

1. Тржиште понуде и потражње

Ефективност фабрике је одређена њеном способношћу да задовољи потражњу тржишта. Како произвођачи морају да доносе одлуке о будућности, неопходно је да се баве предвиђањем потражње за производима и превиђањем услова пословања на тржишту. Могуће је да менаџмент има запослене који се само тиме баве и помажу им у предвиђању, односно људе који истражују тржиште и планирају развој производа. Како би се избегла производња производа који нико не жели да купи, менаџмент фабрике мора да се ослања на утврђене методе за предвиђање. Иако на располагању имамо низ рационалних метода које се користе у предвиђању, прогнозе тражње су често погрешне. Мешавина квантитативних и квалитативних метода за предвиђање се користи како би прогнозе тражње за производима биле што тачније.

Када се зна прогноза о тржишној тражњи и њене карактеристике, следећи корак је да се обезбеди фабрички капацитет потребан да га опслужу. У ту сврху, концепт такт времена је посебно користан као основа за пројектовање и рад многих типова производних система. Уз неколико изузетака, свака фабрика има време такта. Замислите време такта као пулс фабрике. Неке имају брз пулс, друге спор. Поједине фабрике имају редован ритам, док друге имају доста варијација у ритму производње. Такт може бити исти за све производе или може варирати од производа до производа. Концепт времена такта нам помаже да остваримо циљеве ефикасности и ефикасности. Један од начина за повећање ефикасности односи се на проналажење стабилног и брзог времена такта, крећући се ка континуираној обради, али не на уштб испуњења потражње.

Предвиђање је процес истраживања будућности с циљем да се утврде планске претпоставке. Планске претпоставке су ставови предузећа о релевантности и природи деловања екстерних и интерних фактора на будуће пословање предузећа.

1.1. Предвиђање

Кључне пословне одлуке се ослањају на наша очекивања у будућности, тако да немамо другог избора него да покушамо да је предвидимо за сопствене потребе.

Такође морамо помоћи добављачима, чије прогнозе зависе од нашег доприноса. Прогнозе представљају изјаве о будућности. Понекад су прогнозе толико нетачне да менаџмент своје одлуке заснива искључиво на сопственој интуицији или примљеној наруџбини. Прогнозирање је неопходно, и ниједна производна организација не може избећи напор да то уради што је могуће боље.

Прогнозе се користе на више различитих начина:

- Дугорочне прогнозе подржавају одлуке о изградњи нових линија или фабрика, прерасподели производа између фабрика, а понекад и о затварању фабрика.
- Средњорочне прогнозе се користе у планирању продаје и пословања (С&ОП), нпр. ако што је преговарање међу менаџерима задуженим за продају, производњу и финансије. Такође се односи на одлуке о промени распореда сменског рада фабрике, планирању прековременог рада или одмора запослених, давању информација добављачима и купцима.
- Краткорочне прогнозе су често комбинација прогнозе коју даје Одељење продаје прогнозе и Производног програма који се користи за вођење производње на дневном нивоу.

Значење дугорочних, средњорочних и краткорочних прогноза зависи од индустрије до индустрије. Индустрија комерцијалних авиона ради напрема чврстим поруџбинама познатим 18 месеци унапред, што значи да је за њих дугорочна прогноза период од 10 до 15 година. У аутомобилској индустрији, дугорочна прогноза може представљати период 3 до 5 година, а средњорочна може представљати период од 3 до 6 месеци, као што на пример Тојота прилагођава темпо својих производних линија свака четири месеца. У индустрији играчака, временски период од 1 године представља дугорочан период.

Многе компаније идеју о предвиђању потражње за производима виде као примену алгоритама за екстраполацију тренда на основу података о потражњи из недавне прошлости. Међутим, израда прогнозе се не треба свести на извршење протокола или алгоритма. Ово је област у којој је неопходна људска одлука која узима у обзир не само обиме прошлих наруџбеница, већ квантитативне и квалитативне инпуте из продајних могућности, мњења купаца, пропагандних активности, водећих економских показатеља и др.

1.2. Принципи предвиђања потражње

Прогнозе никада нису тачне. Ипак, предвиђање је важна активност за производњу, јер су прогнозе неопходне ради планирања капацитета и саме производње.

Шест општих принципа који се користе у предвиђању су:

1. Прогнозе су увек погрешне.
2. Прогнозе су тачније за фамилије производа.
3. Прогнозе су тачније за краће временске хоризонте.
4. Добре прогнозе укључују процену грешке.
5. Прогнозе нису замена за стварну потражњу.
6. Утицај људског понашања не треба потцењивати.

Прогнозе су углавном погрешне. Постоји статистичка шанса да се предвиди тачан број продаја у наредном месецу, али ни то није из разлога зато што су претпоставке у прогнози биле потпуне. Дobar прогностичар нема за циљ да буде потпуно у праву, већ да мање греши. Прогнозе су тачније за фамилије производа, него за појединачне производе, зато што се варијације односе на више производа. Ниже прогнозе уравнотежују високе прогнозе, барем у значајним групама. На пример, ако нека фабрика производи и продаје лимунаду са различитим вештачким аромама, прогноза за фамилију производа од лимунаде ће у просеку бити тачнија од прогнозе за лимунаду од јагода. Прогнозе су тачније за краће временске хоризонте. Ако би смо предвиђали потражњу за лимунадом следеће недеље, та прогноза би била прогноза од прогнозе за лимунаду за осам недеља. То је зато што имамо више недавне информација о прошлим продајама из које се могу екстраполирати. Добре прогнозе укључују процену грешке. Давање само једног броја за прогнозу је ризично.

Постоје два важна питања приликом прогнозирања:

- Прво, коју ширину опсега могућих исхода предвиђамо? Овај број може бити дат обезбеђивањем очекиване стандардне девијације процене.
- Друго, да ли постоји ли већа или мања шанса за погађање исхода испод или изнад прогнозе? Наведена претпоставка се може представити позитивним или негативним доменом. Уколико је прогноза конзервативна или оптимистична, утолико је лакше предвидети прогнозу. Најједноставнији начин за пружања процене грешке прогнозе је са плус/минус цифром. На пример, предвиђамо да ће следећег месеца да се прода 20.000 ± 3.000 литара лимунаде. Уколико желимо

да процену грешке представимо са позитивним и негативним доменом то би за на пример предвиђање тражње за лимуну за износило 20.000 (+4.000, -1.000) литара.

Прогнозе нису замена за стварну потражњу. Када се добије велики број нових наруџби, требало би, уколико је то могуће, да се ажурира прогнозу. На тај начин ће постати тачнија. Када знамо укупну стварну потражњу за одређени временски период, сматра се да се прогноза је застарела. Овај тренутак представља право време да се израчуна тачност прогнозе и надаље треба учити из тога. Да би се израчунала тачност прогнозе, потребно је да се израчуна грешка прогнозе као однос остатка и стварне потражње изражен процентуално.

Такође, утицај људског понашања не треба бити потцењен Људи доносе одлуке о прогнозама са пристрасношћу и субјективним расуђивањем. Пристрасна прогноза је она која је доследно погрешна у истом правцу. Многи прогнозе су пристрасне да би задовољиле кориснике. Проучавајући временске извештаје у градовима, Nejt Silver је то приметио да временски извештаји сваки дан преувеличавају и предвиђају појаву кише. Уколико је временски извештај предвидео кишу, а није пала, нико се не жали, међутим ако киша није предвиђена а падне, буде незадовољства и жалби на временску прогнозу.

1.3. Информације са тржишта

Предвиђање продаје не представља само проблем који се односи на анализу података. Да би смо анализирали податке, неопходно их је претходно прикупити, а у већини компанија подаци се прикупе прекасно или су збирни (из њих се не могу извући адекватне информације).

Пример: компанија за транспортне услуге Uber има евиденцију о свим својим возачима у реалном времену као и приступ информацијама које утичу на потражњу као што су временска прогноза, саобраћај, планирани догађаји попут спортских игара или концерата и непланирани догађаји као што су земљотреси, поплаве или пожари. За 2020. годину, имали су преко 100 петабајта података и 350 аналитичара података са задатком да извуку закључке из овог скупа података које компанија може да користи. Ниједна производна компанија нема ни приближно оволику количину релевантних податка.

Ако компанија продаје директно потрошачима, има директан приступ крајњем кориснику свог производа. Са друге стране, већина произвођача се ослања на дистрибутивну мрежу што одлаже и ограничава њихов приступ тржишним информацијама.

Компанија Apple управља сопственим продавницама, док компанија Dell продаје директно крајњим корисницима онлајн. Готово сви остали произвођачи робе широке потрошње продају дистрибутерима или дилерима, што је утицало на појаву маркетинга као посебне дисциплине продаје.

ГМ-ов лидер 1920-их, Алфред П. Слоан, увео дилерски систем у аутомобилској индустрији ради апсорбовања тржишних флукуација и омогућавајући фабрикама да производе сталним темпом. Како је Слоан испричао у својим мемоарима, 1924.г. тржиште за нове аутомобиле је експлодирало (велика потражња), али ГМ то није приметио све док сви његови дилери нису били затрпани тражњом. Уопште, у више-ешалонским ланцима снабдевања, сваки члан обично комуницира само са својим директним добављачем и купацем. Литература о управљању ланцем снабдевања указује

да би требало да знате своје добављаче добављача и клијенте ваших купаца. У пракси, то се ретко ради, али ова кратковидност појачава флукутације у обиму рада како идете узлазном линијом, феномен који је Hau Lee назвао „ефекат бича“. Насупрот томе, у својим раним данима, компанија Тојота, је користила је продајне представнике од врата до врата, систем који је на крају напуштен као прескуп. Деценијама касније, 2000. године, извршни директор Тојоте Akio Tojoda је поставио веб страницу под називом gazoo.com за јапанско домаће тржиште, која пружа вести о аутомобилима и сајмовима аутомобила, тржишту половних аутомобила, прича са путовања, препоруке игара за забаву деце током вожње, итд. Посетиоци сајта gazoo.com су дали Тојоти информације о тржишту које су раније имали кроз продају од врата до врата. Приступ тржишним сазнањима је кључан за постићи Тојотин циљ „једном купац, увек купац“.

Постоје и други, квантитативнији начини да произвођач добија информације са тржишта. Barilla, произвођач тестенина у Италији, сарађивао је са својим дистрибутерима на успостављању система за управљање залихама добављача (ВМИ), што им је омогућило да виде у реалном времену како се који производи се крећу.

1.4. Од потражње тржишта до захтева за материјалима

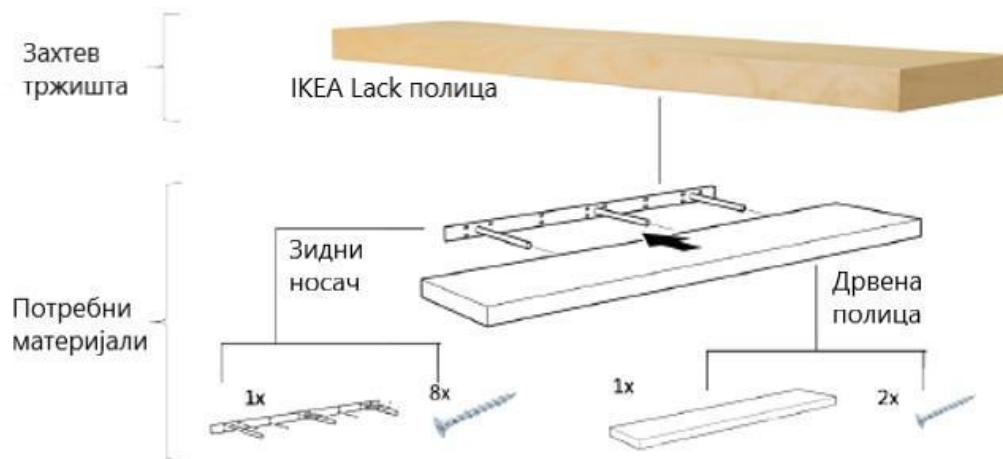
У производњи, потражња за производима се дели два типа:

1. Потражњу тржишта, или потражња за готовим производима.
2. Потребе у материјалу, или материјалне потребе, потражња за материјалима, компонентама или подсклоповима који су укључени готов производ.

Тржишна потражња се понекад назива „независна“, насупрот потреби за материјалима која је „зависна“. Ипак, избегавама се оваква терминологија јер је у супротности са концептом независних случајних променљивих, које се користе у предвиђању потражње.

Важно је нагласити да код потребе за материјалима или компонентама није потребан сопствени процес предвиђања. Њихова прогнозирана потражња се једноставно израчунава на основу потражње за готовим производима у које се уграђују. За прорачун потреба у материјалу, планери производње користе Саставнице (БОМ) за дискретне производе или рецепте за расуте производе.

На слици 5 приказан на начин како у компанији ИКЕА се приказује разлика између потражње тржишта за полицама и потреба у материјалима. Када је припремљена прогноза за готов производ, предвиђа се потражња за зидним носачем, дрвеном полицом, шрафовима као и за материјал за паковање.



Слика 5. Саставница за полице

Тржишна потражња долази директно из спољашњег окружења, док се захтеви за материјалима рачунају из тржишне потражње. Захтеви тржишта за различитим готовим производима могу не буду независне случајне променљиве. На пример, вероватно постоји позитивна корелација између продаје IKEA Lack полица и Lack столова. Исто тако, потражња за бициклима и бициклистичким кацигама су у корелацији.

1.5. Обим потражње, разноликост и варијабилност

Да бисмо окарактерисали потражњу за производима посматране фабрике, неопходно је размотрити трв. „3В“ (Volume, Variety, Variability):

- Обим производње,
- Разноликост,
- Варијабилност.

1.5.1. Обим производње

Обим производње се изражава у броју произведених комада производа, или у килограмима за робу растреситог стања, или у литрима нпр. у процесној индустрији, али и у новчаним јединицама (динари, еври, и др.) или у некој другој мерној величини.

За планирање обима капацитета, користе се агрегиране количине са свих тржишта које опслужује фабрика. Агрегатне обиме производње је лакше прогнозировать тачније од обима за појединачне производе. Укупан број возила који ће бити продат на одређеном тржишту ове године је генерално добро познат, боље од прогнозе за специфичне моделе произвођача.

Фабрике се пројектују за специфичне циљне количине, не разматра се при пројектовању распоред машина, селекција опреме и сл. док се не одлучи о обиму производње. Познавање величине тржишта није исто што и познавање производног капацитета; одлучивање о томе колики део потражње тржишта ће се опслуживати је стратешка одлука произвођача.

Прорачун обима производње се разликује за дискретну производњу у односу на процесну:

- Дискретна производња је састављање или растављање дискретних комада материјала помоћу прорачуна саставнице материјала (БОМ – Bill of Material). Примери дискретне производње су аутомобили, мобилни телефони, компјутери, бела техника, намештај, одећа итд.
- Процесна производња односи се на мешање једињења материјала користећи формулације или рецепте. Примери: ракетно гориво, шампон, боја, топљење метала, ферментисана пића итд.

У процесној производњи, излаз се пакује у дискретне контејнере – бурад, кесе или флаше – или постану део чврстих производних јединица, попут челичних конструкција. Тачка у којој се то дешава назива се „тачка дискретизације“. Након тачке дискретизације, остатак процеса је дискретна производња, са операцијама прилагођавања као што су етикетирање или укључивање промотивних поклона агрегацијом у веће контејнере попут кутија или палета за отпрему.

У дискретној производњи, обим може да се креће од једне јединице за јединствени производ до милион јединица за стандардизоване компоненте. У процесним индустријама количине могу да се крећу од микрограма специјалне сировина на тоне челика. У агрегирању обима, потребне су додатне мере за планирање капацитета, а више мерних јединица може бити потребно за различите сврхе. На пример, у транспорту, количина кубних стопа и тежина производа одређују изводљива оптерећења камиона, а у производњи може бити број компоненти, количина рада или време потребно на машини са уским грлом.

1.5.2. Разнолокост

Разноврсност, или разноликост је рашчлањивање обима производње и не може се лако свести на један број. Најефикасније се представља Парето графиком обима производа, познатим као Анализа количине производа (П-К). Графикон представља разноликост различитих производа, различитих модела истог производа и различитих варијанти истог модела.

Кастомизација је процес додавања карактеристика производу према наруџбеници купца. Касотомизација обично се нуди као избор између различитих унапред дефинисаних карактеристика, као приликом наручивања сендвича у ресторану метроа.

Потпуна кастомизација се може видети у индустријама где инжењер и дизајнер пројектују и праве производ према наруџбеници купца. Менаџер мора донети стратешку одлуку о томе колико ће бити разноврсних понуда и да ли ће купци имати прилику за кастомизацијом.

1.5.3. Варијабилност

Потражња може да варира током времена из много разлога. Варијабилност је увек пристуна и може веома да варира од производа до производа. Варијабилитет се може разумети његоим рашћањивањем на пет различитих компоненти:

1. **Управљана варијација:** Варијабилност која произилази из употребе тактика продаје као утицај на потражњу.
2. **Трендови:** Односи се на општи правац тржишта. Трендови су обрасци раста, опадања или изравнавања тражње.
3. **Циклуси:** Односи се на понављајуће обрасце раста или пада продаје. За разлику од календарске године, циклуси се разликују по дужини, а њихова дужина трајања представља проблем при одрађивању исто колико и њихова амплитуда. На пример, продаја аутомобила прати циклусе економског раста и пада. Даље, продаја нафтних танкера условљена је нестабилношћу цена нафте.

4. Сезоналност: Представља промену образаца потражње кроз временске периоде. Ово могу бити годишња доба - пролеће, лето, јесен, зима – одређени дани у недељи или месецу, годишње прилике као што су Божић, Ускрс, Кинеска Нова година, Рамазан, 8. март, Ноћ вештица или догађаји који се понављају као што су Олимпијске игре или доделе награда.

5. Преостала варијација: Представља варијабилност која се не може приписати ниједном од претходно наведена четири типа варијабилности. Ова варијација не следи ниједан образац нити понављање. На пример, ако локална фудбалска репрезентација осваја националну лигу, па услед тога потражња за пивом може порасти само због тога и тог викенда. Природне катастрофе могу стимулирати потражњу за добрима која се користе за реконструкцију у погођеном подручју, док опада потражња за робом која се користи у нормалном животу и подручјима где су погођене фабрике.



Слика 6. Пример обрасца потражње

На слици 6 дат је пример обрасца потражње за три последње године фабрике хемијских производа у Индонезији. Графикон приказује обим продаје и следеће компоненте: варијабилност, управљану варијацију, трендове, сезоналност и преосталу варијацију. На слици је приказана агрегирана потражња за свим произведеним производима, тако да се разноликост не види. Са слике 6, може се уочити је да постоји мала потражња око јуна и јула сваке године. Узевши у обзир приказане три године, све указује на сезонске варијације. У овом случају, међутим, то се односи на нижу потражњу у месецу Рамазана, када бројна муслиманска популација Индонезије има две слободне недеље. Рамазан, међутим, није сезонски, већ верски догађај, заснован на лунарном календару, и помера се уназад око 10 дана сваке године. Ово би било видљиво да смо нацртали дијаграм за 10 година уместо 3 године. Стрелица која показује на врхунац потражње у 2.-ој години изгледа као заостала варијација, али може бити и услед једне велике наруџбенице или због продајне кампање (рекламе). Права линија на слици представља линију тренда за цео период. Линија тренда може изгледати сасвим другачије за исти пример али ако се нацрта за неко друго раздобље. На пример, ако посматрамо тренд за годину 1 изоловано, добићемо негативан тренд.

На слици 7, дат је пример циклуса који приказује историјске испоруке Боеинга 737, најпродаванијег авиона на свету у историји ваздухопловства, у поређењу са својим главним ривалом, Ербасом А320. До 2010.г., продаја оба тип авиона прати циклусе од око три до пет година. Међутим, од 2010. до 2019. изгледа да је циклични образац прекинут, а графикон би требало да буде подстицај за истраживање зашто је до тога дошло. Свакако треба истаћи колико су обрасци циклуса важни.

Свака тачка података представља милијарде долара инвестиција стотинама авио-компанија широм света. Немогућ је случај да је удвостручење или преполовљење укупне тражње сваке 3 последица само флукутације.



Слика 7.

Циклуси до 2010. године односе се на општи привредни раст земаља у којима се купује авијација уз вишегодишње рокове испоруке. Авио-компаније купују авионе на основу оптимистичке прогнозе. Три године касније, ако очекивани раст се не оствари, те компаније имају суфицит авиона и престају да купују. Још три године касније, обим посла се увећа и авио-компанијама опет недостају авиони, и опет купују... Зашто се овај образац прекида након 2010.г.? Разлог лежи у начину обављања посла и на страни добављача и на страни купаца.

Унаређењем производних операција, произвођачи авиона су смањили време испуњења поруџбине за 10 месеци, што је олакшало авиокомпанијама да боље прогнозирају. Осим тога, авиокомпаније су користиле аналитику података што им је побољшало краткорочну способност да предвиђају и попуне авионе путницима. Била би грешка да се 2010.г претпоставило да ће се циклуси од 3-5 година наставити. Такође, била грешка 2019. претпоставити да ће линеарни раст у протеклих 9 година наставити да траје заувек. Ретроспективно, знамо да је пандемија COVID-19 драстично променила обрасце потражње за авионима. Графикон је корисна али и недовољна основа за дугорочно планирање капацитета.

Због пет компоненти варијабилности потражње, за поједине различите производе имаћемо различите ситуације због њихових специфичности. На пример, код:

- Бројила електричне енергије на зрелом тржишту, где је потражња за заменом дотрајалих јединица константна током целе године и мало варира из године у годину.
- Играчака за децу, где се већина производње продаје у недељама пре Божића али производ излази из моде убрзо након тога.

- Преради хране, где су варијације у обиму продаје одређене годишњем добу и приносима усева, и сезонске варијације које су диктиране понудом сировина .
- Престижне козметике, где продаја достиже врхунац на Дана жена 8. марта и око Божића.
- Опреме за производњу полупроводника, где је потражња подложна великим променама изазваним због цикличних индустрија својих купаца.
- Мобилних телефона или других електронских уређаја за којима постоји повећана потражња, уз нагли раст док се тржиште не засити, за затим потражња нагло опада.
- Лекова за епидемије као што је на пример Tamiflu за птичији грип или COVID-19 вакцине за пандемију корона вируса, где наруџбине одједном могу бити гигантске.

2. Управљање потражњом

Све компоненте варијације потражње, осим управљане варијације, обично су ван контроле предузећа ако послује на немонополском тржишту. Управљана варијација стога заслужује посебну пажњу. Компаније могу да „управљају“ својом потражњом манипулишући њоме. Може се стратешки искористити да појачавају или смањују ефекте других врста варијација. Ове активности обављају Продаја и Маркетинг, док Одељење за производњу мора бити укључено у њихово планирање – или бар као минимум информисано. Неке методе управљања потражњом укључују:

1. Дугорочни уговори,
2. Промене цене,
3. Оглашавање,
4. Подстицаји,
5. Промотивни поклони, као што су поклон артикли уз куповину или куповина 1+1 (1 гратис).

Запослени у продаји или маркетингом баве се наведеним методама. Ове запослене красе другачије личне карактеристике од оних засполених у производњи (избор кандидата при запослењу је такав да се бирају запослених одређених личних карактеристика) је неопходно створити добар дијалог између продаје и пословања. Продаја има највећу улогу у начину управљања потражњом, а производња у начину да се она испуни. Најпогоднија ситуација за производњу је када продаја може да склопи дугорочни уговор са купацем за велику количину стандардних производа по цени знатно већој од трошкова производње. Класичан начин управљања потражњом је варирање цене производа. Економисти то називају „ценовном еластичношћу“, што објашњава како тржишта реагују на промене цена. Ризик при честим променама у цене јесте да се купац то очекује. У том случају купци одбијају да плате пуну цену и чекају да производ дође „на распродају“ кад праве залихе производа. Последице тога се могу огледати у великим варијацијама у потражњи која може да штетити ефикасности производних операција.

У индустријама робе широке потрошње (ФМЦГ), промоција је толико битна да за успостављен бренд потражња нестаје за 6 месеци уколико промоција изостане. На пример, Соса-Солa користи своје маркетиншке могућности за повећање продаје око великих спортских догађаја, као што су Олимпијске игре и Светски купови и сл. Продајне кампање као што су „купи два, трећи бесплатно“ или велики попусти такође су веома ефикасне повећање потражње за многим производима. Пропаганде кампање су мање уобичајене у пословном окружењу произвођач-добављач. Подстицаји су други начин управљања потражњом. Свакодневни пример је како авио компаније и супермаркети користите програме лојалности да бисте вратили клијенте.

Сличне стратегије се могу користити у продаји произведених производа. За повећање потражње, одељење продаје такође може да понуди додатне производе или услуге. На пример, професионалац Произвођач алата може понудити читав низ производа за опслуживање какву год потребу купац има. Произвођач такође може додајте услуге као што су финансирање, бесплатна обука, продужена гаранција и низ других подстицаја. Додавање услуга произведеном производу је под називом „сервитизација“.

2.1. Методе тржишног предвиђања

Методе тржишног предвиђања класификујемо на следећи начин:

- Методе предвиђања засноване на постојећој тражњи,
- Методе предвиђања засноване на прошлој тражњи,
- Методе предвиђања засноване на симулацији,
- Методе предвиђања засноване на испитивању намера и мишљења купаца, продајне оперативе, менаџера и експерата.

Методе предвиђања засноване на **постојећој** тражњи базирају се на коришћењу следеће математичке формулације:

$$Q=n*q*r$$

где је:

Q - укупна тржишна тражња

n - број купаца на тржишту

q - годишња куповина просечног купца

r - цена просечне јединице производа

У Методе предвиђања засноване на **прошлој** тражњи убрајамо:

- Анализу временских серија,
- Регресиону и корелациону анализа,
- Индикаторе коњунктуре.

Осим наведене поделе метода тржишног предвиђања, користимо и класификацију **напрема типу информација** са којима располажемо:

- Квалитативне методе предвиђања,
- Квантитативне методе предвиђања.

У односу на **временски период**, разликујемо:

- краткорочне,
- средњорочне и
- дугорочне методе предвиђања.

2.2. Методе квантитативног предвиђања

Сврха предвиђања потражње није да се утврди присуство периодичних варијација, већ да се оне квантификују. У предвиђању, доступност правовремених и попуних података ограничава примену метода које се могу користити. Нови производи, по дефиницији, немају историју, и у тим ситуацијама можемо да се ослонимо само на тренутне захтеве тржишта. Како се историја акумулира, могу се применити квантитативне методе.

Технике описане у даљем тексту се међусобно не искључују. У зависности од квалитета евиденције података о прошлим продајама, може се применити анализа временских серија ради израде прогнозе или могу се користити модели узрочности ради испитивања утицаја других извора тржишних података на потражњу за производима.

Најједноставнија квантитативна метода за прогнозирање је техника звана аритметичка средина. Овом техником се за прогнозу у наредном периоду узима аритметичка средина свих претходних опсервација

$$F_{n+1} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

Аритметичка средина не одговара добро тренду и занемарује сезоналност. Она једино добро изглађује случајне флуктуације. Аритметичка средина је добра за податке који су стационарни (хоризонтални) и случајно расподељени. Она не води рачуна о скорим опсервацијама нити о могућим променама у обрасцима који описују променљиву.

2.2.1. Анализа временских серија

Анализа временских серија кориси се за пројектовање будуће тражњу на основу историјских података.

Анализа временских серија је специфичан начин анализе низа података прикупљених током времена. Код анализе временских серија бележе се подаци у конзистентним интервалима током одређеног периода.

Временски низ је скуп временски уређених опсервација (реализација) једне променљиве у току више узастопних (и једнаких) временских периода.

Да бисмо извршили анализу временских серија, морамо да следимо следеће кораке:

- Прикупљање података и њихово чишћење,,
- Припрема визуелизације у односу на време у односу на кључне карактеристике
- Уочавање стационарности серије,
- Развијање графикана за разумевање његове природе,
- Израда модела,
- Извлачење увида из предвиђања.

Анализа временских серија је окосница за предвиђање и анализу предвиђања, специфичне за временске изјаве проблема:

- Анализу историјског скупа података и његових образаца,

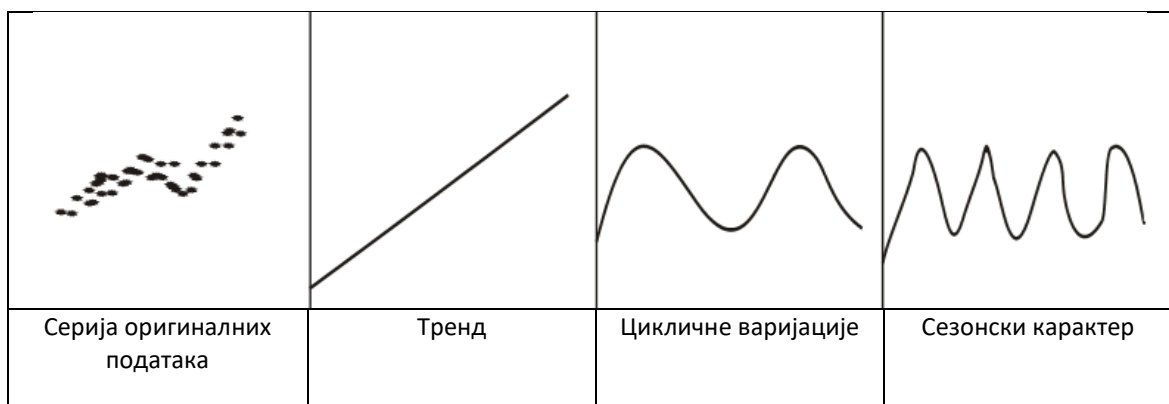
- Разумевање и усклађивање тренутне ситуације са обрасцима изведеним из претходне фазе,
- Разумевање фактора или фактора који утичу на одређену варијаблу(е) у различитим периодима.

Уз помоћ „Временских серија“ можемо припремити бројне анализе и резултате засноване на времену, а то су:

- **Предвиђање:** Предвиђање било какве вредности за будућност.
- **Сегментација:** Груписање сличних ставки заједно.
- **Класификација:** Разврставање скупа предмета у дате класе.
- **Дескриптивна анализа:** Анализа датог скупа података да би се открило шта се у њему налази.
- **Анализа интервенције:** Утицај промене дате варијабле на исход.

Применом ове методе оригинална серија декомпонује се на следеће елементе временског низа:

- **Ниво** (указује на интензитет променљиве дате временским низом),
- **Тренд** - указује на стопу раста или опадања временског низа током времена. Код овог приказа нема фиксног интервала нити било каквог одступања унутар датог скупа података, односно то је континуирана временска линија. Тренд може бити негативан, позитиван или нулти тренд
- **Сезонске варијације** - указује на флуктације око линије тренда које се на пример у одређеним интервалима понављају. Приказ сезоналности може бити звонаст или зубаст као код тестере
- **Цикличне варијације** - се односи на дугорочне осцилације око линије тренда. Циклуси могу али и не морају бити периодични. Они представљају резултат пословног процеса у виду повећања или смањења економских показатеља. Код компоненте цикличности немамо фиксни интервал, нити образац кретања података. Подаци су резултат на пример фазе раста и развоја предузећа, рецесије, депресије или нпр. опоравка. Циклуси могу бити различите дужине, амплитуде фреквенције и не постоје опште поуздане методе за предвиђање њиховог понављања.
- **Случајне варијације** - односе се на неочекиване ситуације/догађаје/сценарије и скокове у кратком временском периоду. Случајне варијације представљају утицаје који нису укључени у варијације тренда, сезоналности и цикличности. Неправилности или случајне варијације могу се појавити услед земљотреса, поплава, штрајкова, рата и сличних конкретних догађаја



Слика 8. Анализа временских серија

Следећи модели временских серија су уобичајени технике предвиђања, које датирају из 1970-их:

1. Пројекција тренда,
2. Једноставан покретни просек,
3. Пондерисани покретни просек,
4. Експоненцијални покретни просек,
5. Експоненцијално изглађивање,
6. Ауторегресија (АР),
7. Ауторегресивни покретни просек (АРМА или АРИМА).

Временски низ се може исказати математички помоћу следећег записа:

Предвиђање тражње = Тренд + Сензоналност + Цикличност + Неправилност

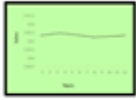

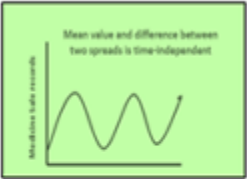


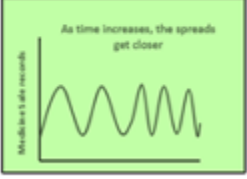
У циљу спорвођења анализе временских серија нехоподно је да имамо у виду неколико ограничења која утичу на применљивост методе, а то су:

- Метода анализе временских серија не подржава вредности које недостају,
- Трансформација података је неопходна па стога примена методе може бити скупе.

Разликујемо **два типа података** код временских серија, а то су: стационарни и нестационарни.

Код **стационарног** типа података, средња вредност и варијанса су константне за посматрани временски период.

Ако се средња варијанса или коваријанса мењају у односу на време, скуп података се назива **нестационарним**.

	MEAN	Variance	Covariance
Stationary	 <p>Stationary Data</p>	 <p>Stationary Data</p>	 <p>Stationary Data</p>
Non-Stationary	 <p>Non-Stationary Data</p>	 <p>Non-Stationary Data</p>	 <p>Non-Stationary Data</p>

Designed by Author (Shanthababu)

Слика . Стационарни и нестационарни модели података

Моделирањем временских серија могуће је претворити нестационарни скуп података у стационарни. Постоје три доступне методе за ову конверзију – уклањање тренда, разликовање и трансформација.

2.2.2. Модели са покретним просеком (покретна средина)

Једноставан покретни просек (просечне вредности) је једна од неколико метода за предвиђање будуће вредности из недавне прошлости. Модел једноставног покретног просека предвиђа да ће следећа вредност бити аритметичка средина претходних n вредности. Овај модел ублажава осцилације и лако се израчунава, али даје исту тежину подацима из последњег периода и од пре n периода. Ако постоји растући тренд, систематски ће се потцењивати будућа вредност. Такође ова метода понекад изоштрава врхове уместо да их ублажи (исто важи и за минимуме).

Метода покретног просека је једна од најчешће коришћених метода временских серија. **Покретни просек** (MA - Moving Average, понекад се назива и Rolling Mean) код које се вредност MA се израчунава узимањем просечних података временске серије унутар K периода.

Постоји неколико врста покретних просека:

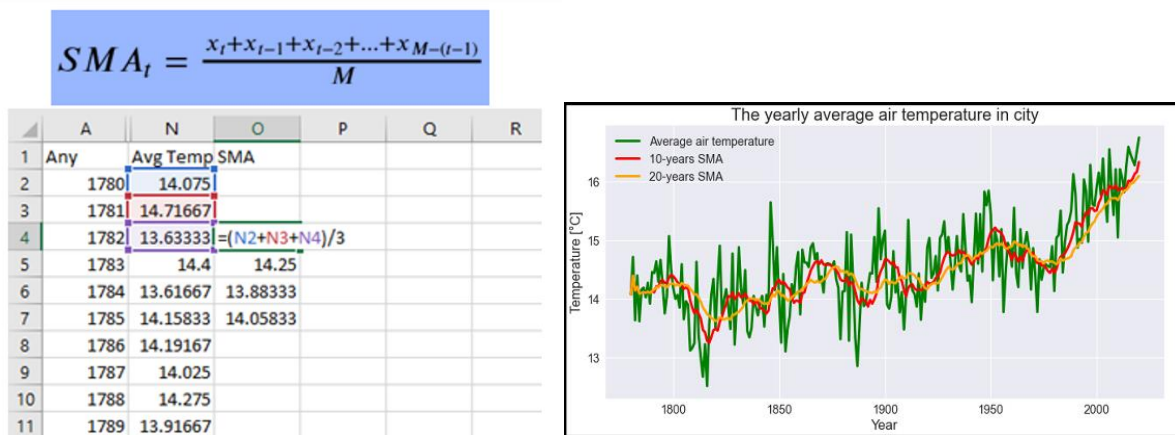
- Једноставни покретни просек (SMA - Simple Moving Average),
- Кумулативни покретни просек (CMA - Cumulative Moving Average)
- Експоненцијални покретни просек (EMA - Exponential Moving Average)

Једноставан покретни просек (SMA)

Једноставни покретни просек (SMA) израчунава непондерисану средњу вредност претходних M периода. Прогноза за наредни период генерише се овом техником тако што се израчуна просек опсервација у последњих m периода.

$$F_{n+1} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Y_{n-i+1}$$

Покретни просеци се могу формирати на основу 3,4,5 и више чланова временске серије. Број чланова одређује ред покретних просека. Слабост ове методе је у томе што је аналитичару дозвољена слобода избора реда покретних просека.



Слика . Пример примене једноставног покретног просека трећег реда

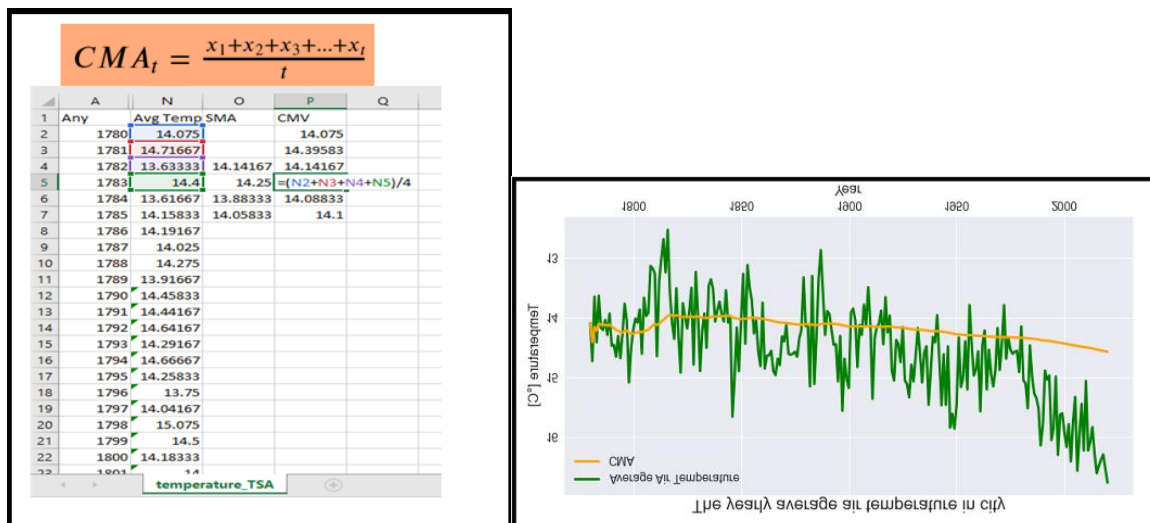
Варијанта ове методе је отежани (пондерисани) покретни просек где се већи утицај прогнози дајте подацима који су новији (ближи садашњем тренутку посматрања). Метода пондерисаног покретног просека додељује већу тежину новијим тачкама података пошто су релевантније од тачака података у далекој прошлости. Једноставан начин размишљања о пондерисаном кретању пресек је приказан у табели 1. Додељени пондер би требало да износи до 100%, али је иначе произвољан.

Табела 1. Пример пондерисеног просека

Месец	Просечна продаја	Додељена тежина
Јануар	3,580	10%
Фебруар	2,978	20%
Март	4,100	30%
Април	3,870	40%

Кумулативни покретни просек (СМА)

СМА представља непондерисану средњу вредност прошлих вредности до тренутног времена, односно кумулатив.

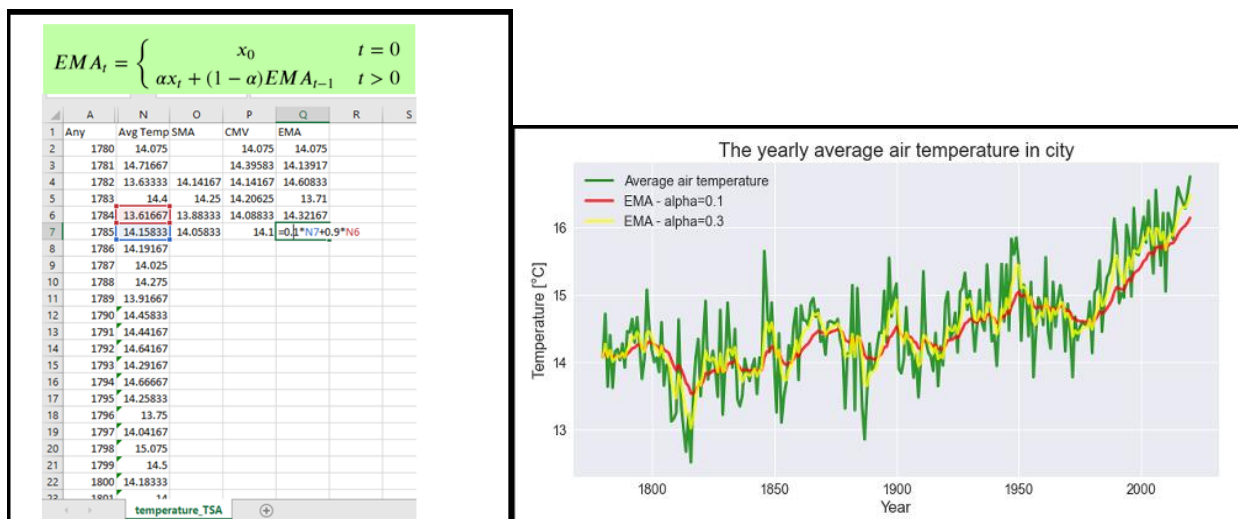


Слика . Пример примене методе кумулативног покретног просека

Експоненцијални покретни просек (ЕМА)

ЕМА се углавном користи за идентификацију трендова и елиминисање утицаја осцилација података. Код ове методе пондер (тежински коефицијент) елемената се постепено смањује током времена. На тај начин се додаје важност недавним подацима, а не историјским.

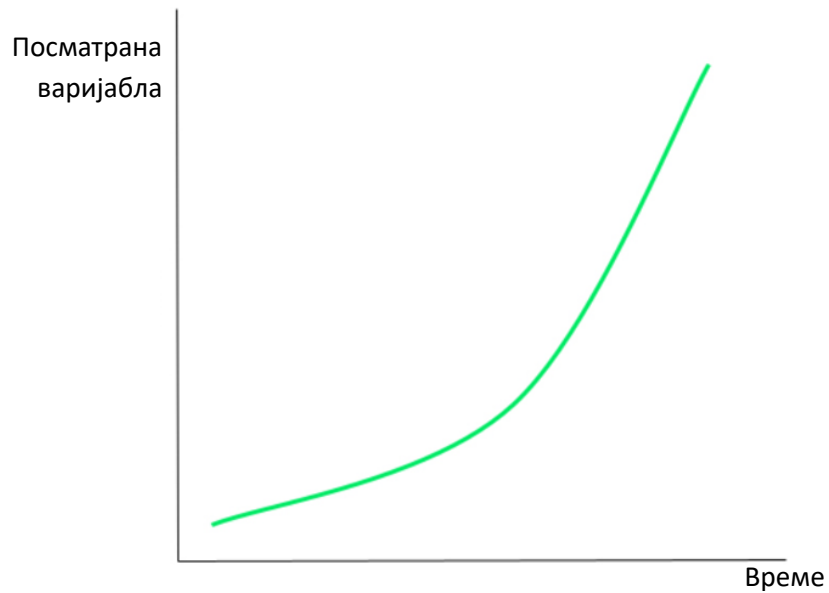
Код ове методе костимо α - фактор заглађивања, који може имати вредност измeђу 0,1 и 0,3. На сликама дата је математичка формулација ове методе и пример њене примене на реалне податке.



Слика . Пример примене методе експоненцијалног покретног просека

Униваријантна анализа временских серија

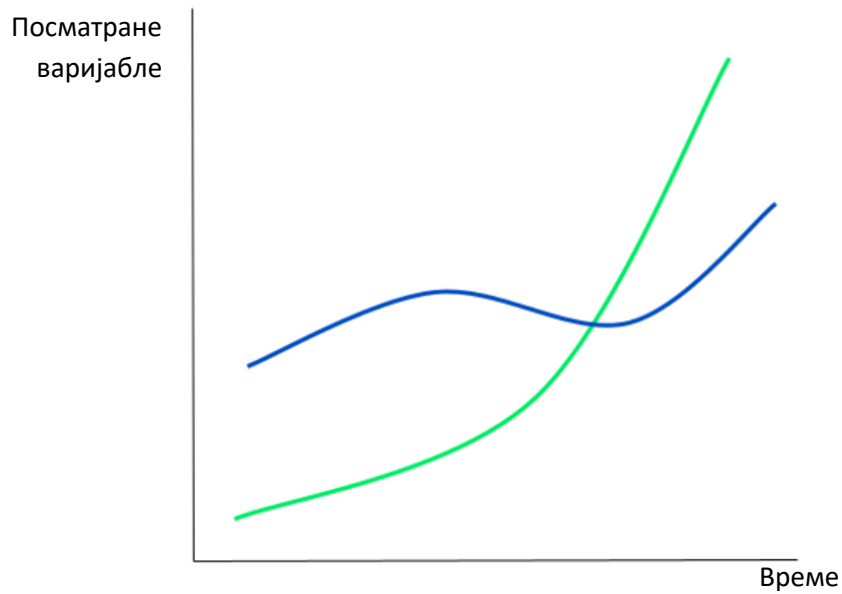
Универијантна анализа временских серија подразумева анализу само једне варијабле током времена, као нпр. цене акција, температура или подаци о продаји.



Слика . Универијантна анализа

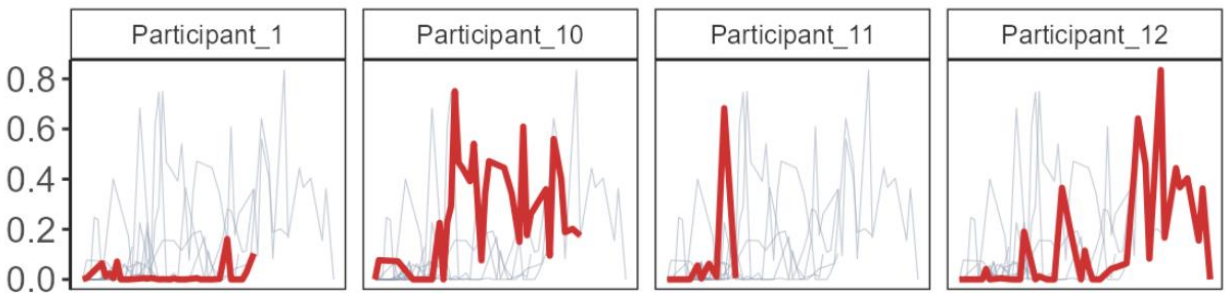
Мултиваријантна анализа временских серија

Мултиваријантна анализа временских серија подразумева испитивање односа између две или више варијабли током времена. Ова анализа се користи када желимо да анализирамо утицај више фактора на дати исход.



Слика . Мултиваријантна анализа

Лонгитудинална анализа подразумева поновљене мерења узета од истих субјеката током времена, наглашавајући индивидуални раст или промену.



Слика . Лонгитудинална анализа

2.2.3. Пројекција тренда

Примена ове методе заснива се на историјским подацима о потражњи која може која расте, стагнира или опада, на основу чега цртамо графикон и криву као функцију времена. То може бити права линија која показује, на пример, да је продаја порасла у просеку за 200 хиљада долара месечно у последњих 18 месеци. Можемо чак очекивати да ће се такав тренд наставити још неко време.

Потражња у почетку расте експоненцијално, при чему је потражња за период $n+1$, кумулативна продаја до периода n , али се потом смањује и пада када се тржиште засити. Ако је модел тренда добро изграђен, резидуали око њега имају средњу вредност 0, али могу и не морају бити

аутокорелирани. Модел тренда нам омогућава да прогнозирамо и дуже од $n+1$ периода, али колико далеко можемо предвиђати на овај начин је отворено питање.

Пројекција тренда поставља линију тренда кроз серију тачака из историјских података и пројектује ту линију у будућност за потребе прогнозе

Модели пројекције тренда могу бити:

- линеарни,
- експоненцијални,
- квадратни.

2.2.4. Експоненцијално поравнање

Експоненцијално поравнање (експоненцијално отежана покретна средина) је посебан случај пондерисаног покретног просека, где се користи опадајућа експоненцијалу функцију за додељивање тежина. То је практична техника која нема никакву теоријску подлогу осим доделе опадајућих тежина периодима (временским интервалима) који су удаљенији. Користи се ради лакшег рачунања.

2.2.5. Модели ауторегресије

Ауторегресија је предвиђање следеће вредности временске серије као линеарне комбинације њених прошлих вредности са коефицијентима заснованим на корелацији између прошлих вредности и израчунатим тако да се минимизира средњи квадратни остатак. Коефицијенти не морају да износе 100%, а трендови не изазивају пристрасност. Опсег укључених прошлих вредности је одређен аутокорелацијом. Данашња продаја је у снажној корелацији на јучерашњу, али не тако снажно на продају од пре 10 дана, а врло мало на оне од пре 2 месеца. Остаци модела ауторегресије би требало да буду бели шум – то јест, Гаусов, центриран, и независан. Када то није случај, процена АР се може побољшати додавањем покретног просека од прошлих остатака. Ови модели се називају ауторегресивни покретни просек (АРМА или АРИМА). Колико уназад се гледа приликом израчунавања покретних просека - се изражава преко Акаике информационог критеријума (АИЦ), као показатељем релативног квалитета модела за дати скуп података.

2.2.6. Избор одговарајућег квантитативног модела предвиђања

У циљу избора одговарајућег квантитативног метода предвиђања установљена је метода за тестирање података о прошлој продаји. Након прикупљања податка о прошлој продаји, неопходно је да се подаци поделе на иницијални скуп и скуп за евалуацију. Први скуп података се користи у циљу тестирања различитих модела, а други скуп податка за процену њихове тачности поређењем средње грешке прогнозе (MFE) и средњег апсолутног одступања (MAD) сваког модел. MFE је мера пристрасности модела прогнозе, MAD означава апсолутну величину грешака. Грешка прогнозе за дат у прогнозу рачуна се као:

Грешка прогнозе= Стварна потражња - Прогноза

Средња грешка прогнозе (MFE) и средња апсолутна девијација (MAD) се рачунају путем следећих једначина за n временских периода у којима имамо стварну потражњу и прогнозиране вредности:

$$\text{Средња прогноза грешке (MFE)} = \frac{\sum_{i=1}^n (e_i)}{n}$$

$$\text{Средња апсолутна девијација (MDE)} = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n}$$

Уколико једноставан модел предвиђања даје прогнозу која је само незнатно лошија од напреднијег модела, неопходно је изабрати једноставнији модел, јер ће више људи моћи да разуме како је прогноза добијена.

2.3. Методе квалитативног предвиђања

Квалитативне методе треба користити као допуну методама квантитативног предвиђања. Током упознавања нових производа, прогнозери често немају другог избора осим да се у потпуности ослањају на квалитативне методе, једноставно зато што нема доступних података о продаји. Како производ сазрева, прогнозери ће се више ослањати на квантитативни улаз и мање на квалитативни улаз.

Четири уобичајене методе квалитативног предвиђања су:

- Улаз од продаје и корисничке службе
- Истраживања тржишта,
- Планирање сценарија.
- Делфи метода.

Иако су ове методе структуриране тако да прикупљају квалитативне информације о потражњи тржишта, најуобичајени приступ да се само користи интуиција и мишљења прогностичара. Али није пракса да се охрабрује само примена интуиције, јер постоји танка линија између интуиције и пристрасности.

2.3.1. Улаз од продаје и корисничке службе

Представници продаје и службе за кориснике су у свакодневном контакту са својим колегама у организацијама купаца, што их доводи у позицију да прикупљају информације о тржишту путем личне комуникације чега нема у историјским подацима. Купци, на пример, могу да припремају промотивне акције, природна катастрофа може да изазове скок потражње за неким производима или се може догодити да се спајају друге компаније што би могло да изазове ревизију односа са добављачима. Ово су неопходне информације за предвиђање будуће потражње. Уобичајено је да прогнозери о томе подносе резултате групе квантитативних метода како би се проверило да ли је оно што подаци говоре у складу са оним што чују. Од личних интеракција са представницима продаје или корисничке службе, прогностичари знају да треба да промене своје инпуте, на основу својих оптимистичких или песимистичкој ставова. Није поуздан податак, али када постоји неслагање између квантитативне анализе и консензуса продајних представника, обично нешто није у реду са квантитативним анализама.

2.3.2. Истраживања тржишта

Истраживање тржишта представља анализу тржишта у погледу потреба за одређеним производом и укључује испитивање намера купаца да купе одређени производ. Састоји се од систематског

прикупљања података о људима или компанијама, који се потом анализирају како би смо боље разумели шта потенцијалним купцима треба и шта су спремни да плате. Испитивање тржишта значи питати људе о њиховом мишљењу о производу и намерама куповине. Метода се спроводи путем упитника, квалитативним интервјуима, фокус групама или другим методама:

- Анкете упитника могу се дистрибуирати успостављеним базама клијената или циљати на нову демографију. Могу се спроводити као онлајн анкете, анкете на папиру, телефонски интервјуи или лицем у лице интервјуи. Главна слабост анкета је пристрасност узорка јер она само дају одговоре од самоизабраних учесника.
- Квалитативни интервјуи укључују одабир потенцијалних купаца и постављање питања о њиховим преференцијама, понашању при куповини и намерама куповине одређеног или потенцијалног производа.
- Фокус групе укључују одабир репрезентативног узорка од 5 до 8 потенцијалних купаца који се пуштају да дискутују о тржишном потенцијалу за одређени производ уз присуство обученог модератора. Потребно је неколико фокус група заказати ради добијања тачних прогноза.

2.3.3. Сценарио метода

Сценарио метода је наративна прогноза која описује потенцијалну будућу потражњу. Метод сценарија представља метод предвиђања будућности који омогућава да се развије више могућих погледа у будућност, односно да се квалитативно и квантитативно опише више алтернативних слика будућности. Метод сценарија су први пут приказали крајем '60 година Кан и Винер, где су дефинисали сценарио као хипотетички низ догађаја који је дефинисан да би се усмерила пажња на узрочне процесе и тачке одлучивања.

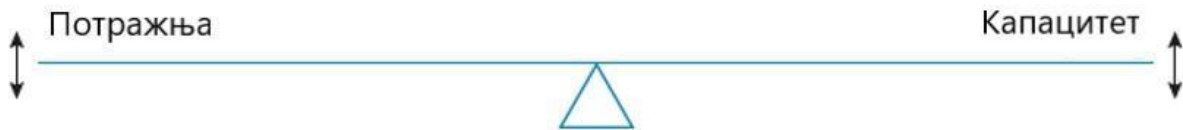
Са планирањем сценарија аналитичар разматра могуће ситуације на тржишту са којима би се произвођач могао суочити. Уверљиви „сценарији“ су креирани, а затим се анализира вероватноћа сваког од њих и ризици који су укључени. У планирању сценарија, постављате питања „шта ако“. Образац потражње који може произаћи из сваког сценарија је квантификован. Може се размотрати широк спектар могућих сценарија, али увек постоји ризик да се пропусти сценарио који ће се заиста догодити. Сценарио планирање најбоље функционише када прогностичари имају знање о сличним производима на сличном тржишту, који се називају историјске аналогije. Планирање сценарија се може побољшати симулацијом података.

2.3.4. Делфи метода

Делфи метода је једна од основних метода предвиђања. Делфи метода су збирни термин за прикупљање и анализу мишљења групе стручњака за конкретно подручје истраживања. Један од начина примене Делфи методе је анонимно прикупљање индивидуалних мишљења путем упитника, за затим просеђивање резултата осталим члановима групе ради тумачења и коментара, на основу којих се израчунава просечна прогноза (средња вредност, медијана) и варирање прогнозе око средње вредности (мера прецизности прогноза).. У завршној фази примене ове методе, од експерата се тражи да поново процене своје првобитно мишљење с обзиром на оно које су изнели други стручњаци. Овај процес се може понављати док се не формира групни консензус. Примена Делфи методе избегавају се проблеми који могу настати приликом суочавања стручњака лицем у лице и конфонтацијом чланова групе.

2.4. Планирање капацитета

Предвиђање представља процену потражње тржишта напрема производима одређене компаније, што није иста потражња коју компанија поставља на производну фабрику. Ако је потражња на тржишту циклична, на пример, компанија се може одлучити за сарадњу са добављачима како би развила додатан капацитет и допуну својих залиха током времена највеће потражње. За компаније је изазов је ускладити капацитет са захтевима потражње које је компанија одлучила да опслужити, без трошења ресурса, као на слици 8.



Слика 8. Однос потражње и капацитета

Капацитет се изражава као количина производа који ће се произвести у одређеном периоду и може варирати у зависности од производа. Капацитет није тежак концепт, али планирање капацитета може бити мање или више тешко у зависности од података доступних о производима и рок за давање одговора. Најчешће се ради у табели, где се фабрика третира као мрежа цеви кроз сваку од којих је количина материјала која може да протиче ограничена једним број. Наравно ово је поједностављење. Реална процена захтева разматрање међу менаџерима и инжењерима, укључујући софистицираније прорачуне и симулације.

Капацитет процеса је брзина којом он може да трансформише инпуте у излазе.

2.4.1. Општи приступ у планирању капацитета

Генерални директори могу питати одељење за производњу да ли могу да „повећају обим за 20%“ без икаквих детаља и готово без времена за одговор. Уколико се ради 3 смене дневно, 7 дана наредно уз борбу да се одржи тренутну потражњу, кратак одговор Производног одељења је најчешће „Не“. Можда то није оно што Генерални директор жели да чује. Бољи одговор је „не под тренутним условима“. Можда се продуктивност може повећати за 20% или се производне линије могу проширити, али не у кратком временском периоду. Повећање продуктивности се може остварити бољом организацијом унутрашњег распореда.

Планирање капацитета је процена потреба за ресурсима у односу на расположивост. Када захтеви превазилазе расположивост, као у горњем примеру, негативан одговор је тренутан. Ако, на са друге стране, се ради само у две смене дневно, повећање од 20% може бити изводљиво, бар у смислу опреме, али регрутовање и управљање додатном сменом није ни јефтино ни лако ни тренутно.

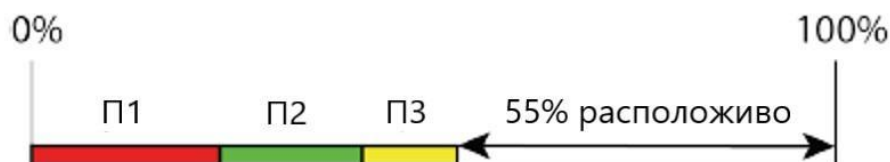
Такође је важно знати за које производе је повећање производње потребно и колико за сваки од њих се троши ресурса. Ако су сви производи који су већ у производњи, подаци треба да буду доступни из њихових Саставница (БОМ) и рута. Ако су, с друге стране, производи нови, немамо детаље (попут саставница и рута) и можда нећете желети да трошите време и труд који су потребни за њихово стицање пре доношења одлуке о преузимању додатног обима. Замена је да се резонује сличношћу са постојећим производима. Неформално, искусни менаџери на основу спецификације новог производа, могу да одреде из производне перспективе који производ највише личи на актуелни производ X. Нпр. нови производ има исте карактеристике и толеранције за критичне

параметре као постојећ, али је само за 20% већи, или има 3 рупе на бочном панелу уместо 2, или је нова врста боје. Ипак, првелика величина производа искључује неке од постојећих производних линија, за додатну рупу потребна је нова матрица, за нови процес фарбања проблематичан је исход, док у за сваку другу операцију радите са доступним подацима од производа X.

Формално, то се може урадити кроз модел утицаја карактеристика производа на ресурс обраде што су захтеви који се изводе из саставница и рута тренутних производа. Може се појавити низ захтева за радном снагом, машинама и алатима, радним операцијама на новом производу које би се делиле са актуелним. Све док будемо у могућности да прецизирамо бројеве директним посматрањем оператера и машине, рута у пробном раду новог производа, може се само дати доња граница ресурса за нове производе напрема оним захтевима који се односе на тренутне производе. Ако укупан број прелази 100% расположивог времена за неке машине или радне станице, знамо да додавање нових производа није изводљиво у тренутним условима. Ако је, с друге стране, испод 100%, не знамо да ли је то изводљиво. Морамо узети и ближе погледати најапгажованије ресурсе.

Горе наведени прорачуни су засновани на најчешће коришћеном моделу производних ресурса у планериским табелама, односно модел цеви, који третира ресурсе као цеви кроз које теку производи. Ако производ П1 троши 20% нето расположивог времена ресурса, производ П2 још 15%, а производ П3 још 10%, затим, заједно, производи П1, П2 и П3 троше $20\% + 15\% + 10\% = 45\%$ ресурса.

Ако додате још производа, једноставно цртате на остатку који остављају П1, П2 и П3, као што је приказано на слици 9.



Слика 9. Модел цеви за планирање капацитета

У моделу цеви, капацитет се израчунава на следећи начин:

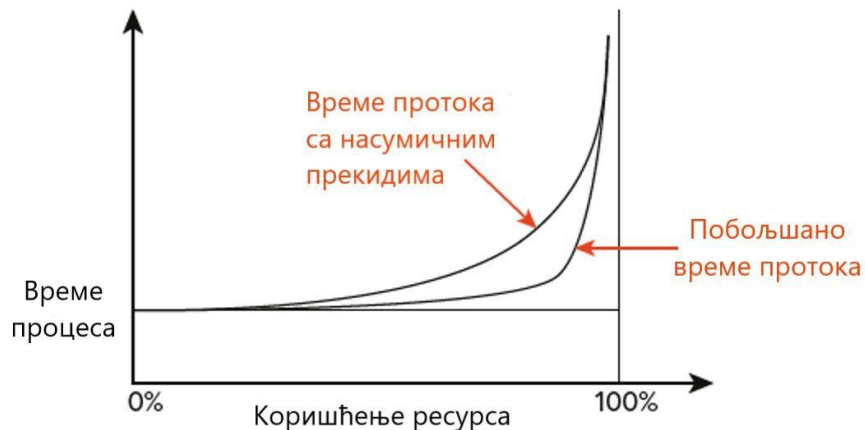
$$\text{Капацитет} = \text{Укупно расположиво време} / \text{Време потребно за задатак}$$

Ако фабрика камиона ради у једној смени 8 сати дневно и сваких 10 минута по један нови камион силази са линија (време такта 10 минута), капацитет фабрике се рачуна:

$$\text{Капацитет} = 8 \text{ (сати/дан)} / 10 \text{ (минута/камион)} = 480 \text{ (минута/дан)} / 10 \text{ (минута/камион)} = 48 \text{ (камиона/дан)}$$

Међу многим поједностављењима, модел цеви игнорише ефекте засићења који су присутни приликом високе искоришћеност када је рад поремећен случајним догађајима као што су микро-застоји или касне испоруке материјала. У моделу цеви, производи теку кроз ресурс у исто време без обзира на искоришћеност у, све док је $\eta < 100\%$ (η – степен коришћења капацитета).

У највећем броју случајева, време потребно да један комад прође кроз ресурс, укључујући чекање због поремећаја, расте као $1/(1-\eta)$ како се у приближава 100%. Овај концепт и ефекат унаређења су илустровани на слици 10.



Слика 10. Коришћење производних ресурса

Уобичајено решење код модела цеви је избегавање коришћења ресурса више од 85% његовог номиналног капацитета, задржавајући преосталих 15% као резерву за различите поремећаје.

Два кључна проблема код овог приступа су:

1. Избор од 85% као праг је произвољан.
2. Редифинисање 85% као „нових 100%“ уводи фатализам у погледу унапређења процеса.

Током довољно дугог временског периода, производни ресурси изгледају као црне кутије, са улазним и излазним токовима производ. Једина производња у којој производни ресурси приближно раде на овај начин јесте када имамо велики број идентичних машина или радних станице које раде паралелно. Али ово није уобичајено у пракси. Права је реткост да су производни ресурси дељиви много мањих јединица које раде паралелно при потпуно истим брзинама и на исти начин. Обично имамо мање машина него производа који раде на више начина који утичу на време протока, захтеве за радом и квалитет излаза.

Ефекат величине серије

Неке машине обрађују један по један комад, код других имамо много идентичних комада, треће имају сетове одговарајућих делова... У моделу цеви, кумулативни обим производње, за једну операцију за једног производ током времена, је равна линија, али је заиста тако само ако је производ течност или у расутом стању. Са једноделним током, користи мо модел степеница - и овде су степенице толико мале да апроксимација изгледа као права линија.

Ако се операција изводи у серији, модел степеница изгледа другачије у зависности од тога да ли се:

- 1) ради напрема времену – имамо време обраде за серију
- 2) ради напрема плану који се користи као време рада оператора на машини

У овим случајевима степенице су високе, а функција укупног обима поизводње не може се заменити са правом линијом у оквиру једне смене или за један дан, слика 11.



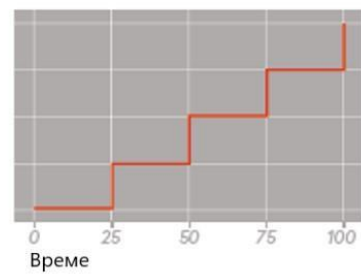
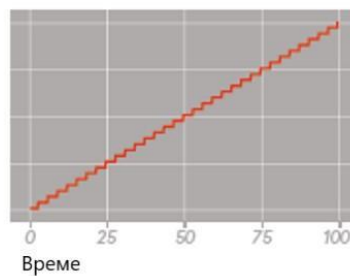
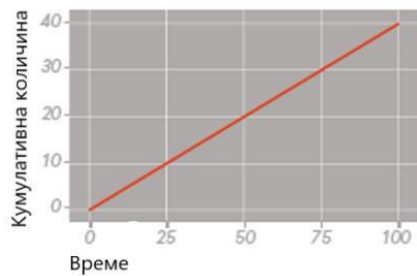
Непрекидан ток



Једноделни ток



Једно по једно пуњење



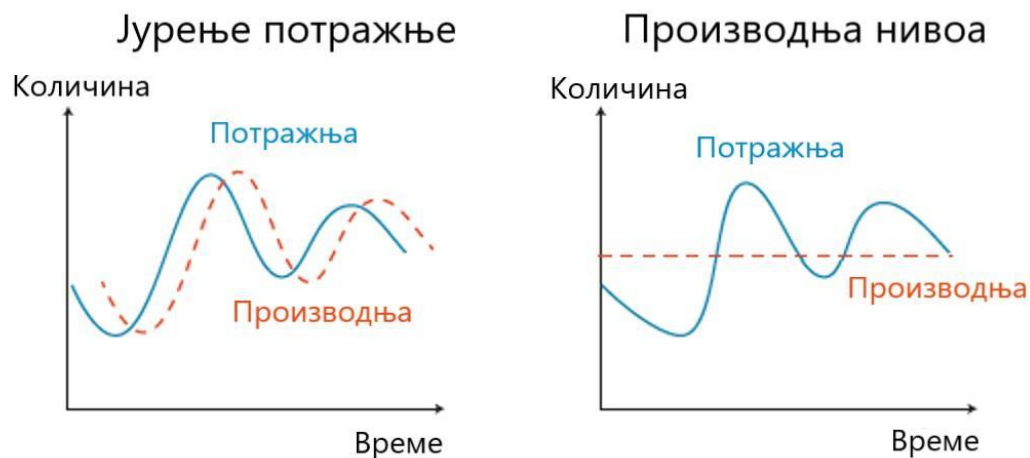
Слика 11. Модел степеница

2.5. Ниво производње у односу на потражњу

Постоје две крајности у планирању производње:

- покушавај да се прати свака мала варијација у потражњи
- покушавај да се уједначи (изравни) производња.

Ове две супротне стратегије се називају „**јурење потражње**“ и „**ниво производње**.“ Оне су илустроване на слици 12.



Слика 12. Две крајности у планирању производње

"Јурење потражње" захтева веома флексибилан капацитет и велику промену метода предвиђања. Да би ова стратегија била исплатива, производне операције треба да прошире и смање свој капацитет у складу са образацом потражње. Ово може, за на пример, да се ради коришћењем привремене радне снаге. "Јурење потражње" очигледно носи ризик јер понекад можемо имати вишак капацитета, а понекад премали капацитет. Један од начина да се ублажи ризик од

немогућности да се задовољи потражња јесте да се у временима највеће потражње препусти произвођа уговорним произвођачима.

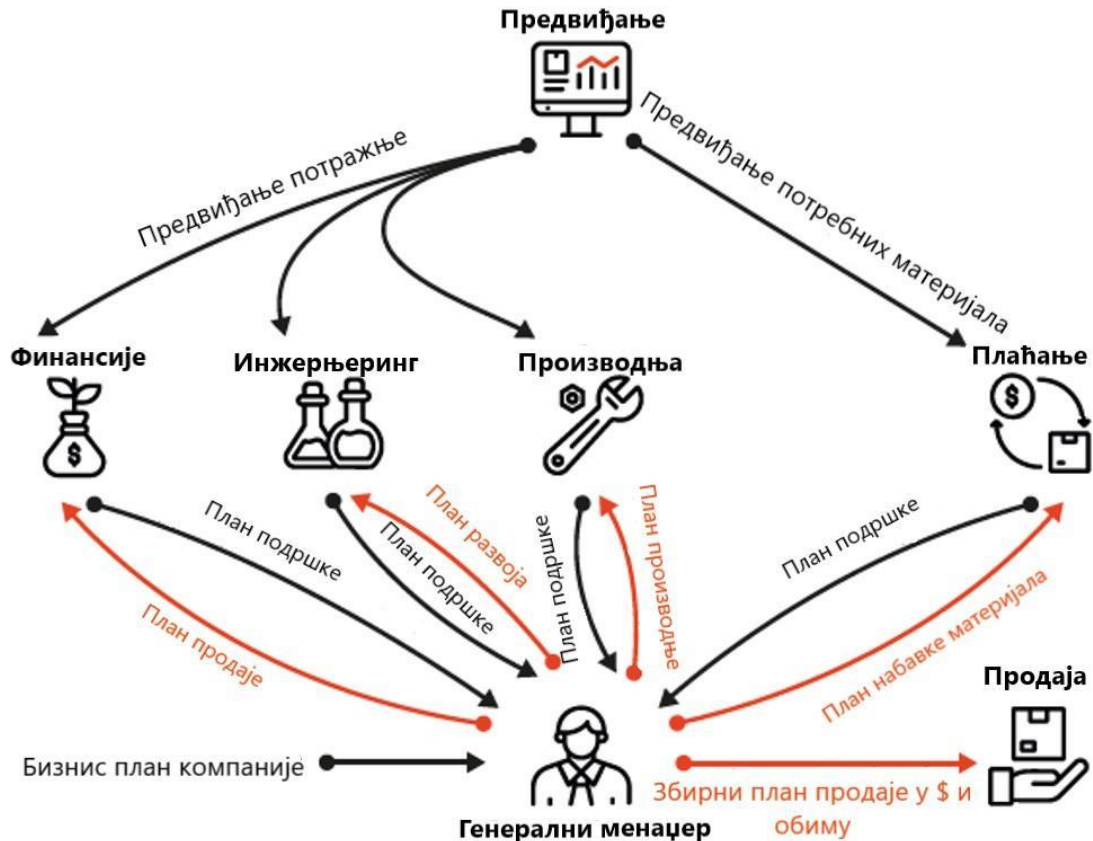
Стратегија "производње на нивоу" користи залихе да испуни потражњу. Осцилације тражње изнад нивоа производње опслужују се са залиха. У временима потражње испод средње вредности, производња формира нове залихе. Овај облик производње је ресурсно најефикаснији када се посматра из производне перспективе. То захтева, међутим, да потражња буде релативно стабилна и предвидљива тако да се ниво производње може поставити, а фирма избегава велике залихе или претеране нивое залиха. Производња на нивоу не функционише за производе који се не могу складиштити, што укључује многе врсте услуга и лако кварљиву робу. Такође нема смисла производити применом ове стратегије - високо прилагођене производе.

2.6. Планирање продаје и операција (C&OP)

Средњорочно планирање узима у обзир тактичке одлуке о томе шта треба да се произведе током наредних недеља и месеци. Још 1987. консултант Дик Линг увео је термин планирање продаје и операција (C&OP - Sales & Operation Planning) ради описа процеса **усклађивања и синхронизације продајних и производних капацитета.**

У C&OP, менаџери из различитих функција се редовно састају и разговарају о предвиђањима и капацитетима, ради преиспитивања одлука о питањима као што су прековремени рад или запошљавање привременог особља, пружања информације које треба проследити добављачима за реализацију спровених планова и сл. C&OP се спроводи за породице производа, а не за појединачне производе, и то за наредна три до шест месеци, а не за сутра и не за наредних пет година.

C&OP се обично ради једном месечно. Кључни део C&OP-а су састанци, који укључују истовремене итерације бројева и људског расуђивања. Глобално активним фирмама, месечни C&OP састанци се не могу одржавати и заменити онлајн конференцијама. Менаџери се састају како би разговарали и договорили испоруке и активности наредних месеци. Прегледа се пословни план у светлу нових информација о потражњи и свим променама које су се могле десити или које треба да се изврше у пословању. Учесници састанка представљају различита функционална одељења и овлашћени су да доносе одлуке. C&OP омогућава фирми да послује као један ентитет на тржишту. Планови се договарају између менаџера различитих функција, на основу прогнозе потражње и разумевања њихових стварних капацитета. Токови информација у C&OP дати су на слици 13, на којој су излази процеса приказани црвеном бојом.



Слика 13. С&ОП принцип рада

С&ОП се покреће издавањем прогнозе потражње. Прегледају га сви кључни менаџери, који предлажу генералном директору пословне јединице њихов планирани одговор. Генерални директор прегледа ове планове подршке са одобреним пословним планом и буџетом, и, евентуално, неколико итерација са руководиоцима, сазива састанак на коме се план договара и ступа на снагу. У планирању капацитета тражимо једноставан одговор на сложено питање. Ако капацитет поставимо пренизак, пропуштамо могућност веће продаје; ако поставимо превисок, можемо да претерамо и превише произведемо у односу на тражњу. Осим у ретким, посебним околностима, никада тачно не знамо каква ће бити потражња у будућности. Не постоји општи одговор на основу математичке формуле. Претпостављамо да прошлост садржи информације о будућности и описујемо је једноставним аналитичким алатима. С&ОП нам помаже да пронађемо боље одговоре, јер представља ручни процес, који се спроводи на нивоу фамилије производа, уз разумевање сваког менаџера о способностима и капацитетима његове организационе јединице, и не захтева технологију изван рачунарске табеле (најчешће Excel), као што је приказано на слици 14.

Sales & Operations Plan for October, 2020

Product family: XYZ filters
Target line utilization: 95%

Unit of measure: 1,000 pieces
Target inventory: 10 days

	History			Next six months						Following quarters		Year summary		
	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Q2	Q3	12-mth total	Year Rev.	Bus. plan
Sales														
Forecast	50	50	50	50	50	50	50	50	50	150	150	600	\$38M	\$38M
Actual sales	51	51	49											
Differences														
Monthly	1	1	-1											
Cumulative	1	2	1											
Operations														
Plan	50	50	50	50	50	50	50	50	50	150	150			
Actual	49	51	50											
Differences														
Monthly	-1	1	0											
Cumulative	-1	0	0											
Inventory														
Plan	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25			
Actual	23	23	24											
Days on hand	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11			
Line utilization	89%	93%	91%											
Demand Issues				Supply issues										
1. Impact of model change in Oct. 2. Upturn expected in Europe 3. ...				1. New machines installed in Nov. 2. Labor issues at supplier X 3. ...										

Слика 14. Пример прорачуна усклађивања проадјних и производних капацитета

Распоред ћелија током смене заснива се на тачним бројевима који су познати вођама и супервизорима производних тимова. На пример, машина алатка може да обрађује један радни комад сваке 53 секунде, заптивању може бити потребно 24 сата да се очврсне, а промена ових бројева захтевти пројекат процесног инжењеринга. Ови подаци се користе за месечно планирање читаве фамилије производа или чак фабрике, и требало би да буду доступни у централној бази података, заједно са оперативном политиком сваког производног тима и софтвера за напредно планирање и планирање (АПС).

Иако је технички тешко, менаџери прве линије преферирају да задрже локалну контролу над детаљним капацитетима а највишим руководстви достављају резиме у облику генеричких јединица по дану (или у најбољем случају време такта за које воде линију мешовитог тока).

Последично, бројеви који се користе за планирање капацитета на месечном нивоу нису прецизни. Информације у главном плану производње нити су потпуне нити су благовремене.

На пример, план се може унапредити кроз узимање у обзир десетодневних поруџбина које достављају дилери недељно унапред. Ограничене измене се могу укључити до 4 дана пре него што аутомобил сиђе са монтажне траке. Финалне дневне количине са свим детаљима опције пристижу од продаје до контроле производње 3 дана пре спуштања са линије, и нивелисане секвенце се израчунавају 2 дана пре спуштања.

С&ОП састанак служи вишеструким сврхама:

- Помаже менаџерима производње да предвиде, на пример, потребу за прековременим радом или прилику да искључе линију за годишње одржавање.

- Садржи информације које Одељење набавке може да подели са добављачима.
- Помаже одељењу рачуноводства да прецизира квартална предвиђања.
- Обавештава одељење продаје и маркетинга о томе шта треба да се производи и шта не треба да се пласира и продаје.

Месечни С&ОП циклус често садржи следећих пет корака:

1. Предвиђање: Прикупљање информација за будуће потребе.
2. Планирање потражње: Активно коришћење прогноза и квалитативних информација за планирање потражње.
3. Планирање снабдевања: Узмиње у обзир тренутних капацитета и ограничења у циљу планирања испоруке.
4. Пре-С&ОП састанке: Давање препорука за састанак извршног С&ОП-а, често уз коришће сценарио анализе.
5. Извршни С&ОП састанак: Разговор и одлука о продаји и операцијама.

2.7. Време такта

Време такта је један од најпотцењенијих концепата у производњи. Ипак, то је од виталног значаја за производњу операције. Често се меша са временом процеса или са потражњом купаца. Време такта је време које мора да прође између два узастопна завршетка једне операције да би се задовољила потражња. Време такта је функција и од потражње и од расположивој радног времена.

Монтажне линије, на пример, дизајниране су за минимално време такта и раде у стварном времену такта које је обично дуже и прилагођава се само као одговор на велике промене у потражњи. На пример, возови полазе са тактом од 8 минута, што значи сваких осам минута.

Време такта је веома користан концепт за планирање капацитета у већини производних индустрија. Овај концепт је применљив за дискретну производњу, мање за серијску производњу, није погодан за континуиране процесе као и за производњу потпуно прилагођених, јединствених производа. Фабрике у процесним индустријама имају време такта након тачке дискретизације.

Табела 3. Нека типична времена такта у различитим индустријама

Индустрија	Просечно време такта
Детерџенти	1 секунда
Аутомобилски делови	10-30 секунди
Монтажа аутомобила	1-5 минута
Монтажа камиона	5-10 минута
Монтажа комерцијалних авиона	3-10 дана
Конструкција нафтних платформи	1-2 године

Под претпоставком да довршавамо производ један по комад константном брзином током нето расположивог радног времена, време такта је количина времена која мора проћи између два узастопна довршетка дела да би се испунила потражња.

Дакле, време такта је време расположиво за рад на једном комаду кроз сваку производну операцију у линији. Време такта се разликује од времена циклуса, што је стварно време потребно за обраду дела. Следећа једначина се користи за израчунавање времена такта групе производа:

$$\text{Такт време} = \text{Нето расположиво време производње} / \text{Потражња}$$

Време такта се може израчунати за један производ или за фамилију производа направљених на истој производној линији. У сваком случајају, све операције морају бити пројектоване тако да се уклапају у време такта. Ово представља изазов за појединачни производ, а још већи изазов за фамилију производа.

Одговор менаџера монтажне фабрике на питање „Које је ваше време такта?“ открива много о како су њихове производне линије пројектоване и како раде. Ако менаџер одговори „28 секунди“ без оклевања, можете очекивати да једна јединица производа напусти линију тачно сваких 28 секунди операција монтаже треба да се заврши у року од 28 секунди. С друге стране, неки менаџери ће се узети калкулатор и рећи: „Да видимо, правимо 860 јединица по смени и радимо ефективно 400 минута, тако да ће просечно износити једну јединицу сваких 28 секунди, стопа ће варирати око овог просека, а операције унутар линија ће бити покренуте у режиму серије и чекања“. Тамо где менаџер зна време такта, можете очекивати да материјали иду од једне операције до следећег корака; где управник не зна време такта, тамо материјали иду нередовно, са уским грлима и застојима. Смисао коришћења времена такта стога није у испуњењу потражње, већ у томе да се она испуни у одређен начин.

Производња вођена тактом не утиче директно на купце. Купци желе производе када то им треба, без обзира на време израде по сату. Али, производња вођена тактом утиче на њих индиректно, побољшањем цена, квалитета и перформанси испоруке. Да бисмо видели како то ради у стварности ради, морамо да визуализујемо производњу вођену тактом као идеалну ситуацију, као што је илустровано на слици 15. Сваки корак процеса траје тачно један такт и потом је прелазак на следећи корак је тренутан. Лако је уочити како било какво одступање од оваког стања ствари продужава време рада процеса (ВИП), узрокује чекање, додатни транспорт и друге врсте губитака.



Слика 15.

У стварности, производња вођена тактом постоји у најбољем случају као апроксимација. Технологија за извођење целог процеса није довољна само унутар компаније, јер се морамо ослоњити на спољне добављаче, који могу бити јако удаљени. Неки од интерних ресурса морају бити дељени међу различитим процесима. У неким индустрије, имамо чак и процесе који поново улазе у процес, као што је фотолитографија у полупроводницима, где су делови подвргнути истом



Свако одступање од производње вођене тактом повећава трошкове, што такође и умањује квалитет процеса рада. Продужавајући време производње, одлаже се и откривање недостатака, што истовремено повећава број произведених неисправних јединица и отежава идентификацију узрока недостатака. Утицај на перформансе испоруке је повезан са сложености која се додаје на узводни ланац снабдевања. Постаје теже обезбедити монтажу, како број потребних артикала расте, па тако расту и шансе за несташицу бар неких од њих. Насупрот томе, што ближе можемо да се приближимо у складу са идеалом производње вођене тактом, то боље радимо у свим наведеним областима. Из перспективе свакодневних наруџби купаца, време такта је ирелевантно. Са друге стране, из дугорочне перспективе, како се трошкови смањују, испорука и квалитет побољшавају, купци могу да имају више бенефита.