

Den adaptive maskine

Om at opnå batch size one

PERFECTION IN AUTOMATION
A MEMBER OF THE ABB GROUP



Den adaptive maskine: Designstrategier og egenskaber

Dedikerede maskindesigns afløses af mere fleksible koncepter med basismoduler, som kan konfigureres til at matche produktionsbehov og omkonfigureres efter behov - hvilket muliggør batch-of-one-drift.

Resultatet er en helt ny kategori af maskiner: *den adaptive maskine*.

Denne e-bog diskuterer de egenskaber, der gør en maskine adaptiv, og teknologierne bag trenden.



En ny forretningsmodel til en ny forbruger



Man kan sige, at det er en ny generation af produktionsteknologi til en ny generation af forbrugere. Amazon og eBay har haft en stor indflydelse på forretningsmodellen for indkøbscentre. Vi står foran en forbrugergeneration, der forventer at få præcis, hvad den vil have med det samme, og disse logistikmodeller leverer.

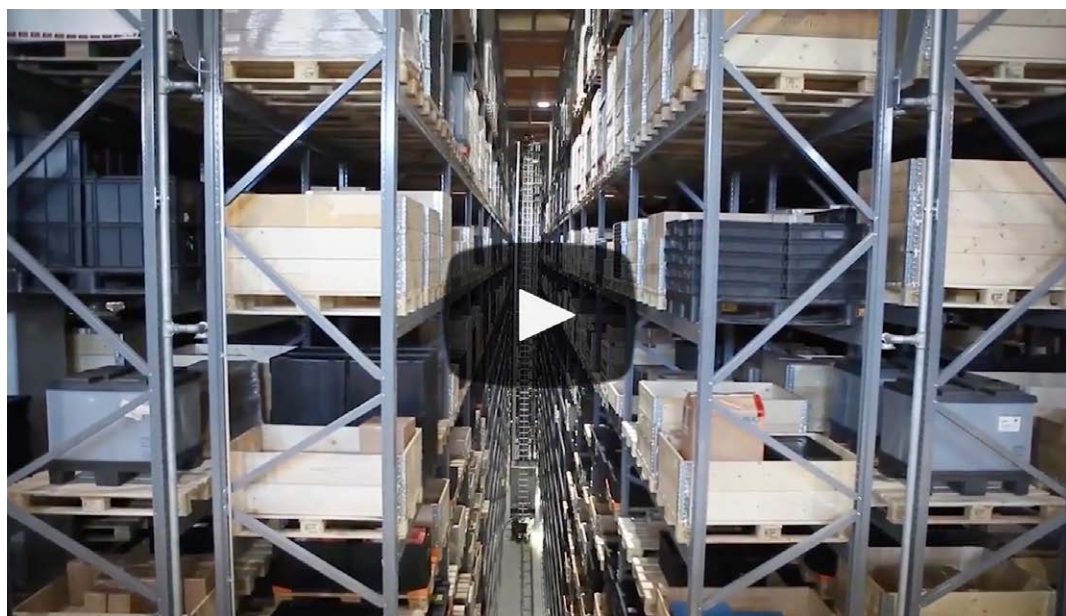
Hvordan udnytter en traditionel mad-, drikkevare- eller anden

forbrugsvareproducent deres kernekompetencer til at forny sig? [Coca-Cola Freestyle](#) kombinerer fx innovationer inden for produkt, produktlevering, kundetilpasning på salgsstedet og muligheden for at kommunikere sin personlige blanding af drikkevarer fra smartphone til dispenser.

En anden tilgang er den smarte fabrik, der leverer batch size one via e-handel.

Batch size one: Det ultimative mål

Batch size one er praktisk taget blevet en realitet – og i nogle applikationer vil det være den eneste realistiske tilgang. I B&R's egen produktion af industrielle PC'er er der eksempelvis 250 mio. mulige konfigurationer – så make-to-stock er ikke en mulighed. Omkostningseffektiv, efficient batch-of-one-produktion er det eneste alternativ i B&R's smarte fabrik, der har været i drift siden 2009.

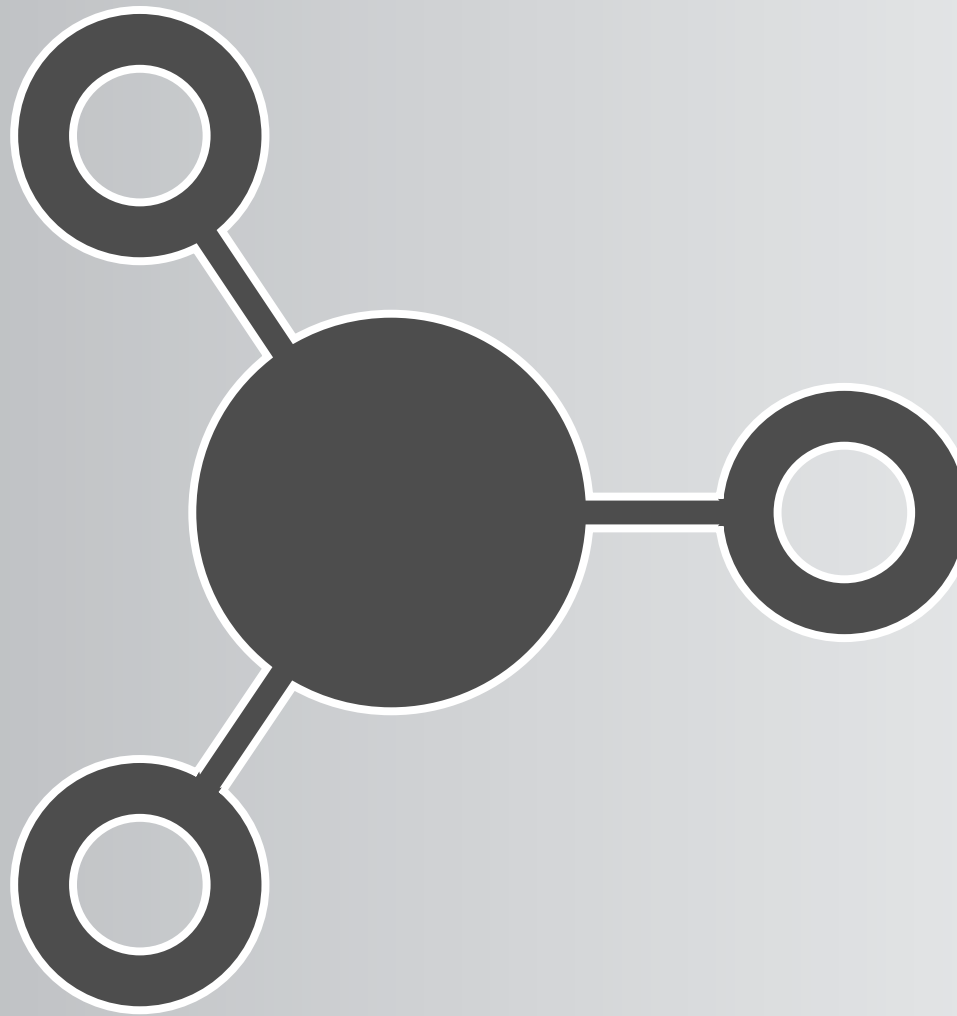


I dag er der automatiseringsteknologier i salg, der sikrer smart factory-funktioner inden for produktion og emballering. Denne nye generation af maskiner er et must, hvis producenterne kosteffektivt skal imødekomme forventningerne fra forbrugerne, der i stigende grad er vant til at få præcis det, de ønsker, hurtigt og online.

Selvom additive manufacturing er en lovende tilgang i mange applikationer, gælder det ikke for størstedelen af produktionsprocesser for fødevarer, drikkevarer, farmaceutiske produkter og husholdningsvarer. Derfor vil vi ikke komme nærmere ind på det i denne e-bog.

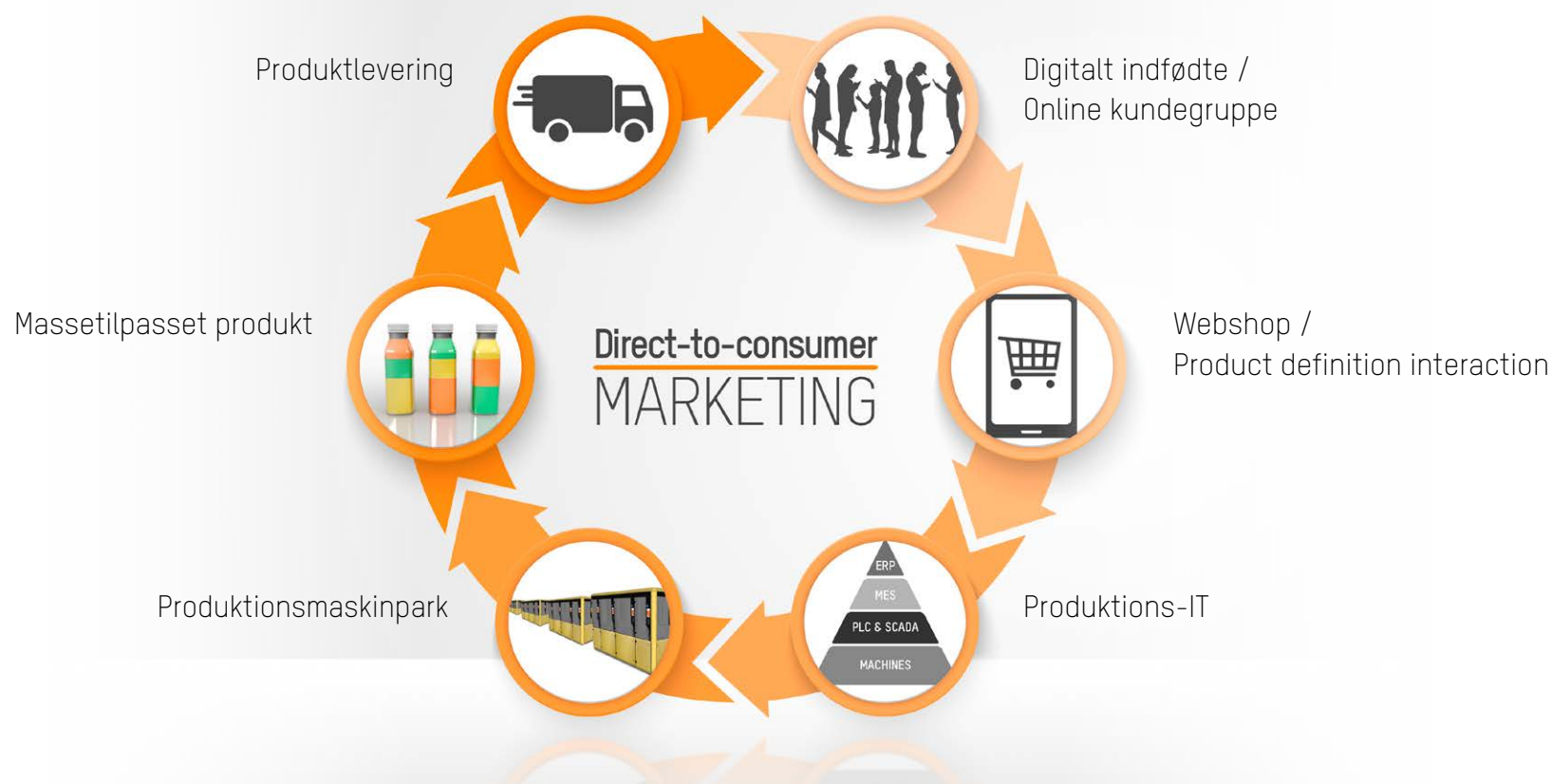
Produktionspartier bestående af bogstaveligt talt ét produkt passer heller ikke til enhver produktkategori, men alligevel gælder de samme teknologier for automatisering af regnbueemballage, massetilpasning, korte produktionskørsler med hyppige changeovers og produktion af varer til tidsbegrænsede tilbud. Batch size one er den ultimative bøn fra disse markedstrends.

Kerneegenskaber



På de følgende sider defineres de adaptive maskiners kerneegenskaber, og hvordan de kommer til at spille en rolle for den store økonomiske virkning af denne nye maskingeneration.

Aktiver e-handel fra produktionslinjen



Mens e-forhandlere investerer i massive distributionscentre, tillader batch size one, at tilpassede produkter sendes direkte fra produktionslinjen til forbrugeren.

Udfordringen har hidtil været at kunne producere batch size one økonomisk.

Producent som salgskanal



Med praktiske batch-of-one-produktions- og emballeringsfunktioner kan producenterne springe de ekstra omkostningstrin ved e-handel over og i stedet gå direkte til forbrugerne. Dette har potentialet til at vende det vedvarende magtskifte fra producent til salgskanal.

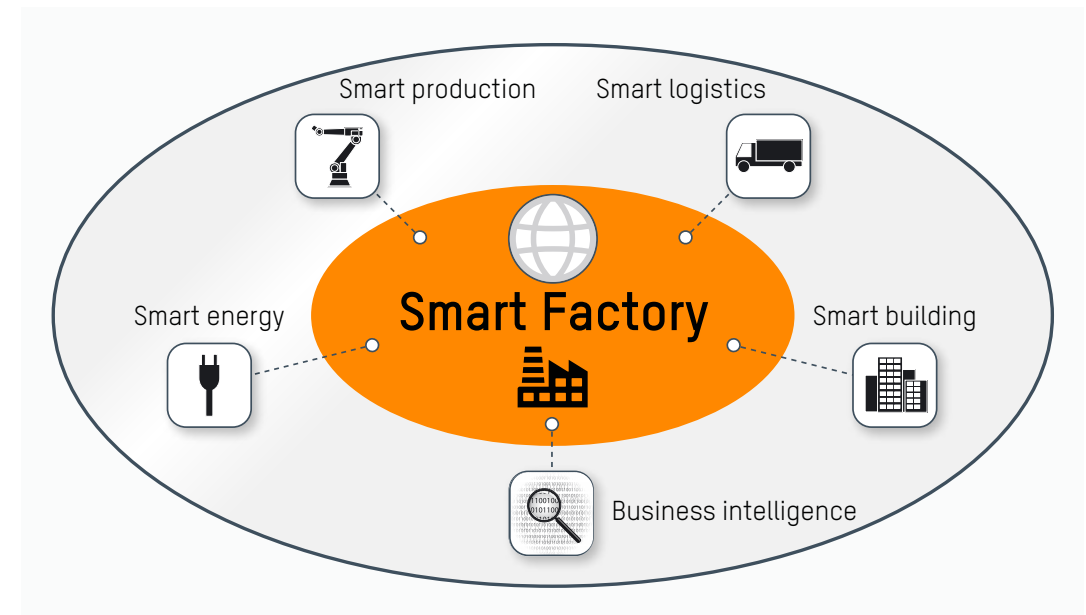
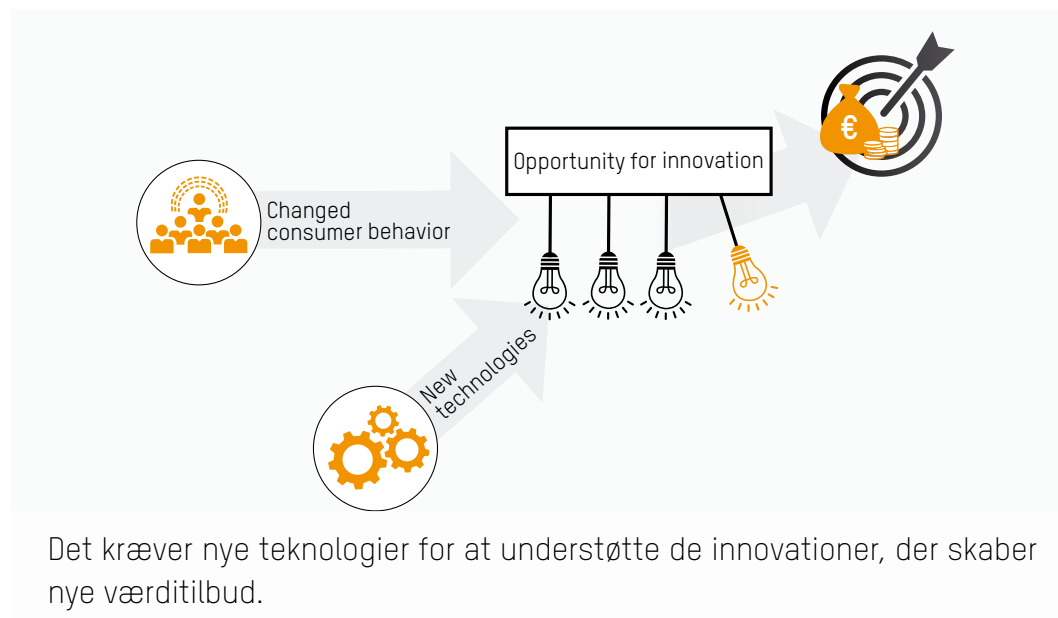
Batch size one reducerer også omkostningerne til råmaterialer og

færdigvarebeholdning, overhead costs til regionale distributionscentre, omkostningerne ved service af engros- og detailsalgskanaler og dekort/bortskaffelse af usolgte varer. Flere af disse fordele gælder også for e-forhandlere.

Selvom batch size one har været svært at opnå, er dets appel til producenter helt tydelig.

Gør den smarte fabrik mulig

Adaptive maskiner sætter smart factory-funktioner inden for nuværende produktion og emballageapplikationer i højsædet. Denne nye generation af maskiner er påkrævet for at kunne imødekomme forbrugernes forventninger på en kosteffektiv måde:



- Changeovers bliver erstattet af evnen til at ændre både produkt- og pakkeformat med hver cyklus.
- Akkumulering erstattes af synkronisering via parallel behandling for at afbalancere produktionstider for forskellige produkter.
- Rekonfigurering erstattes med at udskifte maskinmoduler på en meget fleksibel basismaskine.
- Alt sammen forbedret med IIoT-funktioner som analyse, procesoptimering, predictive maintenance og andre produktivitetstværktøjer.

Tilpasning til det ukendte

Reducerer time-to-market for nye produkter og ændringer i produkter

Skift fra glasflasker til plast, eller fra rigide til fleksible beholdere, og du har brug for et helt andet sæt fyldnings- og emballeringsmaskiner. Livscykluserne for forbrugerprodukter og emballage bliver kortere og kortere, mens SKU-antallet fortsætter med at stige. I betragtning af industrielle maskiners 15-20 år lange levetid er det ikke længere muligt at forudse alle de ændringer, der vil opstå - især de disruptive.

Den adaptive maskine vil understøtte on-the-fly-changeovers og muliggøre omkonfigurering med forskellige produktionsmoduler ved brug af samme basismaskinplatform. Den vil let tilpasse sig konstante ændringer i størrelse og format. Men den vil også tilpasse sig radikale og uforudsete krav gennem tilsvarende udstyrsændringer, såsom udskiftning af et kasserejsermodul med et poseformningsmodul.

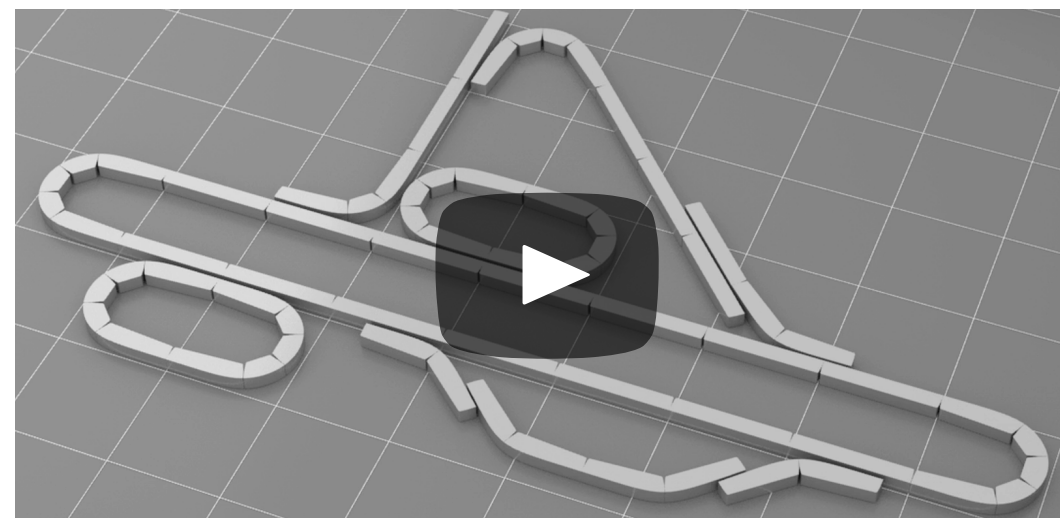


Som lot sizes mindskes og gennemløbskravene (lead time og volumen) forbliver kritiske, vil adaptive maskiner være favorable i alle aspekter af produktivitetmåling - OEE, ROI og TCO.

Redefinerer fleksibilitet

Den nye generation af tracksystemer har variabel pitch, hvilket betyder, at hver shuttle er styret selvstændigt. Deres bevægelser kan synkroniseres for at forhindre flaskehalse og eliminere behovet for akkumuleringsbuffere.

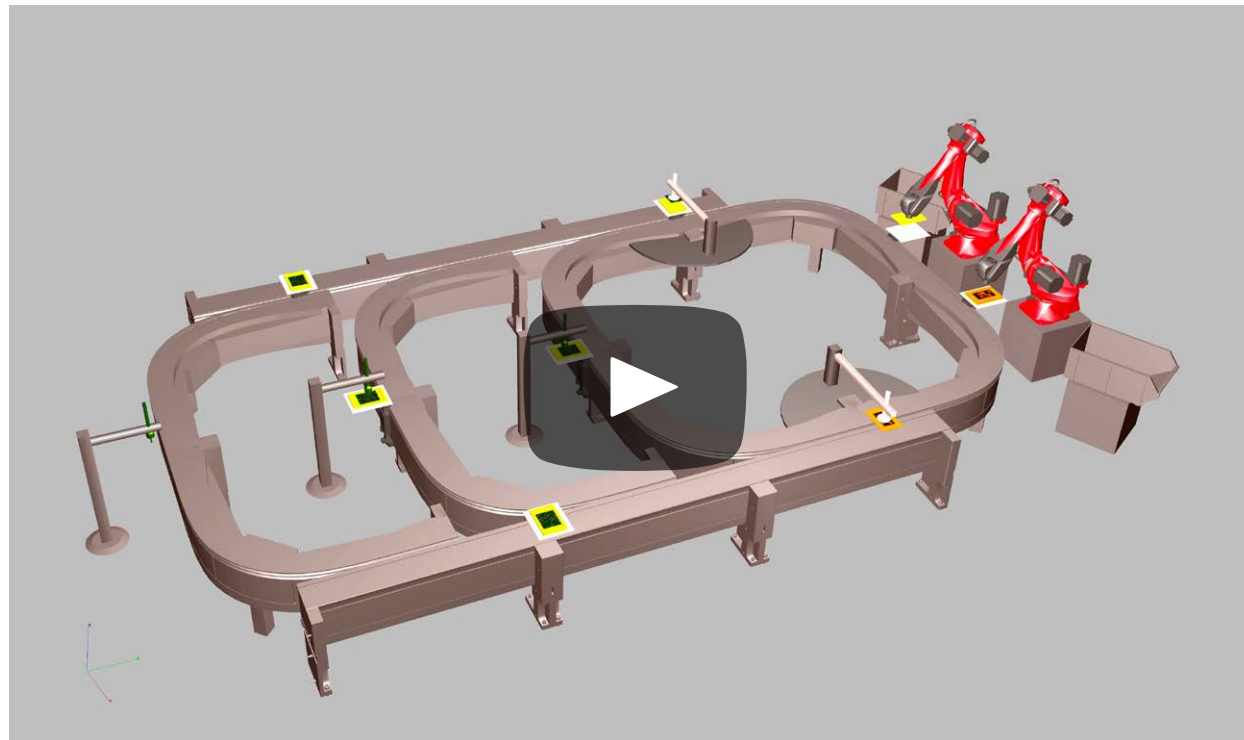
En shuttle med en payload, der kræver 4 sekunder at behandle, kan fx synkroniseres med en proces, der udfører en 2-sekunders proces på to shuttles eller en 1-sekunders proces på fire shuttles og så videre. Godt planlagt variabel pitch optimerer produktionseffektiviteten.



Den nyeste generation af track-teknologi tilpasser sig processens behov og ikke omvendt.

Nuværende lineære track-systemer kan monteres vandret eller lodret for at give ekstra fleksibilitet uden at reducere levetid. Og de kan placeres omkring forhindringer som fx eksisterende bygnings søjler. Det er vigtigt at bemærke, at nuværende tracks kan udnytte arbejdsområdet over, under, inden for og uden for sporet (tracket). Det kunne ældre designs ikke, fordi mellemrummet var fyldt med komponenter.

Parallel forarbejdning og belastningsbalancering



Den adaptive maskine kan øge linjeproduktiviteten - og ikke kun med 5 eller 10%, men meget mere drastisk. Hvorfor? Fordi produktiviteten ved traditionel fast indeksering af produkttransport er begrænset af den langsomste station. Den adaptive maskine formidler produktiviteten med en elegant løsning - ved at tillade flere forekomster af langsommere stationer.

Produktivitetsgevinsten kan være betydelig og bestemmes af forskellen i forarbejdningstiden mellem de hurtigste og langsomste stationer. Den nyeste generation af track-teknologi tillader forarbejdning på parallelle linjer gjort mulig med load-balancing-teknologi. Alt i alt er den adaptive maskine en game-changer for produktivitet.

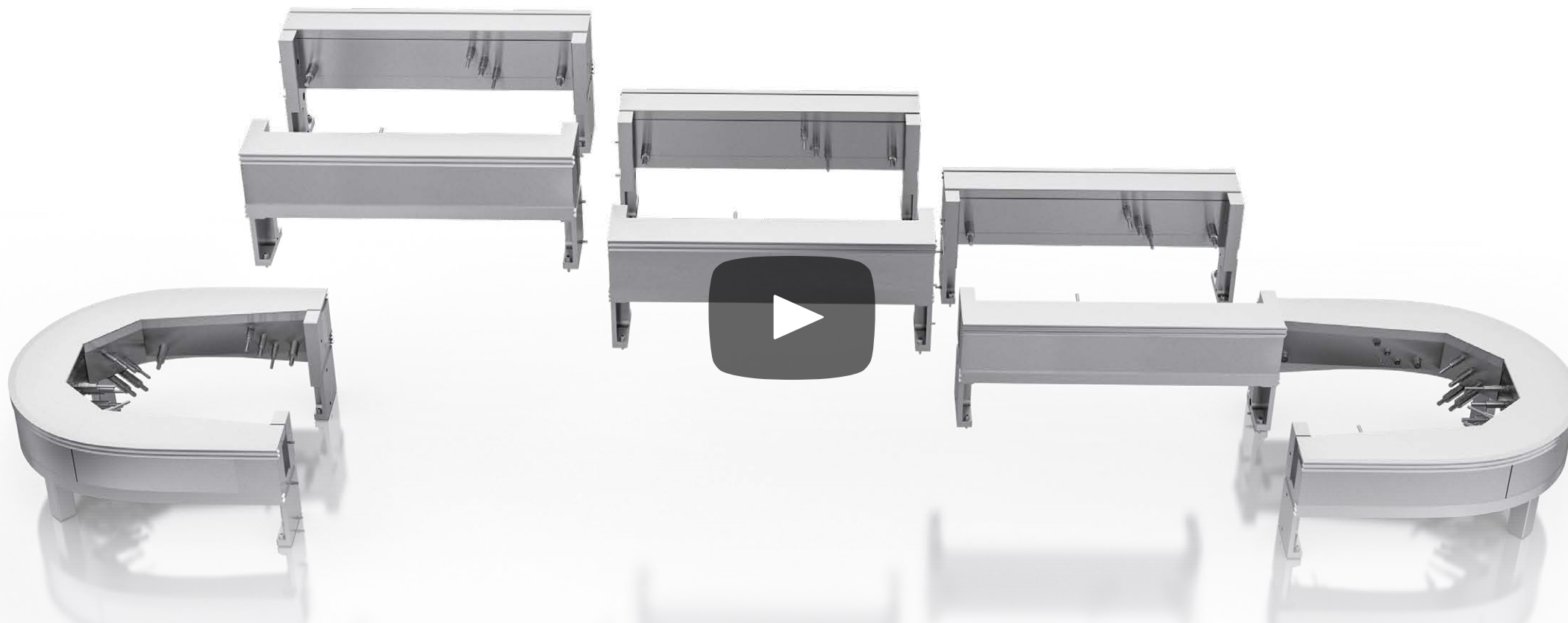
Højere produktivitet per kvadratmeter



Gulvplads er værdifuld. Den adaptive maskine følger en streng designtilgang, der minimerer pladskrav. Den adaptive maskine er afhængig af kompakte automationskomponenter med høj energitæthed.

Resultatet er øget produktivitet pr. kvadratmeter gulvplads - og et tilsvarende boost i ROI. Adaptiv maskinteknologi hjælper med at få mest muligt ud af en bygnings infrastruktur.

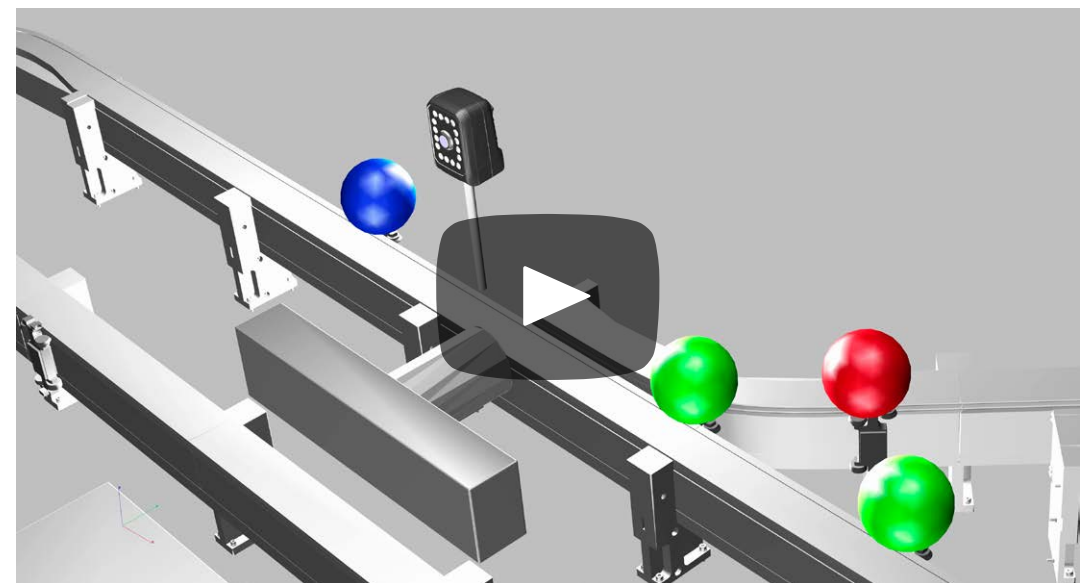
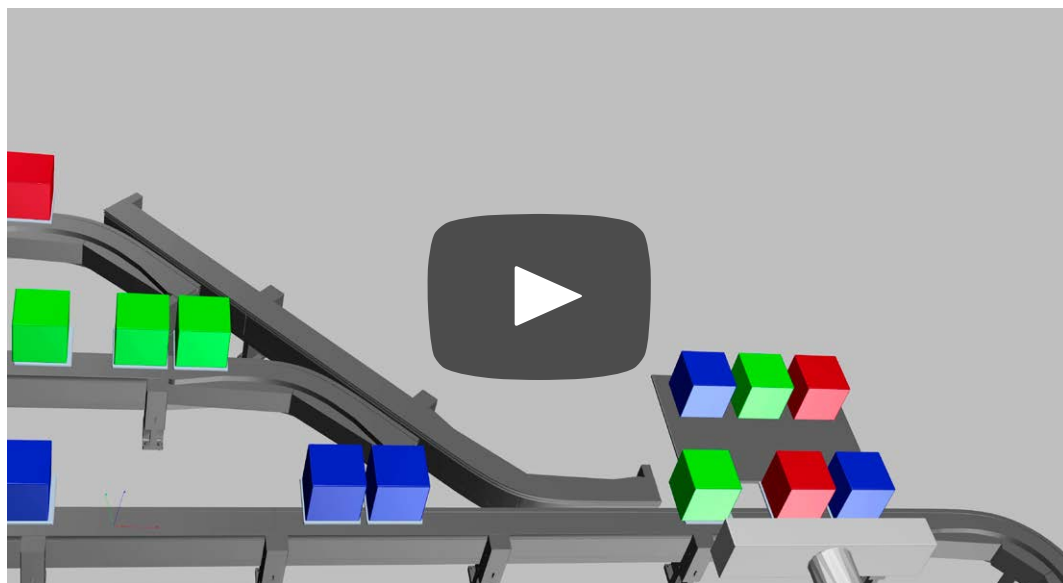
Investeringsikkerhed gennem skalerbar maskinteknologi



En uundgåelig udfordring, der kommer med fornøjelsen af at operere på et vækstmarked, er, at installeret kapacitet før eller siden vil nå sin grænse. Hvis man fortsat vil imødekomme markedets behov, betyder det en investering i kapacitetsudvidelse. Traditionelt betød dette, at man skulle vælge mellem at tilføje maskiner eller udskifte forældet udstyr med mere moderne udstyr med højere produktivitet.

Nu medfører den adaptive maskine en attraktiv ny mulighed: skalerbar maskinarkitektur. Ved at tilføje nye track-segmenter og yderligere processtationer kan en maskines installerede kapacitet let opgraderes med en minimal investering. Dette giver investeringsikkerhed og fremtidssikker ROI.

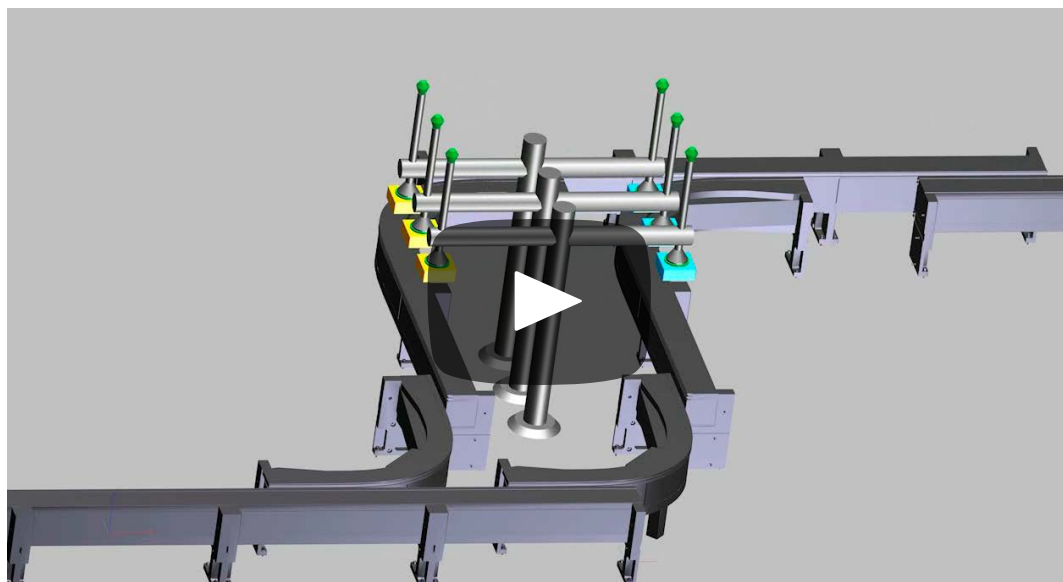
Sammenfletning og opdeling af produktflows



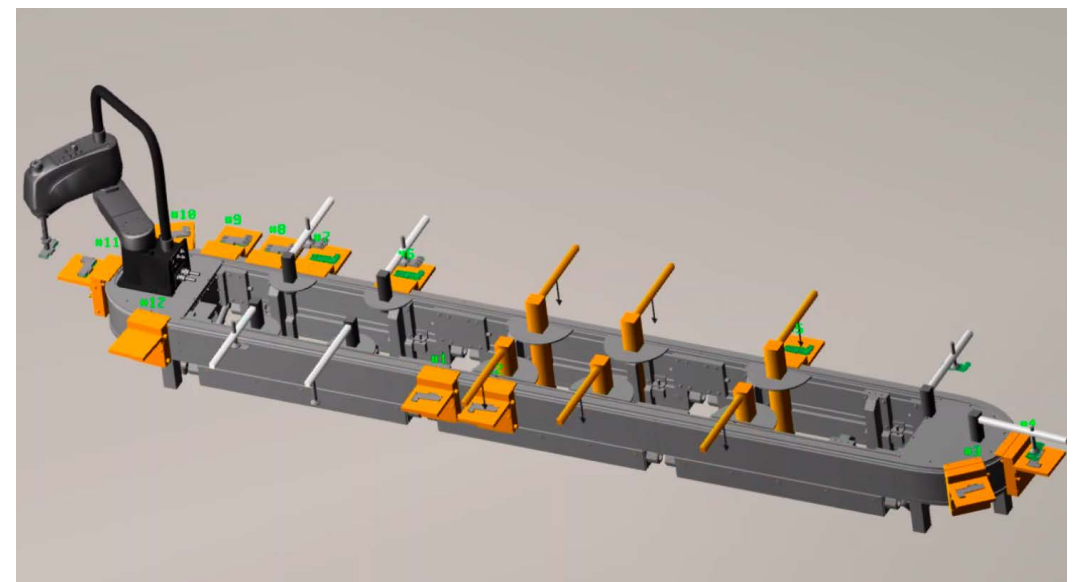
Højhastighedsdivertere i den nyeste generation af track-systemer tillader produktstrømme at flette sammen og opdele sig responsivt og i realtid. Den adaptive maskine gør omfattende brug af disse fordele. Om det er omkostningseffektiv batch-of-one-produktion uden changeover overhovedet (tænk sammensætningen af

brugerdefinerede sæt eller regnbuepakker) eller frasorteringen af defekte produkter on-the-fly og på en product-by-product-basis. Den adaptive maskine hæver tilgængeligheden af OEE til et niveau, der gør batch size one økonomisk attraktiv - og baner vejen for den samlede kvalitetsproduktion.

Gennemgående fejltolerant



Fleksibel produkttransport i en adaptiv maskine giver producenterne en usædvanlig høj fejltolerance. Traditionelt har et problem ved en overflødig forarbejdningsstation resulteret i defekte produkter, som skal frasorteres længere nede på linjen. Udgifterne til selve produkterne og endda deres emballage går tabt. Den adaptive maskine kan håndtere denne situation



meget mere intelligent. Med et hurtigt tryk på HMI-skærmen afbryder operatøren den defekte station, og produkttransport-systemet sender ikke længere produkter dertil. Produktionen fortsætter med maksimal kvalitet med et lille fald i output rate. Dette åbner op for nye dimensioner af ressourceeffektivitet og øger kvalitetsfaktoren for OEE.

Bevar kontrol over produktet til enhver tid

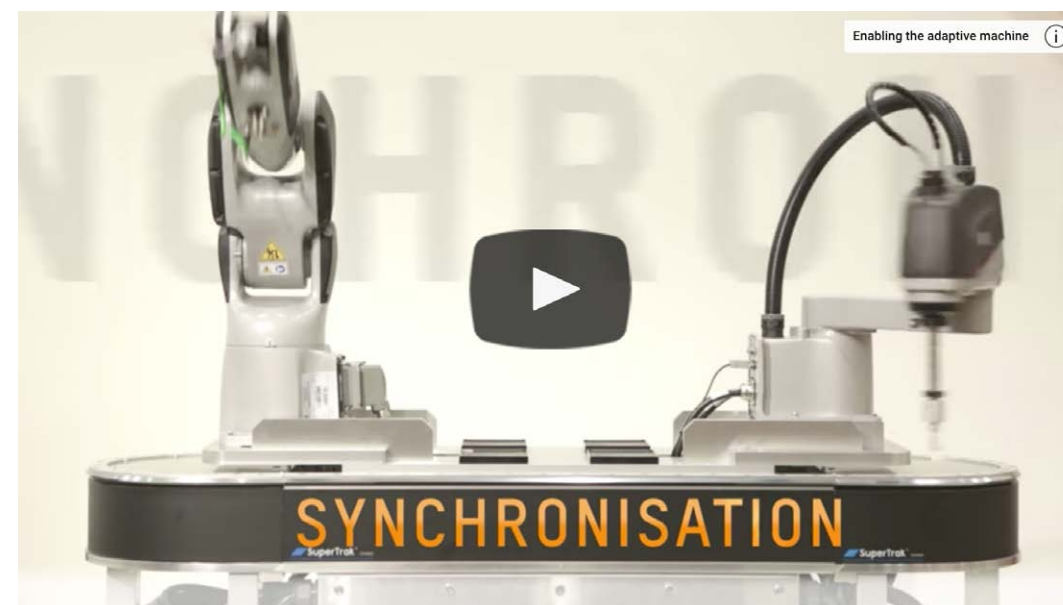
Fysisk kontrol af produkt og emballage har en mindre men kritisk indvirkning på effektivitet og konsistens og bør ikke gå tabt i overgangen mellem processer. Den ukontrollerede produktstrøm, der typisk findes i aftapningslinjer, kan føre til scuffing, linjestop og produkttab.

I konventionelle pakkelinjer opretholdes kontrollen ved hjælp af transportbånd med 'lugs', 'pucks' eller endda vakuumbælter. I montage- og bearbejdningslinjer kan dele og produkter fastgøres på jigs, 'tombstones' eller paller.

Begge tilgange har en tendens til at være rigidt sekventielt.

I den adaptive maskine kan fastgørelsen stadig bruges til at opretholde positiv kontrol over produktet men i et meget mere fleksibelt miljø. Variabelt pitch, multidirektional transport og

synkroniserede bevægelser af shuttlen, robotarme, aktuatorer, skrivehoveder og andre enheder betyder, at processen tilpasser sig produktet - ikke omvendt.



Matematik over fysik

Automatiseringsleverandører fortsætter med at udvikle algoritmer, der kompenserer for fysiske, mekaniske og elektriske begrænsninger.

Kombineret med den nye track-teknologi gør det det muligt at åbne beholdere med væsker hurtigere uden at spilde. Denne motion control software-funktionalitet giver præcis, kontrolleret, blid acceleration og deceleration trods hurtig bevægelse.



Anti-sloshing-algoritmer synes at trodse fysikkens love.

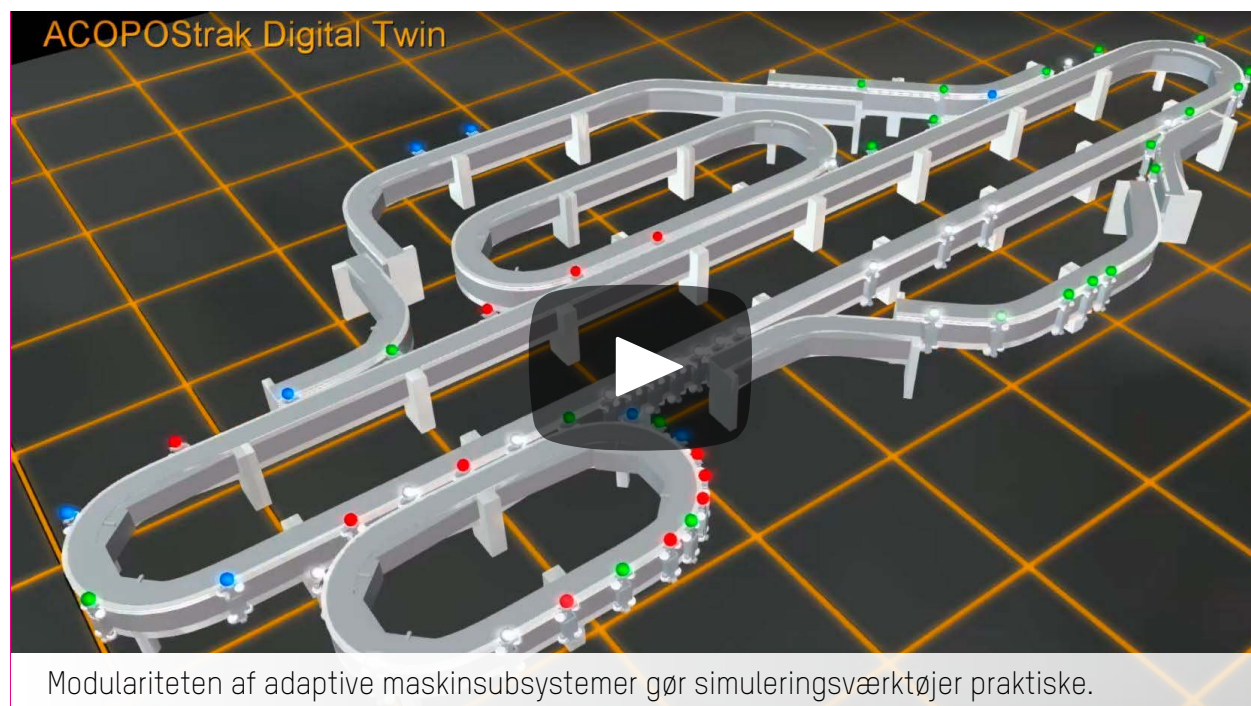
På samme måde kan visse mekaniske forhold forårsage periodiske forstyrrelser i servostyrede maskiner. En gentagende kontrolalgoritme kan bruges til at forudsige og kompensere for disse udsving. Det er en aktiv form for undertrykkelse, der gennemgår en konstant læringsproces for at tilpasse sig forandringer i forstyrrelser, som kan skyldes slid.



Gentagne kontrolalgoritmer undergår konstant læring for at tilpasse sig mekaniske udsving.

Digital twins

Simulering vs. prototyping



Et af de mest effektive designværktøjer til test af flere variabler forud for at skære i metal er simulering. Traditionelt har simulering ikke været anvendt i vid udstrækning på specialbyggede maskiner, fordi de har tendens til at være variationer af allerede etablerede designs eller så højt tilpasset, at simulering betragtes som omkostningsprohibitiv.

Med fremkomsten af racetrack-moduler har automationsleverandøren basis for at levere simuleringfunktioner som en del af løs-

ningen. Med disse systemer er der faktisk ingen prototype. Maskinmodulerne er konfigureret i stedet for bygget fra bunden. Tilpasningen ligger mere i layout, tooling og fixturing samt optimering af antal, bevægelser og dimensioner af enheder, shuttles og arbejdsstationer.

Disse variabler er ideelle til simulering, og resultatet er et optimeret design opnået hurtigere og til en lavere pris.

Early adopters



På de følgende sider undersøges nogle af de 'early adopters' af den adaptive maskine, der allerede er begyndt at forme denne nye maskingeneration.

Roterende label-maskiner



Roterende label-maskiner er et eksempel på modulært maskin-design, der er tilgængeligt i dag, og som kan tilpasses til papirs-, film-, koldlims-, smeltelims-, selvklæbende, wrap-around, for/bag- og flaskeetiketter og meget mere. De tilsvarende moduler, kendt som aggregater, køres ind og spændes på plads. Disse eksempler kommer fra Italien.

Ved at styre flaskeplader individuelt med servomotorer, bliver hver af dem en uafhængigt styret zone - en væsentlig feature ved det adaptive maskinkoncept. Roterende labelere får fleksibiliteten til at køre forskellige størrelser og former af flasker - runde, firkantede, ovale, kolber - der tidligere krævede forskellige maskiner eller upraktiske bånd- eller CAM-ændringer.

Roterende label-maskiner



Dette eksempel fra USA indeholder farmaceutisk serialisering, hvor hver beholder trackes og traces individuelt - Et andet kendetegn for batch size one.

Robotter bliver til påfyldningslinjer



Dette firma, der er baseret i Asien, har taget en off-the-shelf-tilgang, der repræsenterer et andet evolutionært skridt imod den adaptive maskine. De har implementeret påfyldningshoveder som værktøj på robotarmene, der holder beholdere i pucks for at bevare kontrollen og har genskabt en inline-motion-profil.

Deres oprindelige designstrategi for at bruge robotter? De havde aldrig designet en emballagemaskine, så de valgte kommercielt tilgængelige robotarme og synkroniserede dem med transportsystemet – og har effektivt opnået modulariteten og rekonfigurerbarhedsaspekterne af en adaptiv maskine.

Den adaptive kassepakker



En adaptiv case packer fra Tavid rejser, fylder og lukker op til fire forskellige størrelser kasser on demand i hastigheder på 20 cases pr. minut, og som er i stand til at ændre case-størrelser på 4 sekunder eller mindre - programmerbare med 99 opskriftdrevne caseformater og tilsvarende lågformater.

Det er massetilpasning uden tab af throughput. Og det er velegnet til e-handel, fordi transportører som FedEx og UPS nu opkræver betaling efter pakkestørrelse udover vægt, hvilket skaber et incitament til at minimere hulrum.

Den adaptive labeler



Det track-baserede Gen4 labeling-system fra Makro Labeling, som blev introduceret til det europæiske marked på Drinktec 2017, tager servokontrol af flasker til et nyt niveau.

Videoen viser, hvordan to shuttles på to tracks er synkroniseret for at styre beholderbevægelsen, mens en tredje shuttle bruger lineær bevægelse for at dreje beholderen til etikettepåsætning.

Med flere etiketpåsættere kan forskellige etiketter påføres, uanset om det er til forskellige flaskestørrelser eller -former eller til forskellige produkter eller smage til batch size one.

Den adaptive flaskepåfylder



På samme messe introducerede Kronos "tapning on demand" til batch-of-one påfyldning og capping med evnen til at producere regnbuepakker af enhver kombination. Dette Gen4-system bruger også track-teknologi til at producere og sortere kundetilpassede ordrer og gøre dem klar til sekundær emballage.

Dette er meget mere favorabelt sammenlignet med pakning, forsendelse til et distributionscenter, udpakning og omhyggelig ompakning til sortpakker.

Den adaptive maskines betydning for emballagebranchen

En ny fjerde generation af emballeringsmaskiner, med karakteristika som den adaptive maskine, kommer nu ind på markedet. Med Gen4 kommer den længeventede fleksibilitet til at løse udfordringerne ved massetilpasning, e-handel, SKU-spredning, lageromkostninger, kortere produktlivscykler, track-and-trace og fremstillingsproduktivitet.

Hvad har ført til Gen4 emballagemaskiner?



Indtil for nyligt var Gen3 toppen af emballagemaskinedesign.

De tre tidligere generationer af emballeringsmaskiner er dokumenteret af OMAC, Organisation for Machine Automation and Control:

Gen1 - mekanisk drevne maskiner, der er typificeret af en central motor, der driver en ledningsaksel, som forbinder synkroniserende maskinfunktioner med jack-aksler. Gen1-maskiner er meget afhængige af manuelle omskifttere, der kræver værktøj og reservedele.

Gen2 - med indførelsen af servomotorer til emballeringsmaskiner blev servoer først føjet til eksisterende mekaniske designs

for at tilføje mere automatisering. Men fordi maskinerne var stort set mekanisk drevne, øgede Gen2 kompleksitet uden væsentligt øget performance.

Gen3 - Ved interpack 1999 erklærede en fremtrædende europæisk emballeringsmaskinbygger deres nye servomaskiner, der blev designet fra begyndelsen til servoautomatisering, til at være tredje generation. Linieakslen var væk, og takket være nyligt udviklede multiakselservostyringsteknologier blev alle maskinfunktioner synkroniseret over et digitalt motion-netværk. Nutidens Gen3-maskiner kaldes også mekatroniske designs, der integrerer disciplinerne mekanik-, elektronik- og software-udvikling.

Gen3- og Gen4- emballagemaskiner



Gen4-maskiner er adaptive, hvilket giver fleksibilitet til at opnå massetilpasning på en økonomisk måde.

Gennem de sidste to årtier har Gen3-maskiner fortsat udviklet sig på vigtige måder gennem automatiseringsteknologier, der muliggjorde receptdrevet drift, genstart uden re-homing, værktøjsfrie og endda automatiserede changeovers, robotic flexibility, reduceret produktspild, serialisering - og en lang række flere nye muligheder.

Gen3-maskiner kan helt sikkert være modulære, men de har tendens til at være dedikerede designs, og changeovers er stadig nødvendige for formatændringer. Massetilpasning -

selv automatiseret regnbueemballage, endsige batch size one - har været svært opnåelige mål indtil nu.

Gen4-emballeringsmaskiner gør det muligt at opnå massetilpasning uden at gå på kompromis med effektivitet. Gen4-teknologi opfylder løftet om Industrial Internet of Things/Industri 4.0. Og det leverer teknologien til at opnå Packaging 4.0-strategier. Ved at levere fleksibiliteten og ydeevnen af adaptiv maskinteknologi repræsenterer Gen4 en helt ny generation.

Konklusioner



- Tilpasningsevne vedrører sig ændrede forventninger fra forbrugere, markedsstrategier, produkter, emballage og linjeudvidelser
- Adaptive maskiner har uafhængigt styrede moduler med multidirektional bevægelse, tæt synkronisering med andre (ofte robot-) enheder og exceptionel fleksibilitet
- Nye og næste generations lineære track-systemer er ryggraden i den adaptive maskine - i modsætning til transportbånd kan track-systemer udføre arbejde på produkter under transit
- Ved undersøgelse af adaptive maskineløsninger bør der tages højde for komplementære produktionsteknologier samt niveauet for avanceret automatiseringsteknologi, der gør den adaptive maskine mulig
- Business casen til den adaptive maskine er berettiget, da batchstørrelsen bliver mindre og gennemløbskravene forbliver kritiske - og kan måles ved hjælp af dokumenterede metoder (OEE, ROI, TCO).



B&R
Industrial Automation A/S

Rolundvej 17-19
5260 Odense s

t+45 3615 3080

office.dk@br-automation.com
www.br-automation.com/da/

Din lokale kontakt

[https://www.br-automation.com/
da/organisation/contact/](https://www.br-automation.com/da/organisation/contact/)