

**UNIVERSITETI I MITROVICËS “ISA BOLETINI”**

**FAKULTETI I GJEOSHKENCAVE**

**DEPARTAMENTI I XEHETARISË**



**PUNIM DIPLOME**

Albert HYSENI

**Mitrovicë, 2020**

**UNIVERSITETI I MITROVICËS “ISA BOLETINI”**

**FAKULTETI I GJEOSHKENCAVE**

**DEPARTAMENTI I XEHETARISË**



**PUNIM MASTER**

**OPTIMIZIMI I PARAMETRAVE TË PRERJES DHE FETËS TË  
EKSKAVATORIT ME ROTOR**

**Albert HYSANI**

**Mentori: Prof. Asoc. Dr. Rushit HALITI**

**Mitrovicë, 2020**

**UNIVERSITY OF MITROVICA “ISA BOLETINI”**

**FACULTY OF GEOSCIENCES**

**MINING ENGINEERING**



**Albert HYSENI**

**OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF CUTTING AND SLICE OF  
THE ROTOR EXCAVATOR**

**MASTER THESIS**

Supervisor: Prof. Asoc. Dr. Rushit HALITI

**Mitrovica, 2020**

## ABSTRAKTI

Gërmimi mekanik i mbulesës (sterilit) dhe mineralit të dobishëm në kariera sipërfaqësore paraqet procesin më të rëndësishëm dhe më të ndërlikuar në teknologjinë e shfrytëzimit nga sipërfaqja dhe nga mënyra e organizimi të tij, në masë të madhe varet kapaciteti i makinave të angazhuara në transport dhe stivim, si dhe kapaciteti i shfrytëzimit dhe shpenzimet e nxjerrjes së mineralit (xeherorit). Shpenzimet shfrytëzuese të gërmimit të drejtpërdrejt përbëjnë një përqindje relativisht të lartë të shpenzimeve të përgjithshme të shfrytëzimit e njëjta gjë vlen edhe në procesin e angazhimit të fuqisë punëtore në sistemin e gërmimit, prandaj gërmimi në masë të dukshme parapërcakton efektivitetin, ekonomikitetin dhe produktivitetin e karrierës sipërfaqësore.

Ekskavatorët me punë kontinale – me rotor të cilët përdoren për realizimin e procesit të gërmimit të shkëmbinjve shterpë dhe mineraleve të dobishme, janë njëra nga pajisjet minerare që përdoren në minierat sipërfaqësore, të cilët përbejnë hallkën më kryesore në sistemin e shfrytëzimit në mënyrë kontinuale: **ETS (Ekskavator + Transportier + Stivformues)**.

Në teknologjinë e shfrytëzimit të vendburimeve në mënyrë nga sipërfaqja është e nevojshme shpeshherë të merren një numër i madh vendimesh tipash të ndryshme. Nga praktika minerare është e ditur që investimet në pajisje minerare të gërmim - transportit kërkojnë shuma të mëdha të mjeteve financiare, prandaj kërkohet analiza e hollësishme për vlerësimin dhe zgjedhjen e drejt pajisjeve të gërmimit për të justifikuar investimet bazuar në kritere të ndryshme. Me qëllim të vlerësimit sa më të mirë të makinerisë gërmuese në dispozicion, në këtë punim masteri do të përdoret metodologjia e optimizimit të parametrave teknologjik të punës gjatë përdorimit të ekskavatorit me rotor në procesin e gërmimit, duke u mbështetur në metodën polikriterëshe të vlerësimit dhe përzgjedhjes së parametrave optimal të fetës dhe prerjes. Për të arritur këtë qëllim është e nevojshme të definohet modeli matematik i atillë që bënë të mundur që në mënyrë të lehtë të arrihet tek zgjidhja optimale.

Ka një mori kriteresh të cilat është e nevojshme të përfshihen në procesin e zgjedhjes së parametrave të prerjes dhe fetës të ekskavatorit me rotor tregon faktin që kemi të bëjmë me problem të vendimmarrjes polikriterësh. Në metodën e optimizimit polikriterësh zgjidhja e optimale kërkohet duke kërkuar alternativën më të mirë nga bashkësia e alternativave të mundshme dhe në këtë mënyrë mund të përftohen rezultate të besueshme në konditat reale të shfrytëzimit.

Qëllimi i këtij punimi është të jepet definicioni i modelit të vendimmarrjes i cili nënkupton identifikimin, përkufizimin e problemit, analizën e alternativave dhe zgjedhjen e alternativës më të mirë lidhur me problemin e parashtruar. Problemi i vendim marrjes multikriterëshe zgjidhet duke përkufizuar matricën e vendimmarrjes lidhur me alternativat e mundshme dhe kriteret e përzgjedhura të vendimmarrjes.

**Fjalët kyçe:** Shfrytëzimi në Sipërfaqe, Gjeometria e Gërmimit, Ekskavatorët me Rotor, Optimizimi i Parametrave të Prerjes dhe Fetës, Vendimmarrja Polikriterëshe, Matrica e Vendimmarrjes.

## Përmbajta

ABSTRAKTI.....	3
KAPITULLI I.....	6
1. HYRJE .....	6
1.1 Formulimi i problemit .....	6
1.2 Qëllimi dhe objektivat e hulumtimit .....	7
1.3 Hipotezat .....	9
1.4 Metodat e përdorura në studim.....	9
1.5 Organizimi i tezës master.....	10
KAPITULLI II.....	12
2. BAZAT E PROCESIT PUNUES TË EKSKAVATORIT ME ROTOR.....	12
2.1 Karakteristikat konstruktive të ekskavatorit me rotor.....	12
2.2 Karakteristikat gjeometrike të ekskavatorëve me rotor .....	17
2.3 Kinematika e ekskavimit me ekskavator me rotor .....	21
2.4 Elementet e fetës dhe elementet e prerjes .....	32
2.3 Përmasat optimale të fetës.....	36
KAPITULLI III .....	42
3. PARIMET BAZË TË GËRMIMIT TË MATERIALIT ME RROTEN PUNUESE TË EKSKAVATORIT ME ROTOR.....	42
3.1 Karakteristikat e procesit dhe parametrat e gërmimit .....	42
3.2 Rezistencat specifike në prerje të ekskavatorit me rotor dhe analiza e tyre.....	47
3.3 Procesi i punës, përcaktimi i forcave dhe fuqisë në organet punuese te ekskavatorëve me rotor.....	51
3.4 Kapaciteti i ekskavatorit me rotor.....	53
3.4.1 Kapaciteti teorik ( $Q_0$ ).....	54
3.4.2 Kapaciteti teknik.....	54
3.4.3 Kapaciteti shfrytëzues.....	58
KAPITULLI IV .....	60
4. METODAT E VENDIMMARRJES SHUMËKRITERËSHE (MCDM).....	60

4.1	Koncepti i vendimmarrjes shumëkriterëshe .....	60
4.2.	Karakteristikat e vendimmarrjes shumëkriterëshe .....	63
4.3	Hapat kryesorë të metodave MCDM .....	65
4.4	Metoda e Procesit të hierarkisë analitike (AHP) .....	66
4.5	Bazat matematikore të metodës AHP .....	69
KAPITULLI V.....		71
5.	DEMONSTRIMI I METODES AHP NË OPTIMIZIMIN E PARAMETRAVE TË PRERJES PËR EKSKAVATORIN ME ROTOR SRs – 1300.24/5 .....	71
5.1	Metodologjia e optimizimit të parametrave të prerjes të ekskavatorit me rotor....	71
5.2	Parametrat teknologjik bazë të ekskavatorit SRs- 1300.24/5.....	72
5.3.	Optimizimi i parametrave të prerjes të ekskavatorit me rotor SRs – 1300. 24 /5 .....	76
5.4	Renditja e varianteve.....	81
KAPITULLI VI .....		83
6.	PËRFUNDIME DHE REKOMANDIME.....	83
REFERENCAT.....		86

# KAPITULLI I

## 1. HYRJE

### 1.1 Formulimi i problemit

Shfrytëzimi nga sipërfaqja i mineraleve të dobishme, ndonëse është e njohur si veprimtari minerare qysh nga kohët e lashta, zbatim të gjerë ka gjetur vetëm në shekullin e XX, veçanërisht me zbulimin dhe përsosjen e ekskavatorëve me rotor. Prodhimi masiv i ekskavatorëve me rotor ka filluar në vitet e tridhjeta, kurse zbatimin më të gjerë në vitet e gjashtëdhjeta të shekullit të kaluar. Në saje të kapaciteteve prodhuese të mëdha dhe shkallës së lart të veprimit të dobishëm, ekskavatorët me rotor kanë gjetur zbatimin më të madh në pellgjet minerare të mëdha të qymyrit në të gjithë Evropën dhe në botë. Kështu ekskavatorët me rotor janë përsosur dhe përshtatur me kushtet e ndryshme të mjedisit punues. Në Kosovë ekskavatorët me rotor kanë gjetur zbatim në pellgun qymyrbajtës të Kosovës dhe përgjithësisht kanë treguar rezultatet të mira. Praktika minerare e teknologjisë së shfrytëzimit në karrierat e hapura në pellgu qymyrbajtës të Kosovës ka treguar se problem i veçantë në gërmimin e formacioneve shkëmbore paraqet mosharmonizimi i elementeve konstruktimore të ekskavatorit me karakteristikat mekanike e teknologjike të mjedisit punues. Po ashtu prania e ndërfaqëve mergelore në shtresën e qymyrit e rritë konsumin e dhëmbëve prerës të organit punues dhe ulë cilësinë e qymyrit por qon dhe në zvogëlim e kapacitetit gërmues të ekskavatorit. Ky fenomen shfaqet për shkak të kompleksitetit të strukturës gjeologjike të formacioneve të mbulesës apo qymyrit dhe përcaktimit jo të sakte të karakteristikave të përmendura. Prandaj lind pyetja si mund të zgjidhet ky problem? Ky fenomen mund zbutet duke përmirësuar elementet konstruktimore: (*fuqia ngasëse e rotorit, forma e kovave, forma, përmasat dhe renditja e dhëmbëve në kova dhe këndi i prerjes*) dhe teknologjikë (përmasat e bllokut, prerjes apo nën shkallës dhe fetës) si dhe duke aplikuar metodat e vendimmarrjes polikriterëshe.

Vendimmarrja polikriterëshe (ang. Multi Criteria Decision Making OSE shkurt MCDM) e cila do të trajtohet në këtë punim masteri përfaqëson një fushë shkencore e cila ka gjetur përdorim të gjerë në të gjitha lëmit shkencore. Kjo metodë merr parasysh kërkesat e ndryshme teknologjike dhe vlerat e ndryshme të parametrave teknologjikë për marrjen e

një vendimi të drejtë lidhur me zgjidhjen kompromise të një problemi të caktuar dhe identifikimin e alternativës së duhur e cila do të maksimizoj të gjitha kriteret e parashtruara.

Ideja themelore e metodës MCDM bazohet në kërkesën që të zgjidhet alternativa më e mire nga bashkësia e fundme e alternativave të mundshme. Prej këtej del së qëllimi kryesor i kësaj teze të masterit është përmes hulumtimeve të kryera të parametrave teknologjike të prerjes dhe fetës të prerë me kovën e rrotës punuese e cila do të maksimizoj kapacitetin e ekskavatorit me rotor në kushtet konkrete të mjedisit.

Gërmimi i materialeve shkëmbore me ekskavatorin me rotor është proces shumë kompleks fiziko – mekanik. Treguesit e efektivitetit të këtij procesi varet nga një numër i madh i faktorëve të ndryshëm prej të cilëve në veçanti mund të përmenden. Përzgjedhja e ekskavatorit me rotor dhe veçanërisht realizimi i kapacitetit të projektimit të tij në kushtet reale në një karrierë në masën më të madhe varet nga harmonizimi i parametrave mekanik dhe të punës përkatësisht forcës së gërmimit të atij ekskavatori dhe qëndresës ndaj gërmimit të mjedisit punues në të cilin realizohen detyrat e shfrytëzimit. Prandaj subjekt studimi në këtë punim masteri është hulumtimi në lidhje me përzgjedhjen e llojit optimal dhe parametrave të prerjes me ekskavatorët me rotor gjatë gërmimit të formacioneve shkëmbore të fortë në funksion të zvogëlimit të qëndresës në gërmim, minimizimi i konsumit të energjisë dhe sjelljes dinamike të favorshme të konstruksionit të ekskavatorit.

## **1.2 Qëllimi dhe objektivat e hulumtimit**

Subjekt i kësaj teze masteri është studimi i mundësisë të përfshirjes së faktorëve të cilët kanë ndikim vendimtar në kapacitetin e ekskavatorit me rotor siç janë: *karakteristikat fiziko - mekanike të materialit i cili gërmohet, regjimi i punës të ekskavatorit dhe përzgjedhja e parametrave gjeometrikë të prerjes dhe fetës, gjeometria e kovave dhe dhëmbëve etj.* Përkatësisht, qëllimi kryesor i punimit është që përmes studimeve teorike dhe eksperimentale të procesit të gërmimit mekanik të mbulesës dhe shtresës së mineralit - qymyrit me përdorimin e ekskavatorit me rotor të arrihet optimizimi i parametrave të prerjes dhe fetës në funksion të qëndresës ndaj gërmimit, të konsumit të energjisë dhe sjelljes dinamike të ekskavatorit. Me fjalë të tjera punimi ka për qëllim përzgjedhjen e parametrave optimal të punës të ekskavatorit me rotor të tipit SRs – 1300. 24/5 në kushtet



gjeologo-minerare të ndryshme që mbizotërojnë në karierat e hapura në fushë e Sibocit të pellgut qymyrbajtës të Kosovës.

Qëllimi i tezës së masterit është të përshkruhet gjithë baza teorike e modelimit matematik të parametrave teknologjik të punës, të cilët janë vendimtar për marrjen e kapaciteti maksimal me kosto minimale. Po ashtu qëllim në vete është që të tregohet vlefshmëria e metodës së Vendimmarrjes Polikriterëshe (MCDM) lidhur me përcaktimin e parametrave optimal të fetës së prerë me ekskavator me rotor të tipit SRs – 1300. 24/5 në kushtet konkrete çfarë mbizotërojnë në fushën minerare të Sibocit.

Prandaj objektivat kryesore të kësaj teze masteri *siç e tregon dhe vet titulli i temës janë:*

- *Grumbullimi, përpunimi dhe analiza e të dhënave për vendburimin e linjitet në fushën e Sibocit, të domosdoshme për përcaktimin e parametrave teknologjike gjatë përdorimit të ekskavatorit me rotor në procesin e gërmimit mekanik të mbulesës dhe linjitet;*
- *Përshkrimi i bazës teorike të modelit të simulimit të punës të ekskavatorëve me rotor nëpërmjet vështrimit të detajuar të karakteristikave fiziko – mekanike të mjedisit punues dhe parametrave të teknologjisë së punës gjatë shfrytëzimit të një vendburimi me karierë me anë të modelimit;*
- *Optimizimi i procesit të shfrytëzimit duke përdorur sistemin kontinual ETS në funksion të karakteristikave fiziko – mekanike të formacioneve që gërmohen ;*
- *Studimi eksperimental dhe analitik i ndikimit të parametrave të caktuar konstuktivë të rrotës punuese të ekskavatorit në optimizimin e punës së ekskavatorit, me qëllim të zmadhimit praktik të forcës prerëse të disponueshme të ekskavatorit dhe marrjes së kapacitetit maksimal të ekskavatorit me rotor në kushte konkrete të mjedisit të punës,*
- *Studimi i ndërvarësisë reciproke ndërmjet kushteve gjeologo–minerare të elementeve të skemës teknologjike dhe parametrave teknologjike të fetës dhe prerjes në zgjedhjen optimale e llojit të prerjes dhe parametrave të fetës me qëllim të maksimizimit të prodhueshmërisë ekskavatorit me rotor, minimizimit të konsumit të energjisë dhe zvogëlimit të qëndresës ndaj prerjes.*

### 1.3 Hipotezat

Hipoteza kryesore në të cilën bazohet punimi i masterit është:

*Ndërtimi i modelit matematik të maksimizimit të kapacitetit të ekskavatorit me rotor duke aplikuar metodat e vendimmarrjes polikriterëshe MCDM për zgjidhje optimale të parametrave të prerjes dhe fetës.*

Hipoteza kryesore është vërtetuar me hipotezat ndihmese si në vazhdim:

*Meqenëse parametrat konstruktivë dhe ata të teknologjisë së punës, gjatë procesit të gjurmimit mekanik të formacioneve shkëmbore me ekskavatorë me rotor, në shkallë të caktuar kanë shpërpushje, është e domosdoshme të përkufizohet modeli matematik për përcaktimin e parametrave optimal të fetës dhe prerjes.*

*Meqenëse zvogëlimi i qëndresës ndaj prerjes dhe zvogëlimi i konsumit të energjisë, me qëllim të maksimizimit të kapacitetit të ekskavatorëve me rotor gjatë realizimit të procesit të gjurmimit, kërkohet aplikimin e metodës së vendimmarrjes polikriterëshe dhe në këtë mënyrë i kontribuohet validitetit më të madh të zgjidhjes së alternativës më të mirë.*

### 1.4 Metodat e përdorura në studim

Me qëllim të grumbullimit të të dhënave dhe përpunimit adekuat të tyre do të përdoren metodat e duhura të kërkimit shkencor. Në vazhdim të tekstit përshkruhet në mënyrë të përmbledhur domethënia dhe jepet arsyeshmëria e tyre.

**(i) Metoda Analitike** - Kjo metodë nënkupton analizën e përmbajtjes së literaturës shkencore dhe profesionale nga e teknologjisë së shfrytëzimit të mineraleve të dobishme në mënyrë sipërfaqësore, duke përdorur ekskavatorët me rotor si makineri gjurmuese bazë.

**(ii) Metoda Empirike** - Aplikimi i kësaj metode bënë të mundur krahasimin e postulateve teorike me rezultatet që rrjedhin nga praktika minerare e zbatimit të sistemit kontinual të shfrytëzimit ETS gjatë gjurmimit të formacioneve të mbulesës dhe të linjimit në varësi nga lloji i prerjes dhe përmasat e fetës.

**(iii) Metoda e induksionit dhe deduksionit** - Kjo metodë bënë të mundur fitimin e njohurive të bazuara në të dhënat empirike mbi mënyrat e marrjes së vendimeve duke marrë para sysh shumë kritere lidhur me zgjedhjen e alternativës optimale për arritjen e

kapacitetit optimal të ekskavatorit me rotor dhe nxjerrjen e përfundimeve për vlefshmërinë e metodave që aplikohen.

(iv) **Metoda statistikore** për përpunimin e të dhënave lidhur me vetitë fiziko-mekanike të gjeozonës ku kryhet studimi dhe për të analizuar dukuritë tjera të cilat karakterizojnë gjeozonën.

(v) **Metoda e optimizimit** për përcaktimin e vlerave optimale të përmasave të ekskavimit të bllokut, prerjes dhe fetës në funksion të parametrave kinematiko-konstruktiv të ekskavatorit me rotor.

(vi) **Metoda e modelimit matematik** - Kjo metodë ka gjetur zbatim gjerësisht në teknologjinë e nxjerrjes së mineraleve të dobishme me kariera dhe me përdorim të Sistemeve ETS. Edhe kjo metodë gjatë vendimmarrjes nisët nga supozimet, por secili vendim i cili mbështet në përdorimin e metodave matematike, siç është metoda MCDM, është shumë më i besueshëm se vendimmarrjet e marra ad hoc bazuar në intuitën e një individi.

## 1.5 Organizimi i tezës master

Teza master është organizuar në mënyrën si në vazhdim: konceptuar në pesë kapituj, ku secili kapitull trajton çështje të veçanta me synim realizimin e qëllimit dhe përmbushjen e objektivave kryesore të studimit:

**Në Kapitullin – 1** jepet pamja e përgjithshme e punimit dhe parimet themelore të shfrytëzimit të vendburimeve në mënyrë sipërfaqësore. Në këtë kapitull përshkruhet edhe metodologjia e kërkim-studimit duke ndërtuar modele llogaritëse për përcaktimin e kapacitetit të ekskavatorëve me veprim të pa ndërprerë. Po ashtu këtu jepen objektivat kryesore të këtij studimi dhe roli i shfrytëzimit në sipërfaqe me komplekse teknologjike të fuqishme siç është sistemi kompleks ETS, me përfaqësues kryesor Ekskavatorin me rotor, i cili siguron rezultate optimale të prodhimit, siguri maksimale në punë dhe nxjerrje të mineralit me kosto minimale.

**Në Kapitullin – 2** trajtohen karakteristikat e përgjithshme konstruktive të ekskavatorit me rotor që përdoret në shfrytëzimit e vendburimeve me kariera si hallka kryesore në sistemin kontinual ETS. Këtu përshkruhen kinematika e ekskavimit dhe elementet e fetës dhe prerjes me rrotën punuese. Veçmas trajton formën dhe llojet e

prerjeve dhe fetave të prera nga rrota punuese d.m.th. tipat e prerjeve vertikale dhe horizontale.

**Në Kapitullin – 3** trajtohen parimet bazë të gërmimit të materialit me rrotën punues të ekskavatorit me rotor e në mënyrë të veçantë trajtohen qëndresat e formacioneve shkëmbore ndaj gërmimit, Rezistencat specifike në prerje të ekskavatorit me rotor dhe analiza e tyre, procesi i punës, përcaktimi i forcave dhe fuqisë në organet punuese të ekskavatorëve me rotor, kapaciteti teorik, teknik dhe shfrytëzues i ekskavatorit me rotor.

**Në Kapitullin – 4** kandidati përshkruan konceptin dhe karakteristikat e vendimmarrjes shumëkriterëshe, metoda e procesit të hierarkisë analitike (AHP), bazat matematikore të metodës AHP, po ashtu në këtë kapitull përshkruhet optimizimi i parametrave teknologjik të prerjes dhe fetës përmes metodës së vendimmarrjes polikriterëshe MCDM d.m.th., përmes përzgjedhjes së alternativës më të mirë nga të gjitha alternativat e mundshme dhe kriteret e ndryshme të vendimmarrjes. Këtu përshkruhen fazat nëpër të cilat kalon modeli i vendimmarrjes d.m.th. fazat e **Identifikimit, Definimit të problemit, Analizën e alternativave dhe Zgjedhjen e alternativës më optimale të zgjidhjes së problemit të trajtuar**. Në fund shpjegohet përkufizimi i matricës së vendimmarrjes dhe mënyra e ndërtimit të saj alternativat e mundshme.

**Në Kapitullin – 5** jepen karakteristikat themelore tekniko-teknologjike të ekskavatorit me rotor të tipit SRs-1300.24/5, gjatë gërmimit në shfrytëzimin në sipërfaqe në Pellgun qymyror të Kosovës me anë të të cilit demonstrohen konceptet dhe modelet llogaritës të trajtuar në Kapitujt 3 dhe 4 si dhe konstatohet vlefshmëria e tyre në rastin konkret gjeomjedisor. Këtu shpjegohet fenomeni i përzgjedhjes së parametrave teknologjik të punës në funksion të përcaktimit të kapacitetit maksimal nëpërmjet vlerësimit të punës së ekskavatorit me rotor SRs -1300.24/5 në kushte konkrete gjeologo-minerare të shfrytëzimit të qymyrit me punime sipërfaqësore në pellgun e Kosovës.

**Ne Kapitullin – 6** studimi mbyllet me dhënien e **përfundimeve** lidhur me lidhjet gjeometrike të parametrave të ekskavatorit me rotor dhe të bllokut të ekskavuar. Po ashtu në vijim janë dhënë edhe rekomandimet për përmirësim të mëtejshëm të këtij punimi studimor.

## KAPITULLI II

### 2. BAZAT E PROCESIT PUNUES TË EKSKAATORIT ME ROTOR

#### 2.1 Karakteristikat konstruktive të ekskavatorit me rotor

Ekskavatorët me rotor janë pajisje me regjim punë kontinuale të cilat shquhen me prodhueshmëri të lartë në nxjerrjen e mineralit dhe heqjen e mbulesës në vendburimet që përdorin shfrytëzimin në sipërfaqe. Trupi (korpusi) i ekskavatorit me rotor siç tregohet në Figurën 2.1(a), mbështetet mbi platformën e poshtme të rrotullueshme e cila ecë mbi zinxhirë. Pra, ekskavatori me rotor mund të rrotullohet rreth aksit vertikal me anë të mekanizmit të rrotullueshëm. Në rrotën me rotor (organin gjermues) ka disa kova të montuara në mënyrë uniforme në periferikun e saj. Rrota punuese është e montuar në njërin skaj të shigjetës së ekskavatorit, skaji tjetër i të cilës mbërthehet në pjesën e sipërme (trupin) e ekskavatorit. Brenda kornizës së shigjetës, e cila shërben si tra mbështetës, është instaluar transportieri me shirit që e merr(pranon) shkëmbin e prerë me anë të kovave dhe e transporton (dërgon) atë në transportierin tjetër, i cili është i montuar (vendosur) në fund të kësaj pajisje. Nga ky transportier shkëmbi ngarkohet drejtpërdrejtë në pajisjen e transportit, e cila mund të jetë: treni (parku i vagonëve), transportieri me shirit ose parku i kamionëve të minierës. Shigjeta mund të ulet dhe ngritet me ndihmën e litarëve që janë të varur në krahun e ekskavatorit.

Ekskavatori me rotor më i madh në botë përdoret në minierën e hapur me karrierë "Rheinbraun" në Hambach të Gjermanisë, e cila ka prodhueshmëri ditore prej 240000(m<sup>3</sup>) dhe është treguar në Figurën 2.1(b). E ngjashme me këtë është dhe miniera e vendburimit të qymyrit linjit në Neyveli në Indi e cila për nxjerrje të qymyrit dhe hedhje të mbulesës sterile zbaton ekskavatorët me rotor, ku koeficienti i zbulimit është 11 (ose 5,5m<sup>3</sup> për një ton të linjtit), d.m.th. 11 tonë të mbulesës duhet të largohen për të nxjerrë (shfrytëzuar) 1 ton të linjtit, dhe 13 tonë të ujit duhet të heqet me pompë për të nxjerrë 1 ton të linjtit.

Ekskavatorët me rotor sot me siguri janë makineritë më të përhapura në botë dhe në Kosovë që përdoren për shfrytëzimin në kariera me materiale të buta dhe mesatarisht të buta. Aktualisht janë krijuar konstruksione të cilat përmbushin kushtet tekniko-minerare nga më të ndryshmet dhe sigurojnë tregues të lartë tekniko-ekonomik në punë, në saje të

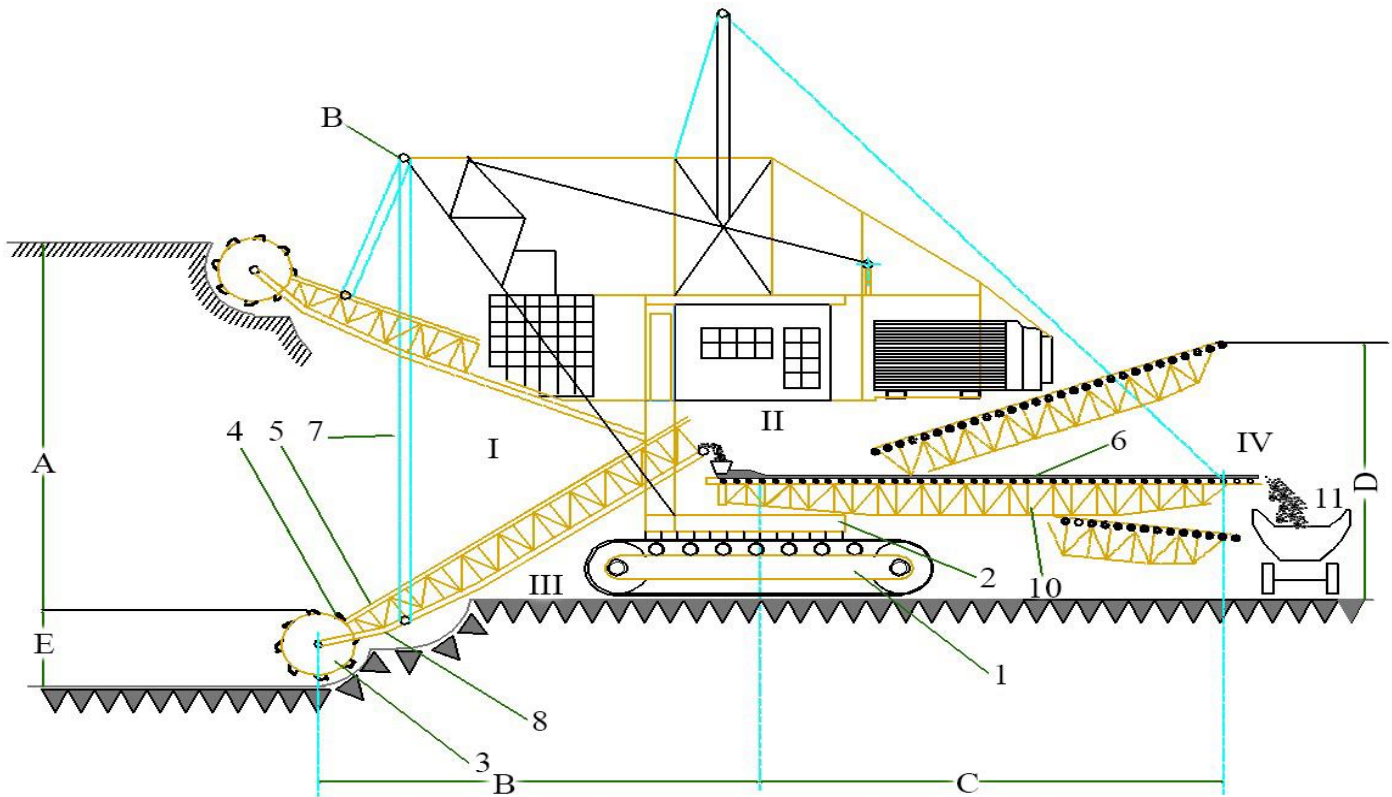
një seri avantazhesh tekniko-shfrytëzuese në krahasim me ekskavatorët e tipeve të tjerë, të sigurisë së lartë në punë, konsumit më të ulët të energjisë dhe të koeficientit të volitshëm të veprimit të dobishëm të organit të punës ( $\eta = 0,8 \div 0,9$ ).

Ndër modelet dhe klasat e shumta të ekskavatorëve me veprim kontinual ekziston një seri kombinimesh të përmasave lineare punuese të tyre, të karakteristikave kinematike, konstruktive, energjetike dhe dinamike, ndër të cilat janë: *gjatësia e shigjetës dhe diametri i rotorit, numri i kovave të vendosura në rrotën rotor e vëllimi i tyre, gjerësia dhe shpejtësia e transportierit, mekanizmat e ngasjes (transmetimit të energjisë) së rotorit dhe ekskavatorit etj.*

Madhësitë bazë konstruktive, sipas të cilave dallohen tipet e veçanta të ekskavatorëve, janë: *diametri i rrotës punuese, vëllimi, numri dhe forma e kovave të montuara në rrotën punuese, gjatësia e shigjetës, konstruksioni i shigjetës (me lidhje të fiksuar ose me terheqje teleskopike) etj.* Këto madhësi janë të përfshira përmes shenjave dhe simboleve të ekskavatorëve dhe jepen në katalogët të prodhuesve të këtyre makinerive. Sipas skemës së përgjithshme konstruktive të treguar në Figurën 2.1(a) ekskavatori me rotor posedon *elementin punues (organin gjermues)* në formë të rrotës që rrotullohet me kovat e vendosura në periferikun e saj, sipas të cilës këto makina kanë fituar emërtimin ***ekskavator me rotor***.



***Figura 2.1. a) Ekskavatori me rotor: SRs-1300.24/5 + WR***



**Figura 2.1. b) Konstruksioni i përgjithshëm i ekskavatorit me rotor SRs-1300.24/5 + WR:**

*I – shigjeta (mund të ulet dhe të ngritët ) II –konstruksioni i sipërm (mekanizmi ngritës, ballasti dhe organot ), III –Konstruksioni i poshtëm (për ecje mbi zinxhirë, aparatura e drejtimit dhe kabina për aparaturën shpërndarëse, ofiçina mekanike dhe brigada e mekanikëve për riparime të çastit, IV – konvejeri ballor i shkarkimit(krahu shkarkues), 1 – struktura (rama) e poshtme e ekskavatorit, 2 – mekanizmi rrotullues, 3 – rrota punuese, 4 – kovat e ekskavatorit, 5 – Rama e shigjetës, 6 – transportieri, 7 – kabloja (litarë të çelikut) e varur, 8 – struktura e sipërme e ekskavatorit, 9 – transportieri me shirit, 10 – krahu i rrotullueshëm, 11- mjeti transportues për pranimin e ve materialit, A – lartësia e prerjes, B – rrezja e prerjes, C- rrezja e shkarkimit, D –lartësia e shkarkimit dhe E – thellësia e prerjes.*

Gjatë procesit të punës rrota punuese rrotullohet rreth aksit të vet horizontal dhe gjatë kësaj kohe kovat e presin masivin shkëmbor, duke kryer gërmimin në mënyrë të drejtpërdrejtë dhe duke e dorëzuar materialin e gërmuar nëpërmjet transportierit të vendosur në vet ekskavatorin deri në transportierin me shirit të shkallës ose në automjetet hekurudhore apo automobilistike. Ekskavatorët me rotor në karrera përdoren për heqjen e mbulesës (pra për zbulim) dhe për nxjerrje minerale të dobishme dhe mund të punojnë në shkallë të ndryshme të karrierës. Drejtimi i lëvizjes së organeve punuese të ekskavatorëve me rotor në

plan përcakton **procesin e punës së tyre**. Sipas këtij principi ekskavatorët me rotor ndahen në:

- (i) **Ekskavatorët me rotor me gërmim tërthor**, në të cilët drejtimi i lëvizjes të organit punues (rotorit) shtrihet në planin përpendikular me drejtimin e spostimit të makinës.
- (ii) **Ekskavatori me gërmim gjatësor**, tek të cilët drejtimi i lëvizjes së organit punues përputhet me drejtimin e zhvendosjes së makinës. Në këtë grup bëjnë pjesë të gjithë ekskavatorët që përdoren për gërmimin (hapjen) e kanaleve.
- (iii) **Ekskavatorët me vendosje këndore të organit punues**, tek të cilët drejtimi i lëvizjes së organit të punës është në planin e vendosur nën njëfarë këndi ndaj drejtimit të lëvizjes së makinës.
- (iv) **Ekskavatorët me gërmim radial**, ku procesi i ekskavimit kryhet për lëvizje rrotulluese të ramës, pa lëvizje të karelit lëvizës të makinës. Këtu bëjnë pjesë të gjitha tipet e ekskavatorëve me rotor.

Skema e punës të ekskavatorëve me rotor përfshinë pjesën e masivit shkëmbor ose të masës së shkrifëruar mbi të cilën kryhet gërmimi dhe nxjerrja e masës minerale, sheshin e qëndrimit të ekskavatorit si dhe sheshin e qëndrimit të mjetit të transportit. Zakonisht ekskavatorët me rotor punojnë me **gërmim ballor**, sipas gjerësisë së hyrjes. Në këtë rast ekskavatori qëndron në vend ndërsa shigjeta së bashku me rotorin rrotullohet kundrejt aksit të ekskavatorit nën një kënd  $\psi = 90-135$  dhe vetëm në raste të rralla nën një kënd më të vogël se  $90^{\circ}$ .

**Gjerësia e frontit të punës të ekskavatorit me rotor**, për rastin e rrotullimit të shigjetës me  $\psi = 90^{\circ}$  si dhe të korpusit të rrotullueshëm d.m.th. për  $\psi = 135^{\circ}$ , përcaktohet sipas formulës:

$$B_f = R_{k.min} (1 - \sin\psi)$$

$R_{k.min}$  – rrezja minimale e kapjes së ekskavatorit, (m)

$\Psi$  – këndi i rrotullimit të ekskavatorit (gradë).

**Lartësia maksimale e shkallës (frontit të punës)** përcaktohet nga lartësia maksimale e kapjes së ekskavatorit nga niveli i qëndrimit apo nga këndi maksimal i lejuar i shigjetës së ekskavatorit  $\varphi_{max.lej}$ .



Për gjerësi të caktuar të frontit të punës të ekskavatorit me rotor duhet të zgjidhet **rrezja e kapjes (gërmimit) në nivelin e qëndrimit**. Madhësia e kësaj rrezeje përcakton sipërfaqen brenda së cilës ekskavatori ka mundësi të kryej gërmimin. **Tërësia e sipërfaqeve të punës** përbëjnë **sheshin e punës të ekskavatorit** në frontin e punës në shkallën dhe hyrjen përkatëse. **Vendi i vendosjes së ekskavatorit në frontin e punës** përcaktohet njëkohësisht me përcaktimin e gjerësisë së frontit. Parametrat e punës të ekskavatorëve me rotor, në punët e zbulimit dhe të shfrytëzimit janë relativisht të lartë në kariera të mëdha me fronte të shpërndara të punës.

**Madhësitë themelore konstruktive të ekskavatorit me rotor** nga të cilat varet *forma* dhe *madhësia e frontit të punës*, si dhe *skema teknologjike e punës* janë si në vazhdim:

- *Numri i kovave të vendosura në rrotën punuese,*
- *Parametrat e prerjes me anë të organit të punës (fetës që heq organi punues i ekskavatorit).*
- *Shpejtësia e rrotullimit të rrotës punuese,*
- *Shpejtësia e rrotullimit të shigjetës dhe të pjesës së sipërme të ekskavatorit,*
- *Konstruksioni dhe lloji i shigjetës,*
- *Pesha vetjake e ekskavatorit,*
- *Trysnia specifike e shkëmbinjve që përbëjnë sheshin e punës të ekskavatorit,*
- *Shpejtësia e lëvizjes së ekskavatorit etj.*

Madhësitë e listuara jepen në katalogje të prodhuesve të këtyre makinerive dhe shërbejnë si informacion për zgjedhjen e tipit (llojit) dhe madhësisë së ekskavatorit për kushtet konkrete tekniko-minerare. Ekskavatorët me rotor zakonisht punojnë me gërmim lart mbi nivelin e qëndrimit. Gjithashtu këta ekskavator mund të jenë me kapje lart ose dhe poshtë. Lartësia maksimale e kapjes lart mund të jetë deri 50 (m) ndërsa poshtë deri 20 (m). Këndi i pjerrësisë së shigjetës mund të jetë 30-40 (gradë).

Në përcaktimin e efektivitetit të ekskavatorëve me rotor përveç lartësisë së gërmimit rëndësinë më të madhe e ka **kapaciteti teorik i ekskavatorit**. Analiza e marrëdhënieve të parametrave gjeometrik dhe kapacitetit teorik të ekskavatorit me rotor ka treguar që është tendencë e vazhdueshme që të projektohen dhe prodhohen ekskavatorë me konstruksion modern me kapacitet të lartë, veçmas duke i falënderuar përdorimit të tyre në kombinim me

shiritat vetëlëvizës, dhe me përmasa të tilla që mund të realizojnë lartësi të madhe të përgjithshme të gjërmimit me tregues të favorshëm tekniko-ekonomik të ekskavimit.

## 2.2 Karakteristikat gjeometrike të ekskavatorëve me rotor

Njohja e karakteristikave gjeometrike të ekskavatorit me rotor është e rëndësishme për disa arsye. Shpeshherë nga këto karakteristika varet edhe **mundësia e përdorimit të ekskavatorëve të ndryshëm (tipeve të ndryshëm të ekskavatorëve) për kushtet e caktuara gjeomekanike në kariera**. Në fakt nuk mund të injorohet (shpërfillet) kapaciteti i ekskavatorit, sepse vetëm *karakteristikat gjeometrike dhe kapaciteti i ekskavatorit të* inkorporuar së bashku në teknologjinë e punës mund të japin **përfytyrimin e vërtetë mbi atë se sa ekskavatori i caktuar i'u përgjigjet kushteve gjeomekanike dhe kushteve të shfrytëzimit**. Në të gjitha këto raste gjithsesi duhet të merren parasysh **kriteret bazë për zgjedhjen e ekskavatorit me rotor**, por megjithatë këto kritere nuk janë vendimtar (përcaktues) mirëpo shërbejnë vetëm *si orientues të cilësisë së konstruksionit* dhe para së gjithash, të cilësisë së çelikut të futur në përbërje të konstruksionit (çelikut nga i cili bëhet ndërtimi i konstruksionit të brendshëm).

Në Figurën 2.2. janë dhënë **karakteristikat gjeometrike të ekskavatorëve me rotor me shigjetë që nuk zgjatet (me shigjetë të fiksuar dhe gjatësi konstante të saj)** dhe me **pikë mbështetjeje stacionare (të palëvizshme apo të fiksuar)**. Në figurë janë hequr dy **vija bazë** nga të cilat maten përmasat gjeometrike, të cilat janë thelbësore për konstruksionin e skemës teknologjike të punës. Aksi vertikal i ekskavatorit është aksi i përfytyruar kundrejt të cilit kryhet lëvizja rrethore e shigjetës së rrotës punuese. **Aksi horizontal** i ekskavatorit është vija e menduar e cila kalon nëpër pikën e mbështetjes të shigjetës së rrotës punuese në konstruksion. **Parametrat e punës (përmasat teknologjike të punës) të ekskavatorëve me rotor pa zgjatje të shigjetës (Figura 2.2.) janë:**

- $L_{sh}$  – gjatësia e shigjetës është largësia e cila përcaktohet si largësi nga aski i rotorit e deri te aksi i rrotullimit (aksi vertikal i rrotullimi) të ekskavatorit apo pika e e fiksimit të shigjetës në konstruksion të ekskavatorit.
- **Gjatësia e shigjetës** (mbajtësit të rotorit),  $L_{sh}$  – është largësia nga aksi i rotorit (i rrotës punuese) deri tek aksi i rrotullimit në konstruksionin e ekskavatorit.

- **Diametri i rrotës punuese (i rrotës së rotorit),  $D$**  – është vija rrethore e përshkruar rreth teheve prerëse të ekskavatorit (teheve të dhëmbëve prerës të vendosur në unazën e kovës me rreze,  $r$ ).
- **Largësia e aksit të rrotullimit (pikës së fiksimit) të shigjetës nga aksi vertikal (qëndror) i ekskavatorit,  $X$**  – është largësia e pikës së fiksimit të shigjetës nga aksi vertikal i ekskavatorit (ngase pika e fiksimit të aksit çernierë të shigjetës së rotorit nuk gjendet në aksin vertikal).
- **Largësia e aksit të rrotullimit të shigjetës deri në nivelin e qëndrimit të ekskavatorit,  $Y_{sh}$**  – është lartësia e aksit horizontal të ekskavatorit (pra, e pozicionit të pikës së fiksimit të aksit çernierë të shigjetës së rotorit) nga niveli i qëndrimit të ekskavatorit.
- **Lartësia maksimale e ngritjes së aksit të rotorit (ose lartësia maksimale e kapjes lart të ekskavatorit),  $H_{k(t)}$**  – është lartësia konstruktive e gërmimit e matur nga niveli i sheshit të qëndrimit të ekskavatorit deri në  $0,75D$  (që është lartësia maksimale e lejuar e shtresës në të cilën ekskavatori mundet të punoj).
- **Thellësia maksimale e gërmimit  $H_k$  ose  $H_{th(max)}$**  – është gjithmonë më e vogël se  $0,5D$  dhe është e përcaktuar me konstruksionin e shigjetës. Këtu faktorë kufizues është *pjerrësia e shigjetës të rrotës punuese*, e cila varet nga gjatësia e saj dhe nuk guxon asnjëherë të kapërcej  $22^0$  për shkak të kthimit të materialit në drejtim të kundërt të lëvizjes së transportierit.
- **Lartësia maksimale e kapjes ose rrezja maksimale e gërmimit lart  $H_{k(t)}$  ose  $R_{k(t)}$**  – është projeksioni horizontal i shigjetës të rrotës punuese, i matur nga aksi vertikal i ekskavatorit deri tek  $0,5D$  të rrotës punuese + distanca e pikës së fiksimit të shigjetës nga aksi vertikal. Në lidhje me platformën e rrotullueshme, shigjeta e rotorit ka një shkallë lirie të lëvizjes. Meqenëse rrotullimi i platformës shërben për lëvizjen e shigjetës, ajo praktikisht ka dy shkallë të lirisë të lëvizjes (në planin horizontal dhe vertikal). Rrezja e gërmimit apo kapjes e ekskavatorit  $R_k$  është **funksion i gjatësisë së shigjetës ( $L_{sh}$ ), i largësisë së pikës së fiksimit të shigjetës nga aksi vertikal(qendror) i ekskavatorit ( $X$ ) dhe i këndit të pjerrësisë së shigjetës ( $\delta$ ) dhe llogaritet nga formula (Figura 2.2).**

$$R_k = R_{gër} = L_{sh} \cdot \cos \delta + X \quad (2.1)$$

ose në funksion të lartësisë së aksit të rotorit,  $H_{r(i)}$ :

$$R_k = R_{gër} = \sqrt{(L_{sh}^2 - (H_{r(i)} - Y_k)^2) + X} \quad (2.2)$$

ku:  $H_{r(i)}$ - lartësia e gërmimit, (m).

Nga figura 2.2. është e qartë se rrezja minimale e kapjes (e gërmimit) respektivisht maksimale janë përkatësisht:

$$R_{k(max)} = R_{gër(max)} = L_{sh} \times X \quad (2.3)$$

$$R_{k(min)} = R_{gër(min)} = \sqrt{(L_{sh}^2 - (Y_k - r)^2) + X} \quad (2.4)$$

Shpesh në literaturë llogaritjet e rrezes faktike të gërmimit (sipas dhëmbëve të kovave të rotorit). Për këtë rast vartësitë funksionale mbeten të njëjta si më sipër, vetëm në vend të (X) zëvendësohet (vendoset) shprehja:  $M = X + r$ .

- **Këndi i pjerrësisë së shigjetës së rotorit të ekskavatorit (i mbajtësit të rotorit)  $\pm\delta$  (+për gërmim lart,**
- **Për gërmim poshtë** – është këndi maksimal i rrotullimit të shigjetës së rrotës punuese kundrejt pozitës së caktuar të shigjetës të shiritit të shkarkimit ose anasjelltas ( $\delta_{sh(max)}$ ). Në mbështetje të këtij këndi përcaktohet *këndi minimal* të cilin mund ta mbyllë në punë shigjeta e rrotës punuese me shigjetën e shiritit shkarkues ( $\delta_{sh(min)}$ ). Këndi  $\delta_{sh(min)}$  ndikon në përcaktimin e gjerësisë së bllokut dhe largësinë e transportierit të shkallës nga aksi i drejtimit të lëvizjes së ekskavatorit në bllok. **Këndi i pjerrësisë së shigjetës të ekskavatorit** llogaritet si kënd i ngritjes (+ $\delta$ ) ose si këndi i uljes (-  $\delta$ ) të shigjetës, dhe është funksion i lartësisë së gërmimit ( $H_{r(i)}$ ) dhe përcaktohet nga formula në vazhdim (Figura 2.2.).

$$\delta = \sin^{-1} \frac{H_{r(i)} - Y_{sh}}{L_{sh}} \text{ gradë} \quad (2.5)$$

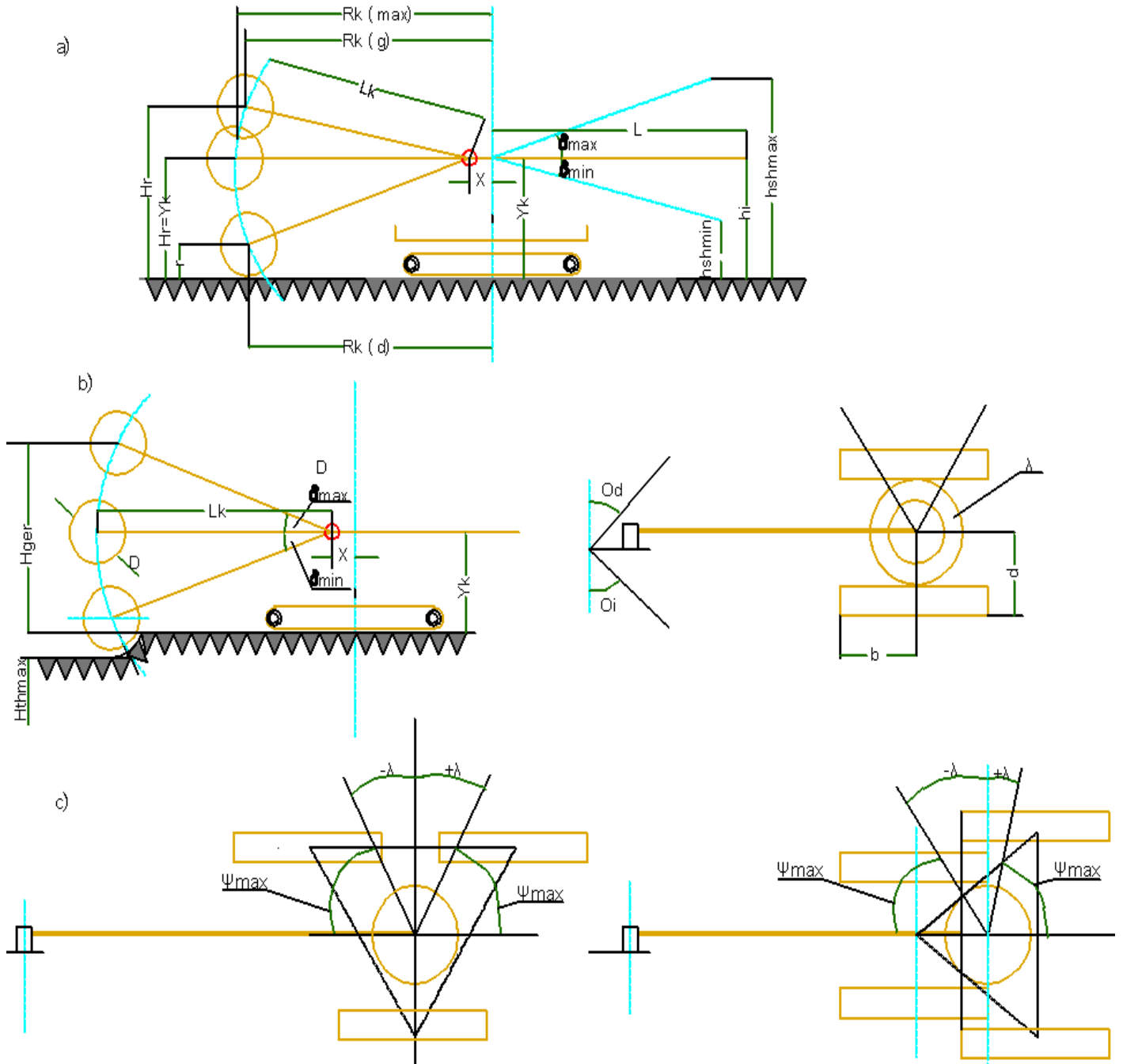
këndet kufitare të pjerrësisë së shigjetës i'u korrespondojnë me ngritjen dhe uljen maksimale të shigjetës dhe përcaktohen sipas formulave:

$$+\delta_{max} = \sin^{-1} \frac{H_{r(i)} - Y_{sh}}{L_{sh}} \quad (2.6)$$

Ose sipas lartësisë maksimale të gërmimit  $H_{\ell(max)} = H_{k(max)}$ :

$$+\delta_{\max} = \sin^{-1} \frac{H_{l(\max)} - (0.2 + Y_{sh})}{L_{sh}} \quad (\text{gradë}) \quad (2.7)$$

$$-\delta_{\max} = \sin^{-1} \frac{H_{p(\max)} + (Y_{sh} - r)}{L_{sh}} \quad (\text{gradë}) \quad (2.8)$$



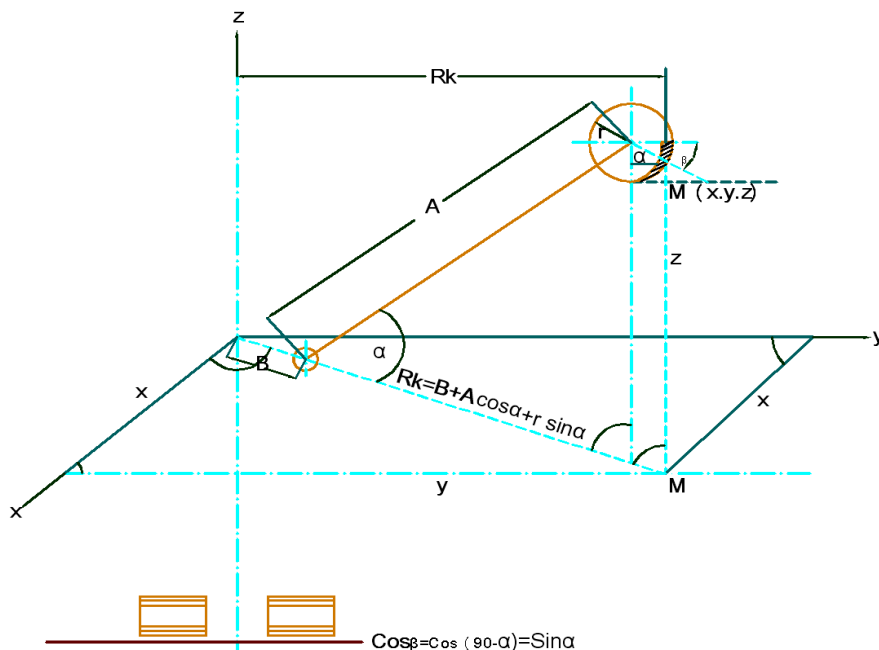
**Figura 2.2. Parametrat e punës së ekskavatorit me rotor me shigjetë që nuk zgjatet (Karakteristikat gjeometrike të ekskavatorit me rotor)**

- **Këndet e kontaktit të rotorit me shpatin e shkallës**  $\Theta_{m,d}$  – (m – majtas, d – djathtas) (Figura 2.2b) janë këndet që formohen nga aksi i shigjetës me aksin vertikal (matet në lidhje me aksin e shigjetës kundrejt vertikale). Ky parametër ka rëndësi kur realizohet pjerrësia e shpatit të shkallës.
- **Këndet e rrotullimit të shigjetës (mbajtësit të rotorit) ( $\pm\psi$ )** janë këndet që formohen nga shigjeta gjatë lëvizjes me kahje orare (+) dhe antiorare (-). Këndi maksimal është ( $\pm\psi_{\max}$ ).
- **Këndet e “vdekur” të rrotullimit të shigjetës (mbajtësit) të rotorit ( $\pm\lambda$ ) për ekskavatorët jo plotësisht të rrotullueshëm.** Tek renditja josimetrike e zingjirëve (grupeve të zinxhirëve) këndi i vdekur është nga ana e dy grupeve të zinxhirëve (Figura 2.2.c), tek ata me vendosje simetrike nga ana e djathtë (Figura 2.2c).
- **Gjatësia e shigjetës së shkarkimit (rrezja e zbrazjes së kovave) ( $R_{sh}$ )** është gjatësia nga aksi vertikal i ekskavatorit deri tek aksi i tamburit të transportierit ose aksi i pajisjes të shkarkimit.
- **Lartësia e shkarkimi ( $H_{sh}$ ) të materialit,** është distanca ndërmjet shigjetës së shkarkimit dhe aksit horizontal të ekskavatorit ( $H_{sh} = Y_{sh}$ ) Dallohen lartësia minimale e shkarkimit ( $H_{sh(\min)}$ ) dhe lartësia maksimale e shkarkimit ( $H_{sh(\max)}$ ). (Pozicioni i aksit horizontal të ekskavatorit paraqet largësinë e planit të qëndrimit të ekskavatorit nga pika e fiksimit të shigjetës së rrotës punuese).

### 2.3 Kinematika e ekskavimit me ekskavator me rotor

Tehet e dhëmbëve prerës të rrotës punuese gjatë rrotullimit të shigjetës rrotull aksit vertikal të ekskavatorit, përshkruajnë një sipërfaqe në formë të unazës rrethore. Me zhvendosjen e aksit të rrotës punuese në drejtim horizontal me madhësinë e trashësisë së prerjes formohet një trup gjeometrik prej shkëmbi me lartësi prerje dhe sipërfaqe anësore në formë të harkut rrethor (me sipërfaqe cilindrike). Relacionet matematike të trajektorës të lëvizjes së cilëso pikë të dhëmbëve prerës të rrotës rotor gjatë rrotullimit të shigjetës rreth aksit vertikal dhe lëvizjen e njëkohshme rrethore të rrotës rotor rreth aksit të vet duhet kryer analizën kinematike të ekskavimit. Trajektorja e çdo pike të dhëmbëve prerës të kovës mund të

përcillet në sistemin koordinativ  $O_{xyz}$  me anë të përmasave konstruktive të ekskavatorit dhe pozicionit të këndit të pikave të dhëmbëve prerës të rrotës rotor kundrejt planeve koordinative të hequr (vendosur) nëpër sistemin koordinativ hapësinor (Figura 2.3.).



**Figura 2.3. Trajektorja e pikës së dhëmbit prerës të kovës në sistemin koordinativ  $O_{xyz}$ .**

Qendra e sistemit koordinativ është vendosur në aksin vertikal të rrotullimit të ekskavatorit në lartësinë e pikës së fiksimit të shigjetës së rrotës rotor. Trajektorja e prerjes përfaqësohet me anë të lakores spirale gjarpëruese qendra e të cilës është në aksin e aplikative OZ të sistemit koordinativ të pranuar  $O_{xyz}$ . Në formën parametrike ekuacioni i kësaj lakoreje është:

$$\begin{aligned} X &= (B + A \cdot \cos \alpha + r \cdot \sin \varphi) \cdot \cos \psi \\ Y &= (B + A \cdot \cos \alpha + r \cdot \sin \varphi) \cdot \sin \psi \\ Z &= A \cdot \sin \alpha - r \cdot \cos \varphi \end{aligned} \quad (2.9)$$

ku:  $\psi$ - këndi i rrotullimit të shigjetës së rotorit (gradë);  $\varphi$ - këndi i rrotullimit të rrotës rotor rreth aksit të vet (gradë);  $\alpha$ - këndi që shigjeta e rotorit e formon me planin horizontal ( $O_{xy}$ ) (në gradë).

Këndet  $\varphi$  dhe  $\psi$  janë funksione të kohës ( $t$ ) dhe shpejtësisë këndore të rrotullimit:

$$\varphi = \omega_r \cdot t ; \quad \psi = \omega_{sh} \cdot t$$

Në ekskavatorët modern me rotor shpejtësia këndore e shigjetës,  $\omega$ , është e ndryshueshme dhe funksioni i këndit të rrotullimit të shigjetës ( $\psi$ ) pra:

$$\psi = \int_0^{t_1} \omega_{sh} \cdot dt$$

Duke vendosur vlerat për  $\phi$  dhe  $\psi$  në ekuacionet (2.9) ato marrin trajtën:

$$\begin{aligned} X &= (B + A \cdot \cos \alpha + r \cdot \sin \varphi) \cdot \cos \int_0^{t_1} \omega_{sh} \cdot dt \\ Y &= (B + A \cdot \cos \alpha + r \cdot \sin \varphi) \cdot \sin \int_0^{t_1} \omega_{sh} \cdot dt \\ Z &= A \cdot \sin \alpha - r \cdot \cos \omega_r \cdot t \end{aligned} \quad (2.10)$$

Meqenëse gjatë përshkrimit të karakteristikave konstruktive të ekskavatorit arbitrar me rotor rëndomë jepet edhe numri i rrotullimeve të rrotës rotor në minutë (në njësi të kohës), shpejtësia këndore e rrotullimit të rotorit,  $\omega_r$ , mund të zëvendësohet me shprehjen:

$$\omega_r = 2\pi \cdot n_{rr}$$

$n_{rr}$  – numri i rrotullimit të rrotës rotor në njësi të kohës, prandaj merret:

$$\begin{aligned} X &= (B + A \cdot \cos \alpha + r \cdot \sin 2\pi \cdot n_{rr} \cdot t) \cdot \cos \int_0^{t_1} \omega_{sh} \cdot dt \\ Y &= (B + A \cdot \cos \alpha + r \cdot \sin 2\pi \cdot n_{rr} \cdot t) \cdot \sin \int_0^{t_1} \omega_{sh} \cdot dt \\ Z &= A \cdot \sin \alpha - r \cdot \cos 2\pi \cdot n_{rr} \cdot t \end{aligned} \quad (2.11)$$

Kur skaji i poshtëm i shigjetës fiksohet në vet aksin e rrotullimit të ekskavatorit, ekuacioni i trajektores së gërmimit (ekskavimit) përftohet duke vendosur  $B=0$  në ekuacionet (2.11). Pika materiale e dhënë më koordinatat X, Y dhe Z të përcaktuara me ekuacionet (2.9), respektivisht trajektoret e tehut prerës të kovave do të jenë disa vija të pjerrëta me pjerrësi  $\rho$ , të cilat përcaktohen me ekuacionet (2.10) dhe (2.11), vihet në lëvizje nga veprimi i dy shpejtësive: shpejtësisë të rrotës punuese,  $v_r$ , dhe shpejtësisë së shigjetës së rotorit,  $v_{sh}$ . Vektori i shpejtësisë rezultante,  $v$ , ka drejtimin:



$$\operatorname{tg} \rho = \frac{v_{sh}}{v_r} \quad (2.12)$$

$\rho$  - këndi i pjerrësisë së trajektores së tehut prerës të kovës.

Shpejtësia  $v_r$  gjatë prerjes së një fete (prerje elementare) është gjithmonë konstante, kurse  $v_{sh}$  është e ndryshueshme në varësi nga këndi i rrotullimit të rrotës punuese  $\varphi$  (pra,  $v_{sh}$  është variabile në varësi nga ndryshimet e këndit të rrotullimit të rrotës punuese  $\varphi$ ), dhe nga këndi i rrotullimit të shigjetës  $\psi$ :

$$v_r = \text{const} = \omega_r \cdot r$$

$$v_{sh} = f(\varphi, \psi)$$

Ndryshimi i shpejtësisë  $v_{sh}$  për shkak të ndryshimeve të këndit është rezultat i ndryshimit të diametrit të gërmimit me ndryshimin e këndit të rrotullimit të rrotës punuese. Sipas Figurës 3. 2. Kjo varësi është e përcaktuar me ekuacionin:

$$v_{sh} = R_k \cdot \omega_{sh}$$

ku:

$$R_k = R_{k.min} + r \cdot \sin \varphi$$

Prandaj:

$$v_{sh} = (R_{k.min} + r \cdot \sin \varphi) \cdot \omega_{sh} \quad (2.13)$$

Për  $\varphi = \frac{\pi}{2}$ :

$$v_{sh.max} = (R_{k.min} + r) \cdot \omega_{sh} = R_{k.max} \cdot \omega_{sh}$$

Për  $\varphi = 0$ :

$$v_{sh.min} = R_{k.min} \cdot \omega_{sh}$$

Ndryshimi i shpejtësisë  $v_{sh}$  gjatë heqjes së fetës (përpunimit të prerjes për shkak të ndryshimit të këndit  $\psi$  është i diktuar me kushtin që prerja ka formën e draprit dhe të ruajtjes së kapacitetit konstant. Meqenëse trashësia e prerjes me ndryshim të këndit  $\psi$  ndryshon sipas ekuacionit:

$$S_\psi \cong S_o \cdot \cos \psi$$

Që do të vërtetohet më vonë, atëherë edhe ndryshimi i shpejtësisë këndore kryhet sipas ekuacionit:

$$v_{sh,\psi} = \frac{\omega_0}{\cos \psi}$$

ku  $\omega_0$  është shpejtësia këndore për  $\psi=0$ .

Prandaj del të jetë:

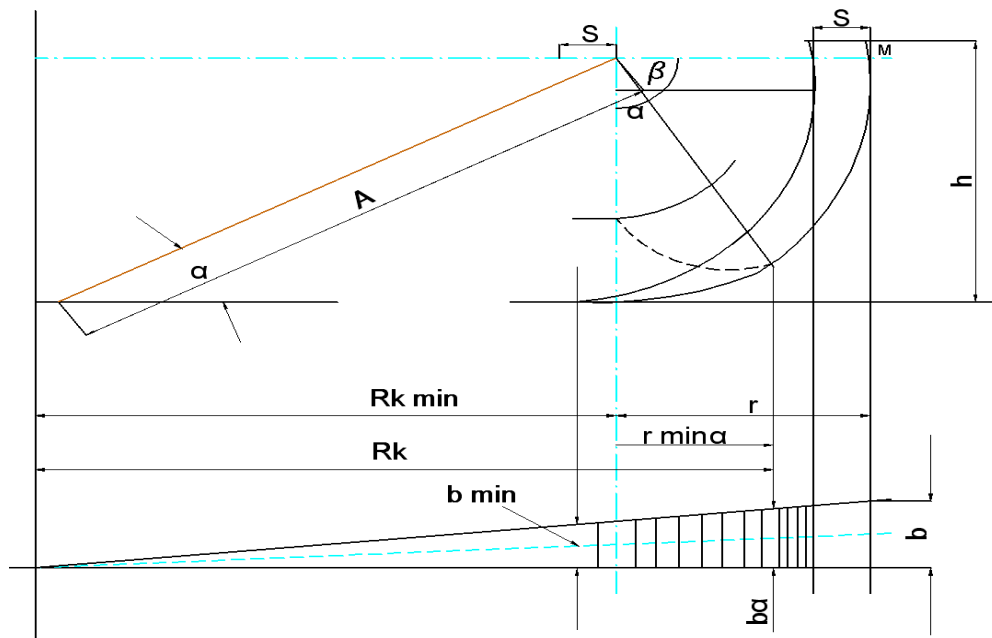
$$v_{sh} = (R_{k,\min} + r \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{\omega_0}{\cos \psi} \quad (2.14)$$

Gjatë ekskavimit të një fete ndryshimi i këndit  $\psi$  është shumë i vogël, prandaj  $\psi_{sh}$  mund të konsiderohet konstant, respektivisht:

$$\frac{\psi_{sh,\psi}}{\cos(\psi - \psi_1)} = \psi_{sh,\psi} = const.$$

sepse:

$$d\psi = (\psi - \psi_1) = \frac{2b}{R_k}$$



**Figura 2.4. Skema për përcaktimin e ndryshimit të shpejtësisë  $v_{sh}$  në funksion të këndit të gërmimit  $\varphi$**

Meqenëse “2b” – gjerësia e fetës është shumë e vogël në raport me diametrin e gërmimit, atëherë rezulton të jetë  $d\psi \cong 0$  respektivisht  $\cos d\psi = 1$ . Prandaj, ekuacioni i ndryshimit të shpejtësisë  $v_{sh}$  përgjatë kohës së prerjes të një fete është:

$$v_{sh} = (R_{k.min} + r \cdot \sin \varphi) \cdot \omega_{sh} \quad (2.15(a))$$

respektivisht:

$$v_{sh} = R_{k.min} \cdot \omega_{sh,\omega} + r \cdot \omega_{sh,\omega} \cdot \sin \varphi$$

$$v_{sh} = C_1 + C_2 \cdot \sin \varphi; \quad R_{k.min} \cdot \omega_{sh,\psi} = C_1 \quad \wedge \quad r \cdot \omega_{sh,\psi} = C_2$$

Me rritjen e këndit  $\varphi$  rritet shpejtësia  $v_{sh}$  dhe  $\tan \varphi$ , respektivisht këndi i pjerrësisë midis vektorit të shpejtësive (rezultantes së shpejtësive)  $v_{sh}$  dhe  $v_r$ .

Gjerësia maksimale e fetës arrihet për këndin  $\varphi=90^0$ , respektivisht për diametrin maksimal të prerjes (gërmimit) ( $R_{k.max}$ ). Gjerësia minimale e fetës është me rastin e futjes së kovës në material, d.m.th. për këndin  $\varphi=0$ , gjegjësisht për rrezen minimale të gërmimit (kapjes) ( $R_{k.min}$ ).

Kur kova futet në material pika në tehun prerës të kovës ka shpejtësinë periferike të lëvizjes kundrejt aksit të ekskavatorit  $v_{sh} = R_{k.min} \cdot \omega_{sh}$ , ndërsa shpejtësia e lëvizjes kundrejt aksit të rrotës punuese  $v_r = r \cdot \omega_r$ . Deri në hyrjen në material të kovës tjetër kalon koha  $t_1$ . Meqenëse rrotullimi kundrejt aksit të rotorit me shpejtësi konstante  $v_r$ , atëherë kohen mund ta llogarisim nga formula për lëvizje uniforme:

$$t_1 = \frac{l}{v_r}$$

Në qoftë se për  $l$  vendosim rrugën e përshkuar, kurse në vend të  $v_r$  vlerën e shpejtësisë, të shprehur me anë të numrit të rrotullimit të rrotës punuese në  $\text{min}^{-1}$  përftojmë:

$$l = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{z}, \quad v_r = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n_{rr}, \quad t_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot n_{rr}} \quad (2.16)$$

Për të njëjtën kohë rrota punuese (kovat e rotorit) kalon rrugën e cila është e barabartë me gjerësinë e fetës së prerë nga kova gjatë hyrjes në material:

$$b_{min} = R_{k.min} \cdot \omega_{sh} \cdot t_1$$

respektivisht:

$$b_{\min} = \frac{R_{k.\min} \cdot \omega_{sh}}{z \cdot n_{rr}} \quad (2.17)$$

Këtë mund ta shkruajmë në trajtën:

$$b_{\min} = \frac{v_{sh.\min}}{z \cdot n_{rr}}$$

$v_{sh.\min}$  – shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së ekskavatorit.

Ngjashëm me këtë gjerësia e shtresës (fetës) së gjermuar përcaktohet me shprehjen:

$$b_{\min} = \frac{(R_{k.\min} + r) \cdot \omega_{sh}}{z \cdot n_{rr}} \quad (2.18)$$

ose gjerësia e fetës së gjermuar për cilindro kënd:

$$b_{\varphi} = \frac{(R_{k.\min} + r \sin \varphi) \cdot \omega_{sh}}{z \cdot n_{rr}} \quad (2.19)$$

$z$  – numri i kovave të vendosura në rrotën punuese.

Varësia (2.19) mund të shkruhet edhe në trajtë tjetër. Në qoftë se ana e djathtë e ekuacionit

shumëzohet me  $\frac{R_{k.\min} + r}{R_{k.\min} + r}$  merret:

$$b_{\varphi} = \frac{\omega_{sh} \cdot (R_{k.\min} + r) \cdot (R_{k.\min} + r \sin \varphi)}{z \cdot n_{rr} \cdot (R_{k.\min} + r)}$$

prej nga sipas (3.9) merret:

$$b_{\varphi} = b_{\max} \cdot \frac{R_{k.\min} + r \sin \varphi}{R_{k.\min} + r}$$

Në mënyrë krejt të ngjashme mund të tregohet se shpejtësia e lëvizjes të pikave të brisqeve prerës të kovës rrotull aksit vertikal të ekskavatorit për cilindro kënd  $\varphi$  është:

$$V_{sh(\varphi)} = v_{sh.\min} \cdot \frac{R_{k.\min} + r \sin \varphi}{R_{k.\min} + r}$$

E gjithë kjo vlen për një fetë dhe kushtin që të jetë  $\omega_{sh} = \text{const}$ . Në bazë të analizës matematike të kryer rrjedhë që shpejtësia maksimale e rrotullimit, gjerësia maksimale dhe trashësia maksimale e fetës së gjermuar arrihet në pikën M (Figura 2.4) të rrethit me

largësinë maksimale nga aksi i ekskavatorit, me fetën e hequr (prerë) nga rrota punuese në formë drapri. Për këtë pikë vlejné marrëdhëniet:

$$\frac{v_{sh}}{60 \cdot v} = \frac{b}{r \cdot v} = \frac{b \cdot z}{2 \cdot r \cdot \pi} \quad (2.20)$$

Trashësia e fetës së gërmuar me kovën e rrotës punuese në pikën e dhënë të profilit nëpër ballin e frontit të punës, për këndin e rrotullimit të shigjetës  $\psi=0$ , është e barabartë me prerjen radiale të prerë nga tehu prerës i thikës (dhëmbët prerës) të kovës ndërmjet dy pozicioneve të rrethit të jashtëm. Këta rrathë korrespondojnë me pozicionin e ri dhe të mëparshëm të rrotës punuese. Pikat qendrore të tyre janë të larguara njëra nga tjetra për trashësinë maksimale të fetës  $S_{max}$ . Kjo trashësi merret nga zhvendosja e ekskavatorit përpara (me drejtim të aksit X, Figura 2.1). Në bazë të kësaj trashësie mund të llogaritet trashësia e fetës për çfarëdo këndi  $\varphi$  të rrotës punuese, dhe atë në dy mënyra (Figura 2.5). Sipas Figurës 2.5a do të përftojme ekuacionin e thjeshtësuar, por mjaft i saktë për llogaritje inxhinierike:

$$S_{\varphi} = S_{max} \cdot \sin \varphi \quad (2.21)$$

Sipas Figurës 2.5b mund të përcaktohet në mënyrë precize vlera S sipas teoremës së sinusit, në bazë të ekuacionit.

$$\frac{r-s}{r} = \frac{\sin \beta_z}{\sin(90-\varphi)} = \frac{\sin \beta_z}{\cos \varphi} \quad (2.21a)$$

$$\frac{S_{max}}{r} = \frac{\sin(90-\beta_z)}{\sin(90+\varphi)} = \frac{\cos(\varphi+\beta_z)}{\cos \varphi} \quad (2.22)$$

Me zberthimin e mëtejme kemi:

$$\cos(\varphi+\beta_z) = \cos \varphi \cdot \cos \beta_z - \sin \varphi \cdot \sin \beta_z$$

përftohet:

$$\frac{S_{max}}{r} = \cos \beta_z - \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \beta_z$$

Pastaj duke zëvendësuar shprehjen:

$$\cos \beta_z = \sqrt{1 - \sin^2 \beta_z}$$

përftohet:

$$\frac{S_{\max}}{r} = 1 - \sin^2 \beta_z - \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \beta_z$$

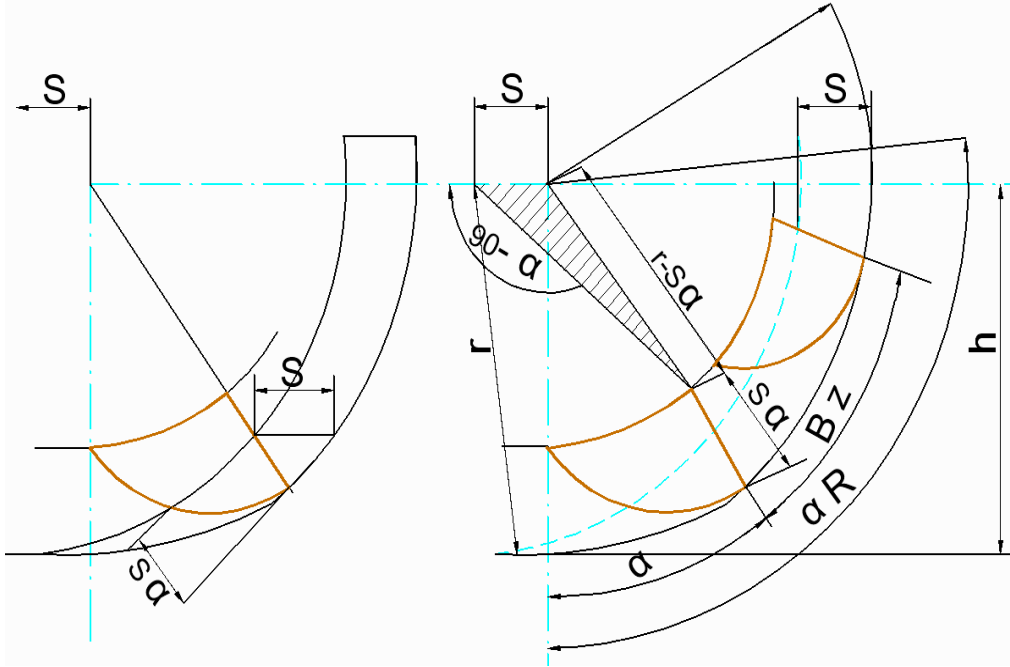


Figura 2.5. Skema për përcaktimin (e thjeshtësuar) të vlerave të trashësisë së fetës (shtresës së gërmuar)  $S$

Duke e zgjidhur këtë ekuacion kuadratik sipas  $\sin \beta_z$  rezulton:

$$\sin \beta_z = \cos \varphi \left( -\frac{s}{r} \sin \varphi + \sqrt{1 - \frac{s^2}{r^2} \cos^2 \varphi} \right)$$

Në qoftë se shprehja  $\sqrt{1 - \frac{s^2}{r^2} \cos^2 \varphi}$  zhvillohet (zbërthehet) në seri merret:

$$\sqrt{1 - \frac{s^2}{r^2} \cos^2 \varphi} = 1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{s^2}{r^2} \cos^2 \varphi + \frac{1}{4} \cdot \frac{s^4}{r^4} \cos^4 \varphi - \frac{1}{16} \cdot \frac{s^6}{r^6} \cos^6 \varphi$$

Duke marrë parasysh që raporti  $\frac{s}{r}$  është shumë i vogël, ne do të marrim në trajtim vetëm termin e parë të serisë ndaj kemi:

$$\sin \beta_z = \cos \varphi \left( -\frac{s}{r} \sin \varphi + 1 - \frac{s^2}{2r} \cos^2 \varphi \right) \quad (2.23)$$

nga ekuacioni (12a) kemi:  $(r - S_\varphi) \cdot \cos \varphi = r \cdot \sin \beta_z$

$$S_{\varphi} = r - \frac{r \cdot \sin \beta_z}{\cos \varphi} \quad (2.24)$$

Duke zëvendësuar vlerat e  $\sin \beta_z$  në ekuacionin (2.24) merret:

$$S_{\varphi} = S_{\max} \left( \sin \varphi + \frac{S_{\max}}{2 \cdot r} \cos^2 \varphi \right) \quad (2.25)$$

Me rrotullimin e rrotës punuese rreth aksit të vet trashësia e fetës ndryshon sipas ligjit (pra gjatë gjithë kohës së kalimit të kovës nëpër material trashësia nuk mbetet konstante, por rritet vazhdimisht duke arritur maksimumin në dalje të kovës nga fronti i gërmimit):

$$\frac{1}{\sin \varphi} + \frac{S}{2 \cdot r} \cos^2 \varphi \cong \frac{1}{\sin \varphi}$$

Trashësia e shtresës së prerë në nivelin e rrotullimit të rrotës rotor  $\varphi = \frac{\pi}{2}$ , kur kahja e shigjetës ndryshon nga aksi i zhvendosjes të ekskavatorit, mund të përcaktohet sipas Figurës 2.5. Trashësia e prerjes  $S_{\psi}$  në funksion të këndit të rrotullimit të shigjetës së rrotës punuese përcaktohet duke zgjidhur ekuacionin kuadratik:

$$X^2 + 2 \cdot X \cdot S_{\max} \cdot \cos \psi + S_{\max}^2 - R_{k.\max}^2 = 0$$

Me zgjidhjen në kuadraturë të këtij ekuacioni merret:

$$X = -S_{\max} \cdot \cos \psi + \sqrt{R_{k.\max}^2 - S_{\max}^2 + S_{\max}^2 \cdot \cos^2 \psi}$$

Duke zëvendësuar  $\cos^2 \psi = 1 - \sin^2 \psi$  merret:

$$X = -S_{\max} \cdot \cos \psi + \sqrt{R_{k.\max}^2 - S_{\max}^2 \cdot \sin^2 \psi}$$

Më tej meqenëse  $S_{\psi} = R_{k.\max} - X$  merret:

$$S_{\psi} = R_{k.\max} + S_{\max} \cdot \cos \psi - \sqrt{R_{k.\max}^2 - S_{\max}^2 \cdot \sin^2 \psi}$$

Për lehtësi të përdorimit, madhësinë nën rrënjë e shumëzojmë me shprehjen  $\frac{R_{k.\max}^2}{R_{k.\max}^2}$

dhe ekuacioni i sipërm merr trajtën (reduktohet në trajtën):

$$S = S_{\max} + R_{k.\max} - \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{S_{\max}^2 \cdot \sin^2 \psi}{R_{k.\max}^2}} \right)$$

Në qoftë se si më parë shprehja

$\sqrt{1 - \frac{S_{max}^2 \cdot \sin^2 \psi}{R_{k,max}^2}}$  zëbërthehet në seri dhe për shkak të vlerës së vogël të raportit merren

parasysh vetëm dy termat e para të serisë, do të kemi:

$$S_{\psi} = S_{max} \cdot \cos \psi + R_{k,max} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{S_{max}^2}{2 \cdot R_{k,max}} \cdot \sin^2 \psi \right) \right]$$

Duke kryer veprimet e duhura në këtë ekuacion përftohet:

$$S_{\psi} = S_{max} \cdot \cos \psi + R_{k,max} \left( \frac{S_{max}^2}{2 \cdot R_{k,max}} \cdot \sin^2 \psi \right)$$

Këtëj, ekuacioni i përftuar mund të shkruhet në formën e ngjashme me ekuacionin (2.25):

$$S_{\psi} = S_{max} \cdot \left( \cos \psi + \frac{S_{max}}{2 \cdot R_{k,max}} \cdot \sin^2 \psi \right) \quad (2.27)$$

Për  $\psi = 0$ , kemi:

$$S_{\psi} = S_{max}$$

Tani mund të shkruhet vlera e trashësisë së fetës së prerë për çfarëdo këndi  $\varphi$  të rrotullimit të rrotës punuese për cilindro kënd  $\psi$  të rrotullimit të shigjetës:

$$S(\varphi, \psi) = S_{\psi} \cdot \left( \sin \varphi + \frac{S}{2 \cdot r} \cdot \cos^2 \psi \right) \quad (2.28)$$

Nga analizat e gjertanishme të kinematikës së gjurmimit të ekskavatorit me rotor shihet se trashësia e fetës së prerë varet nga lëvizja e ekskavatorit përpara dhe këndi i rrotullimit të shigjetës dhe se trashësia maksimale arrihet në aksin X (drejtimi i lëvizjes së ekskavatorit) në nivel të rrotullimit të rrotës punuese, dhe se me rrotullimin e shigjetës kjo zvogëlohet me rritjen e këndit të rrotullimit  $\psi$ . Gjerësia e fetës “b” varet nga shpejtësia e shigjetës dhe rritet pikërisht proporcionalisht me rritjen e shpejtësisë së saj. Duke qenë se **kapaciteti i ekskavatorit varet nga përmasat e fetës** (pra, ndërmjet parametrave të shtresës së prerë dhe kapacitetit të ekskavatorit **ka një varësi funksionale**), atëherë për shpejtësi konstante të rrotullimit të shigjetës vjen deri tek zvogëlimi i kapacitetit të ekskavatorit proporcionalisht me zmadhimin e këndit të rrotullimit.

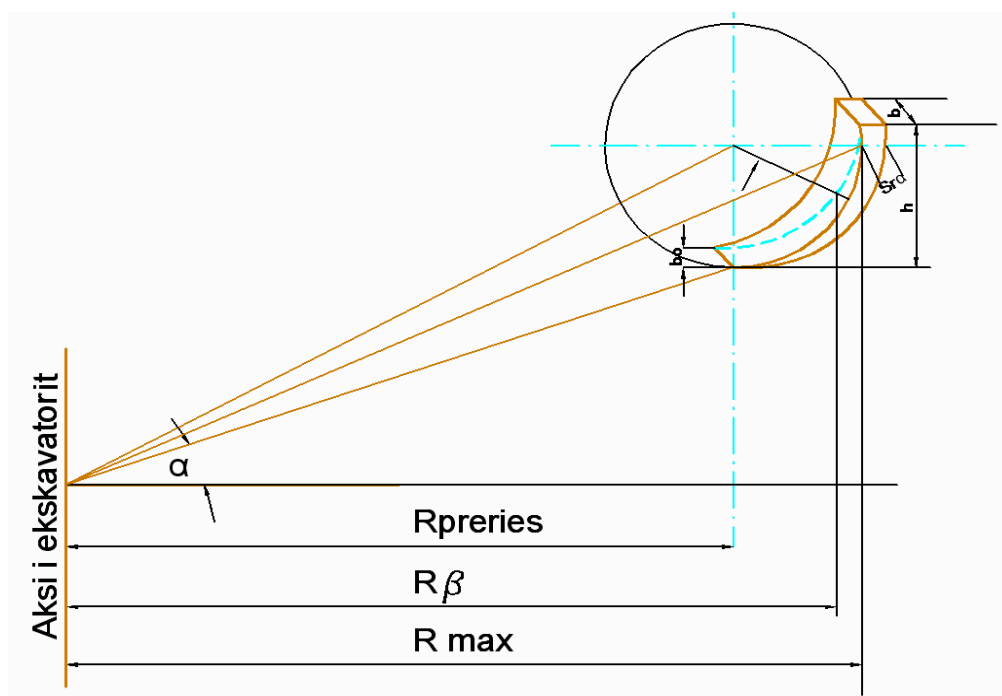


## 2.4. Elementet e fetës dhe elementet e prerjes

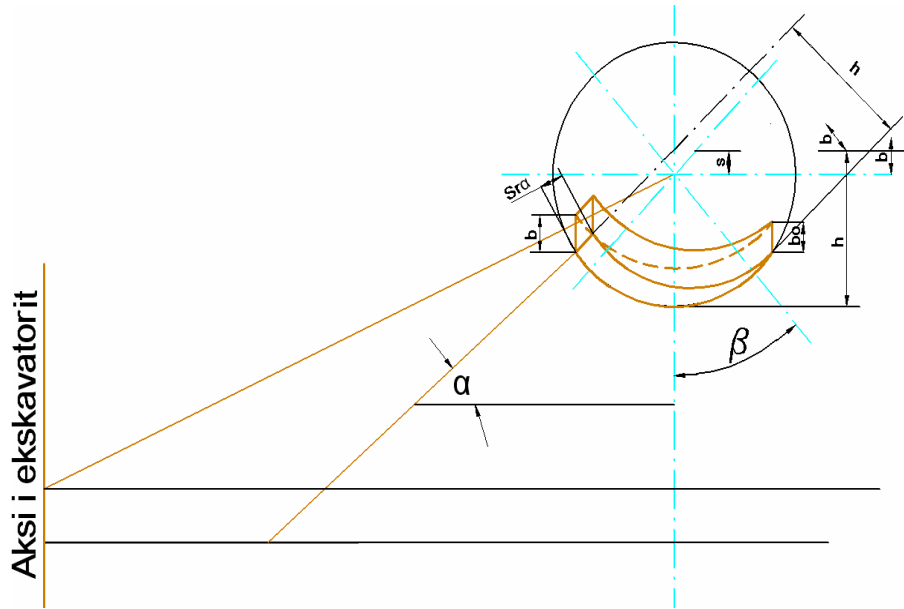
Në paragrafin 2.3. është bërë fjalë mbi **elementet e prerjes** dhe **fetës** nga pikëpamja e kinematikës të lëvizjes së kovave të ekskavatorit në materialin i cili gërmohet. Këtu fetën dhe prerjen do t'i trajtojmë nga pikëpamja e *elementeve gjeometrike të tyre në periudhën e caktuar të kohës dhe ndikimin e tyre në kapacitetin e ekskavatorit.*

**Feta (shtresa e prerë)** përfaqëson vëllimin e materialit të cilin e gërmon kova e ekskavatorit gjatë një kalimi nëpër masivin shkëmbor i cili gërmohet. Heqja e fetës nga rrota rotor mund të jetë me prerje vertikale dhe horizontale të shtresës. Prerja me feta vertikale (Figura 2.6) hiqet me lëvizjen përpara të ekskavatorit me pjerrësi të njëjtë të shigjetës së rrotës punuese kundrejt planit horizontal ( $\alpha$ ). Elementet themelor gjeometrikë të fetës janë:

- *Lartësia e fetës ( $h$ )*, e cila është e barabartë me lartësinë e prerjes respektivisht lartësia e brezit, *trashësia e fetës ( $S$ )* dhe *gjerësia e fetës ( $b$ )*.



*Figura 2.6. Feta vertikale*



**Figura 2.7. Feta horizontale**

Vëllimi i një fete, respektivisht sasia e materialit e llogaritur në masiv të fortë, të cilën e heq një kovë gjatë kalimit nëpër material për një rrotullim të rrotës punuese:

$$dV_0 = b \cdot S \cdot \sin\varphi \cdot r \cdot d\varphi$$

duke integruar merret (në kufijtë e këndit të gërmimit  $\varphi = 0 \wedge \varphi$ )

$$V_0 = b \cdot S \cdot r \cdot \int_0^{\varphi_0} \sin\varphi \cdot d\varphi$$

$$V_0 = b \cdot S \cdot r \cdot (1 - \cos\varphi)$$

Me qenë se shprehja  $r \cdot (1 - \cos\varphi)$  paraqet lartësinë e fetës së prerë, gjegjësisht brezit mund të shkruajmë:

$$V_0 = b \cdot S \cdot h \tag{2.29}$$

Për këndin e rrotullimit të rrotës punuese  $\varphi = 90^\circ$ , kemi  $h = r$ .

Në qoftë se me  $S_0$  e shënojmë trashësinë e fetës në nivel të aksit të lëvizjes së ekskavatorit, respektivisht gjatësinë e zhvendosjes përpara të ekskavatorit gjatë ndryshimit të prerjes, e përftojmë vëllimin e fetës në aksin e ekskavatorit:

$$V_0 = b \cdot S_0 \cdot h \tag{2.30}$$

Për prerjen me feta horizontale vlejné relacionet matematike të njëjta duke marr parasysh simbolet e dhëna në Figurën 2.7. Feta horizontale përftohet me ndryshimin e pjerrësisë së

shigjetës së rrotës punuese kundrejt planit horizontal. Trashësia e fetës  $S_h$  varet nga ndryshimi i këndit

$$S_h = A \cdot \Delta\alpha$$

$\Delta\alpha$  – ndryshimi i këndit të pjerrësisë së shigjetës në radianë

Një prerje paraqet sasinë e materialit të cilën e gërmon ekskavatori gjatë rrotullimit të shigjetës të rrotës punuese për këndin e rrotullimit  $\psi$ . Paraqitja grafike e një prerje është dhënë në Figurën 2.8. Ngjashëm me ekuacionin (2.28) vëllimi i një prerje është:

Vëllimi i një prerje është:

$$V = B \cdot S_0 \cdot h \quad (2.30)$$

ku:  $B$  - është gjerësia e bllokut, respektivisht projeksioni i harkut i cili përshkruhet me kovat e rrotës punuese për këndin në planin vertikal.

Për rastin e bllokut të plotë (Figura 2. 8a) gjerësia e bllokut është:

$$B = b_1 + b_2$$

$$B = (A + r) \sin \psi_1 + (A + r) \cdot \sin 90^\circ \text{ gjegjësisht:}$$

$$B = (A + r) \cdot (1 + \sin \psi_1)$$

Gjatësia e harkut të përparmë është:

$$B_H = \frac{\pi \cdot (90 + \psi)}{180} \cdot (A + r)$$

Për variantet e tjera të prerjeve të mundshme sipas figurave 2.8b, 2.8c, 2.8d, 2.8e dhe 2.8f merren gjerësitë e bllokut dhe gjatësitë e harqeve:

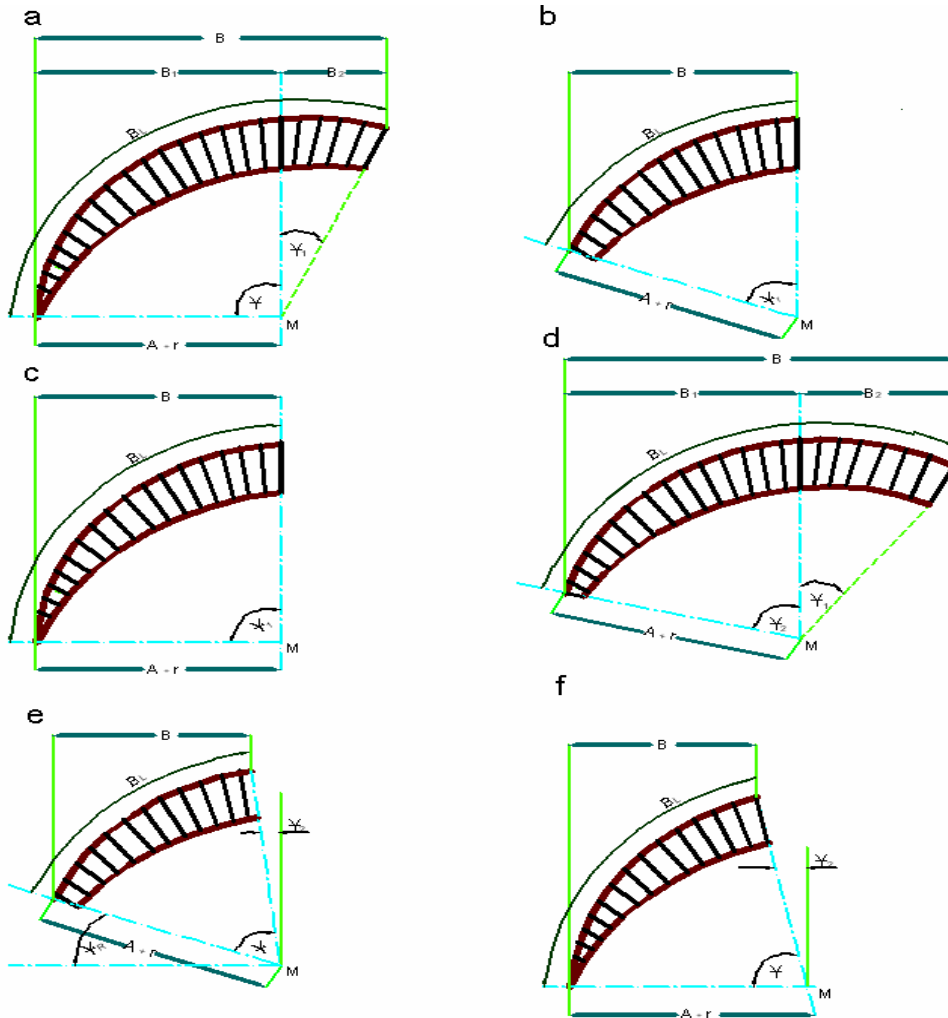
Figura 2.8b:

$$B = (A + r) \cdot \sin \psi_1$$

$$B_H = \frac{\pi \cdot \psi_1}{180} \cdot (A + r)$$

Figura 2.8.c:

$$B = A + r, \quad B_H = \frac{\pi}{2} \cdot (A + r)$$



**Figura 2.8. Paraqitja grafike e një prerje: a - blloku i plotë (prerja maksimale); b,c,d,e,f - blloku jo i plotë (prerja e pjesshme).**

Figura 2.8d:

$$B = (A+r) \cdot (\sin \psi_1 + \sin \psi_2), \quad B_H = \frac{\pi(\psi_1 \cdot \psi_2)}{180} \cdot (A+r)$$

Figura 8e:

$$B = (A+r) \cdot (\cos \psi_R + \cos \psi_H), \quad B_H = \frac{\pi \cdot \psi}{180} \cdot (A+r) = \frac{\pi \cdot (90 - \psi_R - \psi_H)}{180} \cdot (A+r)$$

Figura 2.8f:

$$B = (A+r) \cdot (1 - \cos \psi) = A+r \cdot (1 - \cos \psi_H), \quad B_H = \frac{(90 - \psi_H)}{180} \cdot (A+r)$$

## 2.3 Përmasat optimale të fetës

Me përmasa optimale të fetës nënkuptohen përmasat  $S$  dhe  $b$  për të cilat kova e ekskavatorit duke kaluar nëpër material shkëmbor e gërmon vëllimin  $V_0$  të materialit, i cili është i barabartë me vëllimin gjeometrik  $E$  të ekskavatorit, me sipërfaqe minimale të prerjes dhe për lartësinë e fetës e cila është e barabartë me rrezën e rrotës punuese. Siç shihet nga formula (2.32), vëllimi i fetës është i barabartë me vëllimin e prizmit me përmasat  $b$  dhe  $S$  në lartësi të rrotullimit të pikës për  $\varphi = 90^\circ$ .

Elementi i sipërfaqes (Figura 2.9) është i barabartë:

$$dA = (S \cdot \sin\varphi + b) \cdot r \cdot d\varphi$$

$$A = r \cdot \int_0^\varphi (S \cdot \sin\varphi + b) \cdot d\varphi$$

pas integritimit përftohet:

$$A = r \cdot (S - S \cdot \cos\varphi + b \cdot \varphi)$$

ose në qoftë se shprehja e fundit rregullohet në mënyrën që pason:

$$A = s(r - r \cdot \cos\varphi + r \cdot b \cdot \varphi) \text{ ose meqë } r - r \cdot \cos\varphi = h \text{ përftohet:}$$

$$A = S \cdot h + r \cdot b \cdot \varphi \text{ (m}^2\text{)} \quad (2.31)$$

Nga ekuacioni (2.29)  $S = \frac{V_0}{b \cdot H}$ , prandaj mund të shkruhet:

$$A = \frac{V_0}{b \cdot h} \cdot h + r \cdot b \cdot \varphi$$

respektivisht:

$$A = \frac{V_0}{b} + r \cdot b \cdot \varphi$$

Në qoftë se derivati i parë i shprehjes së fundit barazohet me zero, do të përftohen elementet me sipërfaqe minimale, në qoftë se derivati i dytë është më i madh se zero:

$$\frac{dA}{db} = \frac{V_0}{b^2} + r \cdot \varphi = 0 \Rightarrow \frac{d^2 A}{d^2 \cdot b^2} = \frac{2 \cdot V_0}{b^2} > 0$$

$$\text{atëherë kemi: } -\frac{V_0}{b^2} + r \cdot \varphi = 0 \Rightarrow \sqrt{\frac{V_0}{r \cdot \varphi(m)}} \quad (2.34)$$

Duke vendosur në vend të “S” vlerën “b” në shprehjen e fundit merret:

$$S = \frac{V_0}{h \cdot \sqrt{\frac{V_0}{r \cdot \varphi}}}$$

Duke kryer veprimet e duhura në shprehjen e fundit përfitohet:

$$S = \frac{1}{h} \cdot \sqrt{r \cdot V_0 \cdot \varphi} \quad (m) \quad (2.33)$$

$$S = \frac{\varphi}{h} \cdot \frac{V_0}{r \cdot \varphi} \quad (m) \quad (2.33a)$$

Ekuacionet (2.32) dhe (2.33) japin vlerat e trashësisë dhe gjerësisë të prerjes për të cilat përfitohet *gjerësia minimale e prerjes së materialit për vëllimin e kërkuar të fetës*.

**Marrëdhënia trashësi / gjerësi e fetës është:**

$$\frac{S}{b} = \frac{\frac{1}{h} \cdot \sqrt{r \cdot V_0 \cdot \varphi}}{\sqrt{\frac{V_0}{r \cdot \varphi}}}$$

dhe pas reduktimit merret:

$$\frac{S}{b} = \frac{r \cdot \varphi}{h} \quad (2.34)$$

Në këto ekuacione nuk është marr parasysh rumbullakësia e kovave të ekskavatorit në pjesën e poshtme të saj, në mënyrë që të merren vlera të afërta me ato optimale, dhe që për llogaritje inxhinierike është e mjaftueshme. Në llogaritje inxhinierike gjithmonë fillohet nga feta e cila përfitohet me aksin e lëvizjes së ekskavatorit. Vëllimi i fetave të tjera janë të rregulluara me kinematikën e ekskavimit e cila siguron të jetë  $V_0 = const$ , për këndin e caktuar  $\psi$  të lëvizjes së shigjetës të rrotës punuese.

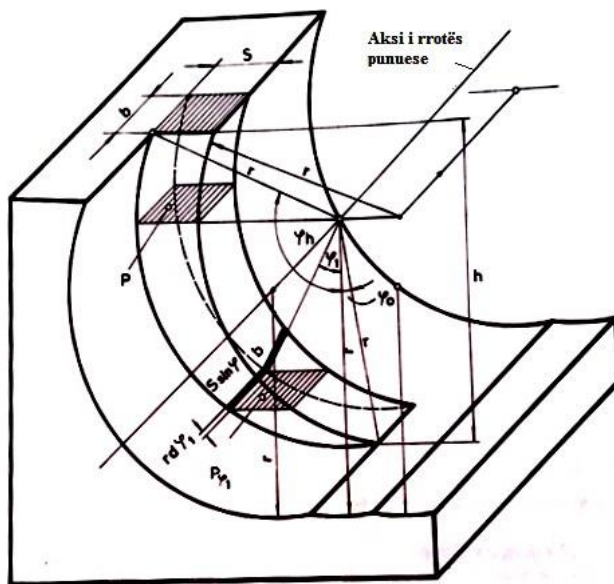


Figura 2.9. Elementet gjeometrike të fetës

Rrota punuese është e konstruktuar ashtu që në rastin e mbushjes **100%** të kovës së ekskavatorit për lartësinë e prerjes e cila është të paktën e barabartë me rrezën e rrotës punuese ( $h = r$ ) jep kapacitet maksimal. Në këtë rast këndi i rrotullimit është  $\varphi=90^0$  prandaj merret:

$$\frac{S_0}{b} = \frac{\pi}{2} = 1.57$$

**Trashësia e fetës** përcaktohet me zhvendosjen e ekskavatorit përpara. Gjerësia e fetës varet nga shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rrotës punuese  $v_f$  e cila merret nga ekuacionet:

$$v_{sh} = z \cdot n_{rr} \cdot b \quad v_f = z \cdot Nr \cdot b$$

gjegjesisht:

$$v_{sh} = z \cdot n_{rr} \cdot \frac{S}{1.57}$$

Me qenë se  $z \cdot n_{rr} = n_z$  – numri i kovave të zbrazura brenda një minute, që për çdo ekskavator është madhësi e njohur, shpejtësinë  $v_{sh}$  e llogarisim nga shprehja:  $v_{sh} \cong 0,64 \cdot S_o \cdot n_z$  dhe e pranojmë vlerën standarde më të afërt të shpejtësisë në aksin e lëvizjes së ekskavatorit.

Nga vlerat e përftuara për **S** dhe **b** tani mund të llogaritet syprina korresponduese e sipërfaqes:

$$A = S \cdot h + r \cdot b \cdot \varphi$$

Duke zëvendësuar vlerat **S** dhe **b** marrim:

$$A = \frac{r \cdot \varphi}{h} \cdot h \sqrt{\frac{V_0}{r \cdot \varphi}} + r \varphi \sqrt{\frac{V_0}{r \cdot \varphi}}$$

me kryerjen e veprimeve të nevojshme më tej merret:

$$A = 2 \cdot \sqrt{r \cdot \varphi \cdot V_0} \quad (2.35)$$

*Gjatësia mesatare e teheve prerës të thikës së kovës, me të cilën ai kontakton me shkëmbin që gërmohet për sipërfaqen minimale të prerjes, është:*

$$l_{mes} = 2 \cdot \sqrt{\frac{V_0}{r \cdot \varphi}} \quad (2.36)$$

Në qoftëse në vend të vëllimit të fetës  $V_o(V_f)$  futet kapaciteti i ekskavatorit **Q** nga ekuacioni:

$$Q = 60 \cdot V_0 \cdot N_z = 60 \cdot V_f \cdot N_z \left( \frac{m^3}{h} \cdot m \cdot f \right)$$

$$\text{ose: } Q' = 60 \cdot V_0 \cdot k_{sh} \cdot N_z = 60 \cdot V_f \cdot k_{sh} \cdot N_z \left( \frac{m^3}{h} \cdot m \cdot f \right)$$

merret:

$$l_{mes} = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q}{60 \cdot N_z \cdot \varphi \cdot r}}$$

Respektivisht

$$l_{mes} = \sqrt{\frac{Q}{15 \cdot N_z \cdot \varphi \cdot r}} \quad (2.37)$$

Numri i kovave, të cilat njëkohësisht gjenden në kontakt me materialin, është:

$$Z_{mes} = \frac{\varphi}{2\pi} \Rightarrow Z_{mes} = \frac{\varphi \cdot z}{2\pi}$$



Gjatësia e përgjithshme e prerjes të të gjitha kovave në kontakt me shkëmbin që gërmohet është:

$$L = l_{mes} \cdot z_{mes}$$

Pas kryerjes së zëvendësimeve për  $l_{mes}$  dhe  $z_{mes}$  si dhe reduktimeve të nevojshme merret:

$$L = \frac{z}{2\pi} \cdot \frac{Q \cdot \varphi}{15 \cdot N_z \cdot r} (m) \quad (2.38)$$

L – i përftuar kështu paraqet *gjatësinë e përgjithshme minimale të teheve prerës të kovave të cilat janë njëkohësisht në kontakt aktiv me materialin*. Për ta përcaktuar në këtë mënyrë *fuqia minimale e nevojshme* (është e nevojshme fuqia minimale) me mekanizmin ngasës të rrotës punuese) (nevojitet të instalohet fuqia minimale për ngasjen e rrotës punuese që të realizohet procesi i gërmimit).

Në llogaritjet praktike të gjitha përmasat duhen të merren në **m**, respektivisht në **m<sup>3</sup>** në mënyrë që rezultatet të merren gjithashtu në **m**. Me qenë se në llogaritje përdoren përmasat e materialit “*in-situ*”, atëherë edhe rezultatet për **V<sub>o</sub>** dhe **Q** merren në **m<sup>3</sup>** të **masivit (materialit) të fort**, prandaj marrëdhënia e vëllimit gjeometrik të kovës dhe vëllimit të materialit për mbushjen 100% të kovës është:

$$E = V_o \cdot k_{sh} \left( E_{ll} = V_f \cdot k_{sh} \right) \quad (2.39)$$

Ku:

$k_{sh}$  – koeficienti i shkrifërimit,

E (ose  $E_{ll}$ ) – vëllimi gjeometrik i kovës.

Prandaj, gjatë llogaritjes së vlerave optimale  $V_o$  është madhësi e njohur dhe është e barabartë:

$$V_o = \frac{E_{ll}}{k_{sh}} \left( V_f = \frac{E_{ll}}{k_{sh}} \right) \quad (2.40)$$

Në nxjerrjen e mëparshme të vlerës optimale  $\frac{S}{b}$  kemi përdorur sipërfaqen e përgjithshme minimale (pra, minimumin e sipërfaqen së përgjithshëm) A, e cila është në kontakt me thikat prerëse të kovave gjatë prerjes të një fete duke mos marr parasysh rrezet e rrumbullakimit të kovës  $r_1$  do të përdorim seksionin tërthor të një fete me varësi funksionale të thjeshtësuar (HAWRYLAK) për S dhe b (Ekuacionet (2.8) dhe (2.12)). Në Figurën 11 është copa e shkëmbit të kapur nga kova (që hiqet nga një kovë), të cilën e pret

rrota punuese në procesin e gërmimit. Prerjen tërthore radiale mesatare e shënojmë me  $A_{mes}$ . Duke zbatuar rregullën e vlerave mesatare të llogaritjes integrale llogaritet vëllimi materialit të shkëputur (prerë) nga masivi i shkëmbit si në vazhdim:

$$V_0 = V_f = \int_0^{\varphi} A_{\varphi} \cdot r_{\varphi} \cdot d\varphi$$

Ku është:

$r_{\varphi}$  – rrezja e llogarisë të seksionit tërthor  $A_{\varphi}$  të materialit të prerë nga aksi i rrotullimit të rrotës punuese.

Duke pranuar përafrimin e caktuar që  $r = const = r_{mes}$ , merret:

$$A_{mes} = \frac{1}{\varphi_h} \int_0^{\varphi} A_{\varphi} \cdot d\varphi$$

Sipas Ekuacionit (2.12) kemi:

$$S_{\varphi} = S \cdot \sin \varphi$$

Gjerësia e prerjes  $b$  mund të konsiderohet konstante, gjegjësisht në llogaritje merret vlera mesatare  $b_{mes}$ . Prandaj, në përafrimin e parë është:

$$A_{mes} = b \cdot S \cdot \sin \varphi$$

Prej nga rezulton:

$$A_{mes} = \frac{b \cdot S}{\varphi_h} \int_0^{\varphi} \sin \varphi \cdot d\varphi$$

Dhe me zgjedhjen e integralit në shprehjen e fundit merret:

$$A_{mes} = \frac{b \cdot S}{\varphi_h} \cdot (1 - \cos \varphi_h)$$

## KAPITULLI III

### 3. PARIMET BAZË TË GËRMIMIT TË MATERIALIT ME RROTEN PUNUESE TË EKSKAVATORIT ME ROTOR

#### 3.1 Karakteristikat e procesit dhe parametrat e gërmimit

Përcaktimi teorik i rezistencës ndaj gërmimit është shumë problematik dhe i komplikuar. Ajo varet nga shumë faktorë, të cilët ndikojnë në mënyrë të ndërsjellë në njëri tjetrin, si p.sh. *kategoria e shkëmbit, homogjeniteti, lagështia, forma e kovës për gërmim, pjerrësia e planit të gërmimit(prerjes) dhe koeficienti i fërkimit*. Vija e veprimit e rezistencës ndaj gërmimit është gjithmonë e pjerrët në hapësirë kundrejt vijës së gërmimit. Prosesi i komplikuar i gërmimit vështirë mund të mbulohet me ekuacione matematike relevante (numër i madh i të panjohurave), dhe për përcaktimin e rezistencave ndaj gërmimit, në praktikë përdoren formulat empirike të përfutuara nga provat laboratorike dhe hulumtimi i ekskavatorit në terren. Meqë nuk ekziston ligji i përgjithshëm i ngjashmërisë, formulat të cilat aktualisht janë në përdorim kanë të bëjnë vetëm për rastet, të cilat iu korrespondojnë vlerave të matura përafërsisht. Struktura e shkëmbinjve është komplekse dhe jo e njëtrajtshme gjë që e bënë të komplikuar edhe punën në studimin e ligjit mbi deformimin gjatë prerjes. Studimi i pastër analitik në fushën e prerjes të masivit është i vështirë. Deri me sot as sipas teorisë së elasticitetit as sipas teorisë së plasticitetit nuk mund të parashikohen hipotezat e duhura për zgjidhjen e kësaj detyre. Në të njëjtën kohë, do kishte qenë gabim të orientohemi vetëm në të dhëna eksperimentale, të cilat do të përkonin vetëm me kushtet specifike. Edhe të dhënat eksperimentale të ndryshme mund të çojnë në përfundime të gabuara, në qoftë se rregullsitë e gjetura të caktuara kanë të bëjnë me kushtet specifike të provuarjes.

Në fakt, niveli i tanishëm i teknikës matëse nuk bënë të mundur matjen e forcave të brendshme me material të shkaktuar me trysnin e jashtme – *me depërtimin e trupit të huaj*. Në mungesë të teknikës së duhur të matjes do të bëhen kufizime në matjen e efekteve të shkaktuara nga ngarkesat e jashtme. Në mënyrë që ti shmangemi konkludimit në bazë të interpretimeve teorike, me zgjidhjen e detyrave teknike me anë të analogjisë së procesit mund të përcaktohet në çfarë mase është i definuar shkëmbi i caktuar me dimensionet e koeficientit të caktuar të testimit. Kështu do ti qasemi vlerësimit të karakteristikave të

shkëmbinjve për të përcaktuar rezistencën ndaj gërmimit. Ekskavatorët materialin e gërmojnë me kova të cilat gjatë gërmimit e presin materialin nga masivi në formë të *fetës*. Dallimi thelbësor ndërmjet gërmimit të materialit, p.sh. me ekskavator me rotor dhe me gërmim të pastër pasqyrohet në faktin që tek ekskavatori me rotor përveç shkatërrimit të masivit kryhet dhe marrja dhe ngritja e materialit deri në lartësinë e zbrazjes së saj në rajonin e sektorit të shkatërrimit të rotorit. Pjesa prerëse e elementeve punuese të ekskavatorëve me rotor për gërmim në prerjen gjatësore ka formën e pykës.

Në fillim të procesit të prerjes vjen deri te ngjeshja e materialit para elementit prerës. Kur arrihet në ekuilibrin e forcës shtytëse të instrumentit prerës të përparmë me rezistencën maksimale të materialit ndaj prerjes në planin e shkatërrimit shfaqet prerja ose shkëputja e copave të mëdha ose të vogla të materialit shkëmbor dhe fillon procesi i ngjeshjes së serishme. Materiali i shkrifet pa kohezion nuk ofron rezistencë të ndjeshme ndaj elementeve prerës për marrje dhe materiali nëpër ta rrëshqet në kovat e ekskavatorit. Materiali plastik, i cili ka kohezion të vogël, ofron rezistencë të vogël edhe në trajtë të fetës së pandërprerë rrëshqet në kovë. Materiali i lidhur i thatë me kohezion të madh gjatë procesit të marrjes shkëputet në copa dhe ofron rezistencë më të madhe ndaj gërmimit.

Procesi i punës të ekskavatorëve me rotor është i pandërprerë, respektivisht në secilin interval kohor zhvillohen të gjitha operacionet të ciklit punues: ***shkëputja e shkëmbit nga masivi, kapja e shkëmbit të shkëputur me kovën e ekskavatorit, mbushja e kovës, transportimi i shkëmbit deri të vendi i zbrazjes (me rrotën punuese), transporti i shkëmbit të gërmuar deri në vendin e shkakimit në transportierin e shkallës.***

Shkëputja e shkëmbit nga masivi dhe mbushja e kovave të rrotës punuese janë rrjedhojë e tri llojeve të lëvizjes së ekskavatorit dhe atë:

1. *Lëvizja rrethore e rrotës punuese rreth aksit të vet,*
2. *Lëvizja rrotulluese e shigjetës të rrotës punuese në lidhje me drejtimin e lëvizjes së ekskavatorit,*
3. *Lëvizja përpara e ekskavatorit në drejtim të aksit gjatësor të ekskavatorit.*

Që të tri lëvizjet janë lëvizje të gërmimit. Derisa dy të parat zhvillohen në të njëjtën kohë, e treta shfaqet herë pas herësh pas përfundimit të gërmimit të një prerje. Dy të parat mundësojnë shkëputjen e shkëmbit nga masivi dhe sipas drejtimin përputhen me ballin e frontit të punës (lëvizja rrethore dhe tangjenciale), kurse e treta rregullon trashësinë e

prerjes së shkëmbit (lëvizja e prerjes), është e orientuar pingul në të parën, kështu që mu për këtë quhet lëvizje normale.

Shpejtësia e lëvizjes rrethore të rrotës punuese është deri  $5.5 \text{ m/s}$  dhe më së shpeshti  $3-5 \text{ m/s}$ , mund të jetë konstante ose ndryshon në vartësi nga mjediset e punës, me gjithatë, gjatë kryerjes të një cikli operacioni i gërmimit është konstant. Shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së ekskavatorit është e ndryshueshme gjatë një cikli të operacioneve të gërmimit dhe rritet nga ajo fillestare (shpejtësia në aksin gjatësor të ekskavatorit) deri në maksimale në varësi nga këndi i rrotullimit të shigjetës. Kjo shpejtësi rëndomë lëvizë nga  $6-30 \text{ (m/min)}$ . Në fakt, shpejtësia e prerjes është shpejtësia e transportit të ekskavatorit dhe luhetet nga  $6-10 \text{ (m/min)}$ .

Raporti (marrëdhënia) e shpejtësive të lëvizjeve punuese (shpejtësia rrethore e rrotës punuese dhe shpejtësia rrotulluese e shigjetës të rrotës punuese) përcaktojnë trajektoren e organit punues. Sipërfaqet, të kufizuara me dy trajektore të organit punues, njëra prej tyre e zhvendosur për madhësinë e prerjes, për një rrotullim të rrotës punuese kanë gjerësinë e pjesës së gërmuar të shkëmbit dhe përcaktojnë vëllimin e fetës të prerë me organin punues të ekskavatorit me rotor.

Termi “**fetë e prerë**” është i kushtëzuar, meqenëse gjithmonë nuk përmban esencën fizike të procesit, veçanërisht shkëmbinjtë të cilët e humbin formën gjatë prerjes. Ky term, megjithatë, është i përshtatshëm (me vend) gjatë llogaritjes të forcave të rezistencës të shkëmbinjve, mbushjes së kovave dhe kapaciteti i ekskavatorit dhe është plotësisht i pranueshëm sipas saktësisë. Në procesin e punës të ekskavatorit, çdo kovë e cila gjendet në kontakt të drejtpërdrejtë me shkëmbin shkëput nga masivi fetën me formë dhe dimensione gjeometrike të caktuara. Parametrat bazë llogaritës të fetës janë **lartësia (gjatësia), trashësia dhe gjerësia e tyre**.

**Lartësia e fetës** varet nga dimensionet punuese, vetitë fiziko-mekanike të shkëmbinjve, lartësisë së shkallës që gërmohet dhe skemës teknologjike të kryerjes së punimeve. Vlerat llogaritëse të trashësisë dhe gjerësisë të fetës për lartësi të pranuar përcaktohen duke nisur nga vëllimi i kovës dhe kapacitetit llogaritës të ekskavatorit.

Në bazë të vlerave të parametrave gjeometrik të fetës, parametrave konstruktiv dhe kinematik të organit të punës, vetive fiziko-mekanike të shkëmbinjve dhe kushteve teknologjike të punës mund të përcaktohen vlerat e **forcës prerëse dhe gërmuese dhe**

**komponenteve të tyre, të bëhet llogaritja e ngritjes së shkëmbit dhe llogaritja e kapacitetit, të përcaktohet numri i kovave, dhe poashtu të kryhet llogaritja dinamike.**

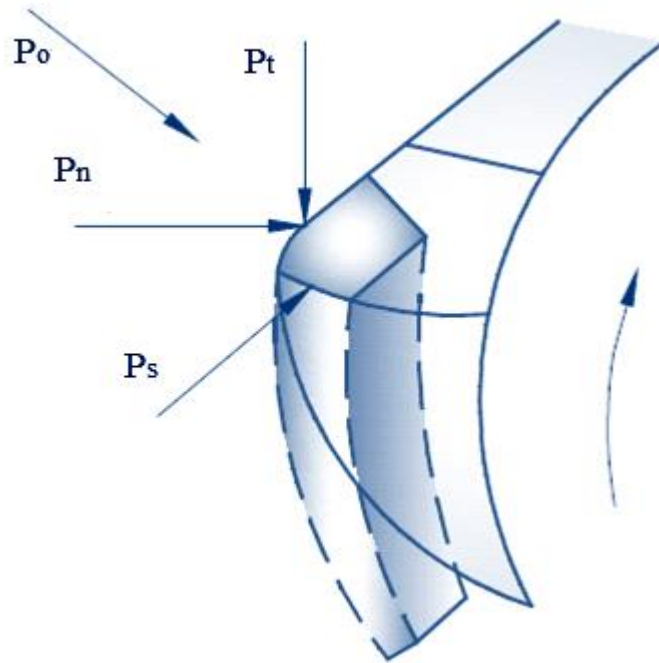
Në natyrën e punës së ekskavatorit me rotor e karakterizon e ashtuquajtura **prerje gjysëm e lirë**, respektivisht prerja e shkëmbit tehun prerës të përparëm dhe një anësor të elementit (instrumentit) prerës. Si rrjedhim së pari ndodh ngjeshja e shtresës së ngjeshur (shtypur) me krijimin e bërthamave të ngjeshjes, shtagësia e të cilave zmadhohet me zmadhimin (rritjen) e ngjeshjes plastike gjatë futjes (hyrjes) në organin punues në shkëmb. Në sipërfaqen e bërthamave krijohet një gjendje komplekse e sforcuar e cila shkakton prerjen e shkëmbit sipas planeve me sforcime prerëse (tangjenciale) më të mëdha. Si rezultat i prerjes ose shkëputjes vjen deri tek ndarja e një pjese të shkëmbit nga masivi. Karakteri i ndarjes së shkëmbit përcaktohet me vetitë fiziko-mekanike të tij, gjeometrin e organit të punës dhe regjimin e punës. Ndarja e shkëmbit nga masivi, e cila përfshin **prerjen e shkëmbit, zhvendosjen e saj nëpër organin punues** (përpara dhe brenda tij) dhe **fërkimin e organit punues në shkëmb si një tërësi përbënë procesin e gërmimit.**

Në procesin e gërmimit organi i punës i ekskavatorit me rotor duhet të përballojë rezistencat:

- ▶  $P_{rez}$  – rezistencën ndaj prerjes (fetëzimit) të materialit nga masivi, duke përfshirë rezistencën e fërkimit të elementeve prerës në ballin e bllokut punues,
- ▶  $P_{ng}$  – rezistencën ndaj ngritjes së materialit të vendosur në kova deri në lartësinë e zbrazjes (shkarkimit) të të njëjtave brenda sektorit të ngarkimit,
- ▶  $P_m$  - rezistenca ndaj mbushjes së kovave me material,
- ▶  $P_f$  - rezistenca e fërkimit ndërmjet materialit në kovë dhe pjesës rrethore të rotorit në procesin e ngritjes së materialit deri në lartësinë e zbrazjes së kovave,
- ▶  $P_{kin}$  - rezistenca ndaj kumtimit të energjisë kinetike të materialit në kovë gjegjësisht përshpejtimi i materialit deri në shpejtësinë e kovës.

Rezistencat e përmendura përbëjnë forcat e jashtme të cilat ngarkojnë organin punues të ekskavatorit. Përveç këtyre faktorëve në intensitetin dhe drejtimin e forcave të jashtme kanë ndikim edhe pesha e shkëmbinjve në kova, pesha vetjake e rrotës punuese dhe forcat e fërkimit në elementet mbështetës dhe në mekanizmat e transmisionit. Ngarkesa e organit punues reduktohet në tre komponente (Figura 3.1):

1. Forca  $P_t$  është forca tangjenciale në trajektoren e gërmimit,
2. Forca  $P_n$  e cila vepron normal në vijën e veprimit të forcës tangjenciale (prerëse),
3. Forca  $P_a$  e cila është forcë anësore që vepron pingul në planin e organit punues.



*Figura 3.1. Shpërndarja e forcave në kovë të rotorit gjatë gërmimit të formacionit shkëmbor.*

**Komponenta tangjenciale** –  $P_t$  vepron në planin e elementit punues (organit gërmues), ka kahje të kundërt me rrotullimin e tij dhe drejtim të tangjentes në trajektoren e prerjes, dhe përballohet me fuqinë e motorit për vënien në lëvizje të elementit punues. Forca tangjenciale tek ekskavatorët me rotor është madhësia fillestare për përcaktimin e fuqisë ngasëse të organit punues dhe mekanizmit të transmetimit të saj dhe luan rol të rëndësishëm në llogaritjen e shigjetës, të sistemit të varjes, ngarkesës të pajisjes për transport etj. Forca  $F_t$  varet nga **parametrat gjeometrik të fetës së prerë, vetitë fiziko-mekanike të shkëmbinjve, forma dhe përmasat e tehut prerës të organit punues.**

**Komponenta normale** –  $P_n$  vepron në planin e rrotës punuese brenda këndit të gërmimit, ka drejtimin e normales së hequr në trajektoren e rrotullimit të rrotës punuese, kurse përballlet nga fuqia ngasëse për transportin e ekskavatorit (kur ekskavatori punon me prerje

vertikale) ose me peshën e fuqisë së rrotës punuese tek ekskavatori me rotor (kur ekskavatori punon me prerje horizontale).

Forca  $P_a$  për ekskavatorët që rrotullohen është madhësia fillestare gjatë përcaktimit të fuqisë ngasëse dhe kompletit të mekanizmave për lëvizje rrethore, dhe gjithashtu edhe gjatë llogaritjes të rrotës punuese në përdredhje dhe përkulje në planin tërthor.

Zakonisht komponentët  $P_n$  dhe  $P_a$  vlerësohen në përqindje në lidhje me forcën  $P_t$ .

### 3.2 Rezistencat specifike në prerje të ekskavatorit me rotor dhe analiza e tyre

Gjatë përpunimit të rezultateve të një studim-kërkimi, rezistenca specifike e materialit (shkëmbit) në gërmim ( $k_L$  ose  $k_F$ ) përcaktohet në atë mënyrë që nga **forca tangjente në kovën e rotorit zbritet vetëm forca e cila nevojitet për ngritjen e materialit deri në lartësinë e shkarkimit të kovave dhe me pjesëtimin kësaj difference me sipërfaqen e seksionit tërthor të fetës ose me gjatësinë e teheve prerës të ndryshme të të gjitha kovave të cilat janë njëkohësisht në kontakt me materialin.** Në pajtim me këtë, rezistenca specifike e materialit në gërmim përfshinë jo vetëm konsumin e energjisë në shkëputjen e materialit nga masivi (në prerje) por dhe në përballimin e rezistencës në mbushje të kovës me material, rezistencës së fërkimit ndërmjet materialit në kovë dhe mureve rrëshqitës rrethore si dhe rezistencës në përsheptimin e materialit deri në arritjen e shpejtësisë të rrotullimit të rotorit. Prandaj shprehja për forcën periferike mund të shkruhet në trajtën:

$$P_t = P_{gër} + P_{ng}$$

ku  $P_{gër}$  – forca e gërmimit. me këtë rast është:

$$P_{gër} = P_{pr} + P_m + P_f + P_{kin}$$

Mënyra e këtillë e përcaktimit të forcës periferike në rotor ( $P_t = P_{gër} + P_{ng}$ ) sot përdoret nga të gjithë prodhuesit e mëdhenj të ekskavatorit me rotor kudo në botë.

Forca e gërmimit për ekskavatorët përcaktohet formulën:

$$P_{gër} = k_f \cdot \sum_{i=1}^{i=m} F_i = k_L \cdot \sum_{i=1}^{i=m} L_i$$

Respektivisht, vlera mesatare e saj është:



$$P_{g\ddot{e}r,mes} = k_F \cdot F_m \cdot m = k_F \cdot L_{mes} \cdot m$$

ku:

$k_F$  – rezistenca specifike sipërfaqësore e materialit në gërmim  $\left(\frac{N}{cm^2}\right)$ .

$F_i$  – shuma e sipërfaqeve të seksioneve tërthore të fetave të të gjitha kovave të cilat gjenden në të njëjtën kohë në procesin e prerjes (për ekskavatorët me një element punues kemi vetëm një kovë) (cm),

$k_L$  – rezistenca specifike lineare e materialit në gërmim  $\left(\frac{N}{cm^2}\right)$ .

$L_i$  – gjatësia shumë e elementeve prerëse të kovave të cilat janë njëkohësisht në procesin e prerjes, d.m.th. në kontakt me materialin (tek ekskavatori me një element punues është një kovë) (cm),

$F_{mes}(A_{mes})$  – vlera mesatare e sipërfaqes së seksionit tërthor të fetës sipas harkut të gërmimit (në planin e rotorit) (cm<sup>2</sup>),

$L_{mes}$  – vlera mesatare e gjatësisë të elementit prerës të kovës sipas harkut të gërmimit i cili është në kontakt me materialin (cm),

$m$  - numri i kovave të cilat njëkohësisht gjenden në procesin e prerjes d.m.th. Në kontakt me materialin (në rastin e aplikimit të ekskavatorit me një element punues është një kovë).

Forca që nevojitet për ngritjen e materialit deri në lartësinë e shkarkimit (zbrazjes) së kovave mund të përcaktohet me shprehjen

$$P_{ng} = \frac{Q_0 \cdot \gamma \cdot g \cdot h_{ng}}{3600 \cdot v_r}$$

Respektivisht, fuqia e nevojshme për ngritjen e materialit është

$$P_{ng} = \frac{Q_0 \cdot \gamma \cdot g \cdot h_{ng}}{3600}$$

ku është:

$Q_0$  – kapaciteti teorik i ekskavatorit  $\left(\frac{m^3}{h} \cdot m \cdot sh\right)$ ,

$\gamma$  – masa

$g$  – përsheptimi i rëndesës së tokës  $\left(\frac{m}{s^2}\right)$ ,

$v_r$  – shpejtësia periferike e rrotës punuese  $\left(\frac{m}{s}\right)$ ,

$h_{ng}$  – lartësia e ngritjes të materialit në kova deri në vendin e shkarkimit të tij (m).

Prandaj, forca periferike në rotor mund të përcaktohet me shprehjen:

$$P_{përgj} = P_{pr} + P_{ng} + P_{mb} + P_f + P_{kin} \quad (3.1)$$

Vlerat e komponentëve  $P_{mb}$ ,  $P_f$ ,  $P_{kin}$  janë të vogla krahasuar me vlerat e  $P_{pr}$  dhe për afërsisht pranohet qe:  $P_{mb} + P_f + P_{kin} = (0.02 - 0.15) \cdot P_{pr}$ .

Forca e gërmimit për ekskavator me rotor llogaritet si prodhim i rezistencës specifike të materialit ndaj gërmimit ( $k_f$  dhe  $k_L$ ) dhe seksionet tërthore aktin të përvetësuar të fetës ose gjatësisë së elementeve prerëse në kontakt me frontin e gërmimit ose në masiv shkëmbor, pra:

$$F_{ge} = k_F \cdot \sum_{i=1}^{i=n} F_i = k_L \cdot \sum_{i=1}^{i=n} L_i, \quad (N) \quad (5.3)$$

respektivisht vlera maksimale e saj është:

$$P_{ge(mes)} = k_F \cdot F_{mes} \cdot m = k_L \cdot F_{mes} \cdot m, \quad (N) \quad (5.4)$$

ku është:

$k_F$  – rezistenca specifike e materialit ndaj gërmimit ( $kNm^{-2}$  ose MPa)

$F_i$  – shuma e sipërfaqeve të prerjeve tërthore të fetave të të gjitha preskovave të cilat njëkohësisht ndodhen në procesin e prerjes ( $m^3$ );

$k_L$  – rezistenca specifike lineare e materialit ndaj gërmimit ( $kN^{-1}$ )

$L_i$  – gjatësia shumë e elementeve prerëse të preskovave të cilat janë në njëkohësisht në procesgërmimi (prerje), dmth, në kontakt me materialin (m);

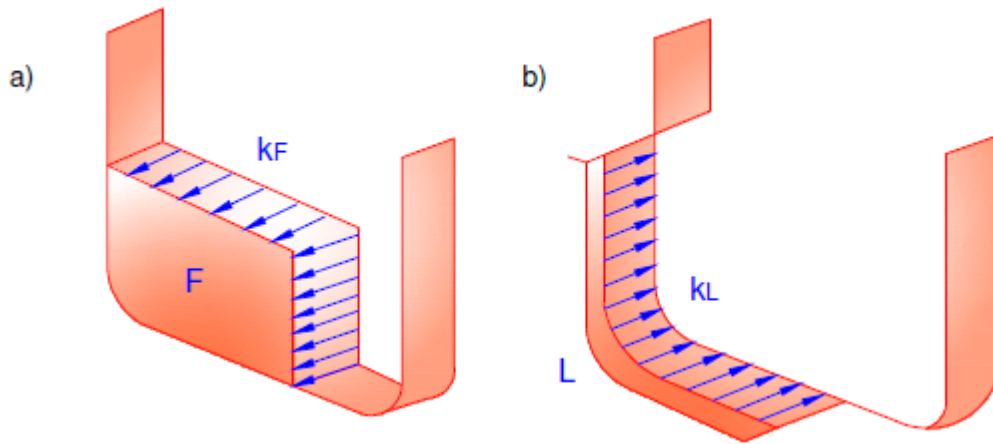
$F_{mes}$  – vlera mesatare sipas harkut të gërmimit e sipërfaqës së seksionit tërthor të fetës së prerë ( $m^3$ );

$L_{mes}$  – vlera mesatare sipas harkut të gërmimit e gjatësisë së elementit prerës të preskovës i cili është në kontakt me materialin (m);

$m$  – numri i preskovave të cilat njëkohësisht janë në procesin e prerjes (gërmimit) dmth, në kontakt me materialin që gërmohet.

Me forcë specifike të gërmimit nënkuptohet raporti midis forcës periferike në rotor dhe sipërfaqes (gjatësisë) së përgjithshme të seksionit tërthor të fetës së prerë, të preskovave të përfshira njëkohësisht në kontakt me qymyrin (të gjatësisë aktive të teheve prerëse të preskovave në material). Në bazë të madhësive të rezistencave specifike lineare  $k_L$  dhe

sipërfaqësore  $k_F$  ndaj gërmimit është bërë klasifikimi i shkëmbinjve, në nëntë kategori (I-IX). Nga tabela e klasifikimit shihet që qymyri bënë pjesë në kategorinë IV ose eventualisht në V, nga lexojmë:  $\sigma_c = (1.0 - 15)MPa$ ,  $k_F = (0.3 - 0.45)(MPa)$  – për kategorinë e IV ose  $\sigma_c = (15 - 30)(MPa)$  dhe  $k_F = 0.42 - 0.66$  – për kategorinë e V-të. Vlerat e përfutuara kështu përbëjnë bazën për llogaritjen e fuqisë së elektromotorit që ve në lëvizje rotorin si dhe për llogaritjen e kapacitetit teknik  $Q_t$ .



**Figura 3.2. Paraqitja skematike e përcaktimit të rezistencës specifike në gërmim;**

- a) në lidhje me sipërfaqen e seksionit tërthor të fetës
- b) në lidhje me gjatësinë e tehut prerës në kontakt me shkëmbin (materialin).

Rezistenca specifike e materialit në gërmim sipas sipërfaqes së seksionit tërthor të fetës  $k_F$  është përkufizuar me marrëdhënien e forcës së gërmimit dhe sipërfaqes shumë mesatare të seksioneve tërthore të fetave të të gjitha kovave të cilat njëkohësisht ndodhen në kontakt me materialin, respektivisht në proces të prerjes. Pra, ky tregues është i përkufizuar me shprehjen:

$$k_F = \frac{P_{gër}}{\sum_{i=1}^{i=m} F_i}$$

Sipas përkufizimit të forcës tangjore ( $P_p = P_{gër} + P_{ng}$ ) forca e gërmimit rezulton të jetë:

$$P_{gër} = \frac{N_{gër}}{v_r}$$

ku fuqia e nevojshme për gërmim është:

$$N_{g\ddot{e}r} = N_m \cdot \eta - N_{ng}$$

Që këtej rrjedh se rezistenca specifike e materialit në gërmim përftohet në atë mënyrë nga forca tangjente zbritet forca e nevojshme për ngritjen e materialit në kova deri në lartësinë e shkarkimit dhe diferenca pjesëtohet me sipërfaqen shumë të seksioneve tërthore të të gjitha fetave të cilat prehen njëkohësisht nga materiali.

### 3.3 Procesi i punës, përcaktimi i forcave dhe fuqisë në organet punuese te ekskavatorëve me rotor

Fuqia e elektro-motorit ndahet në fuqinë e nevojshme për të përballuar procesin e gërmimit ( $N_{ge}$ ) dhe në fuqinë për të përballuar procesin e ngritjes së materialit të gërmuar ( $N_{ng}$ ) pra:

$$N \cdot \eta_x = N_{ge} + N_{ng}, \quad (kW)$$

respektivisht:

$$N = \frac{1}{\eta_x} (N_{ge} + N_{ng}), \quad (kW) \quad (5.5)$$

ku është:

$N$  – fuqia nominale e rotorit, (kW);

$\eta_x$  – koeficienti i rendimentit,  $\eta_x = 0.9$  (merret zakonisht)

$N_{ge}$  – fuqia e nevojshme për gërmim (kW)

$N_{ng}$  – fuqia e nevojshme për ngritje (kW).

Forca e nevojshme për gërmimin e materialit ( $P_{ge}$ ) llogaritet në bazë të fuqisë së nevojshme për gërmim sipas formulës:

$$P_{ge} = \frac{N_k}{v_r} \Rightarrow N_k = P_{ge} \cdot v_r, \quad [kW] \quad (5.6)$$

ku është:

$v_r$  – shpejtësia e rrotullimit të rrotës punuese e cila në bazë të kinematikës së eskivimit është e ditur që:

$$v_r = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot Z}, \quad \left( \frac{m}{s} \right) \quad (5.7)$$

ku është:

$D$  – diametri i rotorit, (m)

$z$  – numri i preskovave të vendosura në rotor

$n$  – numri i zbrazjeve të preskovave në minutë, ( $\text{min}^{-1}$ )

Nga ana tjetër, forca periferike në rotor e shprehur në bazë të rezistencës specifike në gërmim ( $k_L$ ) është:

$$P_{ge(L)} = k_L \cdot L_{mes} \Rightarrow N_k = v_r \cdot L_{mes} \cdot k_L \quad (5.8)$$

ku është:

$L_{mes}$  - gjatësia mesatare e preskovave në kontakt me frontin e gërmimit (qymyrit).

Nga kinematika e eskivimit dimë që gjatësia e përgjithshme e prerjes të të gjitha preskovave në material është:

$$L_{mes} = \frac{Z}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{\alpha_k \cdot Q_t}{15 \cdot n \cdot r}} \quad (5.9)$$

ku është:

$\alpha_k$  – këndi i kontaktit të rotorit në frontin e gërmimit (me qymyrin).

Duke zëvendësuar këtë vlerë për  $L_{mes}$  dhe vlerën e  $v_r$  nga ekuacioni (5.7) në ekuacionin (5.8) merret fuqia e nevojshme për realizimin e gërmimit:

$$N_k = \frac{k_L}{80} \cdot \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot Z} \cdot \frac{Z}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{\alpha_k \cdot Q_t}{15 \cdot n \cdot r}}$$

ose pas rregullimit:

$$N_k = \frac{k_L}{80} \cdot \sqrt{\frac{\alpha_k \cdot Q_t \cdot D \cdot n}{15}}, \quad (\text{kW}) \quad (5.10)$$

Forca e nevojshme për ngritjen e materialit deri në lartësinë e zbrazjes së preskovave mund të përcaktohet nga shprehja:

$$N_{ng} = \frac{Q_t \cdot \rho \cdot g \cdot h_{ng}}{3600}, \quad (\text{kW}) \quad (5.11)$$

ku:

$Q_t$  – kapaciteti teknik i ekskavatorit ( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m} \cdot \text{sh}$ )

$\rho$  – dendësia e materialit që gërmohet ( $\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$ )

$g$  –  $9.81(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$  përshpejtimi

$h_{ng}$  – lartësia e ngritjes së materialit në preskova dhe në vendin e zbrazjes së tij (m).

Për lartësinë e prerjes e cila është e barabartë me rrezen e rotorit respektivisht për  $h = r = 0.5D$  lartësia e ngritjes është:

$$h_{ng} = 0.9D \div 0.25D = 0.65D, \quad (m)$$

ku, **0.9D** - pranohet si lartësi mesatare e zbrazjes kurse **0.5D** në mënyrë të përafërt mund të pranohet si qendër e rëndesës të fetës së prerë. Duke vendosur vlerën e pranuar për  $h_{ng}=0.65D$  në formulën (2.6) merret fuqia e nevojshme për të ngritur materialin në nivel zbrazje në bunker:

$$N_{ng} = \frac{0.65 \cdot D \cdot Q_t \cdot \rho \cdot g}{3600} = \frac{Q_t \cdot D \cdot \rho \cdot g}{5540}, \quad (kW) \quad (5.12)$$

Fuqia e nevojshme e elektromotorit që ve në lëvizje rotorin përcaktohet duke zëvendësuar shprehjet (5.10) dhe (5.12) në formulën (5.5):

$$N_r = \frac{1}{\eta_r} (N_{ge} + N_{ng}) = \frac{1}{\eta_r} \left( \frac{k_L}{80} \cdot \sqrt{\frac{\alpha_k \cdot D \cdot n \cdot Q_t}{15}} + \frac{Q_t \cdot D \cdot \rho \cdot g}{5540} \right), \quad (kW) \quad (5.13)$$

Tani për  $h = r = 0.5D$  duke e zgjedhur ekuacionin (5.13) sipas  $k_L$  rezulton së forca specifike e gërmimit është:

$$k_{L(p)} = \frac{5540 \cdot \eta_r - Q_t \cdot D \cdot \rho \cdot g}{69.25 \cdot \sqrt{\frac{\alpha_k \cdot D \cdot n \cdot Q_t}{15}}}, \quad \left( \frac{kN}{m} \right) \quad (5.14)$$

ku për  $h = r = 0.5D$  merret  $\alpha_k = \frac{\pi}{2} = 90^\circ$ .

Duke e zgjedhur ekuacionin (5.14) sipas  $Q_t$  merret formula për llogaritjen e prodhimit teknik për ekskavatorin me rotor:

### 3.4 Kapaciteti i ekskavatorit me rotor

Me kapacitet të ekskavatorit me rotor nënkuptohet vëllimi i materialit të cilin e gërmon ekskavatori nga masivi shkëmbor (në mbulesë ose mineral) dhe e transporton nëpërmjet transportierëve të tij në largësinë e cila është e përcaktuar me parametrat punues të tij në njësi të kohës. Në vartësi prej qëllimeve për të cilat përcaktohet kapaciteti dhe nga faktorët të cilët e përcaktojnë atë, për njësi të kohës përvetësohet *ora, ndërresa, dita, muaj ose viti*.

Gjatë llogaritjes dallohen këto tipe të kapacitete: *teorik* ( $Q_o$ ), *teknik* ( $Q_t$ ), *gërmues (efektiv)*, ( $Q_{ge}$  ose  $Q_{ef}$ ) dhe *shfrytëzues* ( $Q_{sh}$ ).

### 3.4.1 Kapaciteti teorik ( $Q_0$ )

Kapaciteti teorik (maksimal, i projektuar, i dedikuar është kapaciteti maksimal i llogaritur-konstruktiv, dhe llogaritet nëpërmjet parametrave konstruktivë të ekskavatorit ose nëpërmjet gjeometrisë së fetës së prerë dhe parametrave konstruktivë të ekskavatorit. Parametrat konstruktivë të ekskavatorit drejtpërdrejtë e përcaktojnë kapacitetin teorik, prandaj nga ka rezultuar edhe formula bazë për llogaritjen e tij, si prodhim i vëllimit llogaritës të kovës dhe i numrit maksimal të kovave brenda një minute:

$$Q_0 = 60 \cdot E_{ll} \cdot n_z, \left( \frac{m^3}{h}, \text{ mat.shkr.} \right) \quad (3.1)$$

ku është:

$n_z$  - numri i zbrazjeve të kovave në një minutë, për numër maksimal të rrotullimeve ( $min^{-1}$ );  
 $E_{ll}$  – vëllimi llogaritës i kovës, ( $m^3$ ).

Vëllimi llogaritës i kovës është i barabartë me vëllimin nominal të kovës ( $E_{pb}$ ), i zmadhuar për pjesën e unazës të rotorit ( $E_u$ ), d.m.th.

$$E_{ll} = E_k + 0.5E_u, \quad (m^3h^{-1} \text{ m.sh}) \quad (3.2)$$

Pra, kovat dhe hapësira unazore përkatëse përbënë një vëllim të vetëm, kurse shpejtësia e rrotullimit të rrotës punuese dimensionohet ashtu që në procesin e gërmimit si hapësirë për mbushjen e materialit të gërmuar përveç vetë kovës shfrytëzohet edhe 50% e hapësirës unazore.

### 3.4.2 Kapaciteti teknik ( $Q_t$ )

Kapaciteti teknik i ekskavatorit me rotor përcaktohet me karakteristikat konstruktivo-kinematike të ekskavatorit dhe paraqet kapaciteti maksimal të tij gjatë punës në bllok. Ai merr parasysh karakteristikat e shkëmbinjve që gërmohen, përmasat e bllokut dhe organizimin e procesit të gërmimit (eskivimit) dhe llogaritet sipas formulës:

$$Q_t = Q_0 \cdot \frac{k_m}{k_{sh}} \cdot k_{ge}, \quad (m^3h^{-1} \text{ m.f}) \quad (3.3)$$

ku është:

$k_m$  – koeficienti i mbushjes së preskovave (në vartësi nga kategoria e shkëmbit që gërmohet),

$k_{sh}$  – koeficienti i shkrifërimit (varet nga lloji i shkëmbit që gërmohet),

$k_{ge}$  – koeficienti i bllokut (i gërmimit).

Shkrifërimi më së shpeshti studionet me prova në terren dhe shprehet me koeficientin e shkrifë rimit ( $k_{sh}$ ) sipas formues:

$$k_{sh} = \frac{V_{sh}}{V_m} \quad (3.4)$$

$V_{sh}$  – vëllimi i shkëmbit të shkrifëruar ( $m^3$ )

$V_m$  – vëllimi i shkëmbit të njëjtë ( $m^3$ )

Koeficienti i shkrifërimit, pra është madhësia e cila tregon sa herë vëllimi i shkëmbit të gërmuar ose rrëzuar është rritur në krahasim me vëllimin fillestar të cilin shkëmbi e ka poseduar (në vendndodhjen fillestare). Koeficienti i shkrifërimit nuk variron si tek shkëmbinjtë e njëjtë ashtu dhe tek llojet e ndryshme të tyre (Tabela 3.1).

**Tabela 3.1. Koeficientet e shkrifërimit për disa lloje shkëmbinjsh**

Lloji i shkëmbinjve	Koeficienti i shkrifërimit, $k_{sh}$
Rëra	1,10 ÷ 1,20
Zhavorri	1,20 ÷ 1,30
Argjila	1,25 ÷ 1,35
Shisti argjilor	1,35 ÷ 1,40
Gëlqerori, ranori	1,40 ÷ 1,60
Shkëmbinjtë magmatikë	1,40 ÷ 1,80
Shisti kristalor	1,40 ÷ 2,40
Ligniti	1,30 ÷ 1,35

Vlerat e koeficientit të mbushjes ( $k_m$ ) gjenden në Tabelën 3.2



**Tabela 3.2. Faktorët që duhet të merren parasysh në llogaritje**

<b>MATERIALI</b>	<b>Koeficienti i mbushjes</b>
<b>Materialet e shkrifëta</b>	
-agregatet e përziëra të lagësht	95-100%
- agregatet e njëtrajtshme deri në 3 mm	95-100%
-agregatet e njëtrajtshme 3 deri në 9 mm	90-95%
-agregatet e njëtrajtshme 12 mm dhe më tepër	85-90%
<b>Shkëmbinjët e rrëzuar</b>	
-i copëtuar mirë	80-95%
-i copëtuar mesatarisht	75-90%
-i copëtuar keq	60-75%
<b>Rastet tjera</b>	
-përzierje e shkëmbit të shterpës	100-120%
-tokë e lagësht (lym – përz., rërë-argjilë)	100-110%
-dheu, gurët e rrumbullakët, rrënjët	80-100%
-materiali i çimentuar ( lidhur)	85-95%
<b>Faktori i cili duhet të merret parasysh</b>	
-kondita të favorshme të mjedisit të punës	120%
-kondita mesatare	90%
Kondita të pafavorshme	60%

Koeficienti i mbushjes së preskovave është raporti midis vëllimit të materialit në gjendje të shkrifëruar dhe vëllimit llogaritës të preskovës:

$$k_m = \frac{s_0 \cdot b \cdot h \cdot k_{sh}}{E_{ll}} \quad (3.5)$$

Koeficienti i mbushjes varet nga vetitë fiziko-mekanike të shkëmbit dhe gjatë gërmimit të një prerje, ose më gjerë një blloku, ai ndryshon në vazhdimësi. Deri tek rasti që  $k_m > 1$  mund të arrihet shumë rrallë dhe në interval kohor të shkurtër.

Koeficienti i shkrishmërisë varet nga karakteristikat fiziko-mekanike të materialit i cili gërmohet si dhe nga gjeometria e preskovave (lloji, shpërndarja dhe forma e elementeve prerës).

Koeficienti i bllokut (koeficienti llogaritës i gërmimit) merr parasysh humbjet e kapacitetit të kushtëzuar me vonesat teknologjike të cilat janë pasoj të pashmangshme të skemave të projektuara. Duke marrë parasysh që kapaciteti teknik i ekskavatorit mund të përcaktohet edhe si kapacitet mesatar i ekskavatorit për një cikël teknologjik, respektivisht:

$$Q_t = \frac{V_b}{T_b}, \quad (m^3 h^{-1} \text{ m.f})$$

Kështu që me barazimin e kësaj shprehje me shprehjen për kapacitetin teknik të ekskavatorit mund të përcaktohet koeficienti i bllokut, respektivisht:

$$\frac{60E_{ll} \cdot n \cdot k_m}{k_{sh}} \cdot k_b = \frac{V_b}{T_b}$$

prej nga rezulton:

$$k_b = \frac{V_b \cdot k_{sh}}{T_b \cdot 60E_{ll} \cdot n \cdot k_m} \quad (3.6)$$

ku:

$V_b$  – vëllimi i materialit në bllokun të cilin e gërmon ekskavatori brenda një cikli teknologjik

$$V_b = H \cdot B \cdot Z, \quad (m^3 \text{ m.f}) \quad (3.7)$$

ku është:

$H$  – lartësia e bllokut (m),

$B$  – gjërësia e bllokut (m),

$Z$  – gjatësia e gërmimit të bllokut për një cikël teknologjik (m),

$T_b$  – koha e gërmimit të bllokut (h).

Përveç parametrave të bllokut ( $H, B, Z$ ) për përcaktimin e koeficientit të bllokut ( $k_b$ ) është e domosdoshme të përkufizohet edhe koha e eskivimit d.m.th. e gërmimit të një blloku ( $T_b$ ). Koha e gërmimit (shfrytëzimit) të një blloku mund të përcaktohet me anën e formulës:

$$T_b = T_{ep} + T_{on}, \quad (h) \quad (3.8)$$

ku është:

$T_{ep}$  – koha e eskivimit (gërmimit) të pastër brenda një cikli teknologjik (h),

$T_{on}$  – koha për operacionet ndihmëse tek shfrytëzimi bllokut punues (h)

### 3.4.3 Kapaciteti shfrytëzues

Kapaciteti shfrytëzues, për dallim nga kapacitetet teorik dhe teknik të cilët llogariten në kushte të idealizuara të punës, llogaritet për kushte konkrete të punës dhe përfaqëson potencialin prodhues të ekskavatorit për intervalin kohor të caktuar (ditë, muaj, vit) me pjesëmarrjen e të gjitha humbjeve të kohës dhe ndërprerjeve në punë. Kapaciteti shfrytëzues i ekskavatorit përcaktohet sipas formulës që vijon:

$$Q_{sh} = Q_t \cdot k_k \cdot T_k, \quad (m^3 h^{-1} m.f) \quad (3.9)$$

ku është:

$k_k$  – koeficienti i shfrytëzimit të kohës

$T_k$  – koha kalenderike që vrojtohet (shqyrtohet) për të cilën llogaritet kapaciteti (h).

Koeficienti i shfrytëzimit të kohës përkufizohet me shprehjen:

$$k_k = \frac{T_k - t_{np} - t_{nj}}{T_k}$$

ku është:

$t_{np}$  – koha e ndërprerjeve të planifikuara të punës (h),

$t_{nj}$  – koha e ndërprerjeve jo të planifikuara (h).

ku është:

$k_h$  – koeficienti i humbjeve në kapacitetet për shkak të prerjeve të ekskavatorit në bllok të ri dhe prerje të re të shndërruar në kapacitet të ekskavatorit në bllokun e rregullt.

Vlera orientuese e koeficientit të humbjeve të kapacitetit mund të përcaktohet sipas formulës:

$$h_h = \frac{L - l_{hb} \cdot k_c}{L}$$

ku është:

$L$  – gjatësia e shkallës (m),

$l_{hb}$  – gjatësia e zonës së shkallës në të cilën bëhet hyrja e ekskavatorit në bllok të ri (m),

$k_c$  – koeficienti i korrigjimit të kapacitetit teknik për shkak të në bllok të ri.

Kapaciteti shfrytëzues mund të përshkruhet edhe si kapacitet efektiv. Me këtë koncept nënkuptohet kapaciteti faktik, respektivisht masa e gërmuar e materialit në njësi të kohës dhe përcaktohet me shprehjen:

$$Q_{ef} = \frac{V}{h}, \quad (\text{m}^3 \text{h}^{-1}, \text{ m.f}) \quad (3.10)$$

ku është:

$V$  – vëllimi i materialit të cilin e gërmon ekskavatori, respektivisht e ngarkon në mjetet e transportit për një orë të eskivimit ( $\text{m}^3$ , m.f),

$h$  – koha e eskivimit (gërmimit me ekskavator) (h).

## KAPITULLI IV

### 4. METODAT E VENDIMMARRJES SHUMËKRITERËSHE (MCDM)

#### 4.1 Koncepti i vendimmarrjes shumëkriterëshe

Në dekadat e fundit ka ardhur deri tek zhvillimi i fuqishëm dhe popullariteti i jashtëzakonshëm i metodave të analizës shumëkriterëshe të cilat bazohen në teorinë matematike të vendimmarrjes. Për shumicën e vendimeve në rrethana konkrete mund të vlejë varianti i definuar paraprakisht i procesit të vendimmarrjes dhe që vendimi duhet sjellë në bazë të fakteve të argumentuara, mund të përvetësohet, por që edhe modelet matematike dhe metodat e optimizimit kanë rol të rëndësishëm e ndonjëherë edhe vendimtar në fazat më të rëndësishme të këtij procesi. Është vështirë që ndonjë problem nga teknologjia e nxjerrjes së mineraleve të dobishme të përshkruhet vetëm me një funksion të kriterit, por në praktikën minerare hasim në probleme të tillë zgjidhja e të cilëve kërkojnë përdorimin e një numri të madh kriteresh.

Metodat e kërkimeve operacionale vijnë në shprehje kur merren parasysh qëllime të shumta në përputhje me konkluzionin e paracaktuar që përqaqja me shumë kriterë përfaqëson mënyrën e vetme që problemi konkret të përshkruhet sa më realisht. Optimizimi ka për qëllim që të kryej zgjedhjen e variantit më të mirë nga seria e alternativave të mundshme, ose nga seria e alternativave të ofruara, që në kuptimin matematik do të thotë kërkim i vlerës ekstreme të funksionit të kriterit. Optimizimi realizohet me përdorimin e metodave të ndryshme në varësi nga lloji i relacioneve në modelin matematik, funksioni i qëllimit dhe kufizimet.

Teoria e optimizimit na mëson se si të përshkruhet dhe arrihet deri të ajo çfarë është më e mira, me kusht që të mund të matet çfarë është e mirë e farë nuk është. Fjala “optimum” është një sinonim për diçka që është maksimalisht mirë ose maksimalisht keqe. Optimizimi përcakton zgjedhjen “më të mirë” të problemit të caktuar matematikisht të definuar, ndaj për rrjedhojë definohet si shkencë e cila përcakton zgjedhjen “më të mirë” për problemin e caktuar. Pra, detyra kryesore e optimizimit konsiston në zgjedhjen e alternativës më të mirë nga seria e varianteve të caktuara duke marr parasysh të gjitha kufizimet. Faktikisht në formulimin e problemit matematik nuk është e mundshme të

merren në konsideratë të gjithë kushtet, prandaj rezultatet e përftuara duhet analizuar dhe pranuar me kujdes.

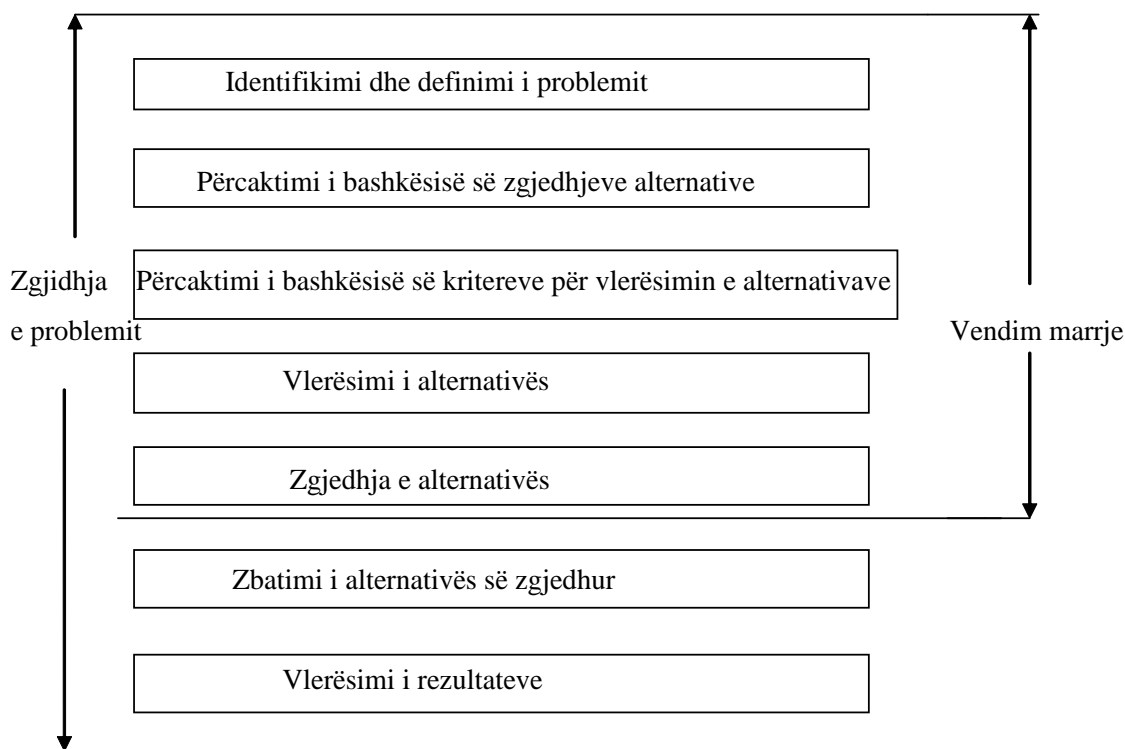
Karakteristikat e përgjithshme të secilit problem shumëkriterësh konsistojnë në sa vijon:

- ▶ *Më shumë kritere (funksioni i qëllimit, funksioni i kriterit) për vendimmarrje,*
- ▶ *Më shumë alternativa (zgjidhje) për zgjedhje,*
- ▶ *Procesi i zgjedhjes së një zgjidhje përfundimtare.*

Vendimmarrja (angl. Decision Making) përfshin përzgjedhjen e alternativave më të favorshme ndërmjet alternativave dhe opsioneve që ofrohen. Prandaj procesi kompleks i vendimmarrjes i cili nënkupton zgjedhjen ndërmjet alternativave të ndryshme të cilat janë nën ndikimin e një numri të vogël apo të madh të faktorëve. Procesi i vendimmarrjes nënkupton sinergjinë e veprimit të faktorit njeri, metodave matematike dhe mjeteve kompjuterike.

Shumica e teorive në procesin e vendimmarrjes ndjekin katër fazat që pasojnë (Figura 4.1):

- 1) *Identifikimi dhe definimi i problemit;*
- 2) *Përcaktimi i bashkësisë. Së zgjidhjeve alternative,*
- 3) *Përcaktimi i bashkësisë së kritereve për vlerësimin e alternativave,*
- 4) *Vlerësimi i alternativave.*



**Figura 4.1. Marrëdhënia ndërmjet zgjidhjes së problemit dhe vendimmarrjes**

Sipas Yavuz (2015) vendimmarrjen e definojnë si proces të përzgjedhjes të alternativës më të mirë për arritjen e qëllimit të definuar në kushtet e pasigurisë. Vendimmarrja ndahet në strukturim të problemeve dhe analizën e problemeve. Në strukturimin e problemeve, problemi definohet dhe pastaj identifikohen dhe përcaktohen kriteret dhe alternativat. Në analizën e problemeve, qoftë analiza cilësore apo sasiore përdoret për të përcaktuar vendimin e duhur që do të merret (Yavuz, 2015). Në disa raste, edhe analiza sasiore edhe ajo cilësore mund të përdoren njëkohësisht për të zgjidhur një problem. Që të dy analizat sasiore dhe cilësore janë esenciale në zgjidhjen e problemeve Sipas Kazakidis et al. (2004), analiza cilësore bazohet kryesisht në njohuritë eksperteve dhe në eksperiencë dhe përdoret në qoftë se ekipi analitik ka eksperiencë të madhe për të marrë gjykime të ndërgjegjshme. Analiza sasiore përdoret aty ku përvoja është e kufizuar ose problemi që duhet adresuar është shumë kompleks (Kazakidis etj.). Në këtë analizë, përdoren faktet ose të dhënat e grumbulluara së bashku me formulën matematikore e cila përfshinë objektivat, variablat dhe kufizimet e problemit.

## 4.2. Karakteristikat e vendimmarrjes shumëkriterëshe

Përgjithësisht problemet e Teknologjisë së Shfrytëzimit të mineraleve të dobishme janë shumëkriterëshe për shkak të problemet minerare kryesisht kanë të bëjnë më përmbushjen e një serë kriteresh, rëndomë konfliktuale, të cilat përfaqësojnë një përafrim të madh me detyrat reale në drejtim të vendimmarrjes. **Vendimmarrja shumëkriterëshe** (ang. *Multi Criteria Decision Making – MCDA*) ose *analiza shumëkriterëshe* (ang. *Multi Criteria Decision Analysis – MCDA*) është një nënfushë e kërkimeve operacionale e cila është zhvilluar në pesë dekadat e fundit si në aspektin kërkimor ashtu dhe në atë praktik. Metodat MCDM ose MCDA marrin parasysh kërkesa të ndryshme të pjesëmarrësve, interesat dhe vlerat e kundërta, dhe në këtë mënyrë kontribuojnë në marrjen e vendimeve më të drejta. Vendimmarrja shumëkriterëshe (MCDM) marrin në konsideratë gjendjet në të cilat vendimmarrësi duhet që të zgjedhë njërën nga alternativat nga seria e alternativave në dispozicion, të cilat vlerësohen në bazë të një serë kriteresh është shumë e vështirë të bëhet identifikimi i alternatives së duhur e cila do të maksimizonte të gjitha kriteret e parashtruara sepse secila alternativë ka një shkallë të caktuar të jo besueshmërisë dhe ndryshueshmërisë.

Ndonëse problemet e MCDM mund të i përkasin konteksteve dukshëm të ndryshme, ato posedojnë vetitë e përbashkëta që pasojnë:

Të gjitha metodat shumëkriterëshe të vendimmarrjes i karakterizojnë elementet e përbashkëta që pasojnë:

- ▶ **Alternativat** të cilat përfaqësojnë zgjedhjet e mundshme.
- ▶ **Kriteret e shumëfishtë (Atributet) shpesh formojnë hierarki:** secila alternativë mund të vlerësohet në lidhje me bashkësinë e caktuar të kriterëve. Çdo problem i vendimmarrjes shumëkriterëshe është i lidhur me kriteret e shumëfishtë. Kriteret përfaqësojnë dimensione të ndryshme nga të cilat mund të studiohen alternativat. Kur numri i kriterëve është i madh ato mund të rankohen në kuptimin hierarkik: d.m.th. që një kriter është më i rëndësishëm se sa të tjerët, gjegjësisht është kriteri kryesor i cili mund të jetë i ndërlidhur me disa kriteret.
- ▶ **Konflikti i kriterëve:** kriteret e shumëfishtë rëndomë janë në konflikt të ndërsjellë. Duke qenë se kriteret e ndryshme përfaqësojnë dimensione të ndryshme të



alternativave, ato mund të jenë në konflikt të ndërsjellë, p.sh. konsumi i energjisë mund të jetë në konflikt me prodhueshmërinë e ekskavatorit.

- ▶ **Struktura hibride dhe pakrahasueshmeria e njësive:** Shpesh shfaqet gjendja ku në vlerësimin e alternativave duhet përdorur kombinimi i kriterëve sasiore dhe cilësore (sistemet e ndryshme matëse). Mospajtimi i njësive qon në pakrahasueshmëri të njësive sepse kriteret e ndryshme kanë njësi matëse të ndryshme kështu që ato janë të pakrahasueshme. Në praktiken minerare shpesh kombinohen kriteret deterministike dhe probabilitare si p.sh., çmimi i blerjes së ekskavatorit mund të konsiderohet madhësi deterministike kurse konsumi i energjisë si madhësi e rastit.
- ▶ **Pesha e vendimit** – shumica e metodave shumëkriterëshe të vendimmarrjes kërkojnë që kriterëve tu atribuohet përcaktohet pesha sipas rëndësisë së tyre. Zakonisht, këto pesha janë të normalizuara në mënyrë që shuma e tyre të jetë e barabartë me një.
- ▶ **Papërcaktueshmëria** në papërcaktueshmëri ndikon karakteristika e natyrshme e vendimmarrësit ashtu që ai nuk është i sigurt plotësisht në vlerësimin e vet të alternativës për kriteret e caktuara. Gjithashtu, informacionet lidhur me ndonjërin nga kriteret mund të jenë jo të mjaftueshme ose jo në dispozicion në çastin e vendimmarrjes.
- ▶ **Përmasat e vendimmarrjes:** Problemi real i vendimmarrjes mund të ketë qindra kriteret e nënkritereve etj. Numri i alternativave gjithashtu mund të jetë i madh, por me futjen e kriterëve diskriminues ky numër mund të reduktohet në një masë të arsyeshme.

Në hierarkitë komplekse rekomandohet që në një nivel të ndodhen më së shumti 9 elemente, njëjtë vlen edhe për alternativa.

Për aplikimin e vendimmarrjes shumëkriterëshe (MCDM) ekzistojnë disa metoda të ndryshme siç janë:

- ✚ **Metoda e Procesit Hierarkik Analitik (AHP)** (*Analytical Hierarchy Process*);
- ✚ **Metoda ANP** – Analytical Network Process;
- ✚ **Metoda TOPSIS** - Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution;

- ✚ **Metoda Shumëkriterëshe dhe Zgjidhja Kompromise VICOR ose Compromise Ranking Method;**
- ✚ **Metoda PROMETHEE – Preference Ranking Organization Methods for Enrichment Evaluation;**
- ✚ **Metoda ELECTRE – Elemination Et Choix Traduisant la Realite;**
- ✚ **Metoda FUZZYLOGIC etj.**

### 4.3 Hapat kryesorë të metodave MCDM

Hapat kryesor që duhet ndjekur gjatë aplikimit të metodave shumëkriterëshe të vendimmarrjes janë:

**Hapi 1** - *Përcaktimi i kriterëve dhe alternativave të duhura;*

**Hapi 2** - *Vlerësimi i alternativave në lidhje me secilin kriter dhe konstruktimi i matricës së vendimmarrjes. Secilës alternativë i shoqërohen pikët (Rezultatet) të cilat masin se sa mirë secila nga alternativat përmbushin secilin nga kriteret;*

**Hapi 3** – *Përcaktimi i vlerave numerike (peshave) për çdonjërin kriter në mënyrë që të tregohet rëndësia e kriterëve të veçantë në vendimin përfundimtar;*

**Hapi 4** – *Përdorimi i funksioneve komulative (rregullave të vendimmarrjes) për përcaktimin e rangut të secilës nga alternativat.*

Problemi i rankimit të alternativave është problem karakteristik në të cilin zakonisht përfshihet bashkësia prej  $m$  – alternativave  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ), të cilat duhet vlerësuar me ndihmën e bashkësisë së  $n$  – kriterëve (atributeve)  $C_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ). Për  $m$  alternativa dhe  $n$  kriterë formohet matrica e vendimmarrjes e tipit  $(m \times n)$ , e cila tregon të dhënat bazë të një problemi të vendimmarrjes shumëkriterëshe të shprehura në formë matricore (Tabela 4.1). Vendimmarrësi duhet kërkuar “zgjedhjen më të mirë” (d.m.th. alternativën më të mirë) në serinë e alternativave të disponueshme  $A_i$ .

**Tabela 4.1. Struktura e matricës së vendimmarrjes (sipas Musingwini,2010)**

		Kriteret				Radhitja
		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	...	C <sub>n</sub>	
Peshat e alternativave		w <sub>1</sub>	w <sub>2</sub>	...	w <sub>n</sub>	
Alternativat	A <sub>1</sub>	x <sub>11</sub>	x <sub>12</sub>	...	x <sub>1n</sub>	R <sub>1</sub>
	A <sub>2</sub>	x <sub>21</sub>	x <sub>22</sub>	...	x <sub>2n</sub>	R <sub>2</sub>
	.	.	.		.	.
	.	.	.		.	.
	A <sub>m</sub>	x <sub>m1</sub>	x <sub>m2</sub>	...	x <sub>mn</sub>	R <sub>m</sub>

**Matrica e vendimmarrjes M** është matricë me dimensione **mxn**, me m-alternativa (rreshta) dhe n-kritere (kolona). Elementi **x<sub>ij</sub>** i matricës paraqet vlerën e kriterit të j-të për alternativën e i-të. Elementi **x<sub>ij</sub>** i matricës mund të jetë numër real, interval vlerash, shpërndarje probabilitare, vlerë cilësore (Zavadkas etj.,2008).

**Vektori i peshës W** = (w<sub>1</sub>, w<sub>2</sub>, ... ,w<sub>n</sub>) paraqet rëndësinë relative të kriterit **C<sub>j</sub>** ( **j = 1,2,... ,n**) për problemin që shqyrtohet. Peshat kryesore janë të normalizuara ashtu që vlen

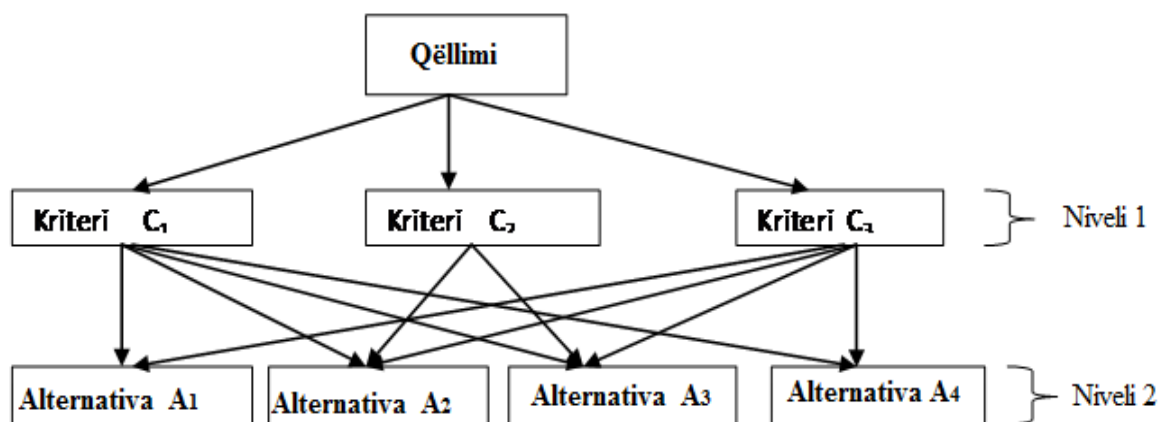
$$\sum_{i=1}^n w_i = 1.$$

Analiza shumëkriterëshe kryesisht fokusohet në tre lloje të problemeve: **Zgjidhja** – zgjidhet alternativa më e përshtatshme (më e mirë), **Radhitja** – hartohet radha e plotë e alternativave nga më e mira tek më e keqja dhe **Përzgjedhja** – zgjedhën k alternativat më të mira nga lista.

#### **4.4 Metoda e Procesit të hierarkisë analitike (AHP)**

Procesi i hierarkisë analitike, i cili do të aplikohet në këtë punim studimor, përfaqëson metodën matematikore e cila aktualisht zbatohet në rastet më të shpejta kur kemi të bëjmë me qasjen e vendimmarrjes shumëkriterëshe. **Metoda e Procesit të hierarkisë analitike (AHP)** (angl. *Analytical Hierchy Process*) pa dyshim është metoda e vendimmarrjes shumëkriterëshe e cila ka gjetur përdorim të gjerë në rastet kur zgjedhja e alternativave ose

rankimi i tyre bazohet në disa attribute më rëndësi të ndryshme. AHP mundëson fleksibilitetin e marrjes së vendimeve dhe ekspertëve u ndihmon që të vendosin prioritet dhe të marrin vendime më cilësore (Saaty.1991).Këtë metodë e ka zhvilluar Tomas Sati (Saaty,1980), si mjet të rëndësishëm në analizën e vendimmarrjes, dhe me qëllim të zgjidhjes së problemeve komplekse në model i cili ka trajtën e hierarkisë.



*Figura 4.2. Modeli hierarkik -AHP*

Në rastin e përgjithshëm modeli i strukturuar hierarkik i vendimmarrjes përbëhet nga **qëllimi**, **kriteret** dhe **alternativat**. Në Figurën 4.2. është treguar hierarkia të cilën e përbejnë qëllimi, tri kriteret dhe katër alternativa. Qëllimi qëndron në kulm të hierarkisë, kriteret krahasohen njeri me tjetrin në lidhje me qëllimin e parashtruar, ndërsa në nivelin e fundit kryhet krahasimi i alternativave.

Metodologjia e zbatimit të metodës AHP sipas Sat-it (Saaty, 1980) përbëhet nga katër faza kryesore:

1. **Strukturimi i problemit** – që përfshinë zbrërthimin e problemit të vendimmarrjes në nën-probleme në bazë të karakteristikave të përbashkëta të tyre dhe formimin e modelit hierarkik me nivele të ndryshme (Figura 4.2).
2. **Krahasimi i elementeve në secilin nivel të strukturës hierarkike** – Vendimmarrësi i krahason elementet në çifte në nivelin e njëjtë të strukturës hierarkike, në bazë të qëndrimit subjektiv, përvojës, dijes dhe intuitës së tij. Preferencat e ekspertit shprehen me ndihmën e shkallës së Sat-it të rëndësisë relative (Tabela e Sat-it e krahasimit në çifte, ab, 4.3).

Peshat e përfuara të elementeve në këtë fazë quhen pesha “lokale” kurse rezultatet e krahasimit përdoren për formimin e matricës së krahasimit të qifteve (Tabela 4.2).

**Tabela 4.2. Shkalla që përdoret për krahasimin e qifteve sipas Sat-it (Saaty 1980)**

Gjykimi verbal i preferencës	Shpjegimi	Vlerësimi numerik, W
<i>Me prioritet të njëjtë</i>	<i>Dy prioritete i kontribuojnë njëjtë qëllimit</i>	1
<i>Me prioritet mesatar</i>	<i>I jepet prioritet mesatar një aktiveti</i>	3
<i>Me prioritet të fortë</i>	<i>Favorizohet fortë një aktivitet</i>	5
<i>Me prioritet shumë të fortë</i>	<i>Një aktivitet favorizohet fuqimisht në raport me të tjerët</i>	7
<i>Me prioritet absolut</i>	<i>Një aktiviteti i jepet prioritet absolut</i>	9
<i>Vlerat e ndërmjetme</i>		2,4,6,8
<i>Kur elementet janë të afërta ose pothuajse të padallueshëm</i>	<i>Përdoren për të treguar vlerat kompromise të prioritetet midis vlerësimeve të sipërpërmendura 1,3,5,7 dhe 9</i>	1.1 -1.9

**Shënim:** Nëse aktivitetit të *i-të* i është atribuuar një nga numrat e më sipërm kur krahasohet me aktivitetin e *j-të*, atëherë aktiviteti i *j-të* ka vlerën reciproke kur krahasohet me aktivitetin e *i-të*, d.m.th.  $x_{ji} = 1/x_{ij}$ .

Metoda AHP mbështetet në aksiomat (Harker&Vargas,1987):

- ❖ **Aksioma e reciprocitetit** - Nëse elementi *X* është *n*-herë më i rëndësishëm së elementi *Y*, atëherë elementi *Y* është  $1/n$  –herë më i rëndësishëm së elementi *X*.
- ❖ **Aksioma e homogjenitetit** - Krahasimi ka kuptim nëse elementet janë të krahasueshëm.
- ❖ **Aksioma varësisë** - Lejohet krahasimi ndërmjet grupit të elementeve që i përkasin nivelit të njëjtë ne lidhje me një element të nivelit më të lartë.
- ❖ **Aksioma e pritjes** - Çfarëdo ndryshimi në strukturën e hierarkisë kërkon të rillogariten prioritet.

3. **Llogaritja e koeficienteve të peshës dhe rëndësisë (prioriteteve).** Me anë të modelit matematikor kryhet grumbullimi i peshave në nivele të ndryshme dhe përftohet rezultati final i alternativave në lidhje me qëllimin e parashtruar.
4. **Analiza e ndjeshmërisë.** Metoda AHP i mundëson vendimmarrësit edhe analizën iterative të ndjeshmërisë na bazë të të cilës mund të shihet se si ndryshimet e parametrave hyrës ndikojnë në rezultatet finale.

#### 4.5 Bazat matematikore të metodës AHP

Krahasimi i elementeve të strukturës dhe llogaritja e koeficiente peshues dhe prioriteteve në metodën AHP, bëhet në mënyrën që pason:

Le të jetë  $n$  numri i kritereve pesha  $w_i$  e të cilëve duhet përcaktuar në bazë të vlerësimit të përpjesëve të tyre  $a_{ij} = w_i/w_j$  nga përpjesët e rëndësisë relative  $a_{ij}$  formohet matrica  $A$  e rëndësive relative:

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Matrica  $A$  për rastin e proceseve konsistente për të cilat vlen  $a_{ij} = a_{kj}$  kënaqë ekuacionin matricor  $Aw = nw$ , ku  $w$  është vektor i prioriteteve (matrica shtyllë):

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} = n \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix}$$

Vektori i peshave lokale  $w$  përftohet si vektor vetjak i cili i korrespondon vlerës vetjake  $\lambda_{max}$  (e cila është e ndryshme nga zero) të matricës  $A$ , respektivisht merret si zgjidhje e ekuacionit:

$$(A - \lambda_{max})w = 0 \text{ me kushtin } \sum w_n = 1$$

ose

$$A_w = nw \Rightarrow \sum_j a_{ij} \cdot w_j = nw_j$$

prej nga merret:

$$w_i = \frac{1}{2} \sum_j a_{ij} \cdot w_j \text{ për } i = 1, 2, \dots, n$$

Në saje të ekuacionit:

$$\sum_j a_{ij} = \frac{w_1 + w_2 + \dots + w_n}{w_j}$$

rezulton së vlen:

$$w_j = \frac{1}{\sum_j a_{ij}}$$

Prandaj pesha e alternativave individuale  $w_j$  është:

$$w_j = \frac{1}{n} \sum_i \frac{a_{ij}}{\sum_i a_{ij}}$$

## KAPITULLI V

### 5. DEMONSTRIMI I METODES AHP NË OPTIMIZIMIN E PARAMETRAVE TË PRERJES PËR EKSKAVATORIN ME ROTOR SRs – 1300.24/5

#### 5.1 Metodologjia e optimizimit të parametrave të prerjes të ekskavatorit me rotor

Optimizimi i parametrave të prerjes me ekskavatorin me rotor kryhet përzgjedhja e variacionit me të mirë nga variantet e mundshme ose të favorshme në kontekst të kriterëve të përvetësuar. Varianti më i mirë i këtillë quhet zgjidhje optimale e detyrës së optimizimit dhe përfaqëson kompromisin ndërmjet dëshirave (kriterëve) dhe mundësive (kufizimeve) dhe zakonisht përfaqëson zgjedhjen më të mirë të problemit të caktuar matematikisht të përcaktuar.

*Detyra e optimizimit* është që bëhet përzgjedhja e parametrave të prerjes gjatë gërmimit të materialit mesatarisht të fort në funksion të efikasitetit dhe të rendimentit të punës së ekskavatorit me rotor. Duke marr parasysh që gërmimi i materialit kryhet me dy modele të ndryshme të prerjeve (vertikale dhe horizontale), optimizimi nënkupton përzgjedhjen, para se gjithash të llojit të prerjeve, dhe pas kësaj edhe i parametrave të tipit të zgjedhur të prerjeve në funksion të rritjes së efikasitetit të përgjithshëm dhe performancës të punës së ekskavatorit gjatë gërmimit të formacioneve të dherave.

Nga përkufizimi i optimizimit të parametrave të prerjes është e qartë së zgjidhja optimale e problemit duhet kërkuar ndërmjet disa alternativave me kriteret kundërshtuese ose pjesërisht kundërshtuese të cilët kanë një numër të madh atributësh (vetish) të ndryshme dhe njësi matëse të pakrahueshme. Në rastet e tilla zgjidhja e optimizuar kërkohet duke zgjedhur alternativën më të mirë nga bashkësia e alternativave dhëna përkatësisht të definuara me metodat e optimizimit me shumë kriterë. Në metodën e optimizimit me shumë kriterë, esencialisht ndryshe nga metodat me të cilat zgjidhen problemet e optimizimit sipas një kriteri, të gjithë faktorët të cilët ndikojnë në vendimin, respektivisht të gjitha rezultatet (përfundimet) të cilat do të kishin zgjidhjen eventuale, konsiderohen si kriterë vlerat e të cilëve duhet të jenë optimale. Pra, duhet gjetur zgjidhjen e cila është më e mira sipas të gjithë kriterëve të marra parasysh faktin që ata janë të ndërvarura reciprokisht,



pjesërisht ose plotësisht konfliktuar dhe për nga natyra e tyre shumë heterogjene. Për gjetjen e zgjidhjes optimale të problemeve të tilla është zhvilluar një numër i madh metodash dhe teknikash për analizat me shumë kritere (vendimmarrje, optimizime) dhe të gjitha kanë si të përbashkët karakteristikat: praninë e shumë kritereve (funksioneve të qëllimit, funksioneve të kritereve për vendim marrje), ekzistencën e disa alternativave (zgjidhjeve) për zgjidhje, zgjedhjen e zgjidhjes, jo krahasueshmërinë e masave njësi të kritereve.

Për optimizimin e parametrave të prerjes së ekskavatorit me rotor është përdorur metoda disa kriteresh me vlerësim shumë atributësh (shumë tiparesh), përkatësisht vlerësim me pikë i treguesve të referencës. Metoda e vendimmarrjes mbështetur në disa kritere është veçanërisht efektive në situata vijuese:

- ✚ *Kur merret vendimi për zgjidhjen ndërmjet dy ose më shumë zgjedhjeve alternative të mundshme,*
- ✚ *Kur vendimi gjegjësisht zgjidhja duhet të sjelljet në bazë të analizës së tërësishme të problemit, duke marrë parasysh dy ose më shumë kritere,*
- ✚ *Kur dëshirohet ekuilibri i kundërshtimeve të dukshme midis interesave ekonomike dhe të tjera për të kënaqur qëllimet afatgjata,*
- ✚ *Kur tentohet zgjidhja kompromise më e mirë.*

## 5.2 Parametrat teknologjik bazë të ekskavatorit SRs- 1300.24/5

Në Fushën e Sibovcit me sipërfaqe rreth 20 km<sup>2</sup> dhe rezerva gjeologjike të identifikuar prej gjithsej 857 milion tona të linjtit është parashikuar të përdoret ekskavatori me rotor i llojit SRs – 1300. 24/5. Për këtë ekskavator është projektuar teknologjia e punës në bllok me anë të prerjeve vertikale dhe me parametrat konstruktivo – teknologjik si në vazhdim:

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| - Vëllimi llogaritës i kovave               | $E_{II} = 0.7 \text{ m}^3$  |
| - Diametri i rrotës punuese (rotorit)       | $D = 9 \text{ m}$           |
| - Numri i kovave                            | $z = 23 \text{ copë}$       |
| - Numri i zbrazjeve të kovave në një minutë | $n_z = 67 \text{ min}^{-1}$ |
| - Lartësia maksimale e prerjes              | $H_l = 26 \text{ m}$        |
| - Thellësia maksimale e prerjes             | $H_{th} = 5 \text{ m}$      |

- Kapaciteti teorik	$Q_0 = 4200 \text{ m}^3 / \text{h}$
- Forca specifike e prerjes $\text{N}/\text{cm}^2$	$F_p = 950-1060$
- Shpejtësia e rrotullimit të rotorit	$v_r = 2.75 \text{ m/s}$
- Shpejtësia e rrotullimit të shigjetës	$v_{sh} = 10-35 \text{ m/min}$
- Gjatësia e shigjetës (mbajtësit) të rotorit	$L_{sh} = 36.5 \text{ m}$
- Gjatësia e transportit shkarkues	$L_t = 67.1 \text{ m}$
- Fuqia totale e instaluar	$N_{ti} = 2055 \text{ kW}$
- Fuqia e motorit ngasës të rotorit	$N_r = 900 \text{ kW}$
- Pesha e gjithëmbarshme e ekskavatorit	$G = 2100 \text{ t}$
- Pesha vëllimore e materialit të mbulesës	$\gamma = 17.5 \text{ kN/m}^3$
- Koeficienti i shkrifërimit	$k_{sh} = 1.55$
- Kohezioni i formacioneve të mbulesës	$c = 16.2 \text{ kPa}$
- Këndi i fërkimit të brendshëm	$\phi = 143 \text{ kPa}$
- Koeficienti i mbushjes së kovës (i përvetësuar)	$k_m = 0.8$
- Koeficienti i gërmimit (produktiviteti) (i përvetësuar)	$k_{gër} = 0.85$
- Koeficienti i shfrytëzimit të kohës në punë të pastër të ekskavatorit	
- Brenda një ore	$k_{kh} = 0.9$
- Brenda një ndërrese	$k_{tnd} = 0.8$
- Brenda një dite	$k_{kd} = 0.7$
- Brenda një muaj	$k_{km} = 0.6$
- Brenda një viti	$k_{kv} = 0.5$

Kapaciteti teorik llogaritet:

$$Q_0 = 60 \cdot E_{II} \cdot n_z = 60 \cdot 0.7 \cdot 67 = 2814 \text{ (m}^3\text{h}^{-1} \text{ m.???)}$$

Kapaciteti teknik:

$$Q_t = Q_0 \frac{k_m \cdot k_{ger}}{k_{sh}} = 2814 \cdot \frac{0.8 \cdot 0.85}{1.55} = 1234.5 \text{ (m}^3\text{h}^{-1} \text{ masiv)}$$

Kapaciteti shfrytëzues (prodhueshmëria e ekskavatorit):

$$Q_{sh} = Q_t k_k \text{ (m}^3\text{h}^{-1} \text{ masiv)}$$

Prodhimi orar i ekskavatorit:

$$Q_{shh} = Q_t k_{kt} = 1234.5 \cdot 0.9 = 1111.05 \text{ (m}^3 \text{h}^{-1} \text{ masiv)}$$

Prodhimi i ndërresave:

$$Q_{shnd} = Q_t \cdot 8h \cdot k_{kd} = 1234.5 \cdot 8 \cdot 0.8 = 7900.8 \text{ (m}^3 \text{h}^{-1} \text{ masiv)}$$

Prodhim ditor:

$$Q_{shd} = Q_t \cdot k_{kd} \cdot 3nd \cdot 8h = 1234.5 \cdot 0.7 \cdot 3 \cdot 8 = 20739.6 \text{ (m}^3 \text{h}^{-1} \text{ masiv)}$$

Prodhimi mujor:

$$Q_{shm} = Q_t \cdot 30ditë \cdot 3nd \cdot 8h \cdot k_{km} = 1234.5 \cdot 30 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 0.6 = 533304 \text{ (m}^3 \text{h}^{-1} \text{ masiv)}$$

Prodhimi i ekskavatorit:

$$Q_{shv} = Q_t \cdot 365ditë \cdot 3nd \cdot 8h \cdot k_{kv} = 1234.5 \cdot 365 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 0.5 = 5407110 \text{ (m}^3 \text{h}^{-1} \text{ masiv)}$$

Sikurse është përmendur në Kapitullin 3. të këtij studimi kapaciteti teorik i ekskavatorit me rotor mund të llogaritet përmes vëllimit të fetës së prerë sipas formulës:

$$Q_0 = 60 \cdot b \cdot h \cdot S \cdot n_z \text{ (m}^3 \text{h}^{-1} \text{ mat.i shkrihtë)} \quad (4.1)$$

ku:

b – gjerësia e fetës së prerë (m), për të cilën ekziston varësia funksionale

$$b = f(v_{sh}, n) = \frac{v_{sh}}{n_z}$$

ku:

$v_{sh}$  – paraqet shpejtësinë e lëvizjes rrethore të shigjetës në (m/min),

$n_z$  – numri i kovave që zbrazen brenda një minute,

$h$  – lartësia e fetës së prerë, (m), e cila është identike me lartësinë e prerjes dhe nënshkallës, është funksion i diametrit të rrotës punuese dhe merret në diapazonin  $0.5 D \leq h \leq 0.7 D$  ose  $r \leq h \leq 1.4r$ , apo për  $D = 9$  m rezulton  $4.5 \leq h \leq 6.3$ , S- trashësia e fetës (m).

Në këtë mënyrë formula (4.1) mund të rishkruhet:

$$Q_0 = 60 \cdot v_{sh} \cdot h \cdot S \text{ (m}^3 \text{h}^{-1} \text{ mat.i shkrihtë)} \quad (4.2)$$

$v_{sh}$  – shpejtësia bazë e rrotullimit të shigjetës së rotorit e cila për ekskavatorin me rotor SRs – 1300.26 /5 merret në diapazon  $v_{sh} = 10 - 35$  (m/min)

Kapaciteti teknik i ekskavatorit me rotor në funksion të  $Q_0$ :

$$Q_t = \frac{Q_0}{k_{sh}} = \frac{60 \cdot v_{sh} \cdot h \cdot S}{k_{sh}} \quad (m^3 h^{-1} \text{ mat. i shkrihtë}) \quad (4.3)$$

Forca prerëse specifike e diponueshme për ekskavatorin me rotor SRs – 1300.26/5 luhatet në intervalin  $k = 960 - 1060 (N/cm)$ , prandaj qëndresa ndaj gërmimit të formacioneve të mbulesës duhet të jetë më e vogël së forca prerëse specifike, në mënyrë që prodhueshmëria e ekskavatorit të jetë optimale.

Qëndresa specifike ndaj prerjes përcaktohet sipas formulës:

$$k_L = \frac{5540 \cdot \eta \cdot Nr - Q_{ll} \cdot D \cdot \rho \cdot g}{625 \cdot \sqrt{\frac{\varphi_p \cdot D \cdot n_z \cdot \rho \cdot Q_l}{15}}} \quad \left( \frac{kN}{m} \right) \quad (4.4)$$

ku:

$Nr$  – fuqia e nevojshme për ngasjen e rotorit, (kW), që për tipin e ekskavatorit me rotor SRs – 1300. 26/5 është  $Nr = 900$  kW,

$\eta$  – koeficienti i veprimit të dobishëm të motorit,  $\eta = 0.9$ ,

$D = 9m$  – diametri i rotorit,

$\varphi_p = \frac{\pi}{2}$  – këndi i prerjes (këndi i kontaktit të rotorit me frontin e gërmimit),

$n_z$  – numri zbrazjeve të kovave brenda një minute.

$Q_{ll} \{ m^3 h^{-1} m f \}$  – kapaciteti llogaritës i ekskavatorit,

$\rho \cdot g = \gamma = 17.5 \left( \frac{kN}{m^3} \right)$  – pesha vëllimore e formacioneve sterile.

Në mbështetje të këtyre të dhënave përftohet formula e thjeshtësuar për llogaritjen e qëndresës specifike ndaj gërmimit si në vazhdim:

$$k_L = \frac{4986 \cdot Nr - 157 \cdot Q_{ll}}{550 \cdot 15 \cdot \sqrt{Q_{ll}}} \quad \left( \frac{kN}{m} \right) \quad (4.5)$$

Si kriter shtesë me interes shkencor të studimit gjatë optimizimit të fuqisë së motorit për vënien në punë të rotorit me kova, për përballimin e rezistencave që lindin në procesin e gërmimit si dhe për përcaktimin e parametrave optimal të fetës së prerë ( $b_0, h_0, S_0$ ) do të shërbej edhe konsumi specifik i energjisë për gërmimin e  $1m^3$  të formacioneve shkëmbore i cili përcaktohet nga formula:

$$W = \frac{N_r}{Q_{ll} \cdot k_{sh}} \left( \frac{kW}{m^3} \right) \quad (4.6)$$

ku:

$(Q_{ll}, k_{sh})$  – kapaciteti llogaritës i ekskavatorit në gjendje të shkrifëruar.

Në karrierat e hapura në pellgun qymyror të Kosovës ekzistojnë dy mjedise pune të ndryshme. Duke vështruar sterilet nga sipërfaqja e terrenit, teposhtë, në mënyrë vizuale veçohet qartë argjila e verdhë poshtë pjesës humusore. Trashësia e kësaj argjile luhetet në kufijtë 8 – 15 m. Për nga vetit e veta fizike argjila është e butë dhe e thërrmueshme pa shfaqje të copave të mëdha gjatë gërmimit me ekskavator. Forca prerëse e nevojshme nga 450–500(N/cm).

Pjesa tjetër e sterileve deri në shtresën e linjtit përbëhet nga argjila e hirtë. Për nga vetit e saj ajo është shumë e qëndrueshme , e fortë dhe me çarje të shumta, e në disa vende me përmbajtje mergelore (argjilë mergelizuar). Forca prerëse e nevojshme luhetet brenda kufijve 600–800 (N/cm) e ndonjëherë me vlera ekstreme deri në 950 (N/cm) në pllakat e mergelizuara.

Duke përdorur ekuacionet e listura më sipër është e mundur të kryet kombinimi i parametrave teknologjik të prerjes (nënshkallës) dhe fetës me parametrat konstruktivë të ekskavatorit në mënyrë që të sigurohen parametrat optimal të cilët në kushtet e mjedisit punues në Fushën e Sibocit, do ti kontribuojnë përmirësimet të shfrytëzimit kohor dhe shfrytëzimit maksimal të kapacitetit të ekskavatorit me rotor.

### **5.3. Optimizimi i parametrave të prerjes të ekskavatorit me rotor SRs – 1300. 24 /5**

Për analizën e punës së ekskavatorit me rotor **SRs – 1300. 24 /5** veçojmë 5 kriteret të cilët karakterizojnë performancën e punës së tij në kushte nominale apo të rënda të të punës. Nën – kriteret të cilët janë të definuar si më të rëndësishëm në kuadër të parametrave teknik dhe të cilët do të implementohen në analizën shumëkriterëshe të ekskavatorit që shqyrtohet janë: *Fuqia e motorit, Konsumi specifik i energjisë, Qëndresa e materialit ndaj gërmimit, Forca e gërmimit (prerjes) e ekskavatorit dhe Kapaciteti teknik i ekskavatorit.* Në Tabelën

5.1 jepen nën-kriteret bazë, prioritet e tyre dhe vlera e prioritetëve duke zbatuar shkallën Saaty të rëndësisë relative (sipas Tabelës 4.3)

**Tabela 5.1. Parametrat hyrës për zbatimin e metodës AHP**

<b>Nën-kriteri</b>	<b>Prioriteti</b>	<b>Vlera e prioritetit</b>
<i>Fuqia e motorit [kW]</i>	Me prioritet mesatar deri në të fortë	4
<i>Konsumi specifik i energjisë [kW/m<sup>3</sup>]</i>	Me prioritet të fortë	5
<i>Qëndresa e materialit ndaj gërmimit [kN/cm]</i>	Me prioritet mesatar	3
<i>Forca e gërmimit (prerjes) e ekskavatorit [kN]</i>	Me prioritet të fortë deri shumë të fortë	6
<i>Kapaciteti teknik i ekskavatorit [m<sup>3</sup>h].</i>	Me prioritet shumë të fortë	7

Analiza e sjelljes së ekskavatorit me rotor SRs – 1300.24/5 gjatë punës me formacionet sterile (argjilore) do të kryhet vetëm për prerje vertikale. Prandaj, matjet janë kryer për parametrat të ndryshëm të fetës së prerë me prerje vertikale dhe atë me lartësi mesatare të nënshkallës  $h = 4.5$  m, trashësi të prerjes 0.20, 0.30 dhe 0.40 m dhe shpejtësi të rrotullimit të shigjetës së rotorit prej 14, 22 dhe 30 (m/min). Rezultatet e matjeve janë paraqitur në Tabelën 5.2.

**Tabela 5.2. Rezultatet e matjeve gjatë punës së ekskavatorit me rotor SRs – 1300.24/5 në formacionet argjilore.**

Lartësia e prerjes , h (m)	Trashësia e prerjes, S (m)	Shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit $v_{sh} = \left(\frac{m}{min}\right)$	Kapaciteti teorik i ekskavatorit $Q_{II} \left(\frac{m^3}{h}\right)$	Qëndresa specifike ndaj gërmimit $k_L \left(\frac{kN}{m}\right)$	Konsumi specifik i energjisë $W \left(\frac{kW}{m^3}\right)$
4.5	0.20	14	756	288.78	0.768
4.5	0.20	22	1188	226.64	0.505
4.5	0.20	30	1620	191.13	0.370
4.5	0.30	14	1134	232.57	0.529
4.5	0.30	22	1782	181.14	0.326
4.5	0.30	30	2430	151.35	0.239
4.5	0.40	14	1512	198.64	0.384
4.5	0.40	22	2376	153.38	0.244
4.5	0.40	30	3240	127.00	0.179

Duke pasur parasysh se gërmimi i materialeve shkëmbore bëhet me dy lloje tipike të prerjeve (me prerje vertikale dhe horizontale), optimizimi nënkupton para se gjithash zgjedhjen e llojit të prerjes dhe pastaj edhe parametrave për llojin e zgjedhur të prerjes në funksion të rritjes të efikasitetit dhe prodhimitarisë së gjithmbarshme të punës të ekskavatorit gjatë gërmimit të formacioneve argjilore të forta (argjila e hirtë). Në rastin tonë simulimi i punës të ekskavatorit me rotor është pranuar të jetë me prerje vertikale kurse si kriter shumë i rëndësishëm për përzgjedhjen e zgjedhje optimale të parametrave të prerjes do të na shërbejnë vlerat e matura të kapacitetit të ekskavatorit. Pra kur bëhet fjalë për përzgjedhjen e llojit të prerjes në bazë të praktikës së deritanishme minerare në karrierat e Kosovës si zgjidhje optimale është pranuar prerja vertikale. Kjo nënkupton se të gjithë parametrat që të gjithë parametrat e matur të prerjes vertikale kanë treguar efikasitetin dhe rendiment ndjeshëm më të lartë në krahasim me parametrat e prerjes horizontale.

Detyrë tjetër e optimizimit të parametrave të prerjes është zgjidhja optimale për parametrat e prerjes vertikale ku me këtë rast do të analizohen variantet e mëposhtme:

*Varianti 1 (V<sub>1</sub>)* ; trashësia e prerjes 0.20 m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit

$$v_{sh} = 14 \left( \frac{m}{\text{min}} \right);$$

*Varianti 2 (V<sub>2</sub>)* ; trashësia e prerjes 0.20m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit

$$v_{sh} = 22 \left( \frac{m}{\text{min}} \right);$$

*Varianti 3 (V<sub>3</sub>)* ; trashësia e prerjes 0.20m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit;

$$v_{sh} = 30 \left( \frac{m}{\text{min}} \right);$$

*Varianti 4 (V<sub>4</sub>)* ; trashësia e prerjes 0.30m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit

$$v_{sh} = 14 \left( \frac{m}{\text{min}} \right);$$

*Varianti 5 (V<sub>5</sub>)* ; trashësia e prerjes 0.30m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit

$$v_{sh} = 22 \left( \frac{m}{\text{min}} \right);$$

*Varianti 6 (V<sub>6</sub>)* ; trashësia e prerjes 0.30m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit

$$v_{sh} = 30 \left( \frac{m}{\text{min}} \right);$$

*Varianti 7 (V<sub>7</sub>)* ; trashësia e prerjes 0.40m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit

$$v_{sh} = 14 \left( \frac{m}{\text{min}} \right);$$

*Varianti 8 (V<sub>8</sub>)* ; trashësia e prerjes 0.40m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit

$$v_{sh} = 22 \left( \frac{m}{\text{min}} \right);$$

*Varianti 9 (V<sub>9</sub>)* ; trashësia e prerjes 0.40m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit

$$v_{sh} = 30 \left( \frac{m}{\text{min}} \right);$$

Masat për vendimmarrje alternative merren ashtu që për secilin çift të varianteve dhe kritereve caktohet masa për përmbushjen , përkatësisht masa për vendimmarrje. Meqenëse ekzistojnë pesë kritere dhe nëntë alternativa për marrjen e vendimeve (5x9=45) , përftohen 45 masa për vendime alternative të cilat janë dhënë në tabelën 5.3.



**Tabela 5.3. Masat për marrjen e vendimeve alternative**

Kriteri	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>8</sub>	V <sub>9</sub>
Energjia elektrike e angazhuar për ngasje e rotorit	5	5	5	6	6	5	5	5	4
Konsumi specifik i energjisë	2	3	5	4	5	8	5	8	9
Qëndresa e materialit ndaj gërmimit	4	5	6	5	5	4	4	5	5
Sjellja dinamike e ekskavatorit	8	3	4	7	7	6	7	8	8
Kapaciteti teknik i ekskavatorit	3	4	6	4	7	8	6	8	9

Vlera e secilës alternativë përftohet në atë mënyrë që pesha e cila i është caktuar kriterit shumëzohet me masën e vendimmarrjes alternative. Vlerat që përftohen për secilën nga vendimmarrjet alternative janë treguar në Tabelën 5.4. shuma e pikëve (vlerësimi i përgjithshëm) për secilën nga variantet përfaqëson vlerën e përgjithshme të alternativës mbi bazën e të cilës përzgjidhet zgjidhja optimale (vlerësimi i përgjithshëm më i madh) dhe merret vendimi përfundimtar.

**Tabela 5.4. Vlerat e alternativës për vendimmarrje**

Kriteri	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>6</sub>	V <sub>7</sub>	V <sub>8</sub>	V <sub>9</sub>
Energjia elektrike e angazhuar për ngasje e rotorit	20	20	20	24	24	20	20	20	16
Konsumi specifik i energjisë	10	15	25	20	25	40	25	40	45
Qëndresa e materialit ndaj gërmimit	16	20	24	20	20	16	16	20	20
Sjellja dinamike e ekskavatorit	40	15	20	35	35	30	35	40	40
Kapaciteti teknik i ekskavatorit	15	20	30	20	35	40	30	40	45
Vlerësimi i përgjithshëm	101	90	119	119	139	146	126	160	166

## 5.4 Renditja e varianteve

Sipas metodologjisë së përcaktuar është kryer renditja e varianteve të parametrave të prerjes vertikale gjatë punës së ekskavatorit me rotor SRs -1300.26/5, në formacione argjilore të forta (të qëndrueshme ndaj prerjes), Tabela 5.5. Sikurse shihet nga tabela, zgjidhja optimale e përftuar në bazë të optimizimit sipas disa kriterëve është varianti 9, përkatësisht efektiviteti dhe prodhimtaria maksimale gjatë punës së ekskavatorit me rotor që është analizuar arrihen gjatë punës me prerje vertikale me trashësi 0.40 m dhe shpejtësi

të rrotullimit të shigjetës së rotorit prej  $v_{sh} = 30 \left( \frac{m}{\text{min}} \right)$

**Tabela 5.5. Renditja e varianteve të parametrave të prerjes vertikale**

Renditja	Varianti	Vlerësimi
I	<i>Varianti 9</i> ( $V_9$ ): trashësia e prerjes 0.40m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit $v_{sh} = 30 \left( \frac{m}{\text{min}} \right)$	166
II	<i>Varianti 8</i> ( $V_8$ ): trashësia e prerjes 0.40m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit $v_{sh} = 22 \left( \frac{m}{\text{min}} \right)$	160
III	<i>Varianti 6</i> ( $V_6$ ): trashësia e prerjes 0.30m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit $v_{sh} = 30 \left( \frac{m}{\text{min}} \right)$	146
IV	<i>Varianti 5</i> ( $V_5$ ): trashësia e prerjes 0.30m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit $v_{sh} = 22 \left( \frac{m}{\text{min}} \right)$	139
V	<i>Varianti 7</i> ( $V_7$ ): trashësia e prerjes 0.40m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit $v_{sh} = 14 \left( \frac{m}{\text{min}} \right)$	126
VI -VII	<i>Varianti 4</i> ( $V_4$ ): trashësia e prerjes 0.30m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit $v_{sh} = 14 \left( \frac{m}{\text{min}} \right)$	119
VI -VII	<i>Varianti 3</i> ( $V_3$ ): trashësia e prerjes 0.20m dhe shpejtësia e rrotullimit të	119

	shigjetës së rotorit $v_{sh} = 30 \left( \frac{m}{\text{min}} \right)$	
VIII	<i>Varianti 1 (V<sub>1</sub>):</i> trashësia e prerjes 0.20 m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit $v_{sh} = 14 \left( \frac{m}{\text{min}} \right)$	101
IX	<i>Varianti 2 (V<sub>2</sub>):</i> trashësia e prerjes 0.20m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit $v_{sh} = 22 \left( \frac{m}{\text{min}} \right)$	90

## KAPITULLI VI

### 6. PËRFUNDIME DHE REKOMANDIME

Ekskavatori me rotor është makineria më e përhapur që përdoret në kariera me kapacitet të madh dhe është për gërmimin e materialeve të buta dhe me qëndresë mesatare ndaj gërmimit. Për vlerësimin e përfundimtar të performances së ekskavatorit me rotor si hallka kryesore në sistemin kontinual të ngarkim-transportit ETS, nga aspekti i arritjes të kapacitetit optimal në këtë punim masteri është kryer analiza e parametrave me ndikim duke zbatuar metodën e vendimmarrjes shumëkriterëshe AHP. Vendimmarrja sipas kësaj metode është realizuar duke zgjedhur alternativën më të mirë nga seria e alternativave të mundshme në mbështetje të kriterëve dhe nënkriterëve të cilat janë marr në konsiderim për kushtet dhe ekskavatorin konkret.

Qëllimi kryesor i vendimmarrjes në rastin e zbatimit të metodës shumëkriterëshe në kushtet tekniko minerare të gërmimit mekanik në karrierën e Sibocit dhe duke përdorur ekskavatorin me rotor të cilin e ka në dispozicion ajo SRs 1300.24/5 është optimizimi i parametrave gjeometrik të prerjes të cilët mund të ndikojnë ndjeshëm në kapacitetin e tij. Përgjithësisht në edhe në karrierat e linjtit në Pellgun e Kosovës gjatë gërmimit të argjilave të hirta të mergelizura lindin probleme siç janë: rritja e qëndresës ndaj gërmimit, konsumi i lartë i energjisë elektrike, konsum të dhëmbëve prerës, shkaku i abrazivitetit, ngjitja e materialeve në muret e kovave, sjellja e disfavorshme dinamike e konstruksionit të ekskavatorit etj. Për rrjedhojë të shfaqjes së këtyre problemeve mund të vjen deri të zvogëlimi i kapacitetit por edhe të ndalimi i aktiviteteve minerare të shfrytëzimit për shkak të dëmtimit të rotorit, shigjetës së tij dhe konstruksionin e tërësishëm të ekskavatorit.

Meqenëse sistemi energjetik i Kosovës varet nga prodhueshmëria e energjisë elektrike në termocentralet ekzistuese, rezulton së duhet kujdes i veçantë ti përkushtohet besueshmërisë të sistemit ETS i cili punon në gërmim si të linjtit njashtu edhe formacioneve sterile të mbulesës. Me qëllim të përmirësimit të performancës së ekskavatorit me rotor, si makineri kyçe në këtë sistem kërkohen të kryhen hulumtime të caktuara të punës së tij, të cilat kanë si objektiv rritjen e prodhueshmërisë së tij, zgjatjen e afat shërbimit dhe zvogëlimin e shpenzimeve të mirëmbajtjes dhe shfrytëzimit. Nga studimet e kryera në këtë tezë masteri

na rezulton së kapaciteti i ekskavatorëve me rotor varet nga përmasat e parametrave teknologjik të punës. Prandaj, përmirësimi i performancës së ekskavatorit me rotor në gjurmimin e formacioneve shkëmbore mund të arrihet me optimizimin e parametrave të caktuar konstruktiv dhe teknologjik, qëllimi kryesor i të cilit është rritja praktike e forcës prerëse të disponueshme dhe njëkohësisht mbrojtja më e madhe e ekskavatorit nga goditjet dinamike të pafavorshme gjatë punës.

Parametrat konstruktiv me optimizimin e të cilave mund të arrihet rritja e forcës prerëse të ekskavatorit janë: fuqia e ngasjes së rotorit, forma e kovave, përmasat dhe vendosja e dhëmbëve prerës në rrotën punuese të ekskavatorit si dhe këndi i prerjes. Kurse, nga optimizimi i parametrave teknologjikë të cilët kanë ndikim në zmadhimin e forcës prerëse dhe me këtë edhe në rritjen e produktivitetit, zgjatjes së afat shërbimit dhe në zvogëlimin e shpenzimeve të mirëmbajtjes dhe shfrytëzimet janë lloji dhe parametrat e prerjes.

Në këtë punim kërkimor-studimor është kryer optimizimi i parametrave të prerjes dhe fetës në funksion të qëndrësës ndaj gjurmimit, konsumit të energjisë dhe sjelljes dinamike të ekskavatorit gjatë gjurmimit të formacioneve shkëmbore në rastin e përdorimit të ekskavatorit me rotor SRs- 1300.24/5 në Fushën e Sibocit punon në argjilën e mergelizuar të hirtë dhe gjurmimi kryhet vetëm me prerje vertikale me trashësi 0.20 ; 0.30 dhe 0.40 m dhe me shpejtësi të rrotullimit të rotorit prej 14, 22 dhe 30(m/min) (me gjerësi të prerjes 0.20; 0.32 dhe 0.44 (m). Matjet gjatë shfrytëzimit për përcaktimin e kapacitetit të ekskavatorit janë realizuar me parametrat e listuar më sipër dhe është përcaktuar diapazoni i kapaciteteve llogaritëse. Kjo gamë e kapaciteteve është përdorur për përcaktimin e qëndrësës ndaj prerjes dhe konsumit specifik të energjisë për kushtet e shfrytëzimit në karrieren e Sibovcit.

Me anë të vlerësimit me pikë të zgjidhjeve me variante është përcaktuar varianti më i mirë për rritjen e kapacitetit optimal të ekskavatorit me rotor SRs – 1300.24/5 që përfaqëson objektin e përzgjedhur në të cilin janë kryer matjet gjatë shfrytëzimit.

Nga gjithë ajo që u theksua më sipër mund të nxirren përfundimet si në vazhdim:

- (i) *Metoda e përshkruar në këtë studim, për llogaritjen e parametrave bazë të prerjes dhe fetës gjatë gjurmimit duke përdorur ekskavatorët me rotor mundëson të kuptuarit të gjendjes reale të sistemit ETS dhe përfitimin e zgjidhjes optimale në praktiken e nxjerrjes së mineralit të dobishme;*

- (ii) *Që ekskavatori me rotor SRs – 1300.24/5 i angazhuar në procesin e prodhimit në Fushën e Sibocit të realizoj kapacitetin orar maksimal duhet të përvetësohen parametrat optimalë të prerjes dhe fetës, të cilat mundësojnë teknologji optimale të punës së këtij ekskavatori;*
- (iii) *Duke zbatuar metodën e vendimmarrjes shumëkriterëshe AHP është e mundshme të ndikohet ndjeshëm në racionalitetin dhe efikasitetin e punës të ekskavatorëve me rotor të cilët përdoren në praktiken minerare në të gjitha karierat e Kosovës;*
- (iv) *Gjeometria e prerjes dhe fetës d.m.th. lartësia (h), trashësia (S) dhe gjerësia (b) e prerjes dhe fletës, duhet të zgjidhen në bazë të parametrave konstruktiv të ekskavatorit, në rend të parë forma dhe madhësia e kovave, gjatësia e shigjetës dhe forca prerëse e transmetuar në dhëmbët prerë.*
- (v) *Shfrytëzimin e kënaqshëm të kapacitetit të ekskavatorit duhet kërkuar në zgjedhjen e duhur të parametrave të prerjes dhe fetës (h, S, b), përkatësisht të shpejtësisë së rrotullimit të shigjetës së rrotës punuese  $v_{sh}$ ;*
- (vi) *Parametrat optimal të prerjes vertikale për gërmim e materialeve me qëndresa të shtuar ndaj gërmimit duke përdorur ekskavatorin me rotor SRs – 1300.24/ 5 në kushtet e karieres së Sibocit janë: trashësia e fetës 0.40 m dhe shpejtësia e rrotullimit të shigjetës së rotorit 30(m/min).*

Konsideroj se ky punim shkencor-kërkimor paraqet një kontribut modest në përpjekje për optimizimin e parametrave të prerjes së ekskavatorit me rotor me qëllim të përmirësimit të performancës të ekskavatorit do të thotë të rritjes së produktivitetit, zgjatjes së afat shërbimit të ekskavatorit dhe të zvogëlimit të kostos të mirëmbajtjes dhe të shfrytëzimit. Mirëpo, konsideroj se nuk janë analizuar të gjithë parametrat e natyrës konstruktive që kanë ndikim në përmirësimin e mëtejshëm të performancës së ekskavatorit me rotor SRs-1300.24/5, ku në rend të parë mund të theksohen të metat e elementeve (dhëmbëve) prerës në rotor, të cilët do tu rekomandoja studentëve të tjerë ti trajtojnë dhe hulumtojnë në studimet e tyre. Do të ishte me interes që me rastin e hulumtimit të elementeve prerëse (parametrave të dhëmbëve dhe kovave) të definohet metodologjia e optimizimit të tyre për gjetjen e formës dhe gjeometrisë optimale të dhëmbit, këndit optimal të prerjes, shpërndarjes dhe numrit optimal të dhëmbëve në kova dhe shpërndarja, forma dhe gjeometria optimale e kovave.

## REFERENCAT

- [1] Ratan Raj Tatiya (2014), “Surface and Underground Excavations (Methods ,Techniques and Equipment)”, Londer;
- [2] W.Hustrulind and M.Kuchta (2013) “Open Pit Mine Planing and Design”, Taylor & Francis plc., London, UK ;
- [3] S.Lita, R.Koçibelli, N.Seferi: “Shfrytëzimi në sipërfaqe i vendburimeve të mineraleve të dobishme”, UP i Tiranës
- [4] S.Živković, D.Vrkljan: (2002), “Površinska eksploatacija mineralnih sirovina”, Zagreb
- [5] C. Drebenstedt & R. Singhal (2013) “Mine Planning and Equipment Selection”, Dresden, Germany.
- [6] Lazić A. (2006), Projektovanje površinskih kopova sa modeliranjem sistema eksploatacije, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
- [7] Saaty,T.L. (1908),“The Analytic Hierachy Process”, McGraw Hill, New York
- [8] Stephen Satchell.(2010), “Optimizing optimazition “The Next Generation of Optimization Applications and Theory”, Elsevier, London, UK.
- [9] Radomir Simić, Nemanja Popović (1984), “Teknologija površinske eksploatacije ležišta”, Sarajevë;
- [10] Jakovljević I. (2007), Određivanje optimalnih parametara odreska rotornih bagera u funkciji otpora na kopanje, (Doktorska disertacija, Beograd, 2008);
- [11] Rushit Haliti (2019), “Teknologjia e Shfrytëzimit Sipërfaqësor I dhe II” Libër i përgatitur për shtyp, UMIB, Mitrovicë.
- [12] **AUTORI FINAL REPORT** - Preparation of a detailed new mine production and investment plan - **Korporata Energjetike e Kosoves.**
- [13] Stephen Satchell (2010),“Optimizing optimazition, The Next Generation of Optimization Applications and Theory”, Elsevier, London, UK.
- [14] Haliti R., (2017), *Analysis of Ground geometry, Excavation with Bucker Wheel Excavator*, Lambert Academic Publishing, 2017.
- [15] Haliti Rushit (2020), “Përmbledhje detyrash nga teknologjia e shfrytëzimit sipërfaqësor”, UMIB.

- [16] Multi-criteria analysis: a manual - January 2009 - Department for Communities and Local Government: London.
- [17] John F. Monahan (2011), *Numerical Methods of Statistics*, Cambridge University Press..



## LISTA E FIGURAVE

Figura 2.1. a) Ekskavatori me rotor: SRs-1300.24/5 + WR (Credit: Albert Hyseni).....	13
Figura 2.1. b) Konstruksioni i përgjithshëm i ekskavatorit me rotor SRs-1300.24/5	
Figura 2.2. Parametrat e punës së ekskavatorit me rotor me shigjetë që nuk zgjatet (Karakteristikat gjeometrike të ekskavatorit me rotor) .....	20
Figura 2.3. Trajektorja e pikës së dhëmbit prerës të kovës në sistemin koordinativ $O_{xyz}$ .....	22
Figura 2.4. Skema për përcaktimin e ndryshimit të shpejtësisë $v_{sh}$ në funksion të këndit të gërmimit $\varphi$ .....	25
Figura 2.5. Skema për përcaktimin (e thjeshtësuar) të vlerave të trashësisë së fetës (shtresës së gërmuar) $S$ .....	29
Figura 2.6. Feta vertikale.....	32
Figura 2.7. Feta horizontale.....	33
Figura 2.8. Paraqitja grafike e një prerje: a - blloku i plotë (prerja maksimale); b,c,d,e,f -blloku jo i plotë (prerja e pjesshme). .....	35
Figura 2.9. Elementet gjeometrike të fetës.....	38
Figura 3.1. Shpërndarja e forcave në kovë të rotorit gjatë gërmimit të formacionit shkëmbor. ....	46
Figura 3.2. Paraqitja skematike e përcaktimit të rezistencës specifike në gërmim; a) në lidhje me sipërfaqen e seksionit tërthor të fetës b) në lidhje me gjatësinë e tehut prerës në kontakt me shkëmbin (materialin). ....	50
Figura 4.1. Marrëdhënia ndërmjet zgjidhjes së problemit dhe vendimmarrjes .....	62
Figura 4.2. Modeli hierarkik -AHP.....	67

## LISTA E TABELAVE

Tabela 3.1. Koeficientet e shkrifërimit për disa lloje shkëmbinjsh .....	55
Tabela 3.2. Faktorët që duhet të merren parasysh në llogaritje .....	56
Tabela 4.1. Struktura e matricës së vendimmarrjes (sipas Musingwini,2010).....	66
Tabela 4.2. Shkalla që përdoret për krahasimin e qifteve sipas Sat-it (Saaty 1980).....	68
Tabela 5.1. Parametrat hyrës për zbatimin e metodës AHP .....	77
Tabela 5.2. Rezultatet e matjeve gjatë punës së ekskavatorit me rotor SRs – 1300.24/5 në formacionet argjilore.....	78
Tabela 5.3. Masat për marrjen e vendimeve alternative .....	80
Tabela 5.4. Vlerat e alternativës për vendimmarrje .....	80
Tabela 5.5. Renditja e varianteve të parametrave të prerjes vertikale .....	81