

**UNIVERSITETI I PRISHTINËS
FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE
PRISHTINË**



PUNIM DIPLOME MASTER

Mentori:

Prof. Asoc. Dr. Nexhat Qehaja

Kandidatja:

Bsc. Majlinda Mazhiqi

Prishtinë, 2017

**UNIVERSITETI I PRISHTINËS
FAKULTETI I INZHINIERISË MEKANIKE
PRISHTINË**



PUNIM DIPLOME MASTER

Titulli i temës:

**“MODELIMI I ASHPËRSISË SË SIPËRFAQES NË BAZË TË PARAMETRAVE TË PËRPUNIMIT
GJATË PROCESIT TË SHPIMIT”**

Titulli i temës në anglisht:

**" MODELING OF SURFACE ROUGHNESS BASED ON THE MACHINING PARAMETERS DURING DRILLING
PROCESS"**

Mentori:

Prof. Asoc. Dr. Nexhat Qehaja

Kandidatja:

Bsc. Majlinda Mazhiqi

Prishtinë, 2017

UNIVERSITETI I PRISHTINËS
HASAN PRISHTINA
FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE
DEPARTAMENTI: PRODHIMTARISË DHE AUTOMATIZIMIT

DEKLARATA ETIKE

Unë Majlinda Mazhiqi me numër të regjistrimit (indeksit) M080152007 deklaroj se,
punimi i diplomës me titull:

Titulli i temës:

**“MODELIMI I ASHPËRSISË SË SIPËRFAQES NË BAZË TË PARAMETRAVE TË PËRPUNIMIT
GJATË PROCESIT TË SHPIMIT”**

Titulli i temës në anglisht:

**" MODELING OF SURFACE ROUGHNESS BASED ON THE MACHINING PARAMETERS DURING DRILLING
PROCESS"**

- Paraqet rezultatet e punës time shkencore hulumtuese,
- Punimi i diplomës në tërësi apo pjesërisht nuk është paraqitur në ndonjë program akademik në Fakultete tjera apo Universitete,
- Rezultatet e prezantuara në punimin e diplomës janë të besueshme dhe janë të specifikuara në mënyrën e duhur dhe,
- Nuk i kam shkel të drejtat autoriale.

Falënderim

*Unë dua të shpreh mirënjohjen time të thellë për profesorin e nderuar **Prof.Dr.Sc. Nexhat Qehaja** që pranoi të jetë mentori im. Unë me të vërtetë e vlerësojmë inkurajimin dhe mbështetjen e tij të vazhdueshme gjatë kohës së punimit të tezës së MASTER-it. Përkushtimi i tij në mësimdhënie ishte një frymëzim për mua që të vazhdoj më tutje.*

Gjithashtu falënderoj menxhmentin e FPX në Palaj, që më ka mundësuar realizimin e pjesës eksperimentale të punimit.

*Gjithashtu, një falënderim shumë i veçantë shkon për **prindërit** (te ndjerin babain tim) edhe **motrat** e mija, të cilët më përkrahën, ndihmuan dhe këshilluan gjithmonë, si dhe një falënderim I veçantë që përkujdesen për fëmijet e mij gjatë mungesës sime.*

*Një falënderim shkon edhe për **kolegët e punës** e veçanërisht për **Gani Zogaj ing.dip. dhe Muharrem Qorri ing.dipl**, që më ndihmuan pa hezitim në grumbullimin e të dhënave.*

*Krejt në fund, falënderimi më i rëndësishëm është për burrin time **Enisin**, të cilin e falënderoj shumë për ndihmën dhe kurajën që të vazhdoj më tutje. Ndërsa, falënderimi që më pëlqen më shumë është ai për dy fëmijet e mij, te cilët jane motiv për mua.*

PËRMBAJTJA

1.0. HYRJE

2.0. BAZAT E TEORISË SË PËRPUNIMIT ME PRERJE

2.1. Shqyrtimet hyrëse.....	7
2.2. Principet themelore të prerjes.....	9
2.2.1. Instrumenti prerës.....	11
2.2.2. Mekanika e përpunimit me heqje ashkle.....	13
2.2.3. Deformimi plastik.....	14
2.2.4. Materialet e instrumenteve.....	17
2.3. Përpunimi me shpim.....	20
2.3.1. Elementet konstruktive të puntove.....	23

3.0. KUALITETETI I SIPËRFAQES SË PËRPUNUAR

3.1. Nocionet themelore.....	25
3.2. Komponentet themelore dhe elementet e teksturës së sipërfaqes	26
3.3. Parametrat e ashpërsisë.....	29

4.0. MODELET MATEMATIKORE DHE METODA E PËRCAKTIMIT TË MADHËSIVE TË PANJOHURA

4.1. Metoda e planifikimit optimal	31
4.2. Formimi i modelit matematikor	33
4.3. Përcaktimi i parametrave të modelit	38
4.4. Analiza dispersive	66
4.4.1. Vlerësimi i significances së parametrave të modelit	66
4.4.2. Vërtetimi i adekuatshmërisë së modelit matematikor	74

5.0. KUSHTET GJATË REALIZIMIT TË EKSPERIMENTIT

5.1. Material i ekzaminuar	76
5.2. Karakteristika e makinës metalprerëse	77
5.3. Instrumenti metalprerës	78
5.3.1. Matja e ashpërsisë së sipërfaqes	79
5.4. Zgjedhja e regjimeve të prerjes.....	80

6.0. REZULTATET EKSPERIMENTALE	81
7.0. ANALIZA DHE VLERËSIMI I REZULTATEVE TË FITUARA	83
8.0. PËRFUNDIM	84
9.0. LITERATURA	85
SHTOJCA 1	86
SHTOJCA 2	123

PËRMBLEDHJA (ABSTRAKTI)

Shpimi është proces i lidhur më së shpeshti me hapjen dhe përpunimin e vrimave.

Parametrat e ashpërsisë së sipërfaqes Ra, Rz, Rq dhe Rt përfaqësojnë një masë të cilësisë së sipërfaqes, dhe ajo është e ndikuar kryesisht nga parametrat e procesit të përpunimit (shpejtësia e prerjes, hapi punues, thellësia e prerjes), gjeometria e instrumentit metalprerës; këndet e y pykës prerëse dhe rrezja e majës së tehut prerës. Lloji i instrumentit, lloji i përpunimit, fluidit ftohës dhe lubrifikues, makinës metalprerëse dhe lloji i materialit.

Qëllimi i këtij punimi është që të hulumtohen efektet e parametrave të shpimit siç janë; shpejtësia e prerjes, hapi punues dhe diametri të puntos (shpueses) në parametrat e ashpërsisë së sipërfaqes së përpunuar. Ekzistojnë parametra të ndryshëm që përdoren për të vlerësuar ashpërsinë e sipërfaqes (Ra, Rz, Rq dhe Rt). Tek përpunimi i pastër më së shpeshti për përpunimin e pastër përdoret shmangia mesatare aritmetike Ra.

Në këtë punim do të aplikohet metoda e planifikimit optimal të eksperimenteve dhe analiza regressive e shumëfishtë për përcaktimin e modelit matematikor të varshmërisë funksionale të parametrave të ashpërsisë së sipërfaqes (Ra, Rz, Rq dhe Rt) nga tre faktorët kryesorë ndikues; shpejtësisë së prerjes (v_c), thellësisë së prerjes (a) dhe hapit punues (f), gjatë përpunimit të çelikut Ck45E sipas standardit EN 10083- 1.1191 me procesin e shpimit, me aplikimin e puntove prej çelikut shpejtprerës (HSS-High Speed Steel), pa përdorimin e mjeteve ftohëse lubrifikuese (MFL).

1.0 HYRJE

Teknologjia e përpunimit me prerje ose siç quhet edhe ndryshe teknologjia e përpunimit me heqje ashkle përbën bazën kryesore të zhvillimit të industrisë mekanike nga se mundëson prodhimin e detaleve makinerike dhe pjesëve tjera të ndërrimit me cilësi të lartë.

Përpunimi me heqje ashkle është proces prodhues në të cilin instrumenti prerës përdoret për largimin e tepicës së materialit nga copa punuese dhe pjesa e mbetur e paraqet formën e dëshiruar [1].

Përpunueshmëria e materialeve me prerje me metodat konvencionale të përpunimit paraqet karakteristikën e tyre të rëndësishme teknologjike e cila definohet si “lehtësia” me të cilën realizohet përpunimi e cila mund të shprehet me;

- qëndrueshmërinë (jetëgjatësinë) e instrumentit (kriteri themelor),
- rezistencën ndaj konsumit të instrumentit,
- shpejtësitë ekonomike të prerjes,
- shpenzimet e përpunimit,
- rezistencat e prerjes,
- temperaturat e prerjes,
- ashpërisnë e sipërfaqes, etj.

Përpunueshmëria e materialeve gjithashtu varet edhe prej metodës së përpunimit, llojit të operacionit, kriterit të konsumit të instrumentit të aplikuar etj.

Cili prej kriterëve të lartë shënuara duhet të merret si i përshtatshëm (relevant) për vlerësimin e përpunueshmërisë varet nga lloji i operacionit dhe kërkesave të copës punuese.

BAZAT E TEORISË SË PËRPUNIMIT ME PRERJE

2.1. Shqyrtimet hyrëse

Përpunimi është një proces prodhues në të cilin instrumenti prerës shfytëzohet për të larguar tepricën e materialit nga copa punuese dhe pjesa e mbetur e materialit paraqet sipërfaqen e dëshiruar të copës punuese [1].

Teoria e prerjes është disiplinë shkencore me të cilën synohet të shpjegohet ndikimi i kushteve të përpunimit në [2]:

- rrjedhën e formimit dhe heqjes së ashklës
- forcat e prerjes të cilat lajmërohen gjatë prerjes dhe
- deformimet e përpunimit.

Përpunimi i metalit me prerje ka filluar në kohët e lashta, kur njeriu me pajisje primitive me dorë, ka rrotulluar copën punuese, të cilës ka dëshiruar t'i japë formën e caktuar. Pjesët e materialit nga copa e punës i ka larguar me instrument të formësuar nga guri. Në shekullin XII kemi pajisjet e para, diçka më të përsosura, të cilat mund të mirren si paraardhëse të makinave tornuese dhe makinave shpuese të sotme.

Parimi themelor i përpunimit me prerje mbështetet në depërtimin e instrumentit metalprerës në material. Gjatë kësaj materiali ndahet në dy pjesë ose hiqet materiali i tepërt. Në procesin e prerjes ndikojnë shumë faktorë të cilët analizohen në teorinë e prerjes. Në fig. 2.1 është paraqitur teknologjia e përpunimit me heqje ashkle si sistem përpunues.

Proceset me heqje të materialit ndahen në tri kategori;

- përpunimet - proceset konvencionale
- proceset abrazive dhe
- proceset jokonvencionale.

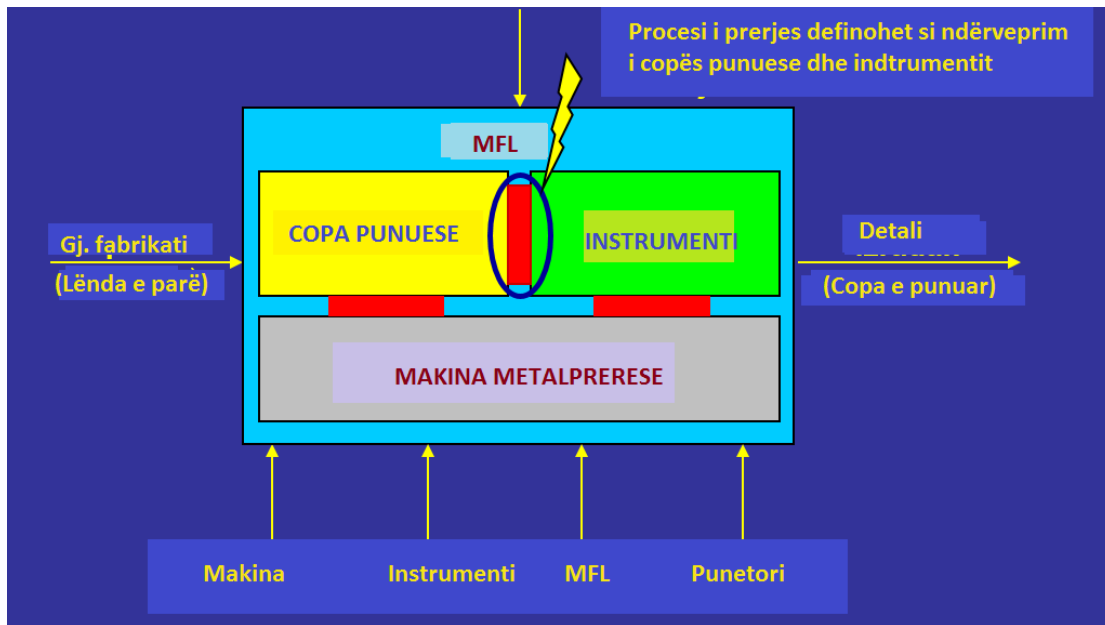


Fig. 2.1. Paraqitja skematike e sistemit përpunues me heqje ashkle [4]

Prerja e metalit - me nocionin prerje e metalit kuptohet procesi në të cilin një shtresë e hollë e metalit të tepërt (ashklës) gdhendet (largohet) nga një pykë – instrument prerës me formë dhe gjeometri të përcaktuar nga copa punuese, nëpërmjet një procesi gjithëpërfshirës të deformimit plastik figura 2.2.

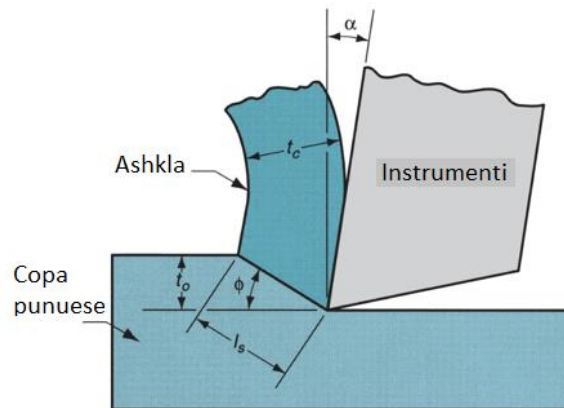


Fig. 2.2 Ilustrimi i procesit të prerjes [1]

2.2 Principet themelore të prerjes

Teoria e prerjes ose mekanika e prerjes është pjesë e përpunimit, e cila hulumton ndikimin e kushteve të përpunimit në rrjedhën dhe mënyrën e formimit të ashklave (grimcave), forcave të prerjes, sforcimeve dhe deformimeve gjatë atij procesi.

Të gjitha proceset e përpunimit në mënyrë të pashmangshme i shoqëron procesi i konsumit të teheve të instrumentit prerës. Prosesi i përpunimit përcaktohet nga inputet gjegjësisht nga marrëdhëniet reciproke të madhësive hyrëse, ku një nga pasojat e ngarkesave të cilave u është ekspozuar instrumenti metalprerës është edhe procesi i konsumit [3].

Përpunimi me prerje është një proces i ndërlikuar, ku ndërthuren midis tyre dukuri të ndryshme siç janë: deformimet elastike, plastike, shkatërrimi, fërkimi dhe krijimi i nxehtësisë, ngjitja e materialit të pjesës me ate të veglës prerëse, konsumi i veglës prerëse, rritja/zvogëlimi i fortësisë, ndryshimet mikrostrukurore, krijimi i forcave prerëse, krijimi i presioneve të mëdha etj.

Gjatë depërtimit të pykës prerëse të instrumentit në materialin e copës punuese mund të paraqiten dy raste (principe) të prerjes: prerja e pjerrtë dhe prerja ortogonale fig. 2.3.

Prerja ortogonale ndodh në rastet kur tehu kryesor prerës është pingul me drejtimin e lëvizjes së instrumentit prerës ose copës punuese (drejtimi i lëvizjes relative).

Prerja e pjerrtë ndodh në rastet ku drejtimin e lëvizjes së instrumentit ose copës punuese dhe tehut kryesor prerës formon një kënd të ndryshëm nga 90° fig. 2.4.

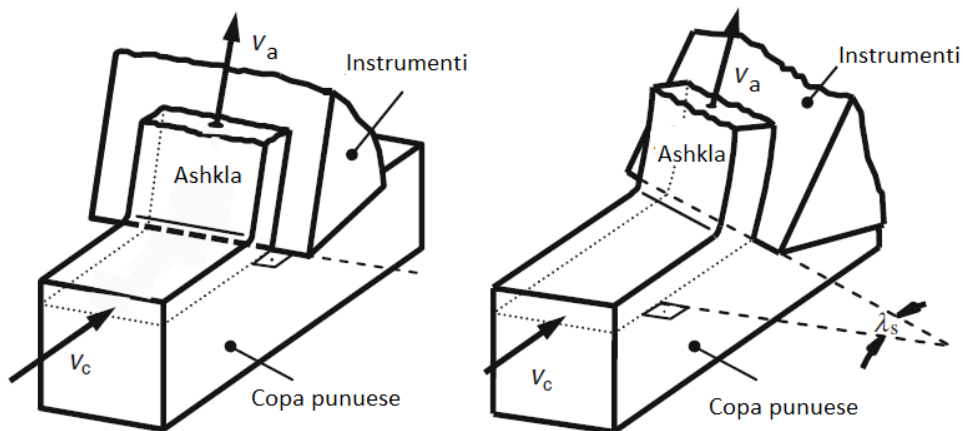


Fig. 2.3 Parimet themelore të prerjes: ortogonale dhe e pjerrtë[5]

Prerja e pjerrët ose prerja ortogonale janë të përfaqësuara në të gjitha llojet e përpunimit me prerje të metaleve, edhe pse kushtet në të cilat realizohet janë të ndryshme fig. 2.4.

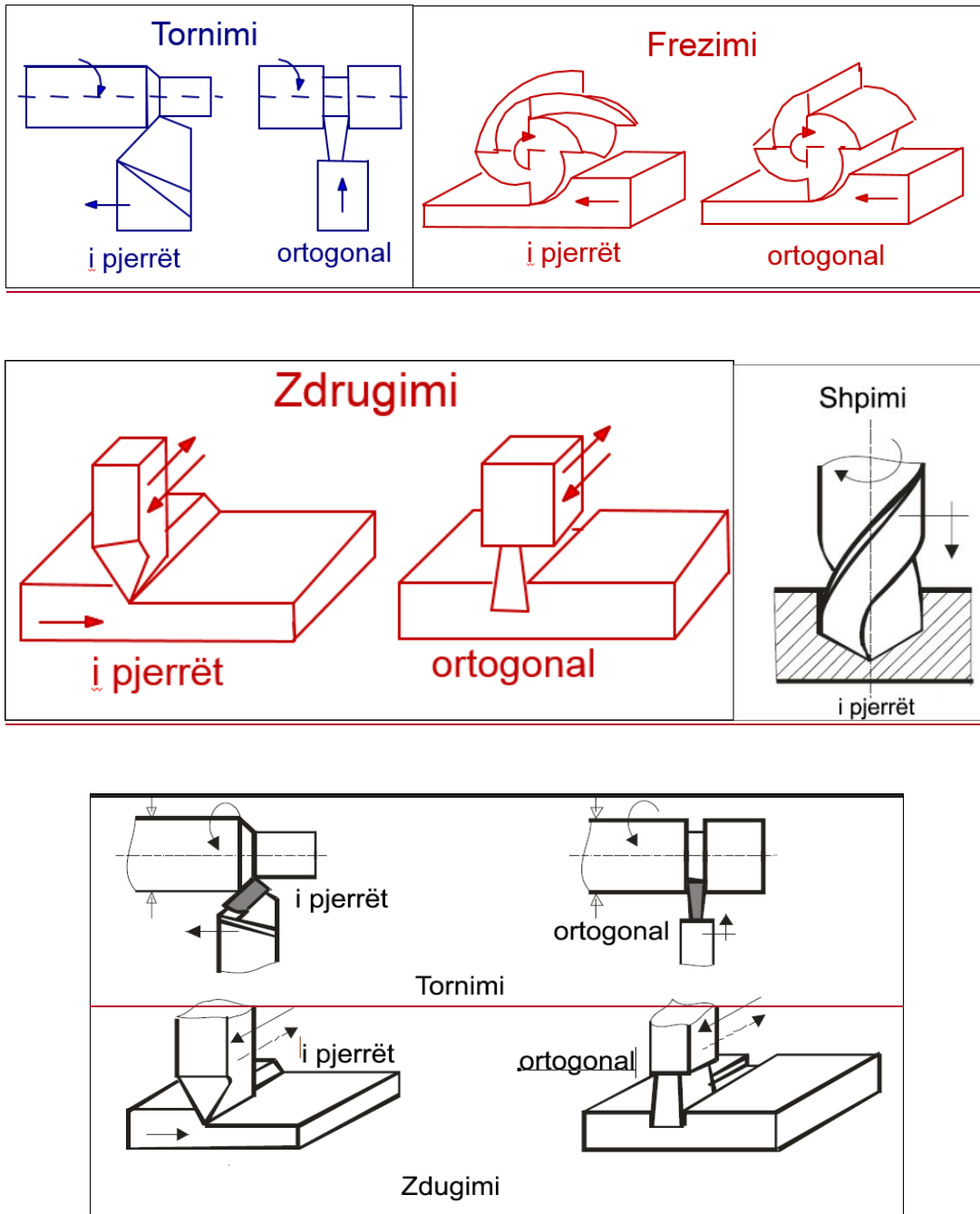


Fig. 2.4 Shembuj të përpunimit të pjerrët dhe ortogonal [7]

Tornimi në përgjithsi është prerje e pjerrët, por gjatë hapjes së kanaleve dhe shkurtimit të materialit kur këndi sulmues është 90° ndodh prerja e drejtë.

Gjatë frezimit periferik prerja e pjerrët ndodh gjatë prerjes me freza cilindrike me dhëmb spiral, ndërsa ortogonale gjatë prerjes me freza me dhëmb të drejtë.

Zdrugimi në përgjithsi realizohet me prerje të pjerrët përveç gjatë hapjes së kanaleve kur ndodh prerja e drejtë.

Gjatë shpimit lajmërohet prerja e pjerrët. Përshkimi më së shpeshti është prerje ortogonale.

Përpunimi me retifikim gjegjësisht me instrumente shumë tehëshe, është prerje e pjerrët.

2.2.1 Instrumenti prerës

Është mjet për përpunimin me prerje (heqje ashkle) për formësimin e copës punuese (gjysmë fabrikatit).

Forma themelore e të gjithë instrumenteve për përpunimin e metaleve me heqje ashkle është pyka prerëse. Detyra e tij është ndarja e materialit dhe heqja e ashklës.

Në bazë të drejtimit të lëvizjes së pykës prerëse në raport me copën punuese dallohen dy principe themelore të metodave konvencionale të përpunimit: ndarja (prerja) dhe gdhendje (heqje ashkle) figura 2.5

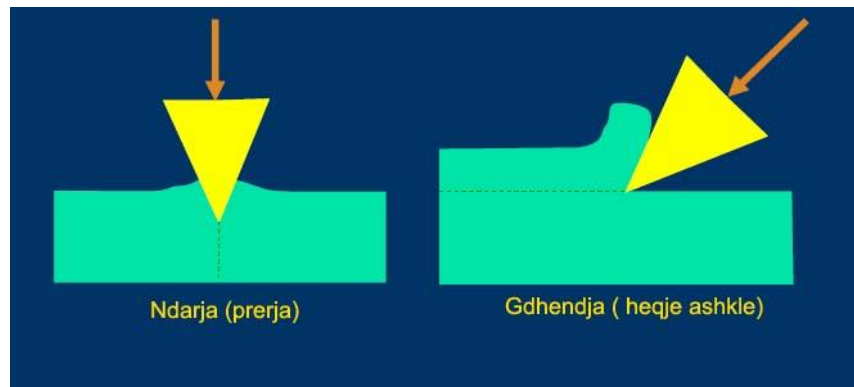


Fig. 2.5 Principet themelore të metodave konvencionale të përpunimit [4]

Dorëza e instrumentit shërben për vendosjen e tij në mbajtësin e instrumentit në makinën metalprerëse dhe për të transmetuar forcën (rezistenca) e prerjes.

Baza e instrumentit është sipërfaqja e cila i siguron atij vendosjen e drejtë në makinën metalprerëse.

Pjesa prerëse e instrumentit kryen procesin e prerjes.

Përparësit e përpunimit me heqje ashkle janë [2]:

- mundëson arrijtjen e saktësisë dhe precizitetit (në tolerancë shumë të ngushta), kualitet të lartë të sipërfaqes së përpunuar, shpeshëherë edhe pa nevojë të përpunimeve të mëvonshme,
- mund të përpunoheh tehe të mprehta dhe sipërfaqe me profile të ndryshme të jashtme dhe të brendshme,
- mund të zbatohet për përpunimin e pothuajse të gjitha llojeve të materialeve,
- mënyra e vetme e përpunimit të materialeve të trajtuara termikisht dhe të brishta,
- është e mundur të përpunohen detale me gjeometri të komplikuar,
- mundësia e përpunimit të një gamë të gjerë të detaleve me madhësi (nga makroprodhimet të tilla si turbina dhe avionët si dhe mikroprodhimet),
- gjatë përpunimit pak ndryshohet struktura e materialit (vetëm një shtresë e hollë),
- i përshtatshëm për automatizimin,
- ekonomikiteti dhe produktivitetit (më i lirë dhe më i shpejtë) tek përpunimi në seri të vogla dhe individuale,

Mangësitë (të metat) e përpunimit me heqje ashkle janë:

- krijon ashkla,
- përpunimin e një detali me tolerancë nevojiten më shumë metoda dhe llojllojshmëri e makinave metalprerëse,
- disa pjesë kërkojnë përdorimin e makinave CNC dhe programim të komplikuar,
- makinat metalprerëse dhe hapsira e nevojshme për manipulim me instrumente dhe materialin kërkojnë hapsirë të madhe,
- proceset përpunuese fuqimisht ndikojnë në mikroklimë (ngrohja, zhurma, mjetet ftohëse lubrifikuese, vajërat, ...),
- pjesëmarrje e lartë e kohës ndihmëse dhe përgatitore-përfundimtare në kohën e tërë të përpunimit (koha kresore e përpunimit shpeshëherë është më pak se 2% e kohës së përpunimit),

Proceset gërryese (abraze) paraqesin heqjen e materialit të tepërt me veprimin e kokrrizave të forta abraze, që janë zakonisht në formën e një rrote të presuar.

Çdo grimcë e veçantë vepron si instrument me një teh prerës. Meqenëse gjeometria e grimcave të veçanta nuk është e njohur, proceset gërryese njihen si përpunimi me instrumente me gjeometri të padefinuara. Në këtë kategori bënë pjesë procesi i retifikimit.

Gjithashtu në këtë kategori përfshihen edhe proceset tek të cilat tehu prerës është i lirë (i pa fiksuar); siç është polirimi, honingimi, lapimi dhe superfinishi.

Përpunimi me makina realizohet në makinat metalprerëse me instrumente të paracaktuara, në mënyrë që në kohë sa më të shkurtër të fitohet produkti i cilësisë së kërkuar. Makinat metalprerëse janë makina me të cilat njeriu në procesin prodhues i drejton me instrumentin. Detyra themelore e makinave metalprerëse është: zëvendësimi i punës njerëzore duke rritur saktësinë, produktivitetin, ekonomikitetin, etj.

Proceset e përpunimit mekanik mund të ndahet në disa mënyra, dhe secila prej tyre në disa grupe.

Ndarja sipas formës së tehut prerës të instrumentit (figura 2.6):

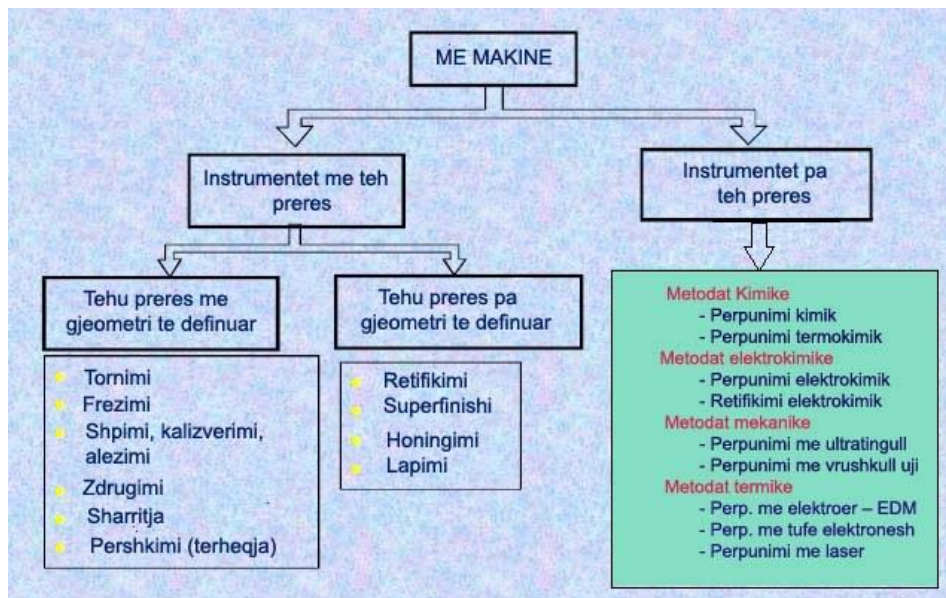


Fig. 2.6 Ndarja e proceseve përpunuese sipas formës së tehut prerës [4]

2.2.2 Mekanika e përpunimit me heqje ashkle

Përpunimi me heqje ashkle është proces i ndërrimit të formës së lëndës fillestare, ku vie deri te zvogëlimi i vëllimit të copës punuese për shkak të veprimit të mjetit prerës-instrumentit.

Forma themelore e instrumentit prerës është pyka.

Detyra e saj është ndarja e materialit dhe shkëputja e grimcave nga materiali bazë.

Gjeometria e definuar e instrumentit aplikohet te përpunimet me thika tek te cilat këndet e prerjes dhe vendosjes mund të maten dhe ndërrohen.

Këto përpunime janë: me thika tornuese, me thika zdruguese ose thelluese, freza, punto, kalizvar dhe alezator, përshkuesit, sharrat [8].

Në figurën 2.7 është treguar kinematika e përpunimit me prerje me lëvizjet themelore të instrumentit dhe copës punuese për disa procese përpunuese.

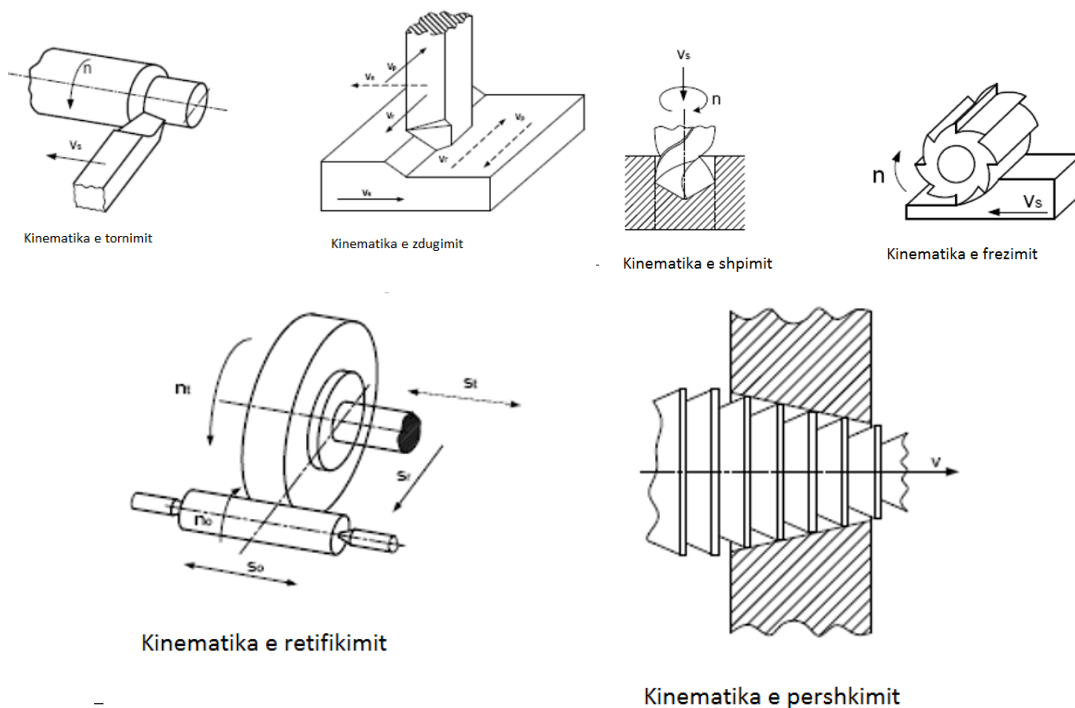


Fig. 2.7 Kinematika e proceseve të përpunimit me prerje [7]

2.2.3 Deformimi plastik

Prerja në vetvete është një proces i gjerë i deformimit plastik për të formuar një ashklë e cila do të largohet më pas.

Mekanizmi themelor i formimit të ashklës në thelb është i njëjtë për të gjitha operacionet e përpunimit. Duke supozuar se procesi i prerjes është i vazhdueshëm, ne mund të zhvillojmë të ashtuquajturin modelin e vazhdueshmërisë të procesit të prerjes të treguar në figurën 2.8.

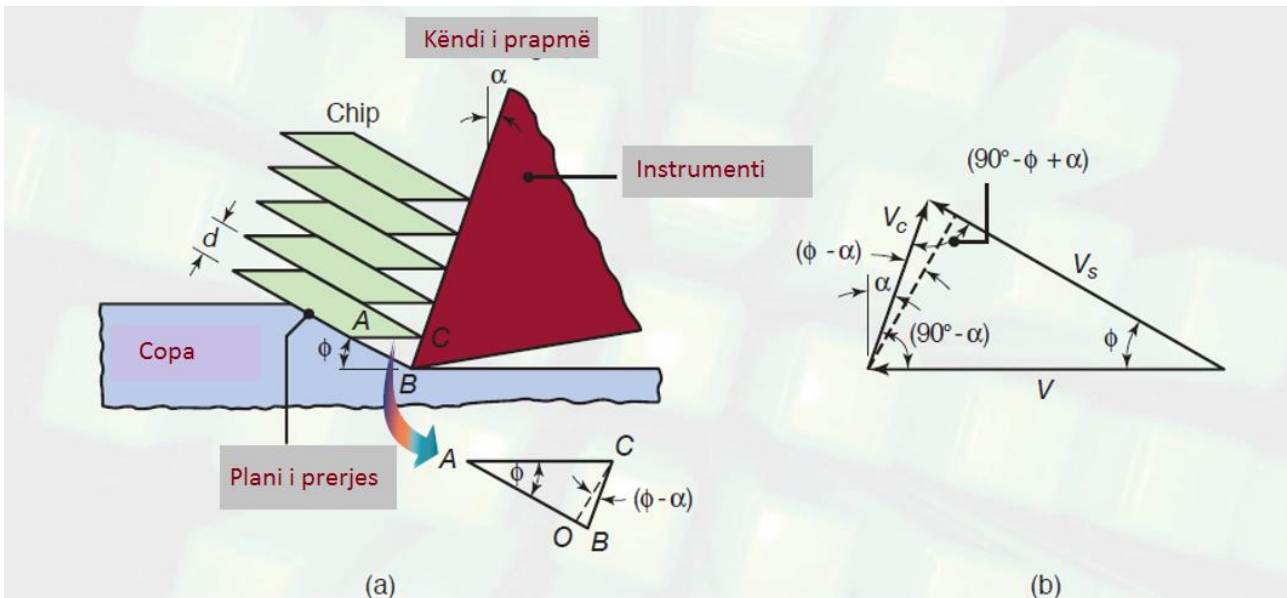


Fig. 2. 8 a) Ilustrimi skematik i mekanizmit bazë të formimit të ashklës gjatë prerjes b) diagrami i shpejtësive në zonën e prerjes [8]

Instrumenti prerës është i paraparë për të hequr një shtresë me trashësi a_p dhe gjerësi b . Në modelin më të thjeshtë të prerjes ortogonale të treguar në figurë, deformimi plastik zhvillohet vetëm në planin prerës nën këndin e pjerrtë Φ (planin prerës). Ashkla e prodhuar ka një trashësi a_1 (trashësi e ashklës së deformuar) dhe gjerësi b_1 dhe lëviz me shpejtësi V_a (shpejtësia e ashklës).

Koeficienti i ngjeshjes së ashklës përcaktohet nga:

$$\theta_a = a_1 / a_p$$

Trashësia e ashklës së deformuar është gjithmonë më e madhe se trashësia e ashklës së padeformuar (thellësisë së prerjes), prandaj θ_a është gjithmonë > 1 (Figura 2.9).

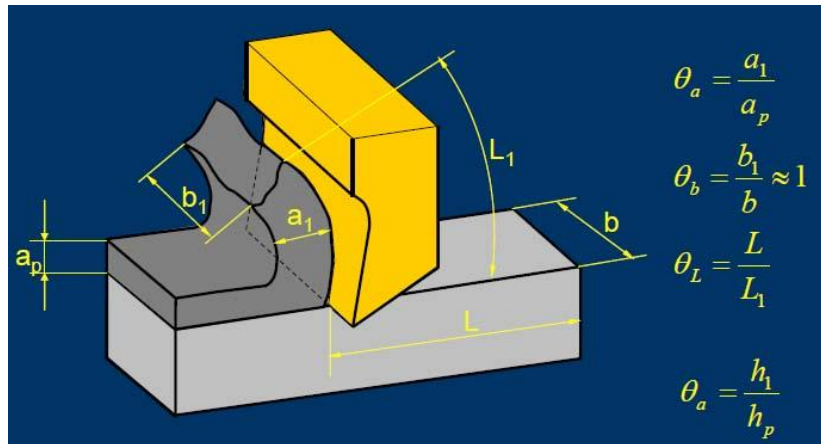


Fig.2. 9 Preja ortogonale [6]

Vlera e koeficientit të ngjeshjes së ashklës na ofron një informacion të vlefshëm në lidhje me shkallën e deformimit plastik në zonën e formimit të ashklës.

Variablat kryesore të procesit të prerjes:

• **Variablat e pavarura:**

- Kushtet (regjimet e prerjes) e prerjes p.sh. hapi, shpejtesia dhe thellësia e prerjes
- Instrumenti dhe materiali i copës punuese
- Gjeometria e instrumentit fig. 2.10.

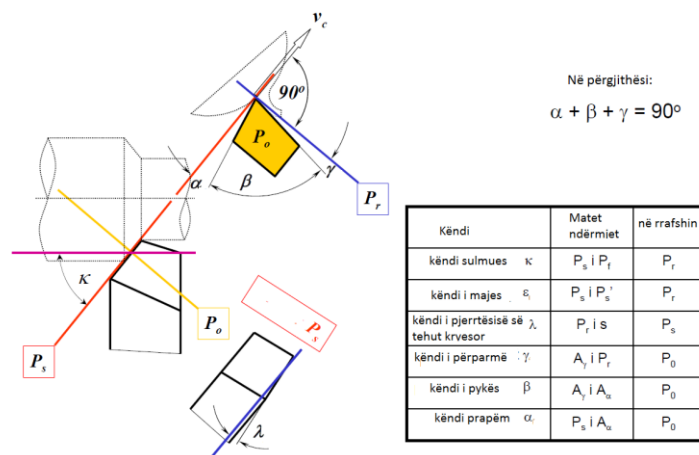


Fig. 2.10 Gjeometria kryesore e thikës tornuese [9]

- Makina metalprerëse
- Pajisjet ndihmëse
- Mjetet ftohëse dhe lubrifikuese

- **variablat e varura**

- Lloji i ashklës
- Forcat prerëse dhe shpërndarja e energjisë.
- Temperatura e prerjes
- Konsumi i instrumentit dhe
- Cilësia sipërfaqësore

2.2.4 Materialet e instrumenteve

Prerja e metaleve bazohet në rrjedhjen plastike në zonën e prerjes deri sa instrumenti prerës dhe materiali që përpunohet kryejnë lëvizje relative. Instrumenti, si pjesë e sistemit përpunues, i cili ndodhet ndërmjet makinës metalprerëse dhe copës përpunuese ekskluzivisht luan rol të rëndësishëm në sigurimin e saktësisë dhe kualitetit, si dhe në rritjen e prodhueshmërisë së përpunimit.

Për realizimin e proceseve teknologjike të ndërlikuara gjatë përpunimit mekanik të pjesëve të ndërlikuara makinerike me prerje të cilat zbatohen në ndërtimin e makinave bashkëkohore, shfrytëzohet sasi e madhe e llojeve të ndryshme të instrumenteve prerëse. Nga zgjedhja e drejtë e instrumentit prerës, materialit dhe formës gjeometrike të tij, në masë të madhe varet prodhueshmëria dhe ekonomiciteti i përpunimit. Materiali i dedikuar për përpunimin e tehut prerës të instrumentit duhet të dallohet me veti të larta mekanike, rezistencë të madhe ndaj konsumit dhe temperaturave të larta si dhe vetive tjera. Në procesin e prerjes lajmërohen sforcime (ngarkesa) të larta mekanike dhe të nxehtësisë të cilat mund të sjellin deformime të llojeve të ndryshme dhe shkatërrimin e instrumentit prerës. Nën ndikimin e rezistencave të prerjes instrumenti i nënshtrohet sforcimeve të mëdha të ndërlikuara të cilave duhet tu rezistojë. Aftësia e instrumentit prerës që tu kundërshtojë të gjitha këtyre llojeve të ngarkesave dhe shkatërtimeve, e karakterizon qëndrueshmërinë e tij, e cila pos tjerash varet nga vetitë e materialit të instrumentit.

Aftësia e instrumentit prerës që të kryej funksionin e vet, mund të jetë e rrezikuar jo vetëm nga temperaturat e larta dhe ngarkesat e ndryshme gjatë prerjes, por edhe për shkak të proceseve tjera fizike, kimike dhe të tjera të cilat ndodhin në zonën e prerjes (adezioni, difuzioni, oksidimi etj.). Siç është e njohur, me rritjen e temperaturës kemi rënie të karakteristikave mekanike të materialit, sidomos fortësia e cila është një ndër vetitë më kryesore. Në ndërtimin e makinave bashkëkohore, përdorim gjithnjë më të madh gjejnë çeliqet me qëndrueshmëri të madhe ndaj rezistencave dhe çeliqet zjarrduruese si dhe çeliqet termikisht të përpunuara të cilat më heret shumë vështirë dhe shumë rrallë janë përpunuar me prerje, ndërsa sot, duke iu falënderuar materialeve të reja për instrumente prerëse, kjo mundësohet. Tendenca e rritjes së pjesëmarrjes së materialeve që vështirë përpunohen, në ndërtimin e makinave paraqet edhe kërkesa tjera nga instrumentet prerëse. Lirisht mund të thuhet se teknologjia në lëmin e përpunimit të metaleve me prerje është e zhvilluar në mënyrë të shkallëzuar. Çdo kërcimi kualitativ të teknologjisë i ka paraprirë përsosja ose zbulimi i materialeve të reja për instrumente me veti më të mira fiziko-mekanike. Instrumentet prerëse nga materialet e reja gjithnjë kanë pasur veti më të mira prerëse dhe kanë mundur të prejnë me shpejtësi të mëdha me të cilat sigurohej prodhueshmëri dhe ekonomikitet më i lartë.

Fushat e aplikimit të çdo lloji të materialit për instrumente varen nga shumë aftësi të cilat i definojnë numër i madh i faktorëve ndikues; duke filluar nga karakteristikat fiziko-mekanike (fortësia, qëndrueshmëria në nxehtësi, rezistenca në konsum, shtalbesia, rezistenca në ngarkesat mekanike dhe termike), të materialit dhe gjeometrisë së instrumentit, e deri te kushtet teknologjike të aplikimit të instrumenteve (karakteristikat e makinës – ngurtësisë, fuqisë, numrit të rrotullimeve, materialit të copës përpunuese, gjendja termike dhe kushteve tjera të përpunimit – regjimit të prerjes, kushtet e ftohjes etj.). Gjatë kësaj ekzistojnë fusha përkatëse të shfrytëzimit më ekonomik të materialeve të veçanta për instrumente, ashtu që ata në mes veti të plotësohen dhe tu përgjigjen pjesërisht fushave të përdorimit.

Në figurën 2.11 është paraqitur nomenklatura e materialeve për instrumente të renditura sipas parimit të varësive të traditës ndërmjet qëndrueshmërisë gjithnjë më të madhe ndaj konsumit ose rezistencave së nxehtësisë dhe qëndrueshmërisë së materialit.

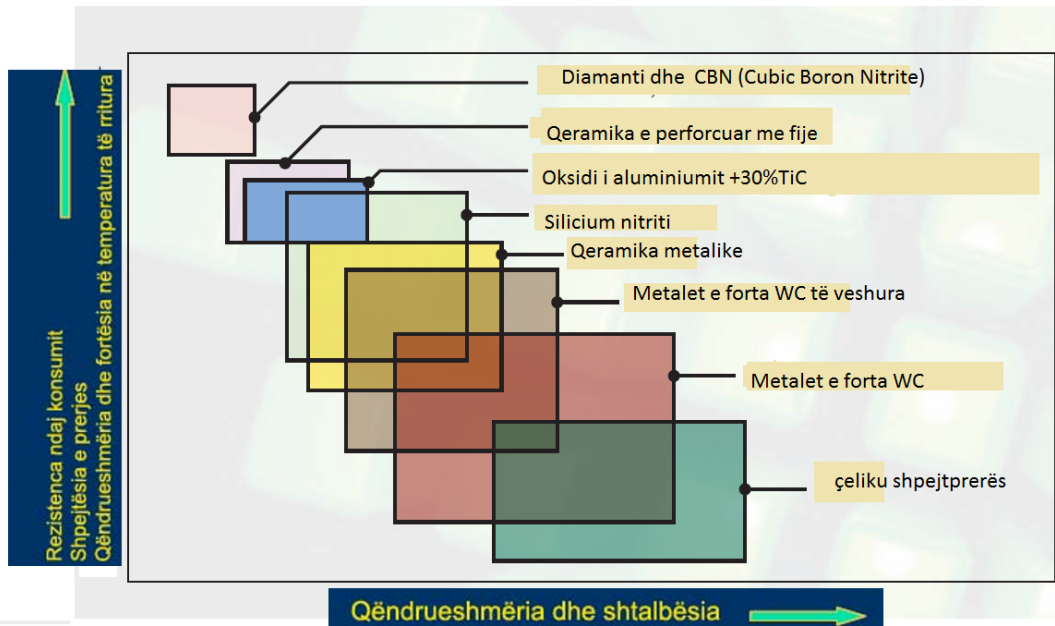


Fig. 2.11 Ndërvarësia e qëndrueshmërisë në konsum ose rezistencave ndaj nxehtësisë dhe qëndrueshmëria e disa materialeve të instrumenteve [8]

Kërkesat kryesore që shtrohen para materialeve të instrumenteve janë:

- Ruajtja e fortësisë në temperatura të rritura
- Qëndrueshmëria dhe
- Rezistenca e lartë ndaj konsumit

Përparësitë e përpunimit me heqje ashkle janë:

- mundëson arritjen e saktësisë dhe precizitetit (toleraca të vogla) si dhe sipërfaqe me cilësi të mirë të përpunimit, shpeshherë pa nevojën e përpunimit të mëvoshëm përfundimtar
- mënyra më e mirë, shpesh herë edhe e vetmja për të formuar tehe të mprehta, të sipërfaqeve të sheshta, dhe përpunime profilore të brendshme dhe të jashtme,
- mund të zbatohet për përpunimin e pothuajse të gjitha materialeve,
- mënyra e vetme për të transformuar materialet e përpunuara termikisht dhe të brishta,
- është e mundur të përpunohen detale me gjeometri të komplikuar,
- është i mundur përpunimi i një gamë të gjerë të dimensioneve (nga makroproduktet të tilla si turbinat dhe avionët deri tek mikroproduktet,

- gjatë procesit të prerjes shumë pak ndryshohet struktura e materialit, (vetëm një shtresë e hollë),
- i përshtatshëm për automatizim,
- Ekonomiciteti dhe produktiviteti (më i lirë dhe më i shpejtë) tek prodhimtaria individuale dhe në seri të vogla.

Disavantazhet e përpunimit me heqje ashkle janë:

- krijon ashkla të veçanta,
- për punimin e një elementi të detalit (vrimë me tolerancë, kanale,...) nevojiten më shumë operacione përpunuese dhe më shumë llojllojshmëri të makinave përpunuese.
- Disa detale kërkojnë përdorimin e makinave CNC dhe programim të komplikuar,
- makinat metalprerëse dhe nevoja për manipulim me instrumente dhe lëndën e parë (gjysmëfabrikatet) kërkojnë hapësirë të madhe,
- operacionet përpunuese kanë ndikim në mikroklimen e ambientit punues (zhurma, nxehtësia, mjetet ftohëse dhe lubrifikuese, vajra,...)
- pjesëmarrje e lartë e kohëve ndihmëse dhe përgatitore-përfundimtare (koha punuese kryesore) e instrumentit shpeshherë është më e vogël se 2% e përgjithshme e përpunimit.

2.3 Përpunimi me shpim

Përpunimi me shpim është një metodë e përhapur për përpunimin e vrimave në të gjitha llojet e elementeve, në industrinë e ndërtimit të makinave. Përpunimi me prerje kryhet me një shumëllojshmëri të instrumenteve shpuese (puntove).

Operacionet e përpunimit të vrimave paraqesin grupin e metodave të përpunimit të cilat në parim janë metoda të përpunimit me instrumente me shumë tehe prerëse me që rast secili teh prerës i instrumentit bënë prerjen me formë të njëjtë të ashklës.

Përpunimi me shpim përdoret për hapjen e vrimave rrethore, zakonisht nga një instrument rrotullues (puntoja) me dy tehe prerëse fig.xx.

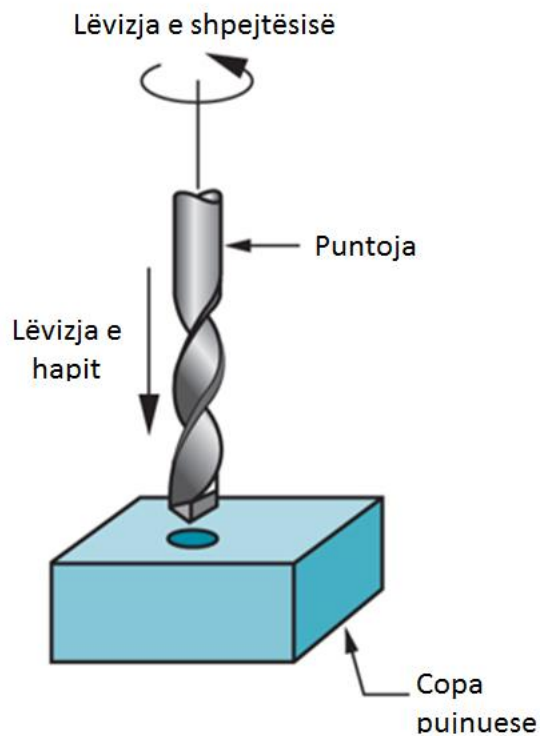


Fig. 2.12 Procesi i shpimit [10]

Pjesa prerëse e puntos punohet nga material dukshëm më i fortë se materiali copës punuese, dhe më së shpeshti shfrytëzohet çeliku shpejt prerës (ÇSHP) dhe metali i fortë (MF).

Shpimi karakterizohet me:

- ngurtësi të vogël,
- vështirësi në largimin e ashklave dhe prurjen e mjeteve ftohëse lubrifikuese (MFL),
- shpejtësi e ndryshueshme për gjatë tehut prerës (fig. 2.12.),
- ndryshimi i shpejtësisë prerëse përgjatë tehut kryesor prerës.

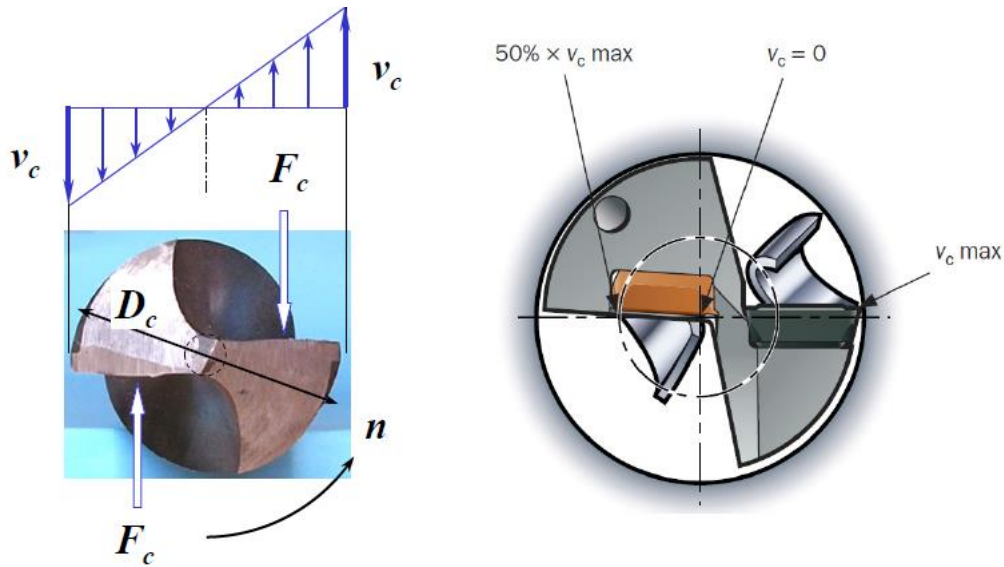


Fig.2.12 Shpërndarja e shpejtësisë së prerjes përgjat tehut kryesor prerës: në qendër në tehun tërthor shpejtësi është $v_c=0$.

Shpimi i vrimave realizohet në material të plotë me një instrument ose tek diametrat e mëdhenj, realizohet në mënyrë të shkallëzuar në disa faza, me punto të diametrave të ndryshëm (fig.2.13).

Shpimi i vrimave me punto spirale është efiksa tek vrimat me thellësi të vogël (raporti I thellësisë dhe diametrit të vrimës $l/D \leq 5$).

Zgjerimi është process i shpimit me punto të diametrit më të madh se vrima ekzistuese. Zgjerimi mund të bëhet disa herë, por rekomandohet që diametri i çdo njëjës vrimë të ardhshme të jetë në mes 50% deri 100% më i madh se i vrimës paraprake.

Për vrima me thellësi më të madhe aplikohet metoda e shpimit të thellë, duke shfytëzuar punto për shpim të thellë (punto të topave).

Përpunimet finale të shpimit realizohen me operacionet e kalizverimit dhe alezimit, të cilat realizojnë dimensionet e kërkuara dhe kualitetin (cilësinë) e paraparë.

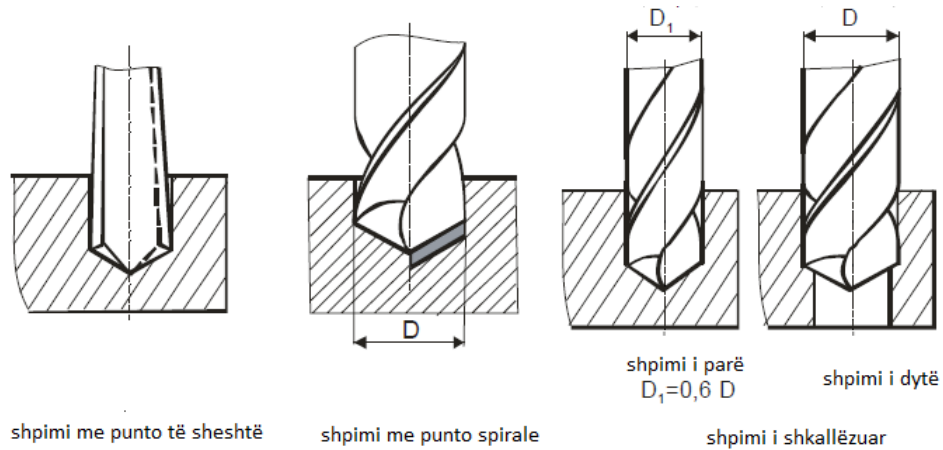


Fig. 2.13 Operacionet prodhuese gjatë shpimit[6]

2.3.1 Elementet konstruktive të puntove

4.1.2 Puntot spirale ose filetuese

Puntot spirale janë të përpunuara nga cilindrat e çeliktë me kanale të gdhendura me ngritje të vazhduar në trupin e tyre. Në maje gjendet thepi (biza) me pllaka të retifikuar, të cilat me pllaka ballore të kanaleve formojnë tehet prerëse kryesore (fig. 2.14).

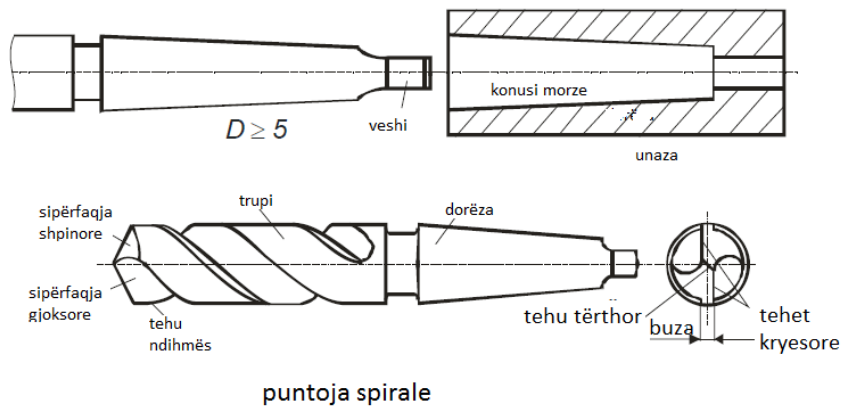


Fig.2.14 Elementet konstruktive të puntove spirale [6]

Para zgjedhjes së elementeve të nevojshme shërbehemi me të dhënat vijuese.

Për nga forma e mbajtësve dallojmë puntot:

1. Puntot spirale me mbajtës cilindrik (fig.2.15a),
2. Puntot spirale me mbajtës konik (fig.2.15.b.).

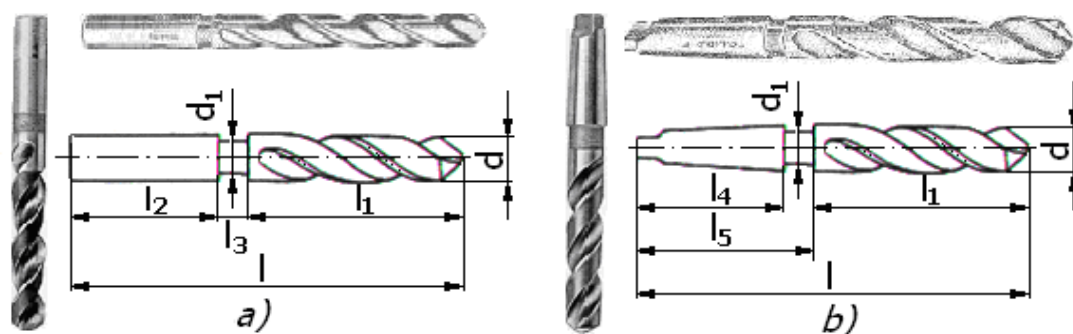


Fig.2.15. Konstruktimi i elementeve të puntos spirale: a) me mbajtës konik, b) me mbajtës cilindrik [10]

Ku janë:

- d – diametri i puntos spirale,
- d_1 – diametri i qafës së puntos,
- l – gjatësia e plotë e puntos,
- l_1 – gjatësia punuese e puntos,
- l_2 - gjatësia e mbajtësit,
- l_3 – gjatësia e qafës,
- l_4 – gjatësia e pjesës konike,
- l_5 – gjatësia e pjesës konike me qafë.

3.0. KUALITETI I SIPËRFAQES SË PËRPUNUAR

3.1. Nocionet themelore

Kualiteti (cilësia) i produktit është një tregues kompleks dhe është funksion i kualitetit: konstruktimit të detalit, përpunimit dhe punimit, procesit përpunues, gjysmëfabrikatit etj.

Kualiteti i përpunimit dhe punimit është një nga kushtet për të arritur një nivel të lartë të cilësisë së produktit dhe përfshinë:

- saktësinë e përpunimit dhe
- kualitetin e sipërfaqeve të përpunuara.

Këta dy tregues kompleks të cilësisë së përpunimit janë reciprokisht të ndërvarur dhe janë të ndryshëm për çdo sistem të përpunimit, dhe funksion i një numër të madh të faktorëve ndikues.

3.1. *Saktësia e përpunimit*

Saktësia e përpunimit paraqet shkallën e përpunueshmërisë (përafritit) të copës së përpunuar (detalit) me modelin e e definuar me dokumentacionin konstruktivo-teknologjik.

Ajo kushtëzohet nga kërkesat e dokumentacionit konstruktiv (formës, dimensionet, klasa e saktësisë, devijimet, etj), funksionalitetit dhe ndërkëmbyeshmërisë së pjesëve dhe tërësisë, etj.

Qëllimi kryesor i prodhimitarisë ekonomike, me shpenzime minimale të përpunimit është që të prodhohë pjesë aq të sakta sa është e nevojshme, por jo aq sa është e mundur.

Gabimet e përpunimit janë të natyrës (karakterit) së rastit, rrallëherë sistematike, dhe nuk mundën paraprakisht të parashikohen. Megjithatë me një zgjedhje të duhur të teknologjisë dhe parametrave të përpunimit mund të reduktohen në minimum, në kufijtë e shmangieve të lejuara.

Gjatë përpunimit me prerje lajmërohen gabime të përpunimit në mikrostrukturë - shtresën sipërfaqësore dhe gabime gjeometrike të përpunimit.

3.2.1. Komponentet themelore dhe elementet e teksturës së sipërfaqes

Komponentet themelore të topografisë së sipërfaqes janë: profili, valzimi dhe ashpërsia. fig.3.1.

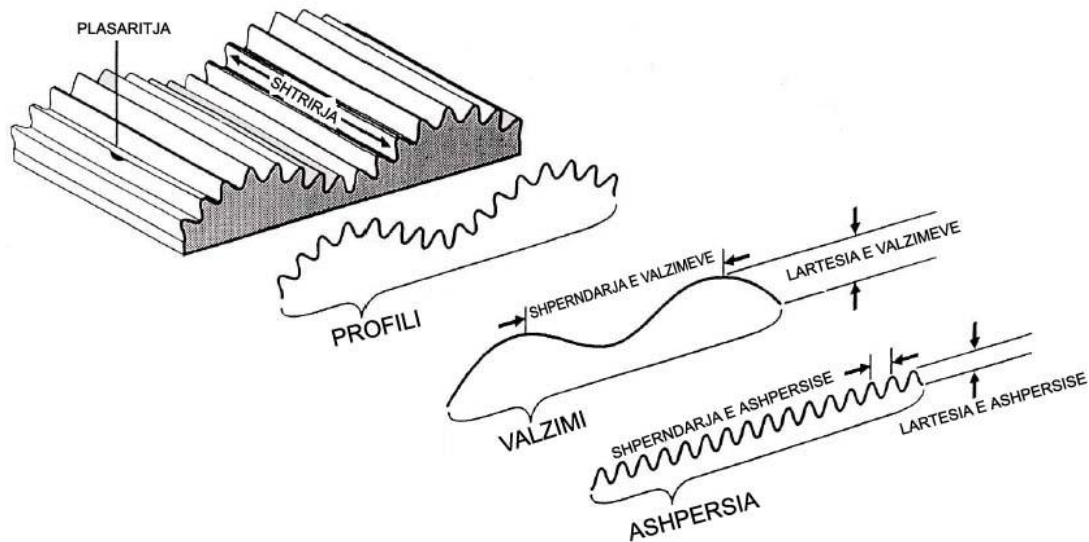


Fig.3.3 Komponentet themelore të topografisë së sipërfaqes [11]

Profili - paraqet një fetë dy dimensionale nëpërmjet një zone.

Valëzimi i sipërfaqes së përpunuar definohet me jorrafshirat tek të cilat raporti në mes hapit (S_v) dhe lartësisë së jorrafshirave (H_v) më i madh se 40 ($S_v / H_v \geq 40$) fig. 3.2.

Valëzimi krijohet si pasojë e ndryshimit të kahut të lëvizjes së veglës prerëse në raport me pjesën që përpunohet për shkak të deformimeve elastike ciklike të elementeve të makinës metalpërpunuese,

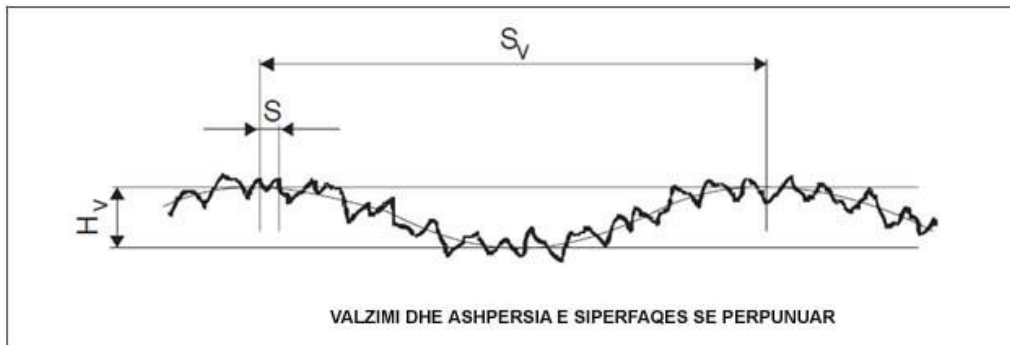


Fig. 3.2 Paraqitja skematike e valëzimit dhe ashpërsisë [11]

Në vazhdim do të përqendrohemi në karakterizimin dhe analizën e teksturës së sipërfaqes dhe kryesisht në ashpërsinë e saj. Është e rëndësishme që të jepen këtu disa përkufizime të dobishme:

Sipërfaqja reale - e ndan trupin nga ambienti rrethues (DIN EN ISO 4287).

Sipërfaqja nominale - sipërfaqja e copës punuese me formë dhe dimensione të përcaktuara me vizatim, parregullsitë sipërfaqësore nuk janë marrë në konsiderim.

Profili real - profili i sipërfaqes i dhënë nga instrumentet mekanike apo optike matëse.

Instrumenti shkruar - mundëson vizatimin dy-dimENSIONAL të gjurmës së profilit të sipërfaqes (DIN EN ISO 3274) fig. 3.5.

Duhet të theksohet se matjet e profilit nëpërmjet majës shkruese ndërmerren në drejtim të një orientimi karakteristik të ashpërsisë sipërfaqësore, të cilat zakonisht kërkojnë me drejtimin normal me aksin e procesit përpunues me një shpejtësi konstante (normal me shpejtësinë e prerjes në operacionet e prerjes).

Gjurma e profilit - është profili i cili e mbështjellë sipërfaqen reale të fituar me anë të instrumentit (profilometrit) me majë shkruese fig.3.3. Gjurma e profilit përbëhet nga devijimet e formës, valzimeve dhe vrazhdësisë (ashpërsisë) (DIN EN ISO 3274, DIN 4760) fig.3.4,

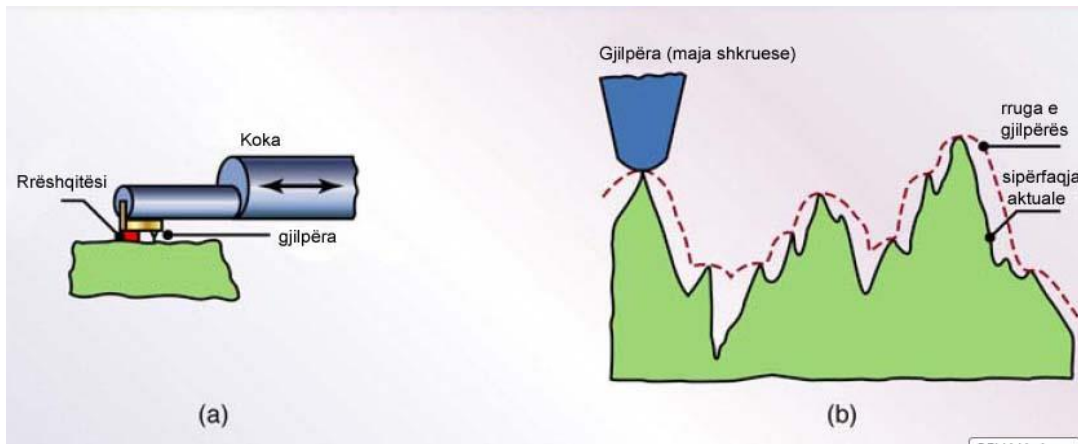
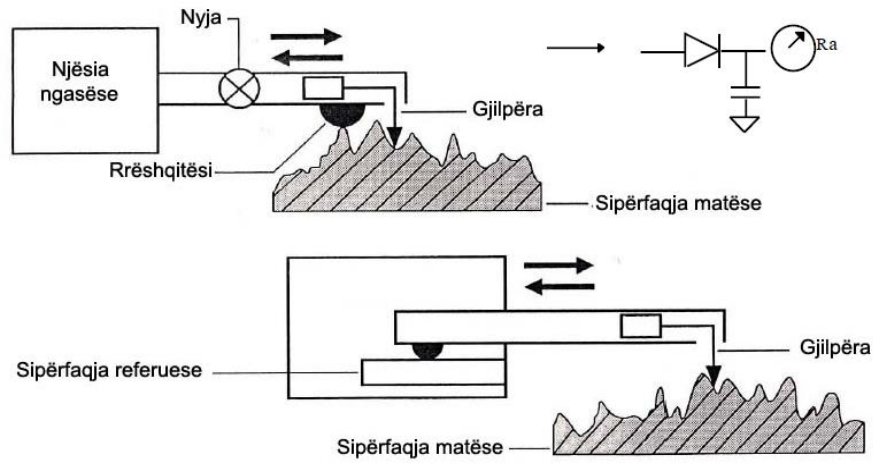


Fig.3.3 Skica e pajisjes për matjen e profilin të sipërfaqes me rrëshqitje dhe pa rrëshqitje [12].

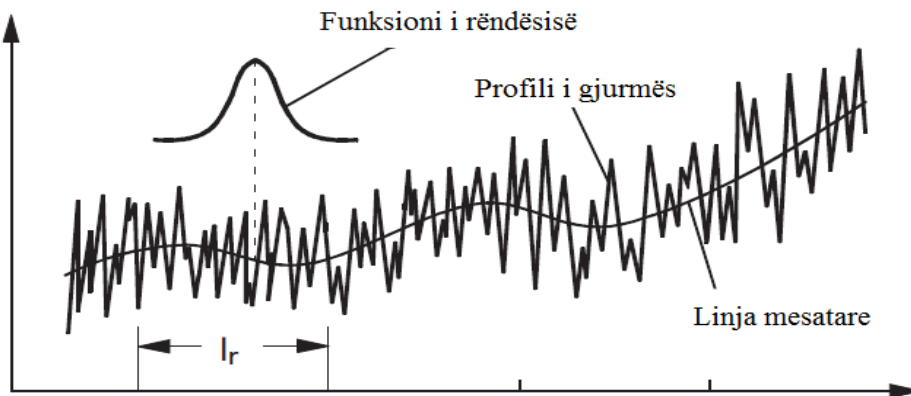


Fig.3.4 Gjurma e profilin të ashpërsisë [13]

3.2 Parametrat e ashpërsisë

Për definimin e ashpërsisë së sipërfaqes ekzistojnë disa parametra, të cilët mund të jenë: të përhershëm (R_a , R_z , R_q , R_v , R_t , R_p , ...), funksional (t_p , $F1$, $n_{1, \dots}$) dhe funksioni i profilit të ashpërsisë (ACF, GSM, VFG).

Për hulumtimin laboratorik, si më të rëndësishëm, janë marrë parametrat themelor më të zbatueshëm të ashpërsisë (lartësia mesatare e jo rrafshinave R_z dhe shmangia mesatare aritmetike e profilit R_a), për të cilat janë dhënë shprehjet matematikore dhe paraqitja grafike e tyre në fig. 3.5, 3.6 dhe 3.7) [14].

$$R_a = \frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} |y| dx \quad (4.1)$$

$$R_{zDIN} = \frac{1}{5} (z_1 + z_2 + z_3 + z_4 + z_5) \quad (4.2)$$

$$R_{zISO} = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}| \right) \quad (4.3)$$

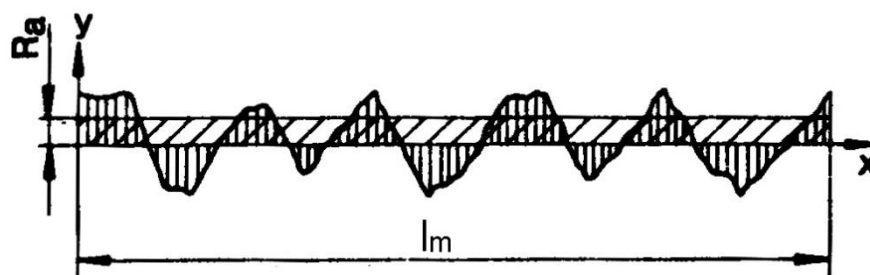


Fig. 3.5 Shmangia mesatare aritmetike e profilit të ashpërsisë R_a [14]

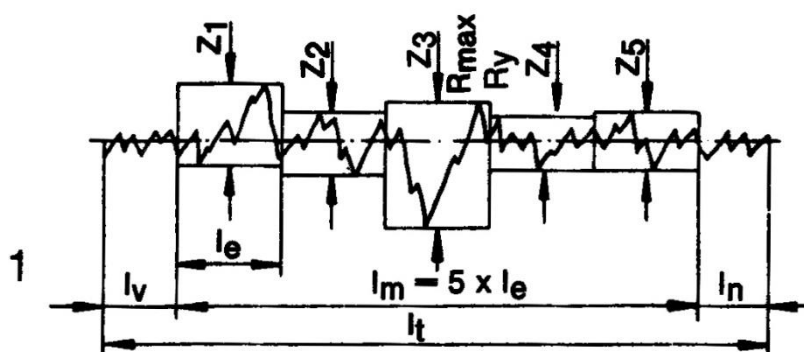


Fig. 3.6 lartësia mesatare e jorrafshinave R_z sipas DIN-it [14]

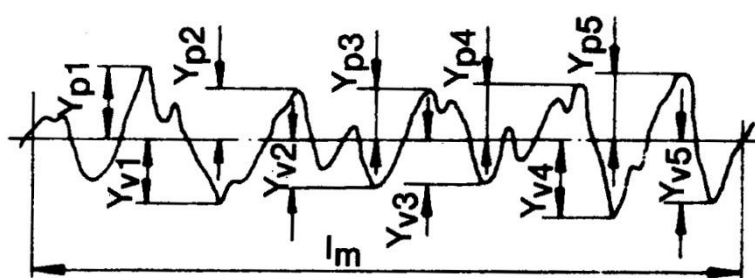


Fig. 3.7 lartësia mesatare e jo rrafshinave R_z sipas ISO [14]

4.0 MODELET MATEMATIKORE DHE METODA E PËRCAKTIMIT TË MADHËSIVE TË PANJOHURA

Modelet matematikore paraqesin shkallën më të lartë të aproksimit, ato shfrytëzojnë simbole të caktuara matematikore për t'i shënuar të ndryshueshmet ose parametrat origjinalë. Raporti në mes të ndryshoreve dhe parametrave origjinalë paraqitet përmes relacioneve matematikore logjike. Modelet matematikore ofrojnë më së tepërmi mundësi për të realizuar eksperimente, pasi lehtë ndërrojnë madhësitë e ndonjë parametri. [15].

Në bazë të teorisë së planifikimit dhe identifikimit të eksperimenteve, për të fituar modelet matematikore, janë të nevojshme disa aktivitete. Teoria matematikore eksperimentale, paraqet një disiplinë shkencore me të cilën objektet e hulumtimit shkencor realizohen përmes eksperimenteve. Ky është një fakt që, eksperimenteve u jepet vend i rëndësishëm në shkencë, sepse, sipas të dhënave, 80÷90% e hulumtuesve merren me eksperimente. [16]

Deri në vitet e njëzeta të këtij shekulli, strategjia e metodologjisë së hulumtimeve shkencore me eksperimente është bazuar kryesisht në intuitë, përvojë dhe në përgatitje profesionale. Me lajmërimin e problemeve të ndërlikuara, është shpejtuar zhvillimi i teknikës me eksperimente, me çka janë shtuar kërkesat ekonomike dhe teknike të planifikimit të eksperimenteve, shpenzimet e hulumtimeve, si dhe afatet e realizimit. Të gjitha këto e kanë kushtëzuar zhvillimin e teorisë matematikore me eksperimente.

Me planifikimi e përshtatshëm modern statistikor të eksperimentit është e mundur :

- të përcaktohet ligjshmëria e ndikimit të ndryshimeve të vlerës së faktorëve hyrës në treguesit e karakteristikave dalëse të prodhimit në lëminë e studimit ,
- të përcaktohet ligjshmëria e ndikimit reciprok të ndryshimeve në vlerat e faktorëve,
- të përcaktoj sasinë e ndikimit në bazë të vlerësimeve statistikore të paanshme ,
- Të arrihet saktësi të barabartë e paanshme me një numër më të vogël të eksperimenteve (në krahasim me qasjen klasike) ,
- optimizimin e parametrave të procesit me zgjedhjen e përshtatshme të modelit dhe metodës së optimizimit,

- Hulimtimi sekuencial i procesit, në të cilin faza tjetër e eksperimentit është planifikuar në bazë të rezultateve të mëparshme është veçanërisht i përshtatshëm në eksperimente gjatë procesit

Hulimtimi sekuencial është veçanërisht i përshtatshëm në eksperimente gjatë zhvillimit të procesit.

Modelet më të zakonshme të planifikimit statistikor të eksperimenteve janë :

1. krahasimi i thjeshtë ,
2. blloqet e rastësishme,
3. katrori latin ,
4. katrorët me më shumë abcd,
5. faktor i rendit të parë ,
6. faktor i rendit të dytë dhe më të lartë ,
7. i drejtuar nga procesi i optimizimit .

Deri sa me metodën klasike të eksperimentimit kushti themelor ka qenë ngjashmëria e kushteve eksperimentale, kur ndryshohet vetëm njëri prej faktorëve të pavarur hyrës, metoda matematikore statistikore e planifikimit të eksperimenteve lejon ndryshimin e të gjithë faktorëve hyrës të pavarur në të njëtin eksperiment.

Në këtë mënyrë dukshëm zvoglohet numri i eksperimenteve, veçanërisht kur hulumtohet ndikimi i një numri më të madh të faktorëve të ndryshueshëm të pavarur.

Kjo metodë, për herë të parë është propozuar në vitin 1951 nga prof. G. Box-it gjatë studimit të optimalizimit të proceseve të teknologjisë kimike, ndërsa në vitin 1964 është aplikuar gjatë hulumtimit të qëndrueshmërisë së instrumentit.

Shumë hulumtues, përveç dukurive të lartpërmendura, procesin e përpunimit me prerje, e paraqesin si sistem të organizuar dobët, sepse mendojnë se hulumtimet mund të arrihen vetëm me metoda statistikore–matematikore.

Në këtë punim është shfrytëzuar metoda statistikore matematikore me shumë faktorë, ku të gjithë faktorët e ndryshueshëm të varur (dalës), janë dhënë në formë të funksionit eksponencial nga të ndryshueshmet e pavarura. Si faktorë të pavarur janë marrë shpejtësia e prerjes (vc), hapi prerës (f), thellësia e prerjes (diametri i puntos (d)), të cilët ndryshojnë në kufijë të caktuar.

Modelet matematikore empirike supozohen në shumicën e rasteve në formë eksponenciale [17,18]:

$$R = C_R \cdot Q_1^{z_1} \cdot Q_2^{z_2} \cdot Q_3^{z_3} \dots Q_k^{z_k} \quad (4.1)$$

ose

$$R = C_R \cdot v^{x_1} \cdot f^{x_2} \cdot d^{x_3} \quad (4.2)$$

Të gjithë faktorët tjerë të ndryshëm dhe të pavarur (këndet e instrumentit metalprerës, lloji i materialit dhe mjetet ftohëse) nuk janë marrë në shqyrtim në modelin matematikor (4.2), sepse konsiderohen konstante në modelin matematikor të caktuar. Për çfarëdo kushti tjetër jepet formë e veçantë e shprehjes (4.1 gjegj. 4.2).

4. 2 Formimi i modelit matematikor

Modeli matematikor i ashpërsisë së sipërfaqes i bazuar në efektin e parametrave të përpunimit; shpejtësisë së prerjes v_c , hapit punues (f) dhe diametrit të përpunimit të instrumentit (d) është dhënë sipas formës:

$$R = C_R \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} \quad (4.3)$$

Për definimin e kompleksit të parametrave lidhur me përpunueshmërinë, më së shpeshti përdoren planet ortogonale shumëfaktorëshe të rendit të parë të formës:

$$N = 2^k + N_0 \quad (4.4)$$

Ku janë:

N - numri i tërësishëm i eksperimenteve

k - numri i parametrave të pavarur (v, f, a, r, \dots)

N_0 – numri i eksperimenteve të përsëritura në pikën qendrore të planit për vlerësimin statistikor të gabimit eksperimental si dhe më vonë në bazë të kriterit t ose F edhe vërtetimi i adekuatshmërisë së modelit matematikor.

Në figurën 4.2 është treguar interpretimi grafik i numrit të eksperimenteve nëpërmjet kubit latin. Planifikimin e eksperimenteve nëpërmjet kubit latin së pari e ka aplikuar Fisher R. A. në punimin e tij në vitin 1949 “The Design of Eksperiments” si dhe në të njëjtën kohë edhe Kishen në punimin “On latin and Hyper- Greco-Latin Cubes and Hypercubes” (1949).

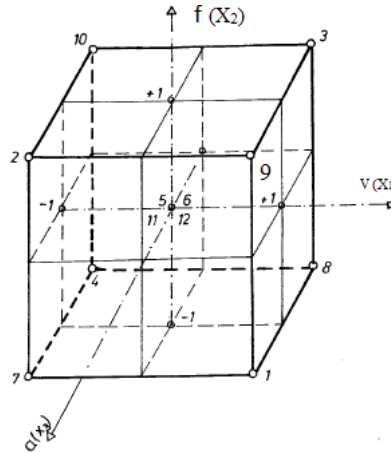


Fig. 4.2 Paraqitja skematike e planit të eksperimenteve[19]

Pikat eksperimentale janë dhënë në majet e simpleksit të rregullt (figurës më të thjeshtë: në rrafsh trekëndësh, ndërsa në hapësirë tetraedër).

Në këtë rast është e nevojshme që për tre faktorë (v,f,d) $k=3$ dhe $N_0=4$, $N=2^k+4=12$ eksperimente, gjegjësisht nevojitet që për 12 kombinime të vlerës së faktorëve (v, f, d) të maten vlerat e parametrave të ashpërsisë Ra, Rz, Rt dhe Rq të sipërfaqes së përpunuar. Gjatë kësaj, 4 kombinime të vlerës së faktorëve (v, f, d) janë identike, gjegjësisht katër herë përsëriten. Tetë kombinimet e tjera të vlerës së faktorëve të pavarur gjinden në kufijt e intervalit të variacionit të këtyrë faktorëve.

Para fillimit të realizimit të eksperimentit është e domosdoshme të zgjedhet intervali i variacionit të faktorëve në modelin matematikor 4.1, (shpejtësisë së prerjes -v, hapit punues- f dhe diametrit të instrumentit (puntos) prerës - d. Mirëpo gjatë përvetësimit të intervalit të variacionit të faktorëve v, f dhe d duhet të plotësohet kushti që [23,24]:

$$V_{mes} = \sqrt{V_{min} \cdot V_{max}}$$

$$f_{mes} = \sqrt{f_{min} \cdot f_{max}} \tag{4.5}$$

$$d_{mes} = \sqrt{d_{\min} \cdot d_{\max}}$$

Me “linearizimin” e modelit empirik (4.3) fitohet modeli i rendit të parë:

$$\ln R = C_R + k_v \ln V + k_f \ln f + k_d \ln d \quad (4.6)$$

Nëse zëvendësohet me:

$$Y = \ln R; \quad k_0 = \ln C_R; \quad k_1 = k_v, \quad k_2 = k_f, \quad k_3 = k_d, \quad (4.7)$$

$$X_1 = \ln V; \quad X_2 = \ln f; \quad X_3 = \ln d$$

ekuacioni (4.6) e merë formën:

$$Y = k_0 X_0 + k_1 X_1 + k_2 X_2 + k_3 X_3 \quad (4.8)$$

Funksioni i “linearizuar” (4.8) mund të llogaritet në bazë të vlerave të logaritmuara të Y me gabimin e matjes (ε) në formën:

$$Y - \varepsilon = k_0 X_0 + k_1 X_1 + k_2 X_2 + k_3 X_3 \quad (4.8.1)$$

Pas zëvendësimeve, shprehja (4.8.1) merr formën:

$$\bar{Y} = b_0 X_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 \quad (4.9)$$

ku;

$$X_0 = 1$$

Eksperimenti është planifikuar në bazë të analizës trefaktorëshe duke ndryshuar të gjithë faktorët njëkohësisht:

$$X_1 = V; \quad X_2 = f; \quad X_3 = d \quad (4.10)$$

Pas realizimit të eksperimentit dhe përpunimit të të dhënave, është e domosdoshme të caktohen konstanta b_0 dhe koeficientët b_1 , b_2 dhe b_3 ku se cili faktor ndryshon në tri nivele.

Me kompozimin e planit trefaktorësh sipas kubit latin (fig. 4.2), fitohet plani matricor me madhësitë karakteristike (tabela 4.1).

Tabela 4.1 Plani matricor i rendit të parë me tre faktorë

Plani eksperimental i rendit të parë tre faktorësh						
Plani matricor i koduar					Madhësitë e matura	Madhësitë e llogaritura
Nr.	X_0	X_1	X_2	X_3	Y_i	\hat{Y}_i
1	+1	+1	-1	+1	Y_1	\hat{Y}_1
2	+1	-1	+1	+1	Y_2	\hat{Y}_2
3	+1	+1	+1	-1	Y_3	\hat{Y}_3
4	+1	-1	-1	-1	Y_4	\hat{Y}_4
5	+1	0	0	0	Y_5	\hat{Y}_5
6	+1	0	0	0	Y_6	\hat{Y}_6
7	+1	-1	-1	+1	Y_7	\hat{Y}_7
8	+1	+1	-1	-1	Y_8	\hat{Y}_8
9	+1	+1	+1	+1	Y_9	\hat{Y}_9
10	+1	-1	+1	-1	Y_{10}	\hat{Y}_{10}
11	+1	0	0	0	Y_{11}	\hat{Y}_{11}
12	+1	0	0	0	Y_{12}	\hat{Y}_{12}

Tabela 4.2

Koeficientet e regresionit të shumëfisht	b_0	b_1	b_2	b_3	Gabimi
Niveli themelor		x_{01}	x_{02}	x_{03}	$S^2(Y)$
Intervali i variacionit		w_1	w_2	w_3	$S(b_1)$
Niveli sipërm		x_{+1}	x_{+2}	x_{+3}	$S(b_2)$
Niveli poshtëm		x_{-1}	x_{-2}	x_{-3}	$S(b_3)$

Ku është;

\hat{Y} – vlerat e madhësive të llogaritura,

Nga shprehja (4.9) gabimi i mundshëm gjatë matjes merr formën:

$$\varepsilon = \hat{Y} - (b_0X_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3) \quad (4.11)$$

Nëse pikat eksperimentale shpërndahen në atë mënyrë në “hiper” hapsirë ashtu që të plotësohen këto kushte në plan-matricën koresponduese:

1. Simetriciteti

$$X_{iu} = 0, \quad i=1,2,3,\dots,k \quad (4.12)$$

2. Ortogonaliteti:

$$X_{iu} X_{iu} = 0, \quad i=0, 1,2,3,\dots,k \quad (4.13)$$

3. Normativiteti:

$$X_{iu}^2 = N, \quad i=0, 1,2,3,\dots,k \quad (4.14)$$

Atëherë planet e tilla emërohen si plane ortogonale shumëfaktorëshe .

Në krahasim me planet tjera për planet ortogonale është karakteristike:

- a) Shpërndarja e pikave eksperimentale në hapësirën eksperimentale është optimale,
- b) Numri i pikave eksperimentale është minimal
- c) Vëllimi i informacioneve të grumbulluara është maksimal, të gjithë faktorët ndryshohen përnjëherësh, kështu që efekti i secilit faktorë (parametrave të modelit) përcaktohet në bazë të N-rezultateve eksperimentale, e për shkak të kësaj dispersioni i cilës do (b_i) do të jetë N-herë më i vogël se numri i eksperimenteve gjegjësisht:

$$\sigma^2(b_i) = N^{-1} \cdot \sigma^2(Y) \quad (4.15)$$

- d) Të gjitha efektet e faktorëve (b_i) llogariten në mënyrë të pavarur prej njëri tjetrit dhe pavarishtë nga vlerat e faktorëve të përfshirë me hapsirën shumë faktoriale.
- e) Përpunimi matematik i të dhënave është i thjeshtë dhe i shkurtër.

4.2 Përcaktimi i parametrave të modelit

Në bazë të rezultateve eksperimentale mund të përcaktohen parametrat e modelit (4.2) në formën e dhënë të funksionit empirik (4.8).

Duke shfrytëzuar metodën e katrorëve më të vegjël, bazën e së cilës e përbën tendenca që çdo pikë Y, e fituar në mënyrë eksperimentale, të gjendet sa më afër lakores \hat{Y} (4.8) – të madhësive të llogaritura, me të cilën aproksimohen shënimet e fituara në mënyrë eksperimentale, por me kusht që shumta e katrorëve të shmangieve (e madhësive të matura Y nga madhësitë analitike të fituara \hat{Y}) të jetë minimale:

$$\Sigma(Y - \hat{Y})^2 = \min \quad (4.16)$$

Gjegj:

$$\Sigma(\varepsilon^2)_{\min} = \Sigma[Y - (b_0X_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3)]^2 = F(b_0, b_1, b_2, b_3)$$

Anën e djathtë të barazimit (4.13) e shënojmë me F (F-funksioni i parametrave të panjohur b_0, b_1, b_2 dhe b_3).

Me derivimin e shumës së katrorit të gabimeve F sipas parametrave të panjohur b_0, b_1, b_2 dhe b_3 dhe barazimit me zero (kushti i ekstremumit-minimumit të funksionit) për n pika eksperimentale do të kemi:

$$\frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_0} = 0 \quad \frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_1} = 0 \quad \frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_2} = 0 \quad \frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_3} = 0 \quad (4.17)$$

Gjegj.

$$\begin{aligned} \frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_0} &= -2 \sum [Y - (b_0 X_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3)] X_0 = 0 \\ \frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_1} &= -2 \sum [Y - (b_0 X_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3)] X_1 = 0 \\ \frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_2} &= -2 \sum [Y - (b_0 X_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3)] X_2 = 0 \\ \frac{\partial(\sum \varepsilon^2)}{\partial b_3} &= -2 \sum [Y - (b_0 X_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3)] X_3 = 0 \end{aligned} \quad (4.18)$$

Me rregullimin e shprehjes (4.15/4.18), fitohet sistemi i barazimeve:

$$\begin{aligned} \sum Y &= n b_0 + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 + b_3 \sum X_3; \\ \sum X_1 Y &= b_0 \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 + b_3 \sum X_1 \cdot X_3; \\ \sum X_2 Y &= b_0 \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 + b_3 \sum X_2 \cdot X_3; \\ \sum X_3 Y &= b_0 \sum X_3 + b_1 \sum X_1 X_3 + b_2 \sum X_2 X_3 + b_3 \sum X_3^2; \end{aligned} \quad (4.19)$$

Nëse bëhet zëvendësimi për \sum me a_{ij} në barazimin (4.19) fitohet:

$$\begin{aligned} B_0 &= b_0 a_{11} + b_1 a_{12} + b_2 a_{13} + b_3 a_{14} \\ B_1 &= b_0 a_{21} + b_1 a_{22} + b_2 a_{23} + b_3 a_{24} \\ B_2 &= b_0 a_{31} + b_1 a_{32} + b_2 a_{33} + b_3 a_{34} \\ B_3 &= b_0 a_{41} + b_1 a_{42} + b_2 a_{43} + b_3 a_{44} \end{aligned} \quad (4.20)$$

Duke shfrytëzuar elementet e algjebërës lineare (matricore) sistemi i ekuacioneve paraprake mund të shkruhet më shkurtë si produkt i dy matricave:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \quad (4.21)$$

$$b = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} \quad (4.22)$$

$$B = \begin{bmatrix} B_0 \\ B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{bmatrix} \quad (4.23)$$

ose

$$A \cdot b = B \quad (4.24)$$

Me zgjedhje të përshtatshme të ndryshoreve të eksperimentit, ekuacionet paraprake dukshëm mund të thjeshtohen, ndërsa zgjidhja e tyre të shpejtohet.

Për shkak të thjeshtëzimit të punës me modelet matematikore të linearizuara në vend të madhësive natyrore futen madhësitë e koduara në tri nivele: -1, 0 dhe +1 nëpërmjet ekuacioneve të transformimit.

$$\begin{aligned}
 X_1 &= \left[1 + 2 \frac{(\ln v - \ln v_{max})}{\ln v_{max} - \ln v_{min}} \right] \\
 X_2 &= \left[1 + 2 \frac{(\ln f - \ln f_{max})}{\ln f_{max} - \ln f_{min}} \right] \\
 X_3 &= \left[\left[1 + 2 \frac{(\ln d - \ln d_{max})}{\ln d_{max} - \ln d_{min}} \right] \right]
 \end{aligned}
 \tag{4.25}$$

Prej të cilave për shkak të kushteve (4.6) do të rrjedh:

$$\begin{aligned}
 v &= v_{max}; X_1 = +1, \\
 v &= v_{mes}; X_1 = 0, \\
 v &= v_{min}; X_1 = -1, \\
 \\
 f &= f_{max}; X_2 = +1, \\
 f &= f_{mes}; X_2 = 0, \\
 f &= f_{min}; X_2 = -1, \\
 \\
 d &= d_{max}; X_3 = +1, \\
 d &= d_{mes}; X_3 = 0, \\
 d &= d_{min}; X_3 = -1,
 \end{aligned}
 \tag{4.26}$$

Në tabelën 4.3 janë dhënë rezultatet e kodimit për vlerat konkrete të parametrave të regjimit të përpunimit të cilat kodohen gjatë realizimit të eksperimentit.

Tabela 4.3 Niveli i vlerave të regjimit të përpunimit për ashpërsinë e sipërfaqes së përpunuar

Niveli i eksperimentit, pozita e madhësisë së pavarur	Regjimi i përpunimit			Kodi i madhësisë së normuar		
	Shpejtësia V_c	Hapi f	Diametri d	X_1	X_2	X_3
	[m/min]	[mm/rr]	[mm]			
Niveli maksimal	25	0.3	14	+1	+1	+1
Niveli mesatar	20	0.175	12	0	0	0
Niveli minimal	15	0.1	10	-1	-1	-1

Sa i përket rendit të realizimit të eksperimentit, matricat janë kompozuar asisoj që me randomizim fitohen matrica ortogonale të cilat mundësojnë që duke u shumëzuar me matricën vetanake të transponuar fitohet matrica diagonale.

Në bazë të kësaj fitohet:

$$\left(X^T \cdot X \right)^{-1} = \begin{bmatrix} 12 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 8 \end{bmatrix} \quad (4.27)$$

Duke u bazuar në këtë, zgjidhja e sistemit prej katër ekuacioneve normale (4.17) dhe (4.18) dukshëm thjeshtëzohet.

Matrica inverse (4.24), duke qenë diagonale do të jetë:

$$(\mathbf{X}^T \cdot \mathbf{X})^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{1}{12} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{8} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{8} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{8} \end{bmatrix} \quad (4.28)$$

Sipas kësaj, shprehjet për parametrat e panjohur b_0 , b_1 , b_2 dhe b_3 në formën matricore do të jenë:

$$\begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = (\mathbf{X}^T \cdot \mathbf{X})^{-1} \cdot (\mathbf{X}^T) \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_{12} \end{bmatrix} \quad (4.29)$$

Gjegjësisht:

$$\begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{12} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{8} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{8} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{8} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} +1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1+1 \\ +1-1+1-1+0+0-1+1-1-1+0+0 \\ -1+1+1-1+0+0-1-1+1+1+0+0 \\ +1+1-1-1+0+0+1-1+1-1+0+0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \\ Y_5 \\ Y_6 \\ Y_8 \\ Y_9 \\ Y_{10} \\ Y_{11} \\ Y_{12} \end{bmatrix} \quad (4.30)$$

Ose në formën skalare nga barazimi (4.30) llogariten konstantat b_0 , b_1 , b_2 dhe b_3 në këtë formë:

$$b_0 = \frac{1}{N}(Y_i) = \frac{1}{12}(Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8 + Y_9 + Y_{10} + Y_{11} + Y_{12}) \quad (4.31)$$

$$b_i = \frac{1}{2^k} \cdot \sum_{i=1}^8 (Y_i)$$

$$b_1 = \frac{1}{2^k} \cdot \sum_{i=1}^8 (Y_i) = \frac{1}{8} (+Y_1 - Y_2 + Y_3 - Y_4 - Y_5 + Y_6 + Y_7 - Y_8) \quad (4.32)$$

$$b_2 = \frac{1}{2^k} \cdot \sum_{i=1}^8 (Y_i) = \frac{1}{8} (-Y_1 + Y_2 + Y_3 - Y_4 - Y_5 - Y_6 + Y_7 + Y_8)$$

$$b_3 = \frac{1}{2^k} \cdot \sum_{i=1}^8 (Y_i) = \frac{1}{8} (+Y_1 + Y_2 - Y_3 - Y_4 + Y_5 - Y_6 + Y_7 - Y_8)$$

ku është; $Y = \ln T$, ndërsa indeksi e tregon numrin e eksperimentit.

Për dekodimin e konstantes b_0 dhe koeficientet $b_1, b_2,$ dhe b_3 në ekuacionin (4.9), zëvendësohen vlerat e X -it.

Pas zëvendësimit fitohet barazimi:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot \left[1 + 2 \frac{\ln v - \ln v_{max}}{\ln v_{max} - \ln v_{min}} \right] + b_2 \left[1 + 2 \frac{\ln s - \ln f_{max}}{\ln f_{max} - \ln f_{min}} \right] + b_3 \left[1 + 2 \frac{\ln a - \ln a_{max}}{\ln a_{max} - \ln a_{min}} \right] \quad (4.33)$$

Nëse zëvendësohet:

$$A_1 = \frac{2}{\ln v_{max} - \ln v_{min}}; \quad A_2 = \frac{2}{\ln f_{max} - \ln f_{min}}; \quad A_3 = \frac{2}{\ln d_{max} - \ln d_{min}} \quad (4.34)$$

Me zëvendësimin e shprehjes (4.34) në shprehjen (4.25) fitohet:

$$\begin{aligned} X_1 &= A_1 \ln v - A_1 \ln v_{max} + 1 \\ X_2 &= A_2 \ln f - A_2 \ln f_{max} + 1 \\ X_3 &= A_3 \ln d - A_3 \ln d_{max} + 1 \end{aligned} \quad (4.35)$$

Nëse zëvendësojmë me:

$$\begin{aligned} a_1 &= 1 - A_1 \ln v_{max}; \\ a_2 &= 1 - A_2 \ln f_{max}; \\ a_3 &= 1 - A_3 \ln d_{max} \end{aligned} \quad (4.36)$$

Me zëvendësimin e (4.36) në shprehjen (4.36) fitohet:

$$\begin{aligned} X_1 &= A_1 \ln v + a_1 \\ X_2 &= A_2 \ln f + a_2 \\ X_3 &= A_3 \ln d + a_3 \end{aligned} \quad (4.37)$$

Me zëvendësimin e X_1 , X_2 , dhe X_3 në shprehjen (4.9) fitohet:

$$\bar{Y} = b_0 + b_1(A_1 \ln v + a_1) + b_2(A_2 \ln f + a_2) + b_3(A_3 \ln d + a_3) \quad (4.38)$$

Nëse zëvendësohen me:

$$k_0 = b_0 + b_1 \cdot a_1 + b_2 \cdot a_2 + b_3 \cdot a_3 \quad \text{dhe} \quad (4.39)$$

$$k_1 = A_1 \cdot b_1, \quad k_2 = A_2 \cdot b_2, \quad k_3 = A_3 \cdot b_3 \quad (4.40)$$

Me zëvendësimin e (4.39 dhe 4.40) në (4.38) fitohet:

$$\bar{Y} = k_0 + k_1 \ln v + k_2 \ln f + k_3 \ln d \quad (4.41)$$

Me antilogaritimin e shprehjes (4.41) fitohet varësia e kërkuar në koordinatat logaritmike.

$$R = e^{k_0} \cdot v^{k_1} \cdot f^{k_2} \cdot d^{k_3} \quad (4.42)$$

ku janë:

$$\begin{aligned} C_R &= \exp(k_0) \\ Y &= R = \exp(\bar{Y}) \end{aligned} \quad (4.43)$$

Gjegj.

$$R = e^{k_0} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} \quad (4.42.1)$$

ku janë:

$$\begin{aligned} C_R &= \exp(k_0) \\ Y &= R = \exp(\bar{Y}) \end{aligned} \quad (4.43.1)$$

PËRCAKTIMI EMPIRIK I VARËSISË SË ASHPËRSISË SË SIPËRFAQES $R = \Phi(v, f, d)$

Për përcaktimin e kriterit të përpunueshmërisë të çelikut konstruktiv të pa leguruar S235JRG2 (1.0038) sipas standardit EN 10250-2 nëpërmjet funksionit të qëllimit (4.4) dhe vlerave të regjimit të përpunimit të dhëna në tabelat 4.3 është realizuar seria prej 12 eksperimenteve të suksesshme sipas (fig. 4.2), gjegjësisht planit matricor (tabela 4.1 dhe 4.1.1). Rezultatet eksperimentale të fituar për ashpërsinë e sipërfaqes janë paraqitur në tabelat 4.4 dhe 4.5.

Tabela 4.4 Vlerat e matura eksperimentale për ashpërsinë e sipërfaqes

PLANI EKSPERIMENTAL I RENDIT TË PARË ME TRE FAKTORË							
	NDRYSHORET E PAVARURA			VLERAT EKSPERIMENTALE TE MATURA			
Nr.	v_c (m/s)	f (mm/rr)	d (mm)	Ra [μm]	Rz [μm]	Rq [μm]	Rt [μm]
1	+1	-1	+1	2.425	9.584	2.562	17.464
2	-1	+1	+1	4.232	9.584	4.525	30.426
3	+1	+1	-1	3.241	9.584	3.524	26.486
4	-1	-1	-1	3.564	9.584	3.984	25.253
5	0	0	0	3.582	9.584	3.823	28.482
6	0	0	0	3.322	9.584	3.542	26.426
7	-1	-1	+1	5.826	9.584	6.453	44.625
8	+1	-1	-1	2.542	9.584	2.745	20.336
9	+1	+1	+1	7.321	9.584	8.017	58.624
10	-1	+1	-1	8.824	9.584	9.736	70.542
11	0	0	0	3.501	9.584	3.847	24.981
12	0	0	0	3.614	9.584	3.942	28.924

Tabela 4.5 Plani matricor i koduar për ashpërsinë e sipërfaqes

	Plani matricor i koduar				Ra	Rz	Rq	Rt
	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	[μm]	[μm]	[μm]	[μm]
1	1	+1	-1	+1	2.425	9.584	2.562	17.464
2	1	-1	+1	+1	4.232	9.584	4.525	30.426
3	1	+1	+1	-1	3.241	9.584	3.524	26.486
4	1	-1	-1	-1	3.564	9.584	3.984	25.253
5	1	0	0	0	3.582	9.584	3.823	28.482
6	1	0	0	0	3.322	9.584	3.542	26.426
7	1	-1	-1	+1	5.826	9.584	6.453	44.625
8	1	+1	-1	-1	2.542	9.584	2.745	20.336
9	1	+1	+1	+1	7.321	9.584	8.017	58.624
10	1	-1	+1	-1	8.824	9.584	9.736	70.542
11	1	0	0	0	3.501	9.584	3.847	24.981
12	1	0	0	0	3.614	9.584	3.942	28.924

Tabela 4.6.1 Vlerat e logaritmuara për Ra

Nr. rendor	Vlerat eksperimentale		Vlerat e llogaritura	
	Ra [μm]	$Y=\ln Ra$	Rallog	$\hat{Y}=\ln Ra$
1	2.425	0.885831524	2.726361	1.002967824
2	4.232	1.442674695	6.710352	1.903651464
3	3.241	1.175881924	3.878953	1.355565336
4	3.564	1.27088351	3.62864	1.288857992
5	3.582	1.275921304	3.941047	1.371446335
6	3.322	1.200567011	3.941047	1.371446335
7	5.826	1.762330659	4.136938	1.419955972
8	2.542	0.932951173	2.391378	0.871869844
9	7.321	1.990746931	4.422315	1.486663315
10	8.824	2.177475282	5.885864	1.772553484
12	3.501	1.253048642	3.941047	1.371446335
12	3.614	1.284815192	3.941047	

Tabela 4.6.2 Vlerat e logaritmuara për Rz

Nr. rendor	Vlerat eksperimentale		Vlerat e llogaritura	
	Rz [μm]	$Y=\ln R_z$	Rzlllog	$\hat{Y}=\ln R_z$
1	9.584	2.260095	10.40024167	2.341829043
2	15.814	2.760896	24.98242572	3.218172606
3	12.324	2.511549	14.52912117	2.676154992
4	12.835	2.552176	13.25316847	2.584236654
5	13.342	2.590917	14.748425	2.691136297
6	14.612	2.681843	14.748425	2.691136297
7	21.041	3.046473	15.39498267	2.734041656
8	9.132	2.211785	8.953316668	2.192024041
9	26.336	3.270937	16.87713916	2.825959994
10	31.934	3.463671	21.50676645	3.068367604
11	12.734	2.544276	14.748425	2.691136297
12	13.021	2.566563	14.748425	2.691136297

Tabela 4.6.3 Vlerat e logaritmuara për Rq

Nr. rendor	Vlerat eksperimentale		Vlerat e llogaritura	
	Rq [μm]	$Y=\ln Rq$	Rqlllog	$\hat{Y}=\ln Rq$
1	2.562	0.940788203	2.917229808	1.07063447
2	4.525	1.509617577	7.301456124	1.988073797
3	3.524	1.259596708	4.202507331	1.435681331
4	3.984	1.38228634	4.008898729	1.388516572
5	3.823	1.341035455	4.274525762	1.452673163
6	3.542	1.264691539	4.274525762	1.452673163
7	6.453	1.864545139	4.507631073	1.505771755
8	2.745	1.009781075	2.594462297	0.953379288
9	8.017	2.081564287	4.725325809	1.552936513
10	9.736	2.275830356	6.493609992	1.870818615
11	3.847	1.347293624	4.274525762	1.452673163
12	3.942	1.371688209	4.274525762	1.452673163

Tabela 4.6.4 Vlerat e logaritmuara për Rt

Nr. rendor	Vlerat eksperimentale		Vlerat e llogaritura	
	Rt [μm]	Y=lnRt	R _t llog	$\hat{Y} = \ln R_t$
1	17.464	2.860142	20.5676	3.02371719
2	30.426	3.415298	50.56213	3.923202915
3	26.486	3.276616	31.84599	3.460911545
4	25.253	3.228945	27.13029	3.300650915
5	28.482	3.349272	30.34477	3.412624113
6	26.426	3.274348	30.34477	3.412624113
7	44.625	3.798294	29.7649	3.393329738
8	20.336	3.012393	18.74709	2.931038368
9	58.624	4.071144	34.93853	3.553590368
10	70.542	4.256208	46.08669	3.830524092
11	24.981	3.218116	30.34477	3.412624113
12	28.924	3.364672	30.34477	3.412624113

Llogaritja e koeficientëve të regresionit

Llogaritja e koeficienteve të regresionit bëhet në bazë të ekuacioneve (4.31 dhe 4.32) dhe të dhënave nga tabelat 4.4 deri 4.6.4:

a) për Ra:

$$b_0 = \frac{1}{12}(y_1 + y_2 + \dots + y_{12}) = 1.38776065 \quad (4.44b)$$

$$b_1 = \frac{1}{8}(+y_1 - y_2 + y_3 - y_4 - y_7 + y_8 + y_9 - y_{10}) = -0.20849 \quad (4.45b)$$

$$b_2 = \frac{1}{8}(-y_1 + y_2 + y_3 - y_4 - y_7 - y_8 + y_9 + y_{10}) = 0.241848 \quad (4.46b)$$

$$b_3 = \frac{1}{8}(+y_1 + y_2 - y_3 - y_4 + y_7 - y_8 + y_9 - y_{10}) = 0.065549 \quad (4.47b)$$

b) për Rz:

$$b_0 = \frac{1}{12}(y_1 + y_2 + \dots + y_{12}) = 2.710702162 \quad (4.44b)$$

$$b_1 = \frac{1}{8}(+y_1 - y_2 + y_3 - y_4 - y_7 + y_8 + y_9 - y_{10}) = 0.20451 \quad (4.45c)$$

$$b_2 = \frac{1}{8}(-y_1 + y_2 + y_3 - y_4 - y_7 - y_8 + y_9 + y_{10}) = 0.250471 \quad (4.46c)$$

$$b_3 = \frac{1}{8}(+y_1 + y_2 - y_3 - y_4 + y_7 - y_8 + y_9 - y_{10}) = 0.083308 \quad (4.47c)$$

c) për Rq:

$$b_0 = \frac{1}{12}(y_1 + y_2 + \dots + y_{12}) = 1.477785434 \quad (4.44d)$$

$$b_1 = \frac{1}{8}(+y_1 - y_2 + y_3 - y_4 - y_7 + y_8 + y_9 - y_{10}) = -0.22816 \quad (4.45d)$$

$$b_2 = \frac{1}{8}(-y_1 + y_2 + y_3 - y_4 - y_7 - y_8 + y_9 + y_{10}) = 0.251739 \quad (4.46d)$$

$$b_3 = \frac{1}{8}(+y_1 + y_2 - y_3 - y_4 + y_7 - y_8 + y_9 - y_{10}) = 0.069216 \quad (4.47d)$$

d) për Rt:

$$b_0 = \frac{1}{12}(y_1 + y_2 + \dots + y_{12}) = 3.427120641 \quad (4.44e)$$

$$b_1 = \frac{1}{8}(+y_1 - y_2 + y_3 - y_4 - y_7 + y_8 + y_9 - y_{10}) = -0.18481 \quad (4.45e)$$

$$b_2 = \frac{1}{8}(-y_1 + y_2 + y_3 - y_4 - y_7 - y_8 + y_9 + y_{10}) = 0.264937 \quad (4.46e)$$

$$b_3 = \frac{1}{8}(+y_1 + y_2 - y_3 - y_4 + y_7 - y_8 + y_9 - y_{10}) = 0.046339 \quad (4.47e)$$

Me zëvendësimin e konstantës k_0, k_1, k_2, k_3 në modelin linear matematikor të formës së koduar (4.8) fitohet modeli empirik i koduar lineari i formës:

a) për Ra:

$$Y_a = 1.387760654X_0 - 0.20849X_1 + 0.241848X_2 + 0.065549X_3 \quad (4.48a)$$

për Rz:

$$Y_z = 2.710702162X_0 - 0.20451X_1 + 0.250471X_2 + 0.083308X_3 \quad (4.48b)$$

b) për Rq:

$$Y_q = 1.477785434X_0 - 0.22816X_1 + 0.251739X_2 + 0.069216X_3 \quad (4.48c)$$

c) për Rt:

$$Y_t = 3.427120641X_0 - 0.18481X_1 + 0.264937X_2 + 0.046339X_3 \quad (4.48d)$$

Dekodimi i modelit matematikor

$V_{1\min} = X_{1\min} =$ Për dekodimin e konstantes k_0 dhe k_1, k_2, k_3 duhet të zëvendësohen vlerat reale (të dekoduar) të madhësive hyrëse sipas niveleve nga tabela 4.3.

$$v_{1\max} = X_{1\max} = 25 \quad f_{2\max} = X_{2\max} = 0.3 \quad d_{3\max} = X_{3\max} = 14 \quad (4.50)$$

$$v_{1\min} = X_{1\min} = 15 \quad f_{2\min} = X_{2\min} = 0.1 \quad d_{3\min} = X_{3\min} = 10$$

në ekuacionet (4.34 dhe 4.36) fitohen:

$$A_1 = \frac{2}{\ln \frac{X_{1\max}}{X_{1\min}}} = \frac{2}{\ln \frac{25}{15}} = 3.91523$$

$$A_2 = \frac{2}{\ln \frac{X_{2\max}}{X_{2\min}}} = \frac{2}{\ln \frac{0.3}{0.1}} = 1.8204 \quad (4.51)$$

$$a_1 = 1 - 3.91523 \cdot \ln 25 = -11.603$$

$$a_2 = 1 - 1.820478453 \ln 0.3 = 3.192 \quad (4.52)$$

$$a_3 = 1 - 5.944026824 \cdot \ln 14 = -14.687$$

Me zëvendësimin e vlerave të shprehjeve (4.51 dhe 4.52) në ekuacionet (4.36 dhe 4.37) fitohen vlerat e p_0, p_1, p_2 dhe p_3 gjegjë k_0, k_1, k_2, k_3 :

a) për Ra

$$k_0 = b_0 + b_1 \cdot a_1 + b_2 \cdot a_2 + b_3 \cdot a_3 = 3.61608004 \quad (4.53 \text{ a})$$

$$k_1 = k_v = A_1 \cdot b_1 = -0.816302332$$

$$k_2 = k_f = A_2 \cdot b_2 = 0.44028 \quad (4.54 \text{ a})$$

$$k_3 = k_d = A_3 \cdot b_3 = 0.389625$$

b) për Rz

$$k_0 = b_0 + b_1 \cdot a_1 + b_2 \cdot a_2 + b_3 \cdot a_3 = 4.659520455 \quad (4.53 \text{ b})$$

$$k_1 = k_v = A_1 \cdot b_1 = -0.80071$$

$$k_2 = k_f = A_2 \cdot b_2 = 0.455977 \quad (4.54 \text{ b})$$

$$k_3 = k_d = A_3 \cdot b_3 = 0.495187$$

c) për Rq

$$k_0 = b_0 + b_1 \cdot a_1 + b_2 \cdot a_2 + b_3 \cdot a_3 = 3.911963598 \quad (4.53 \text{ c})$$

$$k_1 = k_v = A_1 \cdot b_1 = -0.893287137$$

$$k_2 = k_f = A_2 \cdot b_2 = 0.458286 \quad (4.54 \text{ c})$$

$$k_3 = k_d = A_3 \cdot b_3 = 0.411421$$

d) për Rt

$$k_0 = b_0 + b_1 \cdot a_1 + b_2 \cdot a_2 + b_3 \cdot a_3 = 5.736418044 \quad (4.53d)$$

$$k_1 = k_v = A_1 \cdot b_1 = -0.723559$$

$$k_2 = k_f = A_2 \cdot b_2 = 0.482311 \quad (4.54d)$$

$$k_3 = k_d = A_3 \cdot b_3 = 0.275443$$

Me zëvendësimin e barazimeve (4.53a,b,c,d dhe 4.54a,b,c,d) në ekuacionin (4.8) fitohet ekuacioni empirik i kërkuar i ashpërsisë së sipërfaqes së përpunuar në koordinata logaritmike:

a) për Ra

$$\bar{Y}_a = k_0 + k_v \ln v + k_f \ln f + k_r \ln d = 3.616080040 - 0.8163023 \ln v + 0.44028 \ln f + 0.38962 \ln d \quad (4.55a)$$

b) për Rz

$$\bar{Y}_z = k_0 + k_v \ln v + k_f \ln f + k_r \ln d = 4.65952045 - 0.80071184 \ln v + 0.455977 \ln f + 0.495187 \ln d \quad (4.55b)$$

c) për Rq

$$\bar{Y}_q = k_0 + k_v \ln v + k_f \ln f + k_r \ln d = 3.91196359 - 0.89328713 \ln v + 0.458286 \ln f + 0.41142 \ln d \quad (4.55.c)$$

d) për Rt

$$\bar{Y}_t = k_0 + k_v \ln v + k_f \ln f + k_r \ln d = 5.736418040 - 0.72355914 \ln v + 0.4823 \ln f + 0.27544 \ln d \quad (4.55d)$$

Me antilogaritmin e shprehjes (4.55a,b,c,d) fitohet varësia e kërkuar në formë eksponenciale:

a) për Ra

$$R_a = C_{Ra} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 37.19149254 v^{-0.8163023} \cdot f^{0.44028} \cdot d^{0.389623} \quad (4.56a)$$

b) për Rz

$$R_z = C_{Rz} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 105.585437 v^{-0.80071184} \cdot f^{0.455977} \cdot d^{0.495187} \quad (4.56b)$$

a) për Rq

$$R_q = C_{Rq} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 49.9970294 v^{-0.89328737} \cdot f^{0.458286} \cdot d^{0.411421} \quad (4.56c)$$

b) për Rt

$$R_t = C_{Rt} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 309.952185 v^{-0.7235594} \cdot f^{0.48231} \cdot d^{0.27544} \quad (4.56d)$$

ku janë:

$$C_{Ra} = \exp(k_0) = 37.19149254 \quad (4.57a)$$

$$\bar{Y} = \ln R_a \text{ gjegj.}, R_a = \exp(\bar{Y}) \quad (4.58a)$$

$$C_{Rz} = \exp(k_0) = 104.9002934 \quad (4.57b)$$

$$\bar{Y} = \ln R_z \text{ gjegj.}, R_z = \exp(\bar{Y}) \quad (4.58b)$$

$$C_{Rq} = \exp(k_0) = 49.58870464 \quad (4.57c)$$

$$\bar{Y} = \ln R_q \text{ gjegj.}, R_q = \exp(\bar{Y}) \quad (4.58c)$$

$$C_{Rt} = \exp(k_0) = 309.9521851 \quad (4.57d)$$

$$\bar{Y} = \ln R_t \text{ gjegj.}, R_t = \exp(\bar{Y}) \quad (4.58d)$$

Forma e dekoduar e ekuacionit do të jetë:

a) për Ra

$$R_a = 37.19149254v^{-0.8163023} \cdot f^{0.44028} \cdot d^{0.389623} \quad (4.59a)$$

$$R_{a1} = 37.19149254 \cdot 25^{-0.816} \cdot 0.1^{0.4403} \cdot 14^{0.3896} = 2.726361$$

$$R_{a2}(-1+1+1) = 6.710352$$

$$R_{a3}(+1+1-1) = 3.878953$$

$$R_{a4}(-1-1-1) = 3.62864$$

$$R_{a5}(0\ 0\ 0) = 3.941047$$

$$R_{a6}(0\ 0\ 0) = 3.941047$$

$$R_{a7}(-1-1+1) = 4.136938$$

$$R_{a8}(+1-1-1) = 2.391378$$

$$R_{a9}(+1+1+1) = 4.422315$$

$$R_{a10}(-1+1-1) = 5.885864$$

$$R_{a11}(0\ 0\ 0) = 3.941047$$

$$R_{a12}(0\ 0\ 0) = 3.941047$$

b) për Rz

$$R_z = C_{Rz} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 105.585437v^{-0.80071184} \cdot f^{0.455977} \cdot d^{0.495187} \quad (4.59b)$$

$$R_{z1} = 105.585437v^{-0.80071184} \cdot f^{0.455977} \cdot d^{0.495187} = 2.33902714$$

$$R_{z2}(-1+1+1) = 3.248993716$$

$$Rz_3(+1+1-1)= 2.673353073$$

$$Rz_4(-1-1-1)= 2.581434735$$

$$Rz_5(0 0 0)= 2.696539667$$

$$Rz_6(0 0 0)= 2.696539667$$

$$Rz_7(-1-1+1)= 2.748051251$$

$$Rz_8(+1-1-1)= 2.172410608$$

$$Rz_9(+1+1+1)= 2.839969589$$

$$Rz_{10}(-1+1-1)= 3.0823772$$

$$Rz_{11}(0 0 0)= 2.696539667$$

$$Rz_{12}(0 0 0)= 2.696539667$$

c) për Rq

$$R_q = C_{Rq} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 49.99702974 \cdot v^{-0.893287B7} \cdot f^{0.458286} \cdot d^{0.411421} \quad (4.59c)$$

$$R_{q1} = 49.99702974 \cdot v^{25^{-0.893287B7}} \cdot 0.1^{0.458286} \cdot 14^{0.411421} = 2.906951752$$

$$Rq_2(-1+1+1)= 7.590501783$$

$$Rq_3(+1+1-1)= 4.187700954$$

$$Rq_4(-1-1-1)= 3.994774479$$

$$Rq_5(0 0 0)= 4.303719009$$

$$Rq_6(0 0 0)= 4.303719009$$

$$Rq_7(-1-1+1)= 4.58788431$$

$$Rq_8(+1-1-1)= 2.53114854$$

$$Rq_9(+1+1+1)= 4.809454853$$

$$Rq_{10}(-1+1-1)= 6.609221322$$

$$Rq_{11}(0\ 0\ 0)= 4.303719009$$

$$Rq_{12}(0\ 0\ 0)= 4.303719009$$

d) për R_t (4.59d)

$$R_t = C_{Rt} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 309.952 v^{-0.724} \cdot f^{0.482} \cdot d^{0.275}$$

$$R_{t1} = 309.952 \cdot 25^{-0.724} \cdot 0.1^{0.482} \cdot 14^{0.275} = 20.5676$$

$$Rt_2(-1+1+1)= 50.56213$$

$$Rt_3(+1+1-1)= 31.84599$$

$$Rt_4(-1-1-1)= 27.13029$$

$$Rt_5(0\ 0\ 0)= 30.34477$$

$$Rt_6(0\ 0\ 0)= 30.34477$$

$$Rt_7(-1-1+1)= 29.7649$$

$$Rt_8(+1-1-1)= 18.74709$$

$$Rt_9(+1+1+1)= 34.93853$$

$$Rt_{10}(-1+1-1)= 46.08669$$

$$Rt_{11}(0\ 0\ 0)= 30.34477$$

$$Rt_{12}(0\ 0\ 0)= 30.34477$$

Rezultatet e llogaritura të ashpërsisë së sipërfaqes nga ekuacionet (4.59a,b,c,d) janë dhënë në tabelat 4.6a deri 4.6d.

Tabela 4.6a Llogaritjet për analizën dispersive për Ra

Nr. rendor	Vlerat eksperimentale		Vlerat e llogaritura		(Y- \hat{Y})	(Y- \hat{Y}) ²
	Ra [μ m]	Y=lnT	Ra [μ m]	\hat{Y} = lnT		
1	2.425	0.885831524	2.726361	1.002967824	-0.11714	0.013720913
2	4.232	1.442674695	6.710352	1.903651464	-0.46098	0.212499582
3	3.241	1.175881924	3.878953	1.355565336	-0.17968	0.032286128
4	3.564	1.27088351	3.62864	1.288857992	-0.01797	0.000323082
5	3.582	1.275921304	3.941047	1.371446335	-0.09553	0.009125032
6	3.322	1.200567011	3.941047	1.371446335	-0.17088	0.029199743
7	5.826	1.762330659	4.136938	1.419955972	0.342375	0.117220426
8	2.542	0.932951173	2.391378	0.871869844	0.061081	0.003730929
9	7.321	1.990746931	4.422315	1.486663315	0.504084	0.254100291
10	8.824	2.177475282	5.885864	1.772553484	0.404922	0.163961663
11	3.501	1.253048642	3.941047	1.371446335	-0.1184	0.014018014
12	3.614	1.284815192	3.941047	1.371446335	-0.08663	0.007504955

Tabela 4.6b Llogaritjet për analizën dispersive për Rz

Nr. rendor	Vlerat eksperimentale		Vlerat e llogaritura		$(Y - \hat{Y})$	$(Y - \hat{Y})^2$
	Rz [μm]	$Y = \ln T$	Rz [μm]	$\hat{Y} = \ln T$		
1	9.584	2.260095	10.37114182	2.339027124	-0.07893	0.006230274
2	16.914	2.828142	25.76440057	3.248993716	-0.42085	0.177116435
3	12.324	2.511549	14.48846872	2.673353073	-0.1618	0.026180694
4	12.835	2.552176	13.21608614	2.581434735	-0.02926	0.000856084
5	13.342	2.590917	14.82833189	2.696539667	-0.10562	0.011156158
6	14.612	2.681843	14.82833189	2.696539667	-0.0147	0.000215989
7	21.041	3.046473	15.61217801	2.748051251	0.298422	0.08905549
8	9.132	2.211785	8.779422295	2.172410608	0.039374	0.001550321
9	26.336	3.270937	17.11524504	2.839969589	0.430967	0.185732758
10	31.934	3.463671	21.81018799	3.0823772	0.381294	0.14538517
11	12.734	2.544276	14.82833189	2.696539667	-0.15226	0.023184352
12	13.021	2.566563	14.82833189	2.696539667	-0.12998	0.01689382

Tabela 4.6c Llogaritjet për analizën dispersive për Rq

Nr. rendor	Vlerat eksperimentale		Vlerat e llogaritura		(Y- \hat{Y})	(Y- \hat{Y}) ²
	Rq [μ m]	Y=lnT	Rq [μ m]	\hat{Y} = lnT		
1	2.562	0.940788203	2.906951752	1.067105024	-0.126316821	0.015955939
2	4.925	1.594324275	7.590501783	2.0268977	-0.432573426	0.187119769
3	3.524	1.259596708	4.187700954	1.432151885	-0.172555177	0.029775289
4	3.984	1.38228634	3.994774479	1.384987127	-0.002700787	7.29425E-06
5	3.823	1.341035455	4.303719009	1.459479535	-0.11844408	0.014029
6	3.542	1.264691539	4.303719009	1.459479535	-0.194787995	0.037942363
7	6.453	1.864545139	4.58788431	1.523418983	0.341126156	0.116367054
8	2.745	1.009781075	2.53114854	0.928673168	0.081107907	0.006578493
9	8.017	2.081564287	4.809454853	1.570583741	0.510980546	0.261101118
10	9.736	2.275830356	6.609221322	1.888465844	0.387364512	0.150051265
11	3.847	1.347293624	4.303719009	1.459479535	-0.112185911	0.012585679
12	3.942	1.371688209	4.303719009	1.459479535	-0.087791326	0.007707317

Tabela 4.6d Llogaritjet për analizën dispersive për Rt

Nr. rendor	Vlerat eksperimentale		Vlerat e llogaritura		$(Y - \hat{Y})$	$(Y - \hat{Y})^2$
	Rt [μm]	$Y = \ln T$	Rt [μm]	$\hat{Y} = \ln T$		
1	17.464	2.860142	20.5676	3.02371719	-0.16358	0.02675697
2	30.426	3.415298	50.56213	3.923202915	-0.50791	0.2579679
3	26.486	3.276616	31.84599	3.460911545	-0.1843	0.03396474
4	25.253	3.228945	27.13029	3.300650915	-0.07171	0.00514174
5	28.482	3.349272	30.34477	3.412624113	-0.06335	0.00401345
6	26.426	3.274348	30.34477	3.412624113	-0.13828	0.01912018
7	44.625	3.798294	29.7649	3.393329738	0.404965	0.16399625
8	20.336	3.012393	18.74709	2.931038368	0.081354	0.00661853
9	58.624	4.071144	34.93853	3.553590368	0.517554	0.26786194
10	70.542	4.256208	46.08669	3.830524092	0.425684	0.18120703
11	24.981	3.218116	30.34477	3.412624113	-0.19451	0.03783359
12	28.924	3.364672	30.34477	3.412624113	-0.04795	0.00229943

4.4 ANALIZA DISPERSIVE

4.4.1 Vlerësimi i signifkancës së parametrave të modelit

Për vlerësimin e signifkancës (rëndësisë) së parametrave të modelit mund të shfrytëzohet çdonjëri nga dy kriteret e njohura:

Kriteri t- i Student-it ose F- i Fischer-it, meqenëse ekziston varshmëria e formës:

$$F(1,f) = t^2(f) \quad (4.60)$$

Vlerësimi i signifkancës sipas kriterit-F është paraqitur në tabelën 4.5.

Sipas këtij kriteri duhet të plotësohet kushti:

$$F_{Ri} = \frac{S_i^2}{S^2_E} > F_t, \quad (4.61)$$

ku janë:

F_{Ri} – vlera e llogaritur e kriterit-F për parametrin e i-të,

S_i^2 - dispersioni i parametrin të i-të,

S^2_E -dispersioni i rezultateve në pikën zerro,

F_t - Vlera tabelare e kriterit –F e cila sipas kriterëve të dhëna ($F_{LF}=1$, $f_E=3$) atëherë $F_t=10.1$

Dispersioni i parametrave të modelit është:

$$S_i^2 = \frac{S_{b_i}}{f_i} \quad (4.62)$$

Ku është:

$$S_i^2 = \frac{S_{b_i}}{f_i}$$

$$S_{b_i} = b_i \cdot \sum_{u=1}^N X_{iu} Y_u = N_i \cdot b_i, \quad i=0, 1, 2, 3 \quad (4.63)$$

Ku për $i=0$, $N_0=12$, ndërsa për $i=1,2,3$ - $N_i=8$; shkallët e lirisë $f_i = 1$.

Tabela 4.5 Shprehjet për llogaritjen e analizës disperzive

Burimi i variacionit	Shkallët e lirisë f_i	Shuma e katrorëve S	Dispersioni S^2	Marrëdhënia disprrsive F_R
b_0	$f_0=1$	$Sb_0=Nb_0^2$	$S_0^2 = \frac{S_0}{f_0}$	$F_{R0} = \frac{S_0^2}{S_E^2}$
b_1	$f_1=1$	$Sb_1=Nb_1^2$	$S_1^2 = \frac{S_1}{f_1}$	$F_{R1} = \frac{S_1^2}{S_E^2}$
b_2	$f_2=1$	$Sb_2=Nb_2^2$	$S_2^2 = \frac{S_2}{f_2}$	$F_{R2} = \frac{S_2^2}{S_E^2}$
b_k	$F_k=1$	$Sb_k=Nb_k^2$	$S_k^2 = \frac{S_k}{f_k}$	$F_{Rk} = \frac{S_k^2}{S_E^2}$
Shuma reziduale	$f_{Ri} = N - k - 1$	$S_R = \sum_{u=0}^{N_0} (YU - Y^*)^2 = \sum_{u=0}^{N_0} Y_{0u}^2 - N \sum_{u=0}^k b_i^2$	$S_R^2 = \frac{S_R}{f_R}$	Koeficientet janë significant nëse $F_{Ri} > F_t$
Shuma e përgjithshme	$f_u = N$	$S_u = \sum_{u=0}^{N_0} Y_u^2$	$S_U^2 = \frac{S_U}{f_U}$	
Gabimet e eksperimenteve	$f_{Ei} = n_0 - 1$	$S_E = \sum_{u=0}^{N_0} \left(Y_{0m} - \overline{Y_{0ll}} \right)^2 = \sum_{u=0}^{N_0} Y_{0m}^2 - \frac{1}{N_0} \left(\sum_{u=0}^{N_0} Y_{0m} \right)^2$	$S_E^2 = \frac{S_E}{f_E}$	
Adekuatshemëria e modelit	$f_{LF} = f_L - f_E$	$S_{LF} = S_L - S_E$	$S_{LF}^2 = \frac{S_{LF}}{f_{LF}}$	$F_{RLF} = \frac{S_{LF}^2}{S_E^2}$

Me zëvendësimin e vlerës së parametrave (b_i gjegjësisht, b_0, b_1, b_2, b_3 dhe k_0, k_1, k_2, k_3) nga ekuacionet (4.44 a deri 4.4.47d) në ekucionin (4.63) fitohen :

a) për Ra

$$S_0 = N_0 \cdot b_0^2 = 12 \cdot 1.387760654^2 = 23.11056$$

$$S_1 = N_1 \cdot k_1^2 = 8 \cdot (-0.20849)^2 = 0.347758231$$

$$S_2 = N_2 \cdot k_2^2 = 8 \cdot 0.241848^2 = 0.467922657$$

$$S_3 = N_3 \cdot k_3^2 = 8 \cdot 0.065549^2 = 0.03343733 \quad (4.64a)$$

b) për Rz

$$S_0 = N_0 \cdot b_0^2 = 12 \cdot 2.710702162^2 = 88.17487 \quad (4.64b)$$

$$S_1 = N_1 \cdot k_1^2 = 8 \cdot (-0.20451)^2 = 0.334601$$

$$S_2 = N_2 \cdot k_2^2 = 8 \cdot 0.250471^2 = 0.501886706$$

$$S_3 = N_3 \cdot k_3^2 = 8 \cdot 0.083308^2 = 0.055522$$

c) për Rq

$$S_0 = N_0 \cdot b_0^2 = 12 \cdot 1.477785^2 = 26.2062$$

$$S_1 = N_1 \cdot k_1^2 = 8 \cdot (-0.22816)^2 = 0.416444858$$

$$S_2 = N_2 \cdot k_2^2 = 8 \cdot 0.251739^2 = 0.506981637 \quad (4.64c)$$

$$S_3 = N_3 \cdot k_3^2 = 8 \cdot 0.069216^2 = 0.038327$$

d) për Rt

$$S_0 = N_0 \cdot b_0^2 = 12 \cdot 3.427120641^2 = 140.9419$$

$$S_1 = N_1 \cdot k_1^2 = 8 \cdot (-0.264937)^2 = 0.27322687 \quad (4.64d)$$

$$S_2 = N_2 \cdot k_2^2 = 8 \cdot 0.264937^2 = 0.561531168$$

$$S_3 = N_3 \cdot k_3^2 = 8 \cdot 0.046339^2 = 0.017178728$$

Disperzioni i parametrave të modelit do të jetë:

a) për Ra

$$s_0^2 = \frac{S_0}{f_0} = \frac{23.11056}{1} = 23.11056$$

$$s_1^2 = \frac{S_1}{f_1} = \frac{0.347758231}{1} = 0.347758231$$

$$s_2^2 = \frac{S_2}{f_2} = \frac{0.467922657}{1} = 0.467922657 \quad (4.65a)$$

$$s_3^2 = \frac{S_3}{f_3} = \frac{0.034373361}{1} = 0.034373361$$

b) për Rz

$$s_0^2 = \frac{S_0}{f_0} = \frac{88.17487}{1} = 88.17487$$

$$s_1^2 = \frac{S_1}{f_1} = \frac{0.334601473}{1} = 0.334601473$$

$$s_2^2 = \frac{S_2}{f_2} = \frac{0.501886706}{1} = 0.501886706 \quad (4.65b)$$

$$s_3^2 = \frac{S_3}{f_3} = \frac{0.055522127}{1} = 0.055522127$$

c) për Rq

$$s_0^2 = \frac{S_0}{f_0} = \frac{26.2062}{1} = 26.2062$$

$$s_1^2 = \frac{S_1}{f_1} = \frac{0.416444858}{1} = 0.416444858 \quad (4.65c)$$

$$s_2^2 = \frac{S_2}{f_2} = \frac{0.506981637}{1} = 0.506981637$$

$$s_3^2 = \frac{S_3}{f_3} = \frac{0.038326758}{1} = 0.038326758$$

d) për Rt

$$s_0^2 = \frac{S_0}{f_0} = \frac{140.9419}{1} = 140.9419$$

$$s_1^2 = \frac{S_1}{f_1} = \frac{0.27322687}{1} = 0.27322687$$

$$s_2^2 = \frac{S_2}{f_2} = \frac{0.561531168}{1} = 0.561531168 \quad (4.65d)$$

$$s_3^2 = \frac{S_3}{f_3} = \frac{0.017178728}{1} = 0.017178728$$

Ndërsa, dispersioni i rezultateve në pikën zero përcaktohet:

a) për Ra

$$S_E = \sum_{v=1}^{n_0} \left(Y_{0eksp} - \overline{Y_{0emp}} \right)^2 = 0.009125032 + 0.0292 + 0.01402 + 0.0075 = 0.05985$$

$$s_E^2 = \frac{S_E}{f_E} = \frac{0.059847744}{3} = 0.019949248 \quad (4.66a)$$

b) për Rz

$$S_E = \sum_{v=1}^{n_0} \left(Y_{0eksp} - \overline{Y_{0emp}} \right)^2 = 0.0111562 + 0.00021599 + 0.02318 + 0.01689 = 0.05145$$

$$s_E^2 = \frac{S_E}{f_E} = \frac{0.051450318}{3} = 0.017150106 \quad (4.66b)$$

c) për Rq

$$S_E = \sum_{v=1}^{n_0} \left(Y_{0eksp} - \overline{Y_{0emp}} \right)^2 = 0.014029 + 0.0379 + 0.01259 + 0.00771 = 0.072264359$$

$$s_E^2 = \frac{S_E}{f_E} = \frac{0.072264359}{3} = 0.02408812 \quad (4.66c)$$

d) për Rt

$$S_E = \sum_{v=1}^{n_0} \left(Y_{0eksp} - \overline{Y_{0emp}} \right)^2 = 0.00401345 + 0.01912018 + 0.03783359 + 0.00229943 = 0.063266651$$

$$s_E^2 = \frac{S_E}{f_E} = \frac{0.063266651}{3} = 0.021088884 \quad (4.66d)$$

Ku është:

S_E – shuma e katrorëve

$$f_E = N_0 - 1 = 4 - 1 = 3$$

ku janë:

\bar{Y}_{oemp} - vlerat e llogaritura logaritmike për nivelin zero.

Y_{0eksp} - vlerat e matura logaritmike për nivelin zero.

Duke formuar raportin e dispersioneve të parametrave të modelit ndaj dispersionit në pikën zero, do të kemi:

a) për R_a

$$F_{R0} = \frac{s_0^2}{s_E^2} = \frac{23.11056}{0.019949248} = 16178.4615 \geq F_t = 10.13$$

$$F_{R1} = \frac{s_1^2}{s_E^2} = \frac{0.347758231}{0.019949248} = 243.4469 \geq F_t = 10.13 \quad (4.68a)$$

$$F_{R2} = \frac{s_2^2}{s_E^2} = \frac{0.467922657}{0.019949248} = 327.5676 \geq F_t = 10.13$$

$$F_{R3} = \frac{s_3^2}{s_E^2} = \frac{0.034373361}{0.0199492} = 24.0629478 \geq F_t = 10.13$$

0.019949248

b) për R_z

$$F_{R0} = \frac{s_0^2}{s_E^2} = \frac{88.17487}{0.003645588} = 24186.7379 \geq F_t = 10.13$$

$$F_{R1} = \frac{s_1^2}{s_E^2} = \frac{0.334601473}{0.003645588} = 91.78259 \geq F_t = 10.13 \quad (4.68b)$$

$$F_{R2} = \frac{s_2^2}{s_E^2} = \frac{0.501886706}{0.003645588} = 137.6696 \geq F_t = 10.13$$

$$F_{R3} = \frac{s_3^2}{s_E^2} = \frac{0.055522127}{0.0036458} = 15.2299524 \geq F_t = 10.13$$

a) për Rq

$$F_{R0} = \frac{s_0^2}{s_E^2} = \frac{26.2062}{0.024088} = 12248.9218 \geq F_t = 10.13$$

$$F_{R1} = \frac{s_1^2}{s_E^2} = \frac{0.416444858}{0.02408812} = 194.6486 \geq F_t = 10.13 \quad (4.68c)$$

$$F_{R2} = \frac{s_2^2}{s_E^2} = \frac{0.506981637}{0.02408812} = 236.966 \geq F_t = 10.13$$

$$F_{R3} = \frac{s_3^2}{s_E^2} = \frac{0.038326758}{0.024088125} = 17.9141388 \geq F_t = 10.13$$

c) për Rt

$$F_{R0} = \frac{s_0^2}{s_E^2} = \frac{140.9419}{0.021088884} = 30281.8704 \geq F_t = 10.13$$

$$F_{R1} = \frac{s_1^2}{s_E^2} = \frac{0.27322687}{0.02108884} = 58.70378 \geq F_t = 10.13$$

$$F_{R2} = \frac{s_2^2}{s_E^2} = \frac{0.561531168}{0.02108884} = 120.647 \geq F_t = 10.13$$

$$F_{R3} = \frac{s_3^2}{s_E^2} = \frac{0.017178728}{0.021088884} = 3.69091188 \geq F_t = 10.13 \quad (4.68d)$$

Siç shihet nga ekuacionet (4.68 a, b, c) që të gjithë parametrat e modelit matematikor e plotësojnë kushtin ($F_{Ri} > F_t$), çka d.m.th., se të gjithë parametrat e hulumtuar janë signifikant (rëndësishëm), përveç ekucionit (4.68d), ku $F_{R3} = 3.69091188 < F_t = 10.13$ nuk e plotëson kushtin e signifikancës.

4.4.2. Vërtetimi i adekuatshmërisë së modelit matematikor

Vërtetimi i adekuatshmërisë së modelit përbëhet, në rastin e përgjithshëm, nga krahasimi i disperzioneve të rezultateve eksperimentale në raport me linjën e regresionit s_R^2 dhe disperzionit të rezultateve të eksperimenteve në pikat e hapsirës shumëfaktoriale s_E^2 nëpërmjet kriterit $-F$.

Mirëpo, duke qenë se pika qendrore i takon planit eksperimental (rezultatet e saj shfytëzohen gjatë llogaritjes së b_0) si dhe meqenëse në këtë pikë eksperimentet përsëriten N_0 – herë, kjo do të thotë që në kriterin e Fischer – it duhet të zëvendësohet s_{LF}^2 me s_R^2 , e cila paraqet dispersionin e vlerave mesatare të rezultateve eksperimentale në raport me linjën e regresionit. Prandaj, kriteri i Fischer – it për vlerësimin e adekuatshmërisë së modelit matematikor do të jetë:

$$F_{RLF} = \frac{s_{LF}^2}{s_E^2} \leq F_t \quad (4.69)$$

Ku sipas tabelës 4.5:

a) për R_a

$$s_R = \sum_{u=1}^N \left(Y_{ekspu} - Y_{empu}^* \right)^2 = 0.857690757 \quad (4.70a)$$

b) për Rz

$$S_R = \sum_{u=1}^N \left(Y_{ekspu} - Y_{empu}^* \right)^2 = 0.683557544 \quad (4.70b)$$

c) për Rq

$$S_R = \sum_{u=1}^N \left(Y_{ekspu} - Y_{empu}^* \right)^2 = 0.83922058 \quad (4.70c)$$

d) për Rt

$$S_R = \sum_{u=1}^N \left(Y_{ekspu} - Y_{empu}^* \right)^2 = 1.00678175 \quad (4.70d)$$

dhe S_{LF}

a) për Ra

$$S_{LF} = S_R - S_E = 0.85769076 - 0.059847744 = 0.797843013 \quad (4.71a)$$

b) për Rz

$$S_{LF} = S_R - S_E = 0.68355754 - 0.051450318 = 0.632107226 \quad (4.71b)$$

c) për Rq

$$S_{LF} = S_R - S_E = 0.83922058 - 0.072264359 = 0.766956221 \quad (4.71c)$$

d) për Rt

$$S_{LF} = S_R - S_E = 1.00678175 - 0.063266651 = 0.943515097 \quad (4.71d)$$

gjegjesisht,

a) për Ra

$$s_{LF}^2 = \frac{s_{LF}}{f_{LF}} = \frac{0.797843013}{5} = 0.159568603 \quad (4.72a)$$

b) për Rz

$$s_{LF}^2 = \frac{s_{LF}}{f_{LF}} = \frac{0.632107226}{5} = 0.126421445 \quad (4.72b)$$

c) për Rq

$$s_{LF}^2 = \frac{s_{LF}}{f_{LF}} = \frac{0.766956221}{5} = 0.153391244 \quad (4.72c)$$

d) për Rt

$$s_{LF}^2 = \frac{s_{LF}}{f_{LF}} = \frac{0.943515097}{5} = 0.188703019 \quad (4.72d)$$

dhe

$$f_{LF} = f_R - f_E = N - k - 1 - (N_0 - 1) = 12 - 3 - 1(4 - 1) = 5$$

(4.73)

Prandaj do të jetë:

a) për Ra

$$F_{RLF} = \frac{s_{LF}^2}{s_E^2} = \frac{0.159568603}{0.019949248} = 7.998728 \leq F_t = 9.01 \quad (4.74a)$$

b) për Rz

$$F_{RLF} = \frac{s_{LF}^2}{s_E^2} = \frac{0.126421445}{0.017150106} = 7.371467 \leq F_t = 9.01 \quad (4.74b)$$

c) për Rq

$$F_{RLF} = \frac{s_{LF}^2}{s_E^2} = \frac{0.153391244}{0.02408812} = 6.367921 \leq F_t = 9.01 \quad (4.74c)$$

d) për Rt

$$F_{RLF} = \frac{s_{LF}^2}{s_E^2} = \frac{0.188703019}{0.004654332} = 8.947985 \leq F_t = 9.01 \quad (4.74d)$$

Ku janë:

$F_t = 9.01$ – vlera tabelare e kriterit F , sipas [34], për nivelin e rëndësisë $\alpha=0.05$ dhe shkallët e lirisë ($f_{LF}=5$ dhe $f_E=3$).

Meqenëse të gjitha $F_{RLF} \leq F_t = 9.01$, mund të konstatohet se modeli i matematikor empirik zgjedhur është adekuat.

5.0. KUSHTET GJATË REALIZIMIT TË EKSPERIMENTIT

5.1. Materiali i ekzaminuar

Hulumtimet eksperimentale janë bërë në modelin e çelikut karbonik për përmirësim me emërtim Ck45E sipas standardit EN 10083- 1.1191 (AISI 1045, DIN 17200-Ck45) Fig.1 me dimensione B x L x H=100x120x12 mm fig.5.1. Karakteristikat kimike dhe mekanike të materialit të përpunuar janë dhënë në tabelën 5.1, në bazë të analizave të bëra në Fabrikën e pajimeve xehetare në Palaj me spektrometrin e tipit METOREX ARC-MET930. GMBH R3461, V6757/1/005, figura 5.2, dhe me aparatën për matjen e fortësisë të tipit KRAUTKRÄMER-MIC.10.DL, fig.5.2. Rezultatet tregojnë që parametrat e fituar gjenden në kufijtë e lejuar sipas standardit (ISO-583) tabela 5.1.

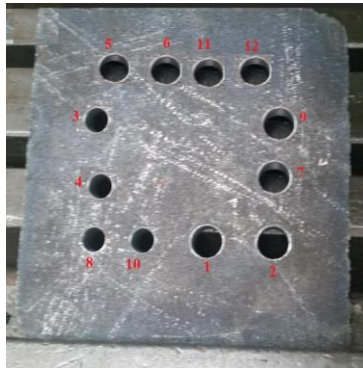


Fig. 5.1 Materiali i copës së ekzaminuar

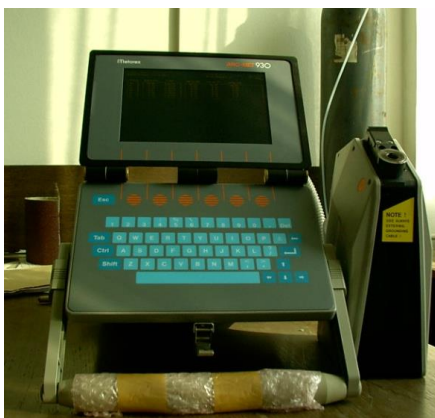


Fig.5.2 Spektrometri.



Fig.5.3 Aparati për matjen e fortësisë

Tabela 5.1. Karakteristikat kimike të çelikut Ck45E

Përbërja kimike						
C[%]	Mn C[%]	Si [%]	Cr[%]	Mo[%]	Ni[%]	P[%]
0.43-0.45	0.59-0.59	0.22	0.08-0.09	0.02-0.06	0.06	0.11-0.12

Vetitë mekanike të materialit Ck45E janë:

- Sforcimi në kufirin e elasticitetit 460 [N/mm²]
- Qëndrueshmëria në tërheqje 820 [N/mm²]
- Fortësia 35-38 HRC'

5.2. Karakteristika e makines metalprerëse

Makina me të cilën u realizua eksperimenti hulumtues është makinë frezuese universal PRVOMAJSKA e tipit GKA-3 në Fabrikën e pajimeve xehtare në Palaj fig. 5.2.1.

Karakteristikat e makinës janë:

- Fuqia: P=10 [KW]
- dimensionet e tavolinës punuese: 400 x 2000 mm
- zhvendosja gjatësore aksi-X:1320-1350 mm
- zhvendosja tërthore aksi-Y:345-370 mm
- zhvendosja vertikale:400-430 mm
- numri i rrotullimeve:125-1400 rr/min
- hapet:0.02-2.0 mm/rrot
- rrotullimi i tavolinës:45o
- konusi i kokës punuese:ISO 50
- pesha maksimale e copës punuese:1500 kg

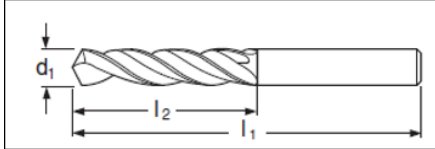



Fig. 5.2.1 Makina shpuese-frezuese “PRVOMAJSKA” Zagreb

5.3. Instrumenti metalprerës

Për realizimin e eksperimentit janë përdorur puntot prej çeliku shpejtprerës HSS (High Speed Steel) DIN 338, A1211TiN, të veshura me shtresë TiN me shënimet e vendosura në tab5.3 1. Për të siguruar kushtet e njejta fillestare për çdo eksperiment është përdorur puntoja e re.

Table 5.3.1. Të dhënat e instrumentit prerës

			
DIN 338	d ₁ [mm] h8	l ₁ [mm]	l ₂ [mm]
1	10	117	75
2	12	133	87
3	14	151	101

5.4 Matja e ashpërsisë së sipërfaqes

Matja e parametrave të ashpërsisë së sipërfaqes është bërë me aparatit HADRON, SRT-6210.

Rezultatet e matura lexohen në mënyrë digjitale në LCD display-in. Leximi i parametrave të ashpërsisë bëhet njëkohësisht, ku në LCD paraqiten në mënyrë alternative parametrat R_a , R_z , R_q dhe R_t figura 5.4.

Zgjedhja e gjatësisë matëse është $l=0.8$ mm, me shpejtësi $V_t = 0.135$ mm/s, e cila e përshkon maja shkruese.



Fig.5.4 Aparati për matjen e ashpërsisë HADRON, SRT-6210

5.5 Zgjedhja e regjimeve të prerjes

Para fillimit të realizimit të eksperimentit zgjidhen regjimet e prerjes dhe intervali i ndryshimit të tyre në modelin e zgjedhur matematikorë. Zgjedhja e regjimeve bëhet në bazë të karakteristikave të materialit që përpunohet, materialit të instrumentit, makinës metalprerëse, qëllimit të eksperimentit dhe synimeve të tij.

Prandaj, në bazë të kësaj që u cek më lart dhe nevojave të prodhimit janë përvetësuar regjimet e prerjes të dhëna në tabelen 5.5 ku gjatë zgjedhjes së intervalit të ndryshimit të madhësive është tentuar që të plotësohet kushti i nevojshëm :

$$X_i^2 = X_{min} \cdot X_{max}$$

Tabela 5.5 Regjimet e përpunimit për ashpërsinë e sipërfaqes

Niveli i eksperimentit, pozita e madhësisë së pavarur	shpejtësia	Hapi	Diametri i puntos	Kodi i madhësisë së normuar		
	V[m/min]	f[mm/rr]	d[mm]	X ₁	X ₂	X ₃
Niveli minimal	15	0.1	8	-1	-1	-1
Niveli mesatar	20	0.175	10	0	0	0
Niveli maksimal	25	0.3	1 2	+1	+1	+1
Niveli maksimal	25	0.3	14	+1	+1	+1

6.0 REZULTATET EKSPERIMENTALE

Vlerat e matura eksperimentale të ashpërsisë së sipërfaqes së përpunuar për çelikin Ck45E me aplikimin e puntove çeliku shpejtprerës me bazë HSS të veshura me shtresë TiN janë dhënë në tabelën 6.1, ndërsa vlerat e llogaritura janë dhënë në tabelat 6.2 deri 6.5.

Tabela 6.1 Vlerat e matura eksperimentale për ashpërsinë e sipërfaqes

PLANI EKSPERIMENTAL I RENDIT TË PARË ME TRE FAKTORË							
	NDRYSHORET E PAVARURA			VLERAT EKSPERIMENTALE TE MATURA			
Nr.	v(m/min)	f(mm/rr)	d (mm)	Ra [μm]	Rz [μm]	Rq [μm]	Rt [μm]
1	160	0.20	1.2	2.425	9.584	2.562	17.464
2	80	0.40	1.2	4.232	9.584	4.525	30.426
3	160	0.40	0.8	3.241	9.584	3.524	26.486
4	80	0.20	0.8	3.564	9.584	3.984	25.253
5	112	0.28	1	3.582	9.584	3.823	28.482
6	112	0.28	1	3.322	9.584	3.542	26.426
7	80	0.20	1.2	5.826	9.584	6.453	44.625
8	160	0.20	0.8	2.542	9.584	2.745	20.336
9	160	0.40	1.2	7.321	9.584	8.017	58.624
10	80	0.40	0.8	8.824	9.584	9.736	70.542

11	112	0.28	1	3.501	9.584	3.847	24.981
12	112	0.28	1	3.614	9.584	3.942	28.924

Llogaritja e koeficientëve dhe e konstantes së modelit matematikor të qëndrueshmërisë së tehut prerës dhe ashpërsisë së sipërfaqes së përpunuar është bërë në kapitullin 4.0 dhe janë fituar modelet empirike matematikore të formës eksponenciale 6.1 deri 6.4:

$$R_a = 37.19149254v^{-0.8163023} \cdot f^{0.44028} \cdot d^{0.389623} \quad (6.1)$$

$$R_z = C_{Rz} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 105.585437v^{-0.800711844} \cdot f^{0.455977} \cdot d^{0.495187} \quad (6.2)$$

$$R_q = C_{Rq} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 49.9970294 \cdot v^{-0.89328787} \cdot f^{0.458286} \cdot d^{0.411421} \quad (6.3)$$

$$R_t = C_{Rt} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 309.952v^{-0.724} \cdot f^{0.482} \cdot d^{0.275} \quad (6.4)$$

Për funksionet e fituara eksponenciale 6.1 deri 6.4 është bërë vizatimi i diagrameve 2D të cilat janë paraqitur në figurat 1 deri 48 në shtojcën I dhe vizatimet e diagrameve 3D janë paraqitur në fig. 1 deri 9 në shtojcën II.

7.0 ANALIZA DHE VLERËSIMI I REZULTATEVE TË FITUARA

Në bazë të shqyrtimeve teorike të shtjelluara, eksperimentit të planifikuar dhe të zbatuar, të karakteristikave të zgjedhura të parametrave hyrës të sistemit përpunues, metodës matëse, modeleve matematikore të aplikuara, metodologjisë së përpunimit të të dhënave, verifikimit të modeleve të aplikuara vihet deri te definimi i parametrave dalës të sistemit - të parametrave të ashpërsisë së sipërfaqes së përpunuar R_a , R_z , R_q dhe R_t , shkalla e ndikimit të parametrave hyrës të pavarur si; shpejtësisë së prerjes (v_c), hapi (f) dhe diametrit të puntos (d).

Siç shihet nga analiza dispersive e zbatuar në kapitullin 4 (tab. 4.6a, b, c dhe d) si dhe ekuacionet e fituara (4.68 a, b, c dhe d) që të gjithë parametrat e modelit matematikor e plotësojnë kushtin

$$F_{R_i} = \frac{s_i^2}{s^2_E} \geq F_t = 10.13$$
, çka d.m.th., se të gjithë parametrat hyrës të ndryshueshëm (v_c , f dhe d) janë signifikant (rëndësishëm).

Gjithashtu, nga analiza dispersive mund të konstatohet se modeli empirik i zgjedhur i formës eksponenciale është adekuat pasi plotësohet kushti $F_{RLF} \leq F_t = 9.01$.

Nga analiza e modeleve matematikore të fituara në kapitullin 6.0 (ekuacionet 6.1 deri 6.14) dhe paraqitjes grafike 2D figurat 1 deri 48 në shtojcën I dhe paraqitjet grafike 3D figura 1 deri 9 shtojca II, shihet se ndikimin më të madh në ashpërsinë e sipërfaqes e ka për parametrin :

R_a - shpejtësia e prerjes v_c (-0.816), mandej hapi prerës f (0.440) dhe diametri i puntos d (0.390).

R_z - shpejtësia e prerjes v (-0.801), mandej diametri i puntos d (0.495) dhe hapi prerës f (0.456).

R_q - shpejtësia e prerjes v_c (-0.893), mandej hapin f (0.458 dhe diametri d (0.411).

R_t - prerjes v_c (-0.724), mandej hapi f (0.482) dhe diametri d (0.275).

Treguesit eksponencial me parashenjë pozitive tregojnë se me rritjen e parametrin gjegjësisë rritet ashpërsia e sipërfaqes së përpunuar ndërsa treguesit me parashenjë negative tregojnë se me rritjen e parametrin përkatës ashpërsia zvogëlohet.

8.0 PËRFUNDIM

Në bazë të hulumtimeve të nevojshme teorike dhe eksperimentale laboratorike, të kryera dhe rezultateve të fituara mund të nxirren këto konstatime:

Analiza statistikore e modeleve matematikore, vërteton zgjedhjen e drejtë të formës eksponenciale të funksioneve e me të cilat përshkruhen dukuritë e hulumtuara fizike të procesit me heqje ashkle, të cilat paraqesin një përfaqsim të mirë të parametrave ndikues të pavarur në ashpërisnë e sipërfaqes së përpunuar.

Ndryshimi i parametrave të pavarur të regjimit të përpunimit kanë ndikim të ndryshëm në dukuritë fizike të procesit me heqje ashkle konkretisht në ashpërsinë e sipërfaqes së përpunuar, ku në përgjithësi shpejtësia e prerjes ka ndikimin më të madh prej të gjithë faktorëve të pavarur të ndryshueshëm, mandej vie hapi prerës dhe diametri i instrumentit prerës (puntos).

LITERAURA

- [1] M. P. Groover , “Fundamentals of Modern Manufacturing 2/e”, ©2002 John Wiley & Sons, Inc.,
- [2] Materials Removal Processes (Machining), Chapter Six,
- [3] Metal Cutting Theory-Wiley.pdf
- <http://www.me.nchu.edu.tw/lab/CIM/www/courses/Manufacturing%20Processes/Ch21->
- [4] S. Skoric, Uvod u OOC; <https://www.fsb.unizg.hr/kas/ODIOO/Uvod%20u%20OOC%20ooc.pdf>
- [5] F. Klocke_Manufacturin Procesess 1-Cutting Fritz Clocke.
- [6] B. Nedic, M. Lazic, Obrada rezanjem-predavanja, MFG, Kragujevac,2007.
- [7] Kinematika rezanja-2013-2014, www.tehnickasd.edu.rs.
- [8] Kalpakjian • Schmid, Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed. © 2008, Pearson Education
- [9] S. Skorič, Postupci obrade odvajanjem cestica, FSB, Zagreb, <https://www.fsb.unizg.hr/>
- [10] B. Rebec, Rezni alati; <https://www.scribd.com/document/264270611/Rezni-alat-Bruno-Rebec-pdf>
- [11] Basic Components & Elements of Surface Topography, www.bcmac.com.
- [12] ASME-Surface Texture Parameters, MAHR GMBH, Germany - EDITION 09/01/99
- [13] ASME-Surface Texture Parameters, MAHR GMBH, Germany - EDITION 09/01/99
- [14] *N.Qehaja; Hulumtimi i besueshmeries se instrumentit metalprerës gjate Përpunimit te pistonets se amortizatorit, Punim doktrature, Prishtine, 2006.*
- [15] Jelena S.; Osnovi merne tehnike, metode planiranja eksperimenta, Fakultet Tehnickih Nauka, N. Sad, 1982.
- [16] Stanic, J. Metod Inzenjerijskih merenja,Masinski Fakultet, Beograd, 1990
- [17] N. Qehaja, K. Jakupi, A. Bunjaku, M. Bruçi, H. Osmani, Effect of Machining Parameters and Machining Time on Surface Roughness in Dry Turning Process, 25th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, DAAAM, 2014, Procedia Engineering 100 (2015) 135 – 140, www.sciencedirect.com
- [18] T-W Wang, Analysis of Surface Quality in Machining of Metals and Advanced Ceramics, Thesis Report Ph.D. University of Maryland,1992.
- [19] Kishen “On latin and Hyper- Greco-Latin Cubes and Hypercubes” (1949).
- [20] Jelena S.; Osnovi merne tehnike, metode planiranja eksperimenta, FTN, N.Sad, 1982.
- [21] Stanic J.; metod inzenjerskih merenja, Masinski Fakultet, Beograd, 1990.

SHTOJCA I
(Diagramet 2D)

$$1. R_a = C_{Ra} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 37.19149254v^{-0.8163023} \cdot f^{0.44028} \cdot d^{0.389623}$$

	v=15	v=20	v=25
	15	20	25
d=10 [mm]	3.63	2.87	2.39
d=12 [mm]	3.90	3.08	2.57
d=14 [mm]	4.14	3.27	2.73

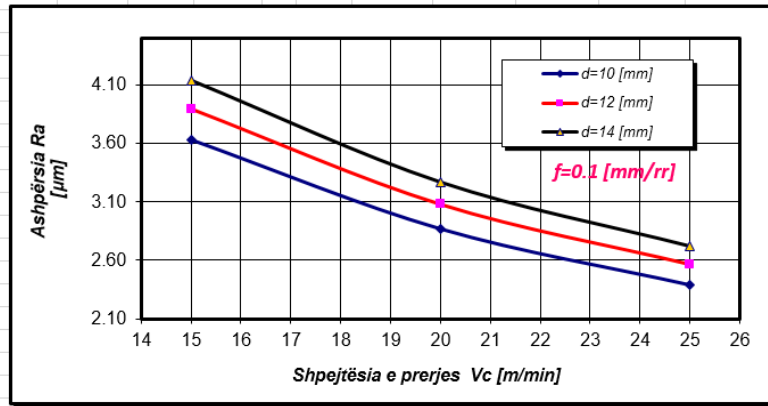


Fig.1.1 Vartësia e Ra prej shpejtësisë së prerjes dhe diametrit të puntos, për hapin $f_{min}=0.1$ {mm/rr}

	v=15	v=20	v=25
	15	20	25
d=10 [mm]	4.64	3.67	3.06
d=12 [mm]	4.98	3.94	3.28
d=14 [mm]	5.29	4.18	3.49

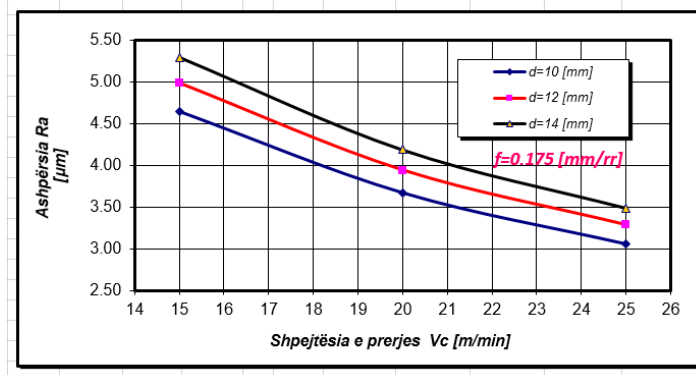


Fig.1.2 Vartësia e Ra prej shpejtësisë së prerjes dhe diametrit të puntos, për hapin $f_{mes}=0.175$ {mm/rr}

	v=15	v=20	v=25
	15	20	25
d=10 [mm]	5.89	4.65	3.88
d=12 [mm]	6.32	5.00	4.16
d=14 [mm]	6.71	5.31	4.42

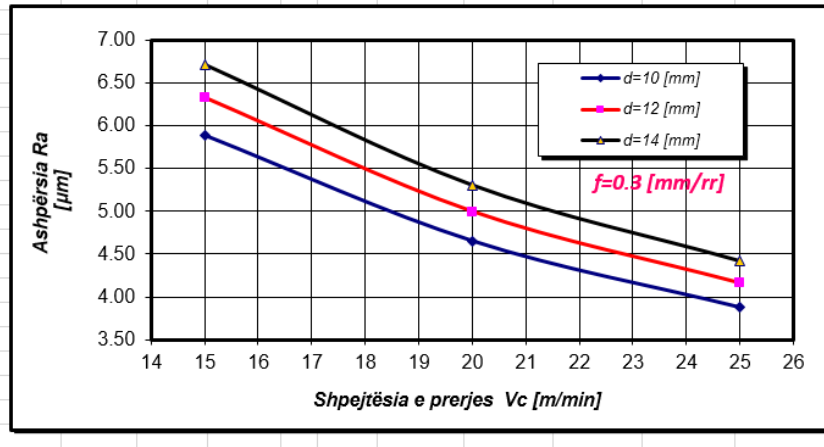


Fig.1.3 Vartësia e Ra prej shpejtësisë së prerjes dhe diametrit të puntos, për hapin $f_{\max}=0.3$ { mm/rr }

	v=15	v=20	v=25
	15	20	25
f=0.100 [mm/rr]	3.63	2.87	2.39
f=0.175 [mm/rr]	4.64	3.67	3.06
f=0.300 [mm/rr]	5.89	4.65	3.88

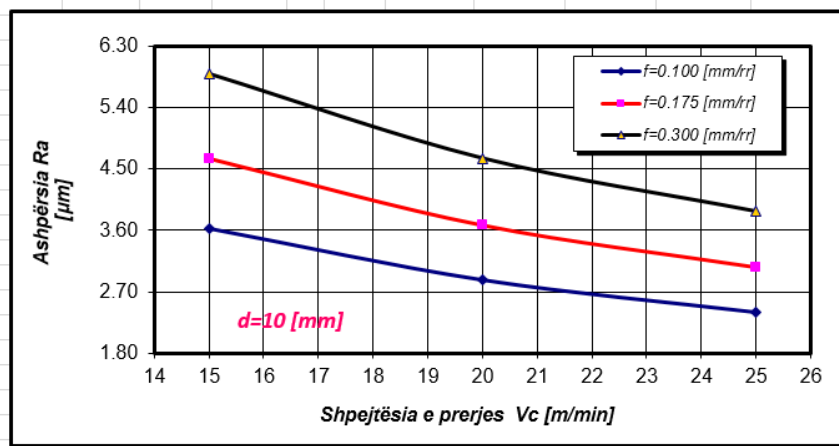


Fig.1.4 Vartësia e Ra prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit punues , për diametrin e puntos $d_{\min}=10$ mm

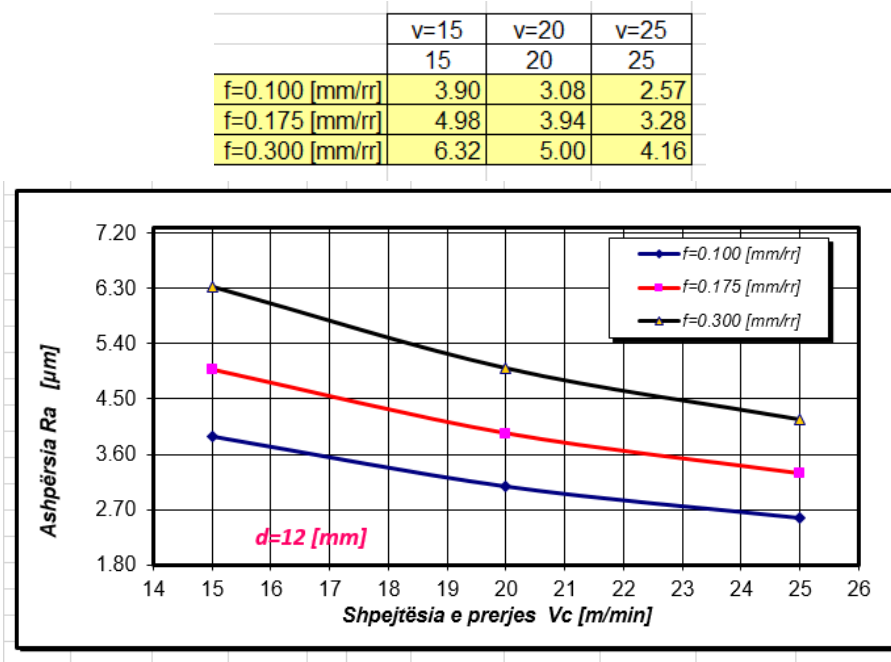


Fig.1.5 Vartësia e Ra prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit punues , për diametrin e puntos $d_{mes}=12$ mm

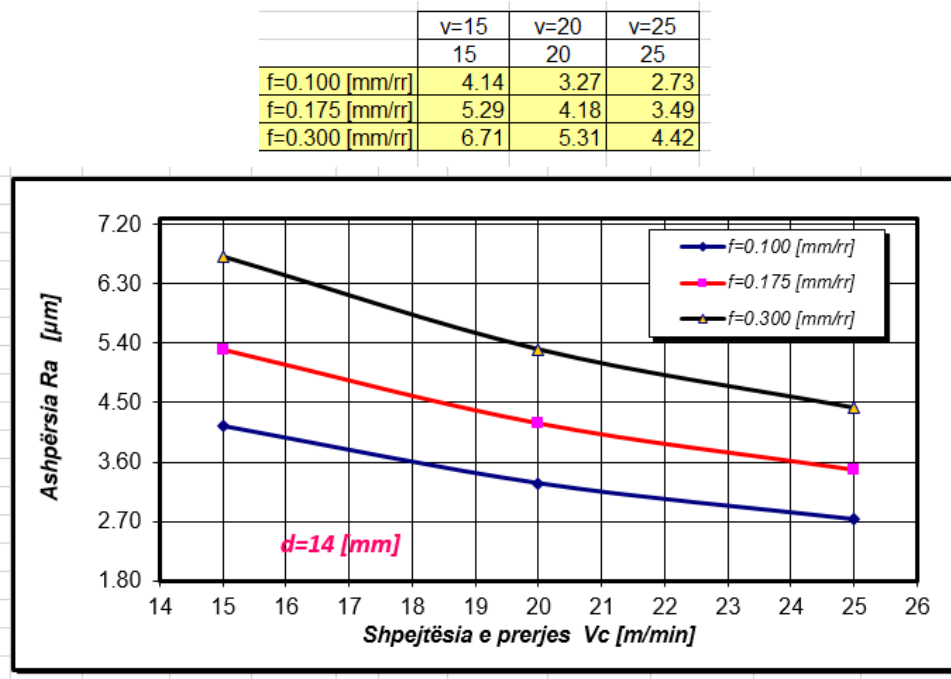


Fig.1.6 Vartësia e Ra prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit punues , për diametrin e puntos $d_{max}=14$ mm

	f=0.1	f=0.175	f=0.3
	0.1	0.175	0.3
v=15 [m/min]	3.63	4.64	5.89
v=20 [m/min]	2.87	3.67	4.65
v=25 [m/min]	2.39	3.06	3.88

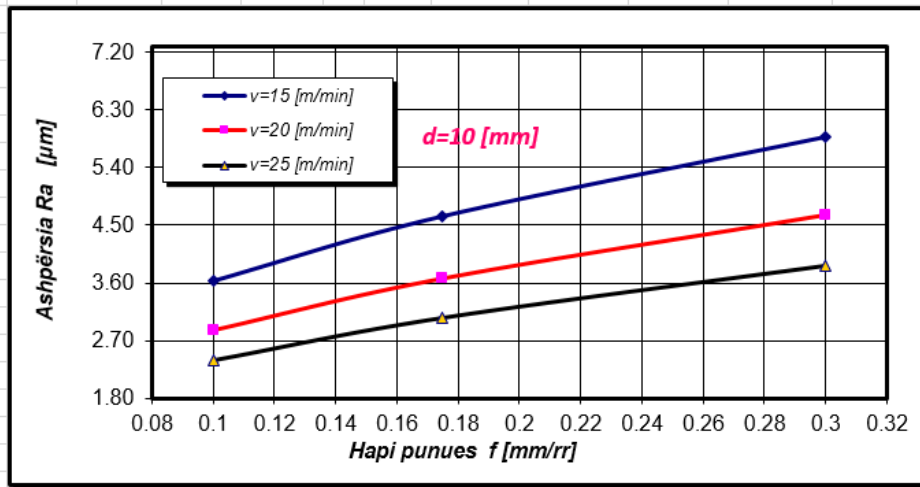


Fig.1.7 Vartësia e Ra prej hapit punues dhe shpejtësisë së prerjes , për diametrin e puntos $d_{min}=10$ mm

	f=0.1	f=0.175	f=0.3
	0.1	0.175	0.3
v=15 [m/min]	3.90	4.98	6.32
v=20 [m/min]	3.08	3.94	5.00
v=25 [m/min]	2.57	3.28	4.16

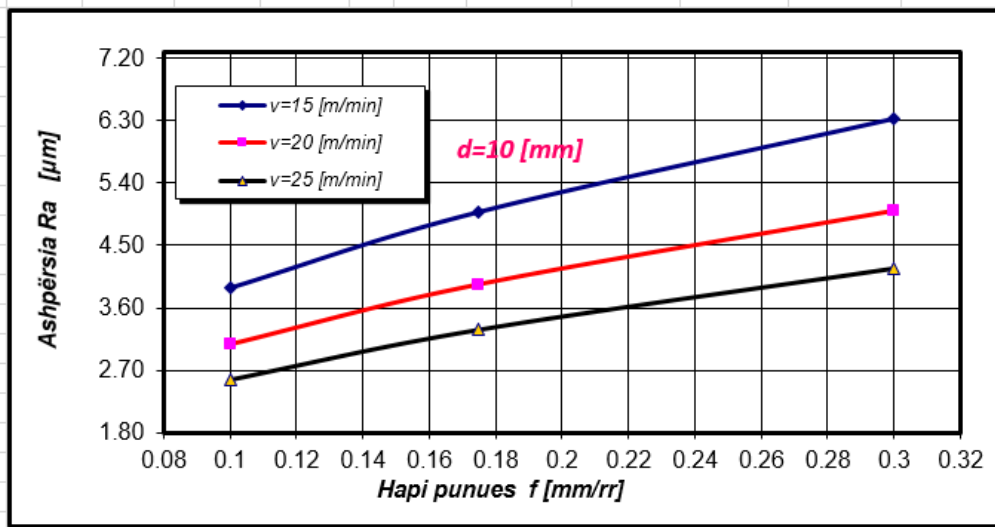


Fig.1.8 Vartësia e Ra prej hapit punues dhe shpejtësisë së prerjes , për diametrin e puntos $d_{mes}=12$ mm

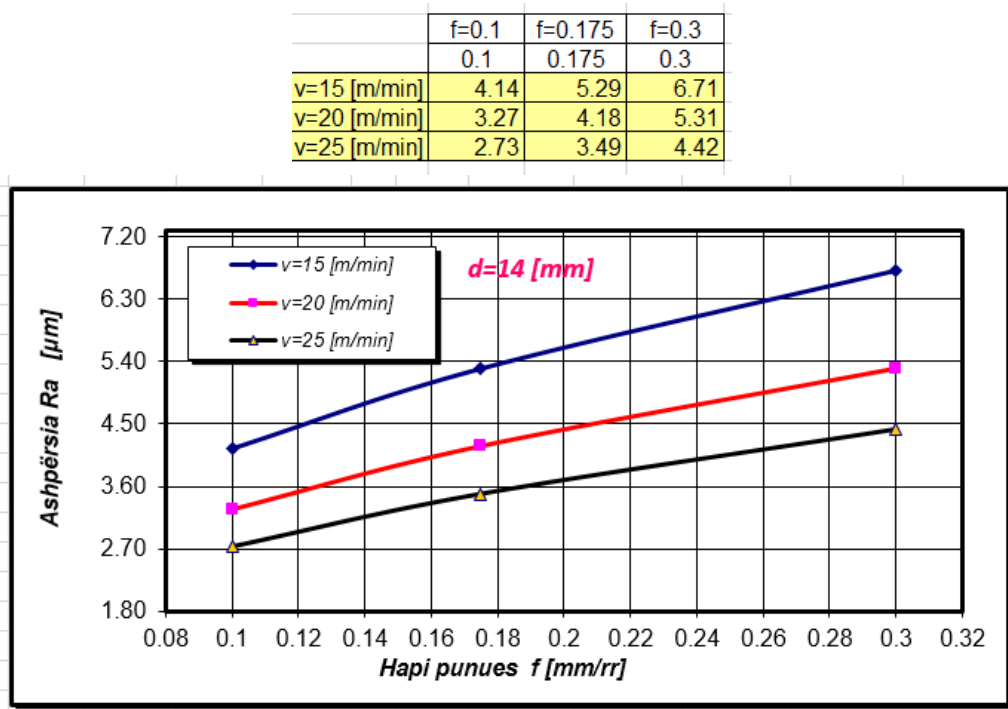


Fig.1.9 Vartësia e Ra prej hapit punues dhe shpejtësisë së prerjes , për diametrin e puntos d_{max}

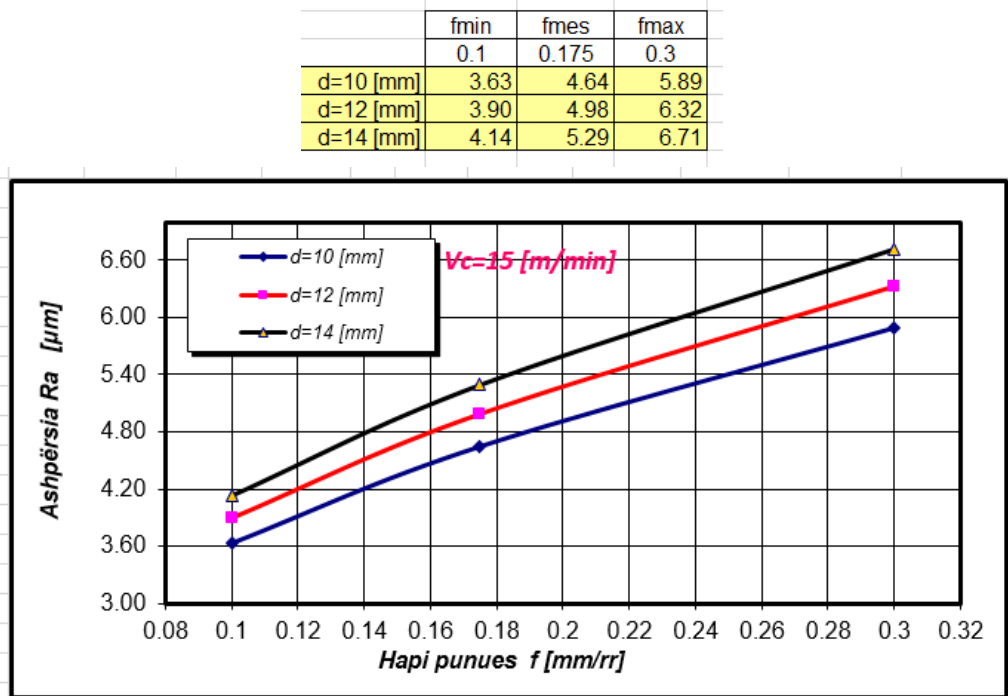


Fig.1.10 Vartësia e Ra prej hapit punues dhe diametrit për shpejtësinë e prerjes V_{cmin}

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
d=10 [mm]	2.87	3.67	4.65
d=12 [mm]	3.08	3.94	5.00
d=14 [mm]	3.27	4.18	5.31

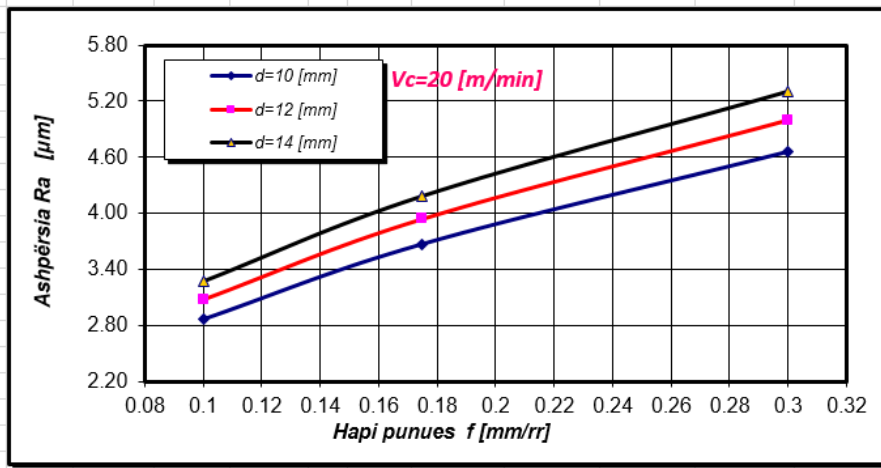


Fig.1.11 Vartësia e Ra prej hapit punues dhe diametrit për shpejtësinë e prerjes Vcmes

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
d=10 [mm]	2.39	3.06	3.88
d=12 [mm]	2.57	3.28	4.16
d=14 [mm]	2.73	3.49	4.42

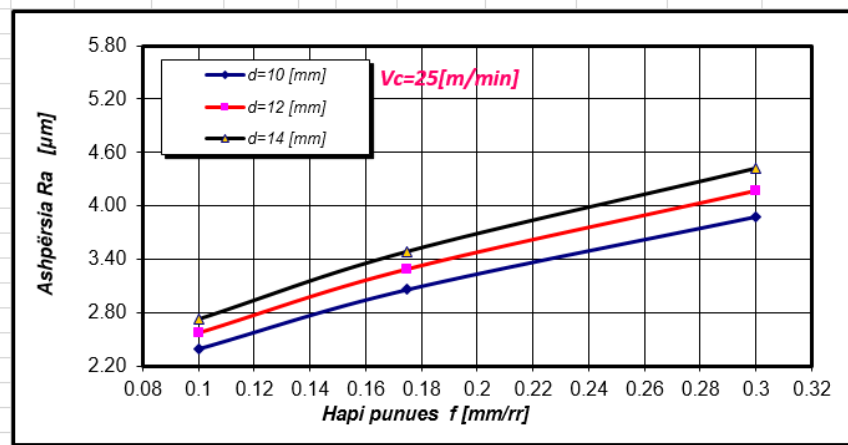


Fig.1.12 Vartësia e Ra prej hapit punues dhe diametrit për shpejtësinë e prerjes Vcmax

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
f=0.100 [mm/rr]	3.63	3.90	4.14
f=0.175 [mm/rr]	4.64	4.98	5.29
f=0.300 [mm/rr]	5.89	6.32	6.71

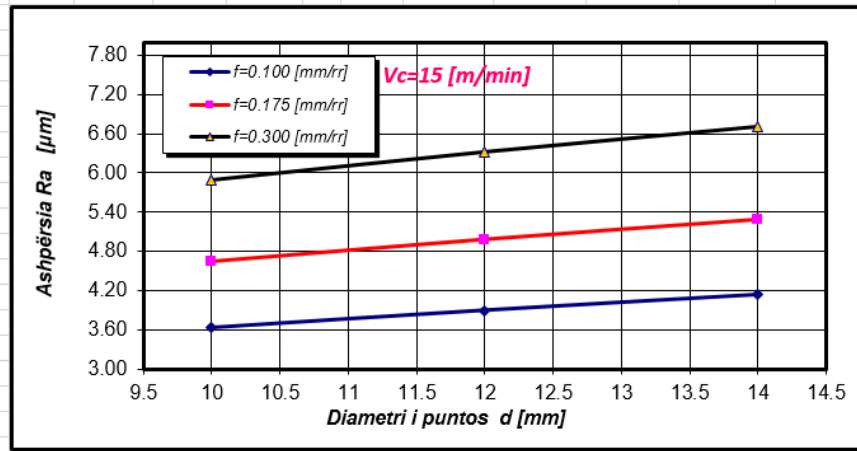


Fig.1.13 Vartësia e Ra prej diametrit dhe hapit punues për shpejtësinë e prerjes Vcmin

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
f=0.100 [mm/rr]	2.87	3.08	3.27
f=0.175 [mm/rr]	3.67	3.94	4.18
f=0.300 [mm/rr]	4.65	5.00	5.31

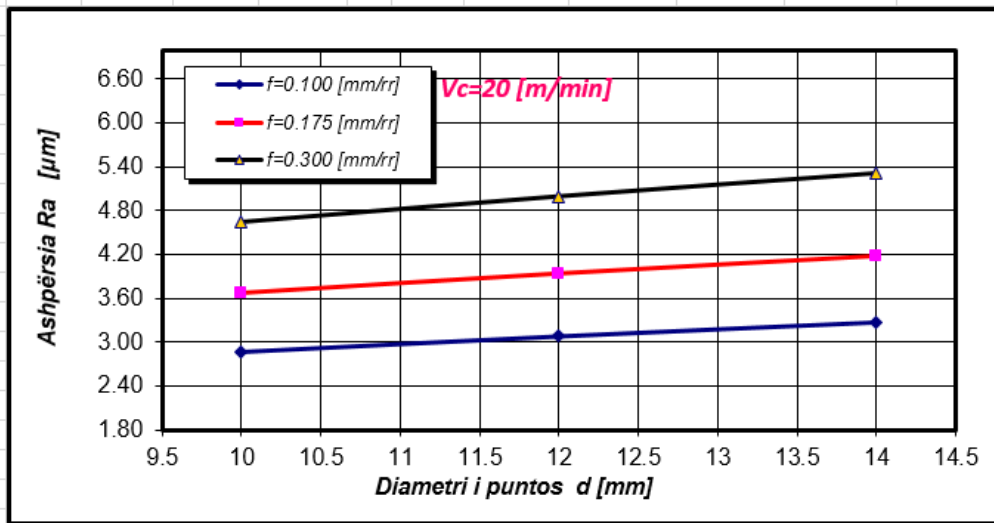


Fig.1.14 Vartësia e Ra prej diametrit dhe hapit punues për shpejtësinë e prerjes Vcmes

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
f=0.100 [mm/rr]	2.39	2.57	2.73
f=0.175 [mm/rr]	3.06	3.28	3.49
f=0.300 [mm/rr]	3.88	4.16	4.42

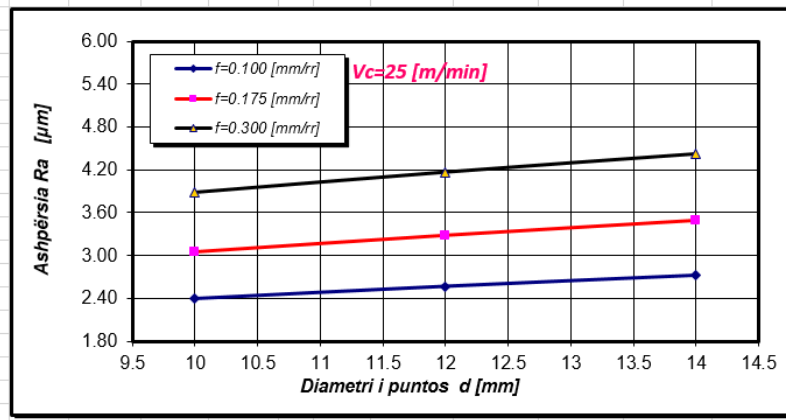


Fig.1.15 Vartësia e Ra prej diametrit dhe hapit punues për shpejtësinë e prerjes V_{cmax}

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
Vc=15 [m/min]	3.63	3.90	4.14
Vc=20 [m/min]	2.87	3.08	3.27
Vc=25 [m/min]	2.39	2.57	2.73

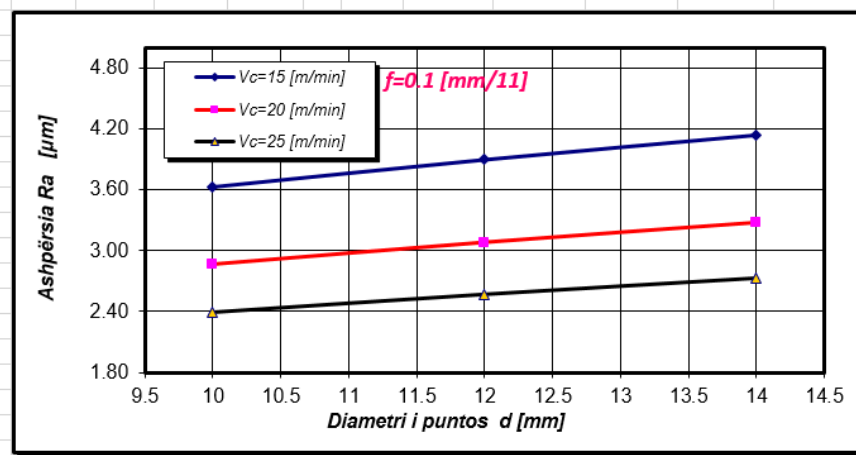


Fig.1.16 Vartësia e Ra prej diametrit dhe shpejtësisë së prerjes, për hapin punues f_{min}

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
Vc=15 [m/min]	4.64	4.98	5.29
Vc=20 [m/min]	3.67	3.94	4.18
Vc=25 [m/min]	3.06	3.28	3.49

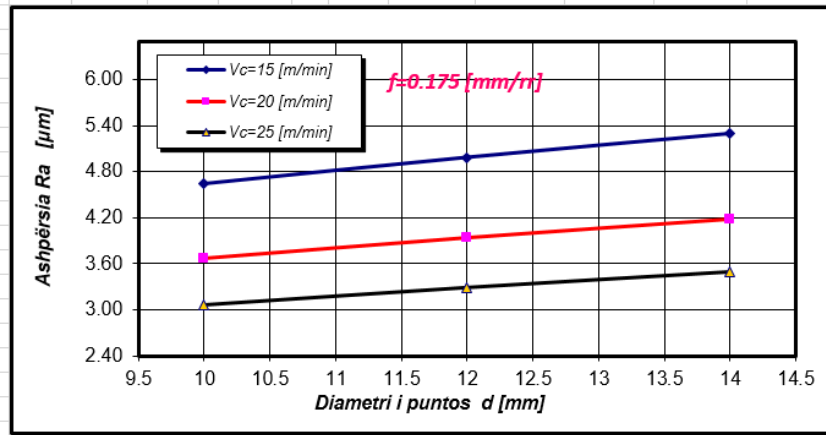


Fig.1.17 Vartësia e Ra prej diametrit dhe shpejtësisë së prerjes, për hapin punues f_{mes}

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
Vc=15 [m/min]	5.89	6.32	6.71
Vc=20 [m/min]	4.65	5.00	5.31
Vc=25 [m/min]	3.88	4.16	4.42

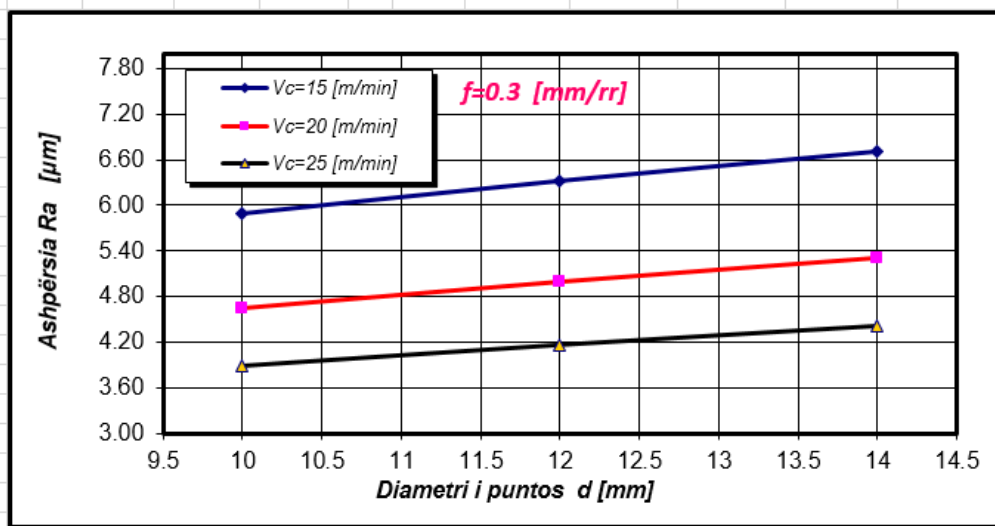


Fig.1.18 Vartësia e Ra prej diametrit dhe shpejtësisë së prerjes, për hapin punues f_{max}

$$2. R_z = C_{Rz} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 105.585437v^{-0.80071184} \cdot f^{0.455977} \cdot d^{0.495187}$$

	Vcmin	Vcmes	Vcmax
	15	20	25
d=10 [mm]	13.22	10.50	8.78
d=12 [mm]	14.47	11.49	9.61
d=14 [mm]	15.61	12.40	10.37

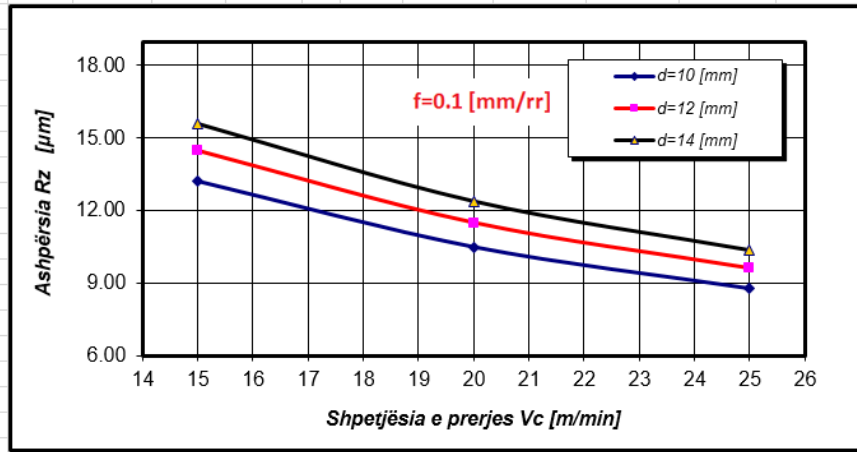


Fig.2.1 Vartësia e Rz prej shpejtësisë së prerjes dhe diametrit të puntos, për hapin f_{min}

	Vcmin	Vcmes	Vcmax
	15	20	25
d=10 [mm]	17.06	13.55	11.33
d=12 [mm]	18.67	14.83	12.40
d=14 [mm]	20.15	16.01	13.39

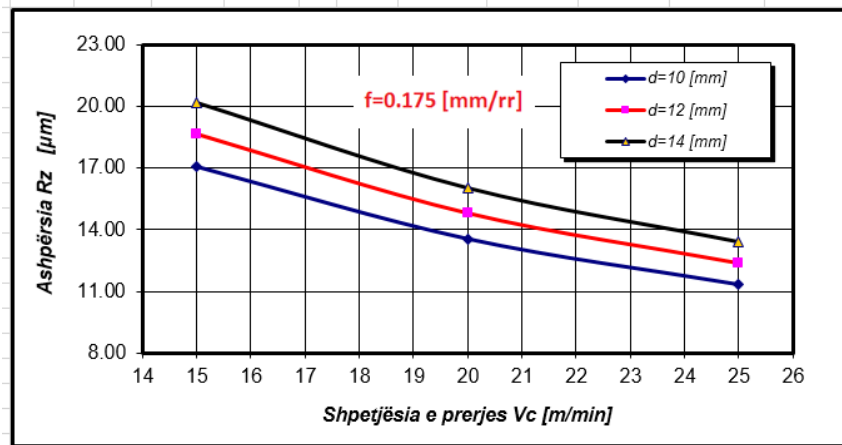


Fig.2.2 Vartësia e Rz prej shpejtësisë së prerjes dhe diametrit të puntos, për hapin f_{mes}

	Vcmin	Vcmes	Vcmax
	15	20	25
d=10 [mm]	21.81	17.32	14.49
d=12 [mm]	18.67	14.83	12.40
d=14 [mm]	20.15	16.01	13.39

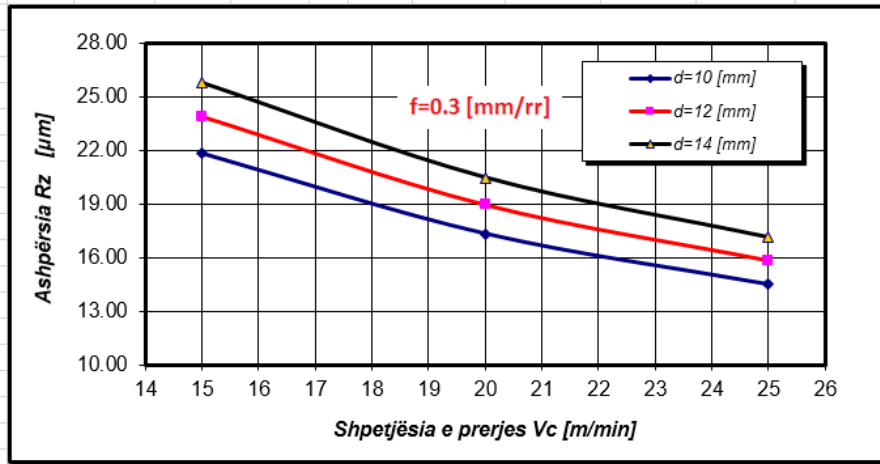


Fig.2.3 Vartësia e Rz prej shpejtësisë së prerjes dhe diametrit të puntos, për hapin f_{max}

	Vcmin	Vcmes	Vcmax
	15	20	25
f=0.1 [mm/rr]	13.22	10.50	8.78
f=0.175 [mm/rr]	17.06	13.55	11.33
f=0.3 [mm/rr]	21.81	17.32	14.49

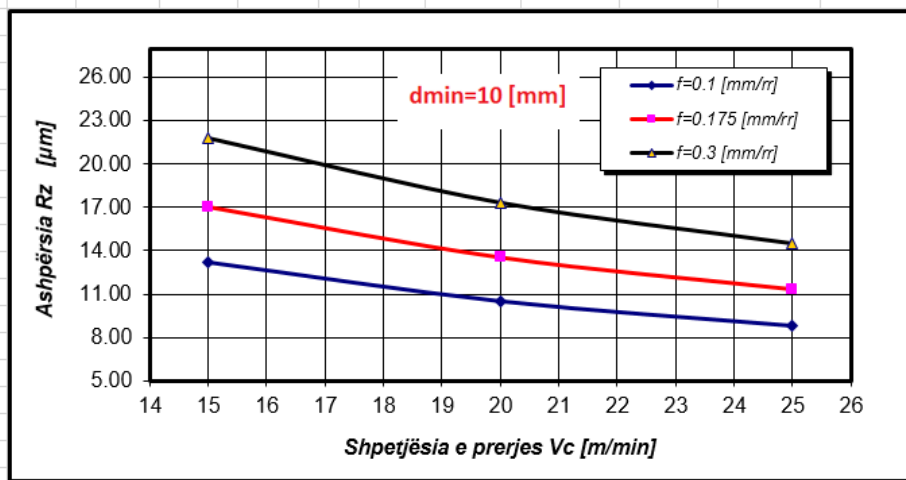


Fig.2.4 Vartësia e Rz prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit punues , për diametrin e puntos d_{min}

	Vcmin	Vcmes	Vcmax
	15	20	25
f=0.1 [mm/rr]	14.47	11.49	9.61
f=0.175 [mm/rr]	18.67	14.83	12.40
f=0.3 [mm/rr]	23.87	18.96	15.86

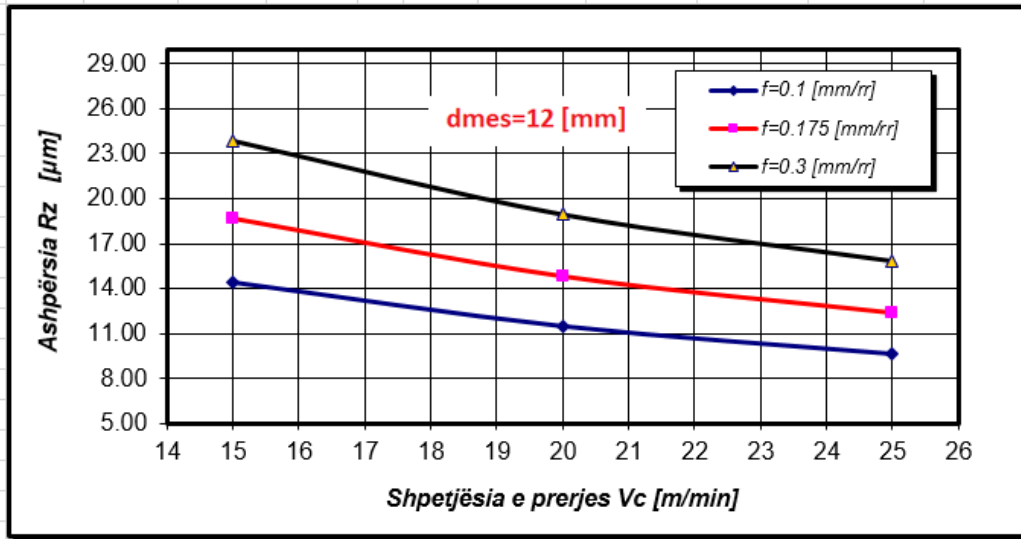


Fig.2.5 Vartësia e Rz prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit punues, për diametrin e puntos d_{mes}

	Vcmin	Vcmes	Vcmax
	15	20	25
f=0.1 [mm/rr]	15.61	12.40	10.37
f=0.175 [mm/rr]	20.15	16.01	13.39
f=0.3 [mm/rr]	25.77	20.46	17.12

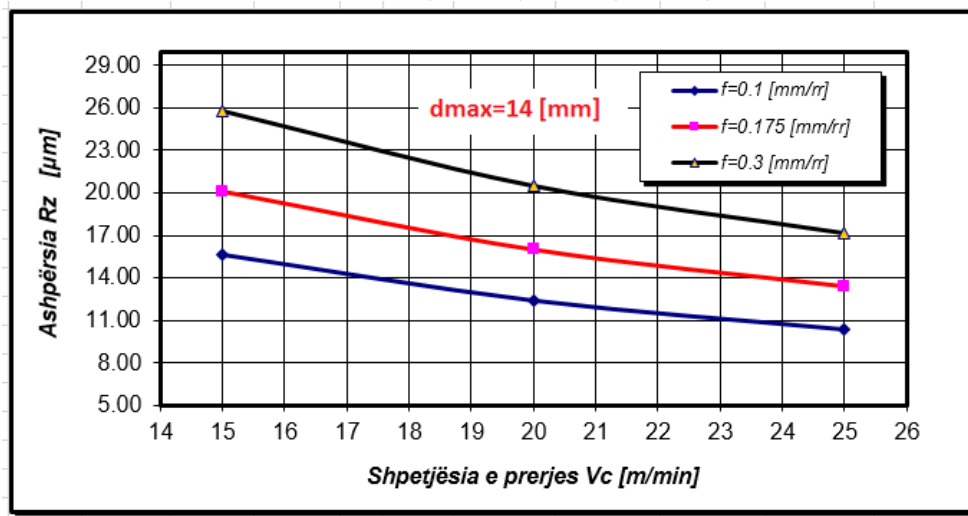


Fig.2.6 Vartësia e Rz prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit punues, për diametrin e puntos d_{max}

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
Vc=15 [m/min]	13.22	17.06	21.81
Vc=20 [m/min]	10.50	13.55	17.32
Vc=25 [m/min]	8.78	11.33	14.49

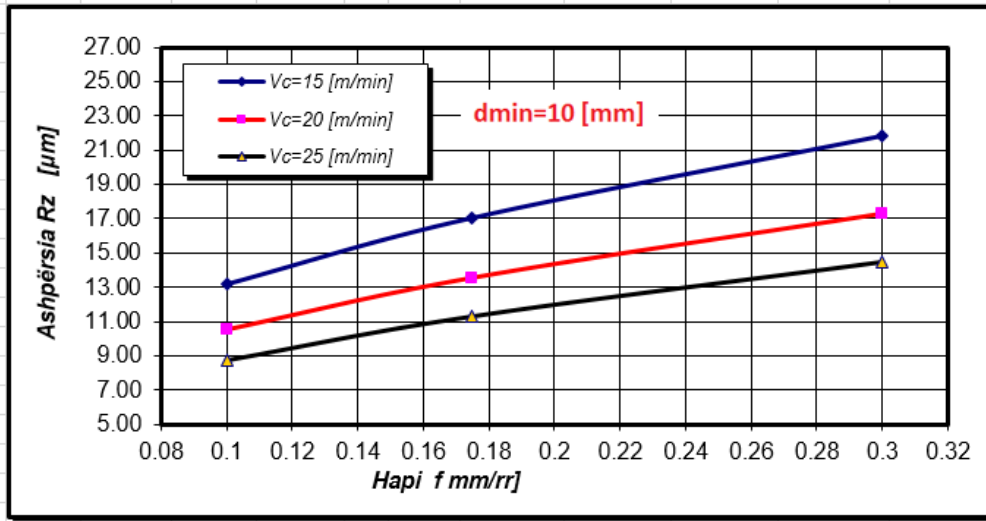


Fig.2.7 Vartësia e Rz prej hapit punues dhe shpejtësisë së prerjes , për diametrin e puntos d_{min}

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
Vc=15 [m/min]	14.47	18.67	23.87
Vc=20 [m/min]	11.49	14.83	18.96
Vc=25 [m/min]	9.61	12.40	15.86

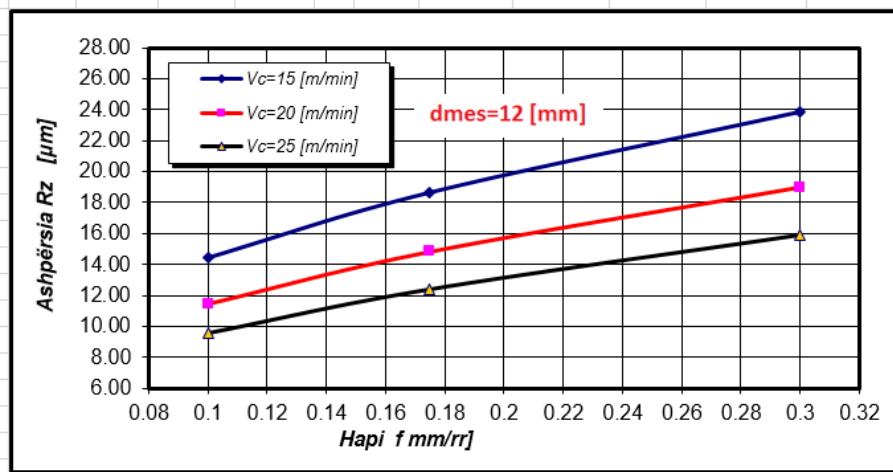


Fig.2.8 Vartësia e Rz prej hapit punues dhe shpejtësisë së prerjes , për diametrin e puntos d_{mes}

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
Vc=15 [m/min]	15.61	20.15	25.77
Vc=20 [m/min]	12.40	16.01	20.46
Vc=25 [m/min]	10.37	13.39	17.12

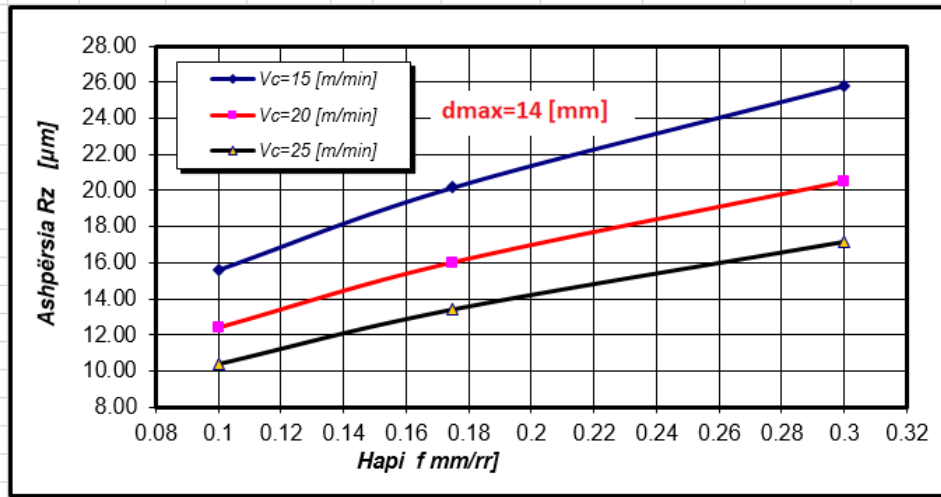


Fig.2.9 Vartësia e R_z prej hapit punues dhe shpejtësisë së prerjes , për diametrin e puntos d_{max}

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
d=10 [mm]	13.22	17.06	21.81
d=12 [mm]	14.47	18.67	23.87
d=14 [mm]	15.61	20.15	25.77

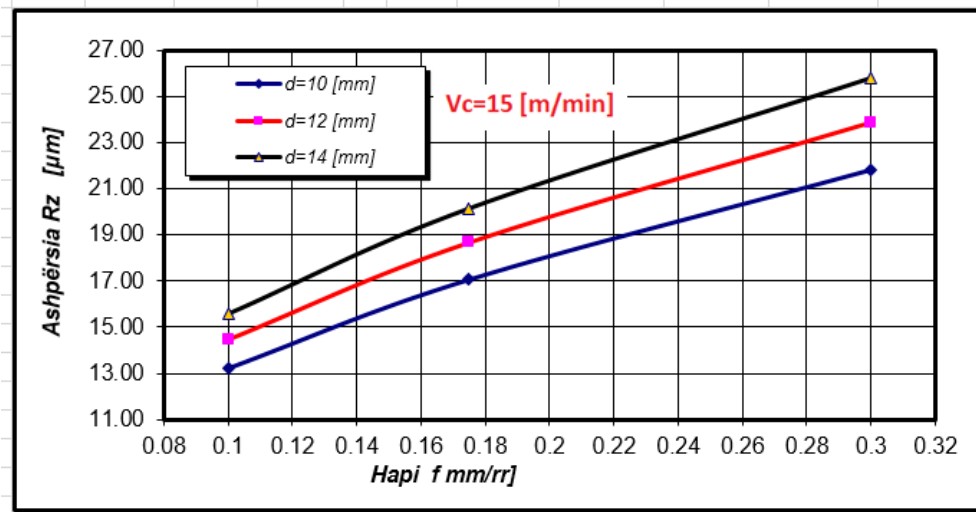


Fig.2.10 Vartësia e R_z prej hapit punues dhe diametrin për shpejtësinë e prerjes V_{cmin}

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
d=10 [mm]	10.50	13.55	17.32
d=12 [mm]	11.49	14.83	18.96
d=14 [mm]	12.40	16.01	20.46

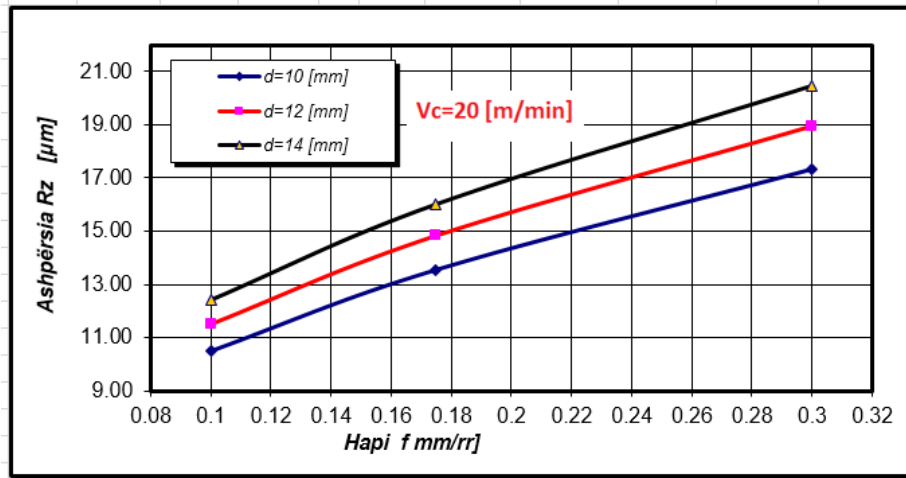


Fig.2.11 Vartësia e R_z prej hapit punues dhe diametrit për shpejtësinë e prerjes $V_{c\text{mes}}$

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
d=10 [mm]	8.78	11.33	14.49
d=12 [mm]	9.61	12.40	15.86
d=14 [mm]	10.37	13.39	17.12

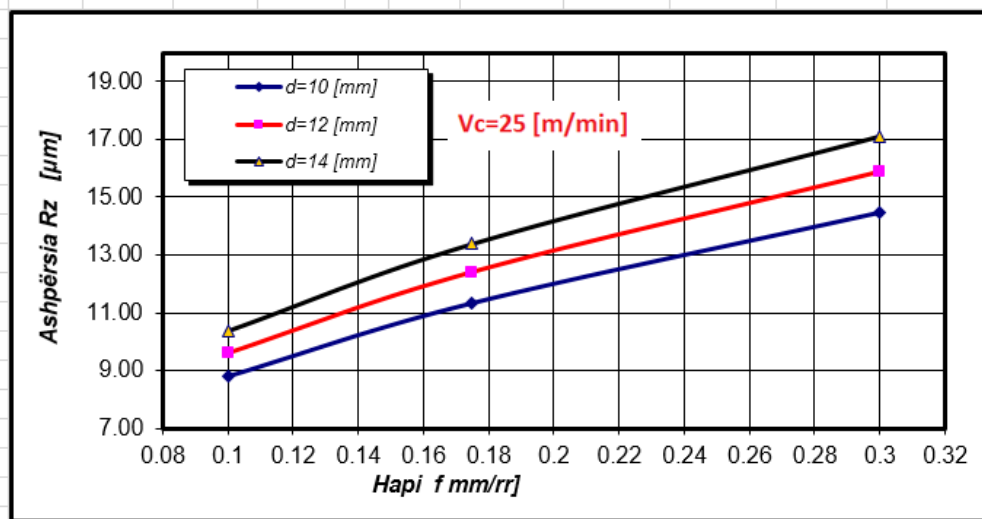


Fig.2.12 Vartësia e R_z prej hapit punues dhe diametrit për shpejtësinë e prerjes $V_{c\text{max}}$

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
f=0.1 [mm/rr]	13.22	14.47	15.61
f=0.175 [mm/rr]	17.06	18.67	20.15
f=0.3 [mm/rr]	21.81	23.87	25.77

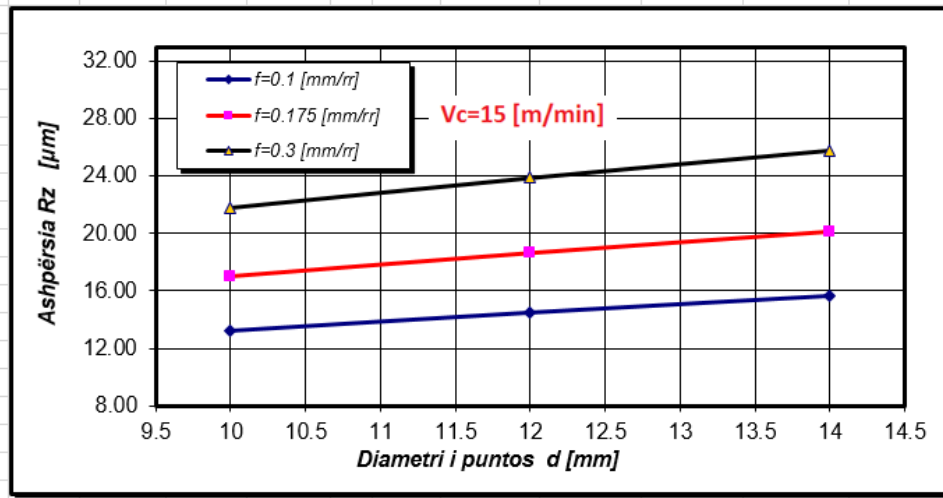


Fig.2.13 Vartësia e Rz prej diametrit dhe hapit punues për shpejtësinë e prerjes Vcmin

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
f=0.1 [mm/rr]	10.50	11.49	12.40
f=0.175 [mm/rr]	13.55	14.83	16.01
f=0.3 [mm/rr]	17.32	18.96	20.46

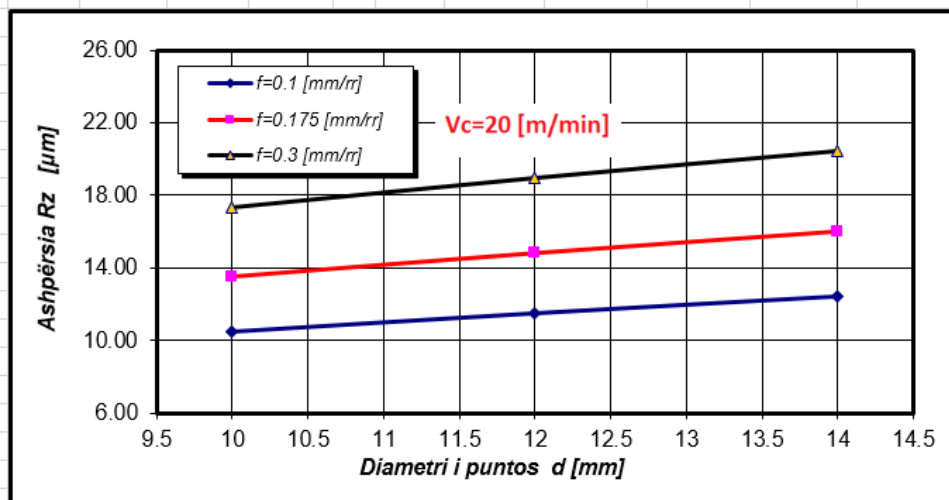


Fig.2.14 Vartësia e Rz prej diametrit dhe hapit punues për shpejtësinë e prerjes Vcmes

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
f=0.1 [mm/rr]	8.78	9.61	10.37
f=0.175 [mm/rr]	11.33	12.40	13.39
f=0.3 [mm/rr]	14.49	15.86	17.12

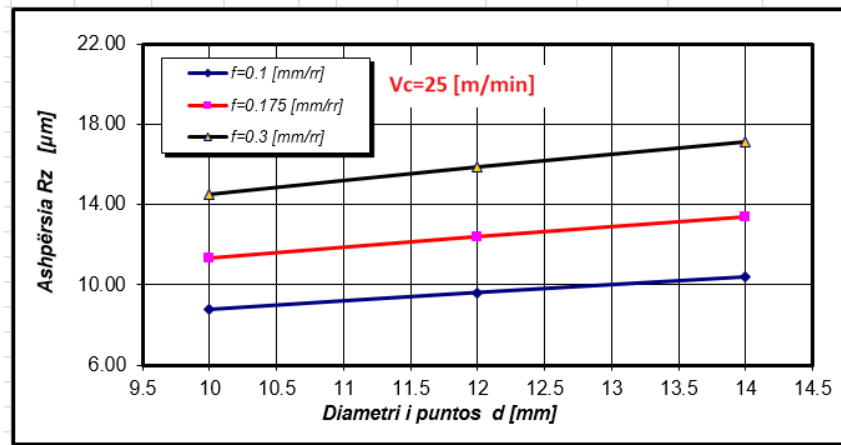


Fig.2.15 Vartësia e R_z prej diametrit dhe hapit punues për shpejtësinë e prerjes V_{cmax}

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
$V_c=15$ [m/min]	13.22	14.47	15.61
$V_c=20$ [m/min]	10.50	11.49	12.40
$V_c=25$ [m/min]	8.78	9.61	10.37

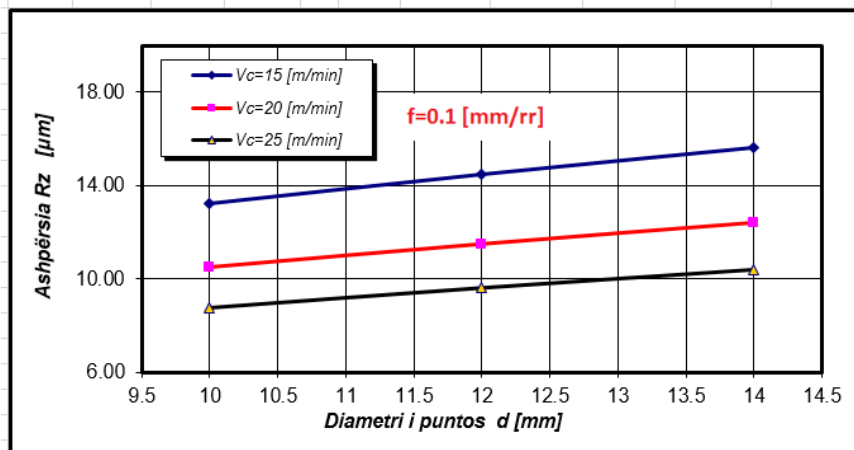


Fig.2.16 Vartësia e R_z prej diametrit dhe shpejtësisë së prerjes, për hapin punues f_{min}

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
Vc=15 [m/min]	17.06	18.67	20.15
Vc=20 [m/min]	13.55	14.83	16.01
Vc=25 [m/min]	11.33	12.40	13.39

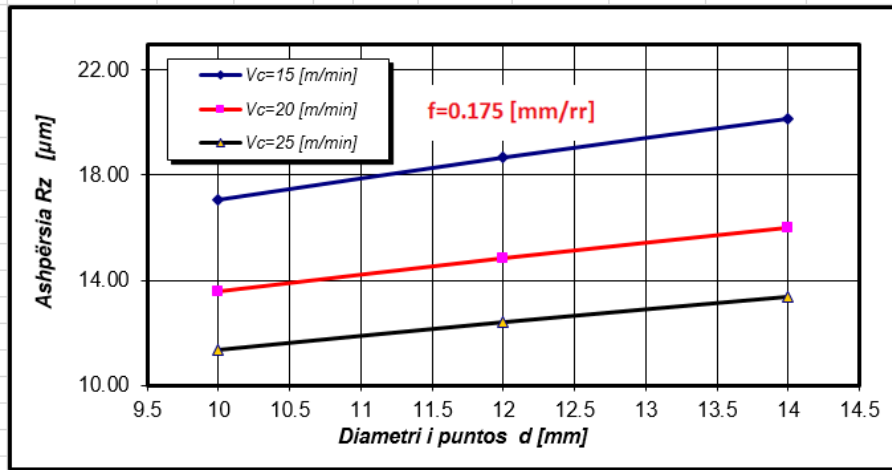


Fig.2.17 Vartësia e Rz prej diametrit dhe shpejtësisë së prerjes, për hapin punues f_{mes}

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
Vc=15 [m/min]	21.81	23.87	25.77
Vc=20 [m/min]	17.32	18.96	20.46
Vc=25 [m/min]	14.49	15.86	17.12

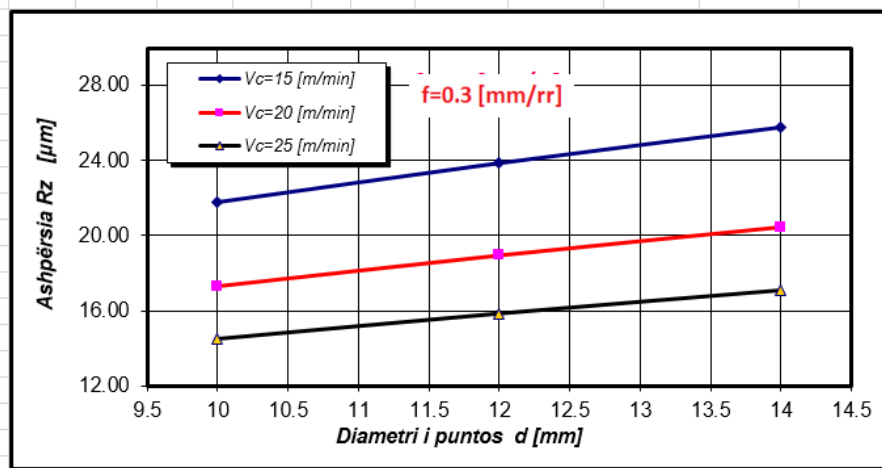


Fig.2.18 Vartësia e Rz prej diametrit dhe shpejtësisë së prerjes, për hapin punues f_{max}

$$3. R_q = C_{Rq} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 49.9970294 \cdot v^{-0.893287B7} \cdot f^{0.458286} \cdot d^{0.411421}$$

	Vcmin	Vcmes	Vcmax
	15	20	25
d=10 [mm]	4.02	3.11	2.54
d=12 [mm]	4.33	3.35	2.74
d=14 [mm]	4.61	3.57	2.92

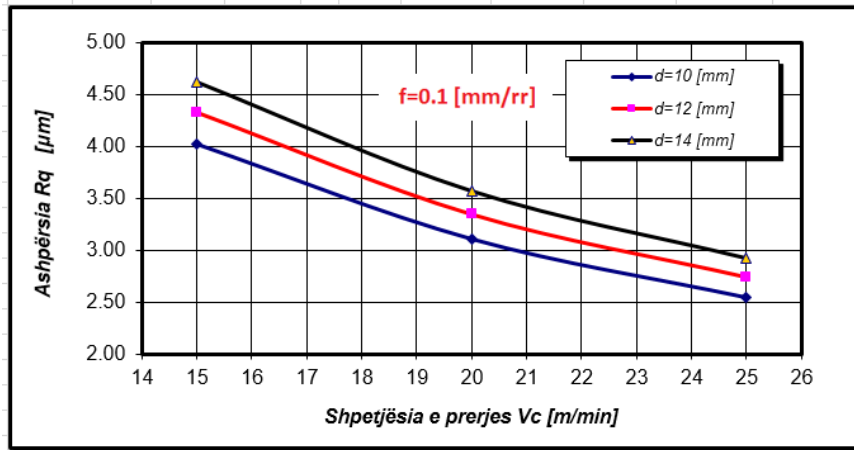


Fig.3.1 Vartësia e Rq prej shpejtësisë së prerjes dhe diametrit të puntos, për hapin f_{min}

	Vcmin	Vcmes	Vcmax
	15	20	25
d=10 [mm]	5.18	4.01	3.28
d=12 [mm]	5.59	4.32	3.54
d=14 [mm]	5.95	4.60	3.77

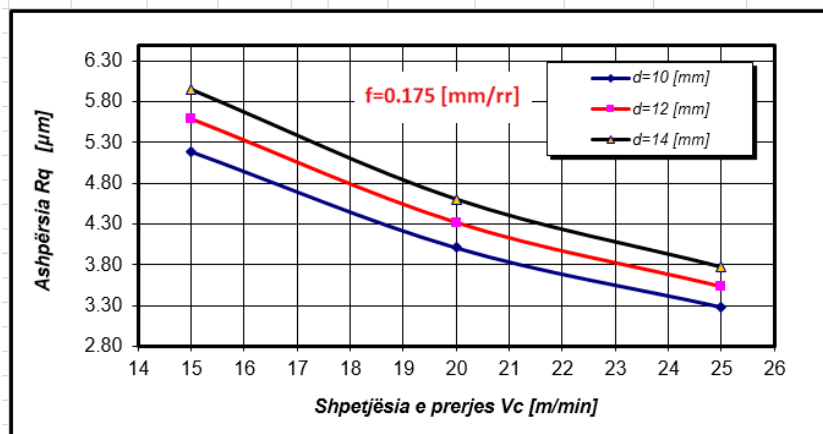


Fig.3.2 Vartësia e Rq prej shpejtësisë së prerjes dhe diametrit të puntos, për hapin f_{mes}

	Vcmin	Vcmes	Vcmax
	15	20	25
d=10 [mm]	6.63	5.13	4.20
d=12 [mm]	7.14	5.53	4.53
d=14 [mm]	7.61	5.89	4.82

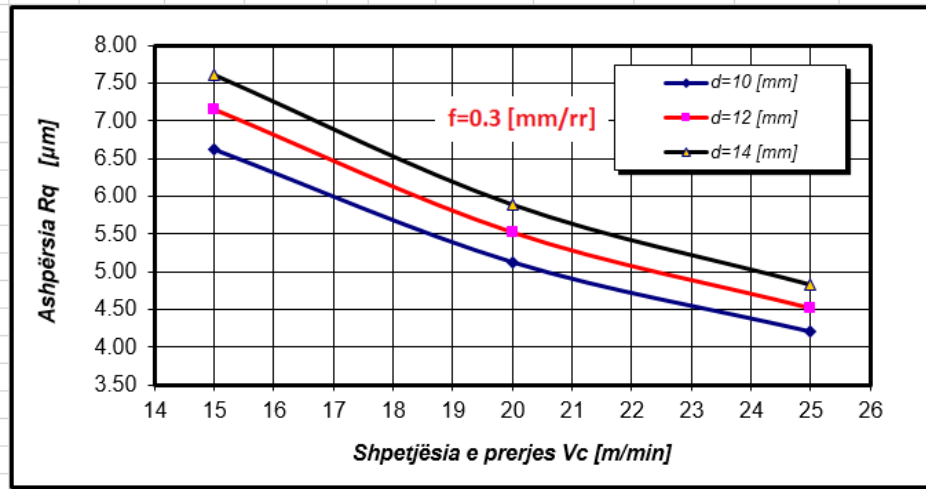


Fig.3.3 Vartësia e R_q prej shpejtësisë së prerjes dhe diametrit të puntos, për hapin f_{max}

	Vcmin	Vcmes	Vcmax
	15	20	25
f=0.100 [mm/rr]	4.02	3.11	2.54
f=0.175 [mm/rr]	5.18	4.01	3.28
f=0.300 [mm/rr]	6.63	5.13	4.20

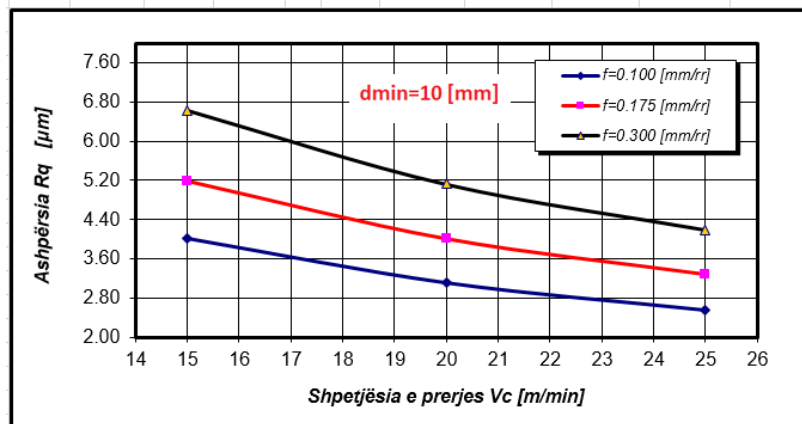


Fig.3.4 Vartësia e R_q prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit punues, për diametrin e puntos d_{min}

	Vcmin	Vcmes	Vcmax
	15	20	25
f=0.100 [mm/rr]	4.33	3.35	2.74
f=0.175 [mm/rr]	5.59	4.32	3.54
f=0.300 [mm/rr]	7.14	5.53	4.53

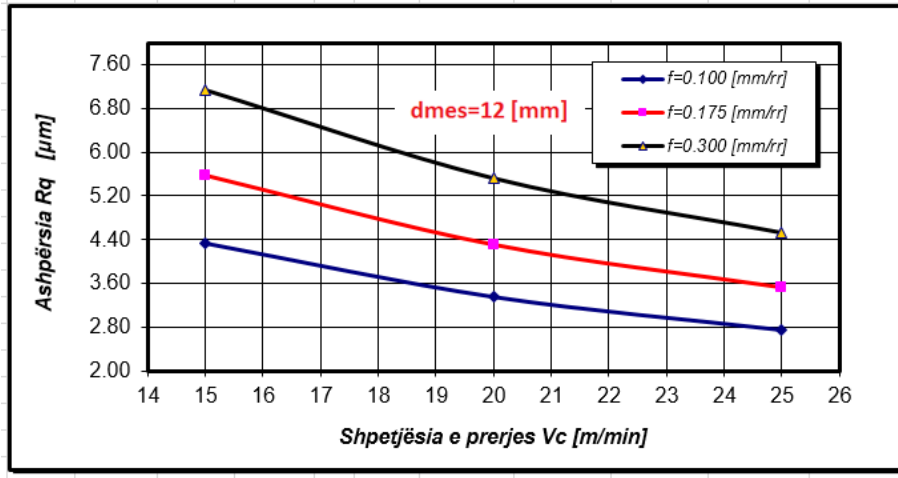


Fig.3.5 Vartësia e Rq prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit punues, për diametrin e puntos d_{mes}

	Vcmin	Vcmes	Vcmax
	15	20	25
f=0.100 [mm/rr]	4.61	3.57	2.92
f=0.175 [mm/rr]	5.95	4.60	3.77
f=0.300 [mm/rr]	7.61	5.89	4.82

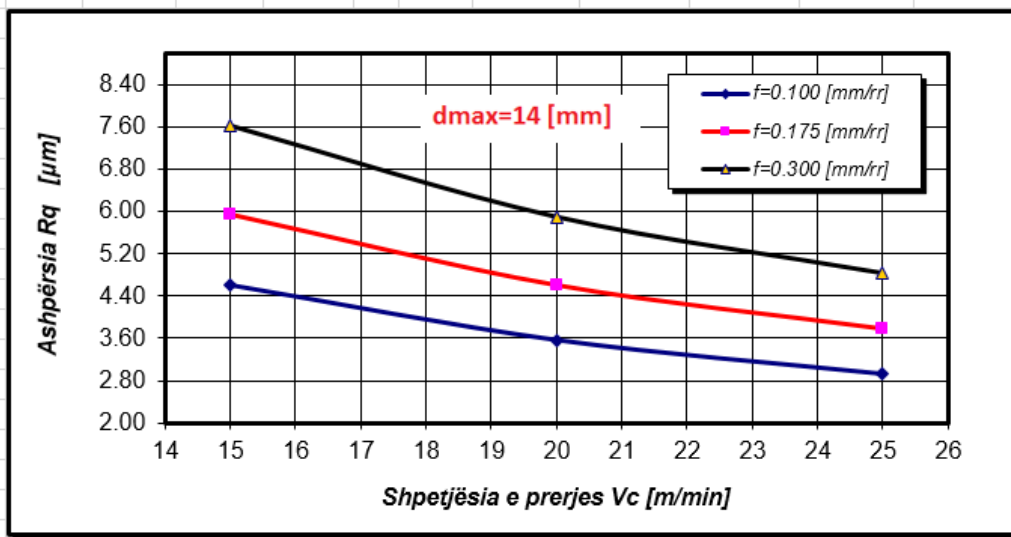


Fig.3.6 Vartësia e Rq prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit punues , për diametrin e puntos d_{max}

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
Vc=15 [m/min]	4.02	5.18	6.63
Vc=20 [m/min]	3.11	4.01	5.13
Vc=25 [m/min]	2.54	3.28	4.20

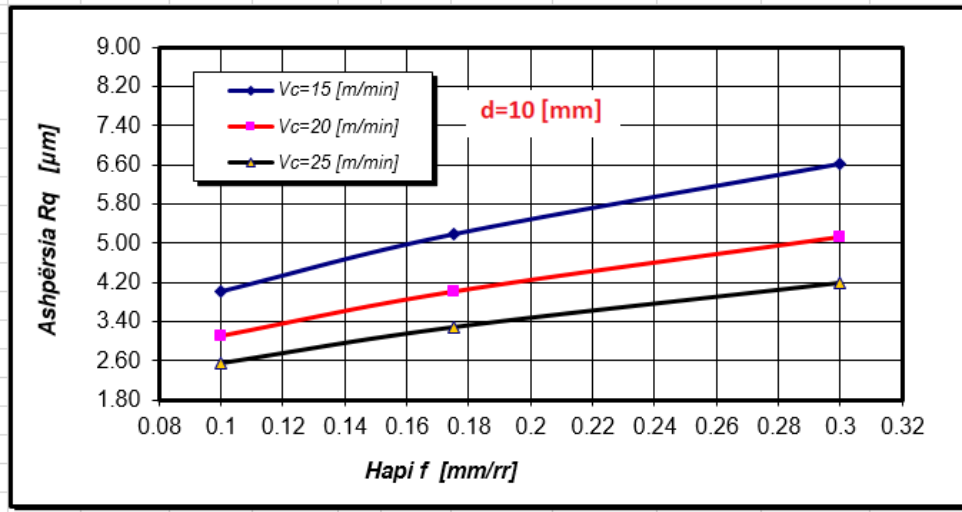


Fig.3.7 Vartësia e Rq prej hapit punues dhe shpejtësisë së prerjes , për diametrin e puntos d_{min}

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
Vc=15 [m/min]	4.33	5.59	7.14
Vc=20 [m/min]	3.35	4.32	5.53
Vc=25 [m/min]	2.74	3.54	4.53

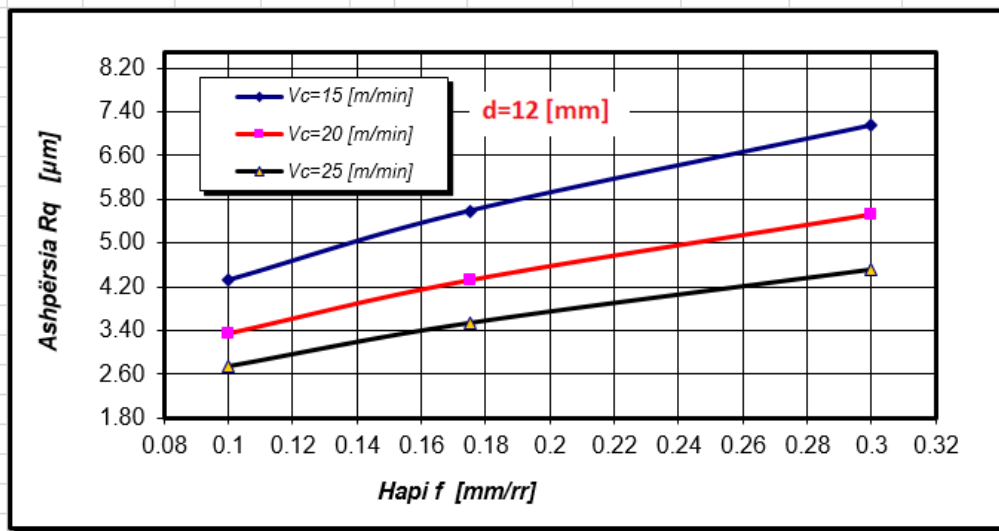


Fig.3.8 Vartësia e Rq prej hapit punues dhe shpejtësisë së prerjes , për diametrin e puntos d_{mes}

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
Vc=15 [m/min]	4.61	5.95	7.61
Vc=20 [m/min]	3.57	4.60	5.89
Vc=25 [m/min]	2.92	3.77	4.82

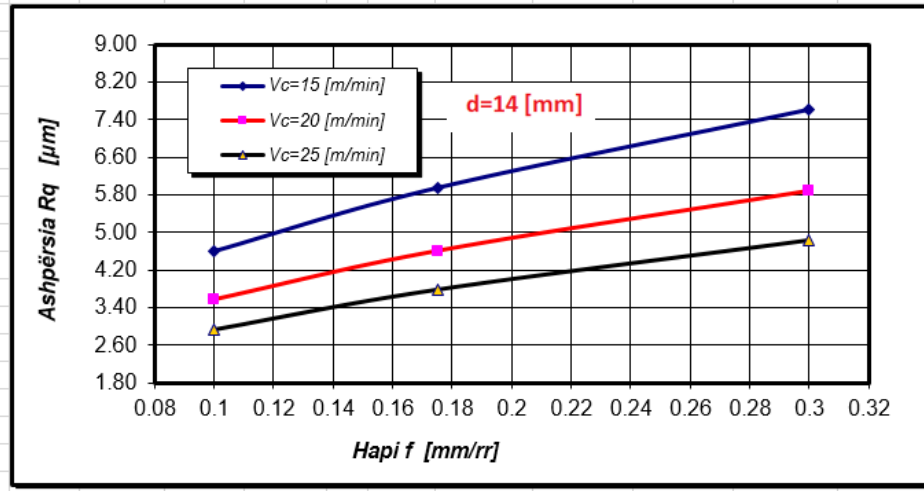


Fig.3.9 Vartësia e Rq prej hapit punues dhe shpejtësisë së prerjes , për diametrin e puntos d_{max}

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
d=10 [mm]	4.02	5.18	6.63
d=12 [mm]	4.33	5.59	7.14
d=14 [mm]	4.61	5.95	7.61

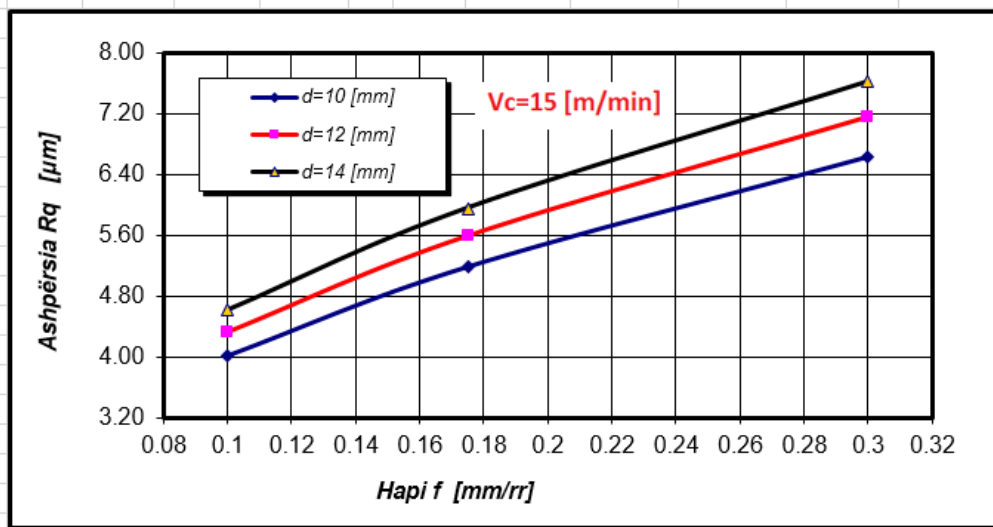


Fig.3.10 Vartësia e Rq prej hapit punues dhe diametrit për shpejtësinë e prerjes Vcmin

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
d=10 [mm]	3.11	4.01	5.13
d=12 [mm]	3.35	4.32	5.53
d=14 [mm]	3.57	4.60	5.89

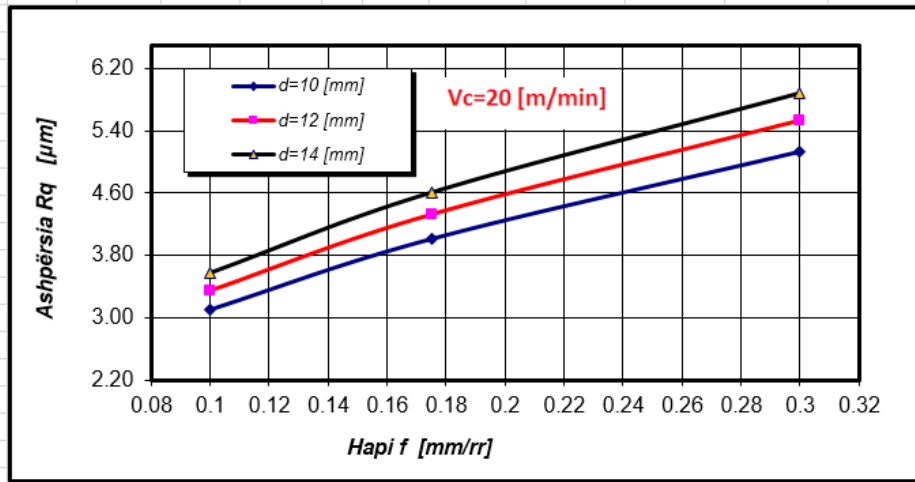


Fig.3.11 Vartësia e Rq prej hapit punues dhe diametrit për shpejtësinë e prerjes Vcmes

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
d=10 [mm]	2.54	3.28	4.20
d=12 [mm]	2.74	3.54	4.53
d=14 [mm]	2.92	3.77	4.82

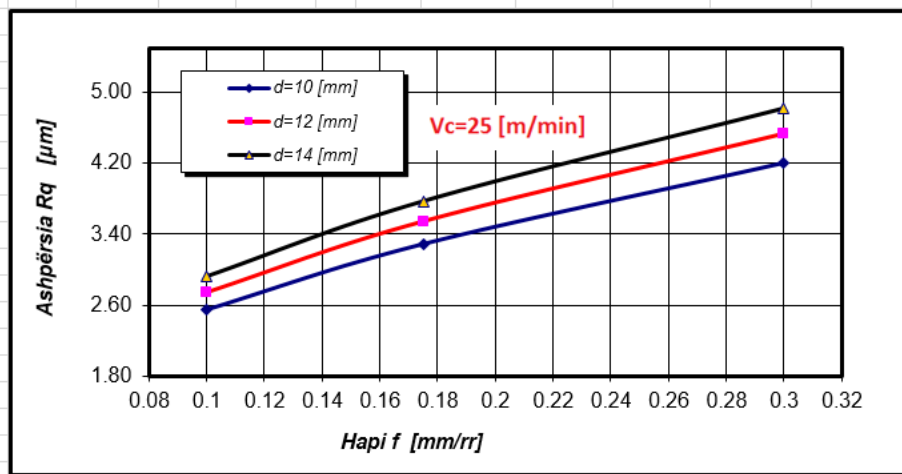


Fig.3.12 Vartësia e Rq prej hapit punues dhe diametrit për shpejtësinë e prerjes Vcmax

	fmin	fmes	fmax
	10	12	14
f=0.100 [mm/rr]	4.02	4.33	4.61
f=0.175 [mm/rr]	5.18	5.59	5.95
f=0.300 [mm/rr]	6.63	7.14	7.61

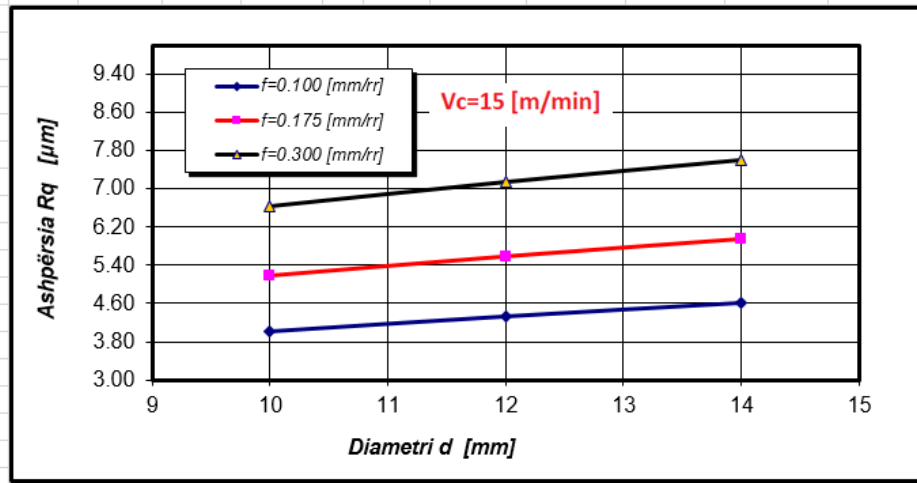


Fig.3.13 Vartësia e Rq prej diametrit dhe hapit punues për shpejtësinë e prerjes Vcmin

	fmin	fmes	fmax
	10	12	14
f=0.100 [mm/rr]	3.11	3.35	3.57
f=0.175 [mm/rr]	4.01	4.32	4.60
f=0.300 [mm/rr]	5.13	5.53	5.89

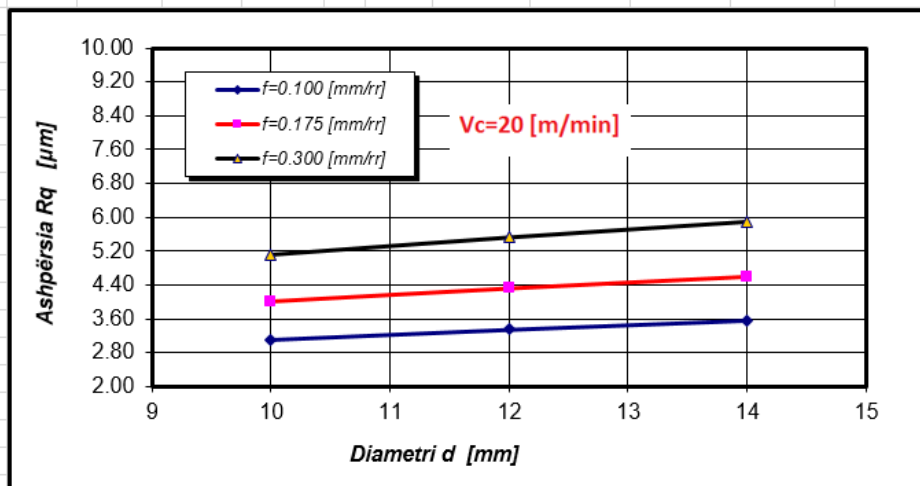


Fig.3.14 Vartësia e Rq prej diametrit dhe hapit punues për shpejtësinë e prerjes Vcmes

	fmin	fmes	fmax
	10	12	14
f=0.100 [mm/rr]	2.54	2.74	2.92
f=0.175 [mm/rr]	3.28	3.54	3.77
f=0.300 [mm/rr]	4.20	4.53	4.82

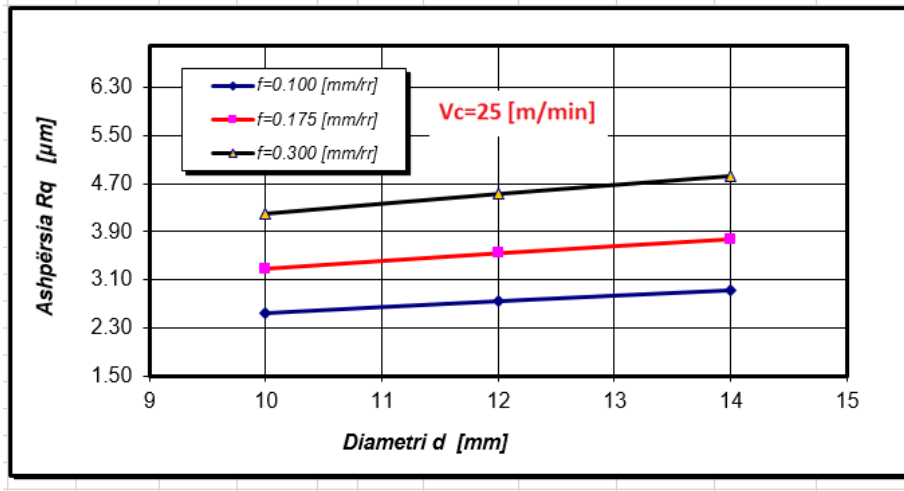


Fig.3.15 Vartësia e R_q prej diametrit dhe hapit punues për shpejtësinë e prerjes V_{cmax}

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
$V_c=15$ [m/min]	4.02	4.33	4.61
$V_c=20$ [m/min]	3.11	3.35	3.57
$V_c=25$ [m/min]	2.54	2.74	2.92

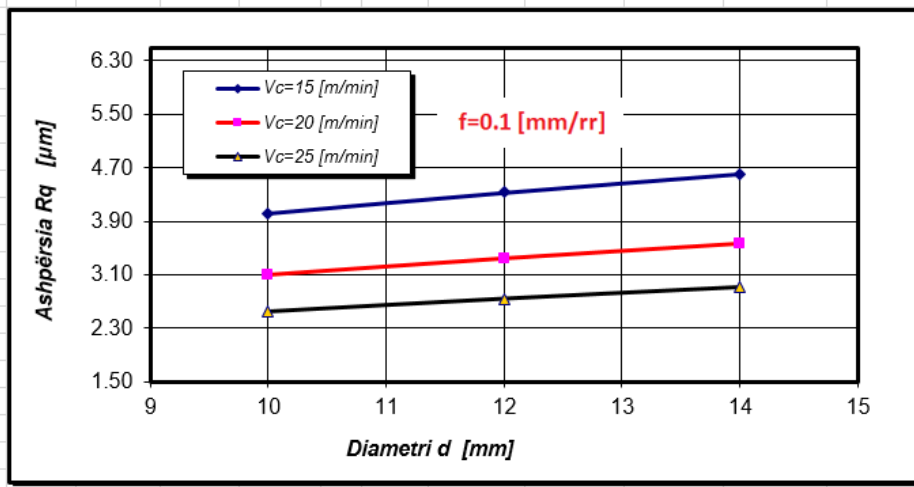


Fig.3.16 Vartësia e R_q prej diametrit dhe shpejtësisë së prerjes, për hapin punues f_{min}

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
Vc=15 [m/min]	5.18	5.59	5.95
Vc=20 [m/min]	4.01	4.32	4.60
Vc=25 [m/min]	3.28	3.54	3.77

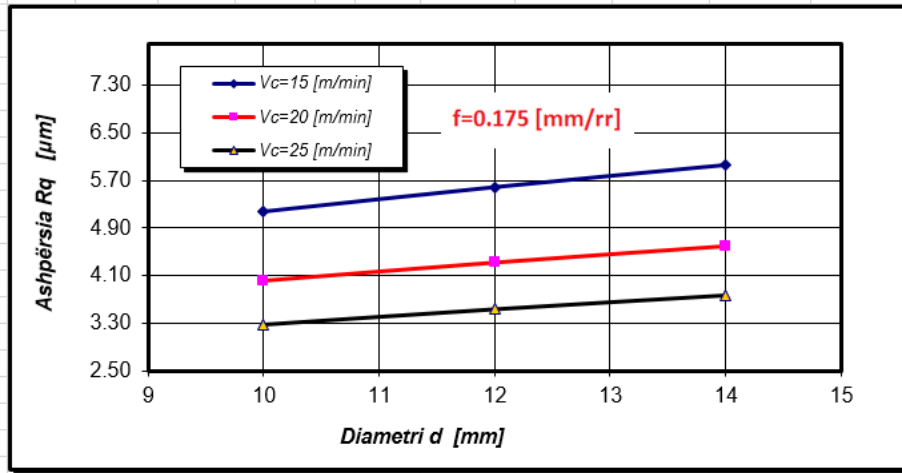


Fig.3.17 Vartësia e Rq prej diametrit dhe shpejtësisë së prerjes, për hapin punues f_{mes}

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
Vc=15 [m/min]	6.63	7.14	7.61
Vc=20 [m/min]	5.13	5.53	5.89
Vc=25 [m/min]	4.20	4.53	4.82

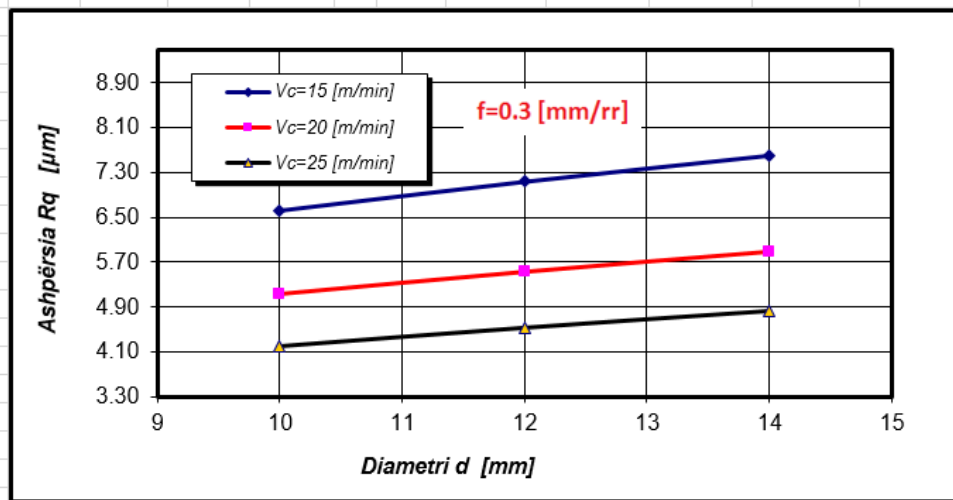


Fig.3.18 Vartësia e Rq prej diametrit dhe shpejtësisë së prerjes, për hapin punues f_{max}

$$4. R_t = C_{Rt} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 309.952185 \cdot v^{-0.7235594} \cdot f^{0.48231} \cdot d^{0.27544}$$

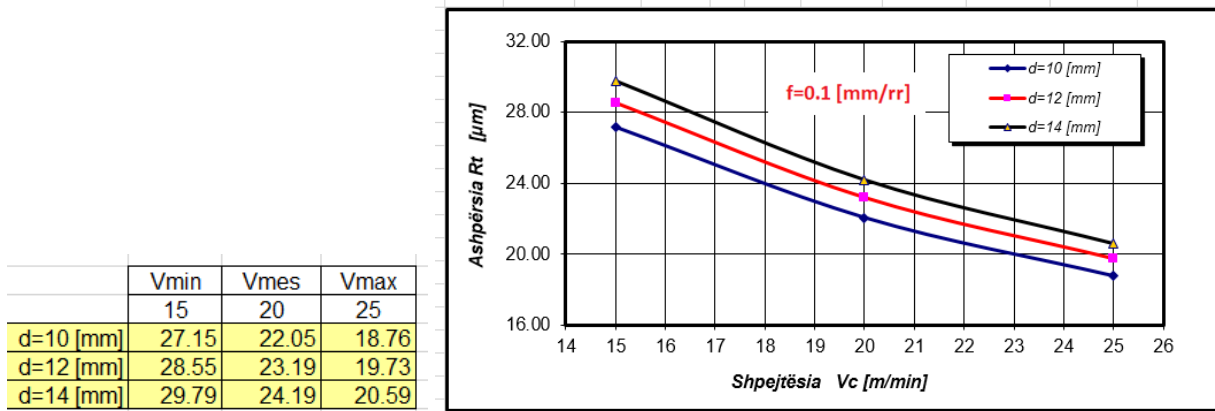


Fig.4.1 Vartësia e Rt prej shpejtësisë së prerjes dhe diametrit të puntos, për hapin f_{min}

	Vmin	Vmes	Vmax
d=10 [mm]	35.56	28.88	24.57
d=12 [mm]	37.39	30.37	25.84
d=14 [mm]	39.01	31.68	26.96

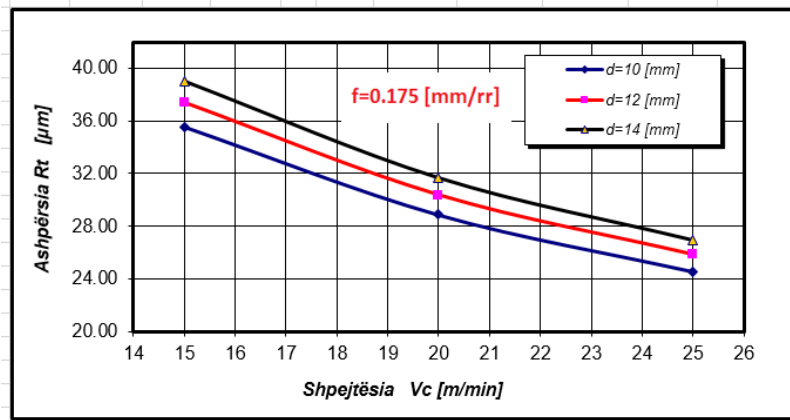


Fig.4.2 Vartësia e Rt prej shpejtësisë së prerjes dhe diametrit të puntos, për hapin f_{mes}

	Vmin	Vmes	Vmax
	15	20	25
d=10 [mm]	46.11	37.45	31.86
d=12 [mm]	48.49	39.38	33.50
d=14 [mm]	50.59	41.08	34.96

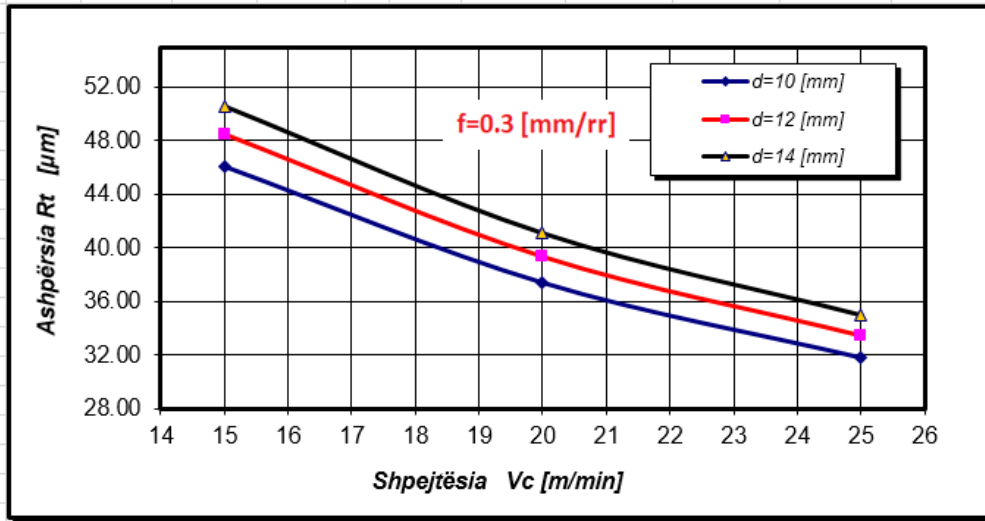


Fig.4.3 Vartësia e R_t prej shpejtësisë së prerjes dhe diametrit të puntos, për hapin f_{max}

	Vmin	Vmes	Vmax
	15	20	25
f=0.100 [mm/rr]	27.15	22.05	18.76
f=0.175 [mm/rr]	35.56	28.88	24.57
f=0.300 [mm/rr]	46.11	37.45	31.86

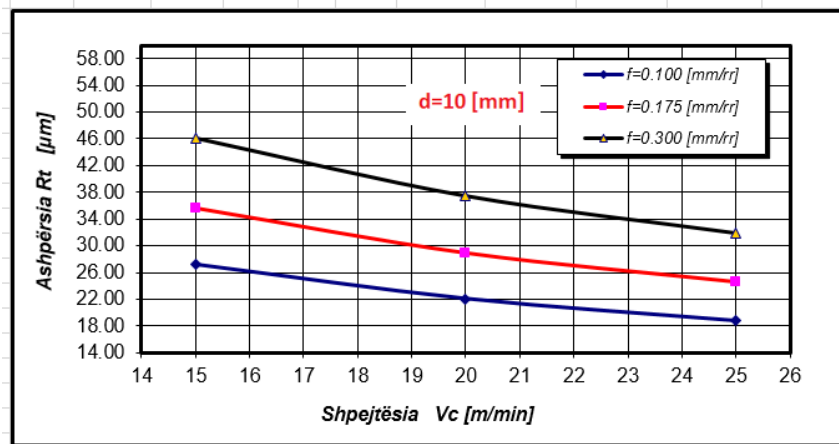


Fig.4.4 Vartësia e R_t prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit punues, për diametrin e puntos d_{min}

	Vmin	Vmes	Vmax
	15	20	25
f=0.100 [mm/rr]	28.55	23.19	19.73
f=0.175 [mm/rr]	37.39	30.37	25.84
f=0.300 [mm/rr]	48.49	39.38	33.50

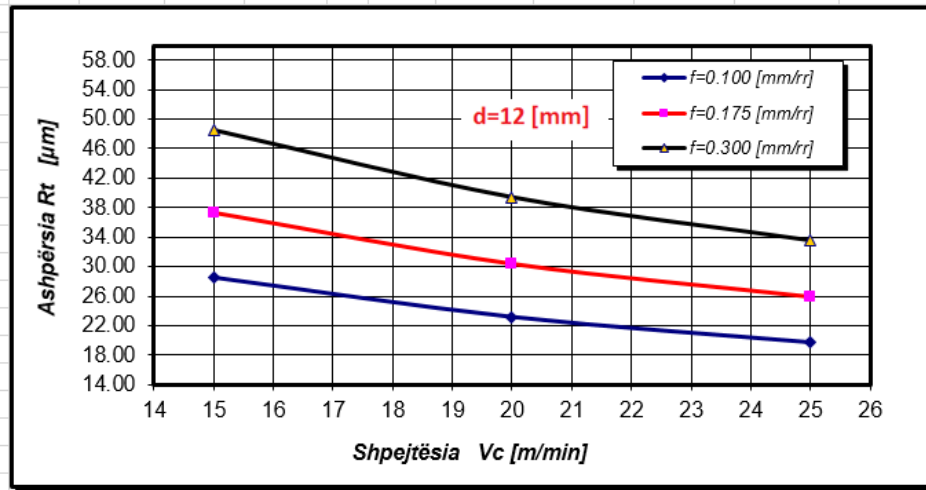


Fig.4.5 Vartësia e Rt prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit punes , për diametrin e puntos d_{mes}

	Vmin	Vmes	Vmax
	15	20	25
f=0.100 [mm/rr]	29.79	24.19	20.59
f=0.175 [mm/rr]	39.01	31.68	26.96
f=0.300 [mm/rr]	50.59	41.08	34.96

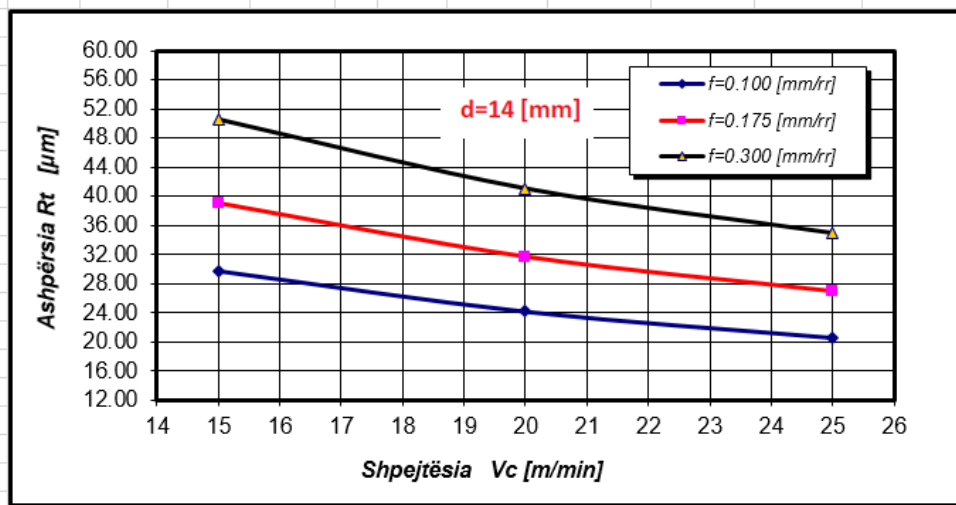


Fig.4.6 Vartësia e Rt prej shpejtësisë së prerjes dhe hapit punes, për diametrin e puntos d_{max}

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
Vc=15 [m/min]	27.15	35.56	46.11
Vc=20 [m/min]	22.05	28.88	37.45
Vc=25 [m/min]	18.76	24.57	31.86

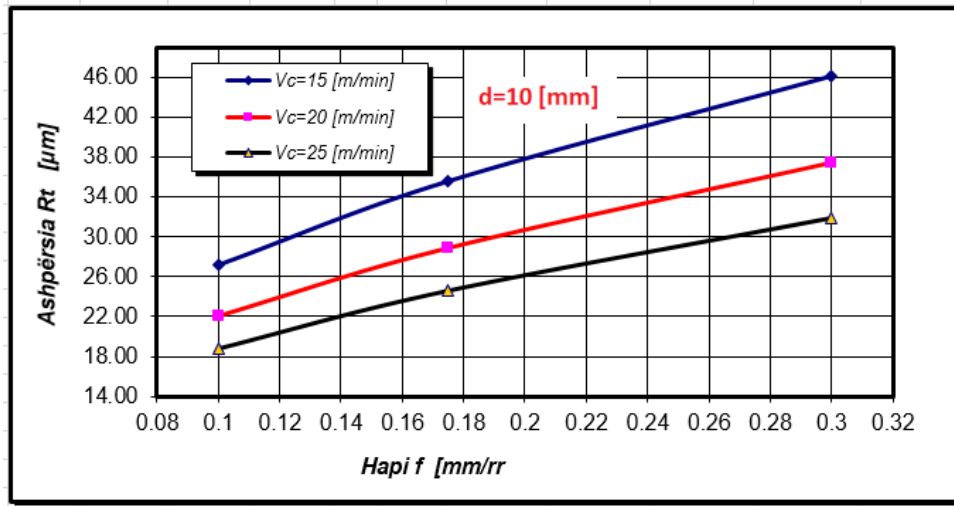


Fig.4.7 Vartësia e Rt prej hapit punues dhe shpejtësisë së prerjes , për diametrin e puntos d_{min}

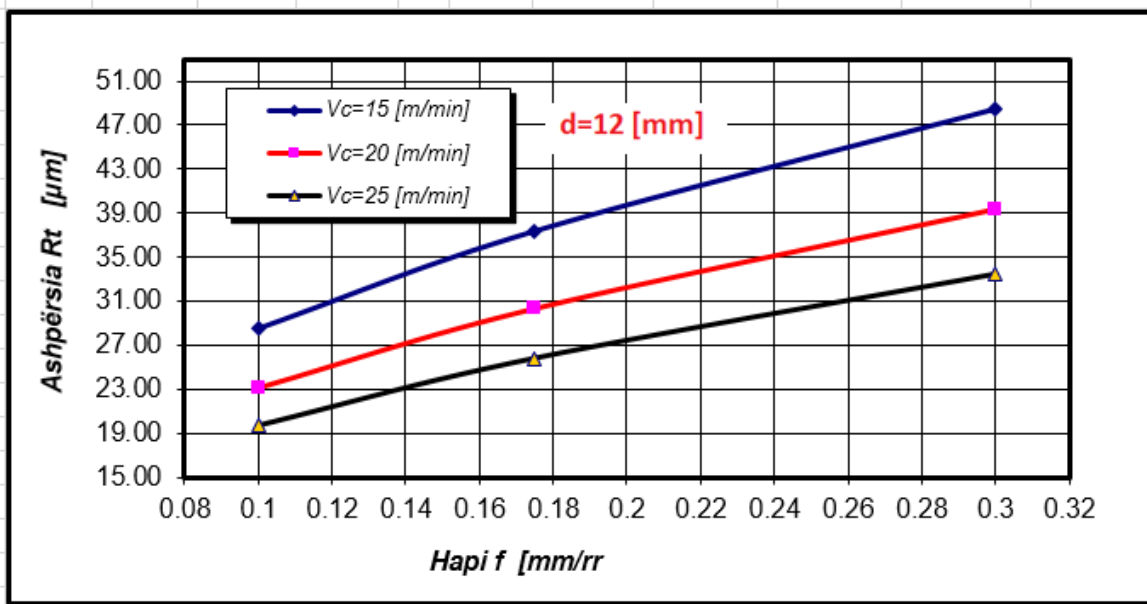


Fig.4.8 Vartësia e Rt prej hapit punues dhe shpejtësisë së prerjes , për diametrin e puntos d_{mes}

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
Vc=15 [m/min]	29.79	39.01	50.59
Vc=20 [m/min]	24.19	31.68	41.08
Vc=25 [m/min]	20.59	26.96	34.96

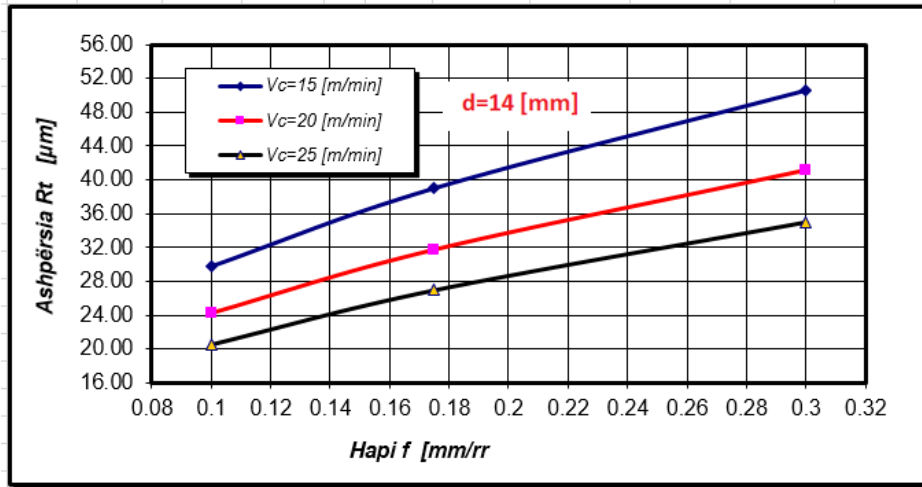


Fig.4.9 Vartësia e Rt prej hapit punues dhe shpejtësisë së prerjes , për diametrin e puntos d_{max}

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
d=10 [mm]	27.15	35.56	46.11
d=12 [mm]	28.55	37.39	48.49
d=14 [mm]	29.79	39.01	50.59

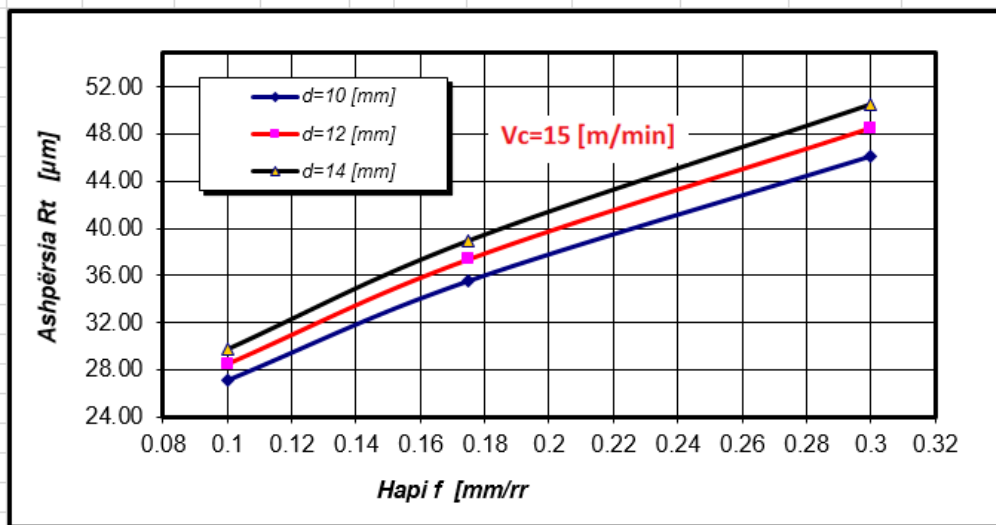


Fig.4.10 Vartësia e Rt prej hapit punues dhe diametrit për shpejtësinë e prerjes Vcmin

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
d=10 [mm]	22.05	28.88	37.45
d=12 [mm]	23.19	30.37	39.38
d=14 [mm]	24.19	31.68	41.08

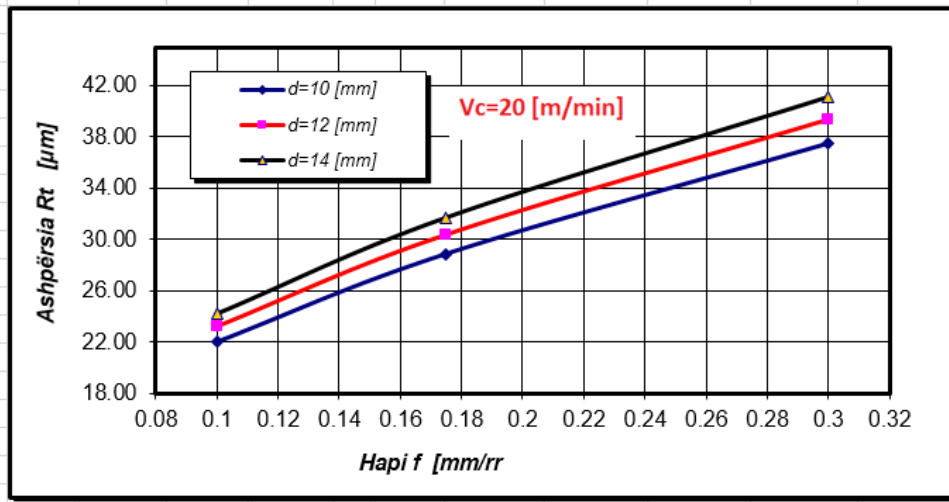


Fig.4.11 Vartësia e Rt prej hapit punues dhe diametrit për shpejtësinë e prerjes Vcmes

	fmin	fmes	fmax
	0.1	0.175	0.3
d=10 [mm]	18.76	24.57	31.86
d=12 [mm]	19.73	25.84	33.50
d=14 [mm]	20.59	26.96	34.96

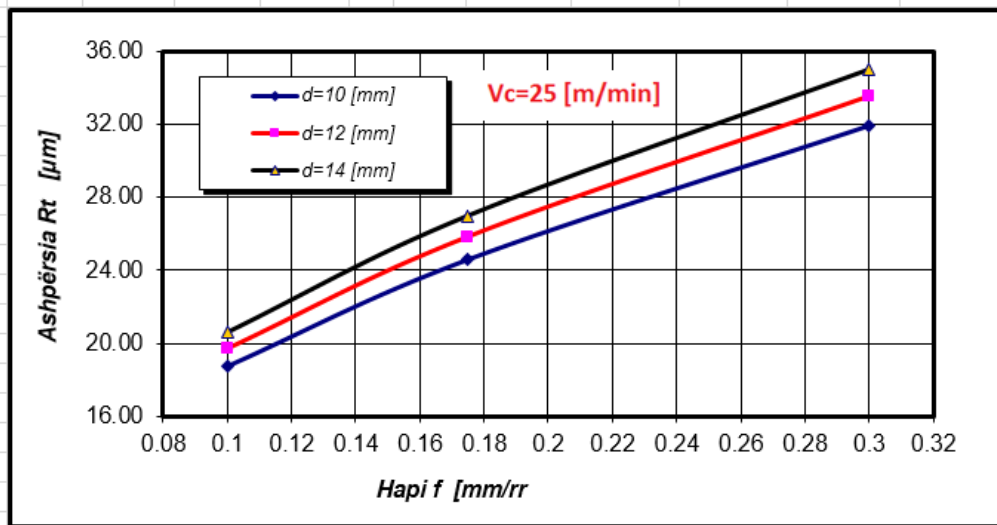


Fig.4.12 Vartësia e Rt prej hapit punues dhe diametrit për shpejtësinë e prerjes Vcmax

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
f=0.100 [mm/rr]	27.15	28.55	29.79
f=0.175 [mm/rr]	35.56	37.39	39.01
f=0.300 [mm/rr]	46.11	48.49	50.59

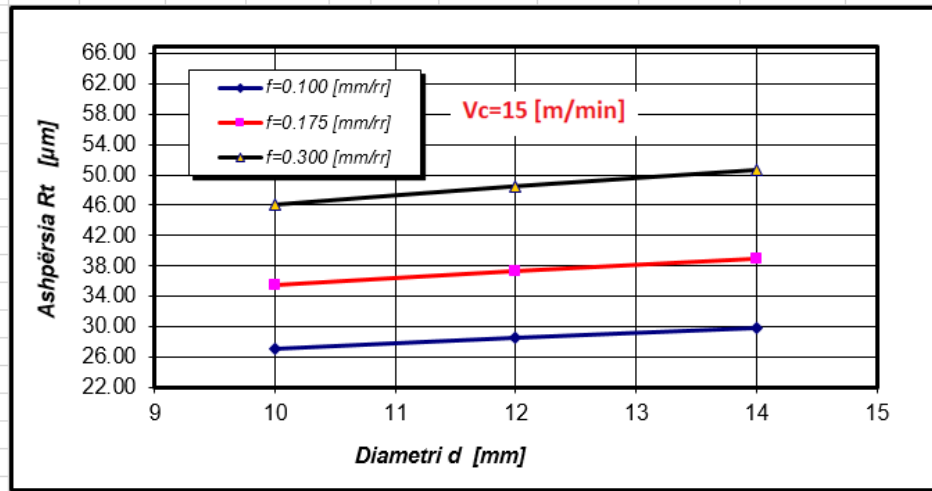


Fig.4.13 Vartësia e R_t prej diametrit dhe hapit punues për shpejtësinë e prerjes V_{cmin}

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
f=0.100 [mm/rr]	22.05	23.19	24.19
f=0.175 [mm/rr]	28.88	30.37	31.68
f=0.300 [mm/rr]	37.45	39.38	41.08

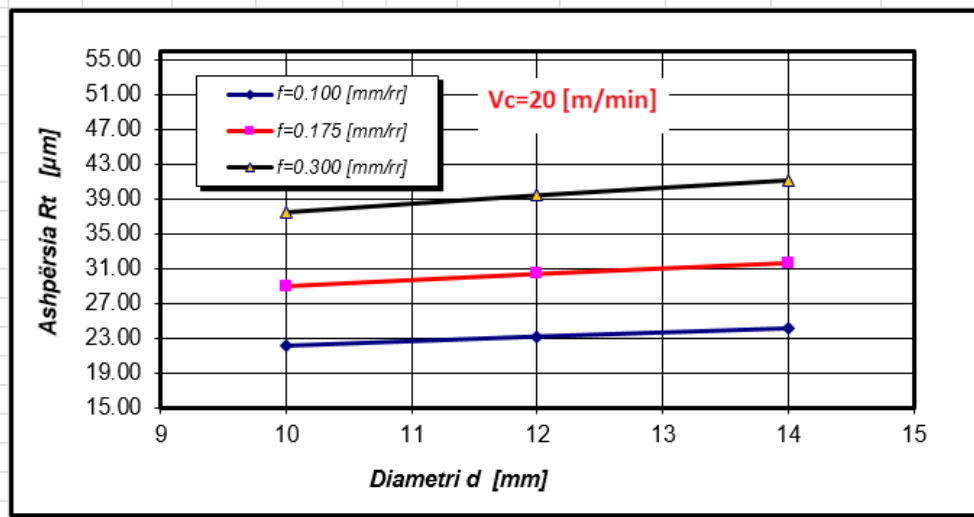


Fig.4.14 Vartësia e R_t prej diametrit dhe hapit punues për shpejtësinë e prerjes V_{cmes}

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
f=0.100 [mm/rr]	18.76	19.73	20.59
f=0.175 [mm/rr]	24.57	25.84	26.96
f=0.300 [mm/rr]	31.86	33.50	34.96

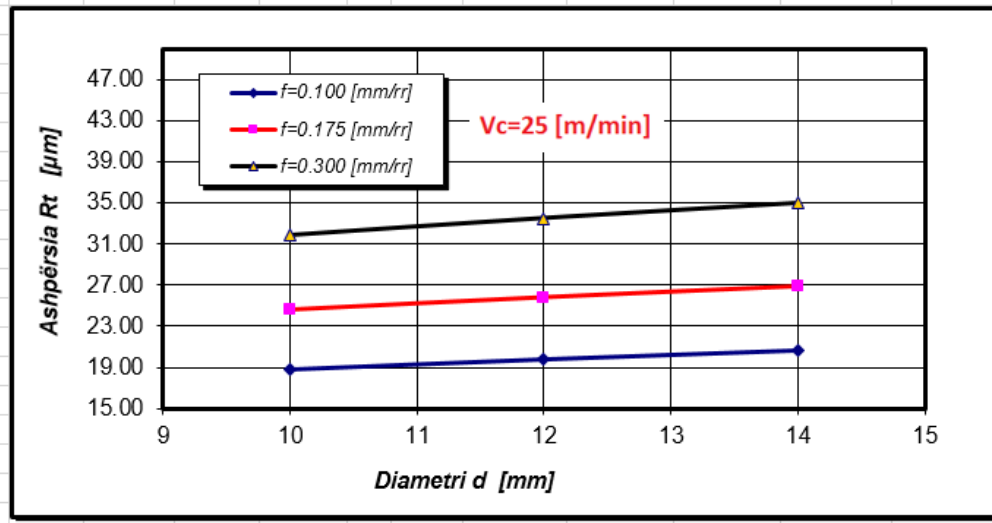


Fig.4.15 Vartësia e Rt prej diametrit dhe hapit punues për shpejtësinë e prerjes Vcmax

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
Vc=15 [m/min]	27.15	28.55	29.79
Vc=20 [m/min]	22.05	23.19	24.19
Vc=25 [m/min]	18.76	19.73	20.59

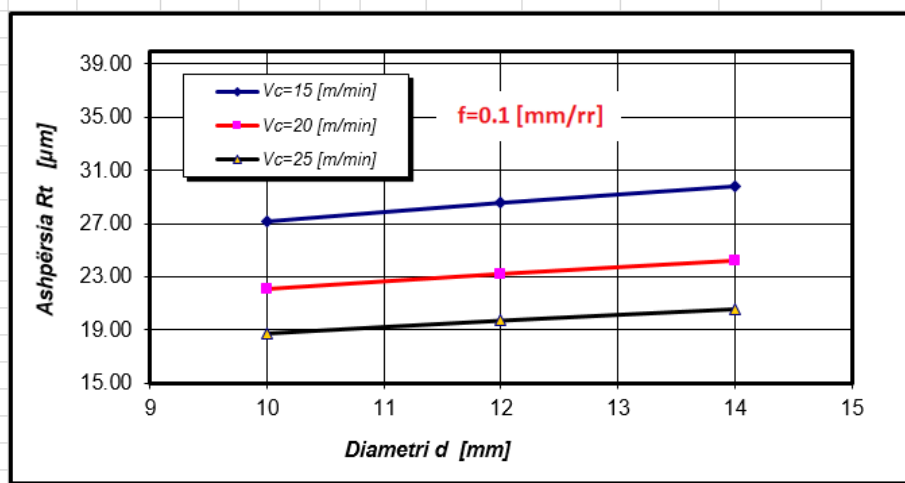


Fig.4.16 Vartësia e Rt prej diametrit dhe shpejtësisë së prerjes, për hapin punues f_{min}

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
Vc=15 [m/min]	35.56	37.39	39.01
Vc=20 [m/min]	28.88	30.37	31.68
Vc=25 [m/min]	24.57	25.84	26.96

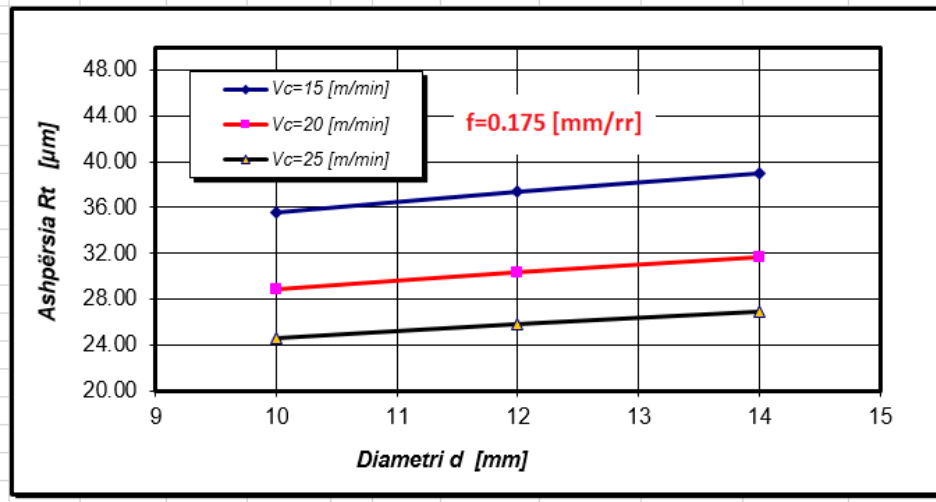


Fig.4.17 Vartësia e Rt prej diametrit dhe shpejtësisë së prerjes, për hapin punës f_{mes}

	dmin	dmes	dmax
	10	12	14
Vc=15 [m/min]	46.11	48.49	50.59
Vc=20 [m/min]	37.45	39.38	41.08
Vc=25 [m/min]	31.86	33.50	34.96

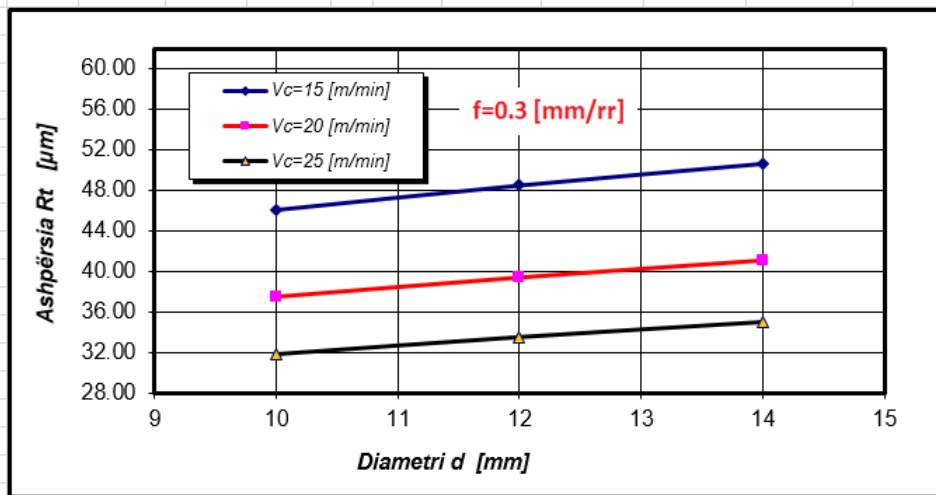
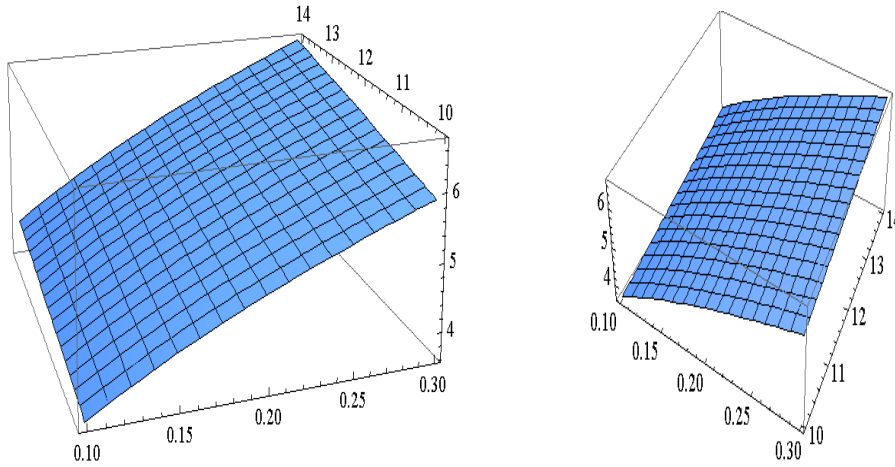


Fig.4.18 Vartësia e Rt prej diametrit dhe shpejtësisë së prerjes, për hapin punës f_{max}

SHTOJCA II

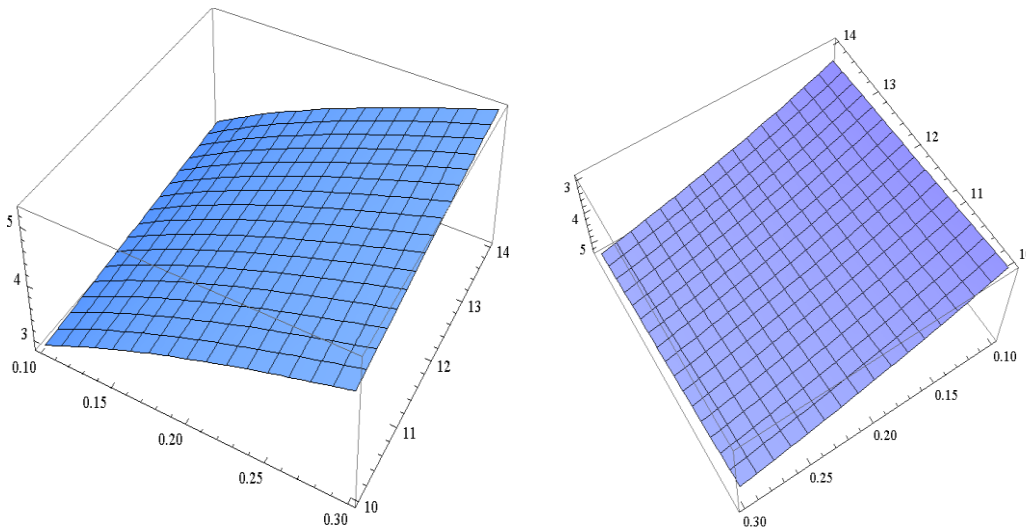
(Diagramet 3D)

$$R_a = C_{Ra} \cdot v^{k_v} \cdot f^{k_f} \cdot d^{k_d} = 37.19149254v^{-0.8163023} \cdot f^{0.44028} \cdot d^{0.389623}$$



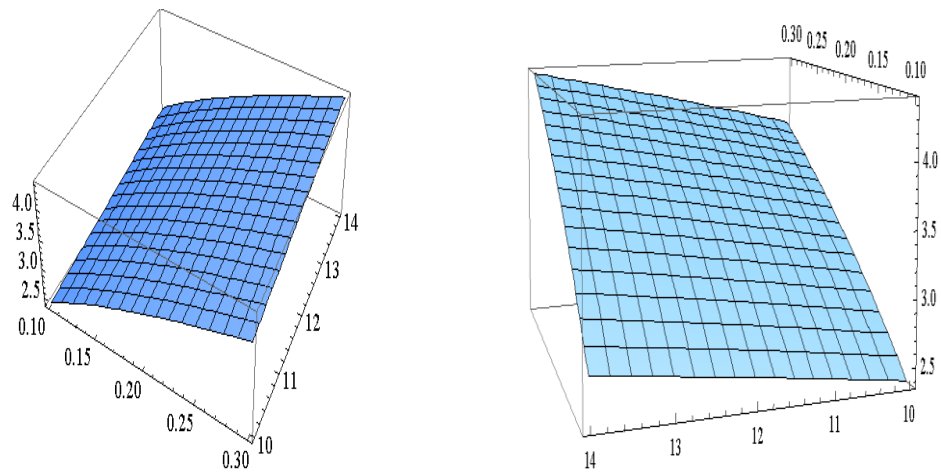
Plot3D[37.191*(15^-0.8163)*(f^0.44028)*(d^0.38962),{f,0.1,0.3},{d,10,14}]

Fig. 1.1 Varësia e parametrit të ashpërsisë R_a nga hapi (f) dhe diametri (d) për $v_{\min}=15$ [m/min]



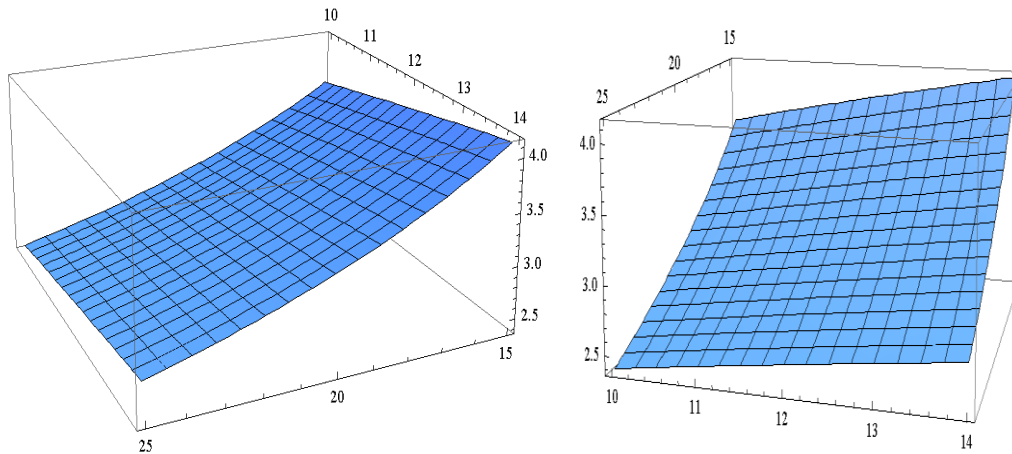
Plot3D[37.191*(20^-0.8163)*(f^0.44028)*(a^0.38962),{f,0.1,0.3},{a,10,14}]

Fig. 1.2 Varësia e parametrit të ashpërsisë R_a nga hapi (f) dhe diametri (d) për $v_{\text{mes}}=20$ [m/min]



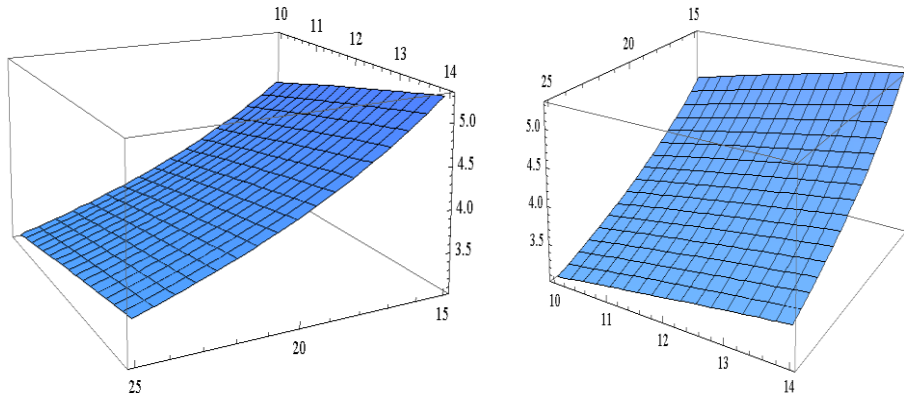
$$\text{Plot3D}[37.191 * (25^{\wedge} - 0.8163) * (f^{0.44028})(d^{\wedge}0.38962), \{f, 0.1, 0.3\}, \{d, 10, 14\}]$$

Fig. 1.3 Varësia e parametrit të ashpërsisë Ra nga hapi (f) dhe diametri (d) për $v_{\max}=25$ [m/min]



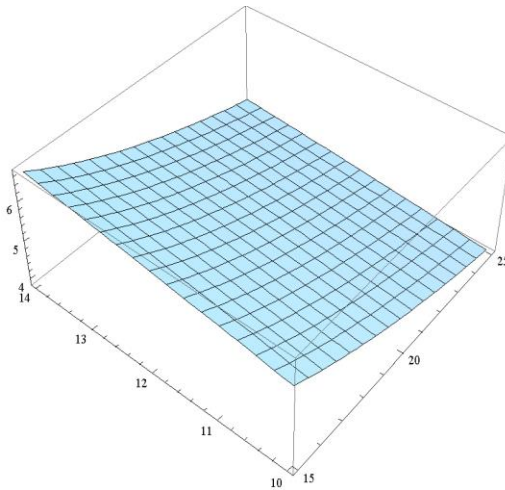
$$\text{Plot3D}[37.191 * (0.1^{\wedge}0.44028) * (v^{\wedge} - 0.8163)(d^{\wedge}0.38962), \{v, 15, 25\}, \{d, 10, 14\}]$$

Fig. 1.4 Varësia e parametrit të ashpërsisë Ra nga shpejtësia e prerjes (v_c) dhe thellësia e prerjes për $f_{\min}=0.1$ [mm/rr]



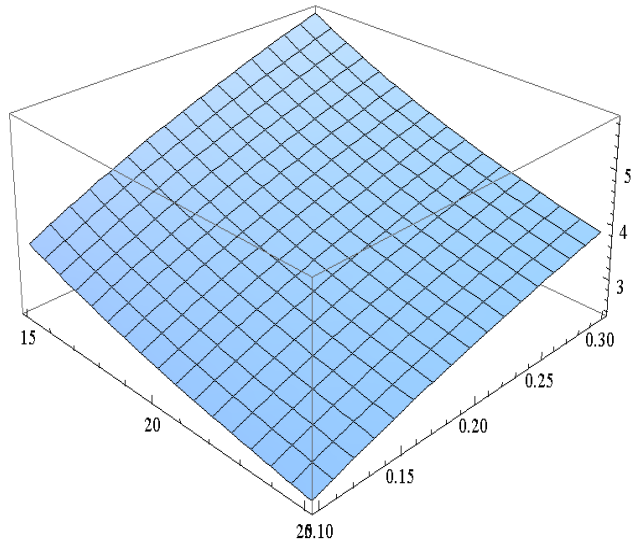
$$\text{Plot3D}[37.191*(0.175^{0.44028})*(v^{0.8163})*(a^{0.38962}),\{v,15,25\},\{a,10,14\}]$$

Fig. 1.5 Varësia e parametrit të ashpërsisë Ra nga shpejtësia e prerjes (v_c) dhe thellësia e prerjes për $f_{mes}=0.175[\text{mm/rr}]$



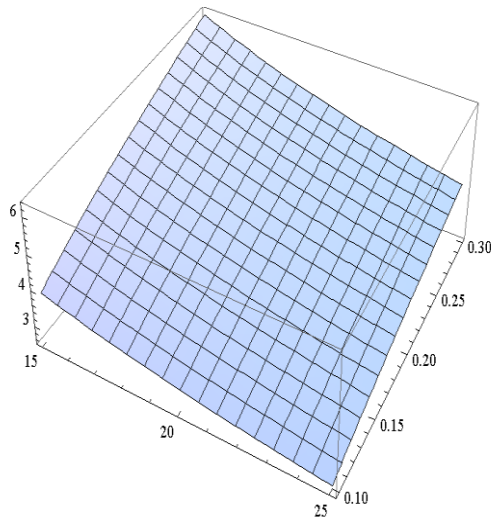
$$\text{Plot3D}[37.191 * (0.3^{0.44028})(v^{-0.816}(d^{0.38962}),\{v,15,25\},\{d,10,14\}]$$

Fig. 1.6 Varësia e parametrit të ashpërsisë Ra nga shpejtësia e prerjes (v_c) dhe thellësia e prerjes për $f_{max}=0.3[\text{mm/rr}]$



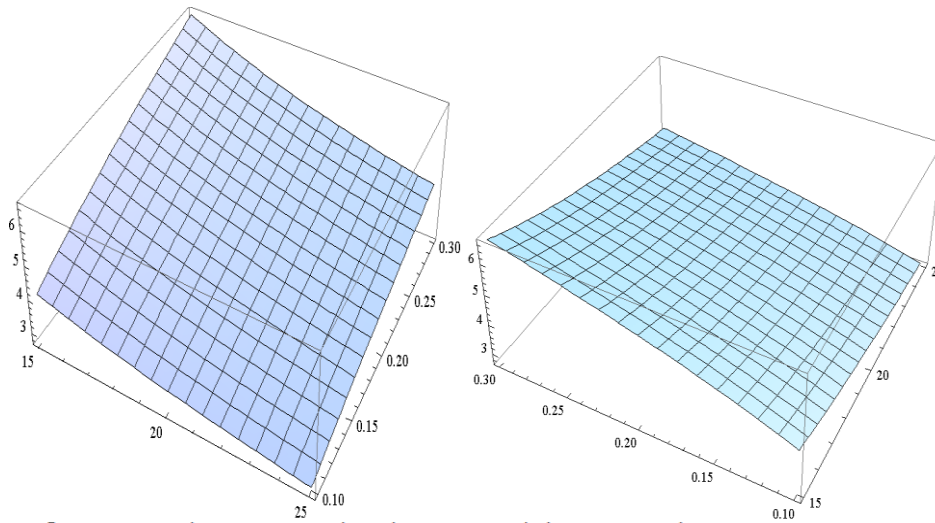
$$\text{Plot3D}[37.191 * (10^0.38962) * (v^{-0.8163})(f^{0.44028}), \{v, 15, 25\}, \{f, 0.1, 0.3\}]$$

Fig. 1.7 Varësia e parametrit të ashpërsisë Ra nga shpejtësia e prerjes (v_c) dhe hapi për $f_{\min}=10$ [mm/]



$$\text{Plot3D}[37.191 * (12^0.38962) * (v^{-0.8163})(f^{0.44028}), \{v, 15, 25\}, \{f, 0.1, 0.3\}]$$

Fig. 1.8 Varësia e parametrit të ashpërsisë Ra nga shpejtësia e prerjes (v_c) dhe hapi për $f_{\text{mes}}=12$ [mm/]



Plot3D[37.191 * (14^{0.38962}) * (v^{-0.8163})(f^{0.44028}), {v, 15, 25}, {f, 0.1, 0.3}]

Fig. 1.9 Varësia e parametrit të ashpërsisë Ra nga shpejtësia e prerjes (v_c) dhe hapi për $f_{\max}=14$ [mm/]