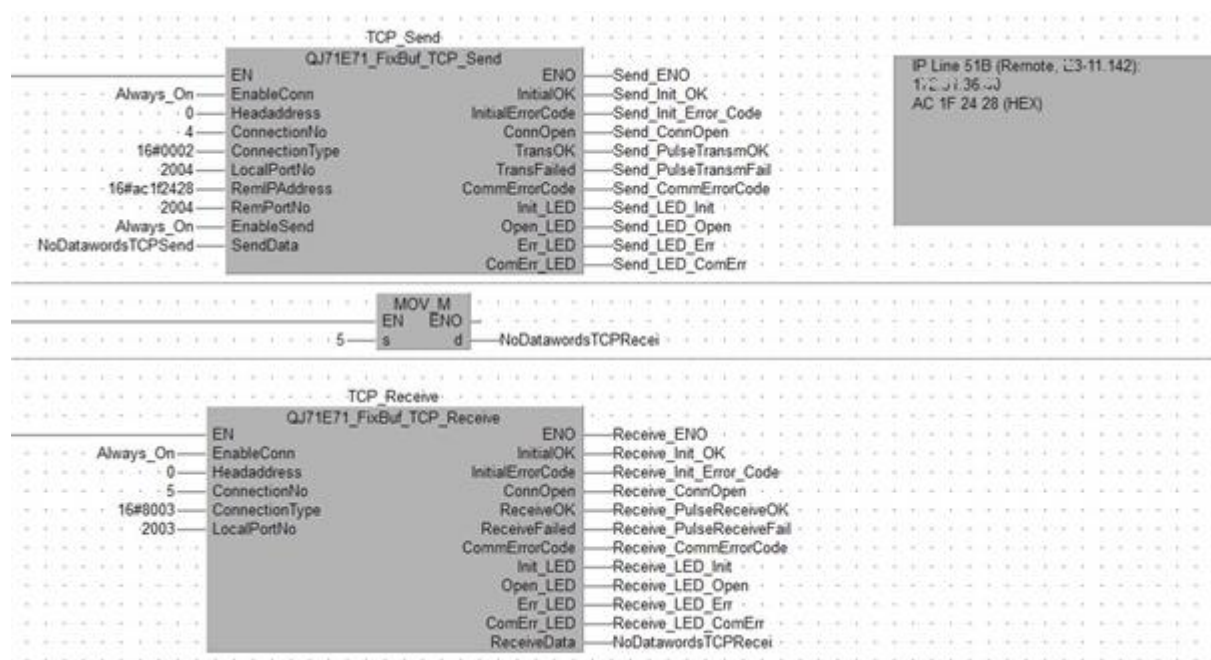
5.1.1 Kommunikation mellan sektioner

För att kunna se produktionsparametrar från ugnen och frysen i uppslagspanelen så krävs det kommunikation mellan PLC-systemen för att erhålla data. Eftersom avståndet mellan sektionerna är stort så är kabeldragning inget alternativ för kommunikationsförbindelse mellan sektionerna. Men tack vare dagens programmeringsteknik så behövs inga kablar för att skapa en kommunikation mellan sektionen. Istället kan man programmera med hjälp av nätverkssignal. Genom att använda IP-adress från önskad panel så kan kommunikation ske från distans utan några kabeldragningar. Alla produktionslinjer i fabriken har någon form av uppkoppling via nätverk. På så sätt blir kommunikationsförbindelsen möjlig att genomföra.



Figur 22. Med hjälp av IP-adressen från fryspanelen så kan data transporteras via nätverket till önskad panel och PLC-system. På så sätt slipper man onödiga kabeldragningar som tar både utrymme samt resurser.

Tack vare färdiga funktionsblock kan så kan programmeringen utföras snabbt. Nedan visar hur färdiga nätverks funktionsblock kan användas.



Figur 23. Ovanstående figur visar hur det kan se ut när nätverksblock används i programmeringsspråk. Exemplet är taget från en paketeringslinjes påsmaskin där kommunikationen sker via nätverk.

5.2 Informationsstyrning och arbetsinstruktioner

För att jobba klimatsmart så krävs det att alla är med. Ledare, operatörer och tekniker måste ha kännedom om energiåtgången som linjen förbrukar när den inte producerar. För att göra detta så kan man exempelvis sätta upp informationsblad på berörda sektioner där det framgår hur mycket det kostar att ha en linje i drift när det inte är någon produktion. Annat alternativ är att ha utbildningar några gånger per år där berörda får utökad kompetens på hur man kan jobba klimatsmart.

Men för att kunna föra vidare informationen till nya medarbetare så krävs det att arbetsinstruktioner utformas med energisnålhet i åtanke. Det kan t.ex. vara ändring av arbetsinstruktioner för uppstart av linje. Då skall det framgå hur och när maskiner skall startas för att dötiderna skall vara så minimala så möjligt.

Arbetsinstruktionerna skall uppdateras och användas varje gång en ny operatör skall utbildas på linjen.

6 Slutsats

I detta kapitel kommer resultatet av förbättringsförslagen att redovisas. Resultaten innefattar ekonomiska och praktiska resultat. Dessutom besvaras frågorna som ställdes innan arbetet påbörjades.

6.1 Ekonomiskt resultat

Arbetet delades in i tre områden, deguppslagning, ugn och frys. Innan arbetet påbörjades fanns ingen kännedom om hur mycket energi som förbrukades under dötiderna och hur mycket det kostade företaget. Det område som stack ut mest var ugnen och dess gasförbrukning.

Genom att inte starta ugnen för tidigt så kan en hel del besparingar göras. För att få en ungefärlig siffra på hur mycket man sparar genom att starta i tid så användes de senaste fakturorna som företaget har fått. Enligt fakturan så betalar Pågen AB ca 7,83kr/Nm³ för sin gasförbrukning. Detta inkluderar koldioxidskatt och moms. Men för att inte krångla till beräkningar så har dessa inkluderats. Beräkningen den totala besparingen är baserad på följande data:

Starttid kl:	Driftklar (min):	Deadline kl.	Outnyttjad prod.tid (tim)	Outnyttjad prod.tid (tim per år)
18:30	00:30	20:40	01:40	605.00

Figur 24. Ugnen drift och uppstartstider.

- Ugnen startas minst 1 timma och 40 minuter för tidigt varje produktionsdag.
- Detta ger ca 605 timmar onödigt drift per år.

Sekvens	Mängd (m ³)
Innan uppstart	7983804,4
Efter uppstart och uppvärmning	7983858,5
5 min efter uppstart	7983865,4
10 min efter uppstart	7983872,0
15 min efter uppstart	7983878,9
Genomsnitt per min	1,0
Totalt (uppstart)	54,1
Totalt per år (363 produktionsdagar)	36384

- Den totala mängden gas som förbrukas under tomgången är 36 384 m³/år.
- 36 384 m³ ger 36 384 Nm³ vid standardtryck och temperatur.
- Kostnaden för Pågens gasförbrukning är ca 7,83kr/Nm³
- 7,83 x 36 384 = 284886,72 kr

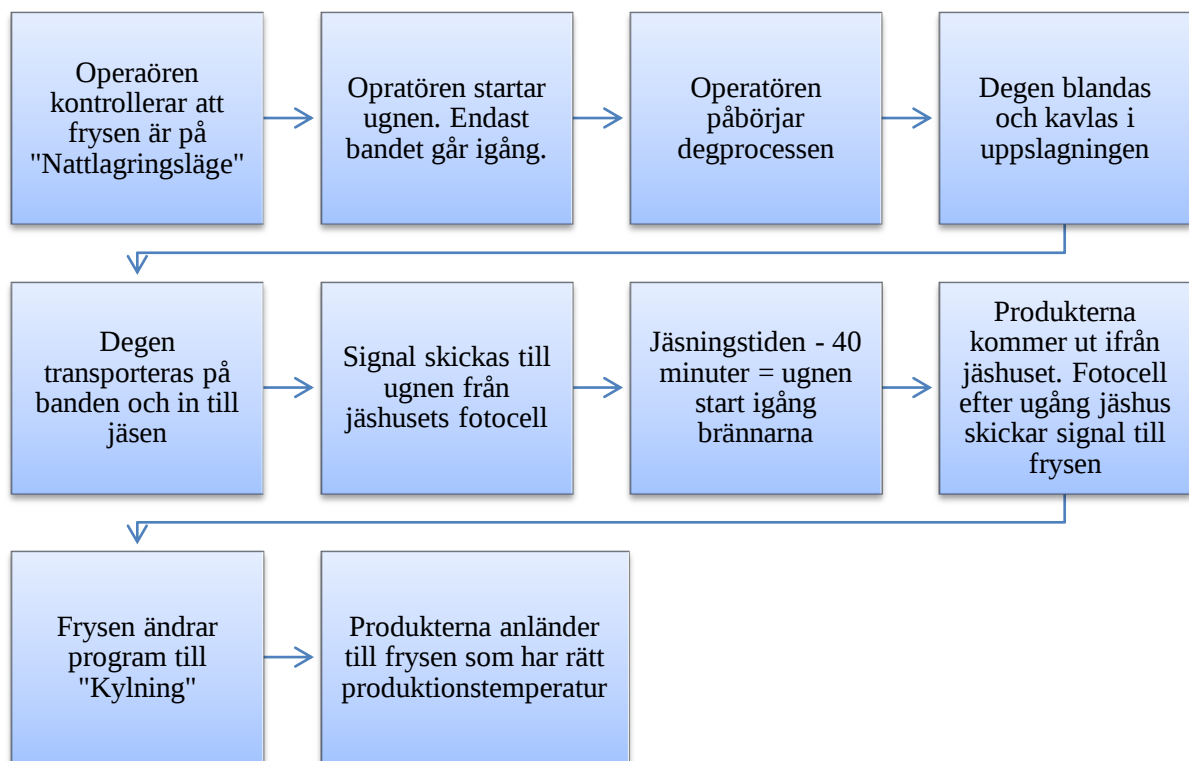
Genom att inte starta L62 ugn för tidigt så kan man spara ca **285 000 kr** per år i gasförbrukning. Men eftersom den totala besparingen är beroende av de statliga skatterna så som energiskatten och koldioxidskatten så kommer eventuella skattehöjningar att leda större besparingar.

6.1.1 EL-resultat

Linje 62 är en ganska moderna och energisnål linje. Maskindelarna som används på linjen är väldigt energisnåla enligt avläsningarna från frekvensomriktarna. Men elberäkningarna var ändå väldigt svåra att beräkna p.g.a. maskinparkens utspridning. En exakt siffra på den totala elen kunde därför inte beräknas. En annan anledning till varför elberäkningen inte tagits med är p.g.a. en väldigt liten besparings potential.

6.2 Praktiskt resultat

Genom att kombinera den tekniska lösningen med den mänskliga, d.v.s. ändra arbetsrutiner, så det praktiska resultatet blivit enligt processlayouten nedan:



Figur 25. Processlayout över det praktiska resultatet som innefattar både den tekniska lösningen samt den mänskliga.

6.3 Projektsyftet

I detta underkapitel skall frågorna, som ställdes i början av projektet, besvaras. Frågorna var följande:

- Kan produktionslinjen baka bröd på ett klimatsmart sätt utan att produktionen störs?

Svar: Ja, det kan den göra. Men för att kunna uppnå en klimatsmart bakning så gäller det att den tekniska samt den mänskliga lösningen kombineras tillsammans. På så sätt får man en helhetslösning som kompletterar varandra vid eventuella störningar som uppstår.

- Är dötiderna lönsamma att eliminera eller behövs de för att säkerställa en driftsäker produktion?

Svar: Både ja och nej. När det kommer till ugnen på linje 62 så sparar företaget ca 285000 kr varje år på att minska dötiderna i ugnen. Detta p.g.a. gasens kostnad.

Men när det kommer till uppslagningen samt frysen så visade beräkningarna att det inte var mycket att spara varje år. Därför tycker jag att det inte värt all möda att omprogrammera en hel linje för att spara några tusenlappar i elkostnad.

- Hur påverkas operatören av en klimatsmart produktionslinje? Blir operatören mer effektiv av de nya funktionerna?

Svar: En komplett studie fanns inte tillgänglig för att besvara den psykologiska påverkan hos en operatör. Men eftersom jag själv har jobbat på den linjen i mer än fem år så kan jag utifrån min egen erfarenhet säga att en klimatsmart linje med dess tekniska hjälpverktyg hade säkerligen underlättat mitt arbete under mina fem år samtidigt som en stor summa hade sparats under dessa år, $5 \times 285000 =$ ca 1.42milj kronor hade sparats under dessa år.

- Hur påverkas de mekaniska delarna på produktionslinjen av att vara i drift när ingen produktion sker?

Svar: P.g.a. bristfällig dokumentation samt information från leverantör så blev svårt att mäta maskinpåverkan. Men istället frågades underhållsledarna på företaget om maskinslitage på linjen. Enligt de så är det inte bra att vissa maskindelar startas och stoppas allt för ofta i korta intervall. Utrustningen kan gå sönder.

Men vissa maskindelar, exempelvis frysbandets livslängd förkortas om den är i drift i onödan. Tack vare den moderna utrustningen på linjen så kan t.ex. bandtransportörer inte vandra snett. Detta tack vare moderna styrningssystem.

6.4 Svårigheter med arbetet

Arbetet fördröjdes p.g.a. ett par faktorer. En av de var situationen på företaget, omorganisationer samt tekniska arbeten och underhåll ledde till att exempelvis beräkningar och verkliga tillämpningar inte kunde genomföras. Detta ledde till att mätningar och beräkningar inte kunde genomföras med noggrannhet.

6.5 Framtida tankar

Med facit i handen efter detta arbete så kan man med stor sannolikhet spara pengar på linje 62. Eftersom linjen är relativt modern och energisnål så har besparingen ändå varit lagom ”liten”. Men med tanke på andra linjer som finns i fabriken och som är lite äldre samt mer energikrävande så tror jag att de eventuellt skulle ge ännu högre besparingar om samma optimeringsmetod användes. Detta tror jag kommer att leda till stora besparingar i hela fabriken.

Referenser

1. Energigas Sveriges teknik kommitté. (2007) Gasmätning -Anvisningar för den svenska energigasbranschen
<http://www.energigas.se/Publikationer/~media/E0F8755954CD4A6BA7CDB05CD534040C.ashx> [Hämtad 2016-02-13]
2. Petruzella, F.D.P. (2011) PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS Fourth Edition. [Elektronisk] New York, McGraw-Hill.
3. Pågen AB. (2016) Vår historia. www.pagen.se/om-pagen/pagens-historia. (2016-02-13)
4. ÖRESUNDS KRAFT. (2016) Omräkning till kWh.
<https://www.oresundskraft.se/foeretag/produkter-tjaenster/gas/gasnaetpriser/omraekning-till-kwh/>. (2016-02-13)
5. Wikipedia. (2016) IEC-61131-3.
<https://sv.wikipedia.org/wiki/IEC-61131-3>. (2016-02-13)

BILAGA 1

FÖRETAGSBESKRIVNING

Pågen AB är Sveriges ledande bageri. Företaget har 1400 medarbetare en runt om i Europa och omsätter ca 2,6 miljarder SEK. Av Pågens ca 1 400 medarbetare arbetar mer än 700 i bagerierna, ca 200 på tjänstemannasidan och cirka 350 som säljare.

Huvudkontoret är beläget i Malmö och produktionen sker vid företagets två bagerier, i Malmö och Göteborg. Bagerierna producerar och distribueras nybakat bröd ut över Sverige sex dagar i veckan, året om. Distributionen sker till alla nordiska länder samt ett flertal europeiska länder.

Pågen AB historia

Bagartraditionen började redan 1878 av Anders och Matilda Pålsson A. på Tallgatan i Malmö. När familjen Pålsson inte fick sälja bröd i de befintliga mjölkbutikerna startade de själva ett antal butiker. I början av 1900-talet började familjen Pålsson att distribuera sitt bröd i deras egna butiker.

På 1920-talet utökade Familjen Pålsson sin verksamhet. Sonen Frans Pålsson övertog Majornas Ångbageri i Göteborg med anor från 1895.

Från att ha varit ett lokalt bageri i Malmö blev Pålssons Bageri, under 1960-talet, ett nationellt bageri med en distributionskedja som sträckte sig över hela Sverige. Bageriet blev inte bara störst i Sverige, utan också ett av Europas modernaste och största.

Den nya stora marknaden började ställa allt högre krav på Pålssons Bageri. Detta ledde till att man började eftersöka ett nytt namn. Pålssons Bageri blev då Pågen, som betyder pojke på skånska.

Göteborgsbageriet

Året var 1895 då en man vid namnet Carl E. Segerdahl grundade Majornas Ångbageri. Efter ca 33 år köptes bageriet upp av Frans Pålsson, son till Anders och Matilda Pålsson. Efter ca fem år tog Lars Pålsson, son till Frans Pålsson, över Majornas Ångbageri. Detta skedde mitt under depressionen då bröd kostade så lite som fem öre. Men folket hade inga pengar till varken bröd eller bakelser. Frans Pålsson skall då ha sagt att det inte kunde bli värre än vad det redan var och att Lars kunde få testa på att leda bageriet. Det visade sig senare vara ett klokt beslut och Lars fick ekonomin att blomstra igen.

Pålsson utökade familjens verksamhet ytterligare genom att, år 1958, köpa upp Göteborgs största bageri, Olof Askunds Ångbageri. Det nya bageriet blev då dotterbolag till Majornas Ångbageri och bägge gick under namnet Pååls Bröd AB.

För att kunna bedriva den utökade verksamheten byggde Pååls ett nytt större bageri i Högsbo i sydvästra Göteborg. Hönökakan och Roast'n Toast är två av de mest kända produkter som framtagits av Pååls Bröd och är än idag storsäljare.

Sammanslagningen av bagerierna

Efter Frans Pålssons död övertog sönerna bägge bagerierna. Tor Pålsson övertog Malmöbageriet och Lars Pålsson Göteborgsbageriet. Men så småningom kom det att bli en ägare över hela verksamheten. Lars sålde sitt bageri till Tor på 1970-talet för att ägna sitt liv åt sin religiösa tro.

Verksamheten var nu helt styrd från Malmö och år 2000 bestämde man sig för att för att lägga ner Pååls Bröd AB. Istället skulle Göteborgsbageriet sammanslås med Malmöbageriet och där bägge skulle gå under namnet Pågen AB.

Dessa kolumner beskriver delsektioner, t.ex. lokala valsverksbeteckningar, bandtransportörer etc.

	Tid		Tid		Tid		Tid		Tid
(1) 8597 Bandtransportör före DS		(2) 8600 Bandtransportör under DS		(3) 8602 In/utmätning Sathuvud		(4) 8764 Bandtransportör före degcentering			
	00:01:20		00:01:24		00:02:44		00:00:26		00:00:55
(5) 8659 Bandtransportör 90°		(6) 8660 Bandtransportör i centering		(7) 8663 Bandtransportör 55		(8) 8606 Avläggare			
	00:04:05		00:04:22		00:05:25		00:00:13		00:00:53
(9) 8765 Bandtransportör 1 före satellitkavlare 2		(10) 8610 Inmätning Sathuvud		(11) 8610 Satellitkavlare 2 (utmätning sat)		(12) 8609 Bandtransportör före Satellitkavlare 2		(13) 8612 Tvärvals 1 Sektion 2	
	00:01:55		00:00:26		00:08:52		00:00:12		00:00:22
(16) 8613 Tvärvals 2 sektion 2		(17) 8618 Kalibreringshuv. 1		(18) 8617 Transportband Under Kalibr. 1		(19) 8620 Kalibreringshuvud 2		(20) 8622 Bandtransportör efter Kalibr.huvud 2	
	00:09:34		00:10:24		00:10:30		00:00:21		00:10:58
	00:00:50		00:00:06		00:00:06		00:00:07		00:01:19
Jäshus Sektion 3									
(21) 8646 Centeringsbord efter jäshus		(22) Matta under nagg		(23) 8648 Rundrullare		(24) Rembord		(25) Matta under stans	
	00:00:14		00:00:23		01:06:54		00:00:06		01:07:00
(26) Matta efter stans +Returbana under		(27) 8665 Restdeg 3 +Smalbana resideg+ Matta under 8665		(28) 8657 Degcenteringsbord "Avläggare" + Liten restbana mot OP					
	01:06:17		01:06:31		01:06:54		00:00:13		01:07:13
	00:00:04		01:07:47		00:00:10		01:07:57		
Totaltid: 01:07:57									

Tidtagningar över valsar och banor L62

BILAGA 3

Energiberäkning för deguppslagningen (kwh/h)

Matta/vals	Matta/Vals (Motornummer)	Förbrukning (kwh)	Kostnad (kr)
Matta under DS	M791	0,11	0,0385
Valshöjd inmatning valsverk 1	M934	0,09	0,0315
Undre vals valsverk 1	M811	0,07	0,0245
Kvartovalsverk valsverk 1	M815	0,45	0,1575
Valshöjd utmatning valsverk 1	M931	0,09	0,0315
Matta efter valsverk 1	M841	0,205	0,07175
Matta efter 90°	M861	0,11	0,0385
Matta innan avläggarmattan	M881	0,09	0,0315
Kniv innan avläggaren	M891	0,03	0,0105
Avläggarmattan	M901	0,15	0,0525
Matta under avläggaren	M1241	0,04	0,014
Matta innan valsverk 2	M1251	0,07	0,0245
Valshöjd inmatning valsverk 2	M1514	0,09	0,0315
Undre vals valsverk 2	M1271	0,08	0,028
Kvartovalsverk valsverk 2	M1275	0,35	0,1225
Valshöjd utmatning valsverk 2	M1511	0,09	0,0315
Matta under valsverk 2	M1301	0,09	0,0315
Valshöjd utmatning valsverk 3	M1517	0,09	0,0315
Tvärvals valsverk 3	M1332	0,09	0,0315

Valshöjd inmatning valsverk 4	M1521	0,09	0,0315
Undre vals valsverk 4	M1341	0,22	0,077
Övre vals valsverk 4	M1351	0,09	0,0315
Övre returdegsbana 1	M1371	0,09	0,0315
Undre returdegsbana 1	M1381	0,05	0,0175
Valshöjd inmatning valsverk 5	M1524	0,09	0,0315
Undre vals valsverk 5	M1391	0,09	0,0315
Matta innan valsverk 6	M1411	0,1	0,035
Valshöjd inmatning valsverk 6	M1527	0,09	0,0315
Undre vals valsverk 6	M1431	0,08	0,028
Matta innan jäshus	M1441	0,17	0,0595
Returdegsmatta innan jäs	M1461	0,03	0,0105
Returdegsmatta innan jäs	M1451	0,08	0,028
Centreringsmatta efter jäshus	M2242	0,09	0,0315
Matta under centrering	M2262	0,09	0,0315
Rundrullar/Kniv	M2272	0,09	0,0315
Rundrullar/Kniv	M2282	0,09	0,0315
Undre returdegsmatta under rembord	M2311	0,17	0,0595
Övre returdegsmatta under rembord	M2321	0,08	0,028
Rembord	M2306	0,03	0,0105
Matta under stans	M2332	0,09	0,0315
Matta efter stans	M2411	0,16	0,056
Matta efter returdeg nedsläpp	M2471	0,23	0,0805
Returdegsmatta "backe"	M2421	0,19	0,0665
Returdegsmatta 1 efter "backe"	M2431	0,13	0,0455

Returdegsmatta 2 efter "backe"	M2441	0,09	0,0315
Returdegsmatta 3 efter "backe"	M2451	0,12	0,042
Avläggarmattan innan ugn	M2501	0,28	0,098
Total förbrukning (kWh/h)		5,585	1,95475
Summa (kr/år)		2032,94	711,529

BILAGA 4

Villkor för start av sekvenser i deguppslagning

