

## ДААТГАЛЫН КОМПАНИЙН НӨӨЦ САНГИЙН ТООЦООЛЫГ САЙЖРУУЛАХ НЬ

Б.Батням\*, Г.Бурмаа\*\*

**Хураангуй:** Даатгалын компаниуд төлбөрийн чадвараа тогтвортой байлгахын тулд хүрэлцээтэй хэмжээний нөөц сан бүрдүүлэх шаардлагын үүднээс нөөц сан тооцооллын найдвартай байдалд ихээхэн анхаардаг. Монголын даатгалын компаниуд “Учирсан боловч мэдэгдээгүй хохирлын нөөц сан”(УБМХНС)-г зөвхөн гинжин шатлалын аргаар тооцоолж ирсэн ба илүү нарийвчлалтай тооцоолох асуудалтай тулгарч байна. Энэ асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд олон улсад өргөн ашигладаг арга, аргачлалыг нөөц сангийн тооцоололд ашиглах шаардлага үүсч байгаа юм. Судалгаанд даатгалын зах зээлийн 30 хувийг бүрдүүлж буй 3 даатгалын компанийн мэдээллийг цуглуулж, олон улсад нийтлэг ашигладаг стохастик болон детерминистик аргачлалуудыг сонгон авч тооцоолол, шинжилгээ хийсэн. Судалгааны үр дүнд стохастик аргачлалууд нь УБМХНС-г илүү нарийвчлалтай тооцоолж байгаа нь батлагдсан.

**Түлхүүр үгс:** нэхэмжлэлийн нөөц сан, хохирлын гурвалжин, детерминистик аргачлал, стохастик аргачлал

### ENHANSING THE CALCULATION OF TECHNICAL PROVISION OF THE INSURANCE COMPANY

**Abstract:** A problem of more accurate calculation of the “Incurred but not reported loss” (IBNR) reserve is faced in Mongolian insurance companies in order to make a more reliable calculation of the technical provision. To calculate IBNR reserve, most companies use only the chain-ladder method. In order to solve the problem, it is necessary to test other methods commonly used internationally for accurately predicting the IBNR reserve, and then to study whether it is possible to improve the calculation by using a more suitable method.

Research data were collected from 3 insurance companies that accounted for 30% of the total insurance market revenue from 15 general insurance insurers and we used historical claims data for these insurers.

As a result of the research, stochastic methods have been proven to provide more accurate estimates of IBNR reserves.

**Key words:** claims reserve, deterministic models, stochastic models.

\* “ФИНС” ХХК, (E-mail): batnyam@fins.mn, actuary.bt@gmail.com

\*\* МУИС, Бизнесийн сургууль, (E-mail): burmaag@num.edu.mn

## **Удиртгал**

Даатгалын компаниуд даатгуулагчийн өмнө хүлээх үүргээ биелүүлэх зорилгоор одоо болон ирээдүйн бүх нэхэмжлэлийг төлөхөд хангалттай хэмжээний хөрөнгөтэй байх шаардлагатай ба энэхүү хөрөнгийн шаардлагыг хангах эх үүсвэрийг техникийн нөөц сан гэж нэрлэнэ. Техникийн нөөц нь ердийн даатгалын компанийн баланс дахь хамгийн том өр төлбөр болж бүртгэгдэх ба санхүүгийн тайлагналын хяналт нэмэгдэж, төлбөрийн чадварын найдвартай байдлыг хангах асуудал хурцаар тавигдаж байгаа өнөө үед даатгалын компанийн актуарчид нөөц сангийн нарийвчилсан тооцооллыг хийх шаардлага тулгарч байна.

Ялангуяа “Учирсан боловч мэдэгдээгүй хохирлын нөөц сан” (УБМХНС)-г нөхөн төлбөрийн түүхэн мэдээлэл болон ирээдүйд төлөгдөх боломжтой нийт нөхөн төлбөрийн таамаглал дээр үндэслэн тооцоолох шаардлагатай. Ирээдүйд төлөгдөх боломжтой нийт нөхөн төлбөрийн таамаглал нь тооцоололд ашиглаж буй мэдээлэл болон аргачлал, актуарчийн тохируулга зэргээс хамааран өндөр савлагаатай үр дүн гарах эрсдэлтэй байдаг буюу илүү болон дутуу нөөцлөлтийг үүсгэх эрсдэл дагуулдаг. Дутуу нөөцлөлт нь төлбөрийн чадварын алдагдалд хүргэж, илүү нөөцлөлт нь өрсөлдөх чадваргүй өндөр хураамжийн хувь хэмжээг бий болгодог. Иймд нөөцийн сангийн хэмжээг хүрэлцээтэй бөгөөд зохистой түвшинд тооцоолох нь өнөөгийн нөөцлөлтийн хамгийн чухал асуудал болоод байна.

УБМХНС-г тооцоолохдоо даатгалын компанийн актуарчид Гинжин шатны аргачлалыг ашиглах нь нийтлэг байдаг. Манай улсын практикт уг аргачлалаас өөр аргачлалыг төдийлөн ашигладаггүй ба олон улсад нийтлэг хэрэглэдэг бусад аргачлалыг ашиглах замаар нөөц сангийн илүү найдвартай тооцоог гаргах боломжийг нэмэгдүүлэх юм.

Судалгааны үр дүн нь даатгалын компанийн бодит түүхэн мэдээлэлд үндэслэн даатгалын бүтээгдэхүүний хэлбэр бүрийн хувьд тохиромжтой аргачлалыг тодорхойлсноор нөөцийн санг илүү нарийвчлалтай тооцоолох, улмаар даатгагч гэрээгээр хүлээсэн хариуцлагаа бүрэн хүлээх чадвар буюу төлбөрийн чадвар нь сайжрах юм.

## **Судлагдсан байдал:**

- П.Д.Англи ба Р.Ж.Веррал, 2004, “Ердийн даатгал дахь стохастик нөхөн төлбөрийн нөөцлөлт” сэдэвт судалгааны ажилд уламжлалт гинжин шатны нөөцийн тооцоог гаргадаг стохастик нөөцлөх загваруудыг авч үзсэн ба стохастик нөөцийн загваруудын гол давуу тал нь нөөцийн

тооцооллын нарийвчлалыг хэмжих боломжийг олгодог ба таамаглалын дундаж квадрат алдааны язгуур дээр анхаарлаа төвлөрүүлдэг байна.

- Вернер Хурлиман, 2015, “УБМХНСан (IBNR) тооцох зарим аргачлалууд дээрх хуучин ба шинэлэг зүйлс” судалгааны ажилд УБМХНСан тооцох аргуудыг гурван үндсэн ангиллын хүрээнд авч үзсэн. Стандарт аргууд (Гинжин шат, Кейп Код, Борнхютер-Фергюсон), Хохирлын харьцааны болон стохастик (стандарт хазайлт ба percentile утгууд) аргачлалуудыг тоон өгөгдөл дээр суурилж харьцуулан шинжилсэн.
- Питер Рэймонд Мартин, 2015, “Жижиг даатгалын компаниудад хэрэглэгддэг хохирлын нөөцийн гинжин шатны аргачлалууд” сэдэвт судалгаа нь жигнэсэн-хамгийн бага квадратын регресс дээр суурилсан гинжин шатны янз бүрийн аргуудад дүн шинжилгээ хийсэн. Үр дүнд нь нөхөн төлбөрийн нөөц сангийн тооцооллын практикт гинжин шатны аргачлалыг ашиглах нь даатгалын компаниудад ашигтай байж болох талаар харуулсан.
- Томас Мак, 1993, “Гинжин шатны нөөц сангийн тооцооллын стандарт алдааны тархалтгүй тооцоолол” сэдэвт судалгааны ажлаар гинжин шатны нөөцийн тооцооны стандарт алдааны тархалтгүй томъёог гаргаж, тоон жишээ ашиглан зарим параметрийн аргын үр дүнтэй харьцуулсан.
- Вютрих, Мерц, 2008, “Ердийн даатгал дахь стохастик нөхөн төлбөрийн нөөц сангийн аргачлалууд” судалгааны ажилд детерминист болон стохастик нэхэмжлэлийн үнэлгээний аргууд, гинжин шатаар ачаалах аргуудыг харьцуулан судалсан.
- Жан З, 2010, “Олон талт гинжин шатны ерөнхий загвар” сэдэвт судалгааны ажлаар олон хувьсагчтай стохастик нөхөн төлбөрийн нөөцийн ерөнхий загварыг боловсруулсан ба энэ загвар нь зөвхөн тухайн үеийн хамаарлыг тодорхойлоод зогсохгүй гурвалжин хоорондын бүтцийн холболтыг зөвшөөрдөг. Энэ загвар нь одоо ашиглаж байгаа олон хувьсагчтай гинжин шатны загваруудыг байгалийн аргаар өргөтгөх боломжийг олгодог бөгөөд энэ өргөтгөл нь загварын хүрэлцээг сайжруулахад давуу талтай болох нь батлагдсан.

### **Нөөц сан бүрдүүлэх шаардлага, тооцооллын арга зүй**

Даатгалын компани даатгалын гэрээний дагуу үүссэн хариуцлагаа хангахуйц хэмжээний хөрөнгөтэй байх шаардлагатай ба энэ хөрөнгийн хэмжээг харуулж буй дүнг нөөцийн сан гэнэ.

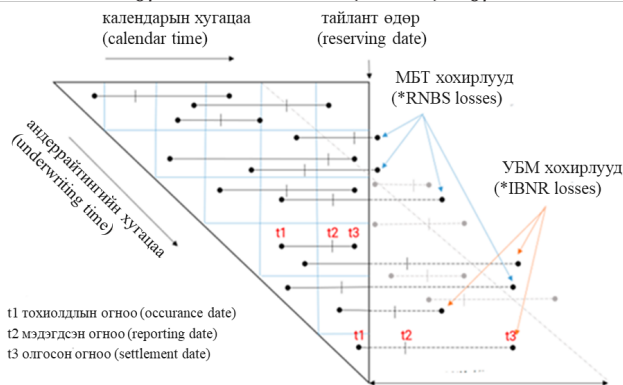
Техникийн нөөц сан нь:

- Тайлант хугацаанд даатгалын тохиолдолд нь болсон гэрээнүүдээс үүссэн хариуцлагад зориулсан нөөц буюу нөхөн төлбөрийн нөөц сан
- Ирээдүйд даатгалын тохиолдол нь болох гэрээнүүдээс үүсэх хариуцлагад зориулсан нөөц буюу хураамжийн нөөц сангаас бүрддэг. Нэхэмжлэлийн нөөц сангийн гол бүрэлдэхүүн хэсэг нь УБМХНС юм.

**Учирсан боловч мэдэгдээгүй хохирлын нөөц сан (УБМХНС)-н тооцооллын өнөөгийн байдал, тооцооллын боломжууд**

Тайлагналын өдөр болон түүнээс өмнөх хугацаанд даатгалын тохиолдол нь болсон боловч даатгагчид мэдэгдээгүй байгаа даатгалын тохиолдлын улмаас үүсэх даатгагчийн хүлээх хариуцлагын дунг УБМХНС гэж тодорхойлдог. Даатгалын тохиолдол болсноос хойш нөхөн төлбөр олгох хүртэл процессыг дараах байдлаар харуулж болно.

Зураг 1. УБМХНС(INBR) зураглал



Эх сурвалж: Maximilien BAUDRY and Christian Y. ROBERT (2017). *Non parametric individual claim reserving in insurance*

\*RNBS losses – Мэдсэн боловч төлөөгүй(МБТ) хохирлууд, \*IBNR losses – Учирсан боловч мэдэгдээгүй(УБМ) хохирлууд;

Манай улсын СЭХ-ноос даатгалын компаниудыг УБМХНСангийн тооцоололд гурвалжингийн аргачлалыг ашиглахыг шаарддаг. Даатгалын компаниудын хувьд УБМХНСангийн тооцоололд дараах хоёр гурвалжны аргачлалыг ашиглаж байна.

Үүнд:

- Гинжин шатны аргачлал;

- Борнхьютер-Фергусон аргачлал;

Эдгээр аргачлалуудын хувьд нөхөн төлбөрийн хангалттай статистик мэдээлэл бүрдсэн тохиолдолд ашиглагддаг аргачлал төдийгүй таамаглалын алдааны талаарх тооцооллыг хийж гүйцэтгэдэггүй сул талтай.

Детерминистик аргуудын гол сул тал нь тооцоололтой холбоотой тодорхойгүй байдлын түвшний талаар бага ойлголт өгдөг явдал юм. Сценари болон мэдрэмжийн тест нь нөөцийн сангийн хувьсах байдлын талаар тодорхой мэдээллийг өгөх боловч хэлбэлзлийн бүрэн дүр зургийг гаргах боломжгүй юм. Иймд стохастик загварыг ашиглах шаардлага тулгарч байна. Алдааны тооцооллыг хийж гүйцэтгэдэг стохастик загваруудыг дараах 3 төрөлд ангилж үзэж байна.

- Аналитик аргачлалууд
- Симуляцийн аргачлалууд
- Байесийн аргачлалууд

Доорх хүснэгтэд нөөцийн сангийн детерминистик ба стохастик загваруудын үндсэн төрлүүдийг нэгтгэн харуулав.

Хүснэгт 1. Нэхэмжлэлийн нөөц сангийн загварууд

Детерминистик арга	Аналитик аргачлал	Гинжин шат (Chain ladder)
		Борнхьютер-Фергусон (Bornhuetter-Ferguson)
		Нэгж нэхэмжлэлийн дундаж зардал (Average cost per claim)
Стохастик арга	Аналитик аргачлал	Мак (Mack)
		Хэт-тархсан Пуассон (Over-dispersed Poisson)
		Сөрөг бином (Negative binomial)
		Логнормал (Lognormal)
		Хоерлс муруй (Hoerls curves)
		Мерц-Вутрих (Merz-Wutrich)
	Симуляци аргачлал	Хэт-тархсан Пуассоны ачаалах загвар (Over-dispersed Poisson bootstrap)
Байесийн аргачлал	Борнхьютер-Фергусоны Байесийн загвар (Bornhuetter-Ferguson Bayesian)	

Эх сурвалж: The Actuarial Education Company, 2021, General Insurance Reserving and Capital Modelling Principles

### Стохастик гинжин шатны арга

1993 онд хэвлэгдсэн Мак гинжин шатны арга нь гурван нөхцлийн дагуу тархалтыг тооцохгүйгээр гинжин шатны таамаглалын стандарт алдааг тооцдог арга юм. Мак арга нь даатгалын тохиолдлын үе бүрээс үүссэн нийт нэхэмжлэлийн дундаж болон хэлбэлзлийн тооцоог гаргахын тулд өнгөрсөн нэхэмжлэлийн өгөгдлийг ашигладаг. Энэ нь тархалтын талаар ямар ч таамаглал дэвшүүлдэггүй тул тархалтгүй загвар гэж тодорхойлогддог. Өөрөөр хэлбэл магадлалын тархалтын таамаглалыг шаарддаггүй бөгөөд хаалттай хэлбэрийн томъёог өгдөг. Тус томъёо нь хүлээгдэж буй нөхөн төлбөрийн хэмжээг гинжин шатны аргатай адилаар тооцдог ба нөхөн төлбөрийн таамаглалын дундаж квадрат алдааг тооцдог. Параметрийн алдаа болон процессын алдаа хоёулаа томъёонд тодорхой тусгагдсан болно. Осол гарсан жил бүрийн цэвэр хохирлын гурвалжныг дараах хэлбэрээр харуулж болно.

Хүснэгт 2. Хохирлын гурвалжин

	<b>1</b>	<b>2</b>	...	...	<b>n-1</b>	<b>n</b>
<b>1</b>	$S_{11}$	$S_{21}$			$S_{12}$	$S_{1n}$
<b>2</b>	$S_{21}$	$S_{22}$	...	...	$S_{2n-1}$	
...	...	...	...	...		
...	...	...	...	...		
<b>n-1</b>	$S_{n-11}$	$S_{n-12}$				
<b>n</b>	$S_{n1}$					

Эх сурвалж: *The Actuarial Education Company, 2021, General Insurance Reserving and Capital Modelling Principles*

Энд:  $i$  - тохиолдлын жил;

$j$  - хөгжлийн жил;

$P_i$  - тохиолдлын  $i$ -р жилийн хураамж;

$S_{ij}$  - Даатгалын тохиолдлын  $i$ -р жил болон хөгжлийн  $j$ -р жилийн цэвэр нэхэмжлэл;

Энэхүү дүн нь тухайн жилд мэдэгдсэн ба даатгалын тохиолдол болсон хугацаанд хамаарах төлсөн цэвэр нэхэмжлэлийн дүнг илэрхийлнэ. Тэгвэл төлсөн нөхөн төлбөрийн хувьд хуримтлагдсан хохирлын гурвалжин (дээд гурвалжин) нь дараах байдлаар тодорхойлогдоно:

$$C_{ik} = \sum_{j=1}^k S_{ij}, \quad i \in \{1, \dots, n\}, k \in \{1, 2, \dots, n - i + 1\} \quad (1)$$

Доод гурвалжны төлсөн нөхөн төлбөрийн дүнг дээд гурвалжны нүднүүдээс урьдчилан таамаглах ёстой байдаг ба хөгжлийн факторыг ашигладаг.

$$f_k^{CL} = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} C_{ik+1}}{\sum_{i=1}^{n-k} C_{ik}}, \quad k = 1, \dots, n - 1 \quad (2)$$

Энд:  $f_k^{CL}$  – даатгалын тохиолдлын  $k$ -р жилийн гинжин шатны фактор;

Хөгжлийн фактор нь

$$F_k^r = \prod_{j=k}^{n-1} f_j^{CL}, \quad k = 1, \dots, n - 1, \quad F_n^r = 1 \quad (3)$$

Энд:  $F_k^r$  – даатгалын тохиолдлын  $k$ -р жилийн хохирлын хөгжлийн фактор;

Дээрх хөгжлийн хөгжлийн фактороос гинжин шатны хоцрогдлын факторыг шууд гаргах боломжтой.

$$p_i^{CL} = \frac{1}{F_{n-i+1}^r}, \quad i = 1, \dots, n, \quad (4)$$

Энд:  $p_i^{CL}$  – даатгалын тохиолдлын  $k$ -р жилийн хоцрогдлын фактор;

Энэхүү хоцрогдлын фактороос IBNR факторыг дараах байдлаар шууд тодорхойлж, нийт төлөгдөх боломжтой нөхөн төлбөрийн дүнг тооцоолох боломжтой.

$$q_i^{CL} = 1 - p_i^{CL}, \quad i = 1, \dots, n \quad (5)$$

Энд:  $q_i^{CL}$  – даатгалын тохиолдлын  $k$ -р жилийн IBNR фактор;

Аргачлалын үндсэн гурван таамаглал нь дараах байдалтай байна.

$$1) E(C_{i,j+1} | C_{i,1}, C_{i,2}, \dots, C_{i,j}) = C_{i,j} f_i \quad (\text{энд } 1 \leq j \leq n - 1);$$

$$2) C_{i,j} \text{ ба } C_{g,h} \text{ үл хамаарах (энд } i \neq g); \quad (6)$$

$$3) \text{Var}(C_{i,j+1} | C_{i,1}, C_{i,2}, \dots, C_{i,j}) = C_{i,j} \sigma_j^2 \quad (\text{энд } 1 \leq j \leq n - 1);$$

Энд  $f_j$  ба  $\sigma_j^2$  гэсэн 2 төрлийн параметр байдаг бөгөөд  $f_j$  нь  $j$ -ээс  $j + 1$  хүртэлх хөгжлийн хүчин зүйл,  $\sigma_j^2$  нь  $C_{i,j+1}$ -ийн дисперстэй холбоотой байдаг. Гурван үндсэн таамаглалын дагуу  $C_{i,n}$  болон  $R_i$ -ийн хүлээгдэж буй утгууд нь

$$E(C_{i,n}) = E(C_{i,n+1-i})f_{n+1-i}f_{n+2-i} \cdots f_{n-1}; \quad (7)$$

$$E(R_i) = E(C_{i,n+1-i})f_{n+1-i}f_{n+2-i} \cdots f_{n-1} - E(C_{i,n+1-i}); \quad (\text{for } 2 \leq j \leq n) \quad (8)$$

Макийн загвар нь гинжин шат арга дээр суурилдаг тул тэдгээрийн факторууд нь ижил байна.

$f_j$  фактор, энд  $1 \leq j \leq n$ :

$$\hat{f}_j = \frac{\sum_{r=1}^{n-j} C_{r,j+1}}{\sum_{r=1}^{n-j} C_{r,j}} \quad (9)$$

$E(C_{i,j})$  фактор, энд  $2 \leq j \leq n$  ба  $n+1-i \leq j \leq n$ :

$$\hat{C}_{i,j} = C_{i,n+1-i}\hat{f}_{n+1-i}\hat{f}_{n+2-i} \cdots \hat{f}_{n-1} - C_{i,n+1-i} \quad (10)$$

$E(R_i)$  ба  $E(R)$  фактор нь:

$$\hat{R}_i = \hat{C}_{i,n} - C_{i,n+1-i} = C_{i,n+1-i}\hat{f}_{n+1-i}\hat{f}_{n+2-i} \cdots \hat{f}_{n-1} - C_{i,n+1-i} \quad (11)$$

$$\hat{R} = \hat{R}_2 + \hat{R}_3 + \hat{R}_n; \quad (12)$$

Таамаглалын стандарт алдаа

Мак нь  $\sigma_j^2$ -ийн тооцооллыг дараах байдлаар тодорхойлсон.

$$\hat{\sigma}_j^2 = \frac{1}{n-j-1} \sum_{r=1}^{n-j} C_{r,j} \left( \frac{C_{r,j+1}}{C_{r,j}} - \hat{f}_j \right)^2 \quad \text{ба}$$

$$\hat{\sigma}_{n-1}^2 = \min \left( \frac{\hat{\sigma}_{n-2}^4}{\hat{\sigma}_{n-3}^2}, \hat{\sigma}_{n-3}^2 \right) \quad (13)$$

Нэмж дурдахад, өнгөрсөн нэхэмжлэлийн өгөгдлийн  $R_i$  таамаглалын дундаж квадрат алдааг  $2 \leq j \leq n$  хувьд дараах байдлаар гаргана.

$$MSEP | C_{g,h;g+h \leq n+1} = Var(C_{i,n} | C_{g,h;g+h \leq n+1}) + E(C_{i,n} | C_{g,h;g+h \leq n+1}) \quad (14)$$

Үүнд эхний бүрэлдэхүүн хэсэг нь процессын алдаа, хоёр дахь бүрэлдэхүүн хэсэг нь параметрийн алдааг зөвшөөрдөг.  $R_i$  таамаглалын дундаж квадрат алдааг дараах байдлаар тооцоолно.

$$\hat{C}_{i,j}^2 \sum_{j=n+1-i}^{n-j} \left( \frac{\hat{\sigma}_j^2}{\hat{f}_j^2} \right) \left( \frac{1}{\hat{C}_{i,j}} + \frac{1}{\sum_{r=1}^{n-j} C_{r,j}} \right) \quad (15)$$

Үүний нэгэн адил, өнгөрсөн нэхэмжлэлийн өгөгдөлд  $R$ -ийн таамаглалын дундаж квадрат алдааг дараах байдлаар гаргана.

$$MSEP | C_{g,h;g+h \leq n+1} = Var \left( \sum_{i=2}^n C_{i,n} | C_{g,h;g+h \leq n+1} \right) +$$



$$\left( E \left( \sum_{i=2}^n C_{i,n} | C_{g,h;g+h \leq n+1} \right) - \sum_{i=2}^n \hat{C}_{i,n} \right)^2 \quad (16)$$

Үүнд эхний бүрэлдэхүүн хэсэг нь процессын алдаа, хоёр дахь бүрэлдэхүүн хэсэг нь параметрийн алдааг зөвшөөрдөг.

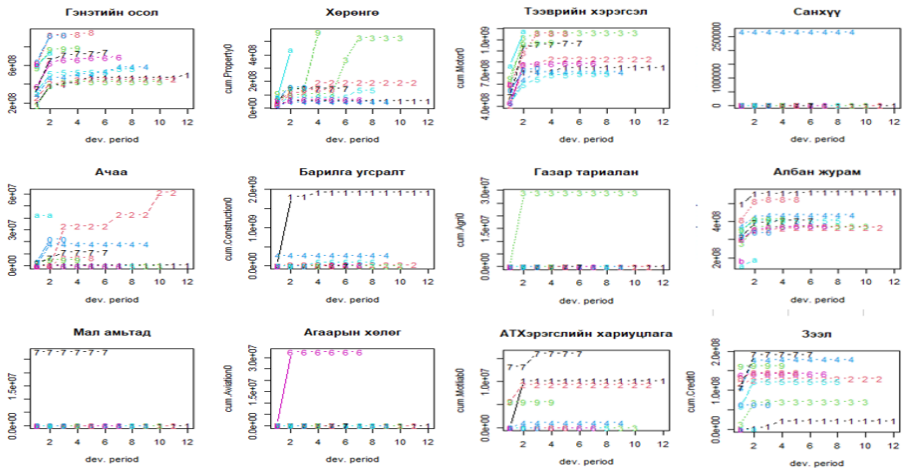
**Нөөц сангийн тооцооллыг сайжруулах нь**

Судалгаанд 15 ердийн даатгалын компаниудаас даатгалын зах зээлийн орлогын нийт 30%-ийг бүрдүүлдэг 3 даатгалын компанийг сонгон авсан. Үүнд:

- Эхний 5-д ордог “А1” даатгалын компани (Том компани);
- 6-10-д ордог “А2” даатгалын компани (Дундаж компани);
- 11-15-д ордог “А3” даатгалын компани (Жижиг компани);

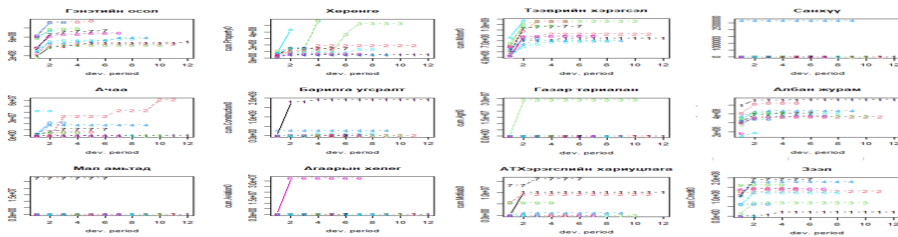
зэрэг том, дунд, жижиг компаниудын төлөөлөл болсон компаниудыг хамруулж, 2018-2021 оны нөхөн төлбөрийн дэлгэрэнгүй мэдээллийг даатгалын хэлбэр бүрийн хувьд нөөц сангийн тооцооллыг хийв. Нийт 15 төрлийн даатгалын борлуулалт хийгдсэнээс нөхөн төлбөр гарсан 13 төрлийн даатгалын “Хохирлын хөгжлийн гурвалжин”-г өссөн дүнгээр байгуулсан. Хохирлын гурвалжны графикийг доорх байдлаар боловсруулаа.

Зураг 2. Хохирлын гурвалжны график



Эх сурвалж: Судалгааны цр дүн

Зураг 3. Хохирлын гурвалжны график



Эх сурвалж: Судалгааны үр дүн

Хохирлын гурвалжны графикийн дагуу барилга угсралт, газар тариалан, мал амьтад, агаарын хөлөг, санхүү, авто тээврийн хэрэгслийн жолоочийн хариуцлагын даатгалын хэлбэрүүд дээр хохирлын гурвалжин үүсээгүй. Эдгээр хэлбэрүүдийн хувьд гурвалжны аргаар тооцоолол хийх боломжгүй нь илэрхий харагдаж байна.

Монголын даатгалын салбар харьцангуй залуу, цөөн хэдэн бүтээгдэхүүнээр борлуулалт хийгддэг, иргэдийн даатгалын талаарх ойлголт муу, үүнээс үүдэн зарим тохиолдолд нөхөн төлбөрөө нэхэмжлээгүй өнгөрөөдөг, даатгалын компаниуд хоорондоо мэдээллээ хуваалцдаггүй гэх мэт олон шалтгаанаас хамааран даатгалын компанийн хувьд тооцоолол хийх, дүгнэлт гаргах, түүхэн мэдээллийг ашиглан ирээдүйг таамаглахуйц хангалттай хэмжээнд мэдээллийн сан үүсээгүй байдаг. Мэдээллийн асуудлыг салбарын мэдээлэл, ижил төстэй компанийн ижил төстэй даатгалын бүтээгдэхүүний түүхэн мэдээлээр орлуулан шийдвэрлэх боломж байдаг боловч энэ нь тухайн даатгалын компанийн болон бүтээгдэхүүний онцлогт нийцэхгүй байх дутагдалтай байдаг. Олон улсад хангалттай нөхөн төлбөрийн түүхэн мэдээлэл үүсээгүй, хохирлын гурвалжин байгуулж, гурвалжны хөгжлийн аргыг ашиглах боломжгүй тохиолдолд нөөц санг [Loss Ratio] аргачлал буюу хохирлын харьцааны таамаг гарган тооцоолдог. Энэхүү аргачлал нь хялбар бөгөөд дата мэдээлэл бага шаарддагаараа давуу талтай. Иймд дата мэдээлэл нь хүрэлцээгүй хохирлын харьцааны аргачлалыг ашиглах хэлбэрүүдийн хувьд тооцооллыг сайжруулах аргачлалын асуудлыг авч үзээгүй.

Харин бусад хэлбэрүүд болох гэнэтийн осол, хөрөнгө, тээврийн хэрэгсэл, ачаа, хариуцлага, зээл, жолоочийн хариуцлагын албан журмын даатгалын хэлбэрүүд дээр хохирлын гурвалжин үүсэж байгаа буюу гурвалжны аргаар тооцооллыг хийж гүйцэтгэх боломжтой байна. Иймд эдгээр төрлийн даатгалын хувьд детерминистик болон стохастик аргачлалуудыг ашиглан тооцооллыг хийж гүйцэтгэсэн. Судалгаа шинжилгээний үр дүнг дүгнэхэд даатгалын

хэлбэрүүдийн хувьд Санхүүгийн зохицуулах хорооны эрсдэлийн ангиллыг авч үзсэн.

Детерминистик аргачлалуудын хувьд тооцооллын үр дүн дараах байдалтай гарсан.

*Хүснэгт 3. Детерминистик аргуудаар үнэлсэн нөөц сангийн утга, сая төгрөг*

	Гинжин шатны арга	Борнхютер Фергусоны арга	Хохирлын харьцааны арга	Дундаж утга
<b>Өндөр давтамжтай бага эрсдэлтэй</b>				
Гэнэтийн ослын даатгал	637	657	791	695
Авто тээврийн хэрэгслийн даатгал	1127	869	501	832
Жолоочийн хариуцлагын даатгал	188	100	286	191
<b>Дундаж давтамжтай, дундаж эрсдэлтэй</b>				
Ачааны даатгал	55	124	174	118
Хариуцлагын даатгал	88	100	138	108
Ээлийн даатгал	44	99	59	41
<b>Бага давтамжтай, өндөр эрсдэлтэй</b>				
Хөрөнгийн даатгал	328	913	1174	805
Бүгд	2466	2783	3122	2791

*Эх сурвалж: Судалгааны үр дүн*

*Хүснэгт 4. Детерминистик аргуудаар үнэлсэн нөөц сангийн хэлбэлзэл, сая төгрөг*

	Гинжин шатны арга	Борнхютер Фергусоны арга	Хохирлын харьцааны арга
<b>Өндөр давтамжтай бага эрсдэлтэй</b>			
Гэнэтийн ослын даатгал	-58	-38	96
Авто тээврийн хэрэгслийн даатгал	295	37	-332
Жолоочийн хариуцлагын даатгал	-3	-91	94
<b>Дундаж давтамжтай, дундаж эрсдэлтэй</b>			
Ачааны даатгал	-63	7	56
Хариуцлагын даатгал	-21	-9	29
Ээлийн даатгал	3	-21	18
<b>Бага давтамжтай, өндөр эрсдэлтэй</b>			
Хөрөнгийн даатгал	-477	108	369
Бүгд	-324	-7	332

*Эх сурвалж: Судалгааны үр дүн*

Практикт даатгалын компаниуд гинжин шатны аргыг нийтлэг ашигладаг ба бусад 2 аргыг ховор ашигладаг. Нөөц санг зөвхөн гинжин шатны аргачлал ашиглан тооцоолж байгаа нь тооцооллын оновчтой байдалд (хүрэлцээтэй бөгөөд зохистой) үнэлэлт дүгнэлт хийхэд учир дутагдалтай байгааг дээрх үр дүн илэрхийлж байна. Иймд дээрх детерминистик аргачлалуудын үр дүнг харьцуулан шинжилсэн. Ингэхдээ аргачлалуудын тооцооллын үр дүн болон тус үр дүнгүүдийн дундаж утгын зөрүүгээр тайлбарласан. Тооцооллын үр дүнд:

- Гинжин шатны аргачлал нь Хохирлын харьцаа болон Борнхютер Фергусоны аргатай харьцуулахад ихэнх даатгалын төрлүүдэд (гэнэтийн осол, ачаа, хариуцлага, зээл, хөрөнгийн даатгал) нөөцийн сангийн хэмжээг хамгийн багаар тооцоолж байна. Хэдий тийм боловч тээврийн хэрэгслийн даатгалын хувьд учирсан боловч мэдэгдээгүй хохирлын нөөц сангийн дүнг хамгийн өндөр дүнгээр буюу 1.127 тэрбум төгрөг гэж тооцоолсон байна. Бусад аргачлалтай харьцуулахад гинжин шатны аргачлалын тооцоолол нь хамгийн бага болон хамгийн өндөр үр дүнг буюу өндөр хэлбэлзэлтэй үр дүнг өгч байна.
- Хохирлын харьцааны арга нь бусад 2 аргатай харьцуулахад тооцоолуудын дундаж утгаас илүү өндрөөр тооцоолж байна. Энэ нь нэг талаасаа нөөц сангийн хүрэлцээт байдалтай нийцтэй буюу нөөцийн санг багаар тооцоолох эрсдэлийг бууруулж байгаа ч, хэт өндрөөр тооцоолох эрсдэлийг нэмэгдүүлэх боломжтой юм.
- Борнхютер-Фергусоны арга нь хохирлын харьцааны болон гинжин шатны аргачлалтай харьцуулахад аргачлалуудын дундаж утгатай хамгийн ойр буюу хэлбэлзэл багатай үр дүнг өгч байна. Даатгалын компаниудын ашигладаг аргачлалуудаас Борнхютер-Фергусоны аргачлал нь хэлбэлзэл багатай буюу зохистой үр дүнг өгч байна.

Хэдийгээр Борнхютер-Фергусоны арга нь зохистой үр дүнг өгч байгаа харагдаж байгаа ч, Гинжин шатны арга, Борнхуеттер Фергусоны арга гэх мэт уламжлалт аргууд нь нөөц сангийн цор ганц үр дүнг өгдөг. Бодит байдал дээр даатгалын компанид шаардлагатай нөөц сангийн хэмжээ нь тус үр дүнгээс зөрүүтэй байдаг. Иймд тооцоололд гарч болзошгүй алдааг үнэлэхийн тулд эдгээр 2 аргачлалын стохастик аргыг ашиглах шаардлагатай бөгөөд энэ нь бидэнд нөөц сангийн дүн болон харгалзах таамаглалын алдааны үр дүнг өгөх болно. Таамаглалын алдааны талаар авч үзэх буюу буюу стохастик аргачлалуудыг авч үзэх нь тооцооллыг сайжруулах дараагийн алхам болж байна.

Стохастик аргачлалуудын хувьд тооцооллын үр дүн дараах байдалтай гарсан.

Хүснэгт 5. Детерминистик аргуудаар үнэлсэн нөөц сангийн хэлбэлзэл, сая төгрөг

	Мак гинжин шатны арга	Стохастик Борнхютер Фергусоны арга	Хэт тархсан Пуассоны загвар	Хөгжлийн факторын загвар
<i>Өндөр давтамжтай бага эрсдэлтэй</i>				
Гэнэтийн ослын даатгал	637	657	639	619
Авто тээврийн хэрэгслийн даатгал	1127	869	1140	499
Жолоочийн хариуцлагын даатгал	188	100	188	187
<i>Дундаж давтамжтай, дундаж эрсдэлтэй</i>				
Ачааны даатгал	55	124	1810	27
Хариуцлагын даатгал	88	100	98	78
Зээлийн даатгал	44	19	50	47
<i>Бага давтамжтай, өндөр эрсдэлтэй</i>				
Хөрөнгийн даатгал	328	913	364	439
Бүгд	2466	2783	4289	1897

Эх сурвалж: Судалгааны үр дүн

Хүснэгт 6. Детерминистик аргуудаар үнэлсэн нөөц сангийн хэлбэлзэл, сая төгрөг

	Мак гинжин шатны арга	Стохастик Борнхютер Фергусоны арга	Хэт тархсан Пуассоны загвар	Хөгжлийн факторын загвар
<i>Өндөр давтамжтай бага эрсдэлтэй</i>				
Гэнэтийн ослын даатгал	28%	46%	23%	35%
Авто тээврийн хэрэгслийн даатгал	64%	134%	32%	78%
Жолоочийн хариуцлагын даатгал	24%	98%	19%	25%
<i>Дундаж давтамжтай, дундаж эрсдэлтэй</i>				
Ачааны даатгал	48%	104%	2525%	54%
Хариуцлагын даатгал	137%	80%	69%	110%
Зээлийн даатгал	35471%	370%	98%	110%
<i>Бага давтамжтай, өндөр эрсдэлтэй</i>				
Хөрөнгийн даатгал	113%	93%	81%	77%
Бүгд				

Эх сурвалж: Судалгааны үр дүн

Тархалтын талаар авч үздэггүй стохастик аргачлалууд болох стохастик гинжин шатны арга болон стохастик Борнхютер Фергусоны аргууд нь таамаглалын алдааны үр дүнг өгдгөөрөө давуу талтай. Стохастик гинжин

шатны аргаар тооцоолсон нөөц сангийн үр дүнгийн таамаглалын алдаа нь өндөр давтамжтай, бага дүнтэй хохирол гардаг гэнэтийн осол, авто тээврийн хэрэгсэл, жолоочийн хариуцлагын даатгалын хэлбэрүүд дээр Стохастик Борнхютер Фергусоны аргачлалтай харьцуулахад илүү бага байна. Харин дундаж давтамжтай, дундаж дүнтэй хохирол гардаг ачааны даатгал, хариуцлагын даатгал, зээлийн даатгал болон бага давтамжтай өндөр хохирол гардаг хөрөнгийн даатгалын бүтээгдэхүүнүүдийн хувьд Стохастик Борнхютер Фергусоны таамаглалын алдаа нь илүү бага байна. Хэт тархсан Пуассоны аргачлал нь ачааны даатгалын хэлбэрээс бусад хэлбэрийн хувьд таамаглалын алдаа хамгийн бага байна.

### **Дүгнэлт**

Даатгалын компаниуд зөвхөн Гинжин шатны аргачлал ашиглан тооцоолол хийх нь учир дутагдалтай байна. Иймд өнөөгийн нөхцөлд тооцооллыг сайжруулах эхний алхам нь олон аргаар тооцооллыг хийж гүйцэтгэж одоо ашиглаж буй аргачлалын тохиромжтой байдлыг шалгаж үзэх нь зүйтэй байгааг судалгааны үр дүн харуулсан.

- Нийт ашигладаг детерминистик аргачлалуудаас Борнхютер-Фергусоны аргачлалын тооцоолол нь одоо ашиглаж буй аргачлалтай харьцуулахад илүү оновчтой үр дүнг өгч байна. Хэдий тийм ч таамаглалын алдааны талаар авч үздэггүй учир сул талтай байна.
- Стохастик гинжин шатны аргаар тооцоолсон нөөц сангийн үр дүнгийн таамаглалын алдаа нь өндөр давтамжтай, бага дүнтэй хохирол гардаг гэнэтийн осол, авто тээврийн хэрэгсэл, жолоочийн хариуцлагын даатгалын хэлбэрүүд дээр Стохастик Борнхютер Фергусоны аргачлалтай харьцуулахад илүү бага байна.
- Дундаж давтамжтай, дундаж дүнтэй хохирол гардаг ачааны даатгал, хариуцлагын даатгал, зээлийн даатгал болон бага давтамжтай өндөр хохирол гардаг хөрөнгийн даатгалын бүтээгдэхүүний хэлбэрүүдийн хувьд Стохастик Борнхютер Фергусоны таамаглалын алдаа нь илүү бага байна.
- Тархалтын талаар авч үздэггүй стохастик аргачлалууд болох стохастик гинжин шатны арга болон стохастик Борнхютер Фергусоны аргуудаас илүү нарийвчлалтай тооцооллыг хийж гүйцэтгэхийн тулд тархалтын талаар авч үздэг бусад стохастик аргачлалыг судлах нь тооцооллыг сайжруулах бас нэг алхам юм. Шинжилгээний үр дүнгээс Хэт тархсан Пуассоны стохастик аргачлал нь ачааны даатгалын хэлбэрээс бусад

хэлбэрийн хувьд таамаглалын алдаа хамгийн багатай буюу ашиглахад тохиромжтой аргачлал байна.

### **Ашигласан материал**

- England, P.D. and Verrall, R.J. (1999). Analytic and bootstrap estimates of prediction errors in claims reserving. *Insurance: Mathematics and Economics* 25, 281-293.
- England, P.D. and Verrall, R.J. (2002) Stochastic Claims Reserving in General Insurance (with discussion). *British Actuarial Journal* 8, pp 443-544.
- England, P.D. (2002). Addendum to “Analytic and bootstrap estimates of prediction errors in claims reserving”. *Insurance: Mathematics and Economics* 31, 461-466.
- Mack, T. (1993). Distribution-free calculation of the standard error of chain ladder reserve estimates. *ASTIN Bulletin* 23 (2), 214-225.
- Clark D.R., Ldf curve-fitting and stochastic reserving: a maximum likelihood approach, “Casualty Actuarial Society E-Forum” 2003, No. 03(Fall), p. 41-91.
- R Core Team, R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna 2012.
- Wьthrich M.V., Merz M., *Stochastic Claims Reserving Methods in Non-Life Insurance*, John Wiley & Sons, Hoboken 2008.
- Zhang Z., A general multivariate chain ladder model, “*Insurance: Mathematics and Economics*” 2010, No. 46, p. 588-599.
- The Actuarial Education Company, 2021, *General Insurance Reserving and Capital Modelling Principles (Specialist Principles)*