



САНХҮҮ ЭДИЙН ЗАСГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ
ӨДРИЙН ХӨТӨЛБӨР
ЭКОНОМИКСИЙН ТЭНХИМ

Булган
Хийморьсайханы ЭНХБОЛД

ЗЭЭЛИЙН ЭРСДЭЛИЙН ЗАГВАРЫН
НАЙДВАРТАЙ БАЙДЛЫГ
ҮНЭЛЭХ АРГА ЗҮЙ



Мэргэжлийн индекс
D310700

Эдийн засгийн ухааны бакалаврын
зэрэг горилсон
Дипломын төсөл

Удирдсан
Б.Оюу-Эрдэнэ /МА/

Улаанбаатар. 2018



САНХҮҮ ЭДИЙН ЗАСГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ
ЭКОНОМИКСИЙН ТЭНХИМ



Булган

Хийморьсайханы ЭНХБОЛД

**ЗЭЭЛИЙН ЭРСДЭЛИЙН ЗАГВАРЫН
НАЙДВАРТАЙ БАЙДЛЫГ
ҮНЭЛЭХ АРГА ЗҮЙ**



Мэргэжлийн индекс
D310700

Эдийн Засгийн Ухааны Бакалаврын
Зэрэг Горилсон
Дипломын Төсөл

Удирдагч: **Б.Оюу-Эрдэнэ /МА/**

Улаанбаатар. 2018

УДИРТГАЛ

Сэдвийн нэр: *Зээлийн эрсдэлийн загварын найдвартай байдлыг үнэлэх арга зүй*

Товч танилцуулга: Энэхүү дипломын төслийн хүрээнд зээлийн эрсдэлийн загварын найдвартай байдлыг үнэлэхэд ашиглагддаг статистик болон статистикийн бас аргуудыг ашиглан зээлийн эрсдэлийн загваруудыг тохиромжтой байдал болон таамаглах чадвар зэргээр нь харьцуулахыг зорилоо. Ингэхдээ өгөгдлийг 70:30 харьцаатай хувааж загвар үнэлэх болон загварыг шалгах гэсэн хоёр хэсэг болгон хувьсагчийг ач холбогдлын түвшнээр болон ухрах, урагшлах регресс ашиглан сонгож, AIC, ROC муруйн доод талбай, HL тест, Pseudo R^2 зэрэг үзүүлэлтүүдээр шалгуур тогтоолоо. Үнэлгээний үр дүнд бүх үзүүлэлтээр хамгийн сайнд тооцогдох загвар байдаггүй бөгөөд зарим загвар тохиромжтой байдал хамгийн сайн байхад өөр нэг загвар таамаглах чадвар хамгийн сайн байж чаддаг гэж гарсан юм.

Эдийн засгийн бүтээлийн сэтгүүлийн ангиллын индекс: *C52, H81*

Түлхүүр үгс: *зээлийн эрсдэл, зээлийн эрсдэлийн загвар, загварын найдвартай байдлын үнэлгээ, ROC муруй, Хосмер-Лемшоу тест*

АГУУЛГА

ОРШИЛ	1
I БҮЛЭГ. НОМ ЗҮЙН ТОЙМ БУЮУ СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ.....	3
1.1 Зээлийн эрсдэлийн загварын үнэлгээ.....	3
1.2 Зээлийн эрсдэлийн загварын найдвартай байдлын үнэлгээ	5
II БҮЛЭГ. ЭРСДЭЛИЙН ЗАГВАРЫН НАЙДВАРТАЙ БАЙДЛЫГ ҮНЭЛЭХ ОНОЛ, АРГА ЗҮЙ 9	
2.1 Үнэлгээний өмнөх үе шат	9
2.2 Үнэлгээний үе шат.....	10
2.3 Үнэлгээний дараах үе шат буюу загварын найдвартай байдлын үнэлгээ.....	11
III БҮЛЭГ. ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХЭСЭГ	14
3.1 Үнэлгээний өмнөх үе шат буюу өгөгдлийн шинжилгээ	14
3.2 Үнэлгээний үе шат буюу зээлийн эрсдэлийн загварын үнэлгээ	17
3.3 Үнэлгээний дараах үе шат буюу зээлийн эрсдэлийн загварын найдвартай байдлын үнэлгээ	19
ДҮГНЭЛТ, САНАЛ ЗӨВЛӨМЖ	21
НОМЗҮЙ.....	i
ХАВСРАЛТ.....	ii

ГРАФИКУУДЫН ЖАГСААЛТ

График II-1 Логистик функцийг график	11
График II-2 ROC муруй.....	12
График II-3 Олон ROC муруй	13
График III-1 Зээлийн хугацааны хистограм.....	16
График III-2 Зээлийн хугацааны Box Plot	16
График III-3 Зээлийн хэмжээний хистограм.....	16
График III-4 Зээлийн хэмжээний Box Plot	16
График III-5 Зээлдэгчийн насны хистограм.....	17
График III-6 Зээлдэгчийн насны Box Plot	17
График III-7 Загвар 1-ийн ROC муруй	20
График III-8 Загвар 2-ын ROC муруй	20

ХҮСНЭГТҮҮДИЙН ЖАГСААЛТ

Хүснэгт I-1	3
Хүснэгт I-2	4
Хүснэгт II-1	12
Хүснэгт III-1	14
Хүснэгт III-2 Бүлэг бүрийн нийт зээлдэгчид эзлэх хувь	15
Хүснэгт III-3 Зээлийн зорилгын ангилал	15
Хүснэгт III-4 Нэрлэсэн хувьсагчдын ач холбогдлын түвшин	17
Хүснэгт III-5 Тоон утга бүхий хувьсагчдын ач холбогдлын түвшин	18
Хүснэгт III-6 Загваруудын үнэлгээ	18
Хүснэгт III-7 Загваруудын харьцуулалт	20

ХАВСРАЛТУУДЫН ЖАГСААЛТ

Хавсралт 1 Ач холбогдолтой байж болох хувьсагчдаар үнэлсэн үнэлгээ	iii
Хавсралт 2 Ач холбогдолгүй хувьсагчдыг хассан үнэлгээ	iv
Хавсралт 3 Ухрах регрессийн үнэлгээний эцсийн үр дүн	iv
Хавсралт 4 Урагшлах регрессийн үнэлгээний эцсийн үр дүн	iv

ЗУРГУУДЫН ЖАГСААЛТ

Зураг II-1	9
------------------	---

ТОВЧИЛСОН ҮГС, НЭР ТОМЬЁОНЫ ТАЙЛБАР

AUC – Area Under the Receiver Operating Characteristics

CAP – Cumulative Accuracy Profile, хуримтлагдсан оновчтой байдал

HL test – Hosmer Lemeshow test Хосмер-Лемшоу тест

KS test – Колмогоров Смирновын тест

ROC – Receiver Operating Characteristics

ОРШИЛ

Банк болон санхүүгийн байгууллагад учирч болох эрсдэлийг ерөнхийд нь бизнесийн болон санхүүгийн эрсдэл гэж ангилдаг билээ. Үүнээс загварчилж болох эрсдэл нь санхүүгийн эрсдэл, тэр дотроо зээлийн болон зах зээлийн эрсдэл орно. Банк, санхүүгийн байгууллагуудын үйл ажиллагааны үндсэн чиглэл бол хөрөнгийн илүүдэлтэй бүлэг болон санхүүжилт шаардлагатай бүлэг хүмүүсийг зуучлах юм. Хадгаламж татах, бонд гаргах замаар хувь хүн, байгууллагуудын итгэлийг хүлээдэг учир татан төвлөрүүлсэн хөрөнгөө хамгийн бага эрсдэлтэйгээр удирдах шаардлага банк, санхүүгийн байгууллагуудад тулгардаг. Тиймээс зээл олгохдоо зээлдэгчийн найдвартай байдлыг тооцох, эрсдэлтэй зээлдэгчдийг ялгаж, таньж чаддаг байх нь эрсдэлийг бууруулахад чухал ач холбогдолтой. Үүний тулд банк, санхүүгийн зуучлагч байгууллагууд зээлийн эрсдэлийг үнэлэх, зээлдэгчийг ялгах зорилгоор олон төрлийн загваруудыг зохиож, ашигладаг болсон байна. Эдгээр загваруудын гаргаж буй үр дүнд итгэлтэй байхын тулд найдвартай байдлын үнэлгээ хийх зайлшгүй шаардлага загвар зохиогчдод тулгарч байна. 2017 оны III улиралд санхүүгийн салбарын нийт активийн 94.9%-ийг банкны сектор эзэлж байсан бол ба активийнхаа 85% буюу 20.8 их наяд төгрөгийг зээл хэлбэрээр гаргасан байна. (Үндэсний Статистикийн Хороо, 2018) Үүнтэй холбоотойгоор, бусдын хөрөнгийг ашиглаж байгаа гэдэг утгаараа зээл олгохдоо сайн судалж, эрсдэлийг зөв тооцох шаардлага тулгарч байна.

Зээлийн эрсдэлийг урьдчилан тооцоолох загваруудыг өдөр тутмын үйл ажиллагаанд ашигласнаар учирч болох эрсдэлээс зайлсхийх, хамгийн бага гарзтайгаар ажиллах боломжтой болно. Харин ашиглаж буй энэхүү загварууд нь итгэж болхуйц, үнэн, бодит байдалд ойр үр дүн өгдөг байх нь чухал билээ. Тиймээс загваруудыг харьцуулах, найдвартай байдлыг үнэлэх аргуудыг сүүлийн үед судлах нь ихэсчээ. Тиймээс энэхүү судалгаагаар зээлийн эрсдэлийн загваруудын найдвартай байдлыг үнэлэх арга зүй болон практик хэрэглээг судлах болно. Үүний тулд дараах зорилтуудыг дэвшүүлж байна.

- Зээлийн эрсдэлийн үнэлгээнд өргөн ашиглагддаг загваруудыг судлах
- Эрсдэлийн загварын найдвартай байдлыг үнэлдэг аргуудыг судлах
- Загваруудын найдвартай байдлыг жишээ өгөгдөл ашиглан үнэлэх

Санхүүгийн эрсдэлийн нэг хэлбэр болох зээлийн эрсдэл нь зээлдэгч зээлээ төлөх хүсэлгүй эсвэл зээлээ төлж чадахгүй болсон нөхцөлд үүсдэг. Энэхүү эрсдэлийг тухайн зээлдэгчийн шинж байдал, үйл хөдлөл, орлого, өр зэрэг дээр үндэслэн зээлийн эрсдэлийн логистик загварыг үнэлдэг билээ. Ашиглаж буй аргаас шалтгаалж нөхцөл байдлыг дутуу үнэлсэн, яг тохирсон, илүү үнэлсэн гурван төрлийн загваруудын үнэлгээ хийгдэх боломжтой байдаг. Тиймээс яг тохирсон загварын үнэлгээ хийхийн тулд зээлийн эрсдэлийн загварын найдвартай байдлыг үнэлэх нь чухал юм. Тиймээс юун түрүүнд үнэлгээ хийх өгөгдлийг бэлдэх нь хамгийн эхний алхам болдог. Үүний дараагаар, зээлийн эрсдэлийн логистик загварын үнэлэгдсэн параметрууд тогтвортой байх нь загварын найдвартай байдалд нөлөөлдөг учир коэффициентийн тогтвортой байдлын шинжилгээг статистикийн аргаар буюу *таамаглал шалгаж* мөн алхам регрессийн

үнэлгээ хийж зээлийн эрсдэлийн загварын функцэд тохирсон хувьсагчдыг сонгон эцэст нь, зээлийн эрсдэлийн *логистик загварыг* ашиглан үнэлгээ хийх болно. Үнэлгээг:

1. Үнэлгээний өмнөх буюу өгөгдөл хуваах
2. Үнэлгээний буюу хувьсагчдыг сонгож логистик загварыг үнэлэх
3. Үнэлгээний дараах буюу найдвартай байдлыг үнэлэх гэсэн гурван алхамтайгаар хийнэ.

Загварын найдвартай байдлыг үнэлэх арга зүйг ерөнхийд нь статистикийн болон статистикийн бус гэж ангилдаг байна. Харин ашиглаж буй өгөгдлөөр нь:

- Out-of-sample validation – түүврийн бус арга зүй
- Out-of-time validation – хугацааны бус арга зүй
- Bootstrap validation гэж ангилна.

Зээлийн эрсдэлийн загварын найдвартай байдлыг үнэлэх статистикийн бус түгээмэл аргын нэг нь ROC муруй болохыг өмнө хийгдсэн судалгаануудаас харж болно. Эрүүл мэндийн салбарт 1971 онд Лий Ластэд “Дохио илрүүлэх болон эрүүл мэндийн шийдвэр гаргах” бүтээлдээ хамгийн анх ROC муруйг танилцуулж байжээ. Энэхүү муруйг ашиглан график аргаар загваруудыг харьцуулах, найдвартай байдлыг үнэлэх боломжтой юм. Гэвч олон ROC муруй огтлолцсон тохиолдолд аль нэгийг нь шууд илүүд үзэж чадахгүй болдог учир *AUC буюу ROC муруйн доод хэсгийн талбайг* тооцон харьцуулалт хийх аналитик аргыг хөгжүүлжээ. Үүнийг ашигласнаар загваруудыг харьцуулахаас гадна нэг загварын хувьд ч дүгнэлт хийх боломжтой болох юм.

Найдвартай байдлыг үнэлэх статистик аргазүйн хувьд логистик регрессийн загварын *Хосмер-Лемшоугийн тестийг* энэхүү судалгаанд ашиглах болно. Хосмер-Лемшоугийн тест нь зээлдэгчдийг ангилсан үед буюу бүлэг болгон хуваасан үед ашиглахад илүү тохиромжтой байдаг.

Эдгээр аргазүйд суралцсанаар арилжааны банк, санхүүгийн байгууллагад зээлийн болон эрсдэлийн чиглэлээр ажиллах онолын буюу арга зүйн мэдлэгтэй болох, түүнийгээ ашиглах чадвартай болох юм.

I БҮЛЭГ. НОМ ЗҮЙН ТОЙМ БУЮУ СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

1.1 Зээлийн эрсдэлийн загварын үнэлгээ

Мартин Воетек, Евжен Коченда(2006) нар “Зээлийн оноожуулалтын аргууд” ажилдаа зээлдэгчийн оноог тооцох хэд хэдэн аргуудыг харьцуулснаас гадна зээлийн эргэн төлөлтөд нөлөөлөгч чухал хувьсагчдыг ангилж, тайлбарлсан байна. Тэдгээр нь:

Хүснэгт I-1

Хүн ам зүйн үзүүлэлтүүд	Санхүүгийн үзүүлэлтүүд	Ажил эрхлэлтийн үзүүлэлтүүд	Зан төлөвийн үзүүлэлтүүд
1. Нас 2. Хүйс 3. Гэрлэлтийн байдал 4. Өрхийн гишүүдийн тоо 5. Орон сууцны эзэмшил 6. Байршил	1. Нийт хөрөнгө 2. Зээлдэгчийн нийт орлого 3. Өрхийн нийт орлого 4. Сарын нийт зардал	1. Ажил эрхлэлтийн байдал 2. Одоогийн ажлаа хийж буй хугацаа 3. Сүүлийн X жилд ажилласан ажлын тоо	1. Харилцах данс 2. Харилцах дансны дундаж үлдэгдэл 3. Зээлийн түүх 4. Жилд төлөх төлбөрийн тоо 5. Барьцаа, батлан даалт

Эх сурвалж: Чехийн санхүү, эдийн засгийн сэтгүүл

Хүн ам зүйн үзүүлэлтүүд: Энэхүү үзүүлэлтүүд нь ач холбогдол харьцангуй багатай ч хүйсийн, бүс нутгуудийн ялгааг харах боломж олгодог байна. Жишээ нь, ахимаг насны эмэгтэйчүүд залуу эрэгтэйчүүдийг бодвол эрсдэл харьцангуй бага байдаг байна. Нас ахихын хэрээр эрсдэл буурах бөгөөд, гэрлэсэн зээлдэгчид мөн эрсдэл багатай байдаг байна. Орон сууц эзэмшдэг хүмүүс орон сууцаа барьцаа болгон ашигладаг учир мөн эрсдэл багатайд тооцогддог байна.

Санхүүгийн үзүүлэлтүүд: Зээл олгохдоо банкууд зээлдэгчийн орлогын эх үүсвэр, зардал зэргийг тооцоолж сард төлөх боломжтой төлбөрийн дээд хэмжээг тооцдог учир эдгээр үзүүлэлтүүдийг зайлшгүй мэдэх шаардлагатай юм.

Ажил эрхлэлтийн үзүүлэлтүүд: Ажил эрхлэлт тогтвортой үед зээлийн эргэн төлөлт тогтвортой байх нөхцөл болдог байна. Харин ажлаа ойр ойрхон сольдог бол зээлээ төлөхгүй байх эрсдэл харьцангуй өндөр байдаг байна.

Зан төлөвийн үзүүлэлтүүд: Эдгээр үзүүлэлтүүд нь зээлдэгчийн эрсдэлийг тооцоход шаардагдах хамгийн чухал мэдээллүүд болдог бөгөөд банк болон зээлдэгчийн хооронд үүсэх мэдээллийн тэгш бус байдлын асуудлыг бууруулдаг ажээ. Хэрвээ зээлдэгч нь тухайн банкны харилцагч байсан бол орлого болон зарлагын түүхийг харах, зээлийн түүхийг харах, өмнөх зээлийн эргэн төлөлттэй холбоотой асуудлууд зэргийг мэдэх боломжтой болдог байна. Мөн үл хөдлөх хөрөнгө барьцаалсан зээлдэгчид орон сууцаа алдахгүй байхын тулд зээлийн эргэн төлөлтийг үнэнчээр хийх хандлагатай байдаг байна. Батлан даагч болон хамтран зээлдэгч буюу зээлийн эргэн төлөлтөд хяналт, шаардлага тавьдаг гуравдагч талыг татан оролцуулснаар тухайн зээлдэгчийн эрсдэл харьцангуй буурдаг байна. (Vojtek & Kocenda, 2006)

Сулейман Аббади, Шариф Абу Карш нар 2013 онд Санхүү, Эдийн засгийн олон улсын судалгааны сэтгүүлд нийтлүүлсэн “Палестин дахь арилжааны банкуудын

ашигладаг зээлийн эрсдэлийг үнэлэх арга” судалгааны ажилдаа зээлийн эрсдэлийг тооцоход нөлөөлдөг хүчин зүйлсийг арилжааны банкууд хэрхэн сонгодог, түүнтэй холбоотой аргуудыг харьцуулсан байна. Нэгдүгээрт, Пивлерийн 5C арга нь

- Capacity (чадамж) – зээлийн хүү, үндсэн төлбөрийг эргүүлэн төлөх чадвартай эсэх,
- capital (хөрөнгө) – бизнест оруулсан хөрөнгө, бизнесийн дампуурах эрсдэл,
- collateral (барьцаа) – барьцаа, хамтран зээлдэгчтэй эсэх,
- conditions (нөхцөл байдал) – тухайн улсын эдийн засгийн болон улс төрийн нөхцөл байдал,
- character (зан төлөв) – зээлдэгч зээлээ төлөх эрмэлзэлтэй байгаа эсэх зан төлөвийг харгалзан үзэж эрсдэл тооцдог байна.

Хоёрдугаарт, Холбооны нөөцийн сангийн 5P арга нь:

- people (хүн) – зээлдэгчийн зээлийн түүх,
- purpose (зорилго) – зээлийг хэрхэн, юунд ашиглах зорилго,
- payment (төлбөр) – зээлдэгчийн орлогын эх үүсвэр,
- protection (хамгаалалт) – барьцаа, батлан даагч, хамтран зээлдэгч, даатгал байгаа эсэх,
- prospective/plan (хяналт) – зээлийн хяналт, зээлдэгчийн үйл ажиллагааны хяналтыг харгалзан үзэж зээлийн эрсдэлийг үнэлдэг арга юм.

Гуравдугаарт, Бензийн LAPP арга нь:

- liquidity (хөрвөх чадвар) – богино хугацааны өр төлөх чадварыг тооцох,
- activity (үйл ажиллагаа) – байгууллагын үйл ажиллагаа, хэмжээг тооцох,
- profitability (ашигт байдал) – байгууллагын ашигт ажиллагааны үзүүлэлтийг тооцох,
- potential (потенциал) – байгууллагын нөөц болон давуу талуудыг тооцох замаар зээлийн эрсдэлд үнэлгээ өгдөг арга юм.

Дөрөвдүгээрт, CAMPARI арга нь:

- character (зан төлөв) – зээлдэгч зээлээ төлөх эрмэлзэлтэй байгаа эсэх,
- ability to pay (төлбөр төлөх чадвар) – зээлийн хүү, үндсэн төлбөрийг эргүүлэн төлөх чадвартай эсэх,
- margin of finance (санхүүжилтийн ашиг) – санхүүжилтээс олох ашиг,
- purpose (зорилго) – зээлийг ашиглах зорилго,
- amount (хэмжээ) – зээлийн хэмжээ,
- repayment of terms (эргэн төлөлтийн бүтэц) – зээлийн эргэн төлөлтийн бүтэц,
- insurance (даатгал) – даатгалтай эсэхийг харгалзан зээлийн эрсдэлийг тооцдог арга юм.

Тавдугаарт, Абу Каршийн FAFE арга нь санхүүгийн шинжилгээ болон зээлийн түүхэд үндэслэн зээлийн эрсдэлийг тооцдог арга юм.

Хүснэгт I-2

№	5C	5P	LAPP	CAMPARI	FAFE
1	Чадамж	Хүн	Хөрвөх чадвар	Зан төлөв	Хөрвөх чадварын харьцаа
2	Хөрөнгө	Зорилго	Үйл ажиллагаа	Төлбөр төлөх чадвар	Ашигт байдлын харьцаа
3	Барьцаа	Төлбөр	Ашигт байдал	Санхүүжилтийн ашиг	Үйл ажиллагааны харьцаа

4	Нөхцөл байдал	Хамгаалалт	Потенциал	Зорилго	Өрийн харьцаа
5	Зан төлөв	Хяналт		Хэмжээ	Зан төлөв
6				Эргэн төлөлтийн бүтэц	Зээлийн түүх
7				Даатгал	

Эх сурвалж: Санхүү, эдийн засгийн олон улсын судалгааны сэтгүүл

Арилжааны банкууд дээрх аргуудаас нэг, хоёрыг нь эсвэл доторх хувьсагчдаас хослуулах замаар зээлийн эрсдэлийг үнэлдэг болохыг олж тогтоожээ. (Abbadi & Abu Karsh, 2013)

1.2 Зээлийн эрсдэлийн загварын найдвартай байдлын үнэлгээ

Брэдли Эфрон(1983) Америкийн Статистикийн холбооны сэтгүүлд нийтлүүлсэн “Таамаглалын алдааны түвшинг үнэлэх: хөндлөн найдвартай байдлын үнэлгээг сайжруулах нь” судалгааны ажилдаа алдааны түвшнийг тооцох, үнэлэх аргуудыг арга зүйн хувьд харьцуулж, жишээ өгөгдөл дээр бататгажээ. Ингэхдээ хөндлөн найдвартай байдлын үнэлгээний арга, bootstrap, санамсаргүй bootstrap, энгийн санамсаргүй bootstrap, давхар bootstrap хийх болон санамсаргүй давхар bootstrap хийх аргуудыг ашиглажээ. Тэрээр арга зүйн болон практикийн хувьд санамсаргүй болон давхар bootstrap хийх аргууд нь сайн үнэлэгчийг гаргаж ирдэг гэж дүгнэсэн байна. Эцэст нь, таамаглалын алдааны түвшинг тооцохоос гадна бусад олон төрлийн асуудлуудад дээр дурдсан аргуудыг ашиглах боломжтой хэмээн дурджээ. (Efron, 1983)

Бернд Энгелмэн, Эвелин Хэйдэн болон Дерк Таше(2003) нар “Оноожуулалтын оновчтой байдлыг шалгах нь” нийтлэлдээ загварын найдвартай байдлыг үнэлэх ROC муруйн арга болон CAP муруйн аргууд ялгаагүй байдгийг аналитик аргаар харуулжээ. AUC буюу ROC муруйн доод хэсгийн талбайн итгэх интервалыг байгуулж, ялгаатай загваруудын ROC муруйг харьцуулах статистикийн арга болох ДеЛонгийн тестийг ашиглах аргын аналитик гаргалгааг хийсэн байна.

Загвараа үнэлэхдээ Бундесбанкны 1987-оос 1999 онд харилцсан 325’000 байгууллагын балансын өгөгдлийг ашигласан байна. 1987-оос 1993 оны өгөгдлөөр Альтманы Z онооны загвар болон Логит онооны загваруудыг үнэлж параметруудийг гарган авсан байна. Загваруудын найдвартай байдлыг үнэлэхдээ 1994-өөс 1999 оны 200’000(дампуурсан байгууллагын тоо - 825) байгууллагын балансын өгөгдлөөр ROC муруйнуудыг байгуулсан байна. AUC-ийн интервалыг байгуулах bootstrap арга болон Bamber (1975)-ийн аргад үндэслэсэн хялбаршуулсан аргуудыг 95%, 99%-ийн итгэх түвшинд тус тус ашиглахад хялбаршуулсан арга нь тооцоход илүү хурдан бөгөөд зарим тохиолдолд илүү сайн үр дүн харуулж байна гэж дүгнэжээ. (Engelmann, Hayden, & Tasche, 2003)

Лидиан Медема, Рүд Конин, Роберт Ленсинк(2007) нар “Дампуурах магадлалын загварын найдвартай байдлыг үнэлэх практик хандлага” судалгаандаа загварын найдвартай байдлыг үнэлэх статистик аргуудыг ашигласнаас гадна коэффициентийн болон өгөгдлийн найдвартай байдал ч мөн чухал нөлөөтэй байдгийг харуулжээ. Тэд судалгааны дахин хийгдэх боломж, коэффициентийн тогтвортой байдал, функцийн хэлбэрийн сонголт, ялгах чадал, калибраци, өөр түүвэрт ажиллаж буй байдал,

bootstrapping, нөлөө бүхий ажиглалтыг хасах зэрэг аргуудаар найдвартай байдлыг үнэлэх оролдлого хийжээ.

Тэрээр үнэлгээндээ Голландын Фризлэнд банкны хувь хүмүүсийн моргейжийн зээлийн 2000-аас 2003 оны өгөгдлийг ашигласан байна. 10 тайлбарлагч хувьсагч ашиглан логит загвар үнэлж коэффициентүүдийг олсон ба LR(Likelihood Ratio) тест ашиглан тогтвортой байдлыг шалгахад тухайн хугацаанд бүтцийн өөрчлөлт ажиглагдаагүй буюу коэффициентүүд тогтвортой байна гэсэн үр дүн гарчээ. Энэ нь хугацааны өөрчлөлтөд, эсвэл загварыг ашиглах бүлгийн өөрчлөлтөд загвар сайн ажиллаж чадахыг харуулж байна гэж тэмдэглэжээ. Загварын хэлбэрийг сонгохдоо нийцтэй байдлын коэффициент болон Бриерийн оноог ашиглан харьцуулалт хийсэн байна. Судалгааны эцэст тэд найдвартай байдлын үнэлгээ нь загварын болон параметрийн хувьд тусдаа хийгдэх хэрэгтэй байдгийг онцолжээ. Загварын найдвартай байдлыг үнэлснээр загвар болон өгөгдөл хэр зохицож байгааг мэдэж болох бол параметрийн найдвартай байдлыг үнэлснээр загвараа сайжруулах боломжтой эсэхийг мэдэж болно гэжээ. Хугацааны дөрвөн агшин дахь зээлдэгчдийн өгөгдлийг цуглуулсан учир нэг зээлдэгчийн мэдээлэл өгөгдөлд дөрвөн удаа орох боломжтой учир хугацааны олон агшныг хамарсан судалгаа хийхээр бол энэхүү өгөгдлийн хамааралтай байдлыг анхаарах хэрэгтэйг тэд сануулжээ. (Medema, Koning, & Lensink, 2007)

Шүэзэн Вү(2008) шинжлэх ухааны магистрийн зэрэг горилсон дипломын ажлаа “Зээлийн скорингийн загварын найдвартай байдал” сэдвээр хийжээ. Тэрээр загвар зохиохдоо Дойчэ Банкны Герман хэрэглэгчдийн 1996-аас 2001 оны өгөгдлийг ашигласан бол найдвартай байдлын үнэлгээндээ 2003-аас 2005 оны 29250 зээлдэгчийн өгөгдлийг ашиглажээ. Зээлийн скорингийн загвар зохиохдоо бинар сонголттой шугаман регрессийн, пробит болон логит загваруудыг харьцуулан параметруудийн тайлбарлахад хялбар байдал, зээлдэгчийн дампуурах магадлал зэргийг илүү сайн харуулдаг логит загварыг сонгосон байна.

Загварын найдвартай байдлыг үнэлэхдээ ялгах чадлаар төлөөлүүлэн 2003, 2004, 2005 он тус бүрт ROC муруйг байгуулж, ДеЛонгийн тест ашиглан AUC-ийн интервалыг олсны дүнд тус онуудад загвар сайн ажиллаж байна гэсэн дүгнэлтэд хүрчээ. Мөн загвараар үнэлэгдсэн дампуурах магадлал нь бодит дампуурах магадлалаас хэр ялгаатай байгааг шалгахдаа Хосмер-Лемшоу тест, Шпигелхалтерийн тестүүдийг ашиглажээ. Үүний үр дүнд зээлийн скорингийн загварын ялгах чадлыг үнэлэх хамгийн түгээмэл арга бол ROC муруй, харин загвараас гарах үр дүнг статистик аргаар найдвартай байдлыг үнэлэхэд Хосмер-Лемшоу тест болон Шпигелхалтерийн тестүүдийг ашиглах боломжтой бөгөөд хялбар байдгийг дурджээ. Эцэст нь тэрээр нийт өгөгдөл дэх дампуурлын тоо хүрэлцээгүй байх тохиолдолд статистик үнэлгээнд байнга найдаж болохгүйг сануулсан байна. (Wu, 2008)

Энэтхэгийн Пондичерри их сургуулийн Статистикийн тэнхимийн М.Дильша болон Кирутика нар(2014) “Зээлийн эрсдэлийн загварын найдвартай байдлыг бүүтстрап арга ашиглан үнэлэх” судалгааны ажлаа Эдийн засаг, санхүүгийн сэтгүүлд хэвлүүлжээ. Тус ажилдаа тэд Энэтхэгийн эмэгтэйчүүдийн өөртөө туслах бүлгүүдийн зээлийн өгөгдлийг ашиглажээ. Энэхүү өөртөө туслах бүлэг нь зээлдэгчийг гурван долоо хоногийн хугацаанд төлбөрөө төлөөгүй бол муу зээлдэгч гэж үздэг байна. Тэд зээлийн оноожуулалтын логистик загвар үнэлж, тайлбарлагч хувьсагчдаар зээлдэгчийн хувийн мэдээлэл, зарцуулах боломжтой орлого, ажил эрхлэлтийн байдал, ажиллаж буй хугацаа,

орон сууцны өмчлөл, зээлийн эргэн төлөлтийн хугацаа хоцруулалт болон макро эдийн засагтай холбоотой хувьсагчид зэргийг сонгожээ.

Тэд загварын найдвартай байдлыг үнэлэхдээ bootstrap-ийн арга ашиглан 1000 багц үүсгэн нийцтэй байдлын коэффициентийг, параметрийн хувьд ач холбогдлыг шалгажээ. Загварт сонгон ашигласан хувьсагчдаас ажил, өмнө нь зээлээ төлж байсан эсэх, нас болон орлого нь ач холбогдолтой байжээ. Үүсгэсэн 1000 багцаас эдгээр 4 хувьсагч ач холбогдолтой байсан давтамж нь харгалзан 959, 974, 982, 965 байжээ. Загварын оновчтой байдлыг шалгах зорилгоор ашигласан нийцтэй байдлын коэффициент нь үнэлэгдсэн загварын хувьд 81.89 байсан бол үүсгэмэл 1000 багцын хувьд дунджаар 81.8, далайц нь 5.5 гарчээ. Өгөгдлийн хэмжээ бага үед bootstrap ашиглан шинэ өгөгдлийн багцууд үүсгэх замаар статистикийн болон бусад үзүүлэлтүүдийг тооцох нь оновчтой гэж тус судлаачид дүгнэсэн байна. Хэдийгээр энэхүү аргыг зээлийн scorecard загвар сонгохын тулд ашиглан, шалгаж үзсэн ч шугаман бус логистик регресс, ангилал зэрэг бусад цаг их шаардах, цогц үнэлгээ шаардлагатай асуудлуудад ч хэрэглэж болох энгийн, цаг хэмнэсэн арга гэж үзжээ. (M & Kiruthika, 2014)

Григорис Каракулас(2004) зээлийн оноожуулалтын болон төлбөрийн чадваргүй болох магадлалын загварын найдвартай байдлыг үнэлэх аргыг “Жижиглэнгийн зээлийн оноожуулалтын загварын эмпирик найдвартай байдлын үнэлгээ” ажилдаа ашиглажээ. Загварын өгөгдөл тодорхой бус байсан ба тэрээр хугацааны туршид өгөгдлийн нэгжүүдийн шинж чанар өөрчлөгдөж загварын таамаглах чадвар өөрчлөгдсөн эсэхийг шалгахдаа анхны загварыг 2004 оны 3-р сарын байдлаарх өгөгдлөөр, харин одоогийн буюу загвар шалгах өгөгдлөө 2004 оны 6-р сарын байдлаар сонгожээ. Ингэхдээ сүүлийн 18 сард зээл авах хүсэлт гаргаж, зээл авсан зээлдэгчдийг сайн, муу, тодорхойгүй гэж 3 бүлэглэн, загварын тусламжтай 0-с 100 хүртэл оноожуулжээ. Тус ажилд ашигласан өгөгдөл, загвар тодорхой бус байсан хэдий ч гол зорилго болох найдвартай байдлыг үнэлэх статистик арга зүйг тайлбарлажээ.

Анхны загвар болон шалгах загварыг харьцуулахдаа гурван төрлийн өөрчлөлтийг шалгажээ. Нэгдүгээрт, онооны тархалтын өөрчлөлтийг эх олонлогийн тогтвортой байдлын индекс ашиглан шалгажээ. Тус индексийн утга 0.25-аас их байх нь онооны тархалт тодорхой хэмжээгээр шилжсэнийг илтгэдэг байна. Хоёрдугаарт, загварын зэрэглэх чадварт гарсан өөрчлөлтийг AUC-ийн тусламжтай Mann-Whitney статистик болон KS статистикийг ашиглан шалгаж болох ч Mann-Whitney статистикийг илүүд үзэх хэрэгтэй гэжээ. Гуравдугаарт, шинж чанарын тархалтад гарсан өөрчлөлтийг тухайн үзүүлэлт бодит утга авдаг бол Колмогоров-Смирновын тест, бодит утга авдаг бол хи квадрат тест ашиглан шалгана гэжээ. Тэрээр энэхүү аргуудыг жижиглэнгийн зээлдэгчийн хувьд оноожуулалтын загвар болон төлбөрийн чадваргүй болох магадлалын загварт ашиглаж болно гэж дүгнэсэн байна. Загварын найдвартай байдлыг улирал бүр эсвэл хагас жил тутам үнэлж загварыг өөрчлөх, дахин загварчлах шаардлага байгаа эсэхийг шийдвэрлэх хэрэгтэй гэж үзжээ. (Karakoulas, 2004)

Дэннис Глэннон, Николас Кизфер, Эрик Ларсон, Хван-сик Чой(2007) нар “Зээлийн оноожуулалтын загваруудыг үнэлэх болон найдвартай байдлыг үнэлэх нь” судалгааны ажилдаа загваруудыг харьцуулж зээлийн эрсдэлийн загварыг хөгжүүлэхэд анхаарах зөвлөмж өгсөн байна. Тэд 1999 оны 6-р сарын эцсийн байдлаар бүртгэгдсэн 1,000,000 өгөгдлийг 2004 он хүртэлх хугацааны туршид ашиглахаар төлөвлөж, зарим өгөгдлийг хасч, цэвэрлэн 677,262 хувь хүний өгөгдөл үлджээ. Үүний 338,578 өгөгдлийг

анхны загвар хөгжүүлэлтэд, үлдсэн 338,684-ийг загварын найдвартай байдлын үнэлгээний өөр түүврийн аргад ашигласан байна. Зарим загварт өгөгдлийг шинж чанар зэрэгт үндэслэн хэсгүүдэд хувааж үнэлжээ. Тайлбарлагч хувьсагчдыг сонгохдоо алхамт, дахин түүвэрлэх, огтлолцлын аргуудыг ашиглан сонгож параметрт 3 загвар, хагас параметрт 3 загвар, параметрт бус 2 загвар үнэлсэн байна.

Сайн ба муу үзүүлэлттэй зээлдэгчдийг ялгахдаа Колмогоров-Смирновын тестийг, харин оновчтой байдлыг хэмжихдээ Хосмер-Лемшоу тест ашиглажээ. Сайн загвар нь салгах хэмжүүр буюу KS өндөр боловч оновчтой байдлын хэмжүүр буюу HL бага байдаг ажээ. Эдгээрийг ашиглан үнэлсэн загваруудыг харьцуулахад алхамт арга ашиглан хувьсагч сонгосон параметрт ба хагас параметрт загварууд сайн ба муу зээлдэгчийг хамгийн сайн ялгаж байхад параметрт бус загвар нь холимог хөндлөн өгөгдлийн хувьд тааруу үзүүлэлттэй байлаа. Мөн шинж чанараар хуваасан сегмент бүрийн хувьд параметрт болон хагас параметрт загварууд сайн ба муу зээлдэгчийг хангалттай сайн ялгаж байжээ. Дахин түүвэрлэх болон огтлолцлын арга ашигласан загварууд салгах болон оновчтой байдлын хэмжүүрийн хувьд бараг ижил үр дүн өгч байсан байна. Харин 2000 оноос 2002 оны өгөгдлийг ашиглан дахин үнэлэхэд загваруудын таамаглах чадвар буурсан хэдий ч сайн ба муу зээлдэгчийг ялгах чадвар тогтвортой байжээ. Эцэст нь, зээлийн эрсдэлийн загварыг үнэлэхэд хамгийн чухал асуудал бол өгөгдлөө бэлдэх явдал гэж тэд үзсэн байна. Хугацааны туршид загварыг дахин үнэлэхэд оновчтой байдал буурч байгаа нь нийт зээлдэгчдэд нөлөөлж буй макро нөлөөллийг тооцож үзэх буюу загваруудыг ойр ойрхон шинэчлэн, сайжруулах хэрэгтэй гэж үзжээ. (Glennon, Kiefer, Larson, & Choi, 2007)

II БҮЛЭГ. ЭРСДЭЛИЙН ЗАГВАРЫН НАЙДВАРТАЙ БАЙДЛЫГ ҮНЭЛЭХ ОНОЛ, АРГА ЗҮЙ

Энэхүү судалгааны ажилд эрсдэлийн загварыг:

1. Үнэлгээний өмнөх үе шат буюу өгөгдлийн шинжилгээ
2. Үнэлгээний үе шат буюу загварын үнэлгээ
3. Үнэлгээний дараах гэсэн үе шат буюу загварын найдвартай байдлын үнэлгээ гурван алхамтайгаар үнэлнэ.

2.1 Үнэлгээний өмнөх үе шат

Үнэлгээний өмнөх үе шат нь үнэлгээ хийх өгөгдлийг сонгох, цуглуулах, хуваах зэрэг өгөгдөлтэй холбоотой үйлдлүүдийг агуулна. Зээлийн эрсдэлийн загварын найдвартай байдлыг үнэлэхдээ өгөгдлийг 3 аргаар хуваадаг. Үүнд:

1. Out of sample буюу өөр түүврийг ашиглах
2. Out of time буюу өөр хугацааны түүврийг ашиглах гэсэн аргууд багтана.

Найдвартай байдлыг үнэлэх өөр түүврийг ашиглах арга:

- Өгөгдөл хуваах:

Найдвартай байдлыг үнэлэх нэг арга нь өгөгдлийг хуваах юм. Ингэхдээ өгөгдлийг training буюу загварын үнэлгээнд ашиглах хэсэг болон test буюу загварын найдвартай байдлыг үнэлэхэд ашиглах хоёр хэсэг болгон санамсаргүй хуваадаг байна. Зарим тохиолдолд өгөгдлийг цаг хугацааны хувьд хувааж найдвартай байдлыг үнэлж болно. Хоёр үр дүн бүхий(бинар сонголтот) загвар үнэлж байгаа тохиолдолд найдвартай байдлыг үнэлэхэд ашиглах өгөгдөл нь хамгийн багадаа 100 утгатай байх шаардлагатай. (Harrel, 2001)

- Bootstrap:

Өгөгдөл хуваахаас ялгаатай нь bootstrap хийх арга нь өгөгдлийн тоо хэмжээг өөрчлөхгүйгээр загварын параметрийг үнэлж бараг гажуудалгүй үнэлэгч гарган авах боломжтой гэжээ. (Efron, 1983) Bootstrap-ийг ашиглан ямар ч үзүүлэлтийн хамгийн оновчтой утгыг үнэлэх боломжтой. (Harrel, 2001)

- k удаа үнэлэх:

Энэхүү арга нь түүврийг k удаа хувааж, нэг хэсгийг нь тест өгөгдөл буюу шалгах өгөгдөл, үлдсэн хэсгийг нь загварын үнэлгээнд ашиглах training өгөгдөл болгон хуваах арга юм. Үүний дараагаар k удаа үнэлгээ хийж k хэсэг бүрийг ашиглан найдвартай байдлыг үнэлж, бүх үнэлгээний оновчтой байдлыг дундажлан тухайн загварын оновчтой байдлыг тооцдог.

Зураг II-1

	1р хэсэг	2р хэсэг	...	k-р хэсэг
Үнэлгээ 1	Шалгах өгөгдөл			
Үнэлгээ 2		Шалгах өгөгдөл		
...				
Үнэлгээ k				Шалгах өгөгдөл

Найдвартай байдлыг үнэлэх өөр хугацааны түүврийг ашиглах арга:

Энэхүү арга нь тухайн загварт ашигласан өгөгдлийн эх олонлог нь хугацааны туршид өөрчлөгдөж байгаа эсэхийг шалгах шаардлагатай үед ашигладаг. Өөр түүврийн аргатай адилаар өгөгдлийг хувааж байгаа хэдий ч нэг бүлгийг хоёр хуваах бус нэг бүлэг хугацаа өнгөрөх явцад хэр тогтвортой байгааг шалгадаг арга юм.

Тус судалгааны ажилд найдвартай байдлыг өөр түүвэр ашиглан үнэлдэг өгөгдөл хуваах аргыг ашиглах болно.

2.2 Үнэлгээний үе шат**Хувьсагч сонгох**

Олон хувьсагчтай тохиолдолд тайлбарлагдагч хувьсагчийг хамгийн сайн тайлбарлах статистикийн ач холбогдол бүхий хувьсагчдыг сонгохдоо хувьсагчдыг нэмж регресс үнэлэх(forward regression), хувьсагчдыг хасч регресс үнэлэх(backward regression) аргуудыг ашигладаг. Хувьсагчийг нэмж, хасахдаа тухайн хувьсагчийн ач холбогдлын түвшнийг харгалзан үздэг байна. Шугаман регрессийн загвар үнэлж байгаа тохиолдолд F статистикийг хардаг бол логистик регрессийн тэгшитгэл үнэлэхдээ хи квадрат тестийн likelihood ratio-г харгалзан үздэг байна.

- Forward regression (хувьсагч нэмэх арга)

Энэ аргыг ашиглахдаа хамгийн өндөр R^2 бүхий хувьсагчдыг тайлбарлагдчаар нэмж үнэлэх замаар үлдсэн хувьсагчид ач холбогдолгүй болох хүртэл үргэлжлүүлнэ. Энэ хүртэл сонгогдсон хувьсагчдыг цааш тэгшитгэлд оруулж үнэлнэ.

- Backward regression (хувьсагч хасах арга)

Энэ аргаар хувьсагчдыг сонгохдоо тэгшитгэл бүх тайлбарлагдагч хувьсагчийг оруулж үнэлэх ба хамгийн бага ач холбогдол бүхий хувьсагчийг хасах замаар бүх хувьсагч ач холбогдолтой болох хүртэл үргэлжлүүлнэ. Үлдсэн бүх хувьсагчдыг тэгшитгэлд оруулж үнэлнэ.

Логистик функц

Хоёр сонголтот логистик функцийг регрессийн үнэлгээнд ашиглах 2 гол шалтгаан байдаг ажээ. (Cox & Snell, 1989) Нэгдүгээрт, математик томъёоллын хувьд хялбар бөгөөд уян хатан, хоёрдугаарт үнэлгээнээс гарах үр дүн нь илүү утга учиртай байдаг байна. Логистик функц нь өгөгдсөн тайлбарлагч хувьсагчдын утганд $Y=1$ байх магадлалын утгыг харуулдаг.

$$f(x) = \text{Prob}\{Y = 1|X\} = (1 + e^{-\beta x})^{-1}$$

Энд, $\beta x = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \dots + \beta_k * x_k$ болно. Хоёр сонголттой тайлбарлагдагч хувьсагч бүхий загварыг хамгийн бага квадратын аргаар үнэлэхэд зарим урьдач нөхцөлүүд биелдэггүй тул хамгийн их үнэний хувь бүхий арга ашиглан үнэлдэг. (Hosmer & Lemeshow, 2013)

$$P = (1 + e^{-x})^{-1}$$

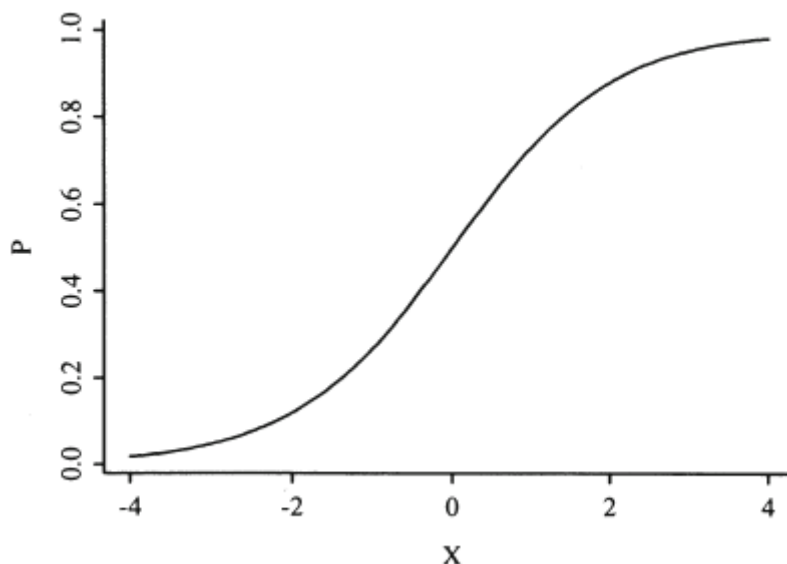
Дээрх функцийг логистик функц гэнэ. Логистик функцийн дүрслэлийг график 1-т харууллаа. X-ийн утга авах муж нь $[-\infty; +\infty]$ байх бол P магадлалын утга авах муж нь $[0; 1]$ завсарт байна. (2) тэгшитгэлийг хувирган x-ийг P – ээр илэрхийлбэл дараах хэлбэртэй байна. (Harrell, 2001)

$$x = \log\left(\frac{P}{1-P}\right) = \text{logit}\{Y = 1\}$$

Регрессийн үнэлгээний тэгшитгэл нь:

$$\text{logit}\{Y = 1|X\} = \log\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta X = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \dots + \beta_k * x_k$$

График II-1 Логистик функцийг график



2.3 Үнэлгээний дараах үе шат буюу загварын найдвартай байдлын үнэлгээ

- Загварын тохирсон байдал (goodness of fit)

Pseudo R²:

R² буюу детерминацийн коэффициент нь хамгийн бага квадратын аргаар үнэлэх замаар гарган авдаг статистик үзүүлэлт юм. Логистик регресс үнэлж буй үед R² тооцох хэд хэдэн арга байдаг ба тэдгээрийг Pseudo-R² гэж нэрлэдэг байна.

$$\text{Efron-ий } R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{\pi}_i)^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$$

$$\text{McFadden-ий } R^2 = 1 - \frac{\ln(\hat{L}(M_{FULL}))}{\ln(\hat{L}(M_{intercept}))}$$

$$\text{McFadden-ий засварлагдсан } R_{adj}^2 = 1 - \frac{\ln(\hat{L}(M_{FULL})) - K}{\ln(\hat{L}(M_{intercept}))}$$

Хосмер-Лемшоу тест:

Энэхүү тест нь үнэлэгдсэн утга болон ажиглагдсан утгын зөрүү нь ач холбогдолтой(загвар ач холбогдолгүй) эсэхийг шалгадаг. Хосмер-Лемшоу статистикийг тооцохдоо:

1. Бүх утгын хувьд амжилтын магадлалыг үнэлэх(логистик регресс)
2. Амжилтын магадлалаар нь ихээс бага руу эрэмбэлэх
3. Эрэмбэлсэн утгуудыг Q бүлэгт хуваах(Q ихэвчлэн 10 байна)
4. Ажиглагдсан болон үнэлэгдсэн утгыг(амжилттай, амжилтгүй байх) хүснэгтэлж харуулах
5. Хүснэгтийг ашиглан Хосмер-Лемшоу статистикийг тооцох(HL statistics)

$$H = \sum_{q=1}^N \frac{(Observed.Success - Expected.S)^2}{Expected.S} + \frac{(Observed.not.S - Expected.S)^2}{Expected.not.S}$$

6. Магадлалын P утгыг тооцох

Q-2 чөлөөний зэрэгтэй хи квадрат тархалтын P утгыг тооцно. (Hosmer & Lemeshow, 2013)

ROC муруй, ROC муруйн доорх талбай:

Бинар сонголттой логистик регрессийн загварын үнэлэгдсэн утга болон ажиглагдсан утгыг ашиглан магадлалын хүснэгтийг байгуулдаг. (Дампуурах – төлбөрийн чадваргүй болох) Бинар сонголттой үед дампуурсан – 1, дампуураагүй – 0 байна.

Хүснэгт II-1

	Дампуурсан	Дампуураагүй
Дампуурна гэж үнэлэгдсэн	$\frac{\text{ээрэг үнэн}}{\text{дампуурсан}}\%$	$\frac{\text{ээрэг худал}}{\text{дампуураагүй}}\%$
Дампуурахгүй гэж үнэлэгдсэн	$\frac{\text{сөрөг худал}}{\text{дампуурсан}}\%$	$\frac{\text{сөрөг үнэн}}{\text{дампуураагүй}}\%$
Нийт	100%	100%

Эерэг гэдгээр дампуурна гэж үнэлэгдсэн, сөрөг гэдгээр дампуурахгүй гэж үнэлэгдэхийг илэрхийлье. Загварын үнэлэгдсэн утга болон ажиглагдсан утгууд таарч байгаа тохиолдолд үнэн, таарахгүй бол худал байна.

Үүнийг ашиглан ROC муруйг байгуулахдаа,

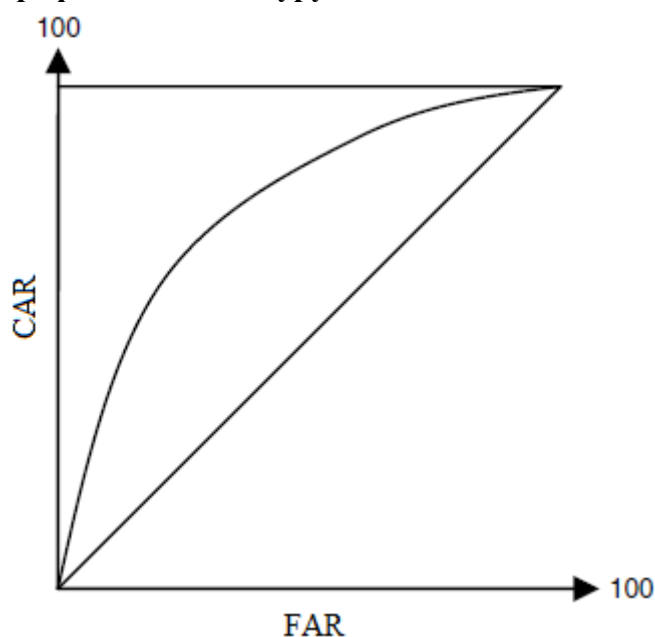
Босоо тэнхлэгт эерэг үнэн тохиолдох хувь:

$$\text{Correct alarm rate (CAR)} = \frac{\text{ээрэг үнэн}}{\text{дампуурсан}}\%$$

Хэвтээ тэнхлэгт эерэг худал тохиолдох хувийг авч үзнэ.

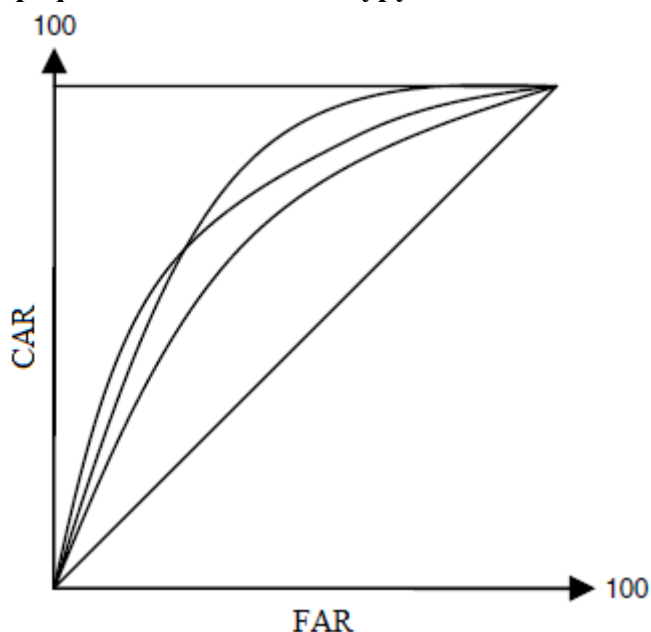
$$\text{False alarm rate (FAR)} = \frac{\text{ээрэг худал}}{\text{дампуураагүй}}\%$$

График II-2 ROC муруй



Хамгийн сайн загвар нь 100% үнэн таамагладаг буюу $CAR=100\%$ шулуунаар илэрхийлэгдэх загвар байх бол хамгийн муу загвар нь 45° -ийн налуу муруйгаар илэрхийлэгдэх загвар байна. Үүнээс харвал муруй дээшлэх тусам загварын таамаглах чадвар сайн болж байна. Харин хоёр ялгаатай загварын ROC муруй огтлолцож байгаа тохиолдолд аль загварыг илүү сайн гэдгийг шууд хэлж чадахгүй болно. Тиймээс AUC буюу ROC муруйн доод талбайг харьцуулах замаар сонголт хийх боломжтой. (Christodoulakis & Satchell, 2008)

График II-3 Олон ROC муруй



$$AUROC = \int_0^1 CAR(FAR) dFAR, AUROC \in [0.5, 1]$$

III БҮЛЭГ. ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХЭСЭГ

Өмнөх хэсэгт дурдсан аргазүйг ашиглахдаа герман өгөгдлийг R програм дээр шинжилж, үнэлгээ хийх болно. Герман өгөгдөл нь 20 тайлбарлагч хувьсагч, 1 тайлбарлагдагч хувьсагчаас бүрдэх 1000 зээлдэгчийн мэдээллийг агуулсан байна. Зээлдэгчдийн 700 нь сайн зээлдэгч, үлдсэн 300 нь муу зээлдэгч байна.

3.1 Үнэлгээний өмнөх үе шат буюу өгөгдлийн шинжилгээ

Тайлбарлагдагч хувьсагч: Creditability ~ Зээлийн үнэлгээ (1 – сайн, 0 – муу)

Тайлбарлагч хувьсагчид:

Хүснэгт III-1

Хувьсагч	Тэмдэглэгээ	Шинж
Хугацаа(сараар)	Duration.of.Credit..month.	Тасралтгүй
Зээлийн хэмжээ	Credit.Amount	Тасралтгүй
Нас	Age..years.	Тасралтгүй
Тухайн банкн дахь зээлийн тоо	No.of.Credits.at.this.Bank	Тасралтгүй
Тэжээлгүүлэгчийн тоо	No.of.dependents.	Тасралтгүй
Одоогийн дансны үлдэгдэл	Account.Balance	Нэрлэсэн
Зээлийн түүх	Payment.Status.of.Previous.Credit	Нэрлэсэн
Зорилго	Purpose	Нэрлэсэн
Хадгаламж, хувьцааны дүн	Value.Savings.Stocks	Нэрлэсэн
Одоогийн ажлаа хийж буй хугацаа	Length.of.current.employment	Нэрлэсэн
Орлогоос төлбөрт төлдөг хувь	Instalment.per.cent	Нэрлэсэн
Хүйс болон гэрлэлтийн байдал	Sex...Marital.Status	Нэрлэсэн
Батлан даагч	Guarantors	Нэрлэсэн
Хаяг дээрээ амьдарч буй хугацаа	Duration.in.Current.address	Нэрлэсэн
Хамгийн үнэ цэнтэй хөрөнгө	Most.valuable.available.asset	Нэрлэсэн
Бусад зээлүүд	Concurrent.Credits	Нэрлэсэн
Орон сууцны эзэмшил	Type.of.apartment	Нэрлэсэн
Ажлын байр	Occupation	Нэрлэсэн
Утастай эсэх	Telephone	Нэрлэсэн
Гадаадын ажилчин эсэх	Foreign.Worker	Нэрлэсэн

Нэрлэсэн хувьсагчдаар хэрхэн бүлэгт хуваасныг хавсралтад орууллаа. Дараах хүснэгтэд нэрлэсэн хувьсагчдын ангилал бүрийн нийт зээлдэгчид эзлэх хувийг харуулбал:

Хүснэгт III-2 Бүлэг бүрийн нийт зээлдэгчид эзлэх хувь

Хувьсагчид:	Бүлэг				
	1	2	3	4	5
Зээлийн түүх	4%	4.9%	53%	8.8%	29.3%
Хадгаламж, хувьцааны дүн	60.3%	10.3%	6.3%	4.8%	18.3%
Одоогийн ажлаа хийж буй хугацаа	6.2%	17.2%	33.9%	17.4%	25.3%
Одоогийн дансны үлдэгдэл	27.4%	26.9%	6.3%	39.4%	
Төлбөрт төлдөг орлогын хувь	13.6%	23.1%	15.7%	47.6%	
Ажлын байр	2.2%	20%	63%	14.8%	
Хүйс болон гэрлэлтийн байдал	5%	31%	54.8%	9.2%	
Хаяг дээрээ амьдарч буй хугацаа	13%	30.8%	14.9%	41.3%	
Хамгийн үнэ цэнтэй хөрөнгө	28.2%	23.2%	33.2%	15.4%	
Батлан даагч	90.7%	4.1%	5.2%		
Бусад зээлүүд	13.9%	4.7%	81.4%		
Орон сууцны эзэмшил	17.9%	71.4%	10.7%		
Утастай эсэх	40.4%	59.6%			
Гадаадын ажилчин эсэх	3.7%	96.3%			

Дээрх хүснэгтээс харвал нийт зээлдэгчийн 53% нь одоогийн зээлүүдээ хугацаанд нь төлөөд явж байгаа, 63% нь 100Маркаас бага дүнтэй хадгаламж, хувьцаа эзэмшдэг, 63% нь байнгын ажлын байртай, 54.8% нь гэрлэсэн эрэгтэйчүүд, 90.7% нь батлан даагчгүй, 81.4% нь өөр зээл аваагүй, 71.4% нь өөрийн орон сууцтай, 96.3% нь дотоодын ажилчид байгаа буюу ангилал бүрт олонхыг эзэлж байгаа юм. Тиймээс үнэлгээнд ашиглахдаа нийт зээлдэгчийн дийлэнхийг эзэлж байгаа дээрх бүлгийн хүмүүсийг анхаарч үзэх нь зүйтэй юм.

Хүснэгт III-3 Зээлийн зорилгын ангилал

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23.4%	10.3%	18.1%	28.0%	1.2%	2.2%	5.0%	0%	0.9%	9.7%	1.2%

Хүснэгт 6-д зээлдэгчдийн зээл авсан зорилгоор нь ангилж нийт зээлдэгчид тухайн бүлгийн эзлэх хувийг тооцож харууллаа. Эзлэх хувь багатай бүлгүүдийг нэгтгэх замаар 4-өөс 5 бүлэг болгон багасгах боломжтой байна.

Тоон утга бүхий хувьсагчдын тодорхойлогч статистикууд, хистограм болон box plot-ийг харъя.

График III-1 Зээлийн хугацааны хистограм

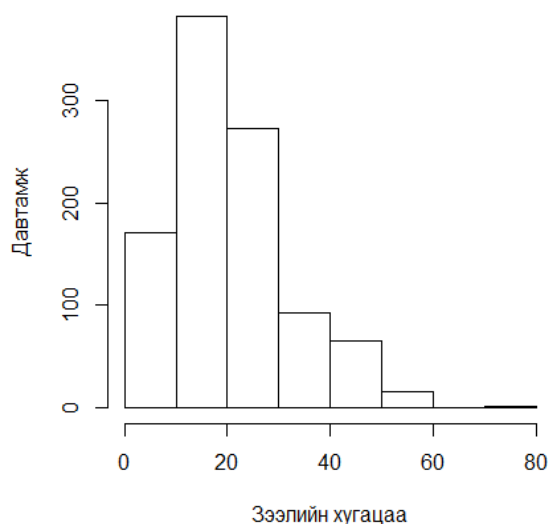
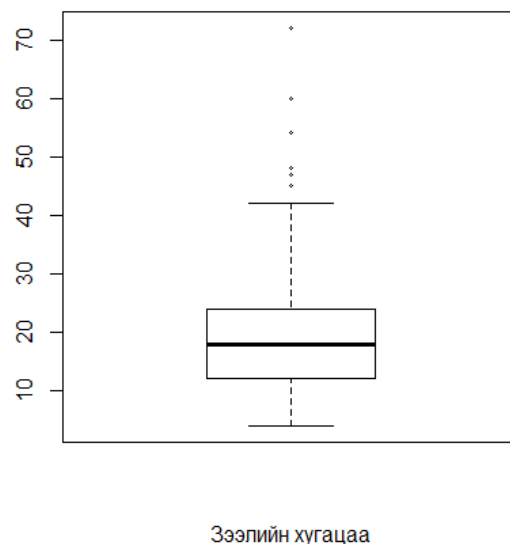


График III-2 Зээлийн хугацааны Box Plot



Зээлийн хугацааны хистограмыг 10 сараар багцалж харахад баруун талаасаа хэлтийсэн буюу харьцангуй бага сараар зээл авсан зээлдэгчид зонхилж байна. Зээлдэгчид дунджаар 20.9 сарын зээлтэй байгаа бөгөөд хамгийн урт зээл нь 72 сар буюу 6 жилийн хугацаатай байна.

График III-3 Зээлийн хэмжээний хистограм

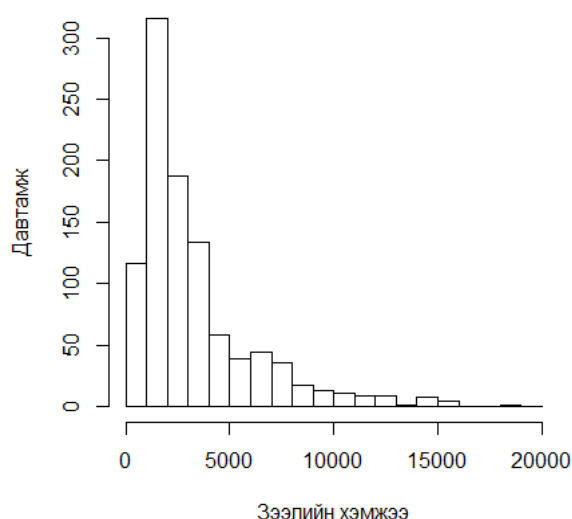
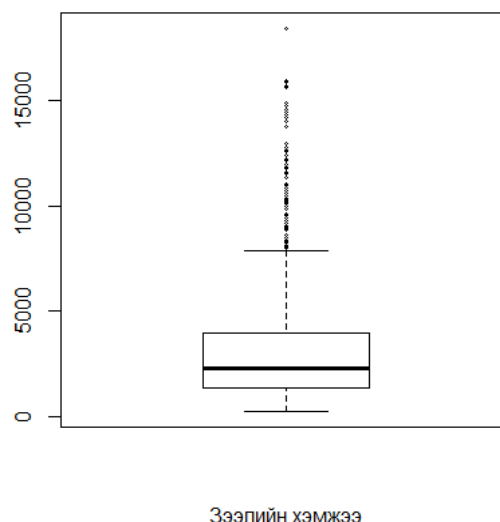
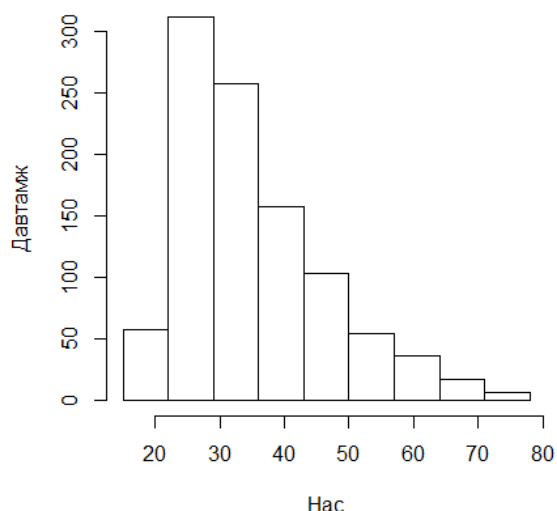
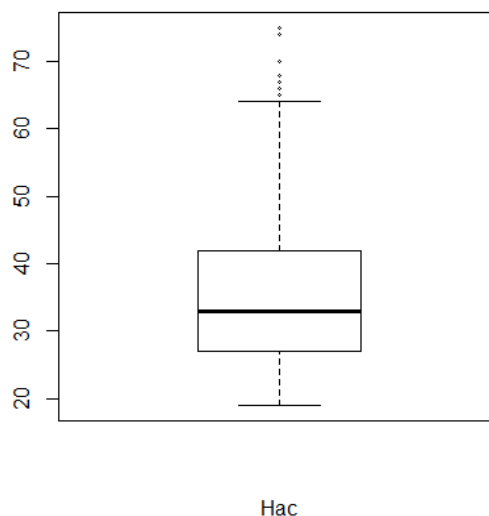


График III-4 Зээлийн хэмжээний Box Plot



Зээлийн хэмжээг 1000DM-аар багцалж харвал баруун талаасаа хэлтийсэн буюу бага дүнгээр зээл авсан зээлдэгчид дийлэнх хувийг эзэлж байна. Зээлдэгчдийн авсан зээлийн дундаж хэмжээ 3271DM байхад медиан нь 2320DM байгаагаас мөн бага дүнтэй зээлдэгч давамгайлж байгааг харж болохоор байна. Хамгийн их дүнтэй зээлийн хэмжээ 18424DM байга бол хамгийн бага хэмжээтэй зээл нь 250DM байна.

График III-5 Зээлдэгчийн насны хистограм**График III-6 Зээлдэгчийн насны Box Plot**

Зээлдэгчдийн насны хистограммыг 7-оор багцлаж харвал мөн баруун талаасаа хэлтийсэн буюу залуу зээлдэгчид давамгайлсан, тэр дундаа 22-оос 29 насны зээлдэгчид хамгийн их байна. Зээлдэгчид дунджаар 35.53 настай, хамгийн ахмад зээлдэгч нь 75 настай байхад хамгийн залуу нь 19 настай байна.

3.2 Үнэлгээний үе шат буюу зээлийн эрсдэлийн загварын үнэлгээ

Үнэлгээ хийхийн өмнө сайн, муу зээлдэгчдийн хувьд бүлгүүд ялгаатай дундажтай багаа эсэхийг шалгая.

Хүснэгт III-4 Нэрлэсэн хувьсагчдын ач холбогдлын түвшин

Хувьсагч	Тэмдэглэгээ	Хи квадрат Р
Одоогийн дансны үлдэгдэл	Account.Balance	<0.001
Зээлийн түүх	Payment.Status.of.Previous.Credit	<0.001
Зорилго	Purpose	<0.001
Хадгаламж, хувьцааны дүн	Value.Savings.Stocks	<0.001
Одоогийн ажлаа хийж буй хугацаа	Length.of.current.employment	<0.001
Орлогоос төлбөрт төлдөг хувь	Instalment.per.cent	0.14
Хүйс болон гэрлэлтийн байдал	Sex..Marital.Status	0.02
Батлан даагч	Guarantors	0.03
Хаяг дээрээ амьдарч буй хугацаа	Duration.in.Current.address	0.86
Хамгийн үнэ цэнтэй хөрөнгө	Most.valuable.available.asset	<0.001
Бусад зээлүүд	Concurrent.Credits	<0.001
Орон сууцны эзэмшил	Type.of.apartment	<0.001
Хувьсагч	Тэмдэглэгээ	Хи квадрат Р
Ажлын байр	Occupation	0.42
Утастай эсэх	Telephone	0.28
Гадаадын ажилчин эсэх	Foreign.Worker	0.01

Хүснэгт III-5 Тоон утга бүхий хувьсагчдын ач холбогдлын түвшин

Хувьсагчид	Сайн зээлдэгчдийн дундаж	Муу зээлдэгчдийн дундаж	T-тестийн P утга
Зээлийн хэмжээ	3938.127	2985.443	<0.001
Нас	36.22	33.96	0.003
Зээлийн хугацаа	24.86	19.2	<0.001

Ач холбогдолтой хувьсагчдыг оруулан эхний загварыг гарган авъя. Ингэхдээ нийт зээлдэгчийн мэдээллийг загвар үнэлэх өгөгдөл – training, загварын найдвартай байдлыг үнэлэх – тест гэсэн хоёр хэсэг болгон 7:3 харьцаатай санамсаргүйгээр хувааж 700 хэмжээтэй өгөгдлөөр загваруудыг үнэлэе.

Хүснэгт III-6 Загваруудын үнэлгээ

Тайлбарлагч хувьсагчид	Загвар	Загвар 1	Загвар 2
Сул гишүүн	-3.223*** (0.732)	-2.651*** (0.582)	-5.633*** (1.327)
Дансны үлдэгдэл	0.547*** (0.082)	0.543*** (0.081)	0.601*** (0.084)
Зээлийн түүх	0.464*** (0.096)	0.480*** (0.095)	0.553*** (0.109)
Зорилго	-0.007 (0.036)		
Хадгаламж, хувьцаа	0.247*** (0.069)	0.242*** (0.068)	0.263*** (0.071)
Хүйс, гэрлэлтийн байдал	0.296** (0.135)	0.140* (0.134)	0.337** (0.141)
Хамгийн үнэ цэнтэй хөрөнгө	-0.257** (0.102)	-0.281*** (0.100)	-0.198* (0.105)
Орон сууцны эзэмшил	0.423** (0.198)	0.414** (0.188)	0.482** (0.197)
Бусад зээлүүд	0.187 (0.131)		0.195 (0.137)
Зээлийн хугацаа	-0.033*** (0.01)	-0.038*** (0.008)	-0.026** (0.01)
Зээлийн хэмжээ	0.000 (0.000)		0.000** (0.000)
Зээлдэгчийн нас	0.002 (0.009)		
Батлан даагч			0.700*** (0.242)
Утастай эсэх			0.336 (0.213)
Гадаадын ажилчин			1.746* (0.941)
Одоогийн ажлаа хийж буй хугацаа	0.134 (0.082)	0.140* (0.079)	0.147* (0.082)

Төлбөрт төлдөг орлогын хувь			-0.280*** (0.098)
AIC	710.32	705.3	686.6
Түүврийн тоо	700	700	700

Эхний загварын хувьд 10%-ийн ач холбогдлын түвшинд ач холбогдолгүй хувьсагчид болох зээлийн түүх, бусад зээлүүд, зээлийн хэмжээ, нас зэрэг хувьсагчдыг хасч дахин үнэллээ.

Ач холбогдолгүй хувьсагчдыг хасч үнэлэхэд гарсан загварын бүх тайлбарлагч хувьсагч нь 90%-ийн итгэх түвшин ач холбогдолтой байсан учир энэхүү загварыг “Загвар 1” гэж нэрлээд бусад загваруудтай харьцуулж хамгийн сайн загварыг сонгоё.

Үнэлгээнд ашиглах оновчтой хувьсагчдыг сонгодог ухрах болон урагшлах регрессийн аргыг ашиглан бүрэн загвараас хувьсагч хасах, нэмэх замаар сонгогдсон загварын үнэлгээний үр дүнгүүдийг харгалзан хавсралтад хүснэгт 13, хүснэгт 14-т харууллаа. Хувьсагч нэмэх болон хасах замаар үнэлсэн регрессийн үр дүнгүүд ижил хувьсагчдыг санал болгож байна. Гэсэн хэдий ч тус загварт ач холбогдолгүй хувьсагчид багтсан байна. Энэхүү загварыг “Загвар 2” гэж нэрлээд, өмнөх загвартай харьцуулъя.

3.3 Үнэлгээний дараах үе шат буюу зээлийн эрсдэлийн загварын найдвартай байдлын үнэлгээ

a. Pseudo R²

$$R^2 = 1 - \frac{\text{deviance}}{\text{null.deviance}}$$

Загвар 1-ийн $R^2 = 1 - \frac{687.3}{873.04} = 0.2127$ байсан бол, загвар 2-ын $R^2 = 1 - \frac{654.8}{873.04} = 0.2499$ байна. Эндээс загвар 2-ыг харьцангуй сайн гэж дүгнэж болох юм.

b. Хосмер-Лемшоу тест

Загвар 1-ийн $\chi^2_{\text{кр}} = 5.71$, $P = 0.68$ байсан бол, загвар 2-ын $\chi^2_{\text{кр}} = 7.24$, $P = 0.51$ байна. магадлалын P утга 0.05-аас их байгаа учраас хоёр загвар тохиромжтой байгаа буюу загвар зөв тодорхойлогдсон байна гэж тайлбарлаж болно. Тус загваруудын хувьд загвар 2 харьцангуй илүү тохирч байна.

c. ROC муруй, AUC

ROC муруйг графикт зурахдаа үнэлсэн загварт тест өгөгдлийг оруулан таамаглал хийлээ. Загвар 1-ийн AUC=0.744 байгаа нь энэхүү загварыг ашигласнаар нийт зээлдэгчийн 74.4%-ийн эрсдэлийг зөв тодорхойлж чадахыг харуулж байна.

Загвар 2-ын AUC=0.738 байгаа нь энэхүү загварыг ашигласнаар нийт зээлдэгчийн 73.8%-ийн эрсдэлийг зөв тодорхойлж чадахыг харуулж байна.

График III-7 Загвар 1-ийн ROC муруй

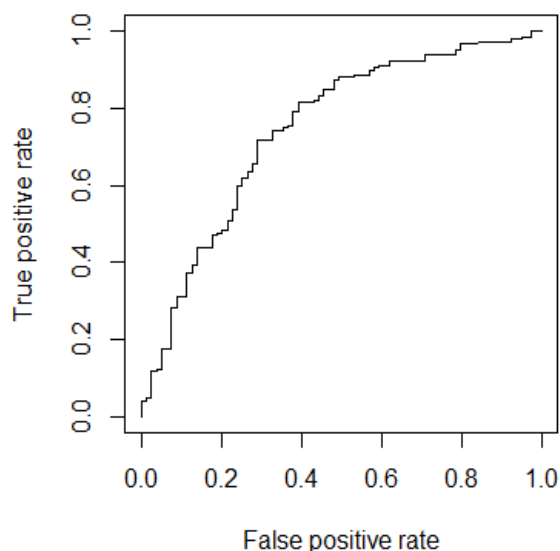
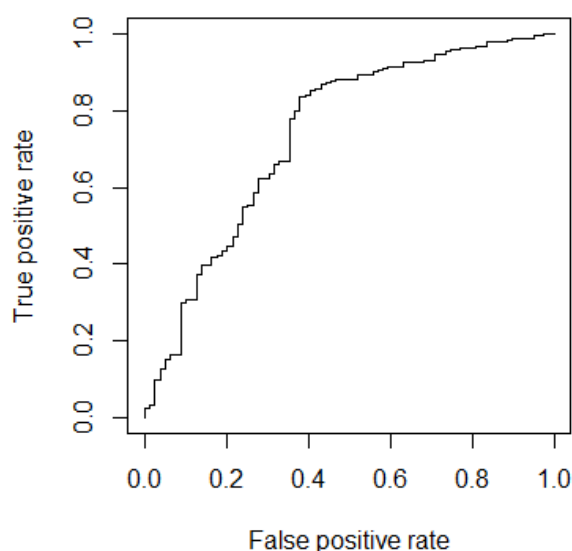


График III-8 Загвар 2-ын ROC муруй



Дээрх үр дүнгүүдийг нэгтгэн харьцуулбал:

Хүснэгт III-7 Загваруудын харьцуулалт

	AIC	Pseudo R ²	HL тест	AUC
Загвар 1:	705.3	0.212	5.71	0.744*
Загвар 2:	686.6*	0.249*	7.24*	0.738

Загварын найдвартай байдлыг үнэлэх эдгээр аргуудыг ашиглан загваруудыг харьцуулбал AIC-ийн хувьд загвар 2 бага байгаа нь тус загвар нь харьцангуй тохиромжтой болохыг илтгэнэ. Мөн загвар 2-ын Pseudo R² нь 0.249 байгаа буюу загвар 1-ын R²-аас их байгаагаас харвал тухайн загвар нь өгөгдөлтэй илүү сайн тохирч байж болох юм. Харин Хосмер-Лемшоу тестээр дээрх загварууд хоёулаа сайн тохирч байгаа гэж гарсан юм. Загварын таамаглах чадварын оновчтой байдлыг шалгадаг AUC-ийг харьцуулан харвал загвар 1 нь харьцангуй өндөр байна. Дээрх хоёр загвар нь шалгууруудын хувьд их ялгаа байгаагүй хэдий ч загвар өгөгдөлтэй харьцангуй сайн тохирч байгаа ч таамаглах чадвараар харьцангуй сул байж болохыг харж болохоор байна.

ДҮГНЭЛТ, САНАЛ ЗӨВЛӨМЖ

Банк, санхүүгийн салбарын хурдацтай хөгжил, сүүлийн 20 жилд хоёр удаа тохиолдсон эдийн засгийн хямрал зэрэгтэй холбоотойгоор банк, санхүүгийн байгууллагууд зээл гаргахдаа илүү хянамгай хандаж, зээлдэгчийн судалгааг маш сайн хийдэг болжээ. Үүнтэй холбоотойгоор зээлийн эрсдэлийн олон төрлийн загварууд хөгжиж, загварын найдвартай байдлын үнэлгээний аргуудын хэрэглээний цар хүрээ нэмэгдсээр байна. 2017 оны III улирлын байдлаар Монгол улсын санхүүгийн салбарын 95%-ийг банкны сектор эзэлж байснаас харвал тус секторын тогтвортой үйл ажиллагаа нэг салбарын, цаашлаад улсын эдийн засгийн нөхцөл байдалд нөлөөлж болохоор байна. Тиймээс эрсдэлийн алдагдлыг хамгийн бага түвшинд байлгахын тулд банкууд зээл олгохдоо судалгаа сайн хийж, эрсдэлийг зөв тооцож байх нь чухал юм. Мөн зээлийн эрсдэлийн загварыг тасралтгүй хөгжүүлж, цаг үетэй тохирч байгаа эсэхийг шалгах, загварын найдвартай байдлын үнэлгээг хийж байх нь эдийн засаг, нийгэм, улс төрийн өөрчлөлтөд дасан зохицох үндэс болно.

Энэхүү дипломын ажилд жишиг өгөгдөл ашиглан нэрлэсэн болон тоон хувьсагчдаар дампуурах магадлалын логистик загварууд үнэлж, статистикийн болон статистикийн бус аргуудаар харьцуулсан юм. Үр дүнд нь, загварын тохиромжтой байдал сайн байсан ч зээлдэгчийн эрсдэлийг таамаглах чадвар харьцангуй муу байж болохыг харлаа. Судалгааны ажлын үр дүнд үндэслэн:

- Загвар сонгоход олон төрлийн үзүүлэлт, статистикуудыг харьцуулах
- Загварын найдвартай байдлын үнэлгээг тогтмол хугацаанд хийж, тайлагнах
- Банкны баримталдаг бодлогод тохирсон загварыг сонгох зэрэг саналуудыг дэвшүүлж байна.

НОМЗҮЙ

- Abbadi, S. M., & Abu Karsh, M. S. (2013). Methods of Evaluating Credit Risk used by Commercial Banks in Palestine. *International Research Journal of Finance and Economics*, 146-159.
- Christodoulakis, G., & Satchell, S. (2008). *The Analytics of Risk Model Validation*.
- Cox, D. R., & Snell. (1989). *Analysis of Binary Data*.
- Efron, B. (1983). Estimating the Error Rate of a Prediction Rule: Improvement on Cross-Validation. *Journal of the American Statistical Association*, 316-331.
- Engelmann, B., Hayden, E., & Tasche, D. (2003). Testing rating accuracy. *Risk*.
- Glennon, D., Kiefer, N. M., Larson, E. C., & Choi, H.-s. (2007). *Development and Validation of credit-scoring models*.
- Harrel, F. E. (2001). *Regression Modeling Strategies*.
- Hosmer, D. W., & Lemeshow, S. (2013). *Applied Logistic Regression*.
- Karakoulas, G. (2004). Empirical Validation of Retail credit-scoring models. *The RMA Journal*, 56-60.
- Lopez, J. A. (1998). *Methods for Evaluating Value-at-Risk Estimates*.
- Lusted, L. (1971). *Signal Detection and Medical decision making*.
- M, D., & Kiruthika. (2014). Model validation of a credit scorecard using bootstrap model. *Journal of Economics and Finance*, 64-68.
- Malz, A. (2011). *Financial Risk Management*.
- Medema, L., Koning, R. H., & Lensink, R. (2007). *A Practical Approach to Validating a PD Model*.
- Nieppola, O. (2009). *Backtesting Value-at-Risk models*.
- Smirnov, N. (1948). Table for estimating the goodness of fit of empirical distributions. *Annals of Mathematical Statistics*, 279-281.
- Vojtek, M., & Kocenda, E. (2006). Credit Scoring Methods. *Czech Journal of Economics and Finance*, 152-167.
- Wu, X. (2008). *Credit Scoring Model Validation*.
- Үндэсний Статистикийн Хороо. (2018 он). *Мөнгө, Санхүү*. Статистикийн мэдээллийн нэгдсэн сан: http://www.1212.mn/Stat.aspx?LIST_ID=976_L07-ээс Гаргасан

ХАВСРАЛТ

Одоогийн дансны үлдэгдэл:

- 1 – 0DM-аас бага,
- 2 – 0DM-аас 200DM хүртэл
- 3 – Сүүлийн 1 жилийн хугацаанд 200DM-аас дээш үлдэгдэлтэй.
- 4 – Харилцах данс эзэмшдэггүй.

Зээлийн түүх:

- 0 – огт зээл аваагүй / авсан бүх зээлээ хугацаанд нь төлсөн
- 1 – тухайн банк дахь бүх зээлийг хугацаанд нь төлсөн
- 2 – одоогийн бүх зээлүүдийг хугацаанд нь төлсөн
- 3 – өмнө нь авсан зээлийн эргэн төлөлт хоцроож байсан
- 4 – анхааралдаа авах / тухайн банкнаас өөр газар зээлтэй

Зорилго:

- 0 – шинэ машин авах
- 1 – хуучин машин авах
- 2 – тавилга / тоног төхөөрөмж
- 3 – радио / телевиз
- 4 – гэрийн цахилгаан бараа
- 5 – засвар
- 6 – боловсрол
- 7 – амралт зугаалга
- 8 – сургалт
- 9 – бизнес
- 10 – бусад

Хадгаламж, хувьцааны дүн:

- 1 – 100DM-аас бага
- 2 – 100DM-аас 500DM хүртэл
- 3 – 500DM-аас 1000DM хүртэл
- 4 – 1000DM-аас дээш дүнтэй
- 5 – байхгүй / мэдэхгдэхгүй байгаа

Одоогийн ажлаа хийж буй хугацаа:

- 1 – ажилгүй
- 2 – 1 жил хүртэл
- 3 – 1-ээс 4 жил
- 4 – 4-өөс 7 жил
- 5 – 7-оос дээш жил

Орлогоос төлбөрт төлдөг хувь:

- 1 – 35%-аас дээш
- 2 – 35%-аас 25%
- 3 – 25%-аас 20%
- 4 – 20%-аас доош

Хүйс болон гэрлэлтийн байдал:

- 1 – эрэгтэй: салсан/тусдаа байдаг
- 2 – эрэгтэй: ганц бие

- 3 – эрэгтэй: гэрлэсэн
- 4 – эмэгтэй

Батлан даагч:

- 1 – байхгүй
- 2 – хамтран зээлдэгчтэй
- 3 – батлан даагчтай

Хаяг дээрээ амьдарч байгаа хугацаа:

- 1 – 1 жил хүртэл
- 2 – 1-ээс 4 жил
- 3 – 4-өөс 7 жил
- 4 – 7-оос дээш жил

Хамгийн үнэ цэнтэй хөрөнгө:

- 1 – үл хөдлөх хөрөнгө
- 2 – амьдралын даатгал / нийгмийн даатгал гэрээ
- 3 – машин
- 4 – мэдэгдэхгүй байгаа / байхгүй

Бусад зээлүүд:

- 1 – банк
- 2 – дэлгүүр
- 3 – байхгүй

Орон сууцны эзэмшил:

- 1 – түрээсийн
- 2 – өөрийн
- 3 – үнэгүй

Ажлын байр:

- 1 – ажилгүй / ур чадваргүй – оршин суугч биш
- 2 – ур чадваргүй – оршин суугч
- 3 – ур чадвартай / албан ёсны
- 4 – удирдлагын түвшний / хувиараа ажил хийдэг / өндөр чадвартай ажилчин

Утас:

- 1 – байхгүй
- 2 – байгаа

Гадаадын ажилчин:

- 1 – тийм
- 2 – үгүй

Хавсралт 1 Ач холбогдолтой байж болох хувьсагчдаар үнэлсэн үнэлгээ

	Үнэлгээ	Ст.алдаа	Z утга	P утга
(Intercept)	-3.223	0.732	-4.401	0.000
Account.Balance	0.547	0.082	6.669	0.000
Payment.Status.of.Previous.Credit	0.464	0.096	4.826	0.000
Purpose	-0.007	0.036	-0.208	0.835
Value.Savings.Stocks	0.247	0.069	3.582	0.000
Length.of.current.employment	0.134	0.082	1.640	0.101
Sex...Marital.Status	0.296	0.135	2.195	0.028
Most.valuable.available.asset	-0.257	0.102	-2.524	0.012

Type.of.apartment	0.423	0.198	2.140	0.032
Concurrent.Credits	0.187	0.131	1.428	0.153
Duration.of.Credit..month.	-0.033	0.010	-3.474	0.001
Credit.Amount	0.000	0.000	-0.897	0.369
Age..years.	0.002	0.009	0.248	0.804

Хавсралт 2 Ач холбогдолгүй хувьсагчдыг хассан үнэлгээ

Загвар 1	Үнэлгээ	Ст.алдаа	Z утга	P утга
(Intercept)	-2.651	0.582	-4.550	0.000
Account.Balance	0.543	0.081	6.686	0.000
Payment.Status.of.Previous.Credit	0.480	0.095	5.062	0.000
Value.Savings.Stocks	0.242	0.068	3.548	0.000
Length.of.current.employment	0.140	0.079	1.769	0.077
Sex...Marital.Status	0.293	0.134	2.191	0.028
Most.valuable.available.asset	-0.281	0.100	-2.814	0.005
Type.of.apartment	0.414	0.188	2.200	0.028
Duration.of.Credit..month.	-0.038	0.008	-4.790	0.000

Хавсралт 3 Ухрах регрессийн үнэлгээний эцсийн үр дүн

Загвар 2	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-5.633	1.327	-4.245	0.000
Account.Balance	0.601	0.084	7.115	0.000
Payment.Status.of.Previous.Credit	0.553	0.109	5.089	0.000
Value.Savings.Stocks	0.263	0.071	3.710	0.000
Instalment.per.cent	-0.280	0.098	-2.854	0.004
Guarantors	0.700	0.242	2.896	0.004
No.of.Credits.at.this.Bank	-0.306	0.194	-1.580	0.114
Length.of.current.employment	0.147	0.082	1.798	0.072
Telephone	0.336	0.213	1.576	0.115
Foreign.Worker	1.746	0.941	1.856	0.063
Sex...Marital.Status	0.337	0.141	2.394	0.017
Most.valuable.available.asset	-0.198	0.105	-1.881	0.060
Type.of.apartment	0.482	0.197	2.442	0.015
Concurrent.Credits	0.195	0.137	1.421	0.155
Duration.of.Credit..month.	-0.026	0.010	-2.533	0.011
Credit.Amount	0.000	0.000	-2.473	0.013

Хавсралт 4 Урагшлах регрессийн үнэлгээний эцсийн үр дүн

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-5.633	1.327	-4.245	0.000
Account.Balance	0.601	0.084	7.115	0.000
Payment.Status.of.Previous.Credit	0.553	0.109	5.089	0.000
Duration.of.Credit..month.	-0.026	0.010	-2.533	0.011

Value.Savings.Stocks	0.263	0.071	3.710	0.000
Guarantors	0.700	0.242	2.896	0.004
Sex...Marital.Status	0.337	0.141	2.394	0.017
Foreign.Worker	1.746	0.941	1.856	0.063
Length.of.current.employment	0.147	0.082	1.798	0.072
No.of.Credits.at.this.Bank	-0.306	0.194	-1.580	0.114
Instalment.per.cent	-0.280	0.098	-2.854	0.004
Credit.Amount	0.000	0.000	-2.473	0.013
Type.of.apartment	0.482	0.197	2.442	0.015
Most.valuable.available.asset	-0.198	0.105	-1.881	0.060
Telephone	0.336	0.213	1.576	0.115
Concurrent.Credits	0.195	0.137	1.421	0.155