



VORÖNN 2019

SE-T-602-RISK  
ÁHÆTTUSTÝRING

**HEIMAVERKEFNI 2**

JÓN SVEINBJÖRN HALLDÓRSSON

4. MARS 2019

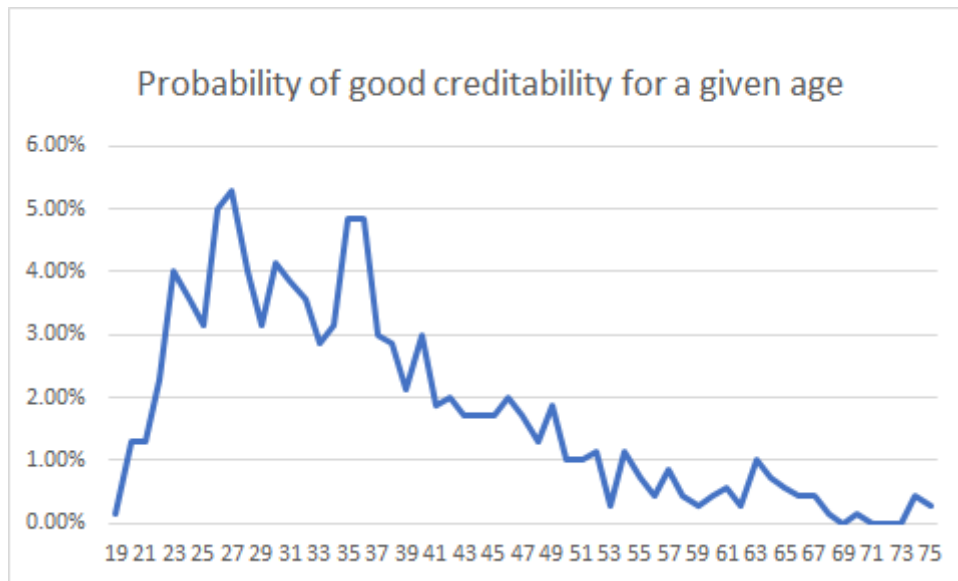
## 1) Lógistískri aðhvarfsgreiningu beitt á gögn um þýska lánsþega

Sótt voru gögn um 1000 þýska lánsþega af <https://newonlinecourses.science.psu.edu/stat508/resource/analysis/gcd> og flutt inn í R. Gögnin innihéldu 20 breytur sem réðu því hvort lánsþegi væri flokkaður með gott eða slæmt lánstraust.

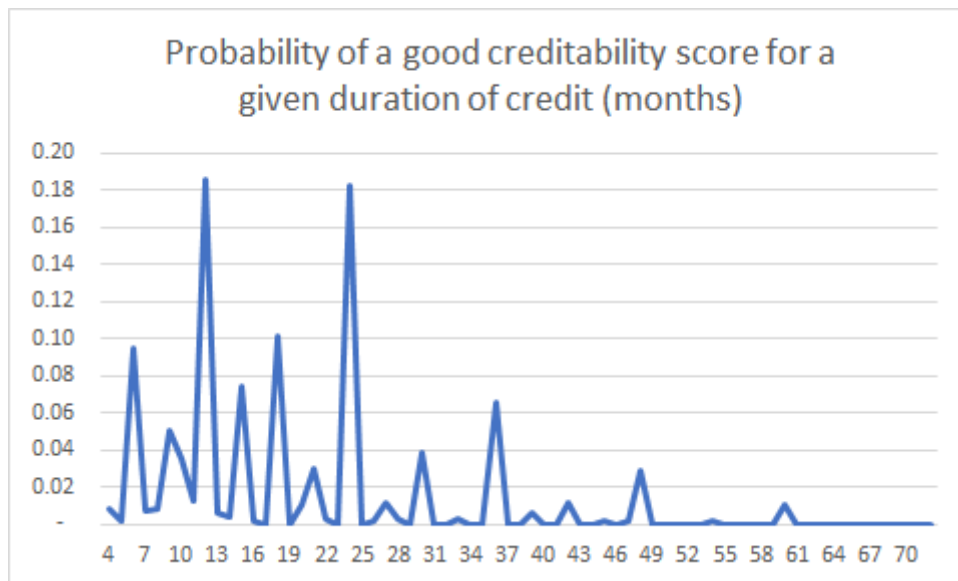
### a) Greining gagna og huglægt mat um breytur

Til að byrja með var tíðni góðra lánsþega reiknuð miðað við breytur sem innihéldu fá mismunandi gildi. Þrjú sértílvik\* komu upp, lengd skulda í mánuðum talið, skuldir samtals og aldur. Skuldir samtals höfðu of mörg mismunandi gildi til að skoða tíðni en draga mætti þá ályktun að að því hærri skuld því lélegri lánsþegi (nema kannski í öfgatilfellum þar sem skuldirnar eru uppá marga milljarða). Tíðnidreifing lánsþega miðað við lengd skulda í mánuðum og aldur var teiknuð upp á eftirfarandi myndum og restin af breytunum sett upp í töflu.

Values	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Creditability											
Account balance		0.20	0.23	0.07	0.50						
Duration of credit*											
Payment status of previous credit	0.02	0.03	0.52	0.09	0.35						
Purpose	0.21	0.12	0.18	0.31	0.01	0.02	0.04	0.00	0.01	0.09	0.01
Credit amount*											
Value savings/stocks		0.55	0.10	0.07	0.06	0.22					
Length of current employment		0.06	0.15	0.34	0.19	0.27					
Instalment per cent		0.15	0.24	0.16	0.45						
Sex & marital status		0.04	0.29	0.57	0.10						
Guarantors		0.91	0.03	0.06							
Duration in current address		0.13	0.30	0.15	0.41						
Most valuable available asset		0.32	0.23	0.33	0.12						
Age (years)*											
Concurrent credits		0.12	0.04	0.84							
Type of apartment		0.16	0.75	0.09							
No of credits at this Bank		0.62	0.34	0.03	0.01						
Occupation		0.02	0.21	0.63	0.14						
No of dependents		0.84	0.16								
Telephone		0.58	0.42								
Foreign worker		0.95	0.05								



Tíðni góðra lánþega miðað við aldur



Tíðni góðra lánþega miðað við lengd skulda

Af myndunum tveimur sést að tíðnin lækkar eftir því sem bæði aldur og lengd skulda eykst, sem gefur til kynna að breyturnar tvær hafi neikvæð áhrif á líkur lánþegans. Tíðnitaflan gefur til kynna líkur á því að viðkomandi verði góður lánsþegi gefið að hann hafi ákveðið gildi í ákveðnum dálki. Því jafndreifðari sem lína í töflunni er því verri ábending er sá dálkur um lánsþegann. Niðurstaðan var síðan túlkuð og huglægt mat bundið við hvern dálk ásamt mikilvægisgildi 1-4 (best - verst):

Gögn	Mikilvægi	Notagildi og huglægt mat
Account balance	1	Segir til um stöðu bankareiknings hjá viðkomandi - ætti að gefa til kynna fjárstöðugleika viðkomandi
Duration of credit (month)*	1	Segir til um hversu lengi viðkomandi hefur verið í skuld - neikvæð áhrif
Payment status of previous credit	2	Segir til um hversu vel/illa viðkomandi stendur sig í að borga upp gamlar skuldir - vanskil osfrv.
Purpose	3	Ástæða lánsins - því betri tilgangur því betra
Credit amount*	2	Skuldir samtals - því hærri því verra en þyrfti eiginlega að skoðað út frá heildarsamhengi einstaklingsins t.d. í samanburði við heildareignir
Value savings / stocks	1	Segir til um upphæð sparnaðarreiknings viðkomandi - því hærri tala því betra
Length of current employment	2	Segir til um lengd núverandi starfstíls -ætti að gefa til kynna fjárstöðugleika en fer að einhverju leyti eftir starfs-sviði
Instalment per cent	2	Segir til um hversu hátt hlutfall lána viðkomandi er installment lán - gæti sagt til um t.d. veð í fasteign eða raðgreiðslulán fyrir heimilstækjum.
Guarantors	3	Segir til um hvort viðkomandi sé með ábyrgðarmaður/-menn - myndi halda að það væri ekki mikilvægt
Duration in current address	3	Segir til um hversu lengi viðkomandi hefur búið á sama stað - gefur til kynna fjárstöðugleika
Most valuable available asset	2	Segir til um verðmætustu eign viðkomandi - þokkaleg ábending um fjárstöðugleika
Age (years)*	3	Aldur viðkomandi - því hærri því verra, minnkandi lífs-líkur
Concurrent credits	2	Segir til um samtímis skuldir viðkomandi - því hærri því verra
Type of apartment	3	Segir til um tegund húsnæðis hjá viðkomandi - þokkaleg ábending um fjárstöðugleika
No of credits at this bank	2	Fjöldi lána viðkomandi hjá þessum tiltekna banka - því fleiri því verra
Occupation	3	Segir til um atvinnuviðkomandi - gæti verið einhver ábending um fjárstöðugleika en ekki endilega áreiðanleg (myndi ég halda)
No of dependents	3	Segir til um hversu margir eru háðir viðkomandi - myndi ekki halda að það skipti endilega miklu máli
Telephone	4	Segir annað hvort til um símanúmer viðkomandi eða hvort hann eigi síma (eða ekki) - gefur ekkert til kynna
Foreign Worker	4	Segir til kynna hvort viðkomandi sé erlendur eða heima-maður - ætti ekki að skipta máli

**b) Gögn flutt inn í R**

Gögnin voru flutt inn með skipuninni `read.csv`.

**c) Lógístísk aðhvarfsgreining**

Niðurstaðan úr R fyrir þjálfunargögnin (`Training50.csv`) var eftirfarandi:

Coefficients:	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
(Intercept)	2.752	2.252	1.222	0.22163
X	-0.01109	0.001177	-9.424	< 2e-16
Account.Balance	0.7673	0.2357	3.255	0.00113
Duration.of.Credit..month.	-0.01369	0.01762	-0.777	0.4371
Payment.Status.of.Previous.Credit	0.7617	0.3629	2.099	0.03583
Purpose	-0.5226	0.1908	-2.739	0.00617
Credit.Amount	-0.0001255	0.00008849	-1.418	0.15609
Value.Savings.Stocks	0.2387	0.1597	1.495	0.13484
Length.of.current.employment	0.3579	0.1889	1.894	0.05817
Instalment.per.cent	-0.3142	0.1801	-1.744	0.08109
Sex...Marital.Status	0.8647	0.2976	2.906	0.00366
Guarantors	0.9536	0.5416	1.761	0.0783
Duration.in.Current.address	0.1295	0.1872	0.692	0.48903
Most.valuable.available.asset	0.1023	0.2046	0.5	0.61701
Age..years.	0.0006164	0.01685	0.037	0.97083
Concurrent.Credits	0.2898	0.4595	0.631	0.52823
Type.of.apartment	0.2899	0.3833	0.756	0.44947
No.of.Credits.at.this.Bank	-0.6086	0.4398	-1.384	0.1664
Occupation	N/A	N/A	N/A	N/A
No.of.dependents	-0.4885	0.4975	-0.982	0.32614
Telephone	0.3302	0.41	0.805	0.42061
Foreign.Worker	0.3191	1.359	0.235	0.81428

Þessar niðurstöður segja okkur að lánsþegi  $Y$  hafi eftirfarandi líkur á því að vera góður lánsþegi:

$$P(Y) = \frac{\exp\left(\sum_{i=0}^N \beta_i X_i\right)}{1 - \exp\left(\sum_{i=0}^N \beta_i X_i\right)} \quad (1)$$

þar sem  $i$  táknar flokkinn,  $\beta_i$  táknar estimate gildi flokksins,  $X_i$  táknar gildi einstaklingsins í þeim flokki og  $N$  táknar fjölda flokka. Skurðpunkturinn (e. Intercept) segir til um  $\beta_0$  og þar að auki er  $X_0 = 1$ .  $\beta$ -gildin segja hversu mikið líkurnar breytast við aukningu á  $X_i$  gildi. Í þjálfunargögnunum var aðeins ein tegund af Occupation þannig að ekki var hægt að meta áhrif þeirrar breytu og þar að auki var auður dálkur með númeri lánsþega sem kallast  $X$  í töflunni.

#### d) Greining og túlkun niðurstaðna

Gæði móðelsins eru mæld með AIC gildi. AIC er mælikvarði á hversu miklar upplýsingar tapast í módelinu, annað hvort vegna overfitting eða underfitting. Upphaflega módelið, þ.e. það sem tekur allar breytur inn hefur AIC gildið 268.65.

#### Túlkun á $z$ gildi og núlltilgátum

Fyrir hverja breytu  $i$  er framkvæmd núlltilgáta um að stuðull breytunnar eigi að vera 0, þ.e. að

$$H_0 : \beta_i = 0$$

samsvarandi gagntilgáta væri þá að

$$H_1 : \beta_i \neq 0$$

Ég vel  $\alpha = 0.05$  og hafna núlltilgátunni ef  $Pr(> |z|) < \alpha$ , þ.e. geri ráð fyrir að gagntilgátan sé sönn.

#### Samanburður við huglægt mat

Breyturnar þar sem núlltilgátu er hafnað voru eftirfarandi:

Breyta	$Pr(>  z )$	Mikilvægisgildi
Occupation	N/A	3
Age (years)	0.97083	3
Foreign worker	0.81428	4
Most valuable available asset	0.61701	2
Concurrent credits	0.52823	2
Duration in current address	0.48903	3
Type of apartment	0.44947	3
Duration of credit (month)	0.4371	1
Telephone	0.42061	4
No of dependents	0.32614	3
(Intercept)	0.22163	-
No of credits at this bank	0.1664	2
Credit amount	0.15609	2
Value savings stocks	0.13484	1
Instalment per cent	0.08109	2
Guarantors	0.0783	3
Length of current employment	0.05817	2

Núlltilgátan felldi allar breytur sem ég taldi ómerkilegastar (4), allar breytur sem ég flokkaði sem næst-ómerkilegastar (3) fyrir utan hjúskaparstöðu og tilgang lánsins. Það kom á óvart hvað margar breytur með mikilvægisgildi (1 – 2) féllu á núlltilgátu sinni. Breyturnar sem komu aftur á móti best út úr núlltilgátunni voru eftirfarandi:

Breyta	$\Pr(> z )$	Mikilvægisgildi
X	2E-16	-
Account balance	0.00113	1
Sex /marital status	0.00366	3
Purpose	0.00617	3
Payment status of previous credit	0.03583	2

### e) Frammistaða móðelsins

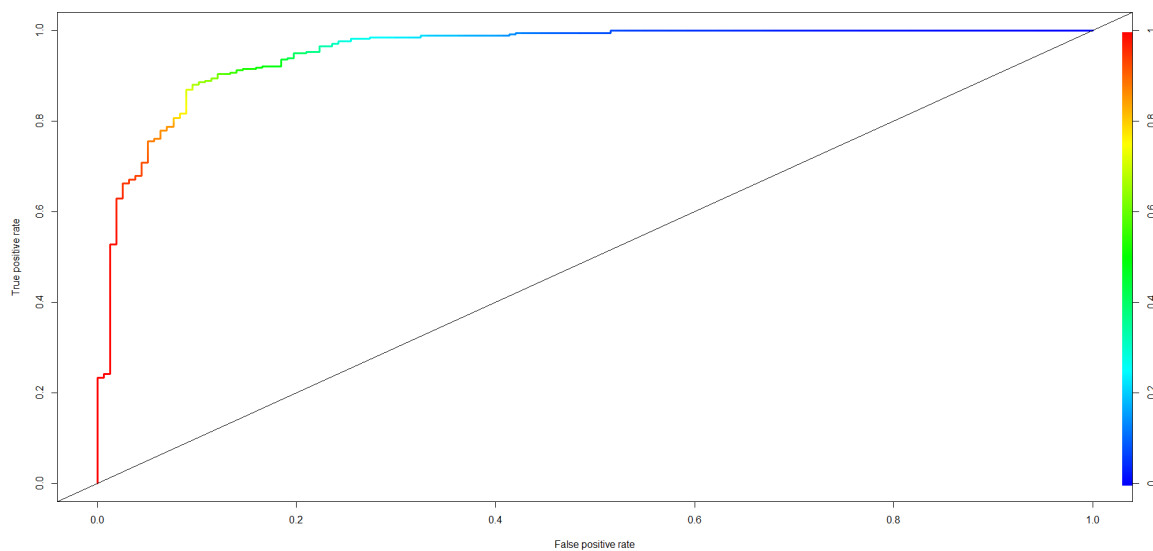
Til að reyna að bæta móðelið þarf að taka út eina breytu í einu af þeim breytum sem féllu á núlltilgátu sinni og athuga hvort AIC gildi móðelsins batni við það.

Móðel	Breytu sleppt	AIC gildi	Forveri
0		268.65	
1	Occupation	268.65	0
2	Age..years.	266.65	1
3	Foreign.Worker	264.70	2
4	Most.valuable.available.asset	262.94	3
5	Concurrent.Credits	261.27	4
6	Duration.in.Current.address	260.02	5
7	Type.of.apartment	259.02	6
8	Duration.of.Credit..month.	257.43	7
9	Telephone	256.68	8
10	No.of.dependents	255.29	9
11	(Intercept)	255.29	10
12	No.of.Credits.at.this.Bank	255.35	11
13	Credit.Amount	256.63	11
14	Value.Savings.Stocks	255.47	11
15	Instalment.per.cent	256.15	11
16	Guarantors	256.34	11
17	Length.of.current.employment	259.47	11

Bestu frammistöðu miðað við AIC gildi er náð í móðeli nr. 11 þannig að það borgar sig ekki að sleppa breytum nr. 12-17. Skipunin  $\min(\text{drop1}(\text{myLogit11})\$AIC) - \text{myLogit11}\$aic$  skilar 0 sem segir okkur að ekki sé hægt að bæta AIC gildi móðels nr. 11.

**f) Gæðaprófun móðelsins með Test50.csv**

Gæði móðelsins voru metin með ROCR kúrvu sem mælir hversu vel móðelið stóð sig í að segja fyrir um hvort lánsþegar í Test50.csv væru góðir eða ekki. Flatarmálið undir ferlinum gefur til kynna gæði móðelsins og reiknaðist 0.9536685. Fullkomið móðel hefði flatarmál 1 en ágiskun hefur flatarmálið 0.5, sem þýðir að móðelið sé ansi gott.



ROCR kúrvu móðels nr. 11



a) What is the average risk weight (RW) for each portfolio given that the bank uses the standardized approach (SA)?

Portfolio	Average RW
Real estate portfolio	41.00%
Other portfolio	75.00%

b) What is the risk weighted assets (RWA) based on SA RW?

Portfolio	RWA
Real estate portfolio	12,638,505,367.68 kr.
Other portfolio	76,833,705,888.75 kr.
Total	89,472,211,256.43 kr.

c) Use the IRB method to calculate RW for each loan.

Real estate					
Customer	Exposure	PD	LGD	RW (IRB*)	
1	11,889,770.00 kr.	2.98%	20.00%	52.56%	
2	5,329,356.00 kr.	0.13%	20.00%	6.26%	
3	2,963,864.00 kr.	1.55%	20.00%	35.38%	
4	22,147,359.00 kr.	1.10%	20.00%	28.23%	
1996	28,783,260.00 kr.	0.82%	20.00%	23.22%	
1997	17,109,922.00 kr.	0.80%	20.00%	22.80%	
1998	18,169,565.00 kr.	3.37%	20.00%	56.37%	
1999	7,371,410.00 kr.	0.94%	20.00%	25.42%	
2000	21,975,058.00 kr.	2.61%	20.00%	48.66%	
Other					
Customer	Exposure	PD	LGD	R	Rw (IRB)
1	91,538,012.00 kr.	6.25%	55.00%	0.044576485	88.21%
2	63,992,600.00 kr.	4.75%	55.00%	0.054648003	85.63%
3	61,182,232.00 kr.	3.23%	55.00%	0.072033416	82.18%
4	99,563,914.00 kr.	1.38%	55.00%	0.110098071	67.29%
1996	46,224,877.00 kr.	3.99%	55.00%	0.062149474	84.21%
1997	99,069,329.00 kr.	2.90%	55.00%	0.077149225	80.93%
1998	6,596,593.00 kr.	2.73%	55.00%	0.079957573	80.16%
1999	19,008,925.00 kr.	0.76%	55.00%	0.129676305	52.25%
2000	79,650,285.00 kr.	1.66%	55.00%	0.102689394	71.39%

d) What is the RWA based on IRB RW?

Portfolio	RWA
Real estate portfolio	13,723,252,305.26 kr.
Other portfolio	72,546,355,932.34 kr.
Total	86,269,608,237.61 kr.

e) Leverage ratio for the bank

Tier 1	7,515,000,000.00 kr.
Total exposure	133,270,564,033.00 kr.
Leverage ratio:	5.64%

f) CAD based on the SA and IRB RWA

Total capital	10,833,000,000.00 kr.
SA	12.11%
IRB	12.56%

g) Does the bank meet capital requirements set by authorities

Capital ratios	Requirements set by authorities	Bank SA/IRB method
Minimum CAD	≥8% + Pillar 2 Requirements + Capital buffers	12.11% / 12.56%
Leverage ratio	≥3%	5.64%

Summing up the Pillar 2 requirements and the capital buffers in the CAD gives us roughly 12.5% (capital buffer = 2%, systematic important institution buffer = 2.5%). The Pillar 2 requirement is unknown. The bank does not meet the requirements using the SA method and unless the Pillar 2 requirements are less than 0.06% the bank also fails to meet the IRB requirement. The bank's leverage ratio meets the requirements set by authorities.