Gamybinių įmonių skaitmeninė transformacija: technologinio ir energetinio efektyvumo didinimas

dr. Vytautas Šiožinys

2022-02-11

Turinys

- ✓ Skaitmeninis dvynys – kas tai yra?
- ✓ Kuo skiriasi monitoringas nuo skaitmeninio dvynio?
- ✓ Kokias problemas sprendžia skaitmeninis dvynys įmonėje?
- ✓ Kaip žinoti ar įmonei reikia skaitmeninio dvynio?
- ✓ Skaitmenizacijos žingsniai
- ✓ Atvejų analizė

Apie

Energy Advice - tai inžinierių, analitikų bei programuotojų komanda, **vystanti ir diegianti** technologinį našumą ir energetinį efektyvumą didinančias **IT** sistemas **energetiškai imliausiuose sektoriuose**.

Mūsų misija - padėti įmonėms pasiekti CO2 emisijų mažinimo tikslus.

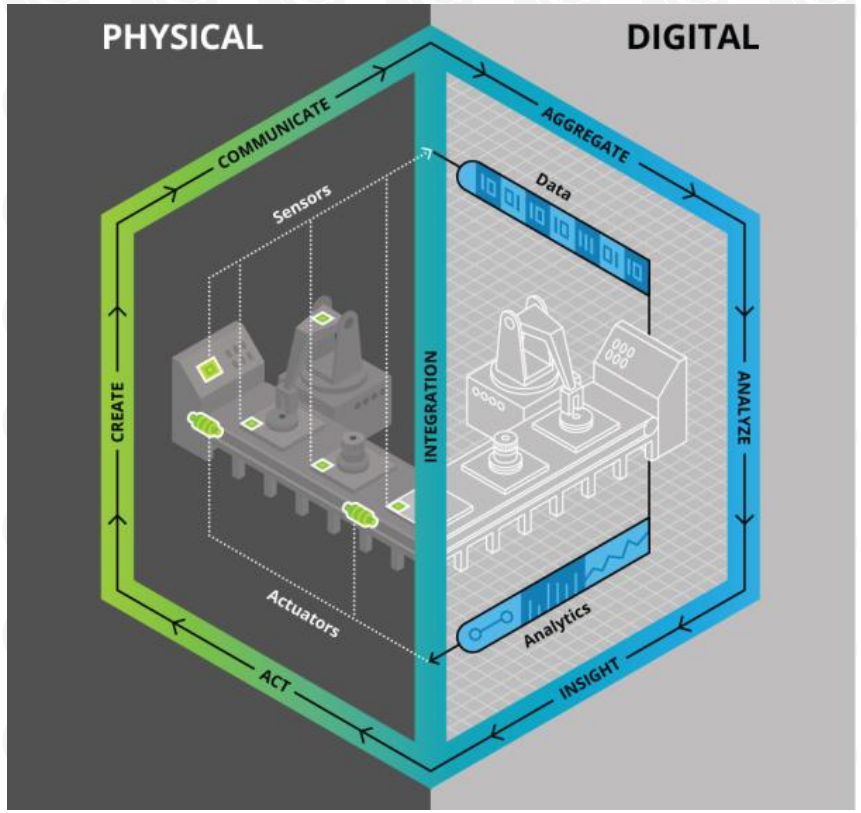
EA-SAS Ventilation EA-SAS Boiler EA-SAS Cooling EA-PSM Hydraulic EA-PSM Electric Energy ADVICE | EA-SAS

Skaitmeninis dvynys

- ✓ Skaitmeninio dvynio sąvoką pasiūlė Mičigano universiteto profesorius **Michael Grieves** 2002m.
- ✓ Skaitmeninio dvynio technologija buvo pristatyta kaip įrankis, kuris apdorodamas realiame laike duomenis sukurtų vertę produkto kūrimo grandinėje, sistemose, ar turto valdyme.

Skaitmeninis dvynys

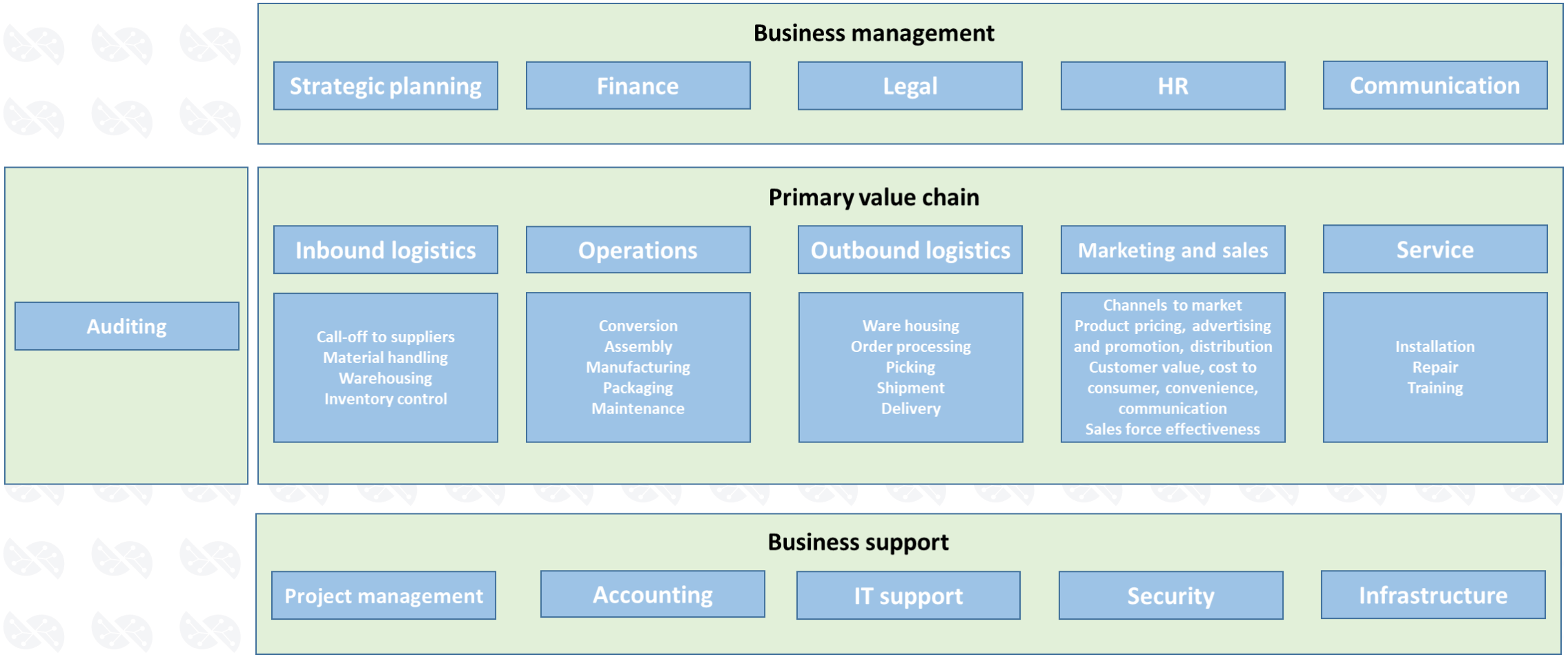
- ✓ Skaitmeninis dvynys – tai proceso matematinė kopija, kuri realizuota skaitmeniniame formate, pvz debesyse (anglų k. Cloud).
- ✓ Procesai gali būti: technologinis procesas, logistinis, žmogaus elgsenos ir tt.



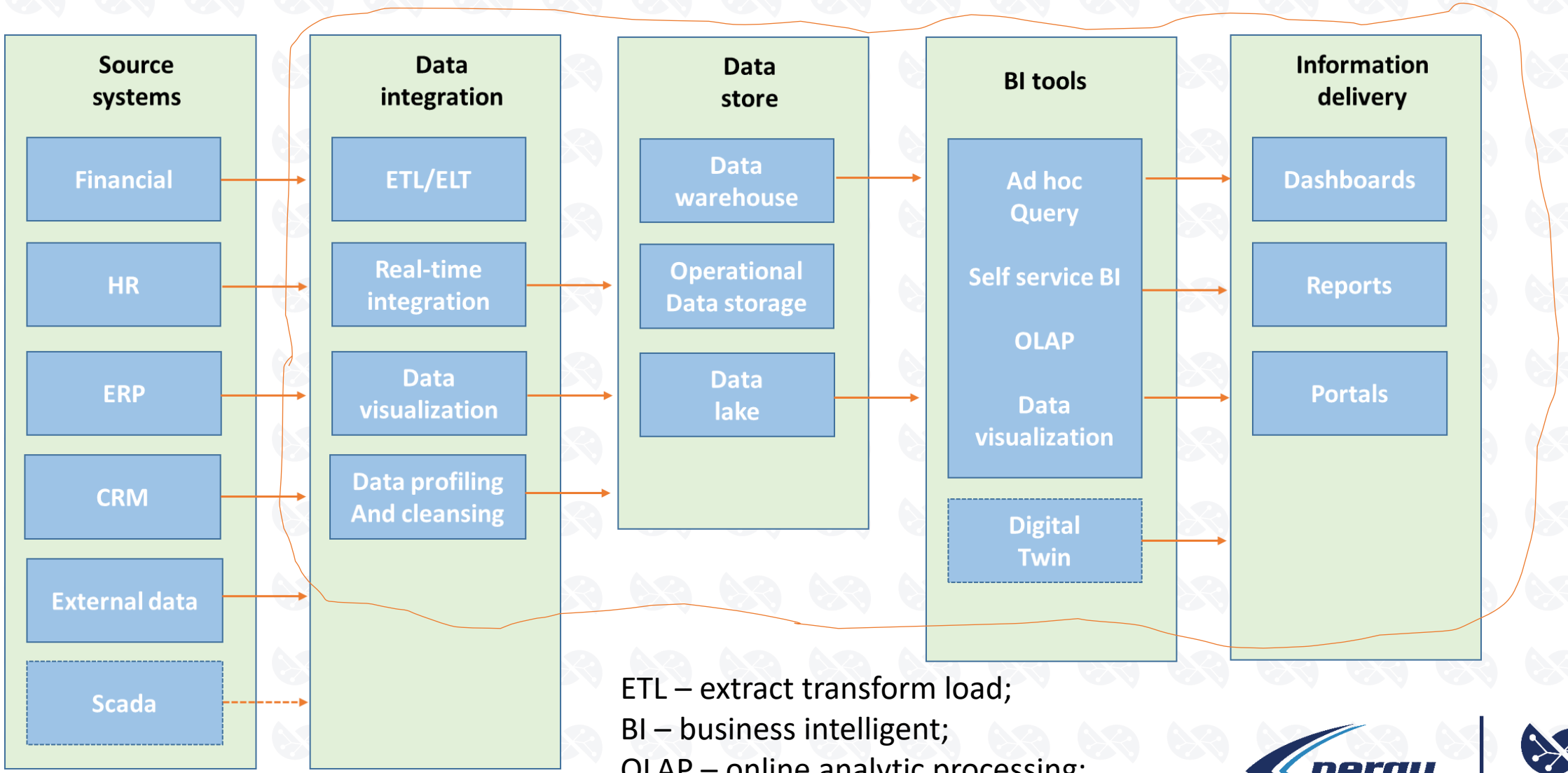
- ✓ Skaitmeninis dvynys gali būti pritaikytas aprašant bet kokį pramonės įmonės procesą, inžinerinę sistemą ar įrenginį, pavyzdžiui:
- ✓ **Inžinerinėms sistemoms** – šaldymo, ventiliacijos, suspausto oro.
- ✓ **Įrenginiams** – biokuro katilas, dujų katilas, stiklo lydymo krosnis, popieriaus gamybos mašina, ekstrūderiai.
- ✓ **Gamybos procesams** – distiliacijos, grūdų daiginimo, džiovinimo (grūdų, medžio, medžio plokščių, pieno miltų), malimo, šalto, karšto spaudimo, PET granulių ir kita.

Energy ADVICE | EA-SAS

Verslo valdymas

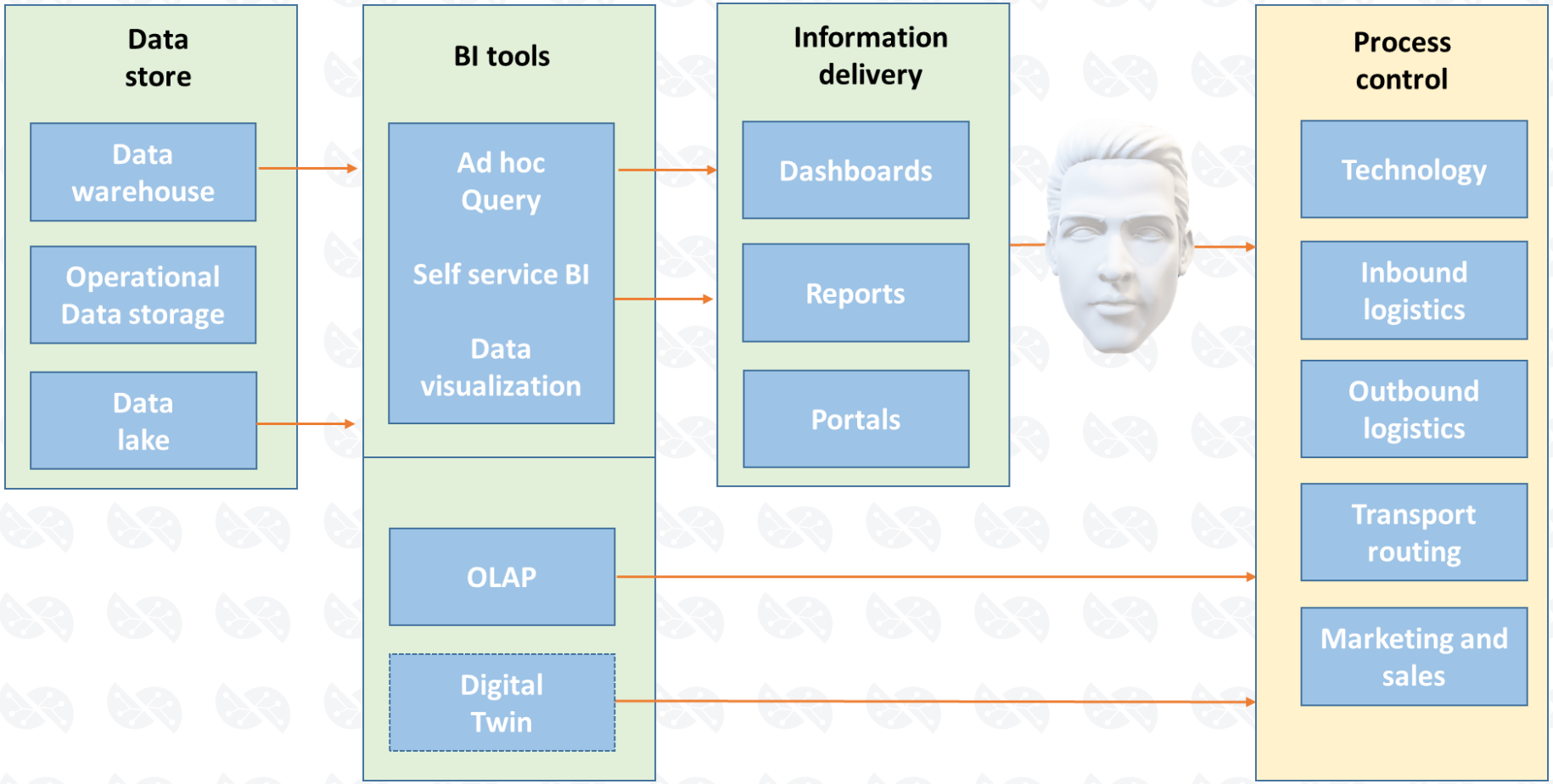


Skaitmenino dvynio funkcinė vieta

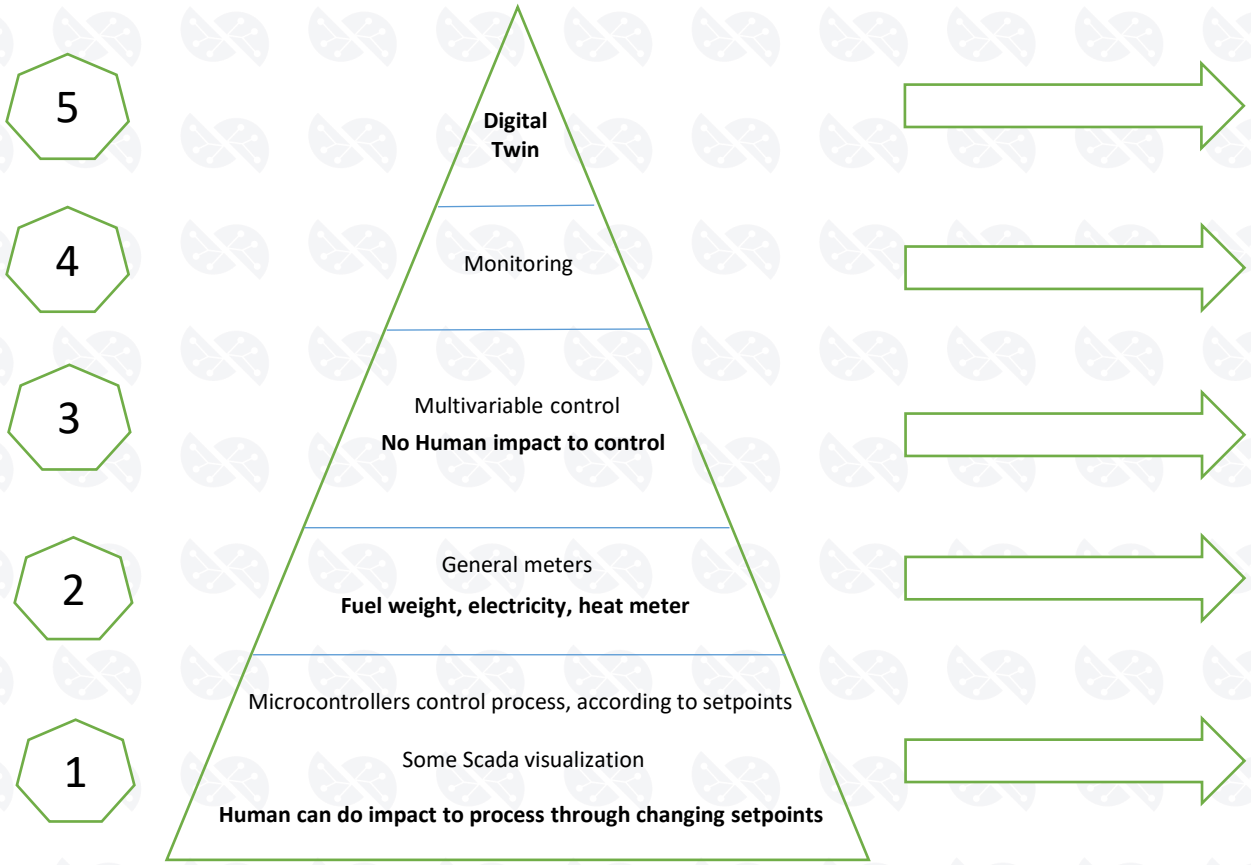


ETL – extract transform load;
BI – business intelligent;
OLAP – online analytic processing;

Žmogaus vaidmuo procese



Skaitmenizacijos branda inžinerinėse sistemose



ROI =
- Advanced control
- Extra efficiency
- Extra productivity
- Prolonged time between maintenance
- Predictive maintenance

ROI = Costs of Human (maintenance)

ROI = Costs of Human (operation)

ROI =
- Better control of energy consumption
- Maintenance decision

ROI =
- Energy saving, production quality
- Hardware maintenance savings

Scada + Skaitmeninis dvynis

Scada funkcionalumas	Skaitmeninio dvynio funkcionalumas
Valdo fizinę sistemą pagal parametrų (pvz temperatūra, slėgis) pokytį;	Valdo fizinę sistemą pagal parametrų (pvz temperatūra, slėgis) pokytį;
Neatlieka matematinių funkcijų;	Atlieka matematines funkcijas, įskaitant sudėtingas AI;
Nesudaro energijos ir masių balanso;	Sudaro energijos ir masių balansus;
Nevaldo fizinės sistemos pagal energijos ir masių balansą;	Valdo fizinę sistemą pagal energijos ir masių balansą;
Nekontroliuoja išeigos;	Kontroliuoja išeigą;
Nevaldo technologinių parametrų pagal išeigą;	Valdo technologinius parametrus pagal išeigą;
Scada setpoint koreguoja technologas, operatorius	Scada setpoint koreguoja Skaitmeninis dvynys (AI)

Skaitmeninis dvynys. Atvejo analizė

- **Šaldymo mašinos valdymas**

- Kondensatoriaus stebėsena ir kondensacijos slėgio valdymas;
- Garavimo slėgio valdymas ir garintuvų apledėjimo stebėsena;
- Šalčio sąnaudų balanso sudarymas;
- Šalčio sąnaudų prognozė ir palyginimas su faktu;
- Kompresorinės KPI stebėsena (nvk, COP ir t.t.);
- Įrangos remonto ir priežiūros planų sudarymas;

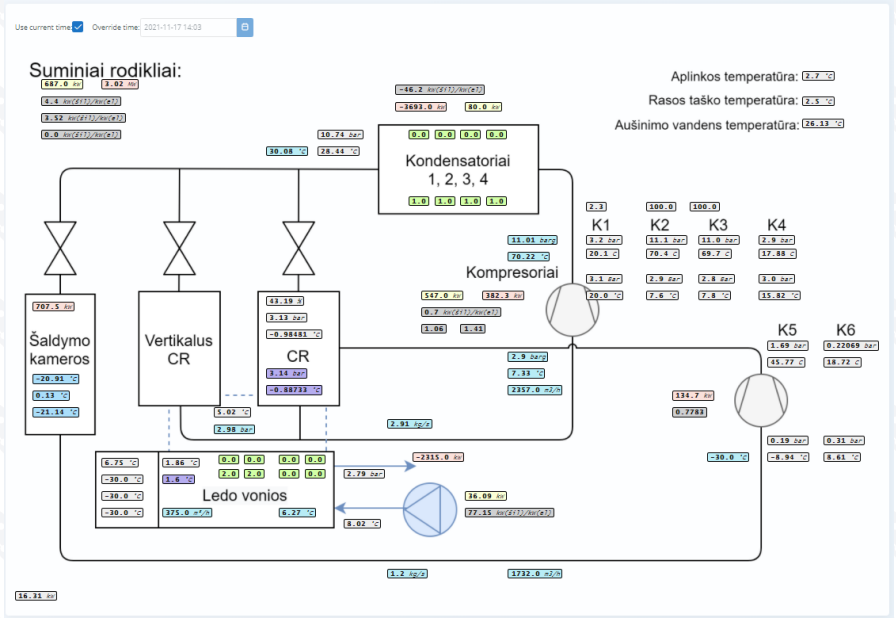
SD pritaikymas šaldymo procesui

- **Maisto pramonė**

IŠŠŪKIS:

Operatorius keičia valdymo užduotis pagal nusistovėjusią praktiką. Nuo operatoriaus darbo rezultatų priklauso šaldymo mašinos darbo efektyvumas.

Šaldymo mašinos COP yra įtakojamas aplinkos sąlygų, šaldymo poreikio, kondensacijos ir garavimo temperatūros užduočių. Nėra Amoniako srauto matavimo prietaiso.



REZULTATAS:

Įdiegtas Skaitmeninis Dvynys.

Išduodamos optimalios kondensacijos ir garavimo temperatūrų užduotys scada. Operatorius koreguoja užduotis ranka.

Sutaupyta 8 proc. elektros energijos šaldymui. Pateikiamos sutaupymo ataskaitos.

TĘSTINUMAS:

Diegiamas automatinis sprendimas automatiškai perduoti užduotis iš EA-SAS Cloud į valdiklius.

SD pritaikymas stiklo lydymui

IŠŠŪKIS:

Stiklo lydymo krosnies efektyvumas ir lydymo kokybė priklauso nuo technologo nustatytos režiminės kortelės, kuri koreguojama keičiantis receptui. Režiminė kortelė skiriasi keičiantis stiklo lydymo ir aplinkos parametrams.

Operatorius nekoreguoja proceso parametrų savarankiškai, sprendimus priima technologas.

Atliktas energijos vartojimo auditas nustatė potencialą mažinti dujų sąnaudas.

TĘSTINUMAS:

Skaitmeninio Dvynio diegimas visuose gamyklos procesuose.

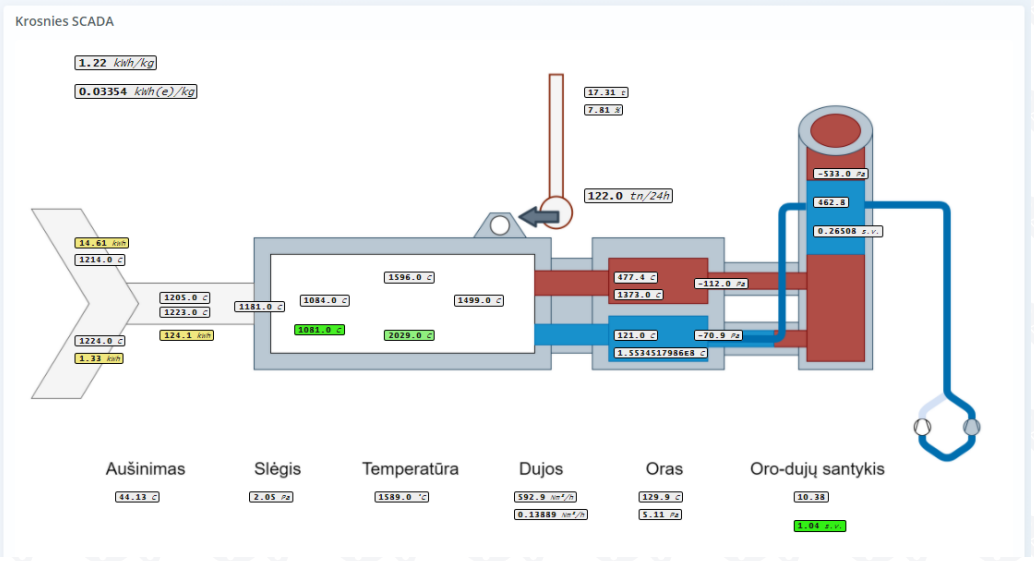
REZULTATAS:

Įdiegtas Skaitmeninis Dvynys.

Technologas turi galimybę stebėti procesą nuotoliniu būdu.

Technologui pateikia su stiklo lydymu susiję rodikliai.

Apskaičiuojamas dujų sutaupymo kiekis.

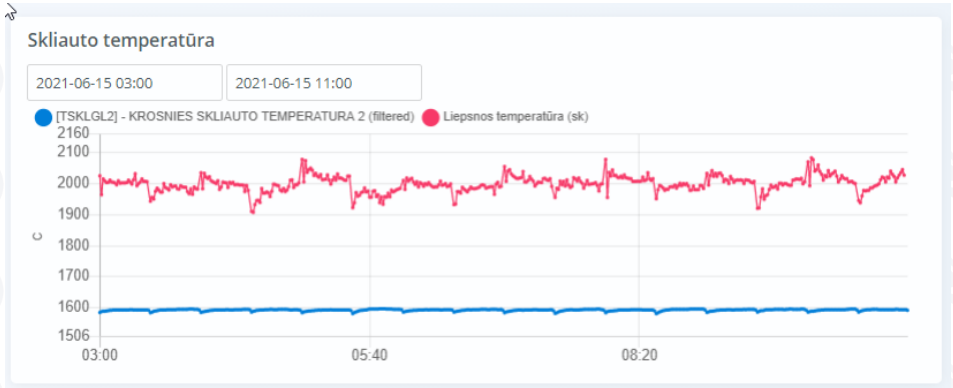


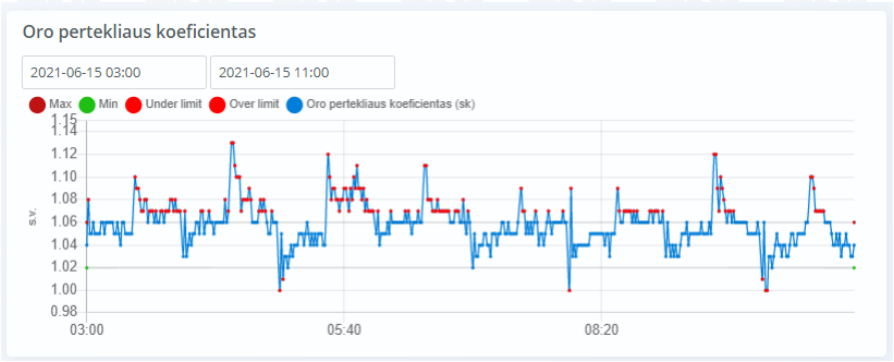
SD pritaikymas dujų deginimui

IŠŠŪKIS:

Stiklo lydymo krosnyje nėra įdiegtas deguonies kiekio dujose jutiklis. Oro kiekis apskaitomas oro srauto jutikliu.

Deguonies suvartojimas cheminės reakcijos metu. Svyruoja liepsnos temperatūra, prastėja efektyvumas.





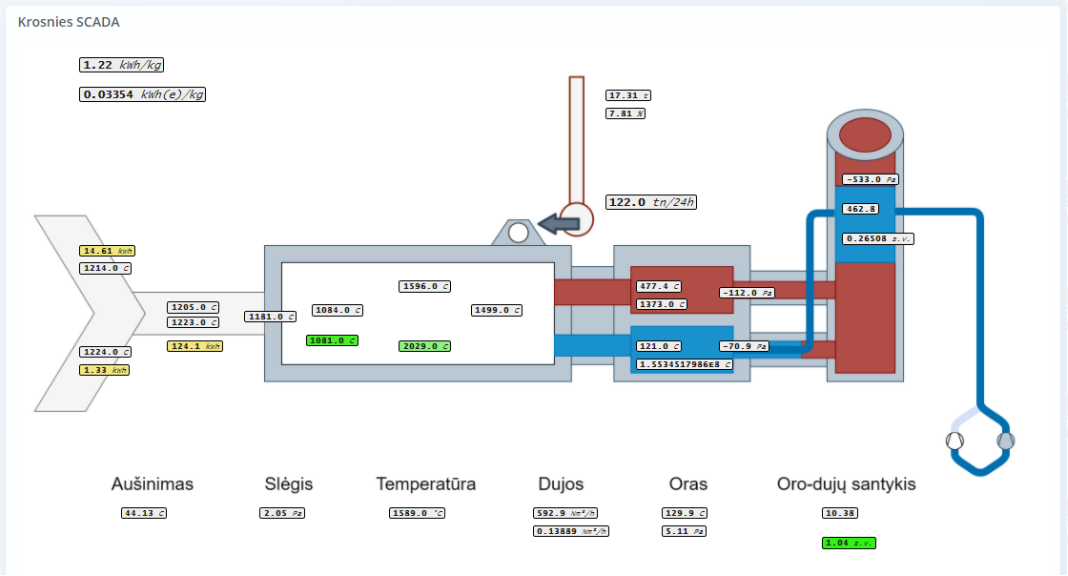
REZULTATAS:

Parengtas krosnies modelis. Apskaičiuojamas šiluminis balansas.

Apskaičiuojama adiabatinė liepsnos temperatūra.

Apskaičiuojamas oro pertekliaus koeficientas, koreguojama oro užduotis.

Indikuojama oro srauto jutiklio paklaida, inicijuojamas valymas.



SD džiovinimo procese

IŠŠŪKIS:

Džiovinimas vyksta pagal gamintojo technologų nustatytas scada užduotis.

Energijos vartojimo audito metu nustatytas energijos vartojimo mažinimo potencialas.

REZULTATAS:

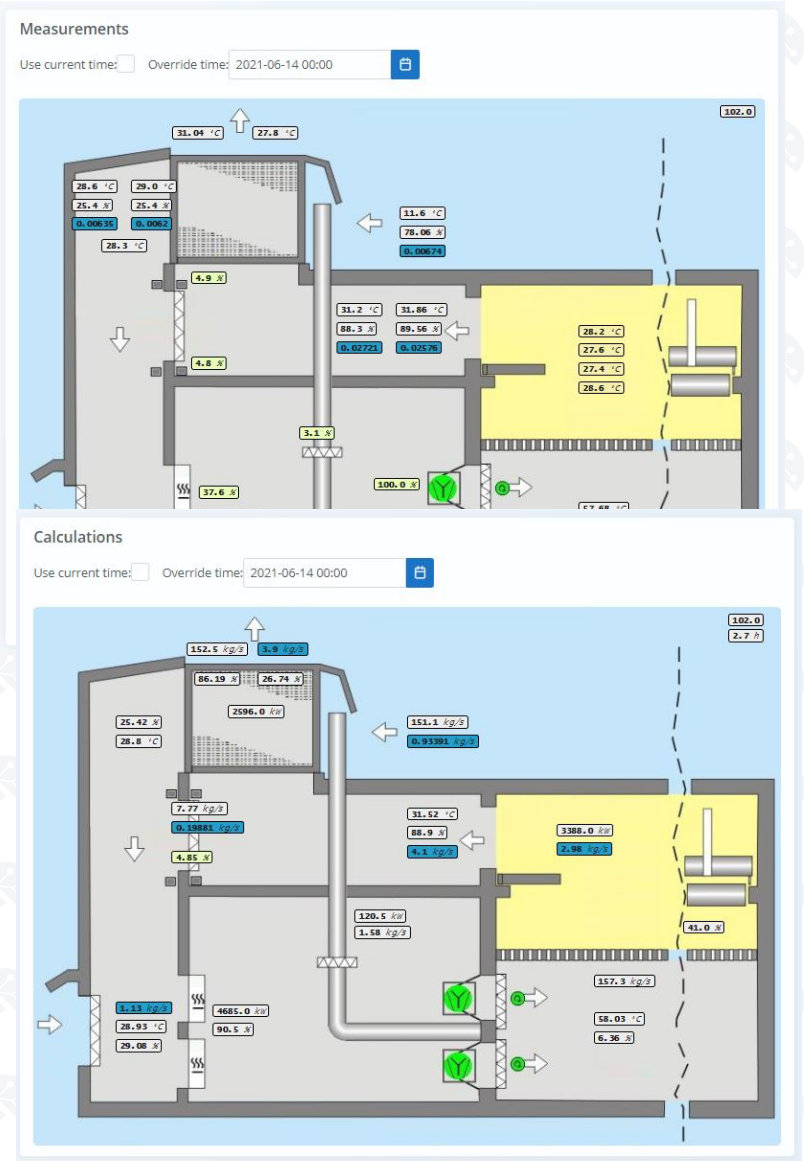
Įdiegtas skaitmeninis dvynys.

Išduodamos optimalios valdymo užduotys scada. Operatorius koreguoja užduotis ranka.

Sutaupytas dujų kiekis apie 15 proc.

TĘSTINUMAS:

Diegiamas automatinis sprendimas automatiškai perduoti užduotis iš EA-SAS Cloud į valdiklius.



SD grūdų dygimo procese

IŠŠŪKIS:

Grūdų dygimo procesas valdomas pagal gamintojo technologų nustatytas scada užduotis;

Proceso kokybė nėra stabili, priežastys nėra žinomos. Energijos sąnaudų dėsnis nėra aiškus.

REZULTATAS:

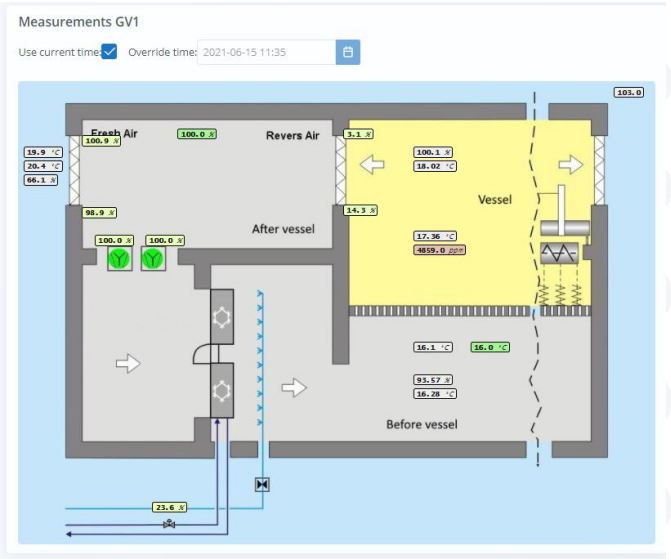
Parengtas grūdų dygimo Skaitmeninis dvynys.

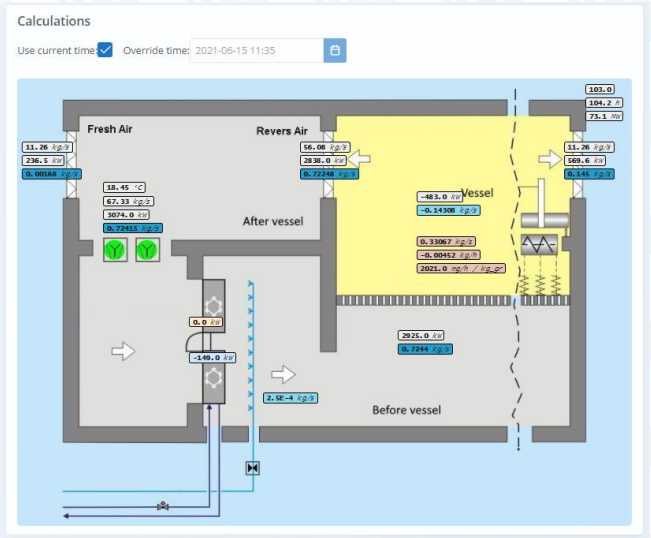
Operatoriui išduodamos optimalaus valdymo užduotys.

Stabilizuotas dygimo procesas, pagerėjo kokybė.

TĘSTINUMAS:

Diegiamas automatinis receptų sudarymo metodas naudojant AI.





SD pritaikymas biokuro katilui

IŠŠŪKIS:

Biokuro katilo garo vartojimas yra dinamiškas. Biokuro kokybė, drėgmės kiekis, šilumingumas kinta laike.

Operatoriai dalyvauja katilo valdymo procese, keisdami kuro kiekio, pirminio ir antrinio oro valdymo užduotis.

Operatoriams nepavyksta stabilizuoti efektyvumo, katilo efektyvumas svyruoja dideliame diapazone.

SEKTORIUS:

Popieriaus pramonė.

Maisto pramonė.

Nepriklausomi šilumos gamintojai.

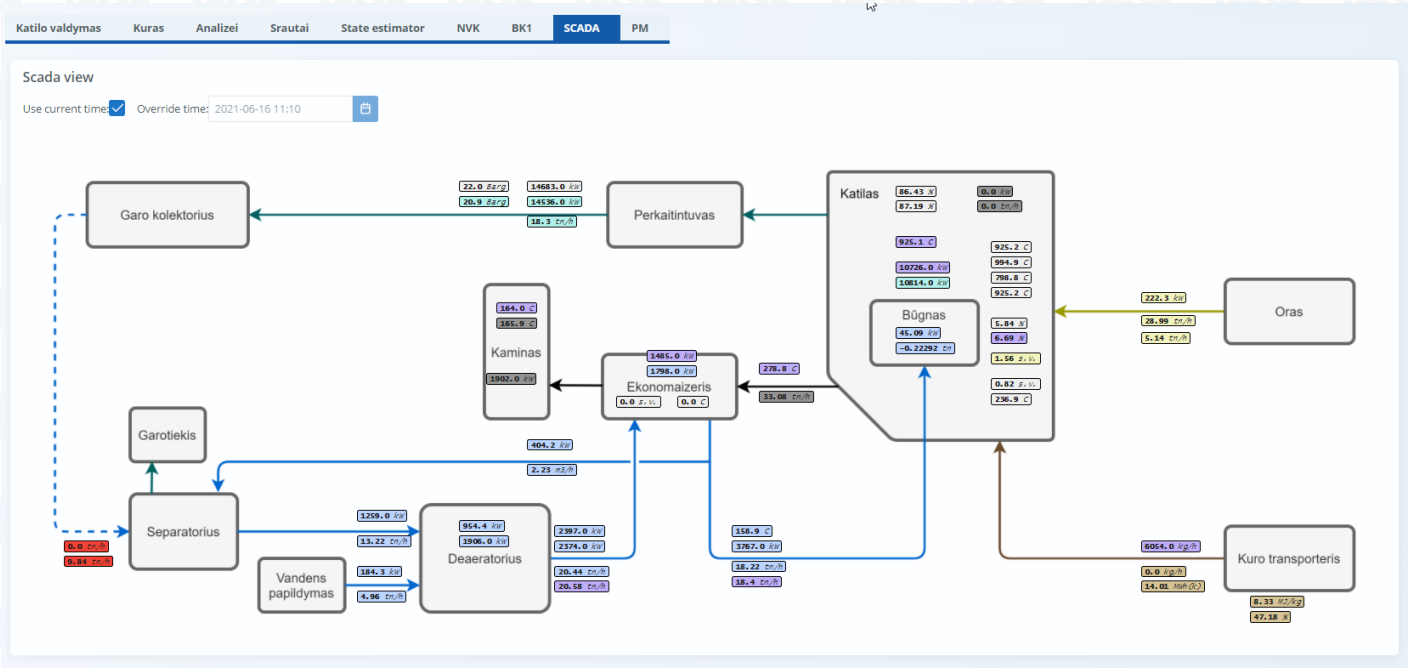
Šilumos tinklai.

REZULTATAS:

Įdiegtas Skaitmeninis Dvynys.

Operatoriui išduodamos optimalaus valdymo užduotys.

Sutaupytos energijos kiekis apie 3-10 proc per metus.



SD pritaikymas netiesioginiams matavimams

IŠŠŪKIS:

Nėra šilumos energijos apskaitos dūmų pusėje.

Dūmų srauto matavimo prietaisas matuoja su paklaida ir nejautrus dinamikoje. Dūmų tankis kinta priklausomai nuo sudėties ir temperatūros.

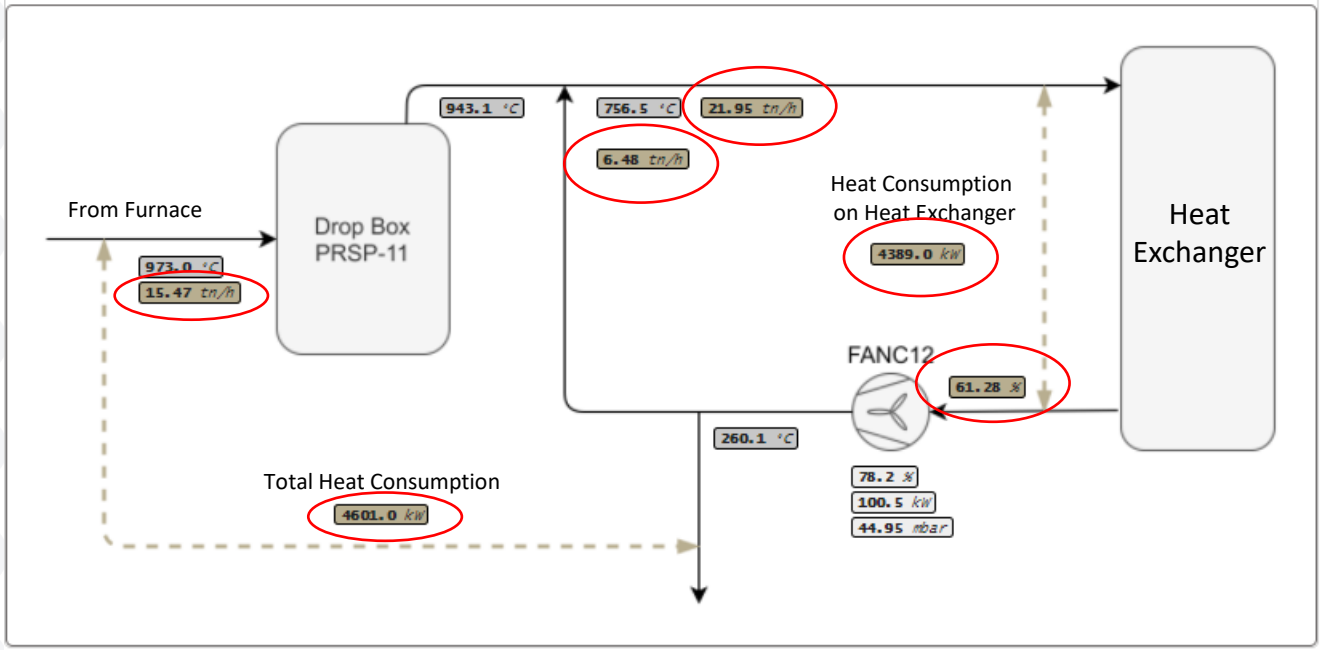
REZULTATAS:

Duomenys apie traukos ventiliatoriaus dažnio keitiklio dažnį, elektrinę galią, ventiliatoriaus charakteristiką, slėgių perkryčio matavimus yra prieinami.

Iš dažnio keitiklio matavimų duomenų apskaičiuojamas dūmų srautas.

Apskaičiuojamas šilumos energijos kiekis.

Nereikalingi papildomi matavimo prietaisai



Apskaičiuota

SD pritaikymas verslo procesų valdyme

- **Daugelio procesų duomenų sujungimas**

IŠŠŪKIS:

Skirtingų procesų duomenys susieti excel.

Daug duomenų šaltinių: išmanioji apskaita, scada, buhalterinė apskaita, sandėlio apskaita.

Nėra aišku, kaip keičiantis parametrams technologinio proceso stadijoje įtakos procesą kitose stadijose.

Technologas neturi analizės įrankio.

REZULTATAS:

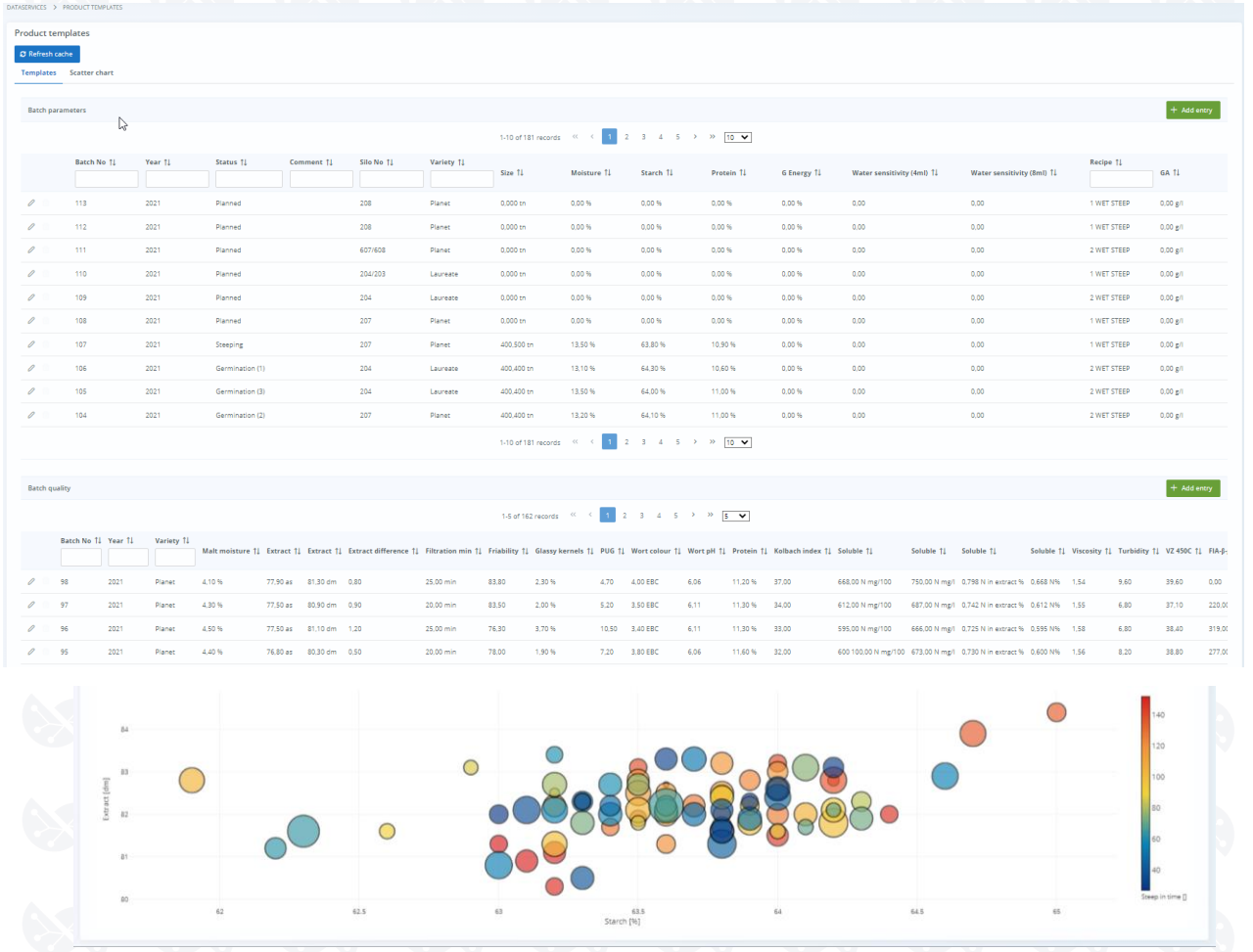
Sujungti scada, išmanios apskaitos ir kiti proceso duomenys į centrinę duomenų bazę EA-SAS Cloud.

Parengti apibendrinantys procesą rodikliai: energetiniai, produkto kokybės.

Prijungti laboratoriniai duomenys.

TĘSTINUMAS:

Diegiamas automatinis duomenų apdorojimas su AI.



SD panaudojimas automatiniam duomenų apdorojimui

IŠŠŪKIS:

Darbuotojai pildo popierinius žurnalus.

Žurnaluose fiksuojami maisto saugai aktualūs parametrai.

Parametrams nukrypus nuo normos, stabdomas procesas, atliekami plovimai.

Įmonė patiria sąnaudas dėl sumažėjusios produkcijos gamybos apimties.

Užsakovo analitikas analizuodamas proceso savikainą neturi pakankamai duomenų, o duomenų gavimas yra ypač komplikuotas.

REZULTATAS:

Žurnalinė forma perkeliama į EA-SAS Cloud.

Dalį duomenų operatorius įveda rankiniu būdu.

Dalis duomenų surenkama automatizuotu būdu iš scada sistemos.

Identifikuoti režimai, kurie sukelia sutrikimus.

Sumažintas netinkamų režimų skaičius ir sąnaudos.

Analizės skyrius turi online duomenis ir susieja gamybos apimtis su savikaina.

Ar Jūsų įmonei reikia Skaitmeninio Dvynio?

- Užduokite sau klausimus:
  - Ar įmonė susiduria su iššūkiais užtikrinant produkto kokybę?
    - Produkto kokybę lemia technologinio proceso valdymo kokybė dėl žmogaus ar automatikos darbo faktorių;
  - Ar įmonė susiduria su gamybos išeigų variacija dėl žaliavos kokybės?
    - Esant vienokiai žaliavos kokybei išeiga didesnė, kitais atvejais išeiga mažesnė;
  - Ar įmonė siekia didinti našumą, per prastovų mažinimą?
    - Dėl įvairių proceso sutrikimų, mažėja našumo rodiklis;
  - Ar įmonė siekia mažinti energijos sąnaudas?
  - Ar įmonė siekia mažinti remonto ir tech. priežiūros sąnaudas?

Skaitmeninio dvynio naudos

- ✓ **Inventorizacija;**
- ✓ Kaklelio efektų identifikavimas;
- ✓ Kokybės didinimas;
- ✓ Našumo didinimas;
- ✓ Proceso optimizavimas;
- ✓ Nuspėjamoji eksploatacija;

- ✓ IT infrastruktūros sutvarkymas;
- ✓ IT saugumo sutvarkymas;
- ✓ Įrenginių specifikacijų surinkimas ir skaitmeninimas;
- ✓ Įrenginių darbo režimų nustatymas;

Skaitmeninio dvynio naudos

- ✓ Inventorizacija;
- ✓ **Kaklelio efektų identifikavimas;**
- ✓ Kokybės didinimas;
- ✓ Našumo didinimas;
- ✓ Proceso optimizavimas;
- ✓ Nuspėjamoji eksploatacija;

- ✓ Nustatomos priežastys, trukdančios didinti įrenginių našumą, sukuriančios broką, prastovas;
- ✓ Rekomenduojami įrenginių ar setpoint pakeitimai

Skaitmeninio dvynio naudos

- ✓ Inventorizacija;
- ✓ Kaklelio efektų identifikavimas;
- ✓ **Kokybės didinimas;**
- ✓ Našumo didinimas;
- ✓ Proceso optimizavimas;
- ✓ Nuspėjamoji eksploatacija;

- ✓ Apskaičiuojami Kokybės parametrai;
- ✓ Identifikuojamos priežastys, kurios blogina Kokybę;
- ✓ Išduodamos setpoint užduotys, kurios leidžia stabilizuoti Kokybės rodiklius;
- ✓ Receptiniame valdyme – receptų parametrų kontrolė ir gerinimas;

Energy ADVICE | EA-SAS

Skaitmeninio dvynio naudos

- ✓ Inventorizacija;
- ✓ Kaklelio efektų identifikavimas;
- ✓ Kokybės didinimas;
- ✓ **Našumo didinimas;**
- ✓ Proceso optimizavimas;
- ✓ Nuspėjamoji eksploatacija;

- ✓ Jei našumas susijęs su išeiga, gerinama išeiga;
- ✓ Jei našumas susijęs su energetiniais parametrais, identifikuojamos priežastys ir koreguojami energetiniai parametrai;
- ✓ Jei našumas susijęs su planavimu, kontroliuojama visa proceso grandinė;

Skaitmeninio dvynio naudos

- ✓ Inventorizacija;
- ✓ Kaklelio efektų identifikavimas;
- ✓ Kokybės didinimas;
- ✓ Našumo didinimas;
- ✓ **Proceso optimizavimas;**
- ✓ Nuspėjamoji eksploatacija;

- ✓ Setpoint, kuriuos koreguoja Technologas ir/arba operatorius, pateikiamos rekomendacinės užduotys realiu laiku;
- ✓ Gaunama statistika, kiek skiriasi optimalus režimas nuo faktinio;

Skaitmeninio dvynio naudos

- ✓ Inventorizacija;
- ✓ Kaklelio efektų identifikavimas;
- ✓ Kokybės didinimas;
- ✓ Našumo didinimas;
- ✓ Proceso optimizavimas;
- ✓ **Nuspėjamoji eksploatacija;**

- ✓ Dėvintis įrenginiui, patiriamos sąnaudos;
- ✓ Apskaičiuojamas efektyvumo prastėjimas ir tendencija;
- ✓ Atskiriami įrenginiai ir komponentai;

Skaitmenizacijos procesas

- Iš egzistuojančių sistemų surenkami duomenys
- Duomenys vizualizuojami **Dashboard**

- Analizuojamas Technologinis procesas
- Identifikuojami Technologinio proceso režimai

- Kuriamas skaitmeninis Proceso modelis (**Digital Twin**)
- Identifikuojami rodikliai KPIs
- Ruošiamos užduotys optimaliam **Proceso** valdymui
- Ruošiamos priežiūros užduotys pagal automatinį įrangos būklės veikimą

- **Optimalus** valdymas atsižvelgiant į optimalias valdymo užduotis
- Integruoto duomenų modelio naudojimas
- Kaštų optimizavimas (**CAPEX** ir **OPEX)**

Duomenų saugojimas debesyje

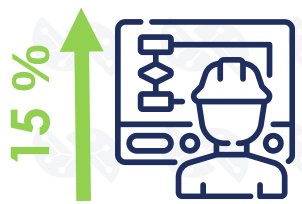
Energy ADVICE | EA-SAS

Investicijų atsipirkimas

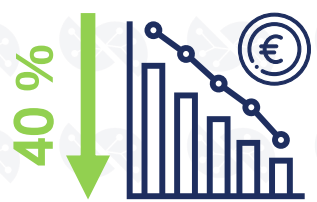
Duomenų analize grįsti sprendimai → Efektyvumas → Išmanūs darbuotojai → Priežiūra

Sumažėja žmogiškųjų klaidų

Dėl optimizacijos padidėjęs efektyvumas



Išaugęs personalo produktyvumas



Sumažėjęs įrangos susidėvėjimas

Energy ADVICE | EA-SAS

Mes dirbame su:

VIKING MALT

Grigeo

Šakių šilumos tinklai

NAUJASIS KALCITAS

CITY OF VILNIUS

Kauno Stiklas

JŠT
JONAVOS ŠILUMOS TINKLAI
ŠILUMA JŪSŲ NAMAMS

ŠALČININKŲ ŠILUMOS TINKLAI

ROKIŠKIO SŪRIS

nergy ADVICE | EA-SAS

Energy Advice, UAB
K. Baršausko g. 59,
LT-51423 Kaunas
Lithuania

Phone.: +370 635 16380
E-mail: info@energyadvice.lt
Skype: energy.advice

Energy ADVICE | EA-SAS