

INTEGRATED AND QUANTITATIVE LIMITS FOR MONITORING IN LOGISTICS

Abstract: With the increasing role of logistics and supply chain management (SCM), there is a need for balanced, integrated and quantified limits for monitoring and evaluating performance.

Author information:

Plamen Dyankov

Senior assistant, DSc, Eng.

Lecturer at department of Engineering logistics
at Konstantin Preslavski – university in Shumen

✉ p.dqnkov@shu.bg

🌐 Bulgaria

Г. Жерард и други автори дефинират логистиката като „организация, планиране, внедряване и контрол на дейностите по придобиване, транспорт и съхранение от покупката на суровини до доставянето на крайните продукти на клиентите“. *Управлението на веригата за доставки (SCM)* се определя от Съвета на специалистите по управление на веригата за доставки (CSCMP) [2], както следва: „(SCM) обхваща планирането и управлението на всички дейности, свързани със снабдяването и възлагането на обществени поръчки, конверсията и всички дейности по управление на логистиката. Важно е, че тя включва и координацията и сътрудничеството с партньорите от канала, които могат да бъдат доставчици, посредници, доставчици на услуги от трети страни и клиенти. SCM интегрира управление на предлагането и търсенето в рамките на фирмите и между тях.“ Текущите рамки за оценка на ефективността в повечето организации са съвкупности от известни мерки за измерване или показатели, които са се развили с течение на времето. CSCMP [2] определя критериите за ефективност като „показатели за извършената работа и постигнатите резултати в дадена дейност, процес или организационна единица. Критериите за изпълнение трябва да бъдат както нефинансови, така и финансови.“

Наблюдението на изпълнението на даден процес изисква добре дефинирана група от критерии, която да ни помогне да установим цели в организациите. Мениджърите се нуждаят от указания за определяне на полезни критерии за ефективността, свързаните с тях единици, характеристики на данните, техники за мониторинг и референтни показатели, спрямо които тези показатели могат да бъдат сравнени. *Критерият е стандартна мярка*, която оценява способността на организацията да отговаря на нуждите на клиентите или на целите на бизнеса. Много критерии за ефективността са съотношения, свързани с входящите и изходящите резултати, като по този начин се позволява оценяване както на ефективността (степената, до която се постига целта), така и на ефективността (съотношението на използваните ресурси спрямо получените резултати) при изпълнение на дадена задача [3].

Критериите обикновено попадат в две категории:

- критерии за ефективност;
- диагностични критерии [4].

Критериите за ефективността са външни по характер и са тясно свързани с резултатите, изискванията на клиентите и бизнес нуждите на процеса. Диагностичният критерий разкрива причините, поради които даден процес не се изпълнява в съответствие с очакванията и има вътрешен характер. Стандартите на управление на логистиката (CSCMP) за процесите на доставка [5] наблягат върху **ключовите показатели за ефективност (KPI - Key Performance Indicators)**, които трябва да бъдат наблюдавани от обобщени средства, като например карти с резултати и табла за управление.

Съществува нарастващ обем от знания и публикации по теми за измерване на ефективността и сравнителен анализ за логистични операции. Фрейзел и Хекман [6] са разработили индекс за ефективността на склада, използвайки анализ на обобщени данни. Фрейзел [7] продължи да отчита складовите показатели и най-добрите практики. През 1999 г. Съветът по управление на логистиката (сега CSCMP) публикува бизнес справочник [8] по темата. Няколко статии представят добри прегледи на измерването на ефективността в логистиката [9-11]. Други статии предлагат рамки за измерване на ефективността, включително идентифициране и групиране на показатели [12-20].

Две основни теми се очертават в областта на измерванията на изпълнението на бизнес процесите като цяло и на логистичните процеси в частност. Първият е да се поддържа обхвата на измерването в различните функции и цели. Каплан и Нортън [21] предлагат подхода "Балансирана оценка" с показатели в няколко категории (например финансова, оперативна ефективност, качество на услугата и разширяване на възможностите). **Съветът за образование и научни изследвания в складове (WERC - Warehouse Education and Research Council)** периодично докладва за измерването на ефективността в дистрибуторските центрове [22]. На второ място, измерването на резултатите трябва да обхваща цялата верига на доставки. **Индексът на перфектните поръчки (POI - Perfect Order Index)** [23] се очертава като предпочитана най-добра практика за измерване на цялостната логистика и включва като минимум следните атрибути: навременна, пълна, без щети и правилно фактурирана поръчка. POI изисква дисциплина и интегриране на информационните системи в партньорите във веригата за доставки [23].

Типологията, измерваща относителната сложност на логистичните управленски подходи, е разработена от Кеарни [15]. Тази типология разделя компаниите на четири различни етапа:

Etap I - фирмите използват еднозначни критерии, които се изразяват в долари, където информацията обикновено идва от финансовата служба, която използва много малко счетоводни коефициенти;

Etap II - компаниите започват да използват еднозначни критерии по отношение на производителността, за да оценят ефективността ѝ. Използването на критериите обикновено е в отговор на даден проблем;

Etap III - компаниите са активни и са наобеляли с мислени цели за операциите. Сложността на измерванията на производителността е много висока;

Etap IV - фирмите интегрират данните за ефективността с финансови данни и по този начин могат да интегрират функционалните цели.

Сравнението на мерките, грешките в системите за измерване и човешкото поведение са някои от проблемите при създаването и наблюдението на критериите за измерване. Ползата от събраната информация трябва да надвишава пределните разходи. ...

Ейски [24] предоставя пет стъпки за разработване на система за измерване:

1. Установете проблема или целта и контекста му.
2. Определете атрибутите, входовете и резултатите, които трябва да бъдат оценени.
3. Анализирайте начина, по който се получават мерките.
4. Заменете неподходящите мерки с тези, които отговарят на изискванията.
5. Извършете анализ на разходите и ползите, за да оцените ползата от използването на дадена измервателна система

Локама и Кокс [18] установяват три основни категории измервания на ефективността: клиент, ресурс и финанси. Във всяка категория се идентифицират функции. Категорията клиенти съдържа функциите по маркетинг, продажби и услуги в областта; категорията ресурси се състои от производствени, закупуващи, проектиращи и транспортни функции; финансовата категория включва разходи, приходи и инвестиционни функции. Мерки за ефективност (**PMs** - *performance measures*) за всяка от тези три категории и свързаните с тях функции обикновено се приемат за независими една от друга.

В обобщение, показателите за ефективността са данни, събрани от процеса на трансформация от входове в изходи, за да се оцени съществуващото състояние на процеса. Показателите за ефективността системно се свързват с норми и други данни. Трансформациите могат да включват производствени процеси, процеси на вземане на решения, процес на развитие, логистични процеси и т.н.

Данни за логистиката

Мониторингът на логистичните системи е от решаващо значение за измерване на качеството на услугата. Данните за показателите за ефективността на логистиката са подобни на традиционните категории данни в други приложения за контрол на качеството. Данните за контрола на качеството са категоризирани в два типа: атрибут и променлива. Променливите данни са измервания, които се правят на непрекъснат спектър. Например, времето на цикъла за получаване на материали и освобождаване на запасите са променливи данни, които се използват в повечето организации за даден тип услуга. Като алтернатива данните за атрибутите са класификации на типа.

Данни за атрибутите в областта на логистиката

Таблица 1 представя набор от логистични показатели за производителността на типа атрибут. Всеки показател е бил използван или препоръчван за използване в дадена организация, както е описано в третата колона на таблицата.

Таблица 1

Данни за атрибутите в логистиката

Номер	Показател за ефективността	Източник
1	Точност при въвеждане на данни (обща честота на превозите)	United Parcel Service [29]
2	Опазване и опаковане	Defense Logistics Agency [26]
3	Точност на завеждането	Defense Logistics Agency [26]
4	Решенията са цялостни	Defense Logistics Agency [26]
5	Оплаквания на клиенти	Defense Logistics Agency [30]
6	Повреди при превоз на товари	J.B. Hunt [30]
7	Превоз на време	Lucent Technologies [30]
8	Точност на местоположението [%]	Whirlpool [30]
9	Празен пробег [%]	J.B. Hunt [30]
10	Избор зони	Lucent Technologies [30]

11	Време за избор	Global Concepts [30]
12	Перфектни поръчки [%]	Global Concepts [30]

Променливи данни в областта на логистиката

Таблица 2 дава примери за текущото и планирано използване на променливи данни в рамките на логистичната среда.

Таблица 2

Променливи данни в логистиката

Номер	Показател за ефективността	Източник
1	Време за получаване на материали	Defense Logistics Agency [26]
2	Време за въвеждане на данни	Defense Logistics Agency [26]
3	Разходи за несъответствие	Arkansas Best Freight [30]
4	Разходи за поддръжка	Lucent Technologies [30]
5	Транспортни разходи	J.B. Hunt [30]
6	Инвентаризация	Lucent Technologies [30]
7	Време за запитване от клиенти	Defense Logistics Agency [30]

Логистичната функция е сложен процес, при който подоперациите са преплетени и могат да бъдат объркани. При изпълнението трябва да се има предвид естествения вариант на процеса. Например, времето за получаване на материал, използван от **Агенцията по логистична на отбраната (DLA - Defense Logistics Agency)**. DLA записва периодите на цикъл и отчита средните времена на цикъла до подходящото управление. Времето на цикъла варира от един период на изследване до следващ за дадена услуга (например, подлежащи на прихващане елементи с висок приоритет). Времето на цикъла може понякога да надхвърля изискванията, докато в други случаи може да падне значително под изискването. Персоналът, който е пряко свързан с процеса, може да очаква вариации от един период в друг, но управлението обикновено става въпрос, когато изискванията или липсват или са превишени. Изискванията за ефективност трябва да се вземат под внимание в контекста на очакваното отклонение. Следователно логистичните функции трябва да бъдат наблюдавани така, че процесът да се контролира и оценява в съответствие с естествените му изменения. Във всеки процес, независимо дали става дума за производство, логистика или друга услуга, съществуват естествени вариации и трябва да бъдат изследвани правилно. Под процесите трябва да се контролират в рамките на техния обхват. Само когато съществуват не случайни модели, операторите трябва да коригират процеса, тъй като реакцията към случайното поведение неизбежно увеличава вариациите в процеса. Моделите трябва да се оценяват като не случайни само въз основа на стабилни статистически изводи. **Статистическият контрол на процесите (SPC - Statistical process control)** осигурява рамката за статистически извод. SPC изгражда среда, в която желанието на всички служители и партньори на веригата за доставки, свързани с процеса е да се стремят към непрекъснати подобрения. Без подкрепа от първо ниво SPC ще се провали. Следващото изложение представя инструментите, подходящи за логистичните процеси.

Статистическият контрол на процесите е мощен инструмент за решаване на проблеми, полезни за постигане на стабилност и подобряване на процеса чрез намаляване на променливостта. Естествената променливост на процеса е ефектът от много малки неизбежни причини. Тази естествена променливост се нарича „стабилна система от случайни причини“ [31]. Процес в статистически контрол работи само при случайни причини за промяна. От друга страна, могат да се наблюдават неестествени

променливи и да се причисли към основната причина, тъй като неестествените източници на променливост са посочени като предписани причини. Предписаните причини могат да варират от неправилно коригирани машини до човешка грешка. Процес или услуга, работеща под назначени причини, се счита, че е извън статистическият контрол на процесите (SPC). Статистическият контрол на процесите може да се приложи към всеки процес и се основава на седем основни средства, понякога наричани великолепни седем [31]:

1. Хистограма
2. Контролен лист
3. Парето диаграма
4. Диаграма причина - следствие
5. Диаграма за концентрация дефекти
6. Диаграма на разсейването
7. Контролна карта

Хистограма: Представява визуализация на данни, в които могат да се видят три свойства (форма, местоположение или централна тенденция и разсейване или разпространение). Типичната хистограма е тип графична диаграма с вертикални ленти, подредени хоризонтално по стойност на променлива. Вертикалната скала измерва честотите.

Контролен лист: Това е инструмент за събиране и тълкуване на данни. Например, с контролен лист може да събирате данни за хистограма. Събитията се включват в категории. Таблицата за проверка трябва ясно да посочва вида на данните, които се събират, както и всяка друга информация, полезна при диагностициране на причината за лошо постижение.

Парето диаграма: представлява разпределение на честотата (или хистограма) на данните за атрибутите, подредени по категории. Парето диаграмата е много полезно средство за идентифициране на най-често срещаните проблеми или дефекти. Тя не идентифицира най-важните дефекти; а само тези, които се появяват най-често. Парето диаграма се използват широко за идентифициране на възможностите за подобряване на качеството.

Диаграма причина - следствие: Инструмент, често използван за анализиране на потенциалните причини за нежелани проблеми или дефекти. Монтгомъри [31] предлага списък със седем стъпки, които трябва да се следват при конструиране на диаграмата:

- дефинира се проблема;
- формира се екип за извършване на анализа;
- изчертава се полето за резултатите и централната линия;
- определят се главните категории потенциални причини и се присъединяват като блокове, свързани към централната линия;
- идентифицират се възможните причини и се класифицират;
- класифицират се причините, за да определят тези, които оказват най-голямо влияние върху проблема;
- предприемат се коригиращи действия.

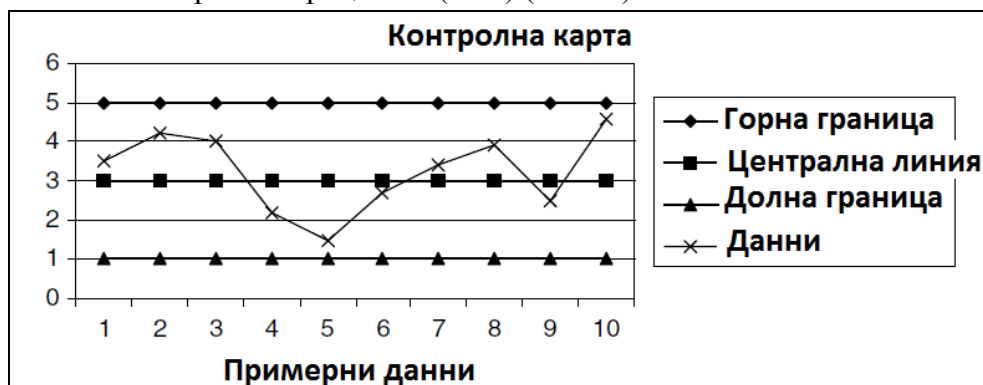
Диаграма за концентрация дефекти: Тя е картина на процеса или продукта. Различните видове дефекти или проблеми се изчертават и диаграмата се анализира, за да се определи местоположението на проблемите или дефектите

Диаграма на разсейването: Използва се за идентифициране на потенциалната връзка между две променливи. Данните се изобразяват в декартова координатна

система с координати x - y . Формата на диаграмата на разсейването показва възможната връзка, съществуваща между двете променливи.

Контролна карта: Представя графично изображение на качествена характеристика, която е измерена или изчислена от проба спрямо номера на извадката или времето

За да се разделят приписваните причини от естествения вариант на изследвания процес, се използват *контролните карти*. Те са най-простата процедура на он-лайн статистическият контрол на процесите (SPC) (Фиг. 1).



Фиг. 1 Контролна карта

Тези карти правят възможно диагностицирането и коригирането на много проблеми и спомагат за подобряване на качеството на предоставяната услуга. Контролните карти също помагат да се предотвратят честите корекции на процесите, които могат да увеличат променливостта. Чрез подобрения на процесите, контролните карти често осигуряват по-добро качество на по-ниска цена. Тя се явява средство за точно описание на това, което се има предвид чрез статистическият контрол [27]. Картата съдържа централна линия, която представя средната стойност на качествената характеристика. Също така съдържа две други хоризонтални линии, наречени горна граница (**UCL** - *Upper Control Limit*) и долна граница (**LCL** - *Lower Control Limit*). Ако процесът е под контрол, повечето точки на пробите трябва да попадат между граничните линии. Тези ограничения обикновено се наричат „3- сигма (3σ) гранични линии.“ Сигма е стандартното отклонение (мярка за отклонение или разсейване) на статистиката, записана на картата. Ширината на контролните ограничения е обратно пропорционална на размера на пробата n . Контролните карти позволяват ранното откриване на процес, който е нестабилен или извън контрол. Въпреки това, контролната карта описва само как протича процесът, а не как трябва да протече. Една конкретна контролна карта може да подсказва, че процесът е стабилен, но процесът може да не отговаря на изискванията на клиента. В контролните карти разстоянието между централната линия и вземането на решения за граничните линии е въз основа на грешката. Има два типа статистическа грешка. Грешка клас I, позната също като фалшива тревога или риск от производителя, води до неправилно заключение, че процесът е извън контрол. Грешка клас II, позната също като риск на потребителя, е резултат от заключението, че процесът е под контрол, когато всъщност не е. Разширяването на граничните линии в контролната карта намалява риска от грешка клас I, но в същото време увеличава риска от грешка клас II. От друга страна, ако граничните линии се приближат до централната линия, рискът от поява на грешка клас I се увеличава, като същевременно се намалява рискът от грешка клас II. Идентификацията на не случайни грешки се извършва с помощта на набор от правила,

известни като *правила за изпълнение*. Наръчника на *Western Electric (AT &T)* [32] предлага набор от често използвани правила за вземане на решения за откриване на неслучайни грешки на контролните карти. Процесът е извън контрол, ако е изпълнено едно от следните условия:

1. Една точка от данни се изчертава извън границите на *3- сигма (UCL, LCL)*.
2. Две от три последователни точки са извън границите на *2 - сигма*.
3. Четири от пет последователни точки са извън границите *1 - сигма*.
4. Осем последователни точки са от едната страна на централната линия.

Правилата важат за едната страна на централната линия в даден момент. Например в случай на правило 2, процесът се приема за извън контрол, когато две от трите последователни точки попадащи извън границите 2-сигма, са разположени от една и съща страна на централната линия.

Качеството се изразява чрез променливи, когато се извършва запис на действително измерена качествена характеристика. Контролните карти за x , R и S са примери за контрол на променливите. Когато пробите са с размер единица, се препоръчват индивидуални (I) карти за наблюдение на диаграмата на средната стойност и диаграмите на диапазона на изменение (*moving range - MR*) се предлагат за наблюдение на променливата. От друга страна, когато записът показва само броя на членовете, които отговарят или не съответстват на определени изисквания, се казва, че е запис от атрибути.

При работа с променливи данни обикновено е необходимо да се контролира, както средната стойност на качествена характеристика, така и нейните изменения. За да се проследи средната стойност на продукта, често се използва x - *контролна карта*. Променливостта на процесите може да се следи с контролна карта за стандартното отклонение, наречена S - *карта* или контролна карта за диапазона, наречена R - *карта*. R *картата* е по-широко използвана. R и x *картите* (или S) са сред най-важните и полезни онлайн техники за статистическият контрол на процесите (SPC). Когато размерът на извадката, n е голям, $n > 12$, или размерът на извадката е променлив, S - *картата* се предпочита пред R - *картата* за проследяване на променливостта.

Известно е, че много качествени характеристики не могат да бъдат представени цифрово. Изследваните елементи обикновено се класифицират като съответстващи или несъответстващи на спецификациите на тази качествена характеристика. Този тип характеристика на качеството се нарича *атрибут*. Картите на атрибутите са много полезни в повечето отрасли. От гледна точка на логистиката например често е необходимо да се проследява процентът на доставените единици на време, в рамките бюджета и в съответствие със спецификациите. В този случай p - *картата* се използва за наблюдение на частта, която не съответства на производствен процес или услуга. Тя се основава на биномно разпределение (брой успехи в n изпитвания) и предполага, че всяка проба е независима. Частта, която не отговаря на изискванията, се определя като съотношението на несъответстващите елементи в дадена популация спрямо общия брой елементи в тази популация. Всеки елемент може да има редица качествени характеристики, които се разглеждат едновременно. Ако някое от елементите, които се контролират, не отговаря на изискванията, то елементът се класифицира като несъответстващ. Частта, неотговаряща на изискванията, обикновено се изразява като десетична, въпреки че понякога се изразява като процента, който не съответства. Има много практически ситуации, при които директно се работи с общия брой дефекти или несъответствия за единица или средният брой несъответствия за единица е по-

предпочитано в сравнение с несъответстващата част. *C-картата* предполага, че появата на несъответствия в проби с постоянен размер е рядко. В резултат на това се предполага, че възникването на несъответствие следва Поасоново разпределение на вероятностите. Изследваната единица трябва да бъде еднаква за всяка проба.

Използването на таблици за контрол на променливите предполага приемане на нормални и независими наблюдения. Ако предположението за нормалност е нарушено до известна степен, \bar{x} контролната карта, използвана за наблюдение на средната стойност на процеса, ще работи сравнително добре благодарение на централната гранична теорема (закон на големи числа). Ако обаче бъде пренебрегнато допускането за независимост, конвенционалните контролни карти не работят добре. Твърде много „фалшиви аларми“ нарушават операциите и създават подвеждащи резултати. Плъзгащата се централна линия експоненциално претеглена плъзгаща се средна стойност (*EWMA - exponentially weighted moving average*) е ефективно предсказване с една стъпка напред за наблюдаваните процеси, когато данните са корелирани. Плъзгащата се централна линия EWMA картата също се препоръчва за използване в логистичната практика за показател за ефективността, който е предмет на сезонни колебания. Таблица 3 (тип на променливата) и таблица 4 (несъответстващ тип атрибут или части) обобщават параметрите и уравненията за общо използвани контролни графики, приложими за измерване на логистичните показатели.

Критерии за ефективността на логистиката

Авторите са разработили методология за измерване на логистичните показатели чрез центровете в Националния научно-изследователски институт за индустрията /Университетски изследователски център програма: Изследователски център за обработка на материали (*MHRC – Material Handling Research Center*), Институт по логистика (*TLI - The Logistics Institute*) и Център за инженерна логистика и дистрибуция (*CELDi - Center for Engineering Logistics and Distribution*). Семинар на поканените лидери в областта на логистиката създаде първоначалната рамка [30]. Фигура 2 представя рамката за общо проектиране на мерките за ефективност, необходими за мониторинг на логистичните поддържащи функции в повечето организации. Ясно е, че между четирите групи има припокриване и както се вижда от Бойд и Кокс [27], се препоръчва всички **PM** – (*Мерки за ефективност*) да бъдат внимателно обмислени за своята добавена стойност.

Има четири основни групи показатели за ефективност, представени на фигурата: финанси, качество, времеви цикъл и ресурси. При разработването на рамката е необходимо да се поддържа баланс и единство във всяка от тези групи. Тези четири основни групи представляват цялостен поглед върху състава на мерките за ефективност, необходими за оценка и наблюдение на ефективността на повечето функции на логистичната поддръжка.



Фиг. 2 Рамка на показателите за ефективност

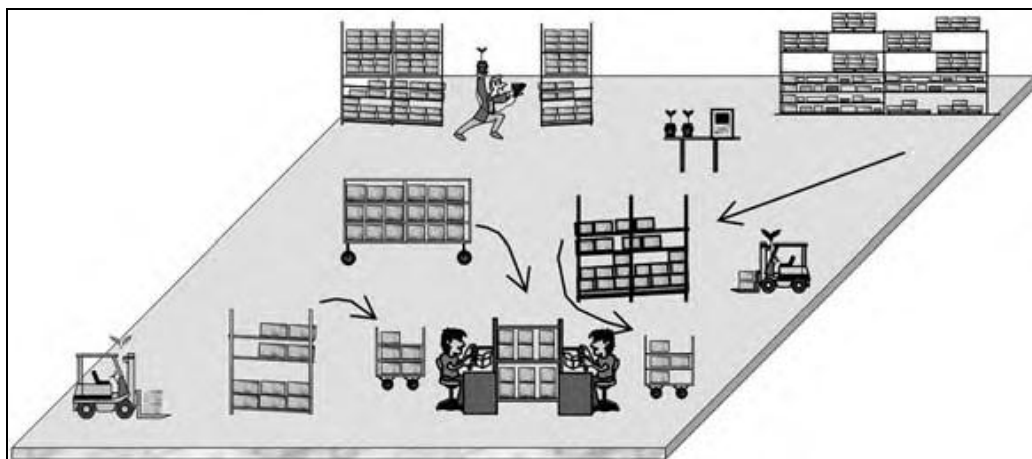
Финансовата група представя необходимите критерии за оценка на краткосрочните и дългосрочните печалби, за да се осигури силната финансова позиция на дадена организация. Групата за качество представлява мерките за оценка на качеството на организацията за посрещане на очакванията на клиентите (външни и вътрешни). Времевия цикъл представлява необходимостта от оценка на скоростта и последователността на процесите. И накрая, оценката на ресурсите отразява необходимото осигуряване на използваните ресурси и ефективността на процесите.

Следващия *казус* показва приложението на статистическият контрол на процесите (SPC), към показателите за ефективност на логистиката. В идеалното приложение на производство *точно на време (JIT)*, има един продукт в непрекъснато търсене в голям обем. Синхронизираното производство *точно на време (JIT)* води до това компонентите да се доставят директно от доставчика до точката на употреба, само при нужда. Компонентите се приемат и обработват в стандартни контейнери за многократна употреба. Единият етап от монтажа е завършен, като в следващия етап изделието е необходимо в работния процес. Ако има закъснение между две последователни операции, се осигурява зона за кратко временно съхранение. Тези буфери се наричат „канбан“ и служат за три цели в на производство *точно на време*:

- ограничаване на запасите на работните процеси;
- да осигурят дисциплина в цеха;
- осигурява контрол на процеса на производство.

Премахването на детайл от канбана изпразва буфера и служи като сигнал за изтегляне на друга единица, която трябва да бъде произведена и поставена в канбана. В по-типичния случай на разнородна и малък обем продукция може да се наложи да се изчакват някои запаси на работните процеси, включително основни елементи. За предпочитане е да се сведат до минимум запасите на работните процеси, като се използват принципите на *JIT* доколкото е възможно. Една конструктивна зона за

съхранение поддържа логиката на изтегляне на материалния поток от материали в зона с висока степен на смесване, и малък обем за съхранение. Системи произвеждащи две изделия е може би най-простият и видим метод за разгръщане на съставните запаси в конструктивната зона за съхранение. Запасът за компоненти е разделен на два контейнера за съхранение. В най-простата форма на двукомпонентна система количествата са еднакви. Когато първият контейнер се изпразни, се задейства ред за попълване. Ако нивото на запасите се преразглежда непрекъснато, то вторият контейнер трябва да съдържа достатъчно количество материали и да отговаря на производствените нужди по време на интервала за попълване. Ако запасите се прегледват периодично, вторият контейнер би трябвало да съдържа достатъчен запас, за да отговори на търсенето в течение на времето за доставка плюс периода на преглед. Ако има променливост в процесите на доставка или потребление, може да се наложи допълнителен запас, което увеличава стандартното количество в двата контейнера. Използването на баркод и технологията на радиочестотното разпознаване /RFID/ повишават ефективността на конструктивната зона за съхранение. Всяко място в контейнера е обозначено с баркод. Когато контейнер 1 се изпразни, потребителят сканира баркода, за да задейства цикъл за попълване. Тъй като допълването е отложено във времето, баркода отново се сканира, за да се затвори цикъла. Операциите по сглобяване на печатна платка при производството на телекомуникационно оборудване, служи като пример за изтегляне на материали в точка на употреба от конструктивната зона за съхранение. Фигура 3 изобразява оформлението на потока.



Фиг. 3. Пример от практиката в логистиката за производството на електроника.

Общата рамка на фигура 2 е използвана за проектиране на показатели за производителност, специфични за системата за изтегляне в точка на употреба в сектора за монтаж на печатни платки. Тази персонализирана система е съвместима с наличните информационни системи в компанията и може да бъде използвана за преместване на организацията в среда, която разглежда логистичната производителност по отношение на естествените изменения на процесите. Системата е създадена за да идентифицира областите на високи постижения, както и възможности за подобрене

Точка на използване/Теглеща система

В процеса на производство е важно доставянето на материала в точката на употреба на потока изтеглящ материалите. Мениджмънта може да следи доставките да са на време и точността на подаване на поръчки за компоненти, доставени от склада

(или доставчика) в цеха. Оформлението на процеса и наличните данни са идентифицирани по следния начин:

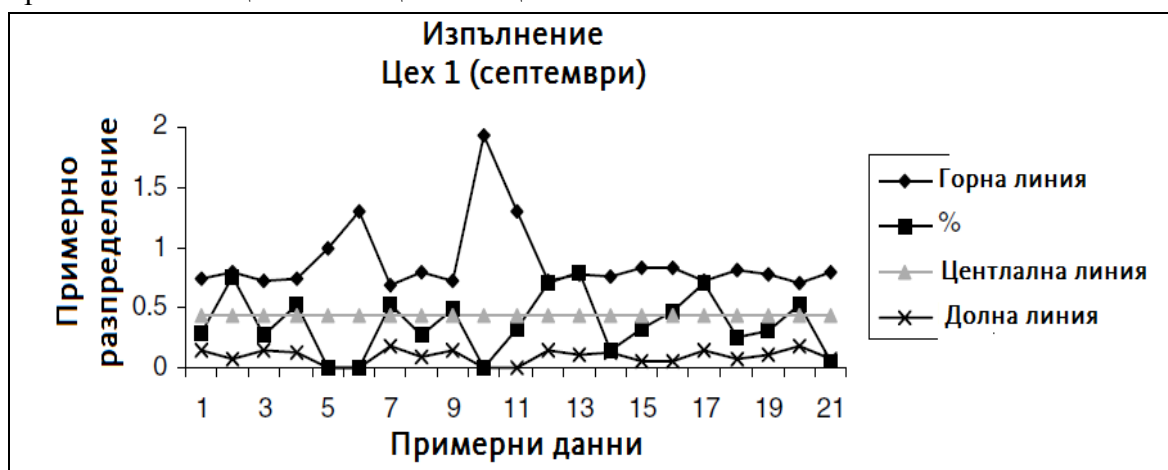
Компонентите се съхраняват в складова база, която запълва търсенето (в различни количества) в седем различни цеха, като във всеки цех има обособени зони за доставка. Всяка зона за доставка има конструктивна зона за съхранение, състояща се от точки за стилажни елементи за компоненти, създадени като система с два контейнера - работен и резервен контейнер. И двата контейнера имат еднакви количества от един и същ продукт, идентифицирани чрез номера на продукта или складовата единица. Ако складовите единици от работния контейнер се изчерпят, поръчката се попълва от резервния контейнер. Контейнера, използван като резервен, се премества напред, за да се превърне в работен контейнер. Когато резервният контейнер се придвижва напред в работния контейнер, работникът сканира баркод на складовите единици и поставя магнитен стикер в контейнера до баркода на складовите единици. Магнитният стикер показва, че частта трябва да бъде доставена отново. Сканирането задейства сигнал към компютъра в склада, който известява склада, че складовата единица трябва да бъде подадена отново. Максималното желано време за възстановяване на складовата единица е 4 часа. Когато складова отчетна единица се доставя до зоната за доставка от склада, се извършва второ сканиране. Това второ сканиране задейства сигнал в склада, показващ, че частта е доставена и този сигнал отбелязва времето на доставка. Ако складовата единица се достави в рамките на 4 часа след първото сканиране, действието на доставката се счита за навременно или за добро изпълнение. От друга страна, ако складовата единица не бъде доставен в рамките на срока, доставката се счита за просрочена. Изтеклото време между сканирането е общото време за доставка и е важен показател за ефективността на този процес. Ако една складова единица не може да бъде доставен от склада след първото сканиране защото е изчерпана, системата автоматично изпраща сигнал за поръчка на външния доставчик. Когато поръчката за складовата единица е поставена пред доставчик, частта се очаква да бъде доставена в рамките на пет дни. Доставките в рамките на този срок се считат за успешни. Ако времето за доставка надвишава пет дни, производителността е лоша и поръчката остава отворена. Всеки понеделник се обобщават общият брой части, т.е. отворените транзакции. В петък се проверява за броя на транзакциите, които са били закрити през седмицата. Разликата между двете количества (отворени транзакции в понеделник, затворени транзакции в петък) се отчита като общ недостиг. *Количеството на дефицитите е показател за качеството на логистичната система.* Броят на недостига, разделен на броя на складовите единици в рамките на зоната за доставка, е показателят за ефективност. Поради ограниченията на системата недостигът, който се получава между вторник и неделя, не се отчита до следващия понеделник. Поради това има известно забавяне в отчитането на недостига, а отчетеният недостиг не съвпада непременно със запълването на поръчките. Планиращият отговаря за зададения набор от складови единици. Ако поръчката на трябва да бъде от външен доставчик, плановика отговаря за доставянето на поръчката до склада. Ефективността на всеки плановик се основава на броя отворени транзакции. Този показател за ефективността трябва да се следи на нивата на планиране, в организацията.

Освен това, размерът на контейнерите е свързан с обема на складовите единици. Ако опаковката се променя, по изискване на клиента, новата опаковка може да не отговаря на определения контейнер. Ето защо е необходимо да се следят отклоненията от стандартните опаковки.

От гледна точка на наличните данни се идентифицират *три ключови показателя* за наблюдение на *ефективността* в рамките на организацията: време за доставка, дефицит и отклонения от стандартните опаковки.

Време за доставка

Това е времето, необходимо за преместване на складовата единица от складовата до различните зони на доставка. Целевото време за изпълнение на тази операция е 4 часа. Следи се за броя на поръчките превишаващи изискването за 4 часа на всяка смяна. *Времето за доставка се трансформира във форма на атрибут в обекта.* Данните за атрибутите предполагат, че има две възможни събития: успех или неуспех. Неуспехът в този случай означава, че изтеклото време между първото сканиране (неждата от възстановяване на складовата единица) и второто сканиране (складовата единица е възстановена) надвишава 4 часа. *P-диаграма* с променлив размер на извадката е предпочитаният метод на статистическият контрол на процесите за проследяване на тези атрибутни данни. В случай на изпълнение на времето за доставка, *p-диаграмата* се използва за проследяване на процента на доставките, направени в рамките на 4 часа. Тези данни се получават автоматично от базата данни на компанията. Фигура 4 показва ефективността на цех 1 за конкретен месец, а фигура 5 показва ефективността на първата смяна на цех 1 за същия месец.



Фигура 4. P-диаграма на атрибута цех 1

Централната линия (CL) на фигура 4 се изчислява, както следва: общият брой на неосъществените доставки (173) се разделя на общия брой на пробите (396) или 0.437. Данните, които се изобразяват, представляват разпределението на несъответстващи доставки. За първата извадка неосъществената част е равна на общите неосъществени доставки за пробата (7), разделена на общия брой доставки за тази проба (25). 3σ ограниченията се изчисляват чрез поставяне на контролни ограничения при три стандартни отклонения над средното отклонение на разпределението. Например, контролните ограничения за първия пример са:

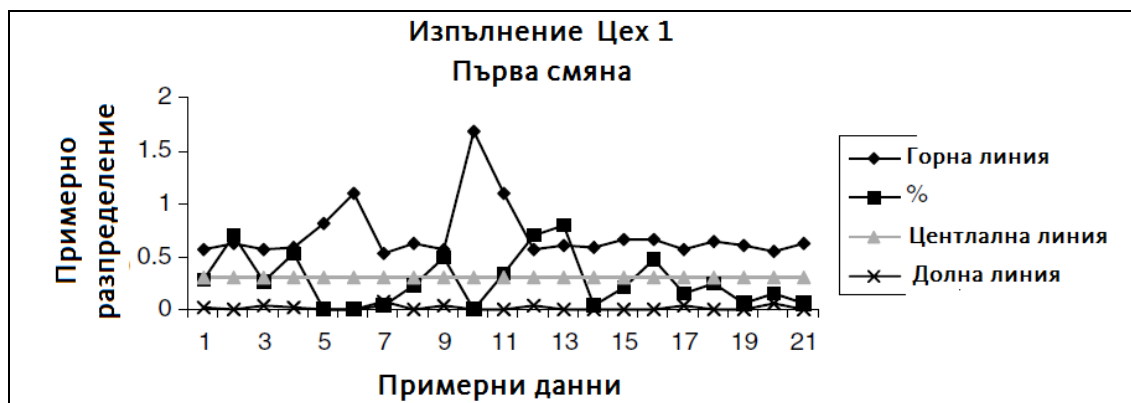
$$LCL_1 = 0,437 - 3 \cdot \sqrt{\frac{0,437 \cdot (1 - 0,437)}{25}} = 0,437 - 0,297 = 0,139$$

Ако долната линия (LCL) за дадена проба е по-малка от нула, тогава стойността и се приравнява на нула.

$$UCL_1 = 0,437 + 3 \cdot \sqrt{\frac{0,437 \cdot (1 - 0,437)}{25}} = 0,437 + 0,297 = 0,734$$

Получените контролни ограничения и необработени данни са представени на фигура 4.

Данните също така се използват за наблюдение на работата на цеха на база смяна. Изчисляването на 3σ ограниченията се извършва по същия начин като тези за производителността на цеха. Например, за проба 15 на първата смяна разпределението, която не съответства на p е $3/15 = 0.2$. Разпределенията, които не отговарят на изискванията, както и ограниченията за 3σ за всяка извадка от данните за всяка смяна са представени на Фигура 5.



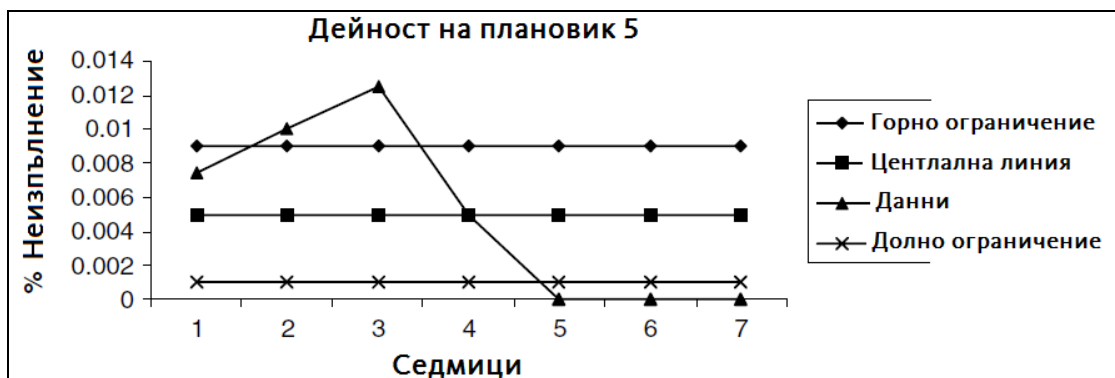
Фигура 5. P-диаграма на атрибута (цех 1 първа смяна)

Както може да се види на фигури 4 и 5, точките превишаващи горната линия показват липса на стабилност в процеса. Източникът на отклонение от модела трябва да бъде определен и отстранен. Точките, извън контролните ограничения, изискват изследване, при което причината се определя и отстранява. След като отстрани причината, свързаните с нея точки вече не се вземат предвид при изчисленията. Изчисляват се коригирани ограничения и се проверява новият участък за точките, които са извън ограниченията.

Обема на дефицита се използва за наблюдение на броя на отворените транзакции. Дефицита е показател за ефективността, който показва качеството на логистичните системи и е лесно определен от данните в системата. Резултатите трябва да бъдат оценени на нивата на планиране, цех и организация.

Обема на дефицита, като времето за доставка се преобразува във формата на атрибутите за съоръжението. Откритата поръчка трябва да бъде затворена в рамките на пет дни. Неуспехът в този случай е невъзможността да се затвори отворена поръчка в рамките на периода от време. За проследяване на процента отворени транзакции се препоръчва *p*-диаграма. Тъй като за всяка складова единица е назначен различен плановик, на всеки плановик се построява *p*-диаграма. Ефективността на плановиците се основава на процента отворени транзакции спрямо общия брой на складови единици, обект на планиране.

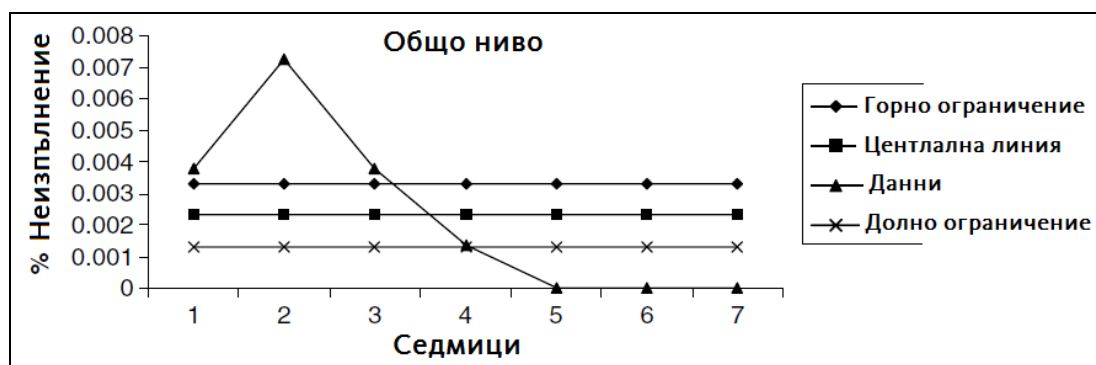
Фигура 6 показва *p*-диаграма, използвана за наблюдение на дефицита на плановик 5.



Фигура 6. P-диаграма на атрибута на плановик 5

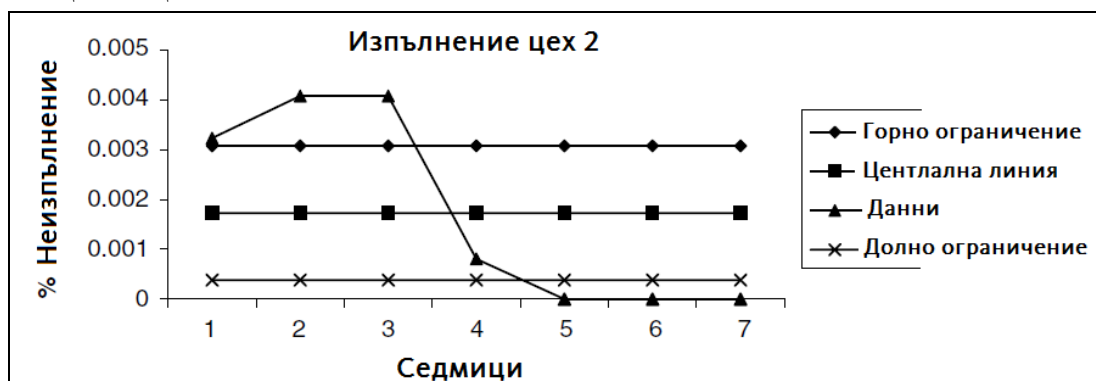
Фигура 7 показва p-диаграмата, използвана за наблюдение на общото ниво на отворени транзакции.

Тъй като всеки цеха има определен брой складови единици, p-диаграма се използва и за проследяване на процента отворени транзакции в цеха (съотношение на откритите транзакции към общия брой складови единици в цеха).



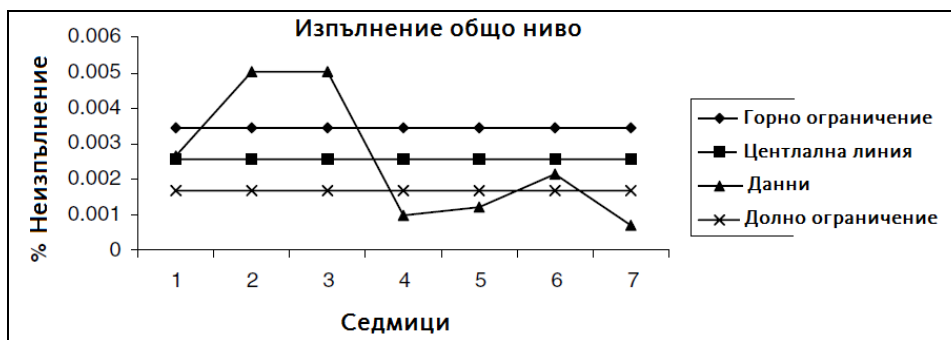
Фигура 7. P-диаграма на атрибутите (общо ниво)

На фигура 8, p-диаграмата се използва за наблюдение на броя на отворените транзакции за цех 2.



Фигура 8. P-диаграма на атрибутите (цех 2)

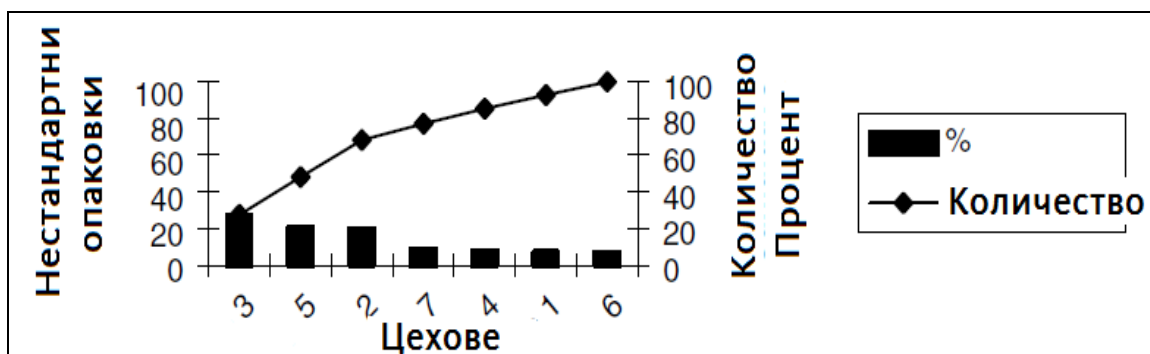
Освен това, откритите транзакции на цеха трябва да се наблюдават в обобщен вид, както е показано на Фигура 9.



Фигура 9. P-диаграма на атрибутите (общо ниво)

Точките извън горната ограничителна линия показват липса на стабилност в процеса. Тези точки трябва да бъдат изследвани и причината която ги поражда, трябва да бъде отстранена. След като точките, свързани с тази причина, бъдат отстранени, се произчисляват нови коригирани граници. Новата схема е проверена за стабилност.

Изключенията от стандартните опаковки също се наблюдават. Данните показват дела на изключенията от стандартните опаковки по цехове. Тъй като мениджмънтът се интересува само от броя на стандартните опаковки по отношение на общия брой опаковки, се препоръчва „Парето диаграма“ за наблюдение на стандартната опаковка. Диаграма на Парето за несъответстващи опаковки в седем цеха е показана на Фигура 10. Данните, показват кумулативния процент на нестандартните опаковки. Процентите се получават, като се раздели броят на нестандартните опаковки по цехове спрямо общия брой изключения от стандартните опаковки. Като хистограма, показваща честотата на причините, "Парето" диаграмата е полезна при определянето на приоритетите на коригиращи действия. Ако "Парето" диаграмата се използва за представяне на класификация на отклоненията от стандарта във времето, информацията е полезна за оценка на тенденцията на индивидуалните отклонения, честотата на възникване и ефекта от корекционните действия.



Фигура 10. Парето диаграма за нестандартни опаковки (цехове 1-7).

Естествено, цеховете с повече складови единици ще имат по-голям процент нестандартни опаковки. Въпреки това, както може да се види на фигура 10, цех 5 има втория най-голям процент нестандартни пакети, въпреки че има втория най-малък брой складови единици. Комбинацията от Парето диаграми и диаграми на тенденциите ще осигури по-добър инструмент за анализ, тъй като тенденцията дава възможност за наблюдение на процеса с оглед на естествените му различия.

References:

1. Gerards, G., ten Broeke, A.M., Kwaaitaal, A., vander Muelen, P.R.H., Spijkerman G., Vegter, K.J., Willemsen, J.Th .M. Performance Indicators in Logistics. Approach and Coherence, IFS Publications: UK, 1989.

2. Mentzer, J.T., Ponsford, B. An Efficiency/Effectiveness Approach to Logistics Performance Analysis. *Journal of Business Logistics*, vol. 12, no. 1, 1991, pp. 33–61.
3. Trimble, D. *How to Measure Success: Uncovering the Secrets of Effective Metrics*. Online Learning Center, Sponsored by ProSci, 1996, available at: <http://www.prosci.com/metrics.htm>. (accessed March 22, 2006).
4. CSCMP and Supply Chain Visions. *Supply Chain Management Process Standards: Deliver Processes*, Council of Supply Chain Management Professionals: Oak Brook, IL, 2004.
5. Frazelle, E.H., Hackman, S.T. *The Warehouse Performance Index: A Single-Point Metric for Benchmarking Warehouse Performance*, MHRC Final Report, #MHRC-TR-93-14, 1993.
6. Frazelle, E. *World Class Warehousing and Material Handling*, McGraw-Hill: New York, 2002.
7. Keebler, J.E., Durtsche, D.A. *Keeping Score: Measuring the Business Value of Logistics in the Supply Chain*, Council of Logistics Management: Oak Brook, IL, 1999.
8. Caplice, C., Sheffi, Y. Review and Evaluation of Logistics Metrics. *The International Journal of Logistics Management*, vol. 5, no. 2, 1994, pp. 11–28.
9. Caplice, C., Sheffi, Y. Review and Evaluation of Logistics Performance Measurement Systems. *The International Journal of Logistics Management*, vol. 6, no. 1, 1995, pp. 61–74.
10. Chow, G., Heaver, T.D., Henriksson, L.E. Logistics Performance: Definition and Measurement. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 24, no. 1, 1994, pp. 17–28.
11. Andersson, P., Aronsson, H., Storhagen, N.G. Measuring Logistics Performance. *Engineering Costs and Production Economics*, vol. 17, 1989, pp. 253–262.
12. Chan, F.T.S. Performance Measurement in a Supply Chain. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 21, 2003, pp. 534–548.
13. Donsellar, K.V., Kokke, K, Alessie, M. Performance Measurement in the Transportation and Distribution Sector. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 28, no. 6, 1998, pp. 434–450.
14. A.T. Kearney, *Measuring and Improving Productivity in Physical Distribution: The Successful Companies Physical Distribution Management*: Chicago, IL, 1984.
15. Keebler, J.E., Manrodt, K.B. *The State of Logistics Performance Measurement*. Proceedings of the Annual Conference, Council of Logistics Management: Oak Brook, IL, 2000, pp. 273–281.
16. Legeza, E. Measurement of Logistics-Quality. *Periodica Polytechnica Series on Transportation Engineering*, vol. 31, no. 1–2, pp. 89–95.
17. Lockamy, A., Cox, J. *Reengineering Performance Measurement*, Irwin Professional Publishing: New York, 1994.
18. Mentzer, J.T., Konrad, B.P. An Efficiency/Effectiveness Approach to Logistics Performance Analysis. *Journal of Business Logistics*, vol. 12, no. 1, 1999, pp. 33–61.
19. Rafele, C. Logistics Service Measurement: A Reference Framework. *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 15, no. 3, 2004, pp. 280–290.
20. Kaplan, R.S., Norton, D.P. *The Balanced Scorecard: Transforming Strategy into Action*, Harvard University Press: Cambridge, MA, 1996.
21. Hill, J. (Ed.) *Using the Balanced Scorecard in the DC*. WERC Sheet, Warehousing Education and Research Council, July 2005, pp. 3–4.

22. Novak, R.A., Thomas, D.J. The Challenges of Implementing the Perfect Order Concept. *Transportation Journal*, vol. 43, no. 1, 2004, pp. 5–16.
23. Euske, K.J. *Management Control: Planning, Control, Measurement, and Evaluation*, Addison-Wesley Publishing Co., Menlo Park, CA, 1984.
24. Byers, J.E., Landers, T.L., Cole, M.H. *A Framework for Logistics Systems Metrics*. TLI Final Report, #TLI-MHRC-96-6, 1996.