



УНИВЕРЗИТЕТ У СРПСКОМ САРАЈЕВУ  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРОИЗВОДЉУ И МЕНАѢМЕНТ - ТРЕБИЊЕ  
UNIVERSITY OF SRPSKO SARAJEVO  
PRODUCTION AND MANAGEMENT FACULTY - TREBINJE

Јован Дутина

## ИНЖЕЊЕРСКА ЕКОНОМИЈА

Требиње, 1998. Године

Др Јован Дутина, редовни професор; Факултет за производњу и менаџмент, Требиње

## ИНЖЕЊЕРСКА ЕКОНОМИЈА

С Дутина Јован, 1998.

Издавач: Факултет за производњу и менаџмент  
Трг палих бораца 1, Требиње

Рецензенти: Проф. Милан Перовић  
Проф. Радмила Радоман  
Проф. Љубомир Шибалија

CIP – Каталогизација у публикацији  
Српска централна библиотека “ПРОСВЈЕТА”, Србиње

UDK 330.5  
330.32

Дутина, Јован  
Инжењерска економија / Јован Дутина.-Требиње: Факултет за производњу и менаџмент, 1998. \*Требиње: Факултет за производњу менаџмент). -108 стр.; 29 cm. - (Библиотека универзитетски удбеници; 2)

Тираж 300. -Библиографија: стр. 108.

а) Инжењерска економија,  
б) Алтернативе,  
в) Инвестиције.

ФАКУЛТЕТ ЗА ПРОИЗВОДЊУ  
И МЕНАЏМЕНТ - ТРЕБИЊЕ

БИБЛИОТЕКА

ИНВ. БР. 1084

4.	АМОРТИЗАЦИЈА И ИСЦРПЉИВАЊЕ РЕСУРСА	33	
4.1.	Суштина амортизације	33	
4.2.	Вриједност	33	
4.3.	Начин и сврха амортизовања	35	
4.3.1.	Предмети амортизовања	36	
4.3.2.	Метод линеарног амортизовања	36	
4.3.3.	Метод константног процента	37	
4.3.4.	Метод суме броја година	38	
4.3.5.	Метод уложеног фонда	39	
4.3.6.	Обрачун збирне амортизације	41	
4.3.7.	Исцрпљивање (Depletion)	41	
5.	ПОСТОЈЕЋЕ МЕТОДЕ ЗА ИЗБОР И ОЦЈЕНУ ПРОЈЕКТА (ТЕХНОЛОШКИХ АЛТЕРНАТИВА)	44	
5.1.	Избор технолошке алтернативе са инвестицијама	45	
5.1.1.	Доходак и добит	46	6
5.1.2.	Вријеме отплаћивања	47	9
5.1.3.	Просјечна годишња рентабилност	48	
5.1.4.	Укупно дисконтовани ток новца	49	
5.1.5.	Интерна стопа рентабилности	54	
5.1.6.	Коефицијент ефективности инвестиције	55	
5.1.7.	Обухватање неизвјесности	56	
5.1.7.1.	Обухватање неизвјесности без укључивања вјероватноће	58	
5.1.8.	Укључивање вјероватноће	63	
5.1.8.1.	Очекивана стопа рентабилности	63	
5.1.8.2.	Неизвјесност и ниво повјерења	65	
5.1.9.	Економија замјене старе опреме новом и инвестирања у проширење капацитета	68	12
5.2.	Избор технолошке алтернативе без инвестиција	71	
5.2.1.	Избор материјала	72	
5.2.2.	Избор метода рада	72	
5.2.3.	Избор дизајна	73	
6.	ПРЕДЛОГ МЕТОДА ЗА ИЗБОР ТЕХНОЛОШКЕ АЛТЕРНАТИВЕ	74	
6.1.	Аутпут (Output)	74	
6.2.	Стање система	74	
6.3.	Избор аутпута	75	
6.3.1.	Аутпут за избор технолошке алтернативе са инвестицијама	75	
6.3.2.	Аутпут за избор технолошке алтернативе без инвестиција	76	
6.4.	Компоненте стања система	77	
6.4.1.	Циљеви	77	
6.4.2.	Знање	77	
6.4.3.	Остале компоненте стања система	78	
7.	Случај из праксе	79	
7.1.	Увод	79	

## САДРЖАЈ :

	Страна		
1.	ИНЖЕЊЕРСКА ЕКОНОМИЈА И ИНЖЕЊЕРСКИ ПРОЦЕС	1	
1.1.	Инжењерски процес	1	
1.2.	Примјер инжењерског процеса	2	
2.	УТРОШЦИ, ТРОШКОВИ И ЕКОНОМСКО ОКРУЖЕЊЕ	4	
2.1.	Природне врсте трошкова	5	
<u>2.1.1.</u>	<u>Трошкови рада</u>	5	
<u>2.1.2.</u>	<u>трошкови основних средстава</u>	6	
<u>2.1.3.</u>	<u>Трошкови материјала</u>	6	
<u>2.1.4.</u>	<u>Трошкови за туђе услуге</u>	6	
2.2.	Кориштење капацитета и трошкови	7	
<u>2.2.1.</u>	<u>Фиксни трошкови</u>	7	
<u>2.2.2.</u>	<u>Варијабилни трошкови</u>	8	
<u>2.2.3.</u>	<u>Развојни ток трошкова</u>	9	
<u>2.2.4.</u>	<u>Реманентност трошкова</u>	10	
<u>2.2.5.</u>	<u>гранични трошкови</u>	11	
<u>2.2.6.</u>	<u>Трошкови прошлости (Сунк Цост)</u>	12	
<u>2.2.7.</u>	<u>Трошкови изгубљених могућности (Opportunity Cost)</u>	12	
2.3.	Животни циклус и трошкови	12	
3.	ПРИНЦИПИ ЗАВИСНОСТИ ВРИЈЕМЕ-НОВАЦ, ИНТЕРЕС	15	
3.1.	Просте камате (интерес)	15	1
3.2.	Сложене камате (интерес)	16	2
3.3.	Садашња вриједност	18	3
3.4.	Неки симболи који се сусрећу у интересном рачуну	19	
3.5.	Израчунавање и примјена табела	20	
3.6.	Еквивалентност	20	
3.7.	Номинална и ефективна каматна стопа	22	4
3.8.	Непрекидно обрачунавање камата	23	
3.9.	Промјенљива интересна стопа	24	
3.10.	Униформан низ плаћања	25	
<u>3.10.1.</u>	<u>Низ чији је крајњи износ <math>S</math></u>	25	
<u>3.10.2.</u>	<u>Износ <math>D</math> чија је крајња сума <math>S</math></u>	26	
<u>3.10.3.</u>	<u>Низ чија је почетна сума <math>R</math></u>	27	
<u>3.10.4.</u>	<u>Периодичне уплате <math>D</math> за низ чија је почетна сума <math>R</math></u>	29	
<u>3.10.5.</u>	<u>Зависност између низа <math>S</math> и низа <math>R</math></u>	29	
3.11.	Веза градијента униформног раста са његовом годишњом и садашњом вриједности	30	
<u>3.11.1.</u>	<u>Проналажење будуће вриједности тока новца са униформним градијентом</u>	31	
<u>3.11.2.</u>	<u>Проналажење униформних плаћања <math>D</math></u>	31	
<u>3.11.3.</u>	<u>Проналажење садашње вриједности тока новца са униформним градијентом</u>	31	
7.2.	Очекивани обим производње	79	
7.3.	Тржиште и пласман	80	
7.4.	Потребна опрема	81	
7.5.	Радна снага	82	
7.6.	Потребан материјал	82	
7.7.	Потребан алат	83	
7.8.	Утрошак енергије	83	
7.9.	Одржавање	84	
7.10.	Структура прихода и расхода- ток новца	84	
<u>7.10.1.</u>	<u>Приходи</u>	84	
<u>7.10.2.</u>	<u>Инвестиције</u>	84	
<u>7.10.3.</u>	<u>Конструкција финансирања</u>	84	
<u>7.10.4.</u>	<u>Структура издатака</u>	85	
<u>7.10.5.</u>	<u>Токови новца у оквиру вијека посматрања програма</u>	85	
7.11.	Оцјена оправданости реализације програма	85	
<u>7.11.1.</u>	<u>Нето дисконттовани ток новца</u>	85	8
<u>7.11.2.</u>	<u>Интерна стопа рентабилности</u>	86	10
<u>7.11.3.</u>	<u>Анализа осјетљивости</u>	87	
<u>7.11.4.</u>	<u>Заштита човјекове околине</u>	88	
<u>7.11.5.</u>	<u>Закључак</u>	89	
8.	ПРИЛОГ А	90	
9.	ЛИТЕРАТУРА	108	

## 1. ИНЖЕЊЕРСКА ЕКОНОМИЈА И ИНЖЕЊЕРСКИ ПРОЦЕС

Сви друштвени процеси одвијају се у технолошкој, економској и политичкој околини па се и инжењери у свом раду увјек сусрећу са проблемима који су последица дјеловања тих околина. Успјех инжењера при пројектовању производа или технолошког процеса зависи од његовог познавања технолошке околине, док се вриједност технолошког процеса и самог производа увијек мјери неким од економских критеријума. На економску вриједност и примјену производа често утиче политичка околина. Постоје бројни примјери технолошких процеса и производа са изванредним техничким рјешењима али се због утицаја економске и/или политичке околине не примјењују. Ради тога инжењер мора пратити и проучавати како техничко технолошку, тако и политичку и економску околину што ће му омогућити да уочи сигнале који претходе значајним промјенама и сагледа утицај очекиваних промјена на пројекат на коме ради.

Инжењерска економија бави се проучавањем прихода, издатака и других података везаних за активност инжењера као и примјеном резултата тих проучавања у доношењу одлука. Добра слика онога што ова област обухвата добија се проучавањем или прегледом онога што се може назвати “инжењерски процес”.

### 1.1. Инжењерски процес

Инжењерски процес траје од момента када се уочи извјесна људска потреба до момента када је она задовољена, кроз организован људски рад, може се подијелити на више фаза од којих свака захтијева извршавање одређене функције. Напримјер, претпоставимо да треба задовољити дату људску потребу производом који се може произвести под водством инжењера. Цио процес укључује следеће кораке који илуструју главне функције које данас припадају инжењерима :

1. Истраживање проблема задовољења потреба,
2. Инвенција или адаптација постојећих средстава и метода за ефикасно извршење задатака,
3. Прелиминарна оцјена пројекта,
4. Финансијско планирање пројекта
5. Организовање напора за сарадњу,
6. Покретање пројекта,
7. Пројектовање пројекта,
8. Пројектовање и конструисање погона и опреме,
9. Надгледање рада и производње, које такође укључује :
  - а) Одржавање погона,
  - б) Испитивање производа и управљање квалитетом,
  - ц) Надгледање погона и
  - д) Рад на сигурности.
10. Продаја и дистрибуција производа

Управљање се може, са ове тачке гледишта, сматрати вјештином и науком ефикасног вођења и координације свих наведених функција.

Овдје је од малог значаја да ли је инжењерски производ мост, телефон или аутомобил, неопходно је функционисање истраживања, инвенције, конструисања, производње продаје и свих осталих фаза инжењерског процеса. Свака фаза извршава се по истим принципима, без обзира на то о ком производу се ради. Према томе добар конструктор мостова мора имати не само знање о мостовима већ мора знати и принципе конструисања . Исто тако инжењер који ради у продаји поред тога што мора добро познавати производ који продаје мора знати и како се продаје. У току рада на

одређеном пројекту инжењер обично ради на извршавању више функција сукцесивно или чак и упоредо. Тако се фазе: пројектовање технолошког процеса и конструкција алата (а понекад и конструкција производа) међусобно преплићу те да би инжењер био добар конструктор мора имати знања из технологије и обрнуто, да би био добар технолог мора имати знање о принципима конструисања, а у оба случаја мора имати знања из инжењерске економије јер се успјешност и конструкције и технологије мјери економским критеријима.

## 1.2. Примјер инжењерског процеса

“Осјетила се потреба за хлађење ваздуха у стану за вријеме љетних мјесеци. Инжењерски процес ће тећи отприлике као што слиједи:

1. Истраживање. Треба да се изврши проучавање одговарајуће литературе. Преко института за патенте треба утврдити да ли је до тада таква замисао била патентирана. Треба проучити све околности у којима је до тада хлађен ваздух и видити да ли та рјешења могу да се примијене или адаптирају за рјешење постављеног проблема. Тако се налази принцип хлађења, кориштен за хлађење хране, који може послужити за рјешење проблема хлађења ваздуха.
2. Инвенција. Када је откривен један принцип који пружа рјешење потребно је пронаћи начин на који га је могуће примијенити. Да би принцип великог апарата за хлађење био адаптиран за мале инсталације, гдје бука мора бити минимална, захтјева се велика проницљивост од инжењера проналазача. Резултат овог дијела инжењерског процеса је прелиминарни пројекат апарата.
3. Прелиминарна оцјена. Пошто се показало да се идеја може патентирати и да се апарат може производити потребна су даља испитивања да се утврди хоће ли постојати потражња за апаратом. Колико људи би жељело да купи апарат за хлађење ваздуха? Хоће ли највећа порражња бити у домаћинству или у малим предузећима? Колико је потенцијална потражња? Треба извршити проучавање да се утврде трошкови производње и очекивана продајна цијена. Даље се испитује колико људи или предузећа ће бити способно да купи апарат. Тако је вјероватна потражња утврђена.
4. Финансијско планирање. Пошто је утврђено да је пројекат изводљив, треба испитати могућност добијања новца и кредита за финансирање пројекта. Треба обезбиједити онолико новца колико ће коштати да се изгради фабрика, обезбиједи материјал, дијелови и радна снага за производњу и продају, да се апарат рекламира и продаје.
5. Организација. Може се наћи нека постојећа или основати нова организација за извођење пројекта. То може бити индивидуално власништво, партнерство или корпорација. Неко ће бити позван да са инвеститором иде на производњу и продају апарата.
6. Покретање пројекта. У овој фази процеса извршавају се сви радови на организовању и изградњи предузећа, прикупљању финансијских средстава и запошљавању особља за рад у предузећу.
7. Пројектовање. Прелиминарни пројекти проналазача се даље развијају и модификују тако да апарат који се планира може успјешно радити и производити се уз прихватљиве трошкове.
8. Пројектовање и изградња погона и опреме. Утврђују се методи производње а на основу њих опрема и конструкција погона. Затим се купује опрема, склапа се и инсталира у индустријски погон спреман за производњу.
9. Вођење рада и производње. Основано предузеће купује сировине, запошљава људе, терминира производњу и производи апарат под водством инжењера.
10. Продаја и дистрибуција. Ова функција (организација) се оснива да скрене пажњу јавности на нове апарате, убиједи их да треба да купе апарате, продаје и испоручује им апарате. Ова функција такође води рачуна о функционисању апарата код купца “

Инжењерски процес се никада не одвија по рецепту па не треба схватити да ће се фазе процеса одвијати редосљедом који је дат у претходном примјеру. Инжењерски процес је у ствари низ покушаја да се дође до рјешења. Рјешење неке фазе може захтијевати да се претходно ријешу дио или цијела нека друга фаза процеса па се поступак одвија по фазама корак по корак, напријед, назад тражећи најпогоднији начин за рјешавање проблема. Поједини проблеми не морају захтјевати разматрање свих фаза инжењерског процеса. Предузеће може купити патент или лиценцу и тако заобићи истраживање, инвенцију и пројектовање. До фазе “Прелиминарна оцјена” треба увијек довести већи број пројеката- алтернатива да би се што већом броју идеја које обећавају дала шанса за реализовање. Тако се добија шири избор из кога се најпожељније идеје усвајају и рад на њима наставља. Рад на идеји треба обуставити без обзира у којој је фази, ако се покаже да је то повољније од настављања. Да би се оцијенило која је од алтернатива најпожељнија морају се познавати подаци о свим приходима и расходима. Подаци о приходима и расходима могу се специфирати на разне начине. За инжењерско-економске анализе погодно је да се специфирају на следећи начин

1. Приходи
  - Приходи од продатих производа и услуга,
  - Ванредни приходи који су раније били отписани као ненаплативи и
  - Премије (за квалитет, рок испоруке и слично).
2. Расходи:
  - Улагања у основна средства,
  - Улагања у обртна средства,
  - Трошкови материјала,
  - Трошкови рада,
  - Трошкови енергије,
  - Трошкови транспорта,
  - Трошкови одржавања,
  - Доприноси и
  - Остали трошкови (природне врсте).

У случајевима када се врши оцјена и избор алтернатива које имају једнаке приходе и вијек трајања одлука се може донијети на основу упоређивања трошкова.

## 2. УТРОШЦИ, ТРОШКОВИ И ЕКОНОМСКО ОКРУЖЕЊЕ

Циљ овога поглавља је да се опише концепт трошкова и начин на који се они користе у инжењерско економским анализама и доношењу одлука. Рализација инжењерског пројекта ради задовољења економских потреба и остварења конкурентног процеса у приватном и јавном сектору зависи од разумне равнотеже онога што је технички ефикасно и онога што је економски прихватљиво. Нажалост не постоји кратак, и једноставан, метод који би омогућио да се постигне таква равнотежа између техничке и економске оправданости. Стога су развијене инжењерско економске анализе и методе за постизање прихватљиве равнотеже.

При производњи производа који ће задовољити неке људске потребе троше се рад, средства за рад и материјал. Дио ових ресурса који се утроши у току производње назива се утрошак. Према томе, утрошак би требало изражавати у природним јединицама мјере. Међутим тешко је измјерити колико се неко средство за рад истрошило у току производње неког одређеног производа. Да би се дошло до неке јединствене мјере утрошака усвојен је новац као мјера вриједности произведеног производа и утрошака. Тако ћемо новчани израз утрошака назвати трошковима.

Појмови утрошака и трошкова се подударују у највећем броју случајева, мада има случајева када се то не може тврдити. На примјер када неко предузеће купује земљиште на коме ће изградити производне или неке друге објекте куповина проузрокује трошкове док се не може тврдити да је земљиште утрошено.

Трошкови се класифицирају са разних становишта на разне врсте трошкова.

Тако се према начину настајања, природи пројекта, трошкови дијеле на :

А) Трошкове рада ( трошкови плата са доприносом за социјално осигурање, здравствено осигурање итд. )

Б) Трошкови основних средстава :

- набавна цијена средстава,
- трошкови инвестиционог одржавања и
- камате на основна средства

( амортизација није трошак јер новац издвојен за амортизацију, према нашем закону, предузеће може по завршном рачуну утрошити за набавку нових основних средстава )

Ц) Трошкови материјала:

- основни материјал и купљени готови дијелови,
- помоћни материјал и
- погонски материјал

Д) Трошкови за туђе услуге:

- трошкови транспорта,
- ПТТ трошкови,
- разне закупнине,
- трошкови за коришћење патента и лиценци,
- трошкови осигурања,
- трошкови вођења спортова,
- трошкови учешћа на сајмовима и изложбама и
- трошкови пропаганде итд.

Трошкови се могу класифицирати и према основним функцијама предузећа чије обављање их је проузроковало као :

- А) трошкови набавке,
- Б) трошкови производње,
- Ц) трошкови продаје и
- Д) трошкови управе.

Међутим, ако се у предузећу знају природне врсте трошкова по носиоцу и мјесту настајања функционалне трошкове је лако одредити док обрнуто не важи.

Према томе, да ли се трошкови непосредно или посредно могу приписати производу дијеле се на : директне и индиректне трошкове.

У директне трошкове се убрајају трошкови материјала израде који се уграђују у производ и трошкове плата радника који непосредно учествују у изради производа. Поред ових трошкова постоје и други проузроковани радом помоћног и техничког особља ( припрема, управа и продаја ) као и производним капацитетом. Ово су индиректни трошкови који се зову још и режијским трошковима.

Разни трошкови различито се понашају са промјеном обима производње. Неки од њих са порастом обима производње расту док други остају константни ( у одређеним границама промјена производње ), па се према томе и дијеле на :

А) фиксне трошкове и

Б) варијабилне ( промјениве ) трошкове:

- пропорционалне и
- непропорционалне.

Фиксни трошкови у укупном износу остају константни при промјени обима производње. Зато су они при већем обиму производње, по јединици производа мањи, а при мањем обиму производње већи.

Пораст обима производње изазива пораст варијабилних трошкова. Тако пропорционални трошкови расту пропорционално са растом обима производње док по јединици производа остају константни. Непропорционални трошкови расту са растом обима производње али не постоји линеарна зависност између обима производње и непропорционалних трошкова. Трошкови који расту брже од раста обима производње ( тј. раст им није константан ) називамо прогресивним трошковима а трошкови чији се прираштај смањује порастом обима производње називамо регресивним трошковима.

### 2.1. Природне врсте трошкова

У овој класификацији трошкови су сврстани према начину настајања а свака од ових врста трошкова заступљена је у већој или мањој мјери у производњи било којег производа. ( Детаље о трошковима види у . )

#### 2.1.1. Трошкови рада

Ни једна акција на подручју производње не може се обавити без трошења људског рада. Прије свега, непосредно у производњи рад се мора утрошити при обликовању производа, било да се ради о добивању сировине или преради у готове производе. Исто тако рад се троши у обављању организацијских и руководних послова, планирању производње, рачуноводству, финансијама, рационализацији производње, контроли, продаји и свим пословима који се у предузећу обављају.

Сваки обављени посао мора се платити па према томе трошење рада проузрокује трошкове у предузећу и то у износу бруто плате свих учесника у производњи ( посредних и непосредних ). При одређивању трошкова рада по јединици производа јављају се проблеми у свим предузећима која производе двије или више врста производа. Ови проблеми проистичу отуда што је тешко, а често и немогуће, утврдити колико тачно трошкова рада управе и продаје отпада на поједине производе. Зато је при доношењу одлуке о избору асортимана производње погрешно узимати у обзир трошкове рада управе и

продаје примјењујући разне кључеве. При доношењу оваквих одлука, од свих трошкова рада, треба у обзир узети само трошкове рада радника у непосредној производњи. Трошкови рада у тијесној су вези са системом распродаје што представља посебан проблем који излази из оквира ове књиге.

### 2.1.2. Трошкови основних средстава

Када предузеће жели производити неки производ оно купује машине и опрему-основна средства потребна за производњу. У процесу производње ова средства се не троше одједном већ постепено и при том губе дио радне способности што се одражава на тај начин да у јединици времена производе мање количине, или лошији квалитет производа него док су била нова.

Колико су се основна средства истрошила при производњи одређеног производа немогуће је тачно одредити. Да би се на неки начин обухватили трошкови основних средстава и њима теретили производи уведен је појам вАмортизација основних средстава. Амортизација се рачуна у функцији од вијека трајања опреме и цијене плаћања за ту опрему на неколико начина о чему ће бити говора у поглављу: Амортизација.

Међутим, ако предузеће цијену плаћену за основна средства рачуна као трошак и износ издвојен за амортизацију може потрошити за набавку нових основних средстава онда амортизација не представља трошак.

Поред трошкова набавке основних средстава (цијена плаћена за основна средства) јављају се у процесу производње трошкови одржавања основних средстава. Поједини дијелови опреме имају краћи вијек трајања од вијека основне опреме или се поломе или покваре па се они морају замијенити новим. Ово одржавање у пракси је познато као отклањање случајних кварова, мали, средњи и велики ремонт и може се организовати као превентивно и/или одржавање по дијагностици стања, а детаљи о томе могу се наћи у

### 2.1.3. Трошкови материјала

Да би се произвео неки производ морају се потрошити разне врсте материјала. Када ће се и у којој количини материјал потрошити зависи од врсте производа. У рударству се основни производ вади из земље и за њега се не троши материјал, али су потребни неки материјали чије трошење омогућава вађење руде. Ту спадају разни експлозиви, уља, грађа итд.

У жељезарама се троши руда, старо жељезо, угаљ и други материјали потребни за добијање челика. У прерађивачкој индустрији се троше разни материјали, готови дијелови, уља, вода, боје итд. Учешће материјалних трошкова у укупним трошковима је различито код разних производа и креће се понекад и до 65%. Зато се рационалној потрошњи материјала мора посветити посебна пажња.

Неки материјали улазе у састав новог производа а неки се опет троше за производњу енергије.

Производни материјали се у процесу производње прерађују и својом супстанцом, дјелимично или потпуно, улазе у састав новог производа и према томе се понекад дијеле на основне и помоћне материјале. Ова подјела је ствар конвенције а важно је једино да се при обрачуна обухвате трошкови материјала свих врста.

### 2.1.4. Трошкови за туђе услуге

У ове трошкове спадају све новчане накнаде за услуге које предузећу врше друга предузећа, установе или приватна лица.

Обично су транспортни трошкови највећи а обухватају трошкове утовара превоза, претовара и истовара производа или сировина. У ову групу обично се убрајају и поштанско-телеграфско-телефонски трошкови.

У трошкове за туђе услуге спадају и разне закупнине, судски и адвокатски трошкови, трошкови патента и лиценци, трошкови огласа, реклама и сви трошкови пропаганде. У ове трошкове су убрајају још и сви доприноси друштвеној заједници. Ту спадају разне чланарине, доприноси, порез и остали издаци.

## 2.2. Кориштење капацитета и трошкови

Са промјеном искориштења капацитета (обима производње) мијењају се и трошкови. Разне врсте трошкова различито реагују на промјену степена кориштења капацитета. Тако постоје трошкови на које не утиче степен кориштења капацитета и њих називамо "фиксни трошкови". При анализи трошкова у зависности од степена кориштења капацитета могу се уочити и трошкови на чију укупну висину утиче степен кориштења капацитета. Ове трошкове називамо "варијабилни трошкови".

При анализирању промјене висине трошкова у зависности од промјене степена кориштења капацитета треба елиминисати све остале утицаје (као што су тржиште и цијене) јер се једино на тај начин може доћи до правих зависности. За предузеће је најважније да зна како степен искориштења капацитета утиче на трошкове по јединици производа јер ће предузеће увијек тражити да ради са оним степеном кориштења капацитета који даје најниже трошкове по јединици производа.

Да би се трошкови и степен кориштења капацитета довели у везу уведен је појам "степен реактивности" [14]

$$r = \frac{t}{b} \quad (2.1.5.1)$$

гдје су:  $r$  - степен реактивности

$t$  - процентуални пораст трошкова

$b$  - процентуални пораст степена кориштења капацитета

За фиксне трошкове  $r = 0$ ,

за пропорционалне  $r = 1$ ,

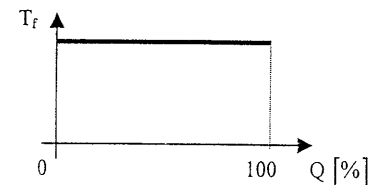
за дегресивне  $r < 1$  и

за прогресивне  $r > 1$ .

Према томе, фиксни трошкови се не мијењају при промјени степена кориштења капацитета, пропорционални имају константан прираштај као и степен кориштења капацитета, дегресивни имају мањи прираштај од прираштаја степена кориштења капацитета, док прогресивни имају бржи прираштај од прираштаја степена кориштења капацитета.

### 2.2.1. Фиксни трошкови

Ови трошкови су највећим дијелом условљени куповином опреме предузећа, постојањем особља коме се морају исплатити плате без обзира на то колико раде, каматама и разним доприносима. Ови трошкови се не мијењају са промјеном степена кориштења капацитета (Слика:2.1).



Слика: 2.1.

Међутим, ако ове трошкове посматрамо у односу на јединицу производа видјећемо да се они при промјени степена кориштења капацитета мијењају. Што се интезивније

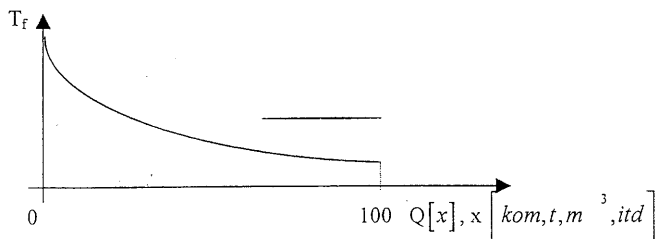
користи расположиви капацитетто ће се и производити већа количина производа па ће се укупни фиксни трошкови  $T_f$  дијелити на више производа и тиме по јединици производа бити мањи.

$$t_f = \frac{T_f}{x} \quad (2.2.1.1.)$$

гдје су :  $t_f$  - фиксни трошкови по јединици производа

$T_f$  - укупни фиксни трошкови  
 $x$  - количина производа

Ова зависност приказана је на Слици: 2.2.



Слика: 2.2.

Просјечни фиксни трошкови по јединици производа опадају при малим степенима кориштења капацитета врло брзо а како се степен кориштења капацитета примиче ка максималном 100%, то опадање је све слабије. Ово опадање трошкова се зове дегресија трошкова.

### 2.2.2. Варијабилни трошкови

Ови трошкови се мијењају у свом укупном износу при свакој промјени степена кориштења капацитета. Свако повећање степена кориштења капацитета повлачи и повећање варијабилних трошкова и то са различитим интензитетом. Зависно од величине степена реакбилности варијабилне трошкове дијелимо на пропорционалне, дегресивне и прогресивне трошкове. Пропорционални трошкови, при промјени степена кориштења капацитета, мијењају се са одређеним фактором пропорционалности и отуда су и добили назив. Њихов степен реакбилности је  $r = 1$ .

Укупни пропорционални трошкови су :

$$T_p = t_p \cdot x \quad (2.2.2.1)$$

гдје су :  $T_p$  - укупни пропорционални трошкови

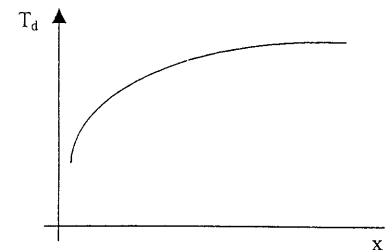
$t_p$  - пропорционални трошкови по јединици производа

$x$  - количина производа

Пропорционални трошкови су по јединици производа фиксни. Карактеристичан примјер пропорционалних трошкова су трошкови материјала који се уграђује у

производ и трошкови директног рада. Дегресивни трошкови расту са порастом степена кориштења капацитета али је њихов прираштај спорији од прираштаја степена кориштења капацитета. Степен реакбилности код дегресивних трошкова је  $0 < r < 1$  (Слика: 2.3.).

У односу на јединицу производа ови трошкови опадају са порастом степена кориштења капацитета.



Слика: 2.3.. Дегресивни трошкови

Прогресивни трошкови расту са порастом степена кориштења капацитета али је њихов раст бржи од раста степена кориштења капацитета. У односу на јединицу производа ови трошкови такође расту. Степен реакбилности ових трошкова је већи од један. Прогресија трошкова најчешће је последица преоптерећености радне снаге и опреме.

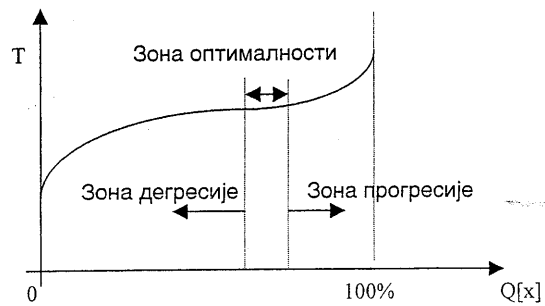
При преоптерећењу капацитета долази до ужурбаности у раду, замора, и организацијских пропуста који узрокују прогресиван раст трошкова. Прогресију трошкова дакле изазивају увијек варијабилни трошкови и то при прекорачењу оптималног степена кориштења капацитета.

### 2.2.3. Развојни ток трошкова [15]

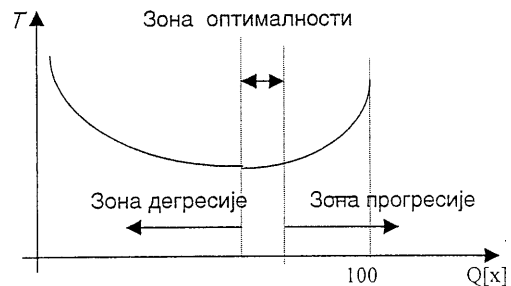
Предузећа ће имати извјесне трошкове при сваком кориштењу капацитета. Тако фиксни трошкови постоје чак и кад предузећа уопште не користе расположиве капацитете. Са порастом степена кориштења капацитета расте број произведених јединица производа, расте дакле приход, а истовремено расту и укупни трошкови. У почетку по јединици производа фиксни трошкови опадају брже него што расту варијабилни трошкови па укупни трошкови по јединици производа опадају. Ово се дешава све до одређеног степена кориштења капацитета, који када се прекорачи, фиксни трошкови опадају спорије од раста варијабилних што је приказано на Слици: 2.4. и Слици:2. 5.

Зона кориштења капацитета у којој трошкови по јединици производа опадају, назива се зона дегресије а зона у којој трошкови по јединици производа расту са порастом степена кориштења капацитета, назива се зона прогресије. Граница ових двију зона, тј. околина тачке у којој крива укупних трошкова има превојну тачку, назива се зона оптималности. У овој тачки трошкови по јединици производа су минимални.





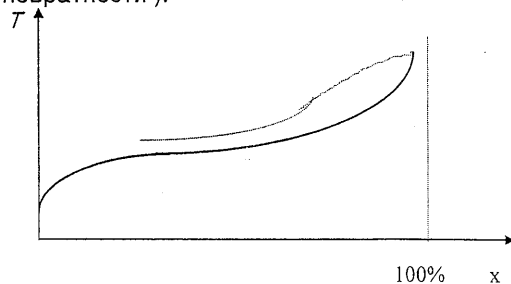
Слика:2. 4. Укупни трошкови



Слика: 2.5. Трошкови по јединици производа

### 2.2.4. Реманентност трошкова

Ако пратимо развој трошкова при промјени степена кориштења капацитета примјетићемо да ће укупни трошкови при смањењу степена кориштења капацитета опадати спорије него што су расли при повећању степена кориштења капацитета (Слика:2. 6.) . Ова појава назива се реманентност ( резистентност ) трошкова. Ако се трошкови смањују при смањењу степена кориштења капацитета истом брзином као што расту при повећању степена кориштења капацитета онда кажемо да се ради о трошковима са својством реверзибилности ( повратности ).



Слика: 2.6. Реманентност трошкова

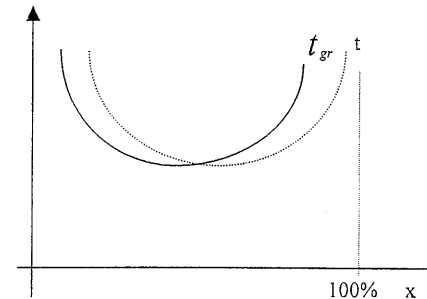
Врло тешко се може установити крива кретања трошкова у зависности од степена кориштења капацитета јер се све промјене дешавају у времену довољно дугом да се промијене и сви остали услови привређивања које је тешко елиминисати.

### 2.2.5. Гранични трошкови

У савременој индустрији улажу се све већа средства у опрему па су фиксни трошкови по јединици производа све доминантнији. Отуда је веома важно да се расположиви капацитети рационално користе. Зато се, поред поклањања пажње укупним трошковима и трошковима по јединици производа, посебна пажња посвећује развоју трошкова од степена до степена кориштења капацитета, тј. од слоја до слоја производње, при порасту степена запослености.

Нека предузеће при степену кориштења капацитета  $\eta_1$  производи  $x_1$  јединица производа и при томе има укупне трошкове  $T_1$ . Ако предузеће повећа степен кориштења капацитета на  $\eta_2$  производиће  $x_2$  јединица производа и при томе имати трошкове  $T_2$ . Прираштај трошкова  $\Delta T = T_2 - T_1$  се зове трошкови диференције. Трошкови диференције представљају, према томе, онај вишак трошкова који предузеће мора да сноси ако повећа производњу, тј. повећа степен кориштења капацитета, а који се не би појавио да се није повећала производња. Ако прираст трошкова подијелимо са прирастом обима производње  $\Delta x = x_2 - x_1$  добићемо граничне трошкове:

$$t_{gr} = \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (2.2.5.1.)$$



Слика: 2.7. Гранични трошкови

Тачка у којој гранични трошкови досађу висину просјечних трошкова по јединици производа назива се тачком оптималних трошкова. У тој тачки се сијеку крива граничних и крива просјечних трошкова по јединици производа ( Слика: 2.7. ). Према томе на бази граничних трошкова може се доносити одлука о повећању степена кориштења капацитета ( Гранични трошкови пружају употребљиву информацију посебно када предузеће послује са губитком јер се из њиховог кретања види да ли се при повећању обима производње смањује губитак).

Трошкови представљају важну информацију за доносиоца одлуке али се скоро никад одлука не доноси само на бази трошкова већ на бази прихода, расхода, ( трошкова ) и стања система ( предузећа ) које одлука обезбјеђује.

Пошто приходи и расходи настају у различитим временским периодима они се због временске вриједности новца не могу директно сабирати, већ се морају користити технике дисконтовања засноване на интересном рачуну. Стога је овдје одмах на почетку дат преглед интересног ( каматног ) рачуна.

### 2.2.6. Трошкови прошлости (Sunk Cost)

То су трошкови који су се појавили у прошлости и немају никакав значаја за процјену будућих трошкова или прихода везаних за избор курсева акције. Они су једнаки за све алтернативе и не учествују у будућем току новца па се могу испустити из инжењерско економских алтернатива. Посебно, морамо усмјерити пажњу на ситуације које укључују издатке из прошлости који се не могу покрити, или капитал који је већ инвестиран и не може се повратити због постојања трошкова прошлости (Sunk Costs).

Концепт трошкова прошлости може се илустровати следећим једноставним примјером.

#### Примјер - 2.2.6.1.

Претпоставимо да је студент нашао моторцикл који му се допада и положио кауцију, која ће се узети у рачун од 13000 динара када буде плаћао пуну цијену моторцикла, односно бити задржана ако се он предомисли и одлучи да не купи моторцикл. У току викенда студент је пронашао други моторцикл, који му се такође допада а цијена му је 12300 динара. Са становишта одлуке који моторцикл ће студент купити, кауција од 400 динара је трошак прошлости (Sunk Cost) и неће је узимати у обзир осим ако умањи поменуте трошкове за куповину првог моторцикла. Тада ће одлуку доносити између плаћања  $(13000-400)=12600$  динара за први моторцикл и 12300 динара за други моторцикл. Тако се види да су трошкови прошлости резултат одлука из прошлости и нису значајни за избор алтернатива које се односе на будућност. Ма да је то са емотивног становишта понекад тешко, трошкове прошлости треба игнорисати, осим у случају када њихово постојање помаже да се боље схвати шта ће се догодити у будућности.

### 2.2.7. Трошкови изгубљених могућности (Opportunity Cost)

Трошкови изгубљених могућности појављују се због кориштења ограничених ресурса тако да је ресурсе немогуће употребити за стицање новчаних резултата. Претпоставимо да пројекат обухвата употребу празног складишта чији је сада власник компанија. Трошкови тога складишта за овај пројекат биће приход или уштеда коју ће фирма остварити од могуће употребе тога простора у оквиру пројекта.

#### Примјер - 2.2.6.2.

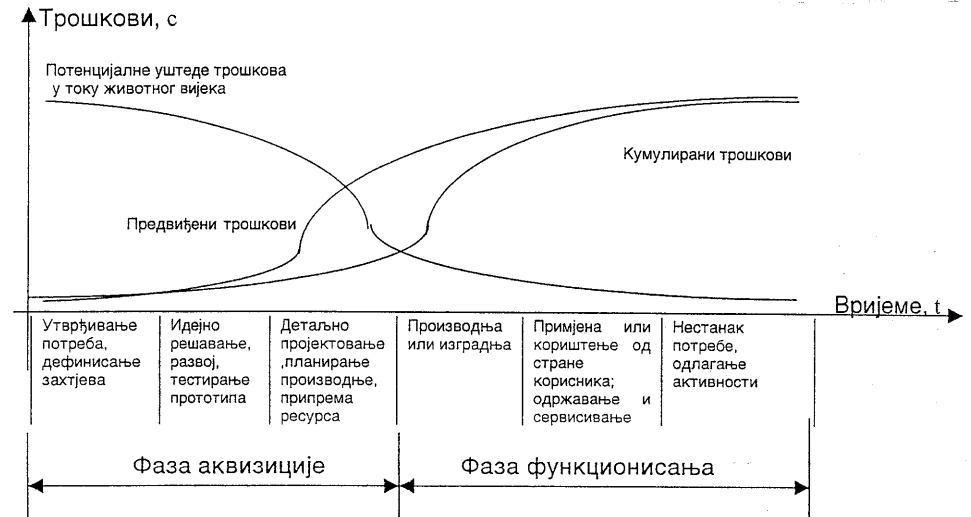
Као примјер, претпоставимо да студент може да за годину дана заради 20000 динара под условом да те године не иде на студије гдје би потрошио 5000 динара. Трошкови изгубљених могућности (Opportunity Cost) због студирања те године износиће (под условом да студент, када студира, нема могућности за било какву зараду) 5000 динара издатака за студирање плус 20000 динара изгубљене зараде = 25000 динара.

### 2.3. Животни циклус и трошкови

У инжењерско економским анализама често се помиње појам трошкова животног циклуса. Овај појам односи се на суму свих трошкова, поновљивих и непоновљивих, који се односе на производ, конструкцију, систем или услугу у току времена ограниченог вијеком трајања.

Животни циклус приказан је на Слици 8. Он почиње идентификацијом економске потребе или жеље (захтјева) и престаје са нестанком те потребе и и одлагањем активности за њено задовољење. То је хоризонт посматрања који се посебно дефинише у контексту ситуације зависно од тога да ли се ради о мосту,

летилице за комерцијалну намјену или о флексибилној аутоматској линији за производњу у некој фабрици. Крај животног циклуса може се пројектовати на функционалној или економској основи. Тако, вријеме у коме нека опрема или конструкција може да ради економично, може да буде краће од времена њеног физичког трајања. Таква ситуација може се илустровати примјерима у ефикасности бојлера за кућну употребу. Стари бојлер, са гријањем на чврсто гориво, би још могао да грије воду, али недовољно функционално и економично за садашњу и будућу употребу.

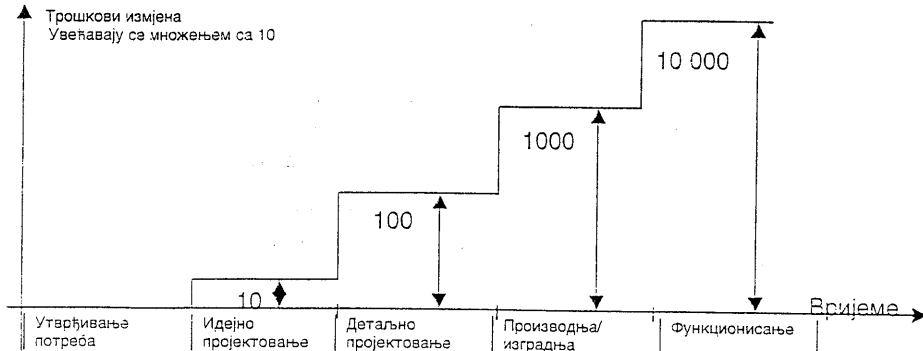


Слика: 2.8. Фазе животног циклуса и њихови релативни трошкови

Циклус животног вијека може се начелно подијелити на два дијела: фаза аквизиције и фаза функционисања. Свака од ових фаза садржи одређене активности као што је показано на Слици 2.8. Фаза аквизиције почиње са анализом економских потреба или жеља која је неопходна ради експлицитног утврђивања захтјева за производом, конструкцијом, системом или услугом. Када су потребе експлицитно дефинисане, остале активности фазе аквизиције могу се наставити у логичном редоследу. Идејно решење претвара техничке и оперативне захтјеве у прелиминарни пројекат. У ову активност укључени су алтернативна решења и економске анализе које треба да помогну у избору најпожељнијег идејног решења. Такође, ова фаза обухвата развој и унапређење производа или услуге, израду и тестирање прототипа као подршку изради идејног пројекта. Следећа група активности фазе аквизиције обухвата детаљно пројектовање и планирање производње или услуге, иза чега слиједе активности неопходне за припрему ресурса и обуку за ефикасно одвијање процеса производње или услуге. Овдје је поново неопходна инжењерско економска анализа како би се изабрала најбоља алтернатива детаљног пројекта. У фази функционисања постоје активности производње или изградње, употребе од стране корисника, одржавање и сервисирање. Ова фаза завршава се престанком потребе за производом или услугом што често укључује уклањање инсталиране опреме. Инжењерска економија приоритетно се примјењује за постизање ефикасне подршке процесима, да ли и када треба неку опрему

замијенити новом, или промијенити поступак, као и за одређивање тренутка када ће престати потреба за производом или услугом и времена уклањања опреме.

На Слици 8. Приказане су криве релативних трошкова циклуса животног вијека (Хоризонта посматрања). Највеће потенцијалне уштеде на трошковима могу се остварити у фази аквизиције. Колико се на трошковима циклуса животног вијека може уштедети зависи од много фактора. То највише зависи од ефикасности инжењерских пројеката и инжењерско економске анализе. У овој фази је пресудно минимизирање измјена пројектованих рјешења у наредним активностима. Уопште узето, као што је показано на Слици 2.9., трошкови накнадних измјена пројекта по једном кораку расту десетоструко у односу на претходни корак.



Слика: 2.9. Пораст трошкова накнадних измјена пројекта

Стога је задатак инжењера да у току израде идејног пројекта као основе за изаду главног (детаљног) пројекта предуприједи појаву накнадних измјена које би могле настати у фази функционисања.

У фази аквизиције, предвиђени трошкови расту брзо (рапидно), па се 80% предвиђених трошкова могу сагледати на крају ове фазе.

Насупрот томе само око 20% кумулативних трошкова реализује се у току фазе аквизиције, док се око 80% ових трошкова реализује у фази функционисања. Ово су главни разлози због којих су неопходне израде идејних и главних (детаљних) пројеката и инжењерско економских анализа (студија подобности). Поједини елементи трошкова варирају у зависности од врсте пројекта и времена у коме се издаци за реализацију пројекта остварују.

### 3. ПРИНЦИПИ ЗАВИСНОСТИ ВРИЈЕМЕ-НОВАЦ, ИНТЕРЕС

Сврха овога поглавља је да се обезбједи разумијевање за враћање капитала у облику интереса и како урадити основне обрачунае у инжењерско економским анализама. Термин капитал односи се на вриједност у форми новца или имовине која има способност да произведе већу вриједност.

Већина инжењерско економских студија обухвата употребу капитала у току дужег временског периода, па се ефекат времена мора узети у обзир. Стога један динар сада вриједи више него један динар кроз једну или више година због интереса (или профита) који тај динар може зарадити. Стога новац има временску вриједност.

Интерес је у ствари цијена којом онај ко даје новац на зајам оптерећује онога ко тражи новац на употребу. За дужи временски период та цијена ће, за исти позајмљени износ, бити већа па се интерес може назвати временском вриједности новца.

#### 3.1. Просте камате ( интерес ). 1

Ако сте на неко вријеме уложили 1000 дин. као штедни улог у банку, банка ће вам на крају године платити износ од 60 дин. Ако тај износ од 60 дин. не остављате у банци него га подижете за своје потребе, стално ћете имати у банци 1000 дин. и сваке године добијати износ од 60 дин. По банкарском језику, банка вам плаћа камату ( прост интерес ) са стопом од 6% годишње.

Поједине елементе простог интереса ћемо обиљежити на следећи начин:

G - главница, сума позајмљеног ( уложеног ) новца,

K - камата ( интерес ), цијена која се плаћа за употребу новца,

n - број периода времена током кога се плаћа камата ( интерес )

i - каматна ( интересна ) стопа, цијена која се плаћа за јединицу новца по јединици времена.

Често се за ( интересну ) каматну стопу узима симбол "r".

Ови елементи могу се повезати следећом једначином :

$$K = G i n \quad (3.1.1.)$$

Према ( 3.1.1.) за претходни примјер ћемо имати

$$K = 1000 \cdot 0,06 \cdot 1 = 60 \text{ дин.}$$

$$\text{гдје је : } G = 1000 \text{ дин.}$$

$$i = 0,06 \text{ или } 6\%$$

$$n = 1 \text{ год.}$$

Да сте 1000 дин. били уложили на само 0,5 године, тада би камата била :

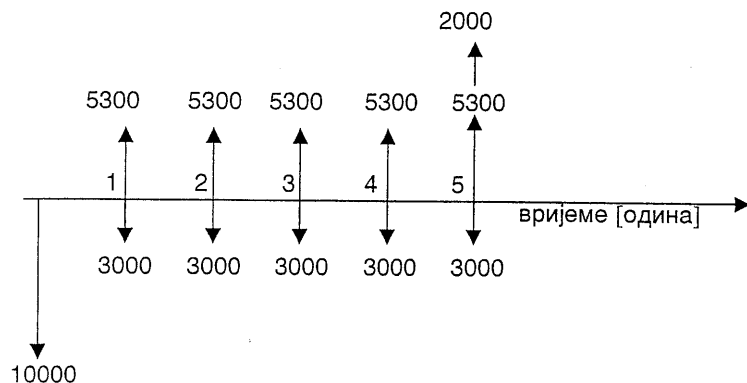
$$K = 1000 \cdot 0,06 \cdot 0,5 = 30 \text{ дин.}$$

#### Примјер - 3.1.1.

Прије економског вредновања предложеног пројекта за инвестирање, предузеће је инсистирало да инжењери направе дијаграм тока новца за предложени пројекат. Инвестиција од 10000 динара може се реализовати тако да у току наредних 5 година доноси униформан приход од 5300 динара годишње и на крају пете године има преосталу вриједност од 2000 динара.

Годишњи издаци за рад и одржавање на крају сваке од пет година износиће 3000 динара. Нацртати дијаграм тока новца за петогодишњи вијек овога пројекта.

Као што је показано на Слици 3.1., на почетку вијека предузеће ће имати издатак од 10000 динара и издатке од 3000 динара на крају сваке од пет година. На крају сваке од пет година предузеће ће имати приход од 5300 динара и 2000 динара преостале вриједности.



Слика: 3.1. Дијаграм тока новца

### 3.2. Сложене камате (интерес). 2

У претходном примјеру сте сваке године подизали камату када је то банка плаћала. Међутим, да камате нисте подизали него их улагали у банку ви бисте крајем друге године у банци имали 1060 дин. Такође бисте на крају друге године добили камату у износу од 63,6 дин. Разлика између добивених камата је  $63,6 - 60 = 3,6$  дин. и представља цијену коју вам банка плаћа за употребу камата претходне године које сте оставили у банци. То су у ствари камате на камате. У банкарском језику ово се зове сложене камате (сложени интерес).

Елементе сложених камата (сложеног интереса) ћемо обиљежити са :

G - главница

K - камата

n - број јединице времена током које се камате плаћају, а које могу бити дан, седмица, мјесец, 6 мјесеци или било који интервал времена који се уговори.

i - каматна стопа (интересна стопа), износ који се плаћа за јединицу новца у јединици времена.

A - сложени износ, сума главнице и камата који се плаћају на крају неког броја временских јединица (периода).

Овдје се камате рачунају не само на главницу него и на кумулиране камате.

Дакле симболи су исти као и за просте камате с тим што смо увели симбол A за сложени износ.

Да би дошли до једначине која повезује елементе сложених камата (сложеног интереса) употребићемо принцип простих камата. На крају прве године (првог периода) камата ће бити:

$$K = G i \quad (3.2.1)$$

а сложени износ

$$A = G + G i = G(1+i) \quad (3.2.2)$$

На крају другог периода ( $n = 2$ ), камате

$$K = G(1+i) i, \quad (3.2.3)$$

а сложени износ ће бити једнак сложеном износу на крају првог периода плус камате за други период,

$$A = G(1+i) + G(1+i) i \quad (3.2.4)$$

или када се ово алгебарски среди

$$A = G(1+i)(1+i) = G(1+i)^2$$

На крају трећег периода камате су

$$K = G(1+i)^2 i \quad (3.2.5)$$

а то је сложени износ на крају другог периода помножен каматном стопом i.

Сложени износ је једнак сложеном износу на крају другог периода плус камате трећег периода, или

$$A = G(1+i)^2 + G(1+i)^2 i = G(1+i)^2 (1+i) = G(1+i)^3 \quad (3.2.6)$$

Овај поступак се може наставити и за било који број периода, међутим, да би дошло до општег обрасца довољно је да се одреди сложени износ за прва 3 периода.

период	сложени износ
n = 1	$A = G(1+i)^1$
n = 2	$A = G(1+i)^2$
n = 3	$A = G(1+i)^3$
⋮	⋮
⋮	⋮
n = j	$A = G(1+i)^j$

Симболом "n" ћемо представити број периода па ће сложени износ за n-ти период бити

$$A = G(1+i)^n \quad (3.2.7)$$

**Примјер :3.2.1.**

Ако је главница  $G = 1000$  дин. уложена на 4 године уз каматну стопу 6%,  $i = 0,06$  годишње, а камата се исплаћује или обрачунава свако пола године, колико је сложени износ  $A$  на крају четврте године ?

Каматна ( интересна ) стопа у овом случају је 3 % по једном периоду ( пола године ), а број периода  $n = 8$  па ће сложени износ  $A$  на крају четврте године бити

$$A = G(1+i)^n = 1000(1+0,03)^8 = 1000 \cdot 1,03^8 = 1267 \text{ дин.}$$

Како би се у овом примјеру кретале камате и сложени износи по појединим периодима, показано је у следећим примјерима :

Период	Износ на почетку периода	Камате у току периода	Сложени износ на крају периода
1.	1000,00 дин.	30,00 дин.	1030,00 дин.
2.	1030,00 "	30,90 "	1060,90 "
3.	1060,90 "	31,82 "	1092,72 "
4.	1092,72 "	32,78 "	1125,50 "
5.	1125,50 "	33,77 "	1159,27 "
6.	1159,27 "	34,78 "	1194,05 "
7.	1194,05 "	35,82 "	1229,87 "
8.	1229,87 "	36,90 "	1266,77 "

У пракси је сложени интерес заступљен много више него прости интерес, па се примјењује у наредним дијеловима ове књиге. Разлика између простог и сложеног интереса илустрована је на Слици 3.2.



Слика: 3.2. Графичка представа Сложеног и Простог интереса

**3.3. Садашња вриједност.**

У поглављу 3.2. показано је како се може одредити сложени износ  $A$  који ће се добити ако се главница  $G$  уложи уз сложене камате (сложени интерес) са каматном ( интересном ) стопом " $i$ " за " $n$ " временских периода.

Понекад међутим, желимо знати коју одређену главницу  $G$  треба уложити уз сложене камате (сложени интерес) са каматном ( интересном ) стопом  $i$  за  $n$  временских периода да би се на крају добио сложени износ  $A$ . Другим ријечицама, ми желимо наћи садашњу вриједност  $G$  сложеног износа  $A$ .

Једначина:

$$A = G(1+i)^n \quad (3.3.1)$$

одређује сложени износ  $a$  из ње се види да је

$$G = \frac{A}{(1+i)^n} \quad (3.3.2)$$

**Примјер - 3.3.1.**

Коју главницу  $G$  треба уложити сада уз каматну стопу 6 посто годишње да би се кроз четири године добио сложени износ  $A=1267$  дин.? Обрачун камата два пута годишње. Дакле, треба наћи садашњу вриједност износа  $A=1267$  дин. за 8 периода уз каматну стопу 3% по периоду.

$$G = \frac{A}{(1+i)^n} = \frac{1267}{(1+0,03)^8} = \frac{1267}{1,267} = 1000 \text{ дин.}$$

За главницу  $G=1000$  дин. кажемо да представља садашњу вриједност сложеног износа  $A$  који ће се добити на крају четврте године.

**3.4. Неки симболи који се сусрећу у интересном рачуну**

Разни аутори примјењују различите термине и симболе у Инжењерској економији. Ми ћемо употребљавати симболе које смо усвојили код сложених камата ( сложеног интереса) и садашње вриједности.

Поред тих симбола може се у једначини

$$A = G(1+i)^n \quad (3.4.1)$$

увести смјена  $s = 1 + i$  па ћемо имати :

$$A = G s^n \quad (3.4.2)$$

слично, ако у једначини

$$G = \frac{A}{(1+i)^n} \quad (3.4.3)$$

уведемо смјену

$$p = \frac{1}{1+i}$$

добићемо

$$G = A p^n \quad (3.4.4)$$

Из (3.4.2.) и (3.4.4.) лако је уочити да је

### 3.5. Израчунавање и примјена табела

Израчунавања израза као што је  $A = 1234(1+0,04)^{13}$  степеновањем су врло мукотрпна. Зато се примјењује или логаритмовање или табеле које су унапријед припремљене за одређене каматне стопе и одређен број периода.

а) логаритмовање,

$$A_{13} = 1234 (1 + 0,04)^{13}$$

најприје израчунамо  $1,04^{13}$  логаритмовањем

$$13 \log 1,04 = 13 \cdot 0,017 = 0,221 \text{ те је}$$

$$\text{anti log } 0,221 = 1,663$$

$$A_{13} = 1234 \cdot 1,663 = 2952,14 \text{ дин.}$$

б) примјена табела

Из таблица у Прилогу 1. за  $n = 13$ ,  $i = 0,04$  читамо вриједност  $s^n = (1 + 0,04)^{13}$  са тачности до четири децимале  $(1 + 0,04)^{13} = 1,66510$  па је

$$A_{13} = 1234 \cdot 1,66510 = 2054,61 \text{ дин}$$

Разлика у резултатима настала је зато што смо логаритмовали са тачности до три децимале а табеле су дате са тачности до четири децимале.

### 3.6. Еквивалентност.

Предпоставимо да неко даје на зајам износ од 5000 дин. у једницама од по 1000 дин. и очекује да ће му се новац вратити кроз 2, 4, 6, 8 или 10 година појединачно. Износи које он очекује да му се врате ће бити сложени износи главнице 1000 дин. уз 6% камата годишње. Након 2 године он ће добити 1124 дин, након 4 године 1262 дин, након 6 година 1419, након 8 година 1594 и након 10 година 1791 дин. Свака од горњих позајмица је еквивалентна осталим позајмицама јер је једнак износ новца позајмљен уз исту каматну стопу.

Онај ко даје новац на позајмицу може добити у будућности било који од наведених износа. Међутим, послје годину дана онај ко даје новац на зајам може да захтјева да му се укупан износ од 5000 дин. врати након 5 година. Треба одредити колики ће износ он добити након 5 година. За сваку појединачну позајмицу он ће добити по 1338 дин. а пошто их је било 5 укупан сложени износ ће бити  $5 \cdot 1338 = 6690$  дин.

До овог износа могло се доћи и тако што би се израчунали сложени износи или садашње вриједности, раније израчунатих сложених износа, за крај пете године као што слиједи:

Година	Сложени износ	$(1+i)^n$	$(1+i)^n$	Сложени износ за 5 година.	Садашња вриједност за 5 година.
2.	1124	1,191		1338	
4.	1262	1,060		1338	
6.	1419		0,9434		1338
8.	1594		0,8396		1338
10.	1791		0,7473		1338

$$\text{УКУПНО: } 2676 + 4014 = 6690 \text{ дин.}$$

Понекад треба одредити суму новца која ће бити еквивалентна неколицини других сума заједно наплативим у различитим временским тренуцима.

Ово се састоји у фиксирању одређеног временског тренутка и свођењу свих сума на тај тренутак уз примјену сложених камата или садашње вриједности.

*Примјер: 3.6.1.*

Поједине суме се могу наплатити по годинама као што су у следећем прегледу:

$M_1$	500 дин.	на крају	2000 године,
$M_2$	1000 дин.	на крају	1998 године,
$M_3$	300 дин.	на крају	2005 године и
$M_4$	2000 дин.	на крају	2008 године.

Треба одговорити на следећа питања:

- 1) Колики је еквивалентни износ на крају 2008. г. уз каматну стопу 6% годишње?
- 2) Колики је еквивалентни износ на крају 2002.г. уз каматну стопу 6% годишње?
- 3) Колики је еквивалентни износ на крају 1998.г. уз каматну стопу 6% годишње?

Решење: У сваком од постављених питања каматна стопа је 6% или  $i=0,06$  годишње, те је дужина једног периода 1 година а величина  $n$  ће зависити од тога за који временски тренутак се тражи еквивалентни износ, па имамо:

$$1) \quad s = (1+i) = 1 + 0,06 = 1,06$$

$$A_{2008} = M_1 s^8 + M_2 s^{10} + M_3 s^3 + M_4 s^0 = 500 \cdot 1,594 + 1000 \cdot 1,791 + 300 \cdot 1,191 + 2000 = 4946 \text{ дин.}$$

$$2) \quad = M_1 s^2 + M_2 s^4 + M_3 p^3 + M_4 p^6 = 500 \cdot 1,124 + 1000 \cdot 1,262 + 300 \cdot 0,8396 + 2000 \cdot 0,705 = 3485 \text{ дин.}$$

$$3) \quad A_{1998} = M_1 p^2 + M_2 p^0 + M_3 p^7 + M_4 p^{10} = 500 \cdot 0,89 + 1000 \cdot 1 + 300 \cdot 0,6651 + 2000 \cdot 0,5584 = 2760 \text{ дин.}$$

Понекад је неопходно одредити еквивалентне износе за крај сваке године неког временског интервала. У том случају погодно је одредити еквивалентни износ за почетак или крај временског интервала а затим примјеном сложеног каматног рачуна или садашње вриједности одредити еквивалентни износ за сваку годину посматраног интервала.

*Примјер: 3.6.2.*

У претходном примјеру нашли смо еквивалентни износ за 1998. г. једнак 2760 дин. Колики ће бити еквивалентни износ за крај сваке године почев од 1998. Године до 2008?

Година	Еквивалентни износ
1998	2760 din.
1999. $2760 \cdot s^1 = 2760 \cdot 1,060 =$	3102 "
2000. $2760 \cdot s^2 = 2760 \cdot 1,124 =$	3102
2001. $2760 \cdot s^3 = 2760 \cdot 1,191 =$	3287
2002. $2760 \cdot s^4 = 2760 \cdot 1,262 =$	3483
2003. $2760 \cdot s^5 = 2760 \cdot 1,338 =$	3692
2004. $2760 \cdot s^6 = 2760 \cdot 1,419 =$	3916
2005. $2760 \cdot s^7 = 2760 \cdot 1,504 =$	4151
2006. $2760 \cdot s^8 = 2760 \cdot 1,594 =$	4399
2007. $2760 \cdot s^9 = 2760 \cdot 1,689 =$	4661
2008. $2760 \cdot s^{10} = 2760 \cdot 1,791 =$	4943

Проблем може да се ријеш и тако што ће се прво одредити еквивалентни износ за крај 2008. године а затим за све остале примјеном садашње вриједности. За крај 2008. године смо у претходном примјеру израчунали да је еквивалентни износ 4943 дин.

Година	еквивалентни износ
1978.	4943
1977. $4945 \cdot p^1 = 4943 \cdot 0,9434 =$	4661
1976. $4945 \cdot p^2 = 4943 \cdot 0,8900 =$	4399
1975. $4945 \cdot p^3 = 4943 \cdot 0,8396 =$	4150
1974. $4945 \cdot p^4 = 4943 \cdot 0,7920 =$	3915
1973. $4945 \cdot p^5 = 4943 \cdot 0,7473 =$	3694
1972. $4945 \cdot p^6 = 4943 \cdot 0,7050 =$	3485
1971. $4945 \cdot p^7 = 4943 \cdot 0,6651 =$	3288
1970. $4945 \cdot p^8 = 4943 \cdot 0,6274 =$	3101
1969. $4945 \cdot p^9 = 4943 \cdot 0,5919 =$	2926
1968. $4945 \cdot p^{10} = 4943 \cdot 0,5584 =$	2760

Ако упоредимо резултате добивене на један и други начин видјећемо да су разлике незнатне а до њих је дошло зато што су фактори  $s$  узети са три а фактори  $p$  са четири децимале.

Принцип еквиваленције ћемо примјенити при извођењу једначине за униформан низ плаћања.

### 3.7. Номинална и ефективна каматна стопа

Има случајева када се каматна стопа обрачунава неколико пута годишње нпримјер свако шест или свако три мјесеца понекад и сваки мјесец или сваки дан. Наравно тада је каматна стопа мања него кад се обрачун врши годишње једном.

Претпоставимо да се каматна (интересна) стопа обрачунава мјесечно и да она износи 1%. Понекад се за овај случај тврди да је то исто што и стопа од 12% годишње. Међутим, постоји разлика између обрачуна 1% мјесечно и 12% годишње.

Нека је износ од 1000 дин. уложен уз каматну стопу 1% мјесечно. Треба одредити

сложени износ за временски период од 1 године.

Ако се обрачун врши мјесечно онда ће сложени износ бити

$$A_{12} = 1000 \cdot s_{12}^{12} = 1000 \cdot 1,127 = 1127 \text{ дин.}$$

Ако се обрачун врши једном годишње по стопи 12% онда ће сложени износ бити:

$$A_{12} = 1000 \cdot s_{12}^1 = 1000 \cdot 1,120 = 1120 \text{ дин.}$$

Ако се 1000 дин. уложи уз каматну стопу 12% годишње сложени износ ће бити 1120.

Мјесечни обрачун са каматном стопом 1% ће имати исти ефекат као годишњи обрачун са каматном стопом од 12,7%.

Ово се уопштено може дефинисати на следећи начин:

Нека се камате обрачунавају  $m$  пута годишње уз каматну стопу од  $\frac{i}{m}$  по обрачунском периоду. Тада је номинална каматна (интересна) стопа

$$i_n = m \frac{i}{m} = i \quad (3.7.1)$$

док је ефективна каматна стопа по години

$$i_e = \left(1 + \frac{i}{m}\right)^m - 1 \quad (3.7.2)$$

Препоручљиво је да се у инжењерској економији прорачуни врше по ефективној а не по номиналној каматној стопи.

Примјер - 3.7.1.

Компанија која издаје кредитне картице наплаћује интерес по стопи од 1,375% мјесечно на укупно прекорачење свих дуговања. Годишња номинална интересна стопа коју ова компанија наплаћује износи  $12 \cdot (1,375\%) = 16,5\%$ . Коју ефективну интересну стопу наведена компанија стварно примјењује?

Решење: Пошто у табелама у прилогу није наведена интересна стопа од 1,375% по периоду, за решење морамо користити образац (3.7.2.) па имамо:

$$i_e = \left(1 + \frac{i_n}{12}\right)^{12} - 1 = \left(1 + \frac{0,165}{12}\right)^{12} - 1 = 0,1781 = 17,81\%$$

### 3.8. Непрекидно обрачунавање камата

Из математике знамо да је

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{k}\right)^k e = 2,71828 \quad (3.8.1)$$

Ако уложимо износ  $G$  на  $n$  година уз номиналну каматну стопу  $i_n$  и  $m$  обрачунских периода годишње онда ће сложени износ бити

$$A_n = G \left( 1 + \frac{i_n}{m} \right)^{mn} \quad (3.8.2)$$

Уведимо смјену  $m = i_n k$ , добићемо

$$A_n = G \left( 1 + \frac{i_n}{i_n k} \right)^{i_n k n} = G \left( 1 + \frac{1}{k} \right)^{k i_n n} \quad (3.8.3)$$

Ако број обрачунских периода расте неограничено  $m$  тежи бесконачно тада и  $k$  тежи бесконачно па је

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{1}{k} \right)^k = e$$

а сложени износ ће бити

$$A_n = G e^{i_n n} \quad (3.8.4)$$

Фактору  $(1+i)^n$  у дисконтинуираном обрачуну одговара фактор

$$e^{i_n n}$$

у континуираном обрачуну док фактору

$$\frac{1}{(1+i)^n}$$

у дисконтинуираном обрачуну одговара фактор

$$e^{-i_n n}$$

у континуираном обрачуну.

*Примјер - 3.8.1.*

Нека је износ од 1000 дин. уложен уз каматну стопу 12% годишње и непрекидан обрачун. Треба одредити сложени износ за временски период од 1 године.

$$A = G e^{i_n n} = 1000 e^{0,12 \cdot 1} = 1127,49 \text{ din.}$$

Преглед номиналне и ефективне каматне стопе за различит број обрачунских периода годишње приказан је у Табели 3.1.

Табела : 3.1.

Учесталост обрачуна	Број обрачунских периода годишње, m	Ефективна каматна стопа (%) за номиналну стопу од					
		6.00 %	8.00 %	10.00 %	12.00 %	15.00 %	24.00 %
Годишње	1	6.00	8.00	10.00	12.00	15.00	24.00
Полугодишње	2	6.09	8.16	10.25	12.36	15.56	25.44
Квартално	4	6.14	8.24	10.38	12.55	15.87	26.25
Двомјесечно	6	6.15	8.27	10.43	12.62	15.97	26.53
Мјесечно	12	6.17	8.30	10.47	12.68	16.08	26.82
Дневно	365	6.18	8.327	10.515	12.747	16.179	27.114
Непрекидно	$\infty$	6.183	8.330	10.517	12.749	16.183	27.125

Уколико се у уговорима о кредитима не прецизира број обрачунских периода годишње онда онај ко узима новац на зајам није у прилици да утврди колику каматну стопу ће платити за позајмљени новац. Стога, поред прецизирања каматне стопе, обавезно треба да се прецизира и број обрачунских периода годишње или непрекидан обрачун.

### 3.9. Промјенљива интересна стопа

Има случајева када интересна стопа варира у току времена, па то треба узети у обзир када се одређује будућа вриједност позајмице. Обично се та појава зове ескалација интереса. Како ову ситуацију треба узети у обзир показано је у следећем примјеру.

*Примјер - 3.9.1.*

Неки човјек је склопио аранжман да позајми 10 000 динара сада и 10 000 динара кроз двије године уз обавезу да све врати на крају четврте године. Ако су интересне стопе за 1-ву, 2-гу, 3-ћу и 4-ту годину 10%, 12%, 12% и 14% респективно, колико наведени човјек треба да врати на крају четврте године?

Решење: Ово се може ријешити рачунањем сложеног износа, тако што ће се дуг са почетка одређене године оптеретити са каматом уз стопу која важи за дату годину, па ће бити:

$$A_1 = 10\,000(1+0.1) = 11\,000 \text{ дин.}$$

$$A_2 = 11\,000(1+0.12) = 12\,320 \text{ дин.}$$

$$A_3 = (12\,320 + 10\,000)(1+0.12) = 24\,998,40 \text{ дин.}$$

$$A_4 = 24\,998,40(1+0.14) = 28\,498,18 \text{ дин.}$$

На крају четврте године треба вратити износ од 28 498,18 динара.

### 3.10. Униформан низ плаћања

Ако је одређен износ  $D$  улаган на крају сваког периода у току  $n$  периода уз сложене камате (сложени интерес) са каматном стопом  $i$  по периоду, колики ће бити износ  $S$ , састављен од свих уплата и накупљених камата на крају  $n$  периода?

Ако желимо имати износ  $S$  на крају  $n$  временских периода уз уплаћивање одређеног износа  $D$  на крају сваког временског периода уз сложене камате са стопом  $i$  по периоду, колико треба да буде износ  $D$ ?

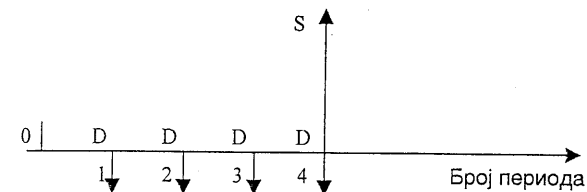
Колики износ  $R$  се мора уложити на почетку времена од  $n$  периода уз сложене камате са стопом  $i$  по периоду да би се на крају сваког периода могао узимати износ  $D$ ?

Ако је износ  $R$  уложен на почетку времена од  $n$  периода уз сложене камате са стопом  $i$  по периоду, који износ  $D$  се може подизати на крају сваког временског периода?

На сва ова питања одговор се може наћи примјеном принципа униформног низа плаћања.

#### 3.10.1. Низ чији је крајњи износ $S$

Одредимо износ  $S$  ако се у току од 4 периода улаже износ  $D$ . Ова ситуација приказана је на Слици 3.3.



Слика: 3.3. Низ чији је крајња сума  $S$



У облику једначине износ  $S$  ће бити једнак:

$$S = D s^3 + D s^2 + D s^1 + D s^0 \quad (3.10.1.1.)$$

$$s=1+i$$

$$S_4 = D\{(1+i)^3 + (1+i)^2 + (1+i) + 1\}$$

Уведимо смјену

$$Y_4 = \{(1+i)^3 + (1+i)^2 + (1+i) + 1\} \quad (3.10.1.2.)$$

$$Y_4 = 1 + 3i + 3i^2 + i^3 + 1 + 2i + i^2 + 1 + i + 1 = 4 + 6i + 4i^2 + i^3$$

$$Y_4 i = 4i + 6i^2 + 4i^3 + i^4$$

Одакле је:

$$Y_4 = \frac{(1+i)^4 - 1}{i} \quad (3.10.1.3.)$$

$$S_4 = D \frac{(1+i)^4 - 1}{i} \quad (3.10.1.4.)$$

На сличан начин добили би да је

$$S_1 = D \frac{(1+i) - 1}{i}$$

$$S_2 = D \frac{(1+i)^2 - 1}{i}$$

$$S_3 = D \frac{(1+i)^3 - 1}{i}$$

те се по аналогији може закључити да је

$$S_n = D \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (3.10.1.5.)$$

*Примјер - 3.10.1. 1.*

У току од 6 временских периода врше се уплате износа  $D = 100$  дин. уз сложене камате са стопом од 5 % по периоду. Одредити износ  $S$  који је наплатив на крају 6-тог периода.

$$S_6 = D \left[ \frac{(1+i)^6 - 1}{i} \right]$$

Израз у угластој загради може се наћи у таблицама у прилогу, а за стопу од  $i=0,05$  он износи 6,802 те је:

$$S_6 = 100 * 6,802 = 680,2 \text{ din.}$$

3.10.2. Износ  $D$  за низ чија је крајња сума  $S$

Величина периодичне уплате  $D$  може се наћи из једначине (3.10.2.1.) за суму низа униформних уплата  $S$

$$S_n = D \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (3.10.2.1.)$$

Рјешењем (3.10.2.1.) по  $D$  добијамо

$$D = S_n \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad (3.10.2.2.)$$

*Примјер - 3.10.2.1.*

Које износе  $D$  треба уплаћивати у току од 6 периода уз сложене камате са стопом од 5 % по периоду да би на крају 6-тог периода имали суму  $S = 680,20$  дин?

$$D = S_6 \frac{i}{(1+i)^6 - 1} = 680,2 \frac{0,05}{(1+0,05)^6 - 1} = 99,98 \text{ din.}$$

*Примјер - 3.10.2.2.*

Одређена жена жели да након 25 година рада, при одласку у пензију, има на располагању 300 000 динара. Она то може постићи улажући у банку на крају сваке године износ  $D$  динара уз каматну стопу 12 % годишње. Колико она мора уштедити сваке године ?

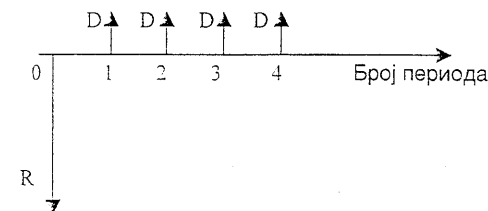
$$S_{25} = 300000 \text{ din.}$$

$$D = S_{25} \frac{i}{(1+i)^n - 1} = 300000(0,0182) = 5460 \text{ din.}$$

Дакле ако ова жена жели да при одласку у пензију има уштеђених 300 000 динара, она мора да сваке године у банку уложи по 5 400 динара уз интересну стопу 12% годишње.

3.10.3. Низ чија је почетна сума  $R$

Потребно је одредити садашњу вриједност ( почетна сума  $R$ ) низа уплата  $D$  у току  $n$  временских периода уз сложене камате са каматном стопом  $i$ . Ова ситуација илустрована је на Слици 3.4.



Слика: 3.4. Низ чији је почетни износ  $R$

За рјешење овог проблема примјенићемо принцип еквиваленције и израчунати вриједност уплата  $D$  за почетни тренутак. Сума добивених појединачних износа ће бити једнака траженом износу  $R$ .

Претпоставимо да ће се уплата  $D$  вршити у току од 4 временска периода. Тада ће вриједност прве уплате за почетни тренутак бити  $D p^1$ , друге уплате  $D p^2$  треће  $D p^3$  и четврте  $D p^4$  а тражена сума

$$R = D p^1 + D p^2 + D p^3 + D p^4 =$$

$$= D \frac{1}{(1+i)^1} + D \frac{1}{(1+i)^2} + D \frac{1}{(1+i)^3} + D \frac{1}{(1+i)^4} =$$

$$= D \left\{ \frac{1}{(1+i)^1} + \frac{1}{(1+i)^2} + \frac{1}{(1+i)^3} + \frac{1}{(1+i)^4} \right\} =$$

$$= D \frac{(1+i)^3 + (1+i)^2 + (1+i) + 1}{(1+i)^4} = D \frac{(1+i)^3 i + (1+i)^2 i + (1+i) i + i}{i(1+i)^4} =$$

$$= D \frac{i + 3i^2 + 3i^3 + i^4 + i + 2i^2 + i^3 + i + i^2 + i + 1 - 1}{i(1+i)^4} = D \frac{(1+i)^4 - 1}{i(1+i)^4} \quad (3.10.3.1.)$$

$$R_1 = D \frac{(1+i)^4 - 1}{i(1+i)^4} \quad (3.10.3.2.)$$

Дакле:

На сличан начин би добили

$$R_3 = D \frac{(1+i)^3 - 1}{i(1+i)^3} \quad R_2 = D \frac{(1+i)^2 - 1}{i(1+i)^2}$$

$$R_1 = D \frac{(1+i)^1 - 1}{i(1+i)^1}$$

Те аналогно за  $n$  плаћања

$$R_n = D \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (3.10.3.3.)$$

Примјер - 3.10.3.1.

Ако се на једној машини изврши генерални ремонт, њена производност ће се увећати за 20% што ће дати екстра ток новца од 20 000 динара на крају сваке од наредних 5 година. Ако је интересна стопа  $i = 15\%$  годишње, колико највише можемо уложити да би ту машину ремонтвали?

Решење: Пораст тока новца је 20 000 динара годишње и трајаће 5 година са интересном стопом од 15% годишње. Највише што можемо платити за ремонт те машине износиће:

$$R_5 = \frac{(1+0.15)^5 - 1}{0.15(1+0.15)^5} = 20000 * 3.3522 = 67044 \text{ dinara.}$$

Примјер - 3.10.3.2.

Претпоставите да сте наслиједили 1 000 000 динара које можете подизати по 100 000 динара годишње. Ако је тај новац уложен у банку уз ефективну интересну стопу 6% годишње, колико година ће проћи до потпуне исплате наследства?

Колико ће година проћи до потпуне исплате наследства ако се узме ефективна интересна стопа 8% умјесто 6%?

Решење:

Из једначине (3.10.3.4.) израчунаћемо за  $i=0.06$ ,

$$\frac{R_n}{D} = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = 10 \Rightarrow n = 15.7 \text{ godina}$$

За  $i=0.08$ ,  $n=20.9$  godina.

Напомена: Једначина (3.10.4.) је трансцедентна и решава се приближним методама на примјер интерполацијом.

3.10.4. Периодичне уплате  $D$  за низ чија је почетна сума  $R$

Износ периодичних уплата може се израчунати ако се (3.10.3.4.) ријешити по  $D$ . Тада ће бити

$$D = R_n \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (3.10.4.1.)$$

3.10.5. Зависност између низа  $S$  и низа  $R$

Када су за низ  $S$  и низ  $R$  једнаке каматне стопе и једнак број периода онда међу њима постоји зависност до које се долази елиминасањем вриједности  $D$ .

$$S_n = D \frac{(1+i)^n - 1}{i}; \Rightarrow D = Sn \frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad (3.10.5.1.)$$

$$R_n = D \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad (3.10.5.2.)$$

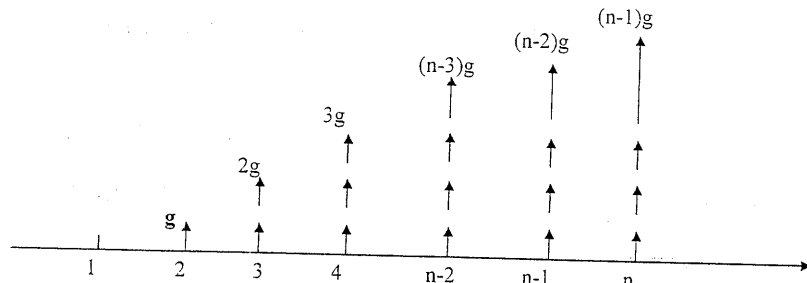
$$R_n = S_n \frac{i}{(1+i)^n - 1} \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}; \Rightarrow R_n = S_n \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$S_n = R_n (1+i)^n \quad (3.10.5.3.)$$

### 3.11. Веза градијента униформног раста са његовом годишњом и садашњом вриједности

Неки проблеми економских анализа обухватају приходе или издатке који су предвиђени да расту или опадају са униформнимизносом по сваком периоду, првећи тако аритметички низ тока новца. Тако на примјер, трошкови одржавања одређене опреме могу да расту релативно константним износом по периоду. Ова ситуација може се представити као што је показано на Слици 3.5.

На Слици 11. Дат је дијаграм низа тока новца са контантним порастом "g" на крају сваког наредног периода. Износ вг познат је као "градијент униформног нраста".



Слика: 3.5. Ток новца са константним градијенто раста

Ток новца са константним градијентом раста може се табеларно приказати како слиједи:

Крај периода	Уплата (Исплата)
1	0
2	g
3	2g
.	.
.	.
n-1	(n-2)g
n-2	(n-1)g

### 3.11.1. Проналажење будуће вриједности тока новца са униформним градијентом

Будућа вриједност S (Низ чија је крајња вриједнос S), аритметичког низа са градијентом раста g приказаног на Слици 3.6. ће бити:

$$\begin{aligned} S &= g \left[ \frac{(1+i)^{n-1} - 1}{i} + \frac{(1+i)^{n-2} - 1}{i} + \dots + \frac{(1+i)^2 - 1}{i} + \frac{(1+i)^1 - 1}{i} \right] = \\ &= \frac{g}{i} \left[ (1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + (1+i)^2 + (1+i)^1 + 1 \right] - \frac{ng}{i} = \\ &= \frac{g}{i} \left[ \sum_{k=0}^{n-1} (1+i)^k \right] - \frac{ng}{i} \end{aligned} \quad (3.11.1.1.)$$

### 3.11.2. Проналажење униформних плаћања D

Колике би биле униформне годишње уплате одредићемо користећи везу између низа S и низа D (Образац 3.10.5.1.) и једначине (3.10.5.2.) како слиједи:

$$\begin{aligned} D &= S_n \frac{i}{(1+i)^n - 1} = \left\{ \frac{g}{i} \left[ \sum_{k=0}^{n-1} (1+i)^k \right] - \frac{ng}{i} \right\} \frac{1}{(1+i)^n - 1} = \left\{ \frac{g}{i} \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] - \frac{ng}{i} \right\} \frac{1}{(1+i)^n - 1} = \\ &= g \left[ \frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right] \end{aligned} \quad (3.11.2.1.)$$

Израз у средњој загради у једначини (3.11.2.1.) назива се *фактор конверзије градијента у униформан низ плаћања*. Нумеричке вриједности овога фактора дате су у Прилогу А-2.

### 3.11.3. Проналажење садашње вриједности тока новца са униформним градијентом

За проналажење садашње вриједности тока новца са униформним градијентом искористићемо једначине: (3.10.5.2.) и (3.11.2.1.). Тако имамо:

$$R_n = D \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = g \left[ \frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right] \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = g \left\{ \frac{1}{i} \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] - \frac{n}{(1+i)^n} \right\} \quad (3.11.3.1.)$$

Фактор у великој загради у једначини (3.11.3.1.) *фактор конверзије градијента у садашњу вриједност*, а нумеричке вриједност овога фактора дате су у Прилогу А-2.

#### Примјер - 3.11.3.1.

Као примјер непосредне примјене фактора конверзије градијента, претпоставимо да се за одређени ток новца очекује да ће плаћање на крају друге године бити 10 000 динара, на крају треће 20 000 динара и на крају четврте 30 000 динара и да је интересна стопа 15%. Треба одредити садашњу вриједност на почетку прве године и одговарајућу вриједност годишњих плаћања униформног низа.

Решење: Из формулације проблема види се да одговара низу аритметичког градијента за који је  $g=10\ 000$ ,  $n=4$  те  $i=15\%$ .  
Садашња вриједност ће бити:

$$R_4 = g \left\{ \frac{1}{i} \left[ \frac{(1+0.15)^4 - 1}{0.15(1+0.15)^4} - \frac{4}{(1+0.15)^4} \right] \right\} = 10\ 000 * 3,79 = 37\ 900 \text{ dinara.}$$

Низ униформних уплата може се израчунати из (3.11.2.1.) како слиједи

$$D = g \left[ \frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right] = 10\ 000 * 1.3263 = 13\ 263 \text{ dinara}$$

Наравно када је позната садашња вриједност могли смо низ годишњих уплат одредити из једначине (3.10.5.) како слиједи

$$D = R \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = 37\ 900 * 0.3503 = 13\ 267 \text{ dinara.}$$

До разлике је дошло зато што су фактори дати са различитим бројем децималних мјеста.

#### 4. АМОРТИЗАЦИЈА И ИСЦРПЉИВАЊЕ РЕСУРСА

У овом поглављу описане су методе амортизације које се примјењују у инжењерско економским анализама датим у Поглављу 5. Такође је описано како се, у инжењерско економским анализама, обухвата умањивање ресурса.

##### 4.1. Суштина амортизације

У току рада опрема се троши и губи од својства које је имала док је била нова. Тако се на старијој опреми, која је дуже у употреби, не може произвести иста количина и исти квалитет производа као када је она била нова. Због тога опреми опада вриједност, а опадање вриједности током времена зове се амортизација.

Амортизација је појам коме се у инжењерско-економским анализама посвећује велика пажња. Опадање вриједности је појава коју је лако учити, али су пратећи проблеми врло сложени, а егзактно одређивање колико је опрема, до одређеног тренутка, изгубила од своје провобитне вриједности чак и немогуће све дотле док се потпуно не истроши. Појам амортизације био је познат чак и прије наше ере (вијек неких зидова у Кини се процењивао на 80 година) али се у инжењерској економији о том почело говорити тек у почетку 19. вијека.

Пошто је амортизација дефинисана као опадање вриједности то је неопходно да се дефинише појам вриједности.

##### 4.2. Вриједност

Постоји више дефиниција вриједности. У комерцијалном смислу вриједност дате опреме представља сума новца која власнику опреме остаје на располагању а стечена је на датој опреми. Суму новца која ће се стећи на датој опреми у будућности тешко је одредити па је стога овако дефинисана вриједност неприкладна за практичне сврхе.

Много чешће се као мјера вриједности примјењује **тржишна вриједност**. Ту вриједност представља сума новца коју купац жели да плати продавцу (наравно под условом да нема принуде ни за куповину ни за продају). Купац при том купује опрему по тржишној цијени зато што очекује да ће као власник зарадити на опреми више него што је за њу платио. Продавац је продаје зато што мисли да ће продајом добити више него што на датој опреми може зарадити. Ова вриједност може се утврдити изношењем опреме на тржиште.

Употребу вриједност је вриједност коју опрема има за одређеног корисника као радна јединица. За различите власнике опрема има различиту употребну вриједност, зависно од тога како је може употребити. Употребна вриједност

је сродна дефиницији вриједности у комерцијалном смислу и тешко се може одредити.

**Књиговодствена вриједност** је вриједност која је по књиговодству неотписана. Овако дефинисана вриједност за инжењерско-економске анализе има мало значаја.

**Преостала ( препродајна) вриједност** представља износ новца који се може добити препродајом "из друге руке". На преосталу вриједност утичу разни фактори на примјер: комерцијалне потребе за датом опремом, локација, трошкови демонтаже итд.

Промјена власника обично неће повећати преосталу вриједност опреме. Локација опреме утиче на заосталу вриједност нарочито ако се мора премјештати да би била употребљена јер свако премјештање са собом доноси и одређене издатке ( на примјер трошкове транспорта). За већину пројеката, обухватање у рачун преостале вриједности је врло лако, али се потешкоће јављају код пројеката чија је преостала вриједност, позитивна или негативна, врло велика. У таквим случајевима преостала вриједност је неизвесна. Примјер позитивне преостале вриједности увијек представља вриједност земљишта и вриједност угледа у јавности. Примјер негативне преостале вриједности представљају трошкови рекламација који настају након престанка рада пројекта.

Вриједност отпадака је важна једино у случају када се опрема може продати само у отпаду. Вриједност отпатка може бити једнака нули у случају када су трошкови уклањања опреме велики и достижу цијену која се може постићи продајом у отпаду.

#### Примјер - 4.2.1.

Предпоставимо да преостала вриједност неке машине која је плаћена 10 000 динара износи 20% те цијене након 5 година, а 10% исте цијене након 10 година. Ако је интересна стопа 7%, израчунати и упоредити садашњу вриједност наведених преосталих вриједности.

Решење;

$$SV_{PV5} = 0.2 * 10000 \frac{1}{(1+i)^5} = 2000 * 0.713 = 1426 \text{ din.}$$

$$SV_{PV10} = 0.1 * 10000 \frac{1}{(1+i)^{10}} = 1000 * 0.5083 = 508.3 \text{ din.}$$

Разлика је скоро трострука иако је већи износ мањи од 15% од цијене опреме. Ово указује на чињеницу да ако је вијек опреме дуг више је садашња вриједност преостале вриједности релативно мала.

### 4.3. Начин и сврха амортизовања

Сврха амортизовања јесте:

1. Да би се прибавио капитал који је био инвестиран ( уложен) при куповини опреме и на тај начин обезбиједила репродукција.
2. Да би се на неки начин производи теретили трошковима који произилазе из употребе и трошења опреме.

Ово је сврха амортизовања у нашем систему привређивања у којем се амортизација не може сматрати трошком јер је то новац који предузећу стоји на располагању за куповину нове опреме. Поред тога у нашем систему привређивања за амортизацију нису везани никакви издаци, доприноси или порези.

#### Примјер - 4.3.1.

Као хоби у својој кући један човјек инвестирао је у куповину машине за израду украсних значки у износу од 22 500 динара. Он је утврдио да властитим радом на машини може да произведе, свако послје подне, по 1000 комада значки. Радећи 150 поподнева годишње он може направити 150 000 значака годишње. Значке може да продаје по 375 динара за 1000 значки. Материјал и енергија за 1000 значки коштаће га 150 динара.

У току прве године продао је 150 000 комада значки и израчунао свој профит од 225 динара за 1000 значки, што укупно износи 33 750 динара. Овако је наставио и следеће двије године, па се машина на крају покварила и није радила на задовољавајући начин. Да би наставио са овим послом он је морао купити нову машину. У току претходне три године, вјерујући да је његов стварни профит 33 750 динара годишње, сав новац потрошио је у друге сврхе. Одједном је схватио да више нема оних својих 22 500 динара, да му се машина покварила и да више нема новца да купи нову машину.

Какву грешку је, у своме резонувању и рачуници, овај човјек направио?

Анализа ове ситуације показује да наведени човјек није у обзир узео амортизацију машине и није издвајао новац да би повратио уложени капитал. Машина која је вриједила 22 500 динара за три године је изгубила вриједност јер се истрошила. За разлику од трошкова материјала и енергије овај трошак плаћен је унапријед. Суштина је у томе да се амортизација мора третирати као капитал који покрива ове трошкове и мора да буде враћен. Ако се при томе направи грешка она ће увијек резултирати као губитак капитала.

Пошто капитал мора да се одржи, потребно је да се производи терете амортизацијом без обзира на то шта се производи. Тако се може закључити да је производња 450 000 значки потрошила машину. Тако можемо рећи да је производња 1000 значки умањила вриједност машине за  $22\ 500 / 450 = 50$  динара и мора се узети у обзир као трошак амортизације за израду 1000 значки. Када се знају стварни трошкови онда се може израчунати стварни

профит, који ће износити за 150 000 значки по  $(375 - 150 - 50) = 175$  динара за 1000 значки = 26 250 динара годишње, односно 78 750 динара за три године.

На крају треће године овај човјек би кроз издвојену амортизацију задржао инвестирани капитал од  $(150 * 50 * 3) = 22 500$  динара.

Његова грешка била је у томе што у обзир није узео амортизацију машине.

#### 4.3.1. Предмети амортизовања

Предмет амортизовања може да буде сва имовина укључена у посао ради стицања прихода. Много разних врста имовине може се амортизовати, као на примјер: машине, зграде, возила, патенти, ауторска права, намјештај и разна опрема.

Амортизациона имовина може се класифицирати као материјална (додирљива) и нематеријална (недодирљива). Као материјална имовина узима се опрема која се може видјети или додирнути, а као нематеријална ауторско право или франшиза који нису додирљиви. Надаље амортизациона имовина може се класифицирати као покретна и непокретна, гдје се у покретну убраја имовина која се може транспортовати, а у непокретну имовина земљиште и све што је везано за или расте из земљишта. Земљиште се никада не амортизује (јер му вриједност у главном расте).

Постоји више начина амортизовања који се данас у свијету употребљавају. У систему привређивања већине земаља начин амортизовања утиче на висину и начин плаћања пореза па се стога начину амортизовања код тих земаља придаје велики значај.

#### 4.3.1. Метод линеарног амортизовања

Код овога начина амортизовања усваја се да је умањење вриједности пропорционално вијеку трајања опреме. Тако ако узмемо да су:

- N** - вијек опреме у годинама
- C** - цијена опреме [дин]
- d** - годишњи износ амортизације [дин]
- C<sub>t</sub>** - књиговодствена вриједност опреме након t година
- C<sub>n</sub>** - вриједност опреме на крају вијека трајања (вриједност отпадака умањена за трошкове уклањања или преостала вриједност) и
- D<sub>t</sub>** - амортизација за t година,

онда је годишњи износ амортизације:

$$d = \frac{C - C_n}{N} \text{ [дин]} \quad (4.3.1.1.)$$

амортизација за t година

$$D_t = \frac{t(C - C_n)}{N} \text{ [дин.]} \quad (4.3.1.2.)$$

књиговодствена вриједност након t година

$$C_t = C - \frac{t(C - C_n)}{N} \text{ [дин.]} \quad (4.3.1.3.)$$

#### Примјер - 4.3.1.1

Ако је  $C = 120000$  дин.,  $N = 10$  година и  $C_{10} = 20000$  дин., треба одредити амортизацију и књиговодствену вриједност за 6 година.

$$d = \frac{C - C_n}{N} \text{ дин} = \frac{120000 - 20000}{10} = 10000 \text{ [дин]}$$

$$D_6 = \frac{t(C - C_n)}{N} = 6 \cdot \frac{(120000 - 20000)}{10} = 60000 \text{ [дин]}$$

$$C_6 = C - \frac{t(C - C_n)}{N} = 120000 - \frac{6(120000 - 20000)}{10} = 120000 - 60000 = 60000 \text{ [дин]}$$

#### 4.3.2. Метод константног процента

Код овог метода усвојено је да су годишњи износи амортизације фиксан постотак од књиговодствене вриједности на почетку године.

Тако је: амортизација за прву годину:

$$d_1 = C \cdot k \quad (4.3.2.1.)$$

амортизација за t-ту годину

$$d_t = C_{t-1} \cdot k; \quad C_t = C - C \cdot k = C(1-k) \quad (4.3.2.2.)$$

$$d_2 = C_1 \cdot k = C(1-k) \cdot k; \quad C_2 = (1-k) \cdot C(1-k) \cdot k = C(1-k)^2 \cdot k$$

књиговодствена вриједност за вијек N година

$$C_n = C(1-k)^N \quad (4.3.2.3.)$$

књиговодствена вриједност за вијек t година:

$$C_t = C(1-k)^t$$

а константна стопа амортизације

$$k = 1 - \sqrt[t]{\frac{C_t}{C}} = 1 - \sqrt[t]{\frac{C_n}{C}} \quad (4.3.2.4.)$$

Предност овог начина што је једноставан за употребу док су му недостаци што је годишња амортизација реазличита за све године и што заостала вриједност не може бити једнака нули.

#### Примјер - 4.3.2.1.

Одредити амортизацију и књиговодствену вриједност на крају шесте године ако је за опрему плаћено 120000 ШдинГ. и њена заостала вриједност након вијека  $X = 10$  година  $C_{10} = 20000$  [дин].

$$k = 1 - \frac{20000}{120000} = 0,1641 \text{ [din]}$$

$$C_6 = 120000 (1 - 0,1641)^6 = 40940 \text{ [дин]}$$

На овом примјеру може се уочити разлика праволиниског и метода константног процента.

#### 4.3.3. Метод суме броја година (SYD)

Код овог метода поступак је следећи : Бројеви година у току вијека упише се обрнутим редом а затим се фактор амортизације за сваку годину одређује тако што се број из обрнутог реда дијели са сумом бројева година . Годишњи износ амортизације добије се ако се разлика  $(C - C_H)$  помножи са фактором амортизације за одређену годину. На примјер за опрему чији је вијек трајања пет година, факторе амортизације за поједине године рачуна се на следећи начин:

Година	Обрнуто писан број год	SYD Фактор амортизације
1	5	5 / 15
2	4	4 / 15
3	3	3 / 15
4	2	2 / 15
5	1	1 / 15

$$\sum = 15$$

фактор амортизације се може израчунати и према:

$$k_t = \frac{2(H-t+1)}{H(H+1)} \quad (4.3.3.1)$$

$$d_t = (C - C_H)k_t = (C - C_H) \frac{2(H-t+1)}{H(H+1)} \quad (4.3.2.2)$$

а годишњи износ амортизације

$$d_t = (C - C_H) \frac{2(H-t+1)}{H(H+1)} \text{ [дин]} \quad (4.3.2.3)$$

#### Примјер - 4.3.2.1.

Одредити амортизацију и књиговодствену вриједност на крају шесте године за опрему чија је цијена 120000 дин. и има вијек трајања  $H = 10$  год. а преосталу вриједност на крају вијека 20000 дин.

Фактор амортизације (SYD) за 6-ту годину

$$k_6 = \frac{2(H-t+1)}{H(H+1)} = \frac{2(10-6+1)}{10(10+1)} = \frac{10}{110} = \frac{1}{11}$$

$$d_6 = (120000 - 20000) \frac{1}{11} = 9090 \text{ [дин]}$$

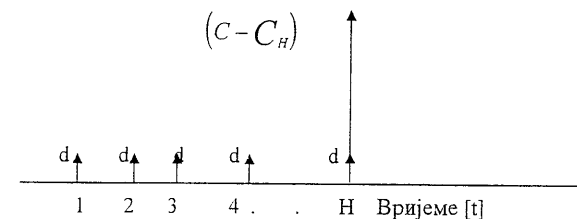
$$C_t = C - (C - C_H) (k_1 + k_2 + \dots + k_t) =$$

$$= 120000 - (120000 - 20000) \frac{45}{55} = 38190 \text{ [дин]}$$

#### 4.3.4. Метод уложеног фонда

Овдје се сматра да је фонд амортизације основан ради замјене опреме. Укупна амортизација накупљена током вијека опрема треба да буде једнака разлици  $(C - C_H)$  те ће се на тај начин униформним низом плаћања сачувати инвестирани капитал. Ток новца прикупљеног издвајањем амортизације видљив приказан је на Слици 4.1.

Тако, ако је позната цијена (уложени фонд) вијек трајања, вриједност отпадка и интересна стопа може се израчунати годишњи износ амортизације:



Слика: 4.1. Ток новца код амортизовања методом уложеног фонда

$$d = (C - C_H) \frac{i}{(1+i)^H - 1} \quad (4.3.4.1)$$

Књиговодствена вриједност и амортизација за  $t$  година ће бити

$$D_t = d \frac{(1+i)^t - 1}{i} = (C - C_H) \frac{i}{(1+i)^H - 1} \frac{(1+i)^t - 1}{i} = (C - C_H) \frac{(1+i)^t - 1}{(1+i)^H - 1} \quad (4.3.4.2)$$

$$C_t = C - D_t = C - (C - C_H) \frac{(1+i)^t - 1}{(1+i)^H - 1} = C - (C - C_H) \frac{(1+i)^t - 1}{(1+i)^H - 1} \quad (4.3.4.3)$$

**Примјер - 4.3.4.1.**

Примјеном метода уложеног фонда одредити годишњу амортизацију и књиговодствену вриједност на крају шесте године за средство које је коштало 120000 [дин.], чији је вијек  $N = 10$  година и вриједност отпадака 20000 [дин.]. Интерес - каматна стопа за сваки депозит (улагања амортизације) је 3% годишње.

$$d = (C - C_N) \frac{i}{(1+i)^N - 1} = 100000 \cdot 0,08723 = 8723 \text{ [дин]}$$

$$C_6 = 120000 - (120000 - 20000) \frac{0,08723}{0,1546} = 63600 \text{ [дин]}$$

За овај метод важно је напоменути да узима у обзир могућност улагања новца који потиче од амортизације.

У нашем систему привређивања није прописано којим начином амортизације треба издавајати новац за амортизацију него је прописан минимални износ који се мора издвојити а предузеће може, ако сматра да је то за његове пословне изгледе у будућности добро, издвајати више и на тај начин опрему амортизовати у краћем временском периоду.

У систему привређивања већине развијених земаља политика амортизовања може значајно да утиче на ток новца, и то због утицаја који она има на порез.

Нека је на примјер набављена машина за 100000 [дин.]. Ако се та машина амортизује методом линеарног амортизовања у току 9 година и има преосталу вриједност од 10000 динара на крају 9-те године, порез предузећа ће бити смањен за 5200 дин. (10000 · 0,52 под претпоставком да је порез на добит=52%) у свакој од ових девет година зато што се на амортизацију не плаћа порез. Чињеница да предузеће плаћа 5200 дин. мање пореза сваке године то му аутоматски исти тај износ готовог новца остаје на располагању за куповину нове опреме и отварање нових радних мјеста. Укупно умањење пореза биће  $9 \cdot 5200 = 46800$  [дин.].

Година	Амортизација	Додатни ток новца
1	90000 · 9/45	90000 · 9/45 · 0,52 = 9360
2	90000 · 8/45	90000 · 8/45 · 0,52 = 8320
3	90000 · 7/45	90000 · 7/45 · 0,52 = 7280
4	90000 · 6/45	90000 · 6/45 · 0,52 = 6240
5	90000 · 5/45	90000 · 5/45 · 0,52 = 5210
6	90000 · 4/45	90000 · 4/45 · 0,52 = 4160
7	90000 · 3/45	90000 · 3/45 · 0,52 = 3110
8	90000 · 2/45	90000 · 2/45 · 0,52 = 1080
9	90000 · 1/45	90000 · 1/45 · 0,52 = 1040

$$\Sigma = 46800 \text{ [дин.]}$$

Иста та машина када се амортизује по SYD методу (метод суме броја година) даје додатни ток новца по годинама како је дато у претходној табели.

Види се да је укупан ток новца исти за обадвије методе, међутим SYD метода чини овај новац раније расположивим за предузеће и омогућује да се почетне инвестиције брже поврате. Осим тога ако се израчуна садашња вриједност тока новца за оба случаја амортизовања видјећемо да је садашња вриједност за случај линеарног амортизовања за  $i = 0,06$ :

$$K_{lin} = 5200 \cdot \frac{(1+i)^9 - 1}{i(1+i)^9} = 35370 \text{ [дин.]},$$

а за случај амортизовања по SYD методи:

$$K_{SYD} = 9360 \cdot \frac{1}{1+i} + 8320 + \frac{1}{(1+i)^2} + 7280 \frac{1}{(1+i)^3} + \\ + 6240 \frac{1}{(1+i)^4} + 5210 \frac{1}{(1+i)^5} + 4160 \frac{1}{(1+i)^6} + 3110 \frac{1}{(1+i)^7} + \\ + 2080 \frac{1}{(1+i)^8} + 1040 \frac{1}{(1+i)^9} = 38100 \text{ [дин]}$$

Дакле амортизовање по SYD методи даје  $(38100 - 35370) = 2730$  [дин.] већу садашњу вриједност тока новца, што је свакако предност.

**4.3.5. Обрачун збирне амортизације**

До сада је разматрана амортизација појединачних јединица имовине (опреме), такозвана јединична амортизација. Врло често, из рачуноводствених разлога, појединачни обрачун, једнаких ставки или различитих ставки, имовине може се посматрати као група са становишта амортизације. Процедура групног амортизовања може да има одређене предности.

Ма да просјечан вијек трајања групе имовине може бити познат и износити  $n$  година, дешаваће се да ће неке јединице трајати мање, а неке више од  $n$  година. Ако се узме да је за неку јединицу вијек амортизовања  $n$  година, а она постане неупотребљива за мање од  $n$  година уз преосталу вриједност која је мања од књиговодствене вриједности, доћи ће до губитка капитала.

С друге стране, ако се јединица имовине употребљава више од  $n$  година и тада прода по било којој цијени реализоваће се повећање капитала. У свијету је уобичајена пракса, у сврху плаћања пореза, да се за амортизовање грађевина, структурних система и опреме са високом вриједности користи појединачни а код остале опште опреме групни метод обрачуна амортизације. У наредним поглављима примјењиваће се појединачни начин обрачуна амортизације ради једноставности и расвјетљавања ефеката пореза и доприноса на евентуалне губитке или повећања капитала.

**4.3.6. Испорљивање (Depletion)**

Када се за производњу или услуге користе природни ресурси, појам испорљивања користи се да укаже на појаву умањења вриједности ресурса због испорљивања. Овај термин најчешће се примјењује у вези са рударством, изворима нафте и гаса, шумским резервама и слично. У сваком минералном лежишту постоји само



ограничена количина ресурса, као што су руда, нафта, гас, дрво и слично, чије се резерве трошењем умањују па се зато и вриједност те имовине умањује.

Међутим, постоји разлика у методу обухватања исцрпљивања и амортизације. У случају амортизације, примијењена имовина може се, након потпуног амортизовања, замијенити сличном имовином. У случају природних ресурса ова замјена најчешће није могућа. Кад је руда из рудника једном извађена, њена замјена више није могућа.

Тако се у производњи или услугама, гдје се врши амортизација, практикује одржавање капитала, и новац издвојен за амортизацију реинвестира у нову опрему тако да се посао може, ако за то постоје други услови, неограничено продужавати.

С друге стране, у случају рудника или неке друге индустрије минерала, износ новца издвојен ради умањивања не може се употријебити за замјену потрошених ресурса, па предузеће које се овим послом бави, мало по мало напушта тај посао. Оваква предузећа обично, власнику природног ресурса, плаћају сваке године одређени износ за покривање умањења тога ресурса. Тако се, годишње плаћање власнику састоји од два дијела: зарађени профит и дио власничког капитала који је враћен због умањивања. У оваквом случају, ако је природни ресурс потпуно потрошен, предузеће престаје са радом, а власник акција или дионица имаће акције које су теоријски безвриједне али ће имати враћен целокупан инвестирани капитал. У стварном пословању са природним ресурсима, фонд за исцрпљивање може се употријебити за стицање нове имовине, као што је нови рудник, и тако постићи континуитет предузећа.

Постоје два метода за обрачун исцрпљивања:

-метод трошкова и

-метод процента.

Метод трошкова је широко раширен и примјењује се код свих субјеката исцрпљивања.

У методу трошкова јединица умањивања одређује се дијелењем укупних трошкова који су резултат куповине имовине, исказаних у новчаним јединицама, са укупном количином резерви које се исцрпљују, исказаних у натуралним јединицама мјере. Годишњи фонд умањивања за дату годину рачуна се као производ продатих јединица исказаних у натуралним јединицама мјере и јединице исцрпљивања исказане у новчаним јединицама по натуралној јединици мјере.

У пракси се, фонд исцрпљивања може одредити као проценат годишњег прихода у складу са државним регулативама. Фонд за умањивање код рудника и других природних резерви, укључујући геотермалне резерве, може се рачунати као проценат укупног прихода, тако да укупно издвајање не буде веће од 50% од нето прихода прије обрачуна фонда за умањивање. Овај метод не примјењује се на резерве шуме (резерве шуме могу се уз улагање капитала обновити).

#### **Примјер - 4.3.6.1.**

Предузеће је купило земљиште са рудом цинка у јануару 1996 године за 12 000 000 динара. Резерве које се могу исцрпити процијењене су на 500 000 тона.

а) Ако је у току те године извађено 75 000 тона, а продато 50 000 тона руде, колики је фонд умањивања за 1996. годину?

б) Претпоставимо да су резерве на крају 1996. године ревалоризоване и утврђено да је остало још само 400 000 тона. Ако је у току 1997. године продато додатних 50000 тона, колики је фонд за умањивање за 1997. Годину?

Решење:

- а) Јединица умањивања је  $12\ 000\ 000 / 500\ 000 = 14$  дин/тона. Фонд умањивања, базиран на јединици продаје, за 1996. годину је  $50\ 000$  тона пута  $14$  дин/тони  $= 700\ 000$  динара.
- б) Основа за обрачун у 1997-ој години је  $12\ 000\ 000$  дин -  $700\ 000$  дин  $= 11\ 300\ 000$  динара. Јединица умањивања ће бити  $11\ 300\ 000$  дин /  $400\ 000$  тона  $= 28.25$  дин/тона, а фонд умањивања  $28.25$  пута  $50\ 000 = 1\ 412\ 500$  динара.