



Viti i VI-të i Botimit, Nr.2,  
Dhjetor 2015

## DEGRADIMI I STRUKTURAVE BETONARME

Erdit LEKA\*, Altin BIDAJ\*\*, Hektor Cullufi\*\*\*

\*Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit, Universiteti Politeknik i Tiranës, Shqipëri

\*\*Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit, Universiteti Politeknik i Tiranës, Shqipëri

\*\*\*Fakulteti i Inxhinierisë së Ndërtimit, Universiteti Politeknik i Tiranës, Shqipëri

Adresë kontakti: [erditleka@hotmail.com](mailto:erditleka@hotmail.com)

### Përmbledhje

Betoni ka qenë materiali më i përdorur në ndërtim në shekullin e fundit. Pritet që të ngelet i tillë edhe për dekadat që do të vijojnë. Në ndërtesat e ndryshme të banimit apo të infrastrukturës janë përdorur forma të ndryshme të betonit. Si një material shumë i përdorur në ndërtim, betoni është elementi që përballlet me kushtet ekstreme të mjedisit. Ai, krahas punës statike që kryen duke përballuar ngarkesat që vijnë nga konstruksioni, duhet të durojë dhe sulmet agresive të mjedisit në të cilin ndodhet. Qëllimi i punës është që të sjellë në mënyrë të thjeshtëzuar skemat e shkatërrimit të betonit nga agjentët atmosferikë. Si rrjedhim, është bërë një qasje me dukuritë kryesore që sillen keq me betonin dhe mënyra si sillen ai nga kushtet e ndryshme në të cilat ndodhet. Arrihet në përfundimin se, që betonit të ketë një jetë sa më e gjatë, duhet pasur kujdes i veçantë në përgatitjen e tij dhe duhet bërë një zgjedhje sa më inteligjente e materialeve përbërës të tij dhe raporteve të tyre.

**Fjalë çelës:** *Degradimi, betoni, korrozion, sulmi sulfatik.*

### *DURABILITY OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES*

#### **Abstract**

Concrete has been the most useful material of construction in the recent centuries. It is expected to remain so, even for the future decades. In various residential buildings or infrastructure there have been used various forms of concrete. As a very useful material in the construction, concrete is the element that faces extreme environmental conditions. Its work alongside that performs static face charges stemming from the construction, must endure aggressive attacks environment in which it is located. The aim of this paper is to simplify the destruction schemes of concrete materials from atmospheric agents. As a result it is made an approach to the main phenomen that misbehave with concrete and the way it behaves different from the conditions in which it is located. It is concluded to achieve a long life for concrete, special care should be taken during its preparation and should be maken an intelligent choice as to its constituent materials and their reports.

**Key words:** *Durability, concrete, corrosion, sulfate attack.*

## 1. Hyrje

Betoni është një përzierje, vetitë e të cilës ndryshojnë me kalimin e kohës. Gjatë fazës së shërbimit, cilësia e betonit e projektuar mund të përmirësohet nga kontakti i vazhdueshëm me ujin si në rastin e rezervuarëve, themeleve prej betoni etj. Por, gjithashtu betoni edhe mund të përkeqësohet me kalimin e kohës për shkak të agjentëve fizikë dhe kimikë. Si pasojë, strukturat shkatërrohen kur ato bëhen të pasigurta.

Durabiliteti i betonit është bërë një çështje mjaft e diskutuar në ndërtim këto 20-30 vitet e fundit. Disa vende të zhvilluara ekonomikisht shpenzojnë shumë për riparimin dhe mirëmbajtjen e strukturave. Si rezultat, këto shtete vlerësojnë më tepër jetëgjatësinë e ndërtesës sesa koston fillestare të ndërtimit të saj.

Durabiliteti i betonit varet nga shumë faktorë si: vetitë fizike dhe kimike të betonit, mjedisi përreth, jetëgjatësia e projektuar etj. [1] Pra, durabiliteti nuk është një karakteristikë dalluese e një betoni të caktuar. Një beton që sillet mirë në një mjedis, mund të përkeqësohet në një mjedis tjetër. Kjo ndodh për shkak të skemave të ndryshme të shkatërrimit, të cilat varen nga kushtet e ndryshme ndaj të cilave është i ekspozuar betoni. Vetitë fizike të betonit paraqesin ndërfaqjen e agjentëve në beton dhe lëvizjen e tyre nga brenda jashtë tij ose anasjelltas. Vetitë kimike i referohen sasisë dhe tipit të produkteve të hidratimit, kryesisht hidratit të silikatit të kalciumit, hidratit të aluminit të kalciumit dhe hidroksidit të kalciumit. Reaksionet e agjentëve me këto hidrate japin produkte inerte ose të zgjerueshëm. Është pikërisht natyra e produkteve që përftohen nga ky reaksion, ajo që kontrollon ashpërsinë e veprimit të agjentëve kimikë. Dëmtimi fizik mund të ndodhë për shkak të bymimit apo tkurrjes, ose si rezultat i ekspozimit ndaj abrazionit, erozionit ose zjarrit gjatë fazës së shërbimit. Prandaj, shtresa mbrojtëse luan një rol të rëndësishëm në durabilitetin e betonit, sepse është kontakti i parë i elementit prej betoni me agjentët veprues, kimikë ose fizikë të mjedisit [2].

Degradimi apo shkatërrimi i një strukture betonarme vjen kryesisht nga këto shkaqe:

- a) Veprimi i agjentëve të ndryshëm kimikë dhe fizikë. Fenomenet kryesore që sjellin degradimin e betonit janë reaksioni ASR, sulmi sulfatik etj.
- b) Degradimi i çelikut vjen si pasojë e korrozionit dhe karbonizimit të betonit.
- c) Ngarkesa shkatërruese që vjen nga konstruksioni.

## 2. Degradimi i çelikut, korrozioni

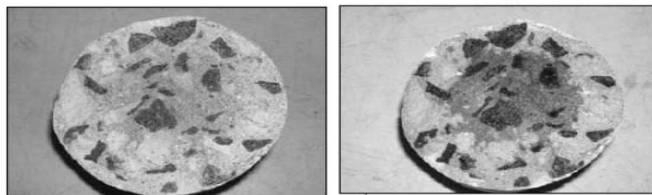
Korrozioni i çelikut dhe si pasojë çarja e shtresës mbrojtëse të betonit ka qenë një problem në fushën e ndërtimit për shumë vite. Në teori çeliku i futur në beton nuk duhet të korrodohet. Ai mbrohet nga korrozioni për shkak të një mase oksidi ferrik inaktiv ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), e cila formohet nga mjedisi alkaline që krijon në beton hidratimi i çimentos.

Procesi i korrozionit të çelikut në beton mund të ndahet në dy faza:

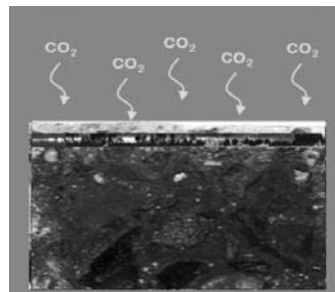
- Fillimi, që përkon me hyrjen në brendësi të betonit të agjentëve agresivë: dioksidi i karbonit apo jonet e klorit.
- Përhapja, e cila lidhet me përhapjen e korrozionit në gjithë hapësirën e çelikut.

### 2.1 Karbonizimi

Karbonizimi përcaktohet si proces nëpërmjet të cilit, dioksidi i karbonit që ndodhet në ajër hyn në beton, shkrin në tretësirën e poreve dhe më pas hyn në reaksion me hidroksidet duke i kthyer ata në karbonate. Ky proces shoqërohet me një rënie të vlerës së pH-it në 9. Pasiviteti i çelikut skadon kur vlera e pH-it ulet poshtë vlerës 11. Për të përcaktuar thellësinë e karbonizimit, lyhet me fenolftaleinë masa e një betoni të sapothyer. Ky solucion, kur pH është mbi 9.5, merr një ngjyrë rozë në të purpurt. Kjo tregon beton të pa karbonizuar.



**Fig. 1 Karbonizimi i betonit**

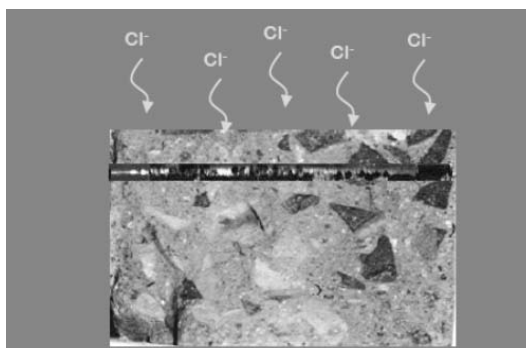


**Fig. 2 Korrozioni nga karbonizimi**

Shpejtësia e karbonizimit varet shumë nga lagështia, pra nga kushtet atmosferike ndaj të cilave elementi prej betoni është i ekspozuar. Në praktikë elementet vertikale të ndërtesave prej betoni, karbonizohen më shpejt se ata horizontale për shkak se sipërfaqet horizontale kanë një kontakt më të shpeshtë dhe më të vazhdueshëm me ujin [3]. Një tjetër faktor që ndikon në shpejtësinë e karbonizimit është edhe temperatura. Sa më e lartë të jetë temperatura, aq më i shpejtë është karbonizimi. Por, ndikimi i temperaturës në krahasim me lagështirën është shumë i vogël. Tjetër faktor është dhe përmbajtja e dioksidit të karbonit në ajër. Korrozioni ndikon në kohëzgjatjen e fazës fillestare të korrodimit.

## 2.2 Efekti i klorureve

Kloruret e shpërbëshëm të pranishëm në ujin e detit, në ujin nëntokësor mund të hyjnë në beton nëpërmjet absorbimit apo difuzionit kapilar të joneve të ujit. Kloruret mund të jenë të pranishëm edhe në shtresat kimike ose në ujin që përdoret gjatë përzierjes së betonit. Nuk është e gjithë sasia e klorureve, që hyn në beton, ajo që shkakton korrozin, por vetëm një pjesë e saj. Pjesa tjetër mund të lidhet kimikisht me brumin e çimentos së hidratuar. Një pjesë tjetër e klorureve është e lidhur fizikisht me xhelin e poreve. Pjesa që ngelet janë klorure të lira, të cilat janë të vetmet klorure që shkaktojnë korrozin e çelikut.



**Fig. 3 Korrozioni nga kloruret**

Që të fillojë procesi i korrodimit, duhet që në sipërfaqen e çelikut të grumbullohet një sasi minimum e joneve të klorit të lira. Kjo vlerë minimum, që duhet për të shkatërruar masën inaktive është rreth 0.1-0.4% të masës totale të çimentos së përdorur. Për shkak të mundësisë që kloruret e lidhura mund të çlirohen nga lidhjet dhe të sillen si klore të lira, propabiliteti që korrozioni të ndodhë, shprehet në terma të sasisë totale të klorureve në beton. Ndërtesat dhe urat afër bregdetit vuajnë shumë problemin e korrozionit për shkak të bashkë-ekzistencës së karbonizimit dhe penetrimit të joneve të klorit.

### 2.3 Faza e përhapjes së korrozionit

Menjëherë pasi çeliku i ndodhur brenda në beton e ka prishur gjendjen e pasivitetit, korrozioni fillon me formimin e qelizave elektro-kimike në sipërfaqen e çelikut, të përbëra nga anoda dhe katoda, duke mundësuar krijim e një rryme që rrjedh mes tyre. Korrozioni ndodh në anodë. Jonet e formuara në anodë dhe katodë zhyten në tretësirë në porët e brumit të betonit dhe reagojnë kimikisht për të prodhuar okside hekuri në afërsi të anodës. Këto produkte në një term më të përgjithshëm quhen ndryshk.

Në betone në mjedise me lagështi relative më të vogël se 60%, siç janë ambientet e brendshme të banesave ose objekte të tjera të mbrojtura nga shiu, korrozioni i çelikut nuk përbën problem, pavarësisht se betoni mund të jetë karbonizuar në një shkallë të konsiderueshme.

Korrozioni mund të neglizhohet edhe në rastin kur elementet prej betoni të armuar janë të zhytur në ujë, për shkak të nevojës për oksigjen. Shembuj tipikë janë strukturat e zhytura në det, ku betoni i nënshtrohet sulmit agresiv të klorit, dhe për shkak të sasisë së vogël të oksigjenit, korrozioni është shumë i ngadaltë [3]. E kundërta do ishte për strukturat që ndodhen në kushte të spërkatjes së vazhdueshme me ujë ose në zonat e baticës, ku betoni përjeton shumë cikle lagje-tharje. Në këtë rast, korrozioni do të ishte shumë i shpejtë.

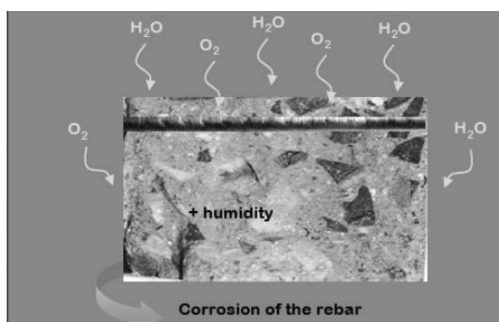


Fig. 4 Faktorët që ndikojnë në korrozionin e çelikut

Dëmtimi i betonit nga korrozioni i çelikut vjen ngaqë vëllimi që zë produkti i korrozionit, ndryshku, është 2-6 herë më i madh se vëllimi fillestar i çelikut që ai zëvendëson. Kjo rritje në vëllim ushtron një presion të konsiderueshëm në beton, duke shkaktuar çarje dhe plasaritje të shtresës mbrojtëse [4]. Në praktikë shenjat e para të korrozionit janë plasaritjet dhe njollat e ndryshkut. Ndryshku me trashësi 0.1-0.5mm mbi shufrën e hekurit është i mjaftueshëm për të shkaktuar plasaritje. Ky reduksion i diametrit të shufrës konsiderohet të ketë ndikim shumë të vogël në aftësinë mbajtëse të elementit betonarme. Problem shqetësues është shkëputja dhe rënia e masave të betonit.

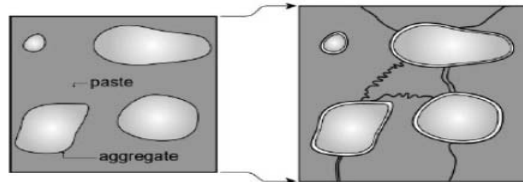
## 3. Degradimi i betonit

### 3.1 Reaksioni Alkale-Agregat

Disa tipe shkëmbinjsh përmbajnë silic reaktiv, i cili duke vepruar me hidroksidet në ujin e poreve, të ardhur nga alkaleet e çimentos i shkaktton dëme betonit. Ai që ndodh më shpesh, është reaksioni midis silicit dhe alkaleve, efekti i të cilit është shumë i ngjashëm me gërryerjen që i bëjnë tretësirat hidrokside xhamit. Shenjat e para të kësaj dukurie në beton janë plasaritjet e menjëhershme që shfaqen në sipërfaqe dhe një xhel që del nga brendësia e betonit nëpërmjet të çarave [5].

Reaksioni fillon me sulmin që i bëjnë jonet alkale, të çliruara nga çimentua gjatë hidratimit, mineraleve silicore, që ndodhen në mbushësin e trashë të betonit. Nga ky veprim, në porët e mbushësit të trashë ose në sipërfaqe të tij, formohet një masë viskoze që quhet xheli alkalino-silicor. Xheli absorbon ujë dhe shkakton fryrje të mbushësit ose plasartje të tij, të cilat mund të prishin integritetin e zallit ose cakëllit ose lidhjen e tyre me pastën e çimentos së hidratuar. Me thithjen e vazhdueshme të ujit që ndodhet në beton, viskoziteti

i xhelit ulet gjithmonë e më shumë derisa ai kalon në gjendje plotësisht të lëngshme. Një pjesë e xhelit të lëngshëm rrjedh nëpërmjet plasaritjeve duke dalë në sipërfaqen e betonit të dëmtuar.

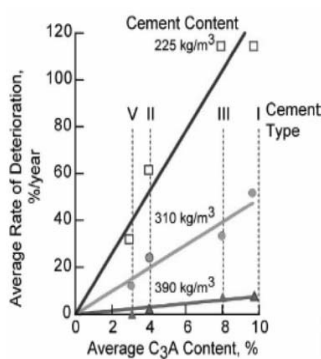


**Fig. 5 Mekanizmi i veprimit të sulfatëve**

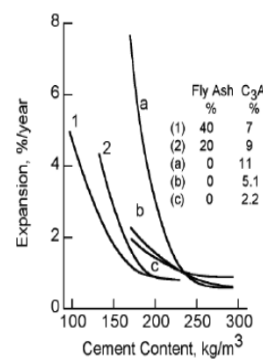
Duhet theksuar se niveli i dëmeve që sjell ASR varet shumë nga disa kushte thelbësore si: natyra dhe madhësia e mbushësve, sasia e silicit reaktiv në këto mbushës, vendndodhja e alkaleve dhe prania ose jo e lagështisë.

### 3.2 Sulmi sulfatik

Sulfatet natyrale të natriumit, fosforit, kalciumit dhe magnezit mund të gjenden në dherat natyrorë, ujin e detit, ujin nëntokësor etj. Sulfatet gjithashtu përdoren nga industria dhe fertilizimi, mbetjet sulfatike të cilave mund të ndotin tokën dhe ujërat përreth. Burim tjetër i sulfatëve mund të jetë dhe vetë çimentua, e cila i çliron këto sulfate gjatë punës së saj në elementin e ndërtuar prej betoni.



**Fig. 6 Efekti i llojit të cimentos dhe sasisë**



**Fig. 7 Efekti i hirave të Tec-it**

Sulmi sulfatik mund të shfaqet në këto forma:

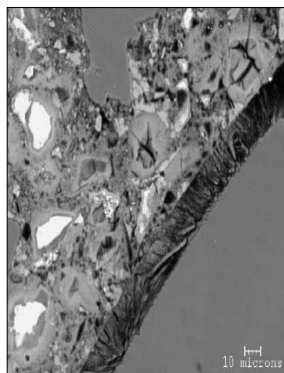
- veprim fizik për shkak të kristalizimit të kripës (bymimi);
- veprim kimik i sulfatëve të jashtme që përfshijnë reaksionet kimike të joneve sulfate që vijnë nga jashtë me ato të çimentos;
- veprim kimik i sulfatëve të brendshme për shkak të çlirimit të vonshëm të sulfatëve në beton.

Përgjithësisht, në praktikën e disa dekadave më parë, sulmi sulfatik nuk konsiderohej një problem serioz apo një fenomen që i shkakton dëme të rënda betonit.

### 3.3 Bymimi

Kjo formë veprimi e sulfatëve ndodh më tepër në ato betone që janë shumë të përshkueshme dhe që kanë

sipërfaqet e sipërme të ekspozuara në mjedise të thata dhe pjesën e poshtme në kontakt me tokën, që përmban tretësira kripërash. Në këto kushte, sulfatet ngjiten në pjesën e sipërme dhe nëse shpejtësia e këtij avullimi është më e madhe se shpejtësia me të cilën tretësirat e kripës lëvizin drejt sipërfaqes, nën këtë sipërfaqe formohen kristalet e kripërave. Shndërrimi i  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  nga anhidrit në hidrat sjell një zmadhim të ndjeshëm të vëllimit. Nga ky ndryshim vëllimi, lindin sforcime shtesë në beton. Këto sforcime shkaktojnë plasaritje, thyerje, shkëputje. Dëmtimi është zakonisht në formën e sipërfaqeve të shkallëzuara dhe shkëputjeve të masave nga këto sipërfaqe.



**Fig. 8** Formimi i ettingritit

Këto dëmtime nuk duhet të çojnë në humbjen e aftësisë mbajtëse të elementit, megjithëse seksioni tërthor i tij zvogëlohet.

Dëmtimi i këtij tipi ka formën e kristaleve të bardha të depozituara në plasaritjet e betonit në sipërfaqe dhe nuk duhet ngatërruar me efloreshencën, ku kristalizimi i kripërave ndodh në sipërfaqe. Nga analizat mineralogjike të elementëve të dëmtuar vihet re se ettingriti dhe gipsi nuk janë pjesë e tyre.

#### 4. Përfundime

- Degradimi i strukturave betonarme mund të vijë si shkak i degradimit të betonit, çelikut ose ngarkesave shkatërruese që vijnë nga konstruksioni.
- Degradimi i vetë betonit vjen nga veprimi i agjentëve të ndryshëm kimikë dhe fizikë.
- Fenomenet kryesore që sjellin degradimin e betonit janë reaksioni ASR, sulmi sulfatik etj.
- Për të zgjatur jetën e një strukture betonarme është e rëndësishme që të përdoret një beton me cilësi të mirë, me veti të mira papërshkueshmërie dhe një shtresë mbrojtëse adekuate.
- Korrozioni i çelikut ndodh si pasojë e çarjes së shtresës mbrojtëse të betonit.
- Që të fillojë procesi i korrodimit duhet që në sipërfaqen e çelikut të grumbullohet një sasi minimum jone të klorit të lira. Kjo vlerë minimum që duhet për të shkatërruar masën inaktive është rreth 0.1 - 0.4% të masës totale të çimentos së përdorur.
- Korrodimi haset më shpesh në strukturat e ndodhura në bregdet.
- Një mënyrë për mbrojtjen nga korrozioni mund të jetë dhe përdorimi i frenuesve të korrozionit (si nitrati i natriumit dhe i kalciumit) dhe galvanizimi i shufrave të hekurit.

## Referenca

- [1]. Mohamed A. El-Reedy, “*Reinforced concrete structural reliability*”. December 15, 2012 by CRC Press. 422 Pages ISBN 9789058092298 - CAT# RU41182.
- [2]. P. Kmicik, M. Kaminski, “*Modelling of reinforced concrete structures and composite structures with concrete strength degradation taken into consideration*”. Archives of Civil and Mechanical Engineering, Volume 11, Issue 3, 2011, Pages 623-636.
- [3]. L. M. Poukhonto, “*Durability of Concrete Structures and Constructions: Silos, Bunkers, Reservoirs, Water Towers, Retaining Walls*”. January 1, 2003 by CRC Press Reference -
- [4]. S. Collepardi, Ogoumah Olagot, “*Diagnosi del degrado e restauro delle strutture in c.a*”. F. Simonelli, R. Troli *Libro+CD-Rom*, Editore: ENCRO SRL, 01/2010.
- [5]. Cesira Macchia, Francesca Ravetta, “*Degrado e ripristino delle strutture in calcestruzzo*”. Maggioli Editore, Lingua: Italiano, Numero di pagine: 132 Formato: idBinding, Isbn-10: 8838700184, Isbn-13: 9788838700187, Data di pubblicazione: 01/01/1995.



Viti i VI-të i Botimit, Nr.2,  
Mars 2015

## UDHËZIME PËR AUTORËT

Materialet (artikujt) i adresohen revistës *OPTIME*. Ato i nënshtrohen vlerësimit të redaksisë, e cila miraton për botim, pasi ka bërë modifikimet eventuale.

Materiali i dërgohet sekretariatit të redaksisë së *Albanian University* në adresën *Bulevardi Zogu I, Tiranë, znj. Eglantina Dervishi, email: egladervishi@yahoo.com*.

Materiali dorëzohet në 3 kopje (një origjinal dhe 2 fotokopje), si dhe në formën elektronike (me disketë). Ai duhet të shoqërohet me adresën e email-it të autorit me të cilin do të lidhet redaksia në vazhdim. Po ashtu, dorëzohet një formular, i cili duhet të firmoset nga autorët e tjerë që i delegojnë autorit kryesor kompetencat. Autorësia nënkupton që secili autor të këtë marrë pjesë në mënyrë të mjaftueshme në punim, aq sa të marrë përgjegjësi publike për përmbajtjen e tij. Renditja e autorëve përcaktohet nga vendimi i përbashkët i bashkautorëve.

Pasi kthehet materiali për rregullime nga autori/autorët, ai ridërgohet në formën përfundimtare.

Drejtshkrimi i gjuhës shqipe është i detyrueshëm. Nuk pranohet zëvendësimi i shkronjës **ë** dhe **ç**, përkatësisht me shkronjat **e** dhe **c**.

Materiali duhet të renditet sipas kësaj mënyre:

### Faqja e titullit përmban:

Titullin

Emrin /emrat e autorëve (pa titujt shkencorë)

Adresat e të gjithë autorëve. Kur autorët janë në qendra të ndryshme pune, djathtas tyre bëhet një shenjë (që specifikohet më poshtë), p.sh.:

Emër Mbiemër \*, Emër Mbiemër \*\*, Emër Mbiemër \*\*\*

\* Albanin University

\*\* Fakulteti i Mjekësisë i UT

\*\*\* Ministria e Shëndetësisë

Adresa e plotë (përfshirë telefonin dhe email-in) e autorit që do të mbajë lidhje me revistën.

### Abstrakti

Paraqitet në shqip dhe në versionin anglisht dhe përmban jo më shumë se 250 fjalë. Abstraktit në anglisht i vihet edhe titulli. Në abstrakt paraqitet qëllimi, metodat, rezultatet dhe përfundimet.

Poshtë abstraktit shkruhen fjalët kyçe. P.sh.:

*Fjalë Kyçe: revistë, artikull, psikologji.*

## Materiali

Gjatë shtjellimit të materialit çdo referencë, figurë dhe tabelë numërohet në shifra arabe me numër rendor sipas rendit që citohen në tekst. Kur janë më shumë se 2 referenca, ato ndahen me presje).

Nuk përdoren shkurtime të tjera përveç atyre që janë përdorur në abstrakt.

Falënderimet, nëse ka, shtypen në mbarim të tekstit, pas referencave.

## Referencat

Referencat shënohen në tekst me numërorë arabe sipas rendit që citohen.

Referencat shtypen në fletë të veçanta nga teksti me hapësirë dyfishe sipas stilit *Vancouver* (International Committee of Medical Journal Editors Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals). Kur lista e autorëve përbëhet nga 1 deri në 7 vetë, citohen që të gjithë. Kur ajo përmban më shumë se 7 vetë, citohen vetëm 3 të parët dhe pas të tretit, shënohet fjala et al. (ose me shkurtimin shqip *e bp.*).

Referencat përshkruhen si më poshtë:

### 1. Referenca e artikujve periodikë

Autorët ,Titulli, Revista, viti, volumi, faqe, p.sh. :

(1) Quilici J., Gallo R. Physiopatologie des syndromes coronariens aigus. Ann Cardiol. Angeiol 2009;148;611-23.

### 2. Referenca e një libri

Autori. Titulli, Vendi i botimit, Shtëpia botuese, Viti i botimit.

P.sh.:

(2) Cohen J. Return extrasystoles. New York; Grune and Stratton; 1996.

### 3. Referenca e një kapitulli libri

Autori kapitullit. Emri kapitullit. Emri i autorit të librit Emri i librit. Vendi i botimit. Shtëpia botuese. Viti botimit; faqet e kapitullit.

P.sh.:

(3) Baillet J. L'apport de la scintigraphie dans le diagnostic de l'embolie pulmonaire. Në: Chiche P La maladie thrombo-embolique pulmonaire Paris; L'Expansion scientifique française; 1969, f. 107-34.

Shkrimet që nuk u përmbahen këtyre udhëzimeve do t'u rikthehen autorëve për rishikim pa u marrë në shqyrtim.

**Redaksia**