

Анастас Кехайов

LEAN ПРАКТИКИ

Как да работим без загуби,
да скъсяваме сроковете и
да разгръщаме своя бизнес

Опит от 120 фирми в България

Алфа Куолити

София, 2021

ГЛАВА 09
ЕДНОЕЛЕМЕНТЕН ПОТОК И НЕПРЕКЪСНАТ ПОТОК
(ONE-PIECE FLOW & CONTINUOUS FLOW)

Анотация

Един от пътищата към непрекъснатия и нивелиран поток е да се откажем от партидната работа и да въведем едноелементен поток – продуктите ги изработваме един по един и процесите протичат един по един. При „Точно навреме“ създаваме непрекъснат нивелиран поток на база едноелементни или подобни на тях потоци, които управляваме чрез изтегляне и запълване.

Ще навлезем в особеностите на различни видове производствени потоци – последователен, дървовиден (право и обратно дърво) и мрежовиден поток.

Ще анализираме в аспекта на непрекъснат поток какви плюсове и минуси имат най-прилаганите все още модели за организация на производството – машинна организация, технологична организация, продуктова организация.

Ще бъдат показани многото варианти на клетъчна (островна) организация.

Ще видим основните средства за постигане на изгладен (нивелиран) поток.

Потокът, дори да е непрекъснат, той ще понесе вътрешни загуби, ако не протича гладко, ако тече на тласъци, с различна интензивност във времето.

Ще разберем кои „вътрешни“ за потока фактори разрушават гладкостта му. Това са неизравнени или некратни един на друг капацитети на операциите. Също и неизравнените или некратни едно на друго времена на операциите. Разклащането на потока може да идва от недостатъчни капацитети и/или много дълги времена на спомагателните спрямо съответните им основни операции. Потокът се разклаща и ако повторните и корекционни операции ги правим на места, където се правят и съответните им основни операции. Разклащането може да е и по причина, че капацитетите на някои средства за групови обработки не са съобразени с дължината на серията – говорим за неравен или некратен брой гнезда в някои средства за групови обработки, ако по протежение на потока има повече от една групови обработки. Влияние върху гладкостта оказват връщанията на продукта „срещу“ потока. Зле управляваните тесни места не само че разклащат потока, но освен това те ограничават общата пропускателна способност на цялото производство.

Уводни думи

Цитат от Теруюки Миноура, експрезидент на „Toyota Motor Manufacturing“:

„Ако в производство, организирано като поток от единични изделия, е възникнал проблем, трябва да бъде спрян целият производствен поток.

Така погледнато, това май е една много лоша система на производство.

Но когато производството спира, всички са принудени да решават проблема незабавно. На всички членове на екипа им се налага да мислят.

Така те израстват, стават по-зрели хора и по-добри членове на екипа“.

Да си представим, че произвеждаме едно изделие в един единствен брой.

Също така нека да приемем, че технологията е процес с поредни операции.

Първа операция отрезна, втора операция стругова, трета операция фреза, четвърта операция отвор, пета операция шлайф, шеста операция опаковка.

Тръгва този продукт в един единствен брой от операция на друга операция.

Ако в коя да е от поредните операции има проблем, производството спира.

Това производство може да продължи едва когато проблема го отстраним.

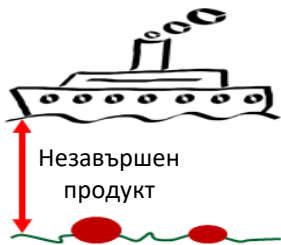
Нека си представим, че пускаме серия, а не единична бройка. При проблем в една от операциите нищо не пречи на другите операции да продължават.

Просто трупат незавършен продукт, той не може да продължи да се движи.

Когато организираме производството като поток от единични изделия и ако някъде в потока има проблем, производството не може да продължи докато проблемът не бъде решен. Какво става тогава. Всички отиваме при операцията, в която има проблем. Умуваме и търсим да решим проблема.

Подразбира се, работниците са поливалентни, всеки познава работата на другия. Идеята за едноелементния поток е идея за борба с незавършения продукт. В доста случаи има незавършен продукт, защото едни операции са в кондиция, а други не са. Едни операции имат проблеми, другите нямат.

На операции без проблеми производството тече. На операции с проблеми производството спира и пред тях се трупат купища незавършени продукти.



**Нужен е или лоцман,
или драгажна машина**



В книгите по Лийн ефектът от незавършеното производство е илюстриран с любопитна картинка. Параход плува в река и нивото на водата в реката е високо. На дъното на реката лежат опасни подводни скали с остри ръбове.

Но водата е дълбока, параходът спокойно си плува над подводните скали.

Нивото на водата е алюзия за незавършено производство. Като спадне водата, скалите щръкват над повърхността или са непосредствено под нея. Корабът има нужда от опитен лоцман, който да преведе кораба встрани от опасните скали. Лоцманът е алюзия за усложнена система за управление.

Или службата за поддържане на речното дъно трябва да взриви скалите... Виждаме алюзия за осигуровка срещу проблем. Ако корабът ни трябва да плува в плитка вода край подводни скали, щем не щем изчистваме дъното.

Иначе някой ден, колкото и да е опитен лоцманът, корабът ни ще заседне.

Оттук идва идеята, че производството нарочно – да го кажем „изкуствено“ – трябва да го вкараме в екстремни режими, и тогава, ако има потенциални проблеми, те ще се проявят и това ще ни принуди да ги обсъдим и решим.

Не веднъж си говорихме за изцеждане на технологичните разходни норми. Идеята е същата. Ако вкараме производството в екстремни режими, лъсва всеки потенциален проблем. Ако производството е частично натоварено, даже да има хронични проблеми, тях най-вероятно няма да ги забележим.

И така нарочно вкарваме производството в изкуствено форсирани режими.

Щръкват един по един проблеми. Премахваме ги. Какво значи премахваме. Изкореняваме първопричините им. Подводните скали ги взривяваме, няма вече скали, речното дъно е равно и гладко и корабът плува безпроблемно.

Разбрахме го, че ако продуктите вървят един по един и отидат на операция с проблем, трябва производството да спре до отстраняването на проблема.

Ако пуснем серия и част от нея премине една операция уж без проблем, но проблемът се прояви впоследствие, продуктите, които уж са преминали успешно операцията, те се движат по пътя си, и колко е по-дълга серията, толкова повече се усилва ефектът, че следващите операции, макар и да са способни да работят, тъй като няма какво да им подадем, трябва да чакат. При последователни операции този ефект проличава най-силно и видимо. Ако операциите са независими, ефектът ще се прояви по различен начин – не като чакащи захранване операции след мястото на проблема, а като операции, които работят въпреки проблема. Ако операциите не са взаимно зависими и една операция има проблем, той не пречи други операции да работят, освен ако не останат незахранени. Обаче, всичките тези операции са свързани, защото нали те в своята съвкупност създават крайния продукт.

Да речем, произвеждаме сглобка от три детайла и имаме три паралелни технологични линии, всяка една от които изработва един от трите детайла. В една от линиите е изникнал проблем, в другите две линии няма проблем. В тази ситуация двете линии без проблеми ще изработят ненужни детайли. Тези детайли са изработени, но стоят обездвижени, тъй като на операцията по сглобяване ѝ липсва третият детайл и тя е принудена да спре и да чака.

Прототип по японски



Добре изученото производство не крие рискове от лоши изненади. Нека видим как да разбираме „прототип по японски“. За японците казват, че когато изработват прототип на нов продукт (или образец, или пробна серия), те нарочно го правят в проблемна среда, в която факторите на производството са поставени в състояние почти на границите на несъответствието.

Нарочно се използват материали с пределно широки толеранси на техните характеристики. Годни материали, но са на границата на несъответствието.

Нарочно използват машини, на които скоро предстои капитален ремонт. Все още са изправни машини, но почти към границата на несъответствието.

Нарочно използват наскоро назначени работници, обучени, но все още не напълно овладели работата си, поради което има риск да допускат грешки.

И ако с тези калпави материали, разбрицани машини и неопитни хора те стигнат до сполучлив образец, всички бройки от редовното производство ще са по-добри от образца. Ние правим обратно на японците – търсим да намерим специални материали, ползваме прецизни машини, ангажираме най-опитните хора. После сме винаги неприятно изненадани, че в редовно производство не успяваме да получим повтораемост и възпроизводимост.

„Прототип по японски“ е предтеча на идеята за поливариантни технологии (т.нар. „квазиекзостивни технологии“) на база добре изучени благоприятни и неблагоприятни изменения и/или съчетания на производствени фактори. От доставка на доставка се менят характеристиките на материалите. Мени се физичното състояние и технологичната настройка на машините. Хората са различни. Атмосферните условия се менят и влияят на работната среда.

В даден момент производствените фактори са различно комбинирани и за всяка комбинация има варианти на технологията. Може да са 30 на брой. Днес производствените фактори са в комбинация № 16 и за нея е валидна технология във вариант № 16. Значи днес ще използваме технология № 16.

Досещаме се, документи от рода на „Заповед за изменение“ и „Заповед за временно отклонение“ нямат място, ако ползваш такъв модел технологии.

Ето обобщение. Ако предварително сме изучили производството, можем предварително да разработим решенията на възможните проблеми в него.

Разчистване на потока чрез разкопаване на съпротивленията



Добра идея е производството да го вкараме съвсем нарочно във форсирани режими, за да проличат слабите места и да се търсят и намерят решения на всички явни и потенциални проблеми в тези слаби места.

Всеки е поливал царевица по вади. Да припомним как точно се прави това.

Пускаш водата. Тя потича по вадата. След миг нещо я забира, тя образува гьолче и се задържа там. Копваш с мотиката, отприщваш водата и тя пак потича, пак нещо я забира, пак гьолче, пак копваш с мотиката, пак потича водата, пак забира и пак мотиката. Така помагаш водата да тече по вадата.

Като повтаряш и повтаряш операцията с мотиката, водата тръгва да тече по водата с постоянен и равномерен дебит. Така ти успя да нивелираш потока.

Даже след някое време водата ще се избистри и тогава мотика не е нужна.

Ускорените изпитвания на продукти са изпитвания при форсирани режими на употреба, близки до и дори надхвърлящи гранично допустимите режими.

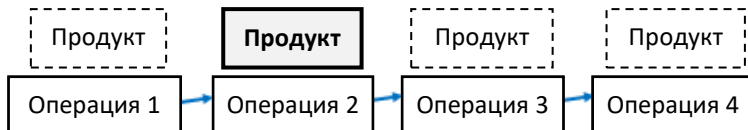
Целта на ускорените изпитвания е да не се изчаква нормалната употреба на продукта да посочи има ли дефекти в конструкцията или изпълнението, а дефектите, ако има риск от такива, да ги разкрием и отстраним по-рано.

Идеята производството нарочно да го пренапрегнем, за да разкрием и отстраним негови явни и потенциални проблеми, има почти същата логика и има почти същата цел както идеята за ускорено изпитване на продуктите.

И така, форсираме производството, то показва рогата, ние ги подкастряме.

Докога ще е така? Докато сме разкрили всички възможни проблеми, явни и потенциални, и сме отстранили по невъзвратим начин първопричините им.

Едноелементен поток



В англоезичната книжнина по Лийн се използват два равностойни термина Single-Piece Flow и One Piece Flow. Но какво точно значи „едноелементен поток“, това ще го разясня чрез описване на двете негови характеристики.

Първата характеристика на този поток е, че продуктите се изпълняват един по един. Втората характеристика е, че продуктът минава от операция на операция или от процес на процес без да се задържа. Впрочем, правим допускане, че времето за транспорт между операции или процеси е нулево.

Няма запаси и опашки, не се губи време в изчаквания, не се блокират пари.

Едноелементният поток е най-най-опростена форма на непрекъснат поток. Едноелементният поток е предпоставка за следваща стъпка – управление на производството с изтегляне. За изтеглянето виж едноименната Глава 10.

Непрекъснат поток (Continuous Flow)



Сега да видим непрекъснатия поток. На картинката личи как работниците изработват продукта парче по парче и си го предават всеки на следващия.

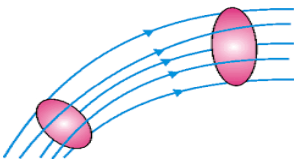
По този начин между операциите не се трупат междуоперационни запаси.

Всеки работник върши работа и предава продукта на следващия работник, образно казано „от ръка в ръка“. При такава организация на работата, ако има проблем в някое работно място, той ще изплува. Защото ще се окаже, че аз подавам продукта на тебе, а ти не можеш да го поемеш. Или ти чакаш да поемеш продукт от мене, а аз нямам готовност да ти го подам навреме.

Тогава ще се сетим, че капацитетите на работните места не са балансирани, че операционните времена не са синхронизирани и т.н. Иначе, ако работим в партиди, това надали ще проличи или поне няма да проличи тъй видимо.

Създай непрекъснат поток в процеса и гледай кои проблеми ще изплуват!

Идеалният поток е химера



Съществените скрити секрети на идеалния едноелементен поток са два. Работни места с изравнени или взаимно кратни капацитети и синхронизирани операционни времена – те са изравнени или са кратни едни на други.

Само че такава идеално състояние може да се получи само за конкретен продукт и само за съответната на този продукт технология за производство.

Зад всеки продукт стои технологичен микс от операции и техните времена. Даже операциите да са същите, технологични им времена и респективно натоварването на отделните операции със сигурност няма да бъде същото.

Имаме балансиран поток за един продукт, после пускаме друг продукт, там е друго съотношение на технологични времена и потокът се разбалансира.

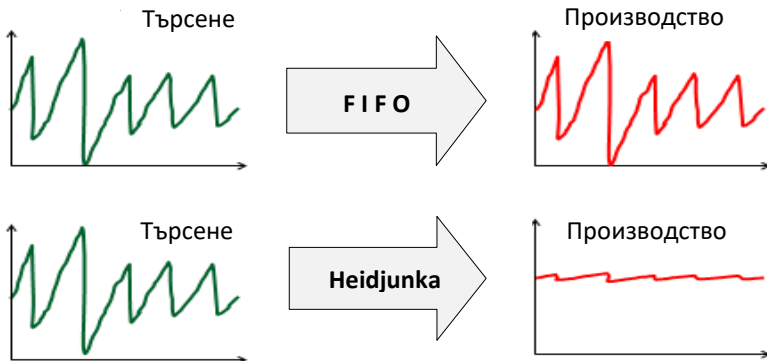
Да балансираме капацитетите, по този начин целим да балансираме потока.

Но балансираните капацитети са „идеалното“ състояние. Такъв лукс струва доста скъпо в повечето от случаите. Входът на производството (поръчки за различни продукти в различни обеми) постоянно и непредвидимо се мени.

А и степените на натоварване на локалните капацитети (тези на отделните операции) са подвластни на множество непредвидими капризни фактори. Трудно е, но е най-добре да се опитаме да направим така, че самият поток да е балансиран (даже локалните капацитети в него да не са балансирани).

Ако имаме една много дълга серия, можем да се опитаме и да постигнем добър баланс в капацитетите на операциите. Но ако работим в къси серии, при някои продукти ще има баланс, при други няма да има и ще са нужни буфери. И няма да е толкова важно постигаме ли балансирани капацитети и синхронизирани междуперационни времена. Много по-важното е да се постигне състояние, в което потокът тече без да спира и без да се клатушка.

Нивелиране (Heidjunka)



Така стигаме до Хейджунка. Отляво горе и долу на графиката е търсенето, клиентските поръчки. Те постъпват за изпълнение в производството като производствени поръчки. Ако поредността на производствените поръчки следва едно към едно поредността на клиентските поръчки (ред FIFO – първа приета, първа поета), по същия начин, по който е разклатен входът на фирмата, по същия този начин ще се разклаща производственият поток.

Следват твърде поучителни разсъждения. Да допуснем, че в нашия бранш обичайното време за изпълнение на клиентска поръчка е 30 дни и че всяка фирма от бранша гони такъв срок. Клиентът пуска запитване, ние даваме прилична цена, обещаваме очакваното качество и предлагаме срок 30 дни. Клиентът възприема този срок от 30 дни за допустим и сделката ще я бъде.

Да си представим, че сме се научили, благодарение на инструментите на Лийн производството, да изпълняваме поръчката не за 30 дни, а за 10 дни.

Тогава входът нека се клати, ние няма да изпълняваме клиентски поръчки в поредността на постъпване, а в поредност, удобна за производството ни.

Пак постигаме „нормален“ срок 30 дни, но понеже произвеждаме не за 30, а за 10 дни, можем да изгладим (да нивелираме) производствения поток.

На японски е „Хейджунка“. На други езици е нивелиране или изглаждане. В англоезичната литература за нивелиран поток терминът е „Leveling Flow“.

Ключови условия за изглаждане на потока

Добра предпоставка за изглаждане (за нивелиране) на потока е сроковете за изпълнение на производствени поръчки да са доста по-къси от обичайно приетите в бранша офертни срокове за изпълнение на клиентски поръчки.

В следващата Глава 10 ще се докоснем до още едно ключово условие за изглаждане на потока. То е да търсим голямо разнообразие в клиентската продуктова гама на базата на малък брой от типизирани и/или модулни конструктивни и/или технологични решения за производство на продукта.

Нека се върнем на съотношението между клиентски и производствен срок.

Тук ще видим два примера. Единият ни пример е от автомобилостроенето.

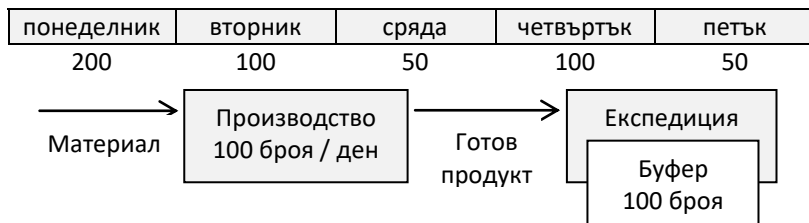
Когато се купува автомобил „по поръчка“ клиентският срок е между 45 и 60 дни, а в същото време срокът за производство на автомобил от щанцоване до крайния монтаж и финалния тест е от порядъка на една до две седмици.

Другият случай е от сервиз за ремонт на електроинструменти. Всеки ден от седмицата ремонтира само определени групи инструменти. В понеделник сервизът ремонтира винтоверти, гайковерти, дрелки, къртачи и бъркалки, във вторник махови триони и зегета, в сряда верижни триони... и нататък.

Случи ли се да занесеш в сряда верижен трион за ремонт, ще го получиш в четвъртък, но ако го занесеш в петък, ще го получиш чак идния четвъртък.

Нивелиране на потока „по количество“

Регулярна седмична поръчка от 500 броя, с дневни поръчки от 50, 100 или 200 броя в петте дни на седмицата, например така



Има два вида нивелиране на потока – нивелиране „по количество“ и нивелиране „по номенклатура“. Ето пример за нивелиране по количество.

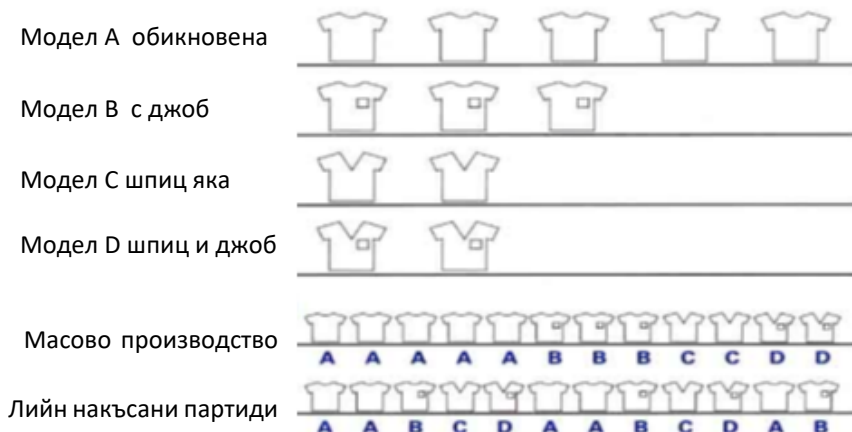
Фирма изпълнява регулярни седмични поръчки за 500 броя, като дневните поръчки в рамките на седмицата са различни – за 50, за 100 и за 200 броя. Ето, в понеделник са 200 броя, във вторник 100 броя, в сряда 50 броя и т.н. Вместо всеки ден да произвежда различен брой (най-малкият брой 50 броя е четири пъти по-малък от най-големия брой 200 броя), фирмата може да изглади потока „по количество“, ако произвежда всеки ден от седмицата по 100 броя и заедно с това държи в експедиционен склад буфер 100 броя.



Показаното в предната картинка тук е изобразено чрез стълбови диаграми. Ясно личи как неравномерното търсене (от 200 до 50 броя в ден, виж горе) е превърнато в равномерно производство (100 броя всеки ден, виж долу).

Нивелиране на потока „по номенклатура“

Седмично клиентско търсене на четири модела тениски

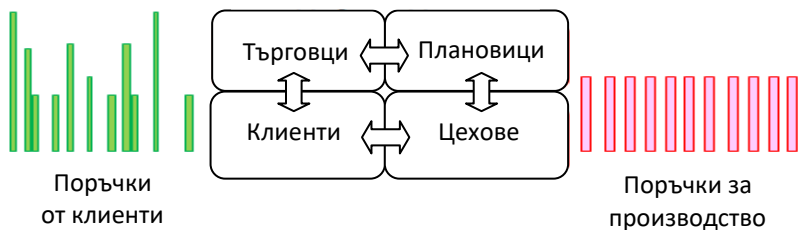


Сега ще покажа как се постига нивелирането на потока „по номенклатура“. Ето четири модела тениски – А, В, С и D. Модел А е обикновена тениска. Модел В има джобче. Модел С е с деколте. Модел D има деколте и джоб. При масово организирано производство първо пускаме цялото количество тениски модел А, после цялото количество тениски модел В, после цялото количество тениски модел С и накрая цялото количество тениски модел D. При Лийн организирано производство накъсваме в подсерии целите серии от моделите А, В, С и D и ще ги пускаме в показаната на схемата поредност.

Хейджунка диалози

Със следващите разсъждения ще разкрия един друг аспект на превръщане на неравномерното клиентско търсене в равномерен производствен поток. Търсенето почти винаги е неравномерно, тъй като то е два пъти случайно.

Първо, размерите на клиентските поръчки са случайна величина, най-често подчинена на Гаусов (нормален) или Болцманов закон на разпределение. Второ, времето между моментите на постъпване на клиентските поръчки също е случайно и често е подчинено на Поасонов закон на разпределение.



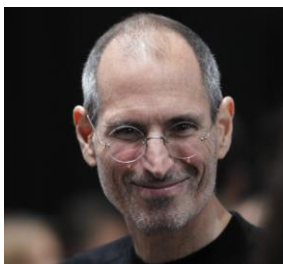
На схемата горе вляво имаме случайни по размер поръчки и те постъпват в случайни моменти от времето. А вдясно имаме регулярни по размер и по време на приемане производствени поръчки. Постигаме това чрез т.нар. „Хейджунка диалози“. Те се провеждат между няколко страни. Търговците говорят с клиентите и обещаваат ценови отстъпки в зависимост от срока на доставка. При нормален срок на доставка цената ще бъде нормална. За предварителна поръчка и по-дълъг срок на доставка цената е по-ниска. Екстрена поръчка – по-висока цена – т.е., цената е във функция от срока на доставка. Плюс трите вида цени търговците убеждават клиентите, че ако те им подадат индикативни прогнози, дори без да се ангажират с тях, ако дадат прогнози как ще поръчват във времето, пак ще имат ценови отстъпки. Ако кажем, че индикативната прогноза подвежда, грешим. Много клиенти, много прогнози. Едната е сбъркана нагоре, другата надолу. Сума сумарум средната прогноза е вярна защото влиза в сила Законът за големите числа. Търговците говорят с колеги от производственото планиране. Така узнават какви свободни капацитети има сега и в бъдеще, а търговците по-отрано информират плановиците какви клиентски поръчки очакват или са приети. Плановиците говорят с цеховите мениджъри относно кога кои капацитети да бъдат освободени за поръчки, а цеховите мениджъри, през плановиците, искат от търговците да осигурят еди какви си продукти за еди кой си месец, тъй като тогава ще са поосвободят еди кои си от технологичните мощности. Диалози... Любопитно е да знаем, че има български фирми, в които звената Продажби и Производствено планиране не са отделени едно от друго, а са едно общо звено. Там търговците и плановиците са постоянно лице в лице. Как се стига до такава идея?! Не е осъзната нуждата от диалог, няма нужда да обединяваме звена. Осъзната е нуждата от диалог, обединихме звената. Да се върнем в основите на изглаждането. Важна основа на изглаждането е да можем да изпълним производствена поръчка за време, доста по-късо от обичайно приетото в бранша време за изпълнение на клиентска поръчка. Видяхме го в случая с автомобилното производство – 60 дни за изпълнение

на клиентски поръчки, 14 дни за изпълнение на производствени поръчки. Наистина им е широко край врата. От 60 дни до 14 дни има 4 пъти разлика. Така заводът за краен монтаж може да си позволи да планира поредността за монтаж на поръчаните автомобили по най-ефективния за себе си начин. Това удобно ли е за предходните звена във веригата. Първите звена, те произвеждат детайли, компоненти и възли, се гърчат като грешни дяволи. Нататък ще обясня защо. Като говорим за Лийн, от време на време трябва да се сещаме, че тази иначе много добра производствена система е родена за нуждите на автомобилостроенето и подобните му монтажни индустрии. Тя е едно към едно приложима за всяка индустрия от такъв тип, където в многоешелонна верига на събиране на детайли и компоненти във възли, системи и агрегати чак до крайни изделия, действията на всички предни ешелони в тази дълга верига са подчинени на команди от крайния монтаж. Многократно ще се връщаме към Хейджунка, но нека отсега да го кажем. Не може да имаме перфектно „Точно навреме“ без перфектна Хейджунка.

Ревизия на ролята на пазара

Постановката за Хейджунка подсказва, че клиентът, със своя маниер кога, какво и колко поръчва, той ни улеснява или ни пречи да работим ефективно.

В учебниците по маркетинг четем, че клиентът винаги е прав, че търсенето определя предлагането, че пазарът командва производството, а и други хуморески. Стив Джобс е казал обратното с присъщия нему язвителен език. Истината е, че силната фирма владее хватки да наложи на клиента да купи такива продукти, които тя умее да произвежда по ефективен за нея начин.



Това, че клиентът винаги е прав, вероятно го е казал някой клиент

Стив Джобс, Епъл



Без ефективно производство няма удовлетворени клиенти

Лий Иакока, Крайслер

Щадейки самочувствието на клиента, фирмата му внушава илюзиите, че той

е направил избора, а всъщност тя е направила избора кому, какво и колко да продава и така се радва на комфорта от високата вътрешна ефективност. Това важи особено за два вида продукти. Едните са продукти с принудено търсене. Типичният пример е индустрията на страха. Разболяваш хората и им продаваш хапчета, наплашваш ги с кражби и им продаваш видеокамери. Другите са с предизвикано търсене (няма екзистенциална нужда от тях, но те задоволяват егоцентрични или екхибиционистични нагласи). Типични примери са продуктите за мачос (джипки, еростимуланти) и мацки (алта мода, бюти козметика и пластика), за лентяи (ТВ реалити, жълта преса), за хипохондрици (биохрана и витал адитиви), за парвенюта (лимузини, яхти, самолетчета) и за други прахосници на време, неосмислено с градивен труд. И със и без Лийн, продуктите на тези два вида търсене са винаги ефективни заради надутото високите им цени. Лошото е, че техните високи цени оказват инфлационен напор над цените на продуктите за нормални човешки нужди.

Независимо какви са продуктите и без значение производителят ли влияе на пазара или е доминиран от него, винаги и във всички случаи е прав Лий Иакока, който казва, че удовлетворение на клиентите, без от него да губи фирмата, не може да се постигне когато фирмата е вътрешно неефективна.

Последователен производствен поток



Да поговорим за различните видове производствени потоци и за техните отраслови особености. Последователният производствен поток е типичен за преработващите индустрии и за повечето от обработващите индустрии.

Изработката на оптичен компонент се осъществява от поредни операции – заготвяне, фрезование, шлайфане, полиране, слепване, покритие, лакиране.

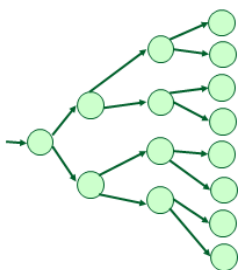
В машиностроенето детайл се изработва с поредни операции на отрязване, струговане, фрезование, разпробиване, шлайфане, полиране и боядисване.

Това вече го обясних в Глава 04, но го повтарям тъй като е повече от важно. В последователния поток някак е по-лесно да се търси синхронизиране на операциите. При такъв поток синхронизиране означава търсене на равни или взаимно кратни времена за изпълнение на всички операции в потока.

В този поток, ако има или искаме да има резерви в операционните времена, трябва да ги създадем в началните операции, а не при крайните операции.

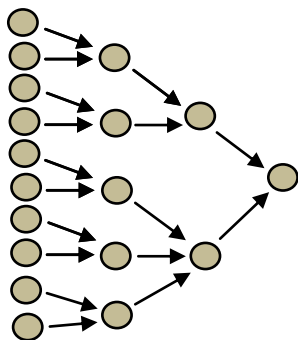
При последователен поток, без значение дали произвеждаме за склад или по поръчка, за да получим къс производствен цикъл и ниско незавършено производство, предвид срока, в който би трябвало да сме завършили изпълнението на последната операция, изпълнението на първата операция трябва да сме го започнали възможно най-късно спрямо този краен срок. Казаното е някак неясно на първи поглед. Изглежда нелогично и абсурдно. Истината е, че нарочно изцеждаме резервите по цялата верига от операции и се стараем всички операции да ги извършваме правилно и навреме, за да е осигурено на последната операция и тя да завърши правилно и навреме.

Дървовиден производствен поток



Дървовидният поток е характерен за тази немалка част от обработващите индустрии, в които се тръгва от една само суровина или от малък брой суровини, на база на които се прави огромно разнообразие от продукти. Тук, пак без значение за склад ли се произвежда или по поръчка, ако има или е нужно да има изчаквания за пускане на продукта от операция на следваща операция, тези изчаквания са в началото, а не в края на процеса.

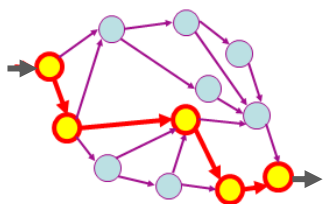
Обратен дървовиден производствен поток



Обратният дървовиден поток се явява типичен при монтажните индустрии. При тях имаме многоешелонен поток на производства и междинен и краен монтаж и от голямо разнообразие от материали, елементи и детайли се преминава през изработка на възли, системи и агрегати, за да се стигне до един или гама от крайни продукти. В идеалния случай би трябвало да са синхронизирани всички операционни времена по всички ешелони. Светла мечта, само няма как да я постигнем.

Ако има изчакащ продукт, той не е в предмонтажните складове за краен или междинен монтаж, не изчаква в последните фази на процеса, изчаква в началото на веригата, при доставчиците на детайли, компоненти и възли. Трудно се организира такова производство. В края на веригата се доставя „Точно навреме“ в най-чистата му форма. Доставяш точно колкото ти искат, точно когато го искат, точно където го искат и с каквото качество го искат. Или трябва да го държиш на склад, или и ти ще заработиш „Точно навреме“.

Мрежовиден производствен поток



Мрежовидният поток е типичен за сектори като строителство, корабостроене, тежко машиностроене и всякакви други подобни сложни проектно организирани дейности. Там съществува понятието „критичен път“. Критичен път е поредността от операции, в която няма резерви от време и/или ресурси.

Тук се постъпва така. Опитваме се да прехвърляме ресурси от некритични операции, в които има известни резерви, към други операции, лежащи на критичния път, в които операции няма никакви резерви. Така ще решим една трудна задача. По критичния път лежат операции без резерви, те не може да се изпълнят за по-късо време. Обаче, като прехвърлим ресурси от некритични към критични операции, скъсяваме времената на критичните операции и дори успяваме да изпълним проекта по-рано от крайния срок.

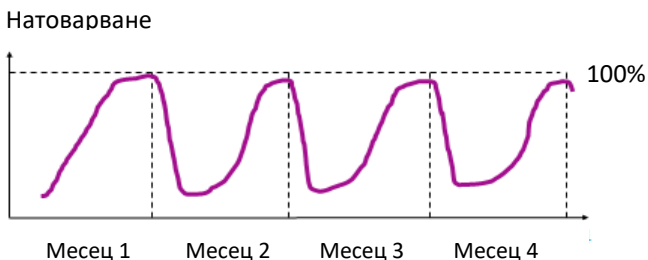
Общо за всички разгледани форми на потоци

Последователният поток може лесно да се трансформира в едноелементен поток. По-трудно е при дървовидните потоци. Най-трудно изглежда, а и на практика е почти невъзможно това да се направи при мрежовидния поток.

Така стигаме до извода, че при проектиране на сложни потоци трябва да се съблюдават три правила. Първото правило е да се избягват разклонения и сливания на съставящите ги потоци. Второто правило е, че кръстосванията и връщанията назад срещу посоката на основния поток са абсолютно табу. Третото правило е, че постановката за едноелементен поток не е догма и че, ако няма начин да постигнем такъв поток, трябва или да се примирим с това, или да потърсим други технологични решения, които да доближат производствената логика до тази на производствата от последователен тип.

Циклично неравномерен поток

Ето и циклично неравномерен поток вследствие на помесечно планиране. В доста фирми се наблюдават такъв цикъл на производствено натоварване.



В първите няколко дни на месеца е доста напрегнато, тъй като решаваме нерешени задачи от предния месец. След това настъпва пълно успокоение. В края на месеца работата пак се форсира, че пак сме изостанали от плана.

Производството се колебае всеки месец и в широк диапазон не толкова от неравномерно клиентско търсене, а най-вече заради откровено скудоумна антипроизводствена система за планиране и отчитане на текущите разходи.

Сами клатим потока и често си го причиняваме заради иначе добрата идея да опростим начина на планиране и отчитане. Като опростим така разумно планирането и отчитането раждаме циклично неравномерно производство.

А плановостта и отчетността (те не съществуват самоцелно) би трябвало да спомагат производството да тече равномерно и да е по-лесно управляемо.

Ефект на махалото



На някои по-препатили мениджъри им е печално известен Ефектът на махалото...

Имаме я готовността да произвеждаме, но нямаме достатъчен обем от поръчки. Ето защо ръководството яхва метлата и хуква с голяма енергия да дири поръчки. Намира поръчки, те заваляват при нас, но междуременно ние напълно сме се отучили и забравили как се произвежда.

Тогава нашето ръководство отново се втурва, но този път, за да възстанови занемарената готовност за производство. Докато възстанови готовността за производство, пак увисваме без поръчки. И този безсмислен танц не спира.

Защо ли се получава така?! Защото ръководството се чувства неуверено, поради което му се иска да е на всяка манджа мерудия и в резултат бива отрязан контактът между производствено планиране и търговски дейности.

Такова производство на тласъци е четири пъти вредно. Първо, вредно е за имиджа ни пред клиентите – и защото им правим теманета, и защото не винаги сме в състояние да изпълним поръчките качествено и в срок. Второ, вреди на имиджа ни пред доставчиците, защото сме нередовни купувачи. Трето, вреди на отношението на персонала към фирмата, която ту не може да му осигури работа, ту го пренапряга от работа. И четвърто, вредно е за ръководството – и защото времето му се харчи неефективно, и защото губи своя авторитет – както пред клиенти и доставчици, така и пред персонала.

Шишкото на Голдрат



Читателю, ти със сигурност си обикнал книгата „Целта“ на Елиаху Голдрат. Увлекателно четиво с образно и ясно описание на Теория на ограниченията.

В книгата има поучителен разказ. Дечица скаути са на поход по планински маршрут с неколцина възрастни хора, техните бащи и скаут инструкторите.

Още от самото начало колоната взела да се разтегля, нали едни дечица са по-яки и пъргави, други са по-хилави и тромави. Така колоната се разтегля.

Като се разтегли колоната, тия дечица, дето са отцепили напред, спират да поизчакат изостаналите. Изостаналите, тъкмо настигат с изплезени езици челото на колоната, първите пак отцепят напред и колоната пак се разтегля.

Възрастните придружители умуват как да се постигне равен такт на ходене.

Идва им звездната идея с дълго въженце да привържат левите крачета на дечицата едно за друго, та да крачат в единен такт. Наистина звездна идея!

Илюстрация за производствена Мури поради умна система за управление.

В един момент те съзират, че в строя засмян и запъхтян крачи един шишко.

Той не само е шишко, ама и носи огромна раница, натъпкана със сладкиши.

Шишкото бави цялата колона. Раницата тежка... а и често спира да похапва.

Слагат го най-отпред, за да командва темпото. Шишкото отлично командва темпото, в резултат от което цялата колона започва да се влачи едва едва.

Тогава се сещат да извадят сладкиши от раницата на шишкото и да ги турят в други раници или да ги изядат. Шишкото вече крачи бързо, обаче други дечица започват да крачат по-бавно, защото раниците им са претоварени.

Разтоварват и тях и преразпределят багажа така, че по-яките носят повече багаж, по-хилавите по-малко багаж и така всички крачат в равномерен такт.

При скаутите прехвърлихме ресурси от операция на операция и в началото на похода дечицата са с едни раници, а в края на похода са с други раници.

Донатоварихме раниците на по-яките дечица и олекотихме раниците на по-слабите дечица. Изравнихме работните капацитети, така се изравниха операционните времена. И успяхме да създадем поток с равномерен такт.

Шишкото е най-бавната операция, тя е определяща за такта на целия поток.

Какво трябва да направим. Има бавни операции и бързи операции. Трябва да се опитаме да им изравним времената. Как ще им изравним времената.

Ще ги изравним като прехвърляме ресурси от бързи операция към бавни операции. На най-бавните операции ще сложим по-високо квалифициран персонал. На най-бавните операции ще икономисаме излишно губене на време, да речем във водене на записи. Ще съкратим времената за смени и пренастройки, ще осигурим винаги изправно състояние на оборудването. Ще ги захранваме своевременно с годни материали. Ето такава е идеята...

Heidunka Box

(Табло за нивелиране)

	7.00	7.20	7.40	8.00	8.20	8.40	9.00	9.20
Тип А	A	A	A	A	A	A	A	A
Тип В	B	B	B	B	B	B	B	B
Тип С	C		C		C		C	
Тип D	D	D		D	D		D	D
Тип Е			E			E		

За целите на нивелирането се ползва Heidunka Box (Табло за нивелиране).

Във вида си от 50-те години Хейджунка бокс е нещо като класьор с гнезда. Всяка колона гнезда управлява определен времеви отрязък – от 7.00 часа до 7 часа и 20 минути, от 7 часа и 20 минути до 7 часа и 40 минути и пр. А всеки ред гнезда управлява чрез Канбан карти пускането и спирането на производството на няколко типове продукти – тип А, тип В, тип С и тип D.

Канбанът (на английски от японски Kanban) е поръчка към една операция да произведе дадено количество от продукта или да се премести дадено количество продукт от своето място до мястото на някоя друга операция.

Ако потокът пронизва различни и обособени производствени звена, тези Канбани ги пуска фирменият команден център или диспечерският отдел. Когато потокът или обособена част него се изпълнява в рамките на звеното Канбаните ги съставя и пуска определено за това лице от звеното.

Днес Хейджунка бокс го срещаме по-често във вид на електронна таблица.

Но класьорът с гнездата не е изхвърлен на бунището на забравата, понеже класьорът дава доста по-ясна визуализация за поредността на подсериите.

Поток с технологични „джобове“



Особен е случаят на процеси с големи разлики в операционните времена. Ето една говореща илюстрация за такъв процес от хранителната индустрия.

Поредността от операции е следната. Дозирание и смесване на съставки – 10 минути, втасване – 240 минути, разточване – 10 минути, изпичане – 30 минути, опаковка – 10 минути. Общото време за целия процес е 310 минути. Две операции разклащат потока – втасване 240 минути, изпичане 30 минути. Всичките други операции имат равни и доста по-къси времена – 10 минути.

Има начин да балансираме потока и той е с т.нар. „технологични джобове“. Нека да си представим, че потокът тече в права линия, но там където има дълготраещи операции, потока го „избутваме“ встрани от тая права линия.

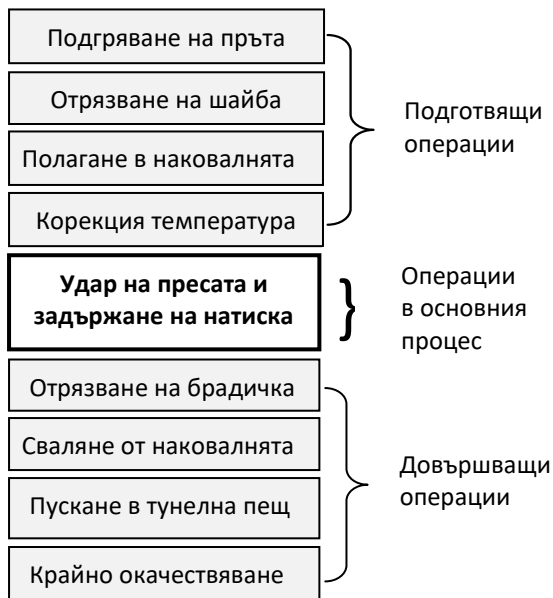
Тогава потокът тече по нов начин – дозирание, смесване, извеждане на вече втасало тесто, разточване, извеждане на вече изпечен продукт, опаковане.

Отляво на схемата ние имаме 10, плюс 10, плюс 240, плюс 10, плюс 30, плюс 10 – общо 310 минути за целия процес. Докато отдясно на схемата имаме сумарно време за целия процес 50 минути, всички операции са с изравнени времена, текат в синхрон, в процеса е въведен равномерен такт.

Ето такава е магията за балансиране на потока чрез технологични джобове.

И в други индустрии в рамките на един цялостен процес може да има операции с относително по-дълги времена, най-вече тогава, когато в процеса се редуват единични обработки и групови обработки – такива като почистване, дробинковане, термообработване, галваника, лакиране и т.п.

Тактът на потока се определя от основния процес



Примерът е за термопластично формоване на оптични детайли. Изходният материал е цилиндричен прът от оптично стъкло. Подгръват края на пръта докато омекне като кашкавал. С гилотинна ножица изрязват шайба от него.

После полагат придобилата пластичност шайба на наковалнята на пресата.

Понеже пресата е изстинала докато е изчаквала, коригират температурата на наковалнята. Всичкото изброено дотук са все подготвителни операции.

Чукът на пресата притиска добилата пластичност шайба, задържа натиска пет секунди. Единствено притискането и задържането са основният процес. Само основният процес дава стойност за клиента – геометрията на детайла.

В резултат от пресоването има една брадичка, която се отрязва със секачка.

После пускат детайла в тунелна пещ, предварително подгрята, с определен температурен градиент по дължината ѝ. То е за да се освободи детайлът от вътрешни напрежения. Всичко това дотук са все довършителни операции.

Ударът на пресата и задържането на натиска сумарно траят само 5 секунди.

Би могло тъй да се организира процесът, че пресата да работи постоянно и всеки 5 секунди да вади детайл. Тунелната пещ има капацитет да ги поеме.

Но поради нерационално планирани подготвителни операции на практика се получава такт 3 минути за детайл. Реално основната операция трае само пет секунди, а тактът на процеса в цялост е три минути, понякога и повече.

Къде е ползата, че оборудването позволява основният процес да трае само 5 секунди, след като в потока като цяло тактът за едно изделие е 3 минути.

Много пъти ще повтаряме, че в немалко ситуации ние не оползотворяваме капацитета на основната операция поради недостатъчните капацитети на всевъзможните подготвителни, довършителни и други помощни операции.

Балансиране на потока спрямо тясното място

Доста често капацитетите на отделните операции не са равни едни с други.

Тактът на първата операция в потока трябва да е съобразен с капацитета на тясното място, защото ако първата операция в потока произведе повече отколкото може да поеме тясното място, пред него се трупа чакащ продукт.

Когато тактът на първата операция в потока е съобразен с капацитета на тясното място, ще се получи равномерен поток – браво, поздравления за нас! – и може да забравим за тясното място, че трябва да го поотпушим.

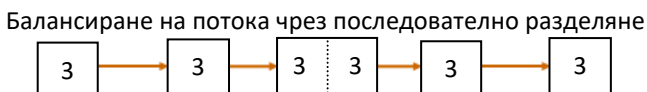
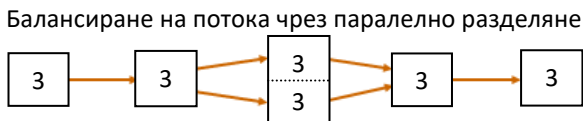
Другата клопка, в която ще попаднем, е заблудата, че вече няма значение потокът с избутване ли е или е с изтегляне, все един и същи дебит ще тече.

Но ние сме печени Лийн специалисти, няма да ни успят тези псевдоизводи.

Да се върнем в началото на разсъжденията и да формулираме правилото обратно – ако първата операция в потока не успява да запълни капацитета на тясното място, тогава непълно използваният капацитет на тясното място ще свие пропускателната способност на производството в неговата цялост.

Тази постановка е повече от важна и не бива да я изпусваме от внимание...

Балансиране на потока при неравни времена на операциите



Най-отгоре на схемата ние забелязваме един силно разбалансиран поток. На първа операция изделието стои 3 минути, на втората 3 минути, но на трета операция са цели 6, а не 3 минути. При този дисбаланс на времена на операциите скоростта на производствения поток е само 10 изделия на час.

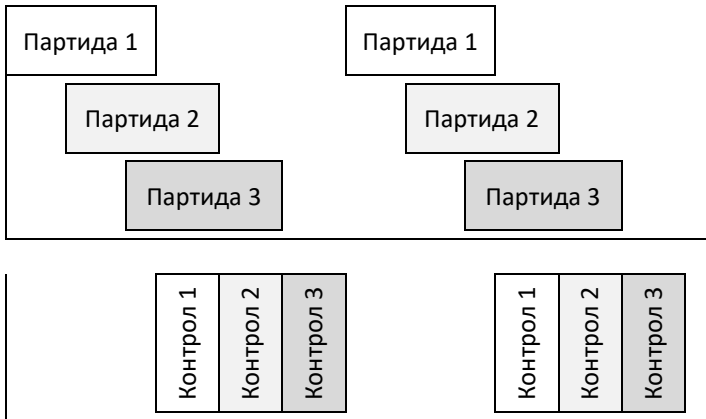
Едно възможно решение го виждаме в средата на схемата. Това решение е да създадем две паралелни работни места. Третата операция в процеса пак ще се извършва за 6 минути, но тя ще се извършва едновременно на две работни места и резултатното време за операцията вече е 3 минути. При това решение скоростта на потока се удвои. Тя вече е 20 изделия в час.

Друго решение е 6-минутната операция да я разбием на поредни по-къси операции по 3 минути. И тук скоростта се удвои от 10 на 20 изделия на час. Общото време за процеса остава същото, но без задържане в 6-минутната операция, която поражда опашка пред себе си. Тази опашка не може да се избегне без да се буферира операцията чрез задел (а той е излишен запас).

Паралелните работни места за балансиране на потока се прилагат по-често в монтажни заводи, а разделянето на дълга операция в две и повече къси поредни операции виждаме често в обработващи и преработващи заводи. Така, за да балансираме потока, разбиваме бавните операции в поредица от по-бързи подоперации или пък създаваме паралелни работни места. Вместо да правим паралелни работни места, може да съкратим времената на бавните операции като увеличим броя оператори в тях или въведем скоростно оборудване. Но как конкретно да се постъпи, това е друг въпрос.

Тук ние разсъждаваме по принцип... А практическите решения са в ръцете на технолозите, индустриалните инженери и организаторите производство.

Разбалансирано използване на общ ресурс



Ето случай на разбалансиране на потока поради използване на общ ресурс. Тук общо използваният ресурс е работно време, за да се извърши приеман контрол за качеството на няколко почти паралелно произведени партиди. Вървят в производството партиди от различни продукти. На диаграмата те са различни означени. Като приключи партида, има приемателен контрол. Виждаме, че има моменти, когато приемателният контрол е пренатоварен. Има други моменти, и те не са малко, приемателният контрол бездейства. Ако разместим моментите на пускане на отделните партиди, ще успеем да натоварим равномерно общо използвания ресурс за приемателен контрол.

Дневно отчитане на произведеното



Виждаме на схемата пет производствени участъка. Процесът протича по реда на тези участъци. Във всеки от тях се извършват различни операции – заготвяне, фрезование, шлайфане, полиране, нанасяне на оптични покрития.

Всеки участък отчита дневната си продукция в края на деня и я предава на следващия участък, който започва да я работи в началото на утрешния ден. При такава система на отчитане няма как общото време да е по-късо от пет дни, макар че технологичните времена са от порядъка на десетки минути. През останалото време продуктът сладко спи и се трупат междинни запаси.

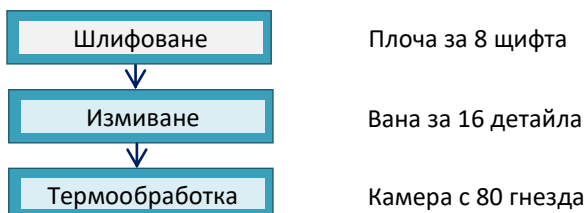
Често пъти на времетраенето на производствения цикъл му е орисано и предопределено да бъде дълго не заради нещо друго, а заради системата за планиране и отчитане на произведените количества – това е абсурдно, ама както е абсурдно, толкова е и реално, защото в немалко наши заводи точно така се работи – цехова или участъкова организация с планиране, отчитане и пренасяне на продукцията от звено в звено в еднодневен цикъл.

Съобразяване на капацитетите на операциите

Ако искаме да балансираме капацитети, понякога има смисъл да изходим от съображения, свързани с високата стойност на една или друга операция. Това може да е операция, изпълнявана на скъпо струващо и нецялостно натоварено оборудване, което бавно се отдава. Или операция за групова обработка. Или операция, изпълнявана на оборудване, което не може да спира (в стъklarски завод няма как да спреш топилна пещ). Или операция, изпълнявана на оборудване, което изисква особено висока квалификация.

Големи са рисковете пред такива производства, в които се разчита само на неколцина разбирачи, а всички други работници са пълни неграмотници. Разбирачите командват производството (на това му се вика „работническа автократия“) и то изпада в постоянно растяща зависимост от разбирачите.

Балансиране на потока при групови обработки



Илюстрация за балансиране на поток чрез капацитетите на технологичните средства за групови обработки. Има три поредни операции – шлифование, измиване и термообработка. Шлифването се прави на плоча с 8 щифта. Щифтовете са приспособления, които позиционират и фиксират детайлите. Измиване във вана за 16 бройки. Термична обработка в камера с 80 гнезда.

Числото 80 се дели на 16, а 16 се дели на 8, т.е. всяка серия, кратна на 80 – серия от 80, 160, 240 и пр., минава през групови обработки без задържане. Има 5 вани за измиване и 10 шлайф плочи. Те изцяло покриват обема на камерата за термообработка. Така процесът като цяло тече гладко и бързо.



Тук нарочно съм разбалансирил потока. В горната илюстрация броят легла в средствата за групови обработки не си пасват. Каквото и ще да направим, ще имаме непълно натоварване на средствата за групови обработки, като заедно с това ще имаме и опашки, ще имаме и незавършено производство. Изводът до който стигаме е, че когато планираме и проектираме средства за групови обработки, трябва да ги съобразяваме с дължините на сериите. Уж икономисваме пари за проектиране и изработка на средства за групови обработки, а обричаме производствения поток да бъде разбалансиран, тъй като ще имаме средства за групови обработки с ненатоварени капацитети. Операцията, вместо да я вършим N пъти, я вършим на няколко по N пъти. При каквато и да е дължина на серията, ще има паразитни изчаквания и запаси между операции (от една страна) и непълно натоварени капацитети на технологичните средства за групови обработки (това е от друга страна).

Внимание!!! Групови обработки



Когато говорим за групови обработки, трябва да сме внимателни, понеже не винаги е вярно, че те довеждат до икономически или технически ползи. Между другото, във всеки учебник пише, и много ясно пише, че когато се гони високопрецизна изработка, бягаме надалече от груповите обработки. При наш клиент, той прави изделия от тръбен материал, хората са решили, че е трудоемко да режат тръбите една по една и затова ги опаковат в пакет.

Обикновено са по 12, пристягат с колан, прикапват (казано с техен жаргон) с електрожен, за да фиксират тръбите една за друга, и накрая ги нарязват. Трябва да нарежат 6-метрова тръба на парчета по един метър. Ако парчето е по-дълго от метър, има решение и то е допълнително изпиляване. Но ако е под метър, то си е брак. Хората са стигнали до завидното решение всяка заготовка да се реже по-дълга от номиналната дължина за краен продукт. В резултат технологичният отпадък тежи почти колкото готовите продукти.

Трябва да сме подозрителни към груповите обработки. Те водят до много Муди, изискват да направиш допълнителни приспособления, изискват още пространства, влошават рандемана на материала, преждевременно се износват инструменти и машини, похабяват се технологични консумативи. При груповите обработки може да има разминаване между брой изделия и клиентска поръчка. В споменатата фирма за тръбни изделия режат тръбите на 6 парчета по метър. Клиентската поръчка е за 40 броя. Значи трябва да режат 7 тръби и правят 42 бройки. Какво правят с двете бройки в повече... Слагат ги някъде и си казват, че все ще им притрябват някога. Но при лоша идентификация им е трудно да открият къде точно са затикали заготовките.

От гледна точка на Лийн груповите обработки могат да осигурят интересно улеснение. Те позволяват да изгладим и балансираме потока при процеси, при които се редуват операции с дълги и с къси времена и/или при които се редуват единични с групови обработки. Нека да разгледаме три случая.

Първи случай. Заведение за бърза храна. Процес на приготвяне на кюфтета. Технологична поредност – омесване на кайма, оформяне на кюфтета, пържене, претопляне, сервиране. Омесваме кайма, колкото е очакваната максимална дневна консумация. Оформяме такъв брой кюфтета колкото позволяват свободните прозорци докато нямаме клиенти или са по-малко. Пържим кюфтета колкото е празният обем на камерата за претопляне. Слагаме кюфтета в тиган в такъв брой колкото побира тиганът. Поставяме и ги вадим от тигана едно по едно. Слагаме ги в камерата. И ги нареждаме в толкова чинии и с по толкова кюфтета в тях колкото е текущата консумация. Сервираме. В описания процес единични операции (кюфте след кюфте) са оформяне, слагане и вадене (в и от тигана, в и от камерата) и нареждане в чиниите. Групови операции (няколко заготовки на кюфтета или няколко опържени кюфтета) са омесването, пърженето, претоплянето, сервирането.

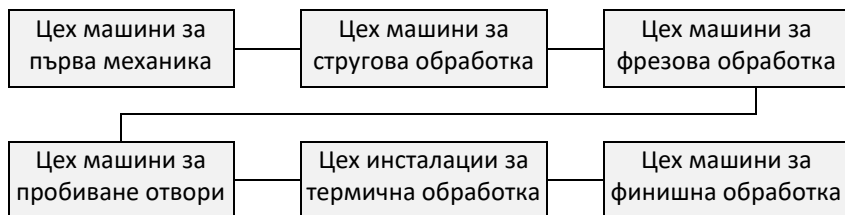
Втори случай. Домашно производство на 12 литра нектар от сочни круши. Технологична поредност. Нарязваме 16 кг круши на парчета (една по една, всичките общо 16 кг). На два пъти правим следното. Блендираме с блендер,

наведнъж 2 кг. Наливаме сока в кани по 1.5 л, отпенваме, наливаме 6 л сок в 8 отворени бутилки (една по една) и ги пастъоризираме в тенджерата (групова операция). Докато тече пастъоризацията, чистим блендера. Отново блендираме, наливаме в кани и отпенваме. Вадим бутилките (една по една) от тенджерата, слагаме и завиваме капачки (една по една) и изнасяме бутилките да изстинат (две по две). Повтаряме това четири пъти. Процесът на производство на 12 л нектар включва четири застъпващи се поредности от групови и единични операции. Процесът тече без да спира.

Трети случай. Оптичен завод с такава технологична поредност – заготвяне, блокиране, фрезование, шлифование, полиране, разблокиране, миене, центриране, пак миене, нанасяне на покритие, лакиране и опаковане. Лещите се обработват една по една в операциите блокиране, фрезование, разблокиране, центриране, лакиране и опаковане. Груповите операции са заготвянето, шлифоването, полирането, миенето, нанасянето на покрития. Процесът тече без да спира и без колебания, при условие че са изравнени производителностите на отделните групи работни места и че капацитетите на средствата за груповите обработки са изравнени или са взаимно кратни.

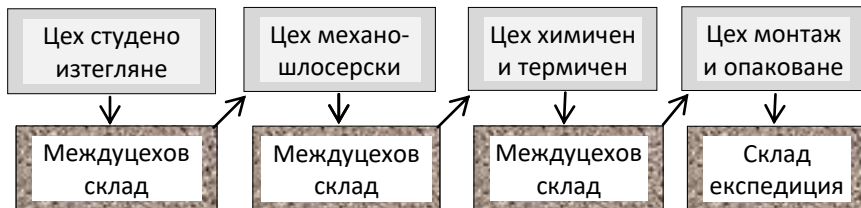
Класически модели за организация на производството

Има класически модели за организация на производството в индустрията. Класическите модели за производствена организация не са Лийн „угодни“.



На схемата виждаме машинна (цехова) организация на производството в завод за машиностроителни детайли. При тази организация има отделни цехове, обособени и специализирани по видовете машини в тях – цех с машини първа механика, цех стругови машини, цех фрезови машини, цех пробивни машини, цех термична обработка, цех за финална обработка. Добро решение при масово производство или много дълги серии и малка номенклатура продукти с относително регулярно пропорционално търсене. Ако номенклатурата е по-широка, ако за отделните продукти е различен технологичният микс и ако сериите са къси, такава организация е неудачна.

Ще има нееднакво натоварени цехове, незавършен продукт, големи обеми междуцехови запаси и междуцехов транспорт. Влошена е проследимостта. Лошото качество се вижда късно. Удължава се целият производствен цикъл.



Технологичната организация пак е по цехове, но цеховете не са по видове машини (и видове операции), а са в поредността на технологичния процес. Схемата показва такава организация на производството в завод за метало-керамични тенджери и тигани. Добра схема за циклично повтарящи се и пропорционални по обем средни до дълги серии от технологично подобни изделия. Такава организация може да се прилага и при по-къси серии, но тогава трудно ще се разминем без междинни складове. Те са нужни, за да буферират неминуемите и често големи разлики между пропускателните способности на отделни цехове, които разлики, при средни и при по-къси серии, следват главно от променливите продуктово технологични миксове.



Продуктова организация за производство. Нарича се и Дивизионен модел. Това е Складова техника, Горна Оряховица. Там има няколко технологични вериги, специализирани по видове продукти – верига телфери, верига кранове, верига складова техника, верига камини, верига бяла техника... Те са няколко почти съвсем автономни завода, разположени на общ терен.

Има някои видове производствени мощности, дублирани в повечето от веригите, да речем мощности за пробиване на отвори имат всички вериги. Голям недостатък на дивизионния модел е, че може в част от годината едни вериги да пращат от работа, в друга част на годината да са без работа. Ако една верига работи, а друга пусне кепенците, няма как този, комуто не стигат мощности за пробиване на отвори да ползва мощностите на другите. При дивизионния модел, независимо от променливото натоварване на веригите, във фирмата като цяло винаги влизат пари, което е голям плюс. Дивизионен модел се използва от някои заводи за отбранителни продукти, големи производители на храни, химикали, фармацевция и козметика и други тежкотонажни индустрии. Използва се също в многопрофилните болници. Дивизионен модел се използва главно в индустрии с условно непрекъснати и непрекъснати процеси с относително постоянство на продуктовете им номенклатура и дълга или много дълга серийност. Поради това в повечето случаи, макар и потокът да е с избутване, той не е подложен на колебания. Другите два класически модела за производство (машинен и технологичен) не позволяват или трудно позволяват да се организира непрекъснат поток.

Клетъчна организация в оптико механично производство



Всеки модел за организация на производството си има своите предимства и недостатъци. Сега нека да се запознаем с клетъчната (или островната) организация. Впрочем, тя е една от основите на модела „Точно навреме“. Това са разположени в съседство работни места, покриващи всички или обособена група операции/процеси, присъщи на произвеждания продукт. Виждаме операциите фрезование, фасетиране, шлифование, полиране, центриране и консервиране. Те са всички операции по изработка на детайл.

Центриране в оптичната индустрия е да се постигне съвпадение на оптична с геометрична ос на детайла, защото те може да се разминават значително.

При клетъчната или островна организация е важно работните места да са събрани заедно. В добрия случай работните места са разположени така, че хората, както на седянка, са обърнати един към друг и всеки вижда другите.

Разстоянията между хората са къси, тъй че с нормална сила на гласа, баш с нормална сила няма да стане, но без мегафон да те чува човекът отсреща.

Клетъчнатата организация е особен вариант на продуктовата организация. Важно е и ще засегнем този въпрос в по-пълни детайли. Да си представим, че имаме поливалентен работник, когото сме научили да работи еднакво добре на всички свързани едно с друго работни места. Търсенето е малко. Докато търсенето е малко, този поливалентен работник покрива всички работни места. Търсенето се вдига и в един следващ момент на работника не му стигат силите да се справи. Тогава идва и се включва втори работник. Търсенето продължава да се вдига. Тогава идват трети и четвърти работник.

Ако в следващи моменти търсенето се вдигне още, тогава трансформираме клетката в конвейер. Но това не е конвейер с нискоквалифицирани и тясно специализирани работници, закрепостени към стационарни работни места. Говоря за конвейер, в който работникът, заедно с продукта, се придвижва от едно на следващо работно място, обикаля всички работни места и върши всичките операции по производство на продукта, от първата до последната.

Нека да го повторя. Клетъчната организация има две важни характеристики.

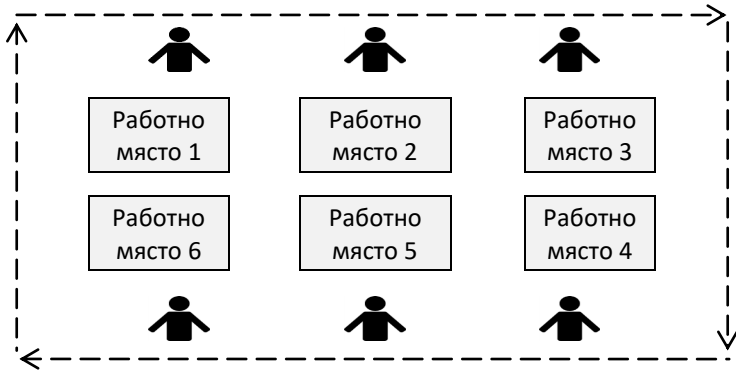
Едната е, че клетъчно подредените работни места покриват всички или няколко свързани операции за производството на един или група продукти.

Втората характеристика е, че при клетъчната организация работните места така са разположени, че от всяко работно място да има добра видимост и добра чуваемост, т.е. добра комуникация, към всички други работни места.

Местата са подредени във вид на кръг, на елипса, на подкова или буква П. Работниците формират екип, бригада да го наречем, и изпълняват екипна производствена задача или поръчка. Изпълняват поръчката в екип, всеки с персонални си принос. Без индивидуални планови задания, без сделно отчитане и заплащане. Има екипно задание, екипно отчитане и заплащане.

В англоезичната литература по Лийн ще срещнем термините Cell и Cellular Organization, а също равностойните им термини Island and Island Organization.

Конвейер с ротация на работните места



Ето как изглежда, в най-прост вид, конвейер с ротация на работните места.

Има разлика спрямо класическия конвейер. Там човекът е „прикачен“ към работното място и продуктът се движи по конвейера, а хората не се движат.

Хората са специализирани в една операция и я вършат по 8 часа на ден, всяка седмица, цялата година. Те не обичат работата, мразят фирмата и шефа, себе си мразят дори. Тук ревизирам Дарвин и ще кажа, че не трудът прави от маймуната човек, а че трудът на конвейера омаймунива хората.

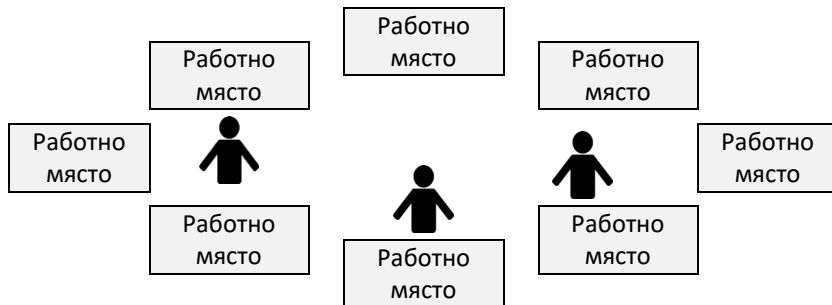
При конвейер с ротация на работни места отделните работници не са тясно профилирани към само една единствена операция, не са се сгодили за нея.

Владее всяка операция и се движат заедно с продукта по работните места.

Такъв конвейер с ротация на работни места съм видял за първи път през 1986 година във Франция в заводите за автомобилни седалки на Делсийо. Беше впечатляващо... Работникът върви заедно със седалката по работните места, от голо шаси, през всички операции, до крайния тест на седалката. Ако всичко й е наред на седалката, работникът слага етикетче в джобче, което е под шасито. Там пише, че Мишел еди кой си е монтирал седалката.

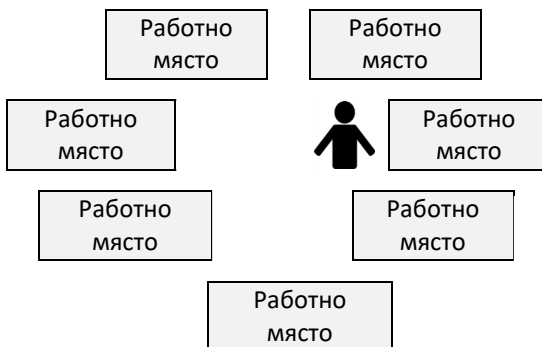
Интересно протича обучението на нов работник. Има три вида операции – прости, по-сложни, най-сложни. Поставят новака на проста операция. Той я върши под наблюдението на всички членове на екипа докато всички му се разпишат, че я е овладял. Отива на следваща проста операция. Докато ги изреди всички. После на по-сложните. По-после и на най-сложните. Накрая е равностоен член на екипа и обикаля по конвейера заедно с всички други.

Островна организация



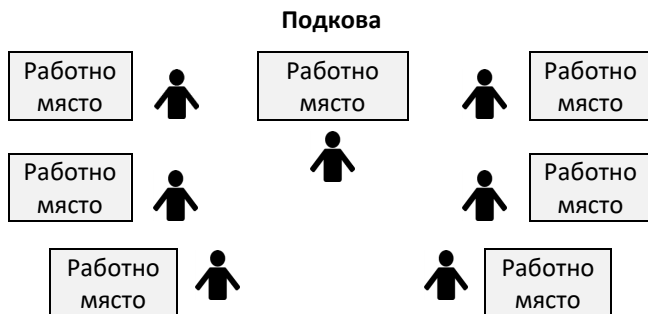
Отново сме при островите с богато оборудвани и предостатъчно на брой работни места и с поливалентни работници, няколко на брой, които могат да обслужват всяко работно място. Тук не е определена поредност, в която продуктът се движи от едно към друго работно място. Работникът решава сам на кое свободно работно място да отиде, за да си извършва работата. Работните места са повече от хората. Подразбира се, това може да стане, ако цената на оборудваното работно място е по-ниска от тази на човешкия труд. Но в това се вижда трайна тенденция, тя лека полека вече ни настига.

Слабо населен остров

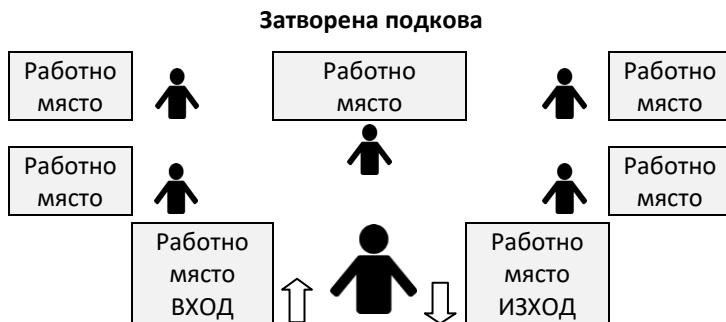


Организация „Слабо населен остров“ е гъвкаво решение за резки промени в дължините на сериите. Видяхме я вече на страница 262. Сам работник обслужва всички работни места. Даже в някои случаи част от местата не са активни, ако няма технологична нужда от тях за произвеждания в момента продукт. Тогава ненужните за продукта места са закачулени или означени като временно неползваеми или по друг начин е изолиран достъпът до тях.

Като се вдигне търсенето, заселваме острова с втори, трети работник и пр. В един момент, като пренаселим слабо населения остров, превръщаме го в някакъв вид подкова, а по-нататък в конвейер с ротация на работни места.

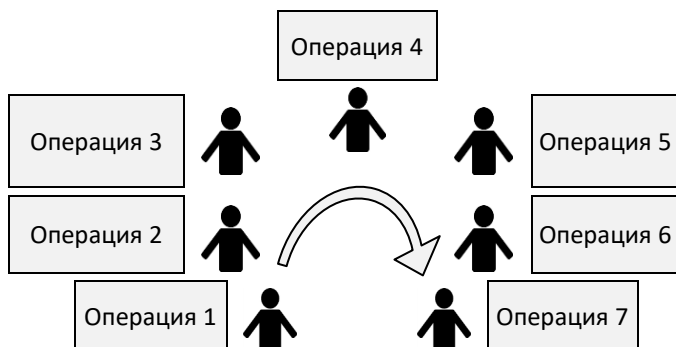


Моделът тип „Подкова“ е разпространена форма на островна организация. Докато при класическата островна организация няма определена посока на придвижване на продукта, при организация тип „Подкова“ е дефинирана поредност, в която продуктът се премества от едно на друго работно място. В тая и долната схема продуктът се движи по часовата стрелка с допускане, че всички работници са левичари. Ако са десничари, ще е в обратна посока.



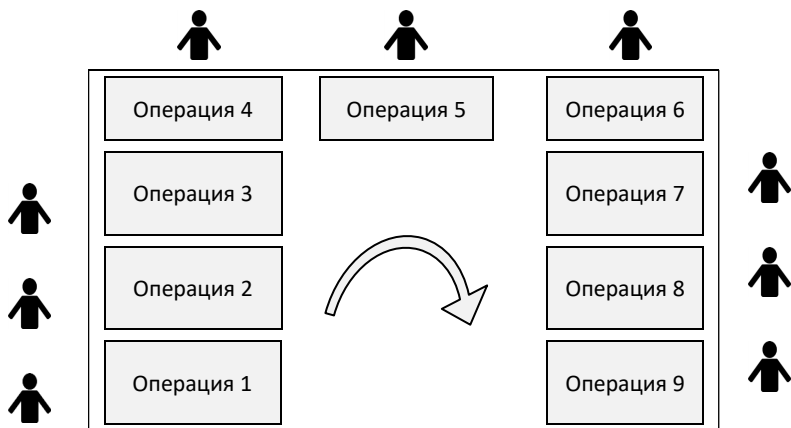
Това е интересно решение. На първа и последна операции е един и същи работник. Той пълни и празни подковата. Така „командва“ такта на потока. Например, на входа на подковата работникът проверява комплектността на монтажните китове, на изхода етикетира монтирани в подковата продукти. Подразбира се, всички операционни времена по протежение на потока са добре изравнени. Това значи, че при производство на различни продукти в къси серии всичките продукти трябва да имат сходен технологичен микс.

Подкова с работници, разположени В НЕЯ



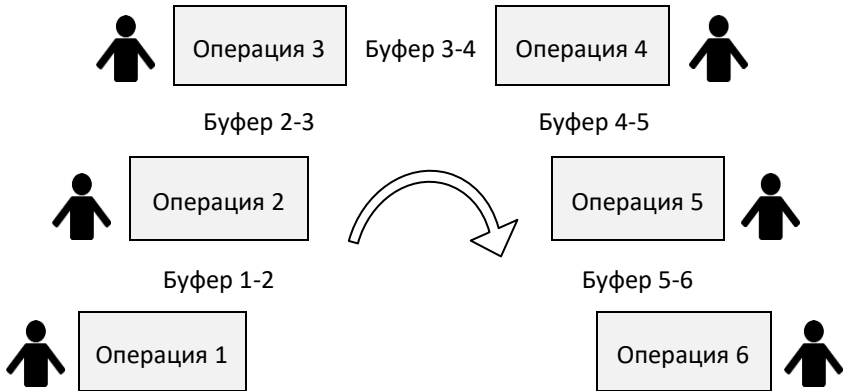
Работниците са близо един до друг „на една ръка разстояние“. Продуктът се предава от човек на човек. Няма нужда от междуоперационни буфери. Но има проблем! Работниците стоят гръб в гръб и не се виждат едни други. В тая и долната схема продуктът се движи по часовата стрелка с допускание, че всички работници са левичари. Ако са десничари, ще е в обратна посока.

Обща работна маса



Работниците стоят или седят рамо до рамо, погледите им се срещат. Продуктът се подава от ръка на ръка. Нужни са буфери между операциите, ако операционните времена не са изравнени. Буферите са разположени във вътрешността на общата работна маса. Не е задължително всички работници да са поливалентни. Ако се прави ротация, тя е на дневна база.

Подкова с работници, разположени ОТВЪН



Работниците са на известно разстояние един от друг. Всеки изработва на своята операция малки партиди. Продуктът се движи през буфери между местата. Ако има обща прилежаща зона за всички работни места в острова, тя е различно разположена според това работниците с гръб ли са или с лице един спрямо друг. Ако работниците са с гръб един към друг, общата прилежаща зона е във вътрешността на острова. Ако са лице срещу лице, общата прилежаща зона е близо до входа или изхода на острова – там, където се захранва с материали, или там, където се извеждат продуктите. Има една немаловажна разлика между подкова с работници, разположени вътре в нея, и подкова с работници, разположени „отвън“. Разликата е, че подкова с работници вътре в нея може да се разположи на по-малка площ.

Изолирани морски скали (Isolated Islands)

„Изолирани острови“ е понятие, чийто смисъл е неефективна организация на производство и преместване на продукта, при която за работниците няма добра възможност или са ограничени да си помагат взаимно понеже работните места или звената, в които са разположени, са „изолирани“.



Типични примери – цехов модел на производство, технологичен модел с междинни складове или производство в отделени една от друга площадки.

Тук всички Муди са големи, най-вече свръхзапасите от междинни продукти.

При цехова организация, ако се произвежда в средни и къси серии, обемът междуцехов транспорт е голям, има и големи обеми незавършен продукт.

Технологичната организация, тя е приложима за различни по дължина серии, но при нея трудно може да се разминем без междинни складове главно поради неминуемите разлики в пропускателните способности на отделни цехове, които идват от променлив продуктив и технологичен микс.

При производство за дистрибутивен склад производителят няма контрол над производствената си програма и безропотно приема всякакви поръчки за всякакви продукти и във всякакви серии, в които често не е съобразено, че едни производствени ресурси се задъхват, а други клечат в бездействие.

Стандартизирана работа (Standardized Work)

Това е установяване на строги процедури за оперативните дейности в един обособен сегмент от производствения процес, което се фокусира главно в:

1. Цикловото време или периода от време, за което продуктът трябва да може да се произведе, за да се отговори на интензивността на търсенето.
2. Точната поредност и точните срокове, в които всяка оперативна дейност трябва да бъде извършена в рамките на тактовото време за целия процес.
3. Точните количества на оперативните запаси преди, на и след работните места, чрез които се гарантира гъвкавостта и стабилността на целия процес.

В тази формулировка за стандартизирана работа прозират две допускания.

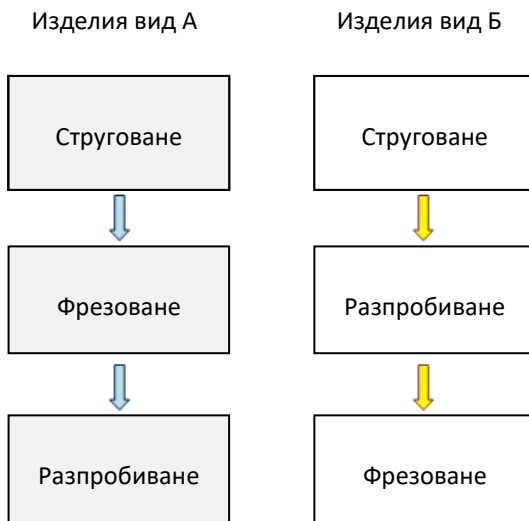
Едното допускане е, че цикловото време се поддава на регулиране, за да бъде в постоянно съответствие с променливата интензивност на търсенето.

Второто допускане е, че сроковете за оперативните дейности винаги могат да бъдат вместени в рамките на постоянно променящото се тактово време.

Тези две допускания не са изцяло приложими към всички възможни случаи.

Има и широко тълкувание за същността на стандартизираната работа като ниво на опознаване и степен на овладяване на условията и изискванията за правилно изпълнение на една оперативна дейност. Стандартизирането се схваща като финализираща стъпка в систематична поредица от стъпки по изучаване, анализ, оптимизиране и стабилизация на оперативните дейности.

Променлива технологична поредност



Има случаи, когато е допустимо разместване на технологичната поредност.

Ето илюстрация. За изделие вид А технологичната поредност е струговане, фрезоване, разпробиване. За изделие вид Б пак технологията е тръгнала от струговане, обаче разпробиването и фрезоването са си разменили местата.

Не във всяка индустрия е възможно. Особено в непрекъснатите индустрии.

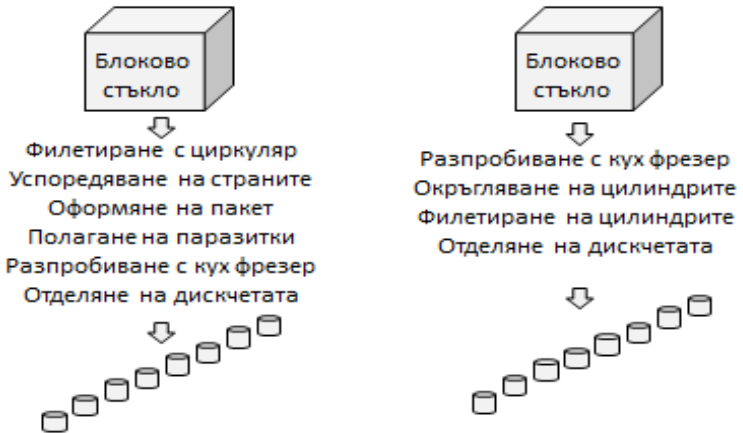
Например, в биоиндустриите нямаме как да разместваме поредностите – изпичане преди втасване – като изпечеш тестото, после то не може да втаса.

Но в дискретните индустрии имаме случаи поредността на някои операции да може да се променя, стига конструкцията на продукта да го позволява.

Когато технолозите подбират една или другата технологична поредност, те имат различни съображения – времена за качване/сваляне на продукта, трасе на междуоперационния транспорт и брой претоварвания, риск да се увреди продуктът, ниво на незавършеното производство и други подобни.

Нека сме внимателни. Ако при избора на една от двете схеми се вторачим в незавършеното производство, може да се влоши проследимостта или да се допусне смесване на партиди, или да се завишат разходите за контрол.

Две различни технологични поредности при изработка на заготовки за оптични лещи



Ако сравним двете поредности, се оказва, че има разлика в броя операции. В дясната технологична схема някои операции са излишни и са избегнати. Броят операции сме го намалили от шест операции на четири операции. Това скъсява сумарното време и намалява броя на източниците на грешки.

Пример за разделяне на потоци



Завод за контейнери за превоз на авточисти. В завода има склад за метали. В заготовителния участък са машини за разкрояване на ламарини, профилни

прътове и тръби. Следват участъци механичен, възли, заваряване (възлите съединяват със заварки), бояджийски и монтаж (комплектоват контейнера с различни полимерни и текстилни подложки, разделители и уплътнители).

Дотук, добре... Нищо особено и притеснително. Но в този завод, паралелно с производството на контейнери, протича още един производствен процес.

Вдясно на картинката е производството на колелца за складови платформи. Заради колелцата в склада за метали има обособен вертикален стелаж и там се нарежда и съхранява специална ламарина с високоякостни качества. После в заготовителния участък има щанцова машина. Използват я само и единствено заради колелцата. Заготовките са във вид на нещо като тарелки. В механичен участък се прави шлосерска корекция на прекрасния резултат от затъпената и недобре центрована щанца. В участък възли заваряват две по две тарелките с дъната навътре и така се образува нещо като чантичка. Следва боядисване. Режимът на боядисване на колелца е различен от този на боядисване на контейнери. Ето защо се изчаква да се съберат петстотин колелца, че да си струва да пускат камера за тях. После монтират бандажи и набиват лагери. Следва комплектоване в каси. Най-накрая е експедиция.

Това е завод с обща площ шест дка, от които над три дка е застроена площ. Колелцата изминават, движейки се насам натам из завода, над 1000 метра.

Има и огромно натрупване на незавършен продукт, особено преди процеса боядисване. Нали трябва да съберат поне 500 колелца, за да ги боядисват. Голям е и престоят преди експедиция, никой клиент не купува 500 колелца.

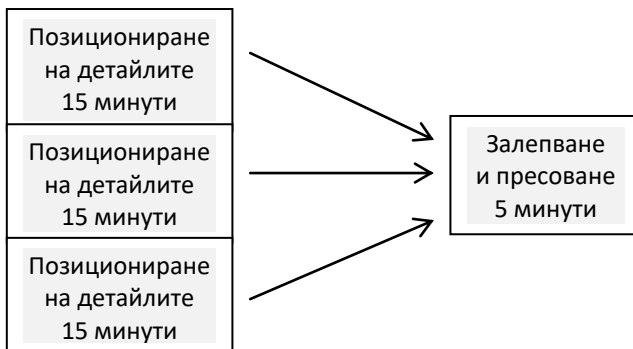
Тази производствена верига (на колелцата) се е вплела, по-точно оплела, в другата верига (тази на контейнерите). Да, производството на контейнери е основно, но и производство на колелца е печелившо. Защо да го изпускат...

Проблемът има решение, не е реализирано докрай, но понастоящем тече. Идеята е да се обособи участък колкото е половинка баскетболно игрище.

Там има вертикален стелаж за ламарина, заема 2 кв.м. Има етажерка за лагери и бандажи. И тя заема 2 кв.м. Има пресова машина за щанцоване, има шлосерска маса за почистване на мустаци от щанцоването, има апарат за точково заваряване с камина над него, има изолирана бояджийска камера пак с камина над нея, има работно място със скоба за набиване на лагери и още едно работно място с разчеквачка за монтиране на бандажи.

И толкоз. Цялото производство се затваря на двеста и петдесет кв.м. площ. Никой не е смятал трасе на местене на продукта, но то не е повече от 40 м.

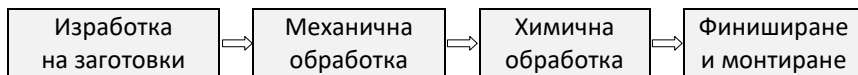
Особен случай в завод за дамски чанти



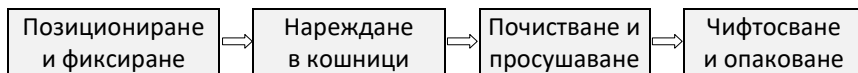
Когато чрез подобрения, рационализации, Кайзени и какво ли не още ние разширим капацитетите на основните операции, надали винаги паралелно с това успяваме да разширим капацитетите на обслужващите ги операции. Виждаме няколко на брой бавно изпълнявани подготвителни операции. Тези подготвителни операции позиционират детайлите в шаблони. Следва бързо протичаща основна операция пресоване. Позиционираните детайли ги вкарват под преса. Пресата притиска, вдига се за секунди температурата на наковалнята. Следва кратко силно притискане при висока температура. Да видим какво става, ако вършим подготвителните операции паралелно, всяка от тях 15 минути, и какво се получава, ако ги разместим във времето. Ако пуснем спомагателните операции заедно, правим междуоперационен запас, който чака да бъде поет от пресата – тя е „затрупана“ с работа, след като преди това е изчаквала да ѝ подадат работа. А ако няма междинен запас, тогава пресата чака, после трупа запас подир себе си, после пак чака. Да си представим, че пускаме спомагателните операции не заедно, а през пет минути. Тогава пресата постоянно е захранвана и работи без да спира. Пресоването е основен процес и неговото време трябва да го изчеждаме. Лийн производството не е толкова трудна работа, по-скоро е лесна работа. Но изисква хората да си напънат мозъците и да измислят и внедрят прости и интелигентни решения как нещата да се правят по по-рационален начин. В този 50-годишен завод не се бяха досетили да разместят моментите на подготвителните операции. Решението е просто като фасул, не струва пари. Защо след като решението е просто като фасул и плюс това не струва нито лев, защо 50 години не се бяха досетили за него. Защото спяха дълбоко и непробудно в начините за производство, с които навикът ги беше сраснал.

Два паралелни потока

Поток на основните операции



Поток на спомагателните операции

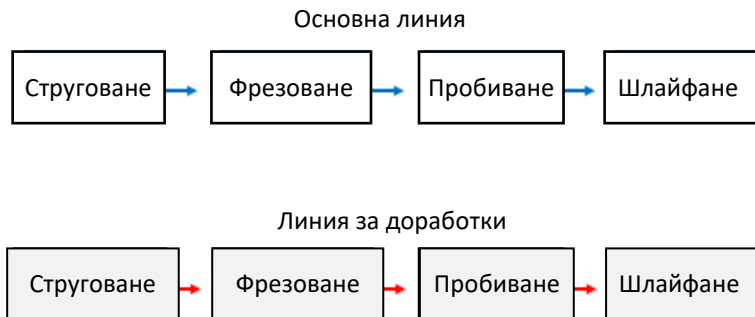


За доста производства бихме могли да кажем, че се състоят от два потока – поток на основните операции и втори поток на спомагателните операции. Ето основните операции. Започваме от изработка на заготовки и минаваме през механични обработки, химични обработки, финиширане и монтиране. Заедно с което има поток от спомагателни операции, спомагателни спрямо основните – позициониране и фиксиране (преди механична обработка), редене в кошници (преди химична обработка), почистване и просушаване (след нея), накрая чифтосване и опаковане (след финиширане и монтаж). Това вече го споменавах, но нека отново да подчертая. Капацитетите на спомагателните операции трябва да бъдат достатъчно по-широки от тези на основните операции и е абсурдно недопустимо спомагателни операции да са причина да се задържа и удължава работата на основните операции.

Когато се заемем да проектираме завод, най-сериозно обмисляме какви да бъдат капацитетите на основните операции, балансираме ги и прочие. И недоглеждаме спомагателните операции. Така спомагателна операция с недостигащ капацитет спрямо този на съответната основна операции става трудно откриваема причина за разбалансиране и накъсване в целия поток. Търсим тесните места в производството, за да ги анализираме и овладеем, но може да се окаже, че те са под повърхността и не си личат съвсем ясно. Защото не са на основните операции, а са скрити в спомагателни операции.

Александър Дюма Баща е написал три книги с името Тримата Мускетари. Първата се казва Тримата мускетари. Втората Тримата мускетари двадесет години по-късно. И третата Тримата мускетари още десет години по-късно. В книга трета пише, че Портос се научил така сръчно и бързо да стреля с мускета, че трима оръженосци не смогвали да му пълнят мускетите. Портос извършва основната операция – стреля с мускета, а оръженосците вършат спомагателни операции – пълнят с барут и куршуми и запушват с парцалче.

Още два паралелни потока



Преди малко разгледахме два паралелни потока – това бяха потоците от основни и помощни операции. И казахме, че капацитетите на помощните операции трябва да са равни или по-широки от тези в основните операции.

Сега ще видим още два паралелни потока – основни и повторни операции.

Друго яче казано, основна производствена линия и паралелна на нея линия за операции по доработване на продукта с цел корекции на грешки в него.

В немалко заводи операциите по производство на продукта и операциите по доработване на допуснати грешки се извършват на една и съща линия. Това налага връщания на продукта назад, срещу потока. Идентификацията е затруднена. Проследимостта е влошена. Има риск да се смесват партиди.

В немалко от случаите за доработките се изисква и по-висока квалификация.

Всичкото дотук са проблеми. Но най-лошото е, че се руши тактът на потока.

Понякога доработващите операции траят по-дълго спрямо съответните основни операции. Или когато продуктът отиде на доработване, нужното за доработката работно място е заето в изпълнение на основна операция. Или обратно, основната операция се забавя, защото работното място е заето от доработваща операция. Това пак накъсва, разклаща и бави потока.

Някои заводи пускат продукта за доработка с отделни поръчки, виртуално или реално различни от основните поръчки. Понякога доброто решение е линията за доработване да е физически отделена спрямо основната линия.

На шега казвам, че доработките са за тези, дето си нямат друга работа. Ако пазарът те притисне, ще се стараеш да произвеждаш само годни продукти.

Връщане на продукта назад срещу потока



Оптичните лещи имат две страни. Едната страна може да е изпъкнала или вдлъбната. И другата страна може да е вдлъбната или изпъкнала. Двете страни на лещата са с еднакви или различни радиуси. Обработваме едната страна на лещата – фрезование, шлифование, полиране, нанасяне защитно покритие (то опазва резултата от предишните обработки). После връщаме лещата назад до началото на линията и повтаряме същите операции, но на другата ѝ страна. Двете страни на лещата са с различни профили и поради това пренастройваме всички машини за фрезование, шлайфане и полиране.

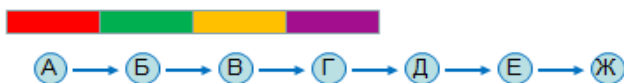


На по-горната схема работехме с една фреза, с един шлайф и с един полир.

Удължихме първоначалната линия с допълнителни работни места – пак за фрезование, за шлифование и полиране. Сега има две фрези, два шлайфа и два полира. Лещата върви от операция на операция първа страна и после върви от операция на операция втора страна. Няма връщане срещу потока.

Сега потокът е бърз, не се клати. Читателю, ще кажеш, че е въпрос на пари. Да... бедният често изпада в ситуацията да работи по нерационален начин.

Чаку Чаку (Chaku-chaku)



Идеалната линия изглежда като игриво хоро на продукта с операциите по изработката му под ритмичния хоровод на производствената организация.

Работните места са с изравнени или кратни капацитети и операциите са с изравнени или кратни времена. Продуктът, да си го представим образно, се плъзга от операция на операция с равномерен такт. Нищо не спира пътя му.

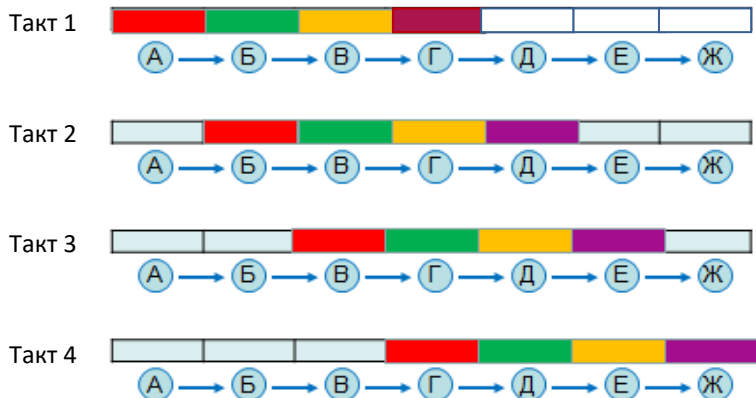
Идеалната производствена линия

Производството звучи като симфония, все едно диригентска палка тактува.

Няма такова производство по света. Но ето ти целта, към която се стремим.

Може да има такова производство, но само при много дълги серии, когато хората са имали с години време да обмислят и така да измислят и изпитат линията, технически и организационно, че да я вкарат в такъв идеален такт.

Само че, като си замине дългата серия, линията ще трябва да се изхвърли на боклука, понеже не може да работи с другите продукти по същия начин.



Сезонно разстилане на производственото натоварване



Да бъде нивелиран потокът чрез сезонно разстилане на продукти с подобен технологичен микс не е точно Лийн идея, но е свежа идея и заслужава да се добави към арсенала за нивелирането.

Нека най-напред да разучим два примера от селското стопанство.

В различни месеци на годината в овощарството се провеждат голям брой и най-разнородни по характер агромероприятия – разораване, наторяване, мулч, резитба, окопаване, поливане, пръскане, беритба, събиране на окапалите листа. И пак отново – изораване, торене, резитба и пр.

В една овощна градина имаме сливи, дюли, праскови и ябълки.

Видовете овошки са няколко и от всеки вид овошка има по няколко сорта. Защо ли! Защото за отделните видове и сортове овошки агротехническите мероприятия не се провеждат едновременно, а са разстлани във времето. Това изглажда интензивността на всички овощарски работи, с което се изглажда запасът от торове и препарати, натоварването на машини и хора, както и текущо необходимите оборотни пари за финансирането на бизнеса.

Вторият случай е свиневъден. Ето цикълът. Свине майки раждат прасенца. В началото сучат. Отбиват ги и ги хранят с фуражи за малки прасенца. Прасенцата трупат тегло и изхранването е с други фуражи според теглото. Накрая ги угояват. В последните си дни похапват и царевица. На всеки етап приемат различни храни и в различни количества, различни количества тор трупат, различни са рисковете от зарази и съответните ветеринарни грижи.

Нека свинефермата да отглежда годишно 12000 свине до тегло 110-130 кг. Нали не си представяме, че ще се израждат едновременно 12000 прасенца, че ще угояват едновременно 12000 свине, че в последните месеци складът

за фуражи ще пращи и пак няма да насмогва на все по-ящните свинки, че в тези месеци пречиствателната инсталация ще прелива от изпражнения и че накрая едновременно ще дохранват вече угоените свине с царевично зърно. Решението е друго. Всеки месец от годината се раждат по 1000 прасенца и процесът на отглеждане тръгва по етапите на угояването. Това изглажда запасите от фуражи, препарати и медикаменти, изглажда интензивността на свиневъдните и ветеринарни работи, изглажда консумацията на вода и електроенергия, изглажда натоварването на транспорта и на инсталациите и съоръженията, изглажда трудовия ритъм и изглажда, както и в случая с овощарството, текущо необходимите оборотни средства за финансиране.

Изглаждането, като постановка, осигурява равномерна заетост на ключови производствени ресурси – били те оборудване, персонал или друго. Такава постановка има интересни решения в редица бизнеси със сезонни продукти.

Хотелиерска верига има хотели в ски курорти и на морето. Така тя постига целогодишна заетост на ключовия ресурс – мениджърския състав – който през пролетта подготвя за сезона и през лятото управлява морски хотели, а през есента подготвя за сезона и през зимата управлява планински хотели.

На територия на Микропроцерна техника Правец българо китайска фирма произвеждаше мотоскутери в есенните и зимните месеци и климатици в пролетните и летните месеци. Впрочем, мотоскутерите и климатиците имат доста сходен монтажен процес, а компоненти за двете изделия се купуват. Така фирмата постигаше почти през цялата година висока степен на заетост на оборудването и почти постоянна целогодишна заетост на работниците.

Променлива топология на оборудването



Ако си съжителстват постоянни дълги серии и епизодични средни или по-малки серии, удачно е те да се изпълняват на отделени и различно организирани работни линии. Ако търсенето е с динамична номенклатура и серийност, твърдо разположените работни места ще станат трудно преодолима пречка за непрекъснатост и изглаждане на потока.

В някои заводи, и това е често явление, се работи паралелно по дълги, средни и къси серии. Това не е комфортно, защото удачната организация за работа в режим на дълги серии е една, а в режим на къси серии е друга.

Променя се продуктивният микс, това променя технологичния микс. Поради това все по-често се налага да реорганизираме топологичната диспозиция на оборудването (лейаута). И тъкмо сме я реорганизирали уж много добре, промените в продуктите и серийността отново ще я направят неадекватна.

Така се сещаме, че ни е нужна не фиксирана, а променлива диспозиция на лейаута. Тук има много и различни организационни и технически решения. Ето едно възможно решение. Проектираме завода така, че той да има само голи подове, носещи стени и антиземетръсни шайби. Обособени са зоните за работни места и постаменти за машини, а наблизо до тях са изводите за захранване с енергоносители – вода, пара, съгъстен въздух, електричество...

После, според каквото предстои да произвеждаме и в колко дълги серии, разполагаме машините там, където би било подходящо от гледна точка на добра производствена организация, издигаме временни междинни стени, трасираме временни транспортни коридори между работните зони и т.п.

След месец или три месеца, ако характерът на производствения микс се е променил, целия завод го спираме за ден два и реорганизираме изначално.



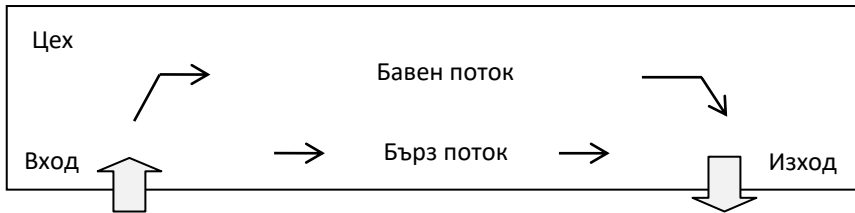
Читателю, помниш ли филмчетата за Татко Барба и Барбарончетата. Те са мили добри същества, умеят светкавично да променят телата си във все нови и все по-причудливи форми, за да се притекат в помощ на всички свои скъпи приятелчета.

Съвременният завод е подобен на Барбаронче. Той светкавично бързо сменя лейаута и заема приятелска позиция към предизвикателствата на винаги променливото търсене...

Кои са водещите принципи? Дългите серии изработваме на поточни линии, поточни линии „в кавички“ – като конвейера с ротация на работните места. Средни серии изпълняваме на острови, а малки серии и единични изделия изпълняваме в слабо населени острови. Слабо населеният остров е богато обзаведен и там работи човек, овладял всички стъпки на процеса. Островът ще се реорганизира в конвейер с ротация на работни места, когато е нужно.

Видяхме, най-накратко казано, основната идея за променливата топология.

Бърз и бавен поток



Може да има производство на често и/или интензивно търсени продукти успоредно с производство на рядко и/или неинтензивно търсени продукти.

Тогава е удачно двата вида продукти да се настанят в два отделни потока, бърз и бавен. Производството на често и/или интензивно търсени продукти се настанява в бързия поток и тече в къса траектория между входа и изхода на цеха/завода. Производството на рядко и/или неинтензивно търсените продукти се настанява в бавния поток. Той тече извън бързото русло и без да се пресича с бързия поток, далече от входове и изходи на помещенията.

Индустриално инженерство на потока

Напоследък все по-модерна е специалността Индустриално инженерство. Тя е близка до технологичните специалности и до заводското проектиране. Но нека кажа кое ѝ е специфичното на мисията на индустриалния инженер. Производствената технология определя методи и средства за изпълнение на основни, подготвителни, довършителни и други спомагателни операции и технологична поредност на операциите. Ето ги задачите на технолозите. Топологичната диспозиция на оборудването, коридорите и траекториите за междуоперационен и междуцехов транспорт и изобщо решенията в полето на вътрешно заводската логистика, те са задачи за индустриалния инженер. С годините като че все повече се вижда тенденцията за такова разделение.

Все по-често ще е нужно съществуващото производство да се преогледа и реорганизира в преследване на пет свързани цели. Първо, да нямаме тесни места. Второ, да изравним пропускателните способности на всички звена. Трето, да скъсим времената на всички видове операции – и основни, и спомагателни. Четвърто, да избегнем всякакви преплитания и пресичания на потоци. Пето, да нямаме връщания на продукти назад срещу потоците.

Това последното в някои по-отговорни индустрии най-строго е забранено. Например, в хранителните и фармацевтичните индустрии не може да има пресичане на потоци, кръстосване на потоци и връщания назад в потоците.

Препроектиране на потока

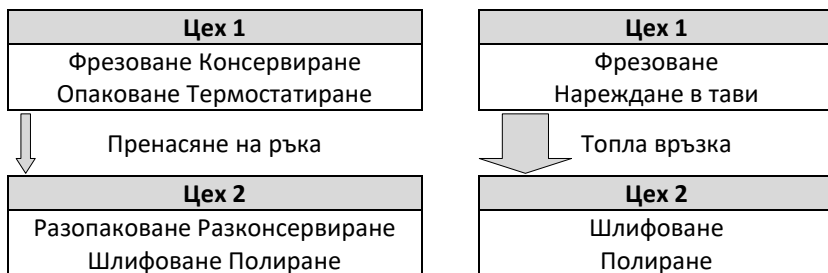
Често пъти потокът, такъв какъвто е, трудно се поддава на промяна. Може да се окаже по-рационално целият поток да се препроектира и преизгради.

Харесва ни да мечтаем за радикални подобрения, за драстични пробиви на ограничения, но понякога истински голямото ограничение е в липсата на средства за смели начинания. И това ни принуждава да се задоволяваме с по-скромни подобрения, такива в рамките на наличните ни възможности.

Понякога ограниченията за подобрения са съдбовни, тогава май ще трябва да препроектираме завода или да си построим нов завод „на гола поляна“. Все по-често се наблюдават случаи, особено в непрекъснатите индустрии, потокът, така както е бил проектиран, той просто не може да осигури добра ефективност в сравнение с по-богати конкурентни фирми, които изначално са си заплатили за по-ефективните технически и организационни решения.

Ще покажа случаи, в които без големи инвестиции, само с малки промени в някои съставки на процеса, може да имаме процес с коренно друг облик.

Без шест излишни процеса



Отляво на схемата в цех 1 се фрезова и в цех 2 се шлифова и полира. Двата цеха са в отделни сгради, на десетина метра една от друга. Пренасят на ръка изделията между сградите. Температурата в цеховете се поддържа на 22 градуса, но външната температура зиме е под нулата. За предпазване от температурни шокове след фрезоването в цех 1 консервират и опаковат изделията и ги поставят в термостатични преносими съдове. След като пренесат изделията в цех 2, там ги разопаковат и разконсервират. Виждаме на картинката вдясно изградена за 20000 лв топла връзка. Вече ги няма излишните процеси консервиране, опаковане, пренасяне, разопаковане и разконсервиране. След като вече ги няма, скоростта на потока е по-висока. Впрочем, елиминираните пет процеса са източници на голям брой грешки.

Без три излишни процеса

Стар процес

Почистване на касите с ТЕЛЕНИ МЕТЛИЧКИ
Зареждане на касите с леярски форми
Отливане на разтопения метал в касите
Шмиргелене на изпъкналостите
Грубо китване 1 кг кит на кв.метър
Финишно китване и шлифоване

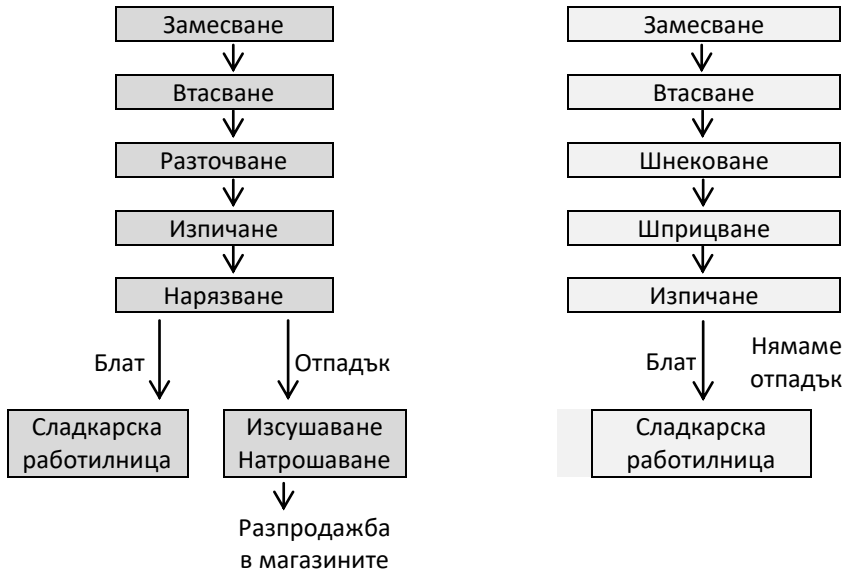
Нов процес

Почистване на касите с ПЯСЪКОСТРУЕН АПАРАТ
Зареждане на касите с леярски форми
Отливане на разтопения метал в касите
НЯМА ШМИРГЕЛЕНЕ
НЯМА ГРУБО КИТВАНЕ
Финишно китване и шлифоване

Това е процес на отливане на корпусни детайли за металорежещи машини. Операциите са следните: почистване на леярските каси с телени метлички, зареждане на касите с леярски форми, отливане на метала, шмиргеловане на изпъкналости. Получава се неравна повърхност и тя трябва да се китва – първо е грубото китване (при минимален разход килограм и повече груб кит на квадратен метър), после следва фино китване, накрая е шлифоване. Главната счетоводителка упражнява натиск да се правят икономии и една от изявите на този й натиск е създаване на технологична норма за разход на телени метлички. В резултат от недобре почистените каси грапавостите се увеличават. Така скачат разходите за шмиргелене и за грубо китване. Ето защо става нужно да завишат разходната норма за груб кит (скъпичък кит – Папагал, Лезонал). Което пък дава мегдан за „куче влачи, диря няма“ и „икономисаният“ кит се продава на половин цена на автосервизи из града.

Правим проста и евтина промяна. Заменяме операцията на почистване на леярските каси с телена метличка с операция пясъкоструйно почистване. Следващите операции (зареждане и отливане) остават същите, но отпадат нуждите от шмиргеловането на изпъкналостите и от грубото китване. От това, което се вижда, личи как чрез „леко пипване“ на една операция успяхме да усъвършенстваме процеса така, че две операции да отпаднат. Нали Лъвът има задача да проектира технология с малък брой операции. Ето как при тоя лъв от шест операции отпаднаха две, останаха само четири.

Повишаване на рандемана



Отиваме в сладкарската индустрия и произвеждаме блат за сухи сладкиши. Ще решим задача за повишаване на рандемана при производство на блат. Операциите тук са замесване, втасване, разточване, изпичане и нарязване.

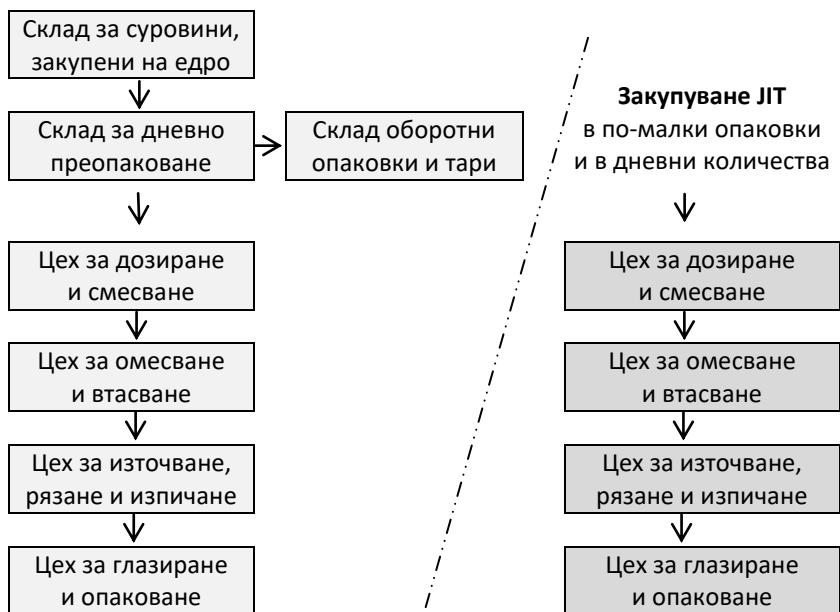
Изпеченият блат е тестяна кора, дебела 1 см. Режат кората на парчета, при което остават отпадъци между отделните парчета и по ръбовете на кората.

Този отпадък е много скъп. В сладкарството над 80% от себестойността са суровините, а те са скъпи суровини. Отпадъка не го изхвърлят на боклука, а го изсушават, натрошават го, пакетират го и го разпродават по магазините. Купуваме си пакети с натрошен блат, с него си приготвяме домашни торти.

Правим промяна. Да я видим на схемата вдясно. Процесът пак започва със замесване и втасване, няма разточване, преди изпичането има шнековане. Не се нарязва кората. Шнекът зарежда шприцове, които шприцват блата в тарелки и тези тарелки, с шприцвания в тях суров блат, отиват на изпичане.

Ни грам отпадък. Ето как чрез промяна на вида на две операции в процеса постигаме голямо подобрене. Отпадъкът беше над 11 %. То уж не е брак, а оползотворим отпадък, само дето с него бяха ангажирани хора и площи.

Без големи складове за материали



Ето ни в друг завод за сухи сладкиши. Производството протича през четири обособени цеха – цех за дозиране и смесване, цех за омесване и втасване, цех за източване, рязане и изпичане, накрая цех за глазиране и опаковане.

Виждаме, преди производството има три склада. В склада за закупени на едро суровини те влизат опаковани в бигбегси, контейнери, цистерни и т.п.

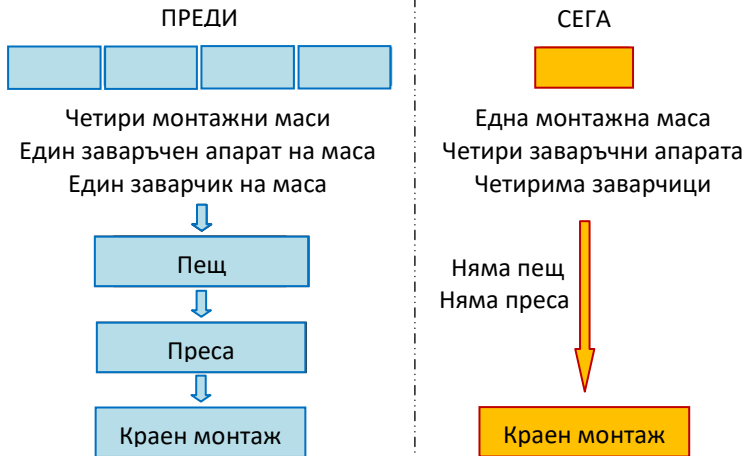
В друг склад преупаковат от големите транспортни тари в технологични опаковки за нуждите на една смяна или работен ден. Всъщност, този склад подготвя суровини и материали за дневното зареждане на производството.

Лесно е да си представим с какво количество тари и опаковки оперират. Така че имат нужда от складове за непотребни опаковки и оборотни тари.

Заводът реши да се откаже от работата с доставчици на едро и да заработи с доставчици, които не са „едно към едно“ чисти JIT доставчици, но са съгласни да доставят ден за ден и в необходимите за всеки ден количества.

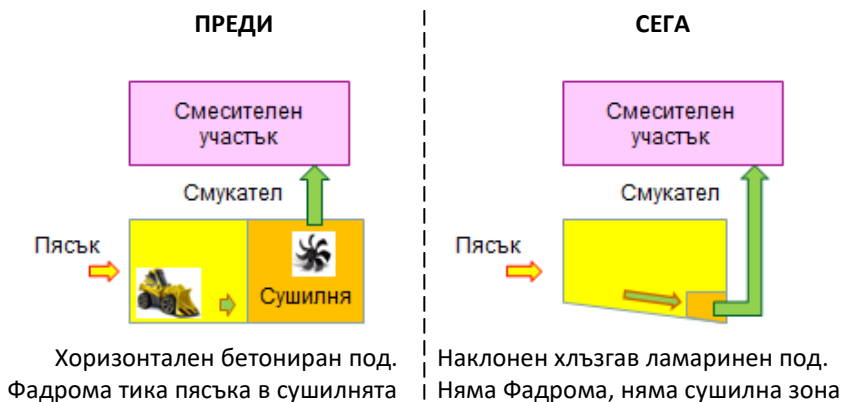
Така трите склада се оказаха напълно излишни и след недълго време стана възможно на площите на складовете да се оборудват нови производства.

Две интелигентни операции по-малко



Истински високата производствена ефективност се постига чрез смел ход на коренна промяна на философия, организация, технология, оборудване, топологична диспозиция на линии и острови и други радикални действия за цялостна промяна в общата картина на производствената ефективност. Връщаме се в завода за контейнери. Дъното на контейнера е правоъгълна рамка метър на два, на която със заварки се монтират стени и други възли. Но да останем при изработката на дъната. В монтажния участък има четири монтажни маси, по един заваръчен апарат на маса, един заварчик на маса. За да няма деформации от температурни разлики, трябва заварките да са по диагонал. Много му идва на заварчика да валсира край рамката. Защо да го тормозим да търчи по диагонал от единия до другия край на рамката. Той заварява дъното точка до точка без да се мори да обхожда диагонали. Накрая дъното на контейнера добива форма на разноравнинен кривондел. Дъното на контейнера се напъхва в пещ и тя го нагрива до зададен градус. После захапват единия край дъното на контейнера в стационарно менгеме. Мотокар тип кламер стяга в челюсти другия край на контейнерното дъно и почва да го мята и суче насам и натам, уж за да го изправи в една плоскост. Никога не може да го изправи съвсем. Без мисъл измислен процес... нали! Какво е доброто решение? Работи се на една единствена монтажна маса. Край тази маса има четири заваръчни апарата и там четирима заварчици правят заварки едновременно и по двата диагонала. Пак има деформации, но не чак толкова големи, че да е нужно да се играе този цирк както преди.

Не избутвай пясъка, изтегляй го



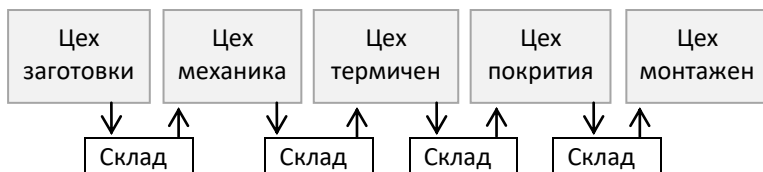
Сега сме в стъкларски завод. Виждаме склада за пясък. Идват самосвалите и изсипват пясъка. Една Фадрома го избутва навътре към дъното на склада. Пясъкът се придвижва дни наред от входа до дъното на склада. В дъното на склада има инсталация, която изсушава пясъка до определена степен. Там смукател засмуква пясъка на 8 метра височина в смесителния участък, където се прави смесване на пясъка с останалите компоненти на стъклото.

Елементарно и елегантно решение! Складът беше с хоризонтален бетонен под. Сега подът е удълбан с лек наклон в посока от входа към изсушителя. В удълбания участък на склада е инсталиран леко наклонен и поради това хлъзгав под от стоманизирана ламарина. Самосвали пристигат пред склада и изсипват пясъка така, че той да пада върху началото на ламаринения под.

Пясъкът лека полека се свлича надолу към дъното на склада. Подпомогнат от теглото на пясъка (земната гравитация е съвсем безплатна) и ниското съпротивление по хлъзгавия под, складът „изтегля“ към дъното си толкова пясък колкото поема смесителната зала. Пак има изсушител, но изсушител с по-малка мощност и значително по-ниска консумация на електроенергия.

Разходът е нисък и поради това, че пясъкът не е имал време да се овлажни. Вече няма нужда от Фадромата. Освен всичко друго, няма смесвания на различните партиди от пясък. Това пък намалява необходимите анализи и корекции при смесването с другите компоненти, а също и в топлината пещ.

Трансформиране на потока

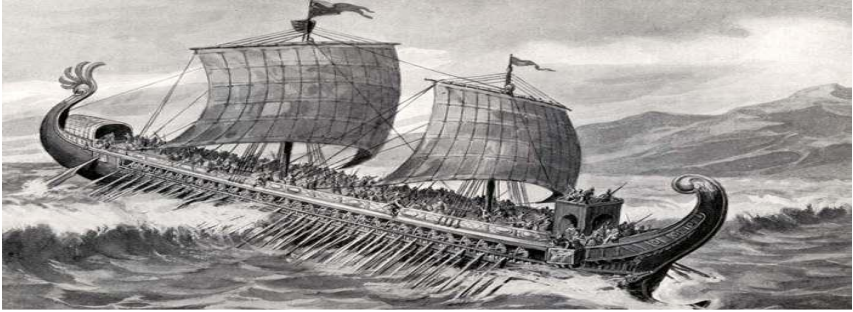


Завод за водни помпи прави четири фамилии помпи. Цехова организация при последователен поток – цех заготовки, цех механика, цех термичен, цех покрития и цех за монтаж. Има буферни складове между цеховете. Бавна пренастройка на машините в цех заготовки. Ето защо заводът работи така – единия месец произвежда един вид помпи, другия месец друг вид помпи, третия месец трети вид помпи, четвъртия месец четвърти вид. Пазарното търсене на помпи от четирите фамилии няма връзка с месеците, в които са произвеждани помпи от четирите фамилии. Като резултат имат високи нива на незавършен продукт и, макар складът за готови продукти да прелива от готови за експедиция и неекспедирани продукти, има случаи клиенти да търсят такива помпи, с каквито заводът в момента не разполага.

	Цех заготовки	Цехове механика	Цех термичен	Цех покрития	Цех монтажен
Фамилия 1	заготовки	механика	закалка	покритие	монтаж
Фамилия 2	заготовки	механика	закалка	покритие	монтаж
Фамилия 3	заготовки	механика	закалка	покритие	монтаж
Фамилия 4	заготовки	механика	закалка	покритие	монтаж

Заводът преминава от последователно производство (едномесечни серии на всяка от четирите фамилии помпи) към паралелно производство в къси серии на всички фамилии (къси серии на база моментно пазарно търсене). За целта заводът въвежда SMED във всичките си цехове и пуска четирите фамилии помпи в паралелни линии. Девет месеца са им били нужни, за да успеят да въведат SMED. Преди тази промяна четирите фамилии са ги произвеждали в поредни месеци. Сега всички фамилии ги произвеждат паралелно и само според каквото се търси. Незавършеното производство е доста ниско, складът за готови продукти е почти празен и сроковете за изпълнение на поръчки са удобни за клиентите. Преди тази промяна с клиента се говореше така – искаш еди какви си помпи, след три месеца ще ги имаш. И клиентът, като го чуе това, отива да купува помпи от друг завод.

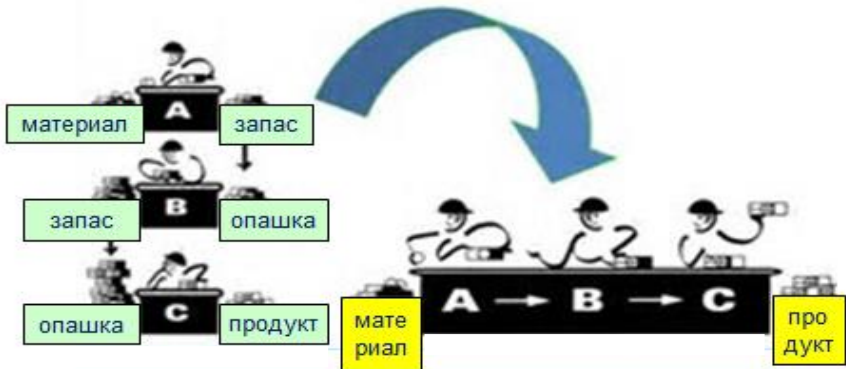
Римската трирема



В римската трирема триста гребци на три палуби гребат с такта на тъпана. Тактът участва при таран. На далечен рейс тактът е умерен. При маневра тъпанът указва кои гребла да спрат или да гребат обратно. Яките гребци са на трета палуба. В трюма има резервни гребци. При атака и те се включват. Гребците се гледат и слушат взаимно и усещат ритъма и силата на гребане. Тъпанът вдига патардия до небето и придава усещане за власт у тъпанаря.

Заклучение по Глава 09

Едноелементен поток и непрекъснат поток



Отляво имаме партидна организация – материал, операция А, след нея запас, операция В, след нея опашка, операция С и излиза краен продукт. Отдясно имаме непрекъснат поток – в него няма запаси и няма опашки. За да се предпазим от неравномерностите, а и за да може да се разкрият и овладеят причините за забавяния, спирания и тласъци, производството трябва да се построи и управлява като система от едноелементни потоци.