

PROJEKSIONET (FORECASTING) DHE MODELIMET (MODELING) ME R TË SËMUNDJET NGJITËSE NË EPIDEMIOLOGJI SI DHE ZBATIMET E TYRE NË SHËNDET PUBLIK



Besfort Kryeziu

Specialist i Shëndetësisë
Publike

Abstrakti

Hyrja: Sëmundjet ngjitëse ashtu si edhe në të kaluarën, edhe sot janë një kërcënim tejet serioz për shëndetin global. Projektionet dhe modelet statistikore janë pjesë esenciale e një veprimtarie komplekse siç është epidemiologjia. Ne kemi qëllim që të përshkruajmë dhe aplikojmë metodat më të shpeshta që përdoren në epidemiologji, për modelime dhe projeksione të sëmundjeve ngjitëse.

Metodologjia: Në hulumtimin tonë ne do të shfrytëzojmë pakot e R (R version 4.1.3) për krijimin e projeksioneve dhe modeleve për sëmundjet si Influenza, COVID-19 dhe RSV. Të gjitha këto analiza do të prezantohen përmes grafikëve dhe përshkrimit të detajuar.

Rezultatet: EpiEstim u përdor për të vlerësuar Rt për periudhën COVID-19 në Kosovë, nga qershori 2023 deri në dhjetor 2023, duke përdorur të dhëna ditore të incidencës dhe një shpërndarje të specifikuar të intervalit kohor prej 26 javësh. Faza në ngjitje ishte e shkurtër, duke i atribuuar një situatë të qetë COVID-19 në vitin 2023, me një Rt mesatare të vlerësuar në 0.54 (95%CI: 1.71-2.13). Në anën tjetër, gjatë fazës në rënie, Rt ra dukshëm nën 1, duke arritur në 0.26 (95% CI: 0.65-0.88). Me EpiNow2 është bërë projeksioni i situatës epidemiologjike me COVID-19 i datës 23 tetor, duke projektuar periudhën deri me 6 nëntor 2023. Numri i rasteve të reja të konfirmuara sipas datës së raportimit të jetë 15 (95%CI:11-37), R0 të jetë 0.91 (95%CI:0.52-2.49) dhe një shkallë negative e rritjes dhe dyfishimit të rasteve (-0.027, respektivisht -27). MEM u aplikua në të dhënat javore të ILI gjatë pesë sezoneve të njëpasnjëshme të gripit në Kosovë, nga sezoni 2018/2019 deri në vitin 2022/2023, me qëllim të përcaktimit të pragjeve të epidemisë dhe klasifikimin e intensitetit dhe kohës së epidemive sezonale të ardhshme.

Diskutimi dhe përfundimet: Këto parametra dhe modele të krijuara, duhet të konsiderohen tregues matematikor dhe vlerësime modeluese, projektuese dhe duhet të merren në shfrytëzim për orientim në masat që parashihen të merren për të parandaluar infeksionin në popullatë dhe shpërthimet e reja të mundshme. Vlerësimi i vazhdueshëm i situatës epidemiologjike, një

sistem i avancuar dhe i shpejtë i mbikëqyrjes, janë esencial në parandalimin dhe kontrollin e sëmundjeve ngjitëse.

Fjalët kyçe: projektionet, modelimet, sëmundjet ngjitëse, epidemiologjia, shëndeti publik.

Sëmundjet ngjitëse ashtu si në të kaluarën, edhe sot janë një kërcënim tejet serioz për shëndetin global. Sa i përket rrezikshmërisë nga sëmundjet ngjitëse, sot bota është më e përgatitur për t'i luftuar ato, e për të parandaluar pasojat nga këto sëmundje, fal metodave parandaluese apo edhe atyre terapeutike (1). Çdo ditë po shfaqen sëmundje të reja ngjitëse dhe disa nga të vjetrat po rishfaqen, madje edhe në vendet e rajonit (2). Epidemi në shkallë të gjerë ende raportohen në shumë vende të botës, që shpie deri te një barrë e lartë e sëmundjes te ky entitet, që i bën ato vështirë të parashikueshme (3). Me shfaqjen e COVID-19, sëmundjet ngjitëse u rritën përsëri në 23% të të gjitha vdekjeve në vitin 2020 dhe 28% për vitin 2021, që paraqet një rikthim në nivelet e vitit 2005 (4). Njëri ndër veprimet më themelor në parandalimin e hershëm të sëmundjeve ngjitëse është një sistem efikas i mbikëqyrjes, i implementuar në gjithë vendin dhe i cili funksionon në bazë të attributeve kyçe që kanë të bëjnë me cilësinë e të dhënave, raportimin me kohë si dhe integrimin e të dhënave me tërë sistemin shëndetësor. Gjatë periudhës janar - dhjetor 2024, në Kosovë janë raportuar 277,412 raste të sëmundjeve ngjitëse me incidencë 15,566 raste/100,000 banorë (5). Mbikëqyrja e sëmundjeve ngjitëse mundëson krijimin e një ambienti i cili i mundëson epidemiologut të bëjë vlerësime (evaluations), analiza të detajuara (inferential statistics), modelime si dhe projeksione (modeling and forecasting), të cilat do të shërbejnë si bazë e fortë për nxjerrjen e shumë rekomandimeve për përmirësimin e shëndetit publik. Projektionet dhe modelet statistikore janë pjesë esenciale e një veprimtarie komplekse siç është epidemiologjia. Duke marrë në konsideratë faktorë të tillë si incidenca, prevalenca, treguesit e mbikëqyrjes etj., modelet epidemiologjike mund të përshkruajnë me saktësi evolucionin e një shpërthimi epidemik por jo vetëm. Me parashikimin dhe modelimin, ne mund të vlerësojmë ndikimin e faktorëve të ndryshëm në parandalimin e

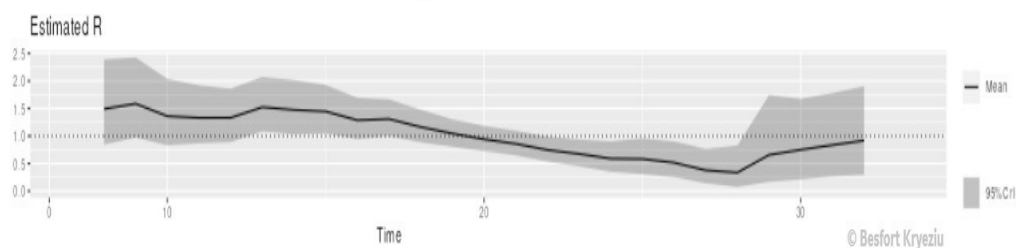


Figura 1. Vlerësimi i numrit të riprodhimit (R_t) dhe R_t mesatar në ndryshim kohor duke përdorur metodën EpiEstim me intervale të besueshmërisë 95%.

Korrespondenca:
besfort.kryeziu@uni-pr.edu

një shpërthimi të caktuar ose mund të ndihmojmë institucionet e ndryshme që të reagojnë menjëherë për të rritur ndikimin e veprimeve dhe reagimit (6).

Një përgjigje efektive ndaj epidemive të sëmundjeve ngjithëse kërkon analizë të shpejtë të të dhënave, modelim të saktë dhe parashikime gjithëpërfshirëse, për të rekomanduar masat e shëndetit publik dhe për t'i zbatuar ato në praktikë. Në këtë kontekst, hartimi i politikave të shëndetit publik bazuar në prova është si i nevojshëm ashtu edhe i domosdoshëm. Kjo strategji e cila mbështetet në përdorimin e teknikave statistikore dhe matematikore, lehtëson dhe ofron informacione precize në kohë reale dhe analizat parashikuese të detajuara.

Duke pasur parasysh kompleksitetin në rritje të dinamikës së epidemive dhe nevojën për përgjigje të shpejta dhe të bazuara në të dhëna, përfshirja e teknikave të sofistikuar të projeksioneve të tilla është bërë e domosdoshme për hartimin efikas të politikave të shëndetit publik (7).

Ky hulumtim synon të ofrojë një analizë të plotë përshkruese dhe krahasuese të metodave thelbësore epidemiologjike të bazuara në gjuhën programuese R, duke shqyrtuar kornizat e tyre metodologjike, aplikimin e tyre, rezultatet e fituara, përparësitë, mangësitë dhe rëndësinë për vendimmarrje të bazuar në prova dhe kontrolle të sëmundjeve infektive.

Ne kemi bërë një hulumtim të përshkrimit dhe aplikimit të të gjitha metodave më të shpeshta që përdoren në epidemiologji, për modele dhe projeksione të sëmundjeve ngjithëse. Fokusi ynë kryesor kanë qenë sëmundjet më të shpeshta në vendin tonë,

si infeksionet e poshtme respiratore, me theks të veçantë Influenza, COVID-19 dhe RSV. Metodat dhe pakot që do të shfrytëzoheshin janë EpiEstim, EpiNow2 dhe MEM. Pas aplikimit të metodave të cekura, ne do të prezantojmë grafikët dhe përshkrimin e detajuar të metodologjisë dhe rezultateve. Të gjitha të dhënat e shfrytëzuara për këtë hulumtim janë të publikuara nga burime zyrtare dhe të cituara proporcionalisht. Për analizën dhe krijimin e projeksioneve dhe modeleve është shfrytëzuar R (R version 4.1.3).

Ne kemi përshkruar, zbatuar dhe krahasuar katër metoda projeksionesh dhe modelimi të bazuara në R, duke shfrytëzuar grupe të dhënash reale për Influenza, COVID-19 dhe RSV. Rezultatet nënvizojnë ndryshimet metodologjike, rezultatet në kohë reale dhe zbatueshmërinë e tyre për vendimet e shëndetit publik, mbikëqyrjen, paralajmërimin e hershëm, reagimin dhe rimëkëmbjen.

EpiEstim

EpiEstim shërben si një mjet për vlerësimin e numrit të riprodhimit që ndryshon në kohë (R_t) gjatë gjithë rrjedhës së epidemive. Paketa EpiEstim u përdor për të vlerësuar R_t për periudhën COVID-19 në Kosovë, nga qershori 2023 deri në dhjetor 2023, duke përdorur të dhëna ditore të incidencës dhe një shpërndarje të specifikuar të intervalit kohor prej 26 javësh. Trendet e R_t treguan qartë fazat e transmetimit të ulët në komunitet dhe të një gjendje stabile gjatë gjithë sezonit. Faza në ngjitje ishte e shkurtër, duke i atribuar një situatë të qetë COVID-19 në vitin 2023, me një R_t mesatare të vlerësuar në 0.54 (95% CI: 1.71-2.13). Në anën tjetër, gjatë fazës në rënie, R_t ra dukshëm nën 1, duke arritur në 0.26

(95% CI: 0.65-0.88) (Figura 1). Ky rezultat upërshkrua përmes një parashikimi të një situatë të qëndrueshme dhe në bazë të COVID-19 në Kosovë, që ndikoi në heqjen e rekomandimeve për shumicën e masave kundërepidemike, që kulmoi me ndërprerjen e fazës së emergjencës së pandemisë COVID-19 në vitin 2023.

Modelet e krijuara nga EpiEstim patën një shpejtësi të moderuar të gjenerimit, duke mos ofruar periudha të gjata të projeksioneve, por që ishin të përshtatshme për vlerësim të shpejtë të trendeve të transmetimit të virusit në kohë reale.

EpiNow2

Duke shfrytëzuar pakon EpiNow2 është bërë projeksioni i situatës epidemiologjike me COVID-19 i datës 23 tetor, duke projektuar periudhën deri me 6 nëntor 2023. Projeksionet janë bërë përmes algoritmeve matematikore, të bazuara në parametra standard global dhe duke shfrytëzuar të dhënat e rasteve me COVID-19 në Kosovë të periudhës dymujore nga periudha e projeksionit. Pakoja e modelimit përdor një qasje joparametrike për të rindërtuar rastet sipas datës së infektimit në raport me datën e raportimit të rasteve. Kjo arrihet përmes një modeli ku vlerësohen infeksionet latente dhe më pas i merr për bazë këto infeksione dhe së bashku me rastet e raportuara krijon një model epidemiologjik forecasting. Parashikimi i numrit të riprodhimit bëhet sipas metodologjisë së lartcekur, të adaptuar nga Stan dhe Abbot, duke shfrytëzuar rastet e raportuara sipas datave, kohën e vonës së raportimit, kohën e gjenerimit si dhe parametra tjerë të standardizuar të COVID-19.

Sipas vlerësimeve tona, ne parashikojmë që numri i rasteve të reja të konfirmuara sipas datës së raportimit të jetë 15 (95% CI: 11 - 37), numri i riprodhimit (R_0) të jetë 0.91 (95%CI: 0.52 - 2.49) dhe një shkallë negative e rritjes dhe dyfishimit të rasteve (-0.027, respektivisht -27). Kjo korrespondoi edhe me situatën aktuale që pasoi pas projeksioneve, ku numri mesatar i rasteve të reja me COVID-19 në Kosovë ishte 18 raste në ditë, me pozitivitet mesatar 1.13%. Incidenca e projektuar dhe e modeluar ishte vazhdimisht e saktë krahasuar me numrin e rasteve të papërpunuara të vëzhguara gjatë periudhës së analizuar, duke marrë parasysh faktin se nuk pati raportim të pamjaftueshëm ose vonës. Këta parametra janë thelbësor për ofrimin e parashikimeve në kohë dhe të sakta duke përdorur EpiNow2.

MEM

Metoda e Epidemisë Lëvizëse (MEM) u aplikua në të dhënat javore të sëmundjeve të ngjashme me gripin (ILI) gjatë pesë sezonëve të njëpasnjëshme të gripit në Kosovë,

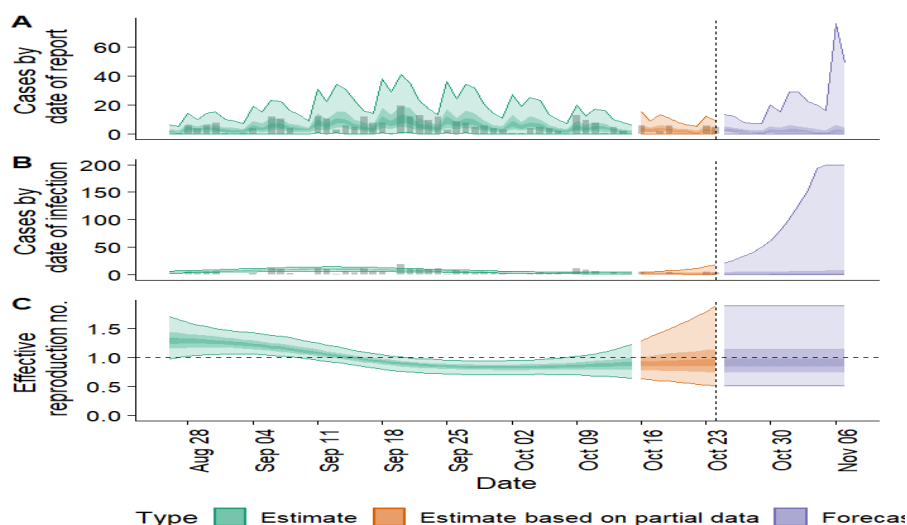


Figura 2. A) Rastet e konfirmuara sipas datës së raportimit (grafiku me bar-charts) dhe datës së parashikuar të raportimit të tyre; B) Rastet e konfirmuara sipas datës së infektimit (grafiku me bar-charts) dhe datës së tyre të parashikuar të infektimit; dhe C) Vlerësimi i numrit efektiv të riprodhimit që ndryshon sipas kohës (shiriti më i lehtë = interval 20% i besueshëm; shiriti më i errët = intervali 50% i besueshëm, shiriti më i errët = intervali 90% i besueshëm).

nga sezoni 2018/2019 deri në vitin 2022/2023, me qëllim të përcaktimit të pragjeve të epidemisë dhe klasifikimin e intensitetit dhe kohës së epidemive sezonale të ardhshme.

Analiza identifikoi një model të qartë epidemik në katër nga pesë sezonet, me përjashtim të sezonit 2020/2021, për shkak të "anashkalimit" të viruseve tjerë respirator, që pasqyrohet me transmetimin e ulur të gripit, për shkak të ndërhyrjeve për COVID-19 (p.sh., maskat, izolim etj.).

Në sezonin 2018/2019, faza epidemike filloi rreth javës së 50 dhe arriti kulmin mbi prapun e intensitetit mesatar, përpara se të binte gradualisht dhe të hynte në fazën pas-epidemike deri në javën e 8. Një model i ngjashëm u vu re në 2019/2020, ku epidemia filloi herët (rreth javës së 47) dhe arriti një kulm pak nën prapun e intensitetit të lartë, pastaj u qetësua me shpejtësi pas javës së 9.

Sezoni 2021/2022 shfaq një kurbë të moderuar epidemike, me raste që tejkaluan prapun epidemik në javën e 47 dhe arritën një kulm pak mbi nivelin e intensitetit mesatar. Faza epidemike ishte e shkurtër, por e përcaktuar mirë, duke u kthyer në nivelin bazë deri në javën e 5.

Për sezonin 2022/2023, fillimi i epidemisë ndodhi midis javëve 47 dhe 50, duke arritur një kulm në rangun e intensitetit mesatar deri në të lartë. Ky

sezon tregoi një rënie graduale të incidencës së ILI pas kulmit, duke u shtrirë deri në javën e 16, dhe u shënua nga një kalim i qetë në fazën pas-epidemike.

Pragjet MEM ishin të rëndësishme në projektimin e intensitetit të secilit sezon. Këto pragje ofruan një kornizë të qartë për të klasifikuar të dhënat e mbikëqyrjes javore dhe për të mbështetur veprimet në kohë të shëndetit publik.

Vlen të ceket se këta parametra dhe modelet të krijuara, duhet të konsiderohen tregues matematikor dhe vlerësime modeluese, projektuese dhe duhet të merren në shfrytëzim për orientim në masat që parashihen të merren për të parandaluar infeksionin në popullatë dhe shpërthimet e reja të mundshme. Vlerësimi i vazhdueshëm i situatës epidemiologjike, një sistem i avancuar dhe i shpejtë i mbikëqyrjes, janë esencial në parandalimin dhe kontrollin e sëmundjeve ngjitëse. Bazuar në Ligjin 08/L-200 për Parandalimin dhe Kontrollin e Sëmundjeve Ngjitëse, mbikëqyrja epidemiologjike, paraqet hallkën kryesore në luftën kundër sëmundjeve ngjitëse, dhe ilustron më së miri se si duhet të funksionojë një sistem i mirëfilltë (11). Projektionet dhe modelet epidemiologjike do të jenë një mjet plotësues dhe tejet i nevojshëm në ofrimin e ndihmës dhe orientimit të politikbërësve në vendimmarrje për të ruajtur shëndetin publik të popullatës.

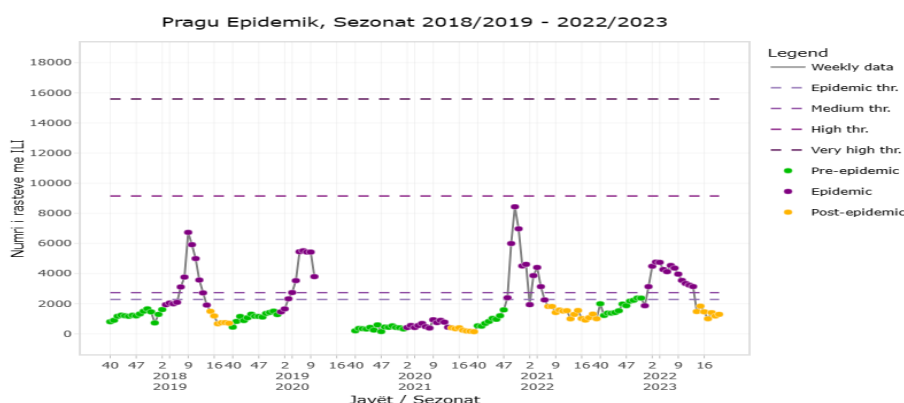


Figura 3. Rastet e raportuara javore të sëmundjes së ngjashme me gripin (ILI) për sezonet 2018/2019 deri në 2022/2023 të klasifikuara duke përdorur Metodën e Epidemisë Lëvizëse (MEM). Pikat me ngjyra përfaqësojnë fazat e ndryshme të epidemisë (gjellbër = para-epidemiqe, vjollcë = gjatë epidemisë, portokalli = pas-epidemiqe). Vijat horizontale të ndërprera tregojnë pragjet e llogaritura nga MEM për intensitetin epidemik, të mesëm, të lartë dhe shumë të lartë.

Tabela 1. Krahasimi i metodave dhe pakove për krijimin e projeksioneve dhe modeleve epidemiologjike të bazuara në R, që ndihmojnë në krijimin e evidencave shkencore për vendimmarrje në shëndetin publik

Metoda/pakaja R	Metodologjia	Apikimi	Përparesitë	Mangësitë
EpiEstim (8)	Vlerëson numrin e reproduksionit të varur nga koha (Rt) nga të dhënat e incidencës dhe të shpërndarjes së rasteve në kohë dhe sezon	– Monitorim epidemik – Nxjerrja e provave shkencore për vendime – Vlerësimi i intervenimeve reale	– Thjeshtë dhe shpejtë – Ka përdorim të gjerë – Lehtë e interpretueshme	– Sensitive në nënraportim – Nuk parashihet vonesat e raportimit dhe parametrat e kohës në epidemiologji
EpiNow2 (9)	Vlerëson Rt dhe projekton rastet përmes modeleve Bayesian nowcasting dhe forecasting . Kërkon të dhënat për vonesat e raportimit, inkubacionin dhe parametrat e gjenerimit të sëmundjes	– Mbikëqyrje e COVID-19 dhe mpox por jo vetëm – Komunikim në shëndet publik – Integrim me sistemet e tjera	– Metodologji e avancuar – Merr në konsideratë shumë parametra epidemiologjik – Sipas standardeve më të larta ndërkombëtare	– Kërkon pajisje të avancuar teknologjike – Kërkon më shumë të dhëna – Konfigurim kompleks
MEM (10)	Vlerëson pragun dhe intensitetin epidemik përmes të dhënave retrospektive të mbikëqyrjes	– Matje e tendëve dhe pragueve për COVID-19, Influenca dhe RSV – Analiza krahasuese me vendet e tjera	– Metodologji e standardizuar dhe e pranuar nga ECDC – E aplikueshme për të gjitha shtetet	– Kërkon ≥5 sezona retrospektive – Nuk mund të zbatohet në të gjithë patogjenët

Referencat:

- 1.Drexler M. Prevention and Treatment [Internet]. Nih.gov. National Academies Press (US); 2010.
- 2.Wang. Emerging and reemerging infectious diseases: global trends and new strategies for their prevention and control. Signal transduction and targeted therapy [Internet]. 2024;9(1).
- 3.IHME Pathogen Core Group. Global burden associated with 85 pathogens in 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. The Lancet Infectious Diseases [Internet]. 2024 Apr 16;24(8).
- 4.WHO. World health statistics 2024 Monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals [Internet]. 2024.
- 5.Instituti Kombëtar i Shëndetësisë Publike të Kosovës. Buletini Vjetor i Semundjeve Ngjitesë - 2024. [Internet]. [cited 2025 May 15]. Available from: <https://niph-rks.org/wp-content/uploads/2025/01/Buletini-vjetor-i-semundjeve-ngjitesë-janar-dhjetor-2024-1.pdf>.
- 6.Lutz CS, Huynh MP, Schroeder M, Anyatonwu S, Dahlgren FS, Danyluk G, et al. Applying infectious disease forecasting to public health: a path forward using influenza forecasting examples. BMC Public Health. 2019 Dec;19(1).
- 7.Chao K, Sarker NI, Ali I, Radin B, Azman A, Shaed MM. Big data-driven public health policy making: Potential for the healthcare industry. Heliyon. 2023 Sep 1;9(9):e19681-1.
- 8.Cori A. Estimate Time Varying Reproduction Numbers from Epidemic Curves [R package EpiEstim version 2.2-4]. R-projectorg [Internet]. 2021 Jan 7 [cited 2025 May 15].
- 9.Estimate Real-Time Case Counts and Time-Varying Epidemiological Parameters [R package EpiNow2 version 1.7.1]. R-projectorg [Internet]. 2025 Feb 19 [cited 2025 May 15].
- 10.Lozano JE. The Moving Epidemic Method [R package mem version 2.18]. R-projectorg [Internet]. 2023 Jun 20 [cited 2025 May 15].
- 11.Ministria e Shëndetësisë. Ligji 08/L-200 për Parandalimin dhe Kontrollin e Sëmundjeve Ngjitesë.
- 12.Abbott S, Hellewell J, Thompson RN et al. Estimating the time-varying reproduction number of SARS-CoV-2 using national and subnational case counts. Wellcome Open Res 2020, 5:112.