Industrija gorivnih celic

Od razdrobljenih proizvodnih sistemov do poenotene MES platforme

Profil podjetja

Podjetje
Podjetje Ballard Power Systems je doslej dobavilo veliko količino gorivnih celic s skupno močjo več kot 1,3 GW. Njihova proizvodnja poteka v več fazah in združuje šaržno pripravo materiala, tisk z zvitka na zvitek ter ročno in avtomatizirano sestavljanje.

Portfelj izdelkov
Podjetje izdeluje generatorje na vodik, module gorivnih celic in platforme skladov gorivnih celic za uporabo v avtobusih, terenskih vozilih, tovornjakih, plovilih in vlakih ter pri proizvodnji električne energije, v terenskih vozilih in v opremi za ravnanje z materialom.

Lokacija
Podjetje ima sedež na širšem območju Vancouvra v Kanadi ter lokacije v Evropi, ZDA in na Kitajskem.

”Sprva smo mislili, da potrebujemo sistem, ki ga bomo lahko vzdrževali sami. Izkazalo se je, da potrebujemo le integratorja, ki zares razume naše potrebe.”

– Martin Chow,
Information Systems
Data Engineering Manager

Ob vse večjem povpraševanju so v Ballardu želeli s sistemom za upravljanje proizvodnje (MES) povezati načrtovanje proizvodnje, poslovni informacijski sistem (ERP) in delo v proizvodnji. S tem bi nadomestili papirne postopke in ročno usklajevanje. Obenem so želeli pridobiti več nadzora nad prilagajanjem in širitvijo sistema, da bi bili pri spremembah manj odvisni od integratorja.

Podjetje je že imelo osnovni MES, katerega moduli so bili slabo povezani. Operaterji so podatke iz proizvodnje še vedno ročno vnašali v nekaj obsežnih Excelovih preglednic. Papirni postopki in delo s preglednicami so zavirali načrtovanje v ERP, avtomatizacijo proizvodnje, historizacijo podatkov in uporabo namenskih aplikacij.

Ballardova proizvodna ekipa je te omejitve dobro poznala. Sistem je bil počasen, težko se je prilagajal spremembam in ni bil kos količini podatkov iz proizvodnje. Podjetje se je pri delu s sistemom moralo preveč zanašati na dotedanjega integratorja.

To je bilo izhodišče pilotnega projekta. V naslednjih sedmih letih se je obseg projekta širil, saj je vsaka nova integracija pokazala, kateri postopek bi še lahko povezali ali katero omejitev v proizvodnji odpravili. INEA in Ballard sta sistem razvijala postopoma glede na dejanske potrebe proizvodnje. Iz prvotnega projekta se je tako razvil celovitejši MES, podjetji pa sta vzpostavili dolgoročno razvojno sodelovanje.

Izziv

Delo v proizvodnji so že podpirale različne aplikacije, vendar se je velik del informacij še vedno prenašal na papirju. Zaposleni so podatke morali ročno prepisovati v sisteme, kar je pogosto povzročalo težave pri nadaljnji uporabi teh podatkov.

Evidence so usklajevali z zamikom, sledljivost in pregled nad proizvodnjo pa sta bila omejena. Preden so podatki iz proizvodnje prišli v sistem Oracle ERP, jih je obdelalo več ljudi v več preglednicah. Priprava nekaterih poročil je zato trajala več tednov.

Rešitev

Avtomatizacijo Ballardove proizvodnje smo začeli s pilotnim projektom na platformi AVEVA MES. Na tej osnovi smo lahko rešitev prilagodili potrebam proizvodnje. Ballardovi ekipi smo obenem omogočili dostop do sistema in vpogled v njegovo delovanje.

Z vključitvijo sistema v obstoječe okolje smo načrtovanje povezali z izvedbo v proizvodnji. Že pri zasnovi smo predvideli, da bo mogoče dodajati funkcije, čeprav takrat še nismo vedeli, kako obsežen bo projekt. Pilotni projekt je zajel del proizvodnje membransko-elektrodnih sklopov (MEA) na petih proizvodnih postajah. Z njim smo potrdili izvedljivost rešitve, ki jo je proizvodna ekipa lahko uporabljala že od prvega dne.

Iz pilotne rešitve je sčasoma nastal celovit sistem MES, ki povezuje Oracle ERP z delom v proizvodnji. Zajema upravljanje zalog in materiala, poročanje o proizvodnji, upravljanje kakovosti, sledljivost, delovna navodila ter zahtevnejše postopke sestavljanja in predelave. Načrtovanje, izvedba in proizvodne evidence so tako usklajeni, operaterji do vseh potrebnih orodij dostopajo kar na svojih delovnih mestih.

Pilotni projekt

Najprej smo določili, kako si bosta MES in Oracle ERP izmenjevala podatke in kateri sistem bo vir resnice za posamezne podatke. Pri tem smo izhajali iz obstoječega toka informacij.

ERP sporoči, kaj je treba izdelati → MES vodi izvedbo v proizvodnji → MES vrne podrobne podatke o izvedbi v ERP

Pred integracijo so podatke iz proizvodnje, načrtovanja in sistema ERP usklajevali ročno s pomočjo papirne dokumentacije. To je bilo počasno in pogosto nezanesljivo. Avtomatizirana dvosmerna izmenjava podatkov med sistemoma je omogočila hitrejše in zanesljivejše usklajevanje načrtov s proizvodnjo. Podatki, na katere so prej čakali več tednov, so bili zdaj na voljo v le nekaj minutah. Razvili smo integracijski sloj za prenos delovnih nalogov iz sistema Oracle ERP v MES, kjer so jih proizvodne ekipe lahko neposredno izvajale. MES je omogočil digitalno spremljanje premikov materiala in zalog. V ERP je vračal podatke o izdelanih količinah, zavrnjenih kosih, izmetu in drugih proizvodnih dogodkih. Operaterji so za delo uporabljali en sam pregleden vmesnik. Zavrnjene kose in razloge za zavrnitev so denimo zabeležili neposredno na zaslonu, s čimer je odpadel zamuden postopek na papirju. Sistem je podpiral tudi prilagojene delovne naloge za nemoten potek proizvodnje.

Cilj je bil povezati načrtovanje, premike materiala, izvedbo in poročanje v enoten proizvodni tok. S to povezavo je rešitev prerasla okvir pilotnega projekta. Podjetje je tako dobilo zanesljivo digitalno osnovo, na kateri je lahko dodajalo funkcije in širilo uporabo sistema.

Širitev sistema MES po pilotnem projektu

Ko je izmenjava podatkov med ERP in proizvodnjo stekla, se je pokazalo, kateri postopki še vedno potekajo ločeno. Projekt integracije je tako prerasel v dolgoročno razvojno sodelovanje. V naslednjih letih smo z Ballardovo ekipo reševali konkretne težave iz proizvodnje. Kjer so zadoščale standardne funkcije platforme AVEVA MES, smo jih uporabili. Po potrebi pa smo jih prilagodili ali razvili nove.

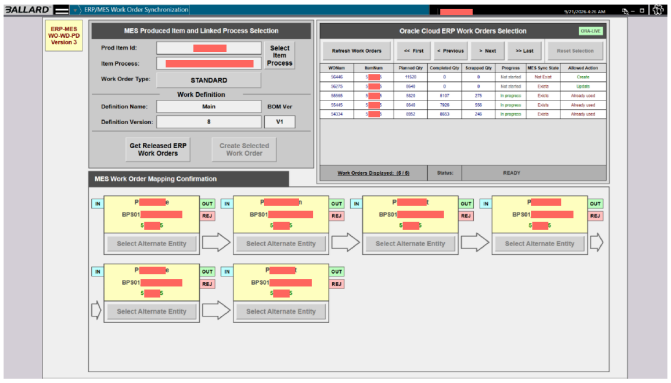
Razvoj je potekal po korakih. Ballardova proizvodna ekipa je opredelila posamezno zahtevo, mi pa smo rešitev zasnovali in razvili. Pred uvedbo v proizvodnjo smo jo pregledali in po potrebi prilagodili. Sistem smo tako nadgrajevali sproti, kot je zahtevala proizvodnja.

S širitvijo sistema so se pojavili zahtevnejši postopki, za katere smo potrebovali funkcije po meri. Primer je modul za sestavljanje in predelavo skladov gorivnih celic. Če se med testiranjem pokaže napaka v že sestavljenem skladu, lahko operater odstrani in zamenja samo zadevni sestavni del. V genealogijo sklada, ki opisuje njegovo sestavo in njene spremembe, MES zapiše, kateri del je bil odstranjen in s katerim nadomeščen. Ta informacija nato sledi skladu z novo sestavo pri testiranju in v nadaljnjih fazah proizvodnje.

Sestavljanje in predelava skladov sta dva izmed zahtevnejših postopkov, ki jih MES podpira v Ballardovi proizvodnji. Sčasoma smo sistem razširili, da vključuje tudi naslednje naloge (niso v vrstnem redu).

Izvajanje delovnih nalogov iz sistema ERP

MES prevzame delovne naloge neposredno iz sistema Oracle ERP. Stanje proizvodnje, izdelane količine in druge proizvodne podatke pošilja nazaj v ERP v paketih. Operaterji delovne naloge izvajajo v MES, zato jim med delom ni več treba preklapljati med sistemoma. Podatki, katerih usklajevanje je prej trajalo več kot teden dni, so zdaj na voljo takoj ali v nekaj minutah.



Poročanje o proizvodnji

MES beleži izdelane količine in podatke pošilja nazaj v ERP. Operaterji lahko v MES zabeležijo količine ustreznih in zavrnjenih kosov, izmet ter razloge za zavrnitev. Pri teh opravilih je digitalno poročanje v celoti nadomestilo delo s papirno dokumentacijo. Podatki o dejanskih količinah in izgubah so zato v proizvodnji in pri načrtovanju na voljo bistveno prej.

Upravljanje zalog in materiala

Uporabniki lahko preverijo razpoložljive zaloge, evidentirajo nove zaloge, premikajo material med fazami proizvodnje in beležijo njegovo porabo. MES podatke o lokaciji in stanju materiala poveže s proizvodnjo. Ločene ročne evidence zato odpadejo, material pa ostane sledljiv tudi med premiki.

Operaterski vmesniki

Prej ločene funkcije smo združili v operaterske vmesnike (HMI), prilagojene posameznim proizvodnim postajam. Operaterji na zaslonu vidijo podatke in ukaze za trenutno operacijo. Delo je preprostejše, pri njem pa potrebujejo manj znanja o delovanju povezanih sistemov.



Različne vrste delovnih nalogov

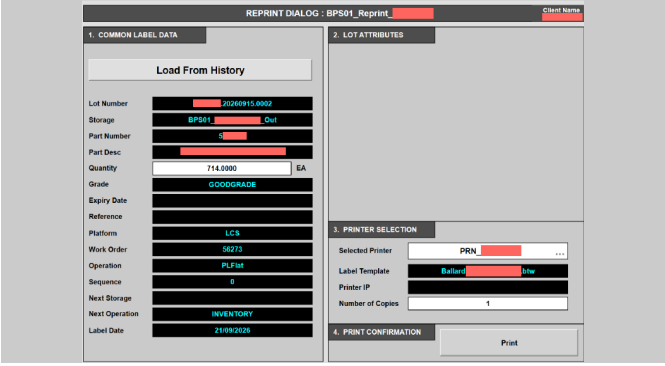
MES zdaj podpira več vrst delovnih nalogov. Namenski delovni nalog za predelavo recimo zajema le operacije, potrebne za odpravo konkretne neskladnosti. Sistem omogoča tudi proizvodnjo brez delovnega naloga. Tako podpira različne vrste dela v proizvodnji.

Digitalna delovna navodila

Delovna navodila, ki so bila prej natisnjena in prilepljena na stroj, so zdaj takoj dostopna v MES. Sistem jih lahko poveže neposredno z ustreznim delovnim nalogom.

Tisk in ponovni tisk etiket

Tisk industrijskih etiket je zdaj del proizvodnega postopka. Operaterji lahko v istem okolju odprejo podatke o nedavno natisnjenih etiketah, izberejo tiskalnik in etiketo po potrebi znova natisnejo. Tako lažje nadomestijo poškodovano etiketo ali ponovijo neuspel tisk.



Sledljivost materiala in izdelkov

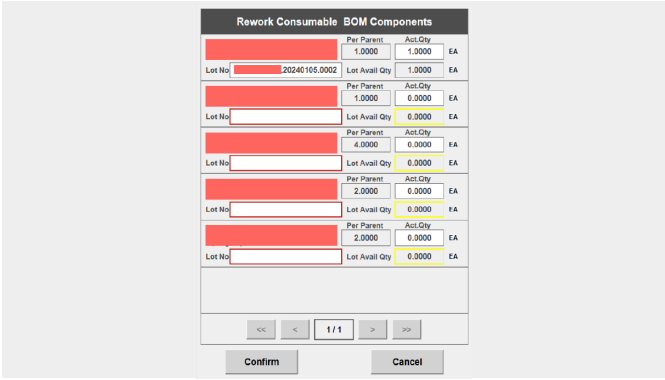
MES spremlja material in sestavne dele v vseh fazah proizvodnje ter beleži, kateri deli so vgrajeni v posamezne sklope. Tudi po koncu proizvodnje so poleg končnih količin na voljo podrobni podatki o genealogiji izdelkov.

Sestavljanje gorivnih celic in skladov

Večja, po meri narejena funkcija, ki predstavlja zapletene sestave in komponente znotraj njih. MES-u omogoča modeliranje dejanske zgradbe zahtevnih sklopov, vključno s posameznimi sestavnimi deli.

Testiranje in predelava

Če sklop na testu ne izpolni zahtev, ga lahko operaterji vrnejo v predelavo, zamenjajo posamezne sestavne dele in ga znova testirajo. MES dopolni genealogijo sklopa in ohrani celotno zgodovino sprememb sestave.



Obravnava odstopanj in nadzor poteka proizvodnje

Za neskladen material MES podpira karanteno in postopke predelave. Pred nadaljevanjem proizvodnje preveri, ali so bile opravljene zahtevane operacije in pridobljene potrebne odobritve. Omogoča tudi nadzorovano razveljavitev napačnih transakcij, pri čemer ohranja usklajenost z ERP. Sistem vodi obravnavo odstopanj po določenem digitalnem postopku. Operaterji zato manj podatkov vnesejo ročno in se jim pri obravnavi odstopanj ni treba toliko zanašati na spomin.

Nadaljnji razvoj

Sistem še naprej izboljšujemo in nadgrajujemo, ko se pojavijo novi postopki ali zahteve. Ballardova ekipa pri razvoju tesno sodeluje, zato se sistem sprotno prilagaja načinu dela v proizvodnji.

Rezultati

Sedem let po pilotnem projektu Ballard poroča, da je papirne dokumentacije in ročnega vnosa podatkov za 75 % manj. Delovne naloge, premike materiala, izdelane količine in odstopanja zdaj beležijo neposredno v MES. Operaterji imajo na delovnih mestih dostop do aktualnih proizvodnih podatkov in delovnih navodil. Delo v različnih izmenah in na proizvodnih linijah poteka po standardiziranih postopkih. Zato je enotnejše in manj odvisno od ročnih evidenc ter načina dela posameznega operaterja.

Po navedbah Ballarda je poročanje o proizvodnji za 80 % učinkovitejše. Proizvodni podatki so zbrani v skupnem sistemu, zato ekipe za proizvodnjo, načrtovanje, kakovost in vzdrževanje uporabljajo isti zanesljiv vir. Podatki, ki so prej zaradi ročnega usklajevanja v Oracle ERP prišli šele po več tednih, so zdaj tam na voljo takoj ali v nekaj minutah. Ekipe imajo sproten pregled nad stanjem proizvodnje, evidence v ERP pa so ažurnejše in zanesljivejše. Odločitve lahko sprejemajo na podlagi aktualnih podatkov.

Sledljivost materiala in dostop do genealogije izdelkov sta se izboljšala za 75 %. Zgodovina materiala in sestavnih delov ostane dostopna med proizvodnjo, testiranjem in predelavo. To velja tudi za sestavne dele, ki jih odstranijo ali zamenjajo v skladih gorivnih celic. MES ohrani posodobljeno genealogijo ter preverja, ali so bile opravljene zahtevane kontrole kakovosti in pridobljene odobritve. Za obravnavo neskladnega materiala in popravke evidenc podpira nadzorovane postopke. Napačne transakcije lahko uporabniki popravijo, pri tem pa podatki v MES in ERP ostanejo usklajeni. S tem je obravnava odstopanj doslednejša, ekipe pa se lahko bolj zanesejo na proizvodne evidence.

Ballard je pridobil tudi več nadzora nad nadaljnjim razvojem sistema MES. Njihova tehnična ekipa lahko ugotavlja vzroke težav, nastavlja posamezne dele sistema, uporablja podatke iz MES za lastna poročila in sodeluje pri nadgradnjah. Zahtevnejši razvoj prevzema INEA. Pri Ballardu so tako pri spremembah manj odvisni od integratorja. Nove postopke lahko uvajajo, ko jih potrebujejo v proizvodnji. Standardizirani postopki in dostopni podatki jim pomagajo pri sprotnem izboljševanju proizvodnje.

100.000 CAD
prihranka

na pilotni liniji
v enem letu

75%
manj papirja

manj papirne
dokumentacije
in ročnega vnosa
podatkov

80%
učinkovitejše

poročanje o
proizvodnji

75%
boljša sledljivost

materiala in
boljši dostop do
genealogije izdelkov

Copyright © INEA 2026. Vse pravice pridržane. | **inea.eu**