

# Ilmastonmuutos ja vastuut

Yleistetyt lineaariset -mallit kurssin harjoitustyö, kevät 2018

*Erik Manelius & Lasse Rintakumpu*

## Sisältö

1	Johdanto	1
2	Aineiston ja tutkimuskysymyksen kuvaus	1
3	Tutkimuskysymyksen mallintaminen	5
4	Tehtävä 2	8
5	Tulosten tulkinta ja johtopäätökset	14

## 1 Johdanto

Analyysityössämme tarkastelemme *European Social Survey*n 8. kierroksen aineiston (ESS 2016) pohjalta millaisena suomalaiset kokevat henkilökohtaisen vastuunsa ilmastomuutoksen hillitsemisestä.

*European Social Survey* on tieteellisistä lähtökohdista toteutettu vertaileva kyselytutkimus, joka kattaa yli 30 Euroopan ja lähialueiden maata. ESS kartoittaa Euroopan maiden yhteiskunnallisen muutoksen sekä väestön asenteiden, uskomusten ja käyttäytymisen välisiä suhteita. Suomessa tutkimus tunnetaan myös nimellä *Arvot ja mielipiteet Suomessa*.

Tutkimus on toteutettu Tilastokeskuksen ja Turun yliopiston yhteistyönä. Tutkimukseen on poimittu satunnaisesti 3 400 yli 15-vuotiaasta suomalaista. Jokainen haastateltava edustaa vastauksillaan noin 1 300 suomalaista.<sup>1</sup>

## 2 Aineiston ja tutkimuskysymyksen kuvaus

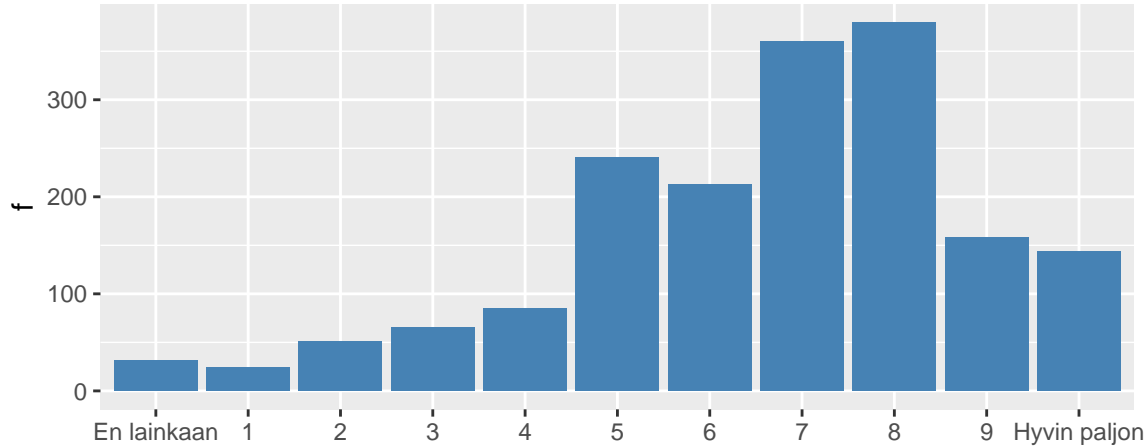
Suomen aineisto sisältää  $n = 1925$  tilastoyksikköä, joista on kerättyä tietoa 499 muuttujasta. Tutkiessamme suomalaisten henkilökohtaista ilmastovastuuta päämielenkiintomme kohdistuu muuttujaan D23. **To what extent do you feel a personal responsibility to try to reduce climate change?** eli “kuinka paljon tunnet henkilökohtaista vastuuta ilmastomuutokset vähentämisestä?”. Muuttuja on 11-luokkainen ordinaalinen muuttuja, jossa luokka 1 vastaa vastausta “en lainkaan” ja luokka 11 vastausta “hyvin paljon”.

Havainto kyseisestä muuttujasta puuttuu 34 tilastoyksiköltä. Kun aineistosta on pudotettu puuttuvat havainnot (havaintojen pudottamista tarkastellaan tarkemmin myöhemmin), havaitaan, että aineiston mukaan suomalaiset tuntevat keskimääräisesti (vastausten ka. 7.6) paljon vastuuta ilmastomuutoksen ehkäisemisestä (kts. Kuva 1).

---

<sup>1</sup>Tilastokeskus: "Arvot ja mielipiteet Suomessa -tutkimus (ESS)", <https://www.stat.fi/tup/htpalvelut/tutkimukset/arvot-ja-mielipiteet-suomessa-tutkimus-ess.html>, haettu 6.5.2018.

Kuva 1: Henkilökohtainen vastuu ilmastomuutoksesta.



Analyysissa pyrimme ensin tarkastelemaan miten muuttuja D28. *How likely do you think it is that governments in enough countries will take action that reduces climate change?* eli se “kuinka todennäköisenä pitää sitä, että riittävän monen maan hallitus toimii ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi” vaikuttaa vastaajan omaan vastuunottoon ilmastonmuutoksen vähentämisestä. Kyseinen muuttuja on myös 11-luokkainen ordinaalinen muuttuja, jossa luokka 1 vastaa vastausta “en lainkaan todennäköisenä” ja luokka 11 vastausta “hyvin todennäköisenä”.

Tämän jälkeen tarkastelemme, miten näiden kysymysten välinen yhteys muuttuu, kun vastaajan käsitys ilmastonmuutoksen syistä huomioidaan. Käsitystä mitataan muuttujalla D22. *Do you think that climate change is caused by natural processes, human activity, or both?* eli “uskotko ilmastonmuutoksen aiheutuvan luonnollisista prosesseista, ihmisen toiminnasta vai molemmista”.

Ilmastonmuutoksen syiden mittaamiseen on käytetty viisiluokkaista ordinaalista muuttujaa, jossa luokka 1 vastaa vastausta “kokonaan luonnollisista prosesseista”, luokka 3 vastausta “yhtä paljon luonnollisista prosesseista ja ihmisen toiminnasta” ja luokka 5 vastausta “kokonaan ihmisen toiminnasta”. Lisäksi muuttujassa on kuudes luokka “en usko ilmastonmuutokseen”, mutta tässä luokassa ei Suomen aineistossa ole yhtään vastausta (kun vastemuuttujan D23 puuttuvat havainnot poistetaan).

Lisäksi pyrimme tutkimaan taustamuuttujien

- ikä (ika), jatkuva ja numeerinen, vaihteluväli 1 – 81,
- sukupuoli (sukupuoli), kategorinen, kaksiluokkainen,

vaikutusta henkilökohtaisen ilmastovastuun kokemiseen. Kun tarkastelemme kaikkia analyysiin valittuja muuttujia, havaitsemme, että puuttuvia havaintoja löytyy 24 eri luokkakombinaatiosta yhteensä 122 kappaletta. Jatketaan pudottamalla nämä tilastoyksiköt tarkastelusta. Päädyimme tilanteeseen, jossa tilastoyksikköjä on jäljellä  $n_{complete} = 1752$ . Vaikka esimerkiksi Littlen MCAR-testin <sup>2</sup> antaman  $\chi^2$ -testisuureen arvon 415.90 perusteella ei voida olettaa havaintojen puuttuvan täysin satunnaisesti, jatkamme kuitenkin aineistolla, josta on poistettu puuttuvat havainnot ja huomioimme tämä johtopäätöksissä.

Pitäksemme analyysin yksinkertaisena, rajoitamme tarkastelun näihin kahteen taustamuuttujaa. Lisäksi muuttujien välistä korrelaatiota (Taulukko 1) tarkastelemalla havaitsemme, ettei selittävien muuttujien välillä ole niin suurta korrelaatiota, että jokin muuttujista olisi perustettua jättää tarkastelun ulkopuolelle multikollineaarisuuden välttämiseksi. Samalla huomaamme, että suurin korrelaatio löytyy vastemuuttujan D23 ja iän sekä ilmastonmuutoksen syyn välille. Muuttujien valinta vaikuttaa siis tässä suhteessa järkevältä.

Taulukko 1: Muuttujien väliset korrelaatiot.

	D23: vastuu	D28: hallitus	D22: syy	sukupuoli	ika
D23: vastuu	1.000	0.100	0.244	0.199	-0.092

<sup>2</sup>Little, Roderick J. A., 1988: "A Test of Missing Completely at Random for Multivariate Data with Missing Values", \*Journal of the American Statistical Association\*, Vol. 83, No. 404 (Dec., 1988), pp. 1198-1202.

	D23: vastuu	D28: hallitus	D22: syy	sukupuoli	ika
D28: hallitus	0.100	1.000	-0.073	-0.001	0.131
D22: syy	0.244	-0.073	1.000	0.024	-0.197
sukupuoli	0.199	-0.001	0.024	1.000	0.056
ika	-0.092	0.131	-0.197	0.056	1.000

Koska pyrimme mallintamaan ordinaalisten muuttujien välistä yhteyttä erilaisilla yleistetyillä lineaarisilla logit- ja probit-malleilla, vähennämme alkuperäisten muuttujien luokkia, jotta mallien sovittaminen pysyy sekä laskennallisesti että tulkinallisesti riittävän yksinkertaisena.

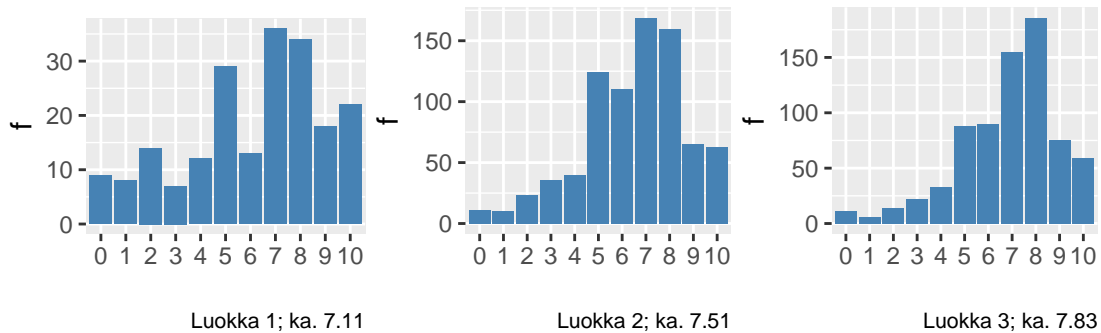
Ordinaalisten muuttujien D23 (vastuuta mittaava vastemuuttuja) ja D28 (“tarpeeksi moni hallitus”) kohdalla päädyimme mahdollisimman tasaiseen luokkajakoon, jossa luokat 0 – 3 yhdistetään alimmaksi luokaksi, luokat 4 – 6 keskimmäiseksi luokaksi ja luokat 7 – 10 ylimmäksi luokaksi.

Viisiluokkaisen (koska luokkaan “en usko ilmastonmuutokseen” ei kuulu yhtään tilastoyksikköä) ilmastonmuutoksen syitä mittaavan muuttujan D22 kohdalla päädyimme myös kolmiluokkaiseen jakoon, jossa luokka 1 sisältää vastaukset, joiden mukaan ilmastonmuutos aiheutuu joko kokonaan tai pääosin luonnollisista prosesseista, luokka 2 sisältää vastauksen, jonka mukaan ilmastonmuutos on yhtä paljon luonnon ja ihmisen aiheuttamaa ja luokka 3 vastaukset, joiden mukaan ilmastonmuutos on pääasiassa tai kokonaan ihmisen aiheuttamaa.

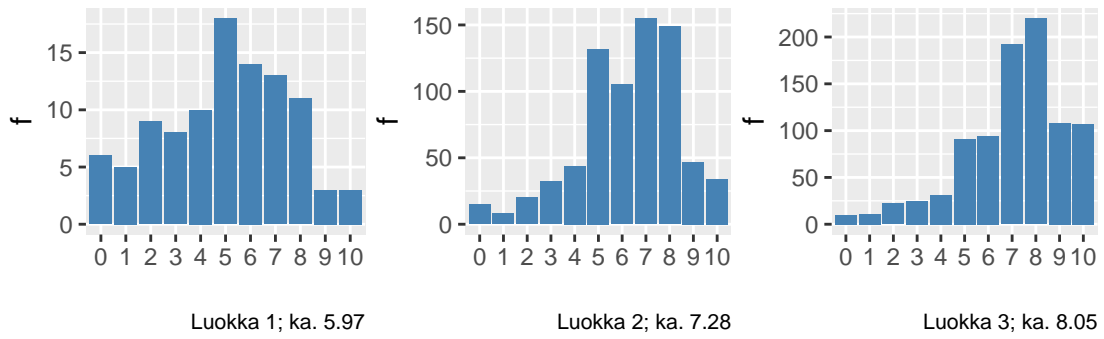
Lisäksi jaamme jatkuvan ikämuuttujan neljään luokkaan niin, että ensimmäiseen luokkaan sijoittuvat alle 31-vuotiaat, toiseen luokkaan 31-44-vuotiaat, kolmanteen luokkaan 45-64-vuotiaat ja neljänteen luokkaan yli 64-vuotiaat.

Kun tarkastellaan henkilökohtaista ilmastovastuuta muiden muuttujien suhteen eri luokkien suhteen ennen kuin myös vastemuuttujan luokkia vähennetään (Taulukot) huomataan että TÄMÄ VIELÄ JAKSAA JAKSAA TODO

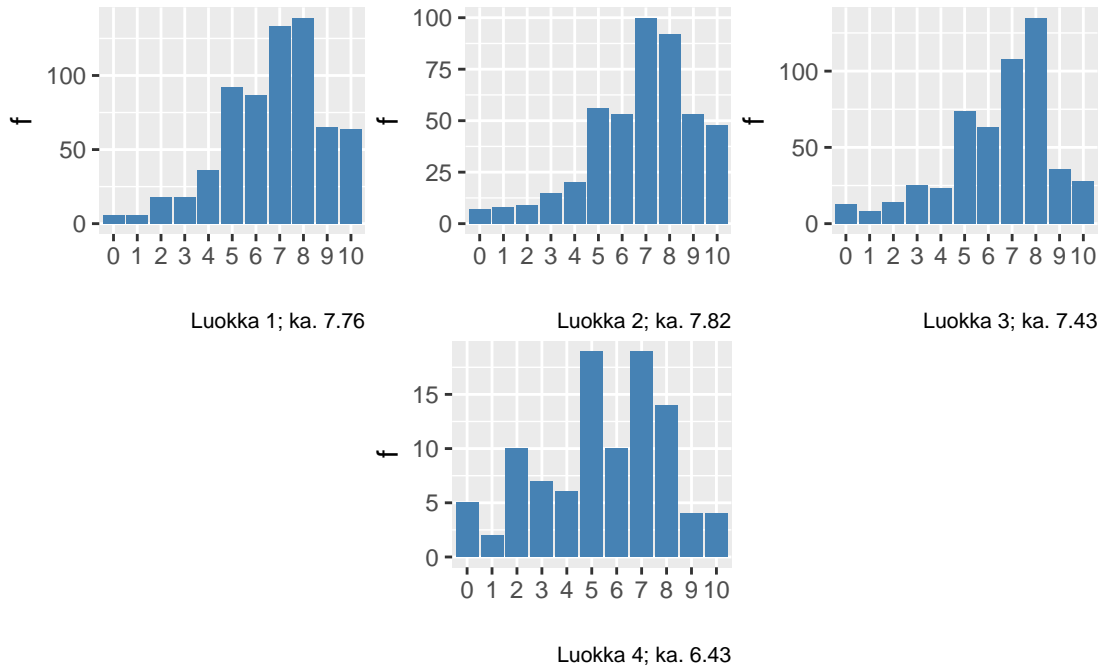
Kuva 2: D23 vastuu vs. D28 hallitus.



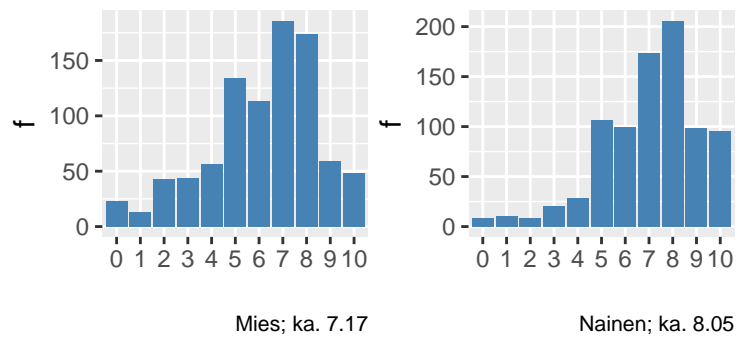
Kuva 3: D23 vastuu vs. D22 syy.



Kuva 4: D23 vastuu vs. Ikä.



Kuva 5: D23 vastuu vs. Sukupuoli.



Seuraavaksi siirrymme mallintamaan ja tarkastelemaan havaittujen erojen tilastollista merkitsevyyttä (sekä mahdollisia eroja muuttujien yhdysvaikutuksissa).

### 3 Tutkimuskysymyksen mallintaminen

Ensimmäisenä tehtävänä on tarkastella henkilökohtaisen vastuun sekä hallituksen toiminnan keskinäistä assosiaatiota. Lisäksi käytettiin ikää ja sukupuolta selittäjinä.

Koska tarkoituksena on mallintaa ordinaalista vastetta, kokeillaan useampaa erilaista ordinaalisen aineiston mallia keskenään. Vertaillaan niitä AIC:n, BIC:n, jäännösdevianssin sekä log-uskottavuuden avulla. Kaikkien muiden vertailu arvojen kohdalla pienempi arvo on parempi, paitsi log-uskottavuuden tapauksessa suurempi arvo on parempi. Vertailussa käytetään täyttä mallia, joka ei välttämättä sellaisenaan ole kiinnostava, mutta toimii hyvin mallien vertailussa.

Kaikkien testistatistiikoiden perusteella paras malli on viereisten kategorioiden logistinen regressiomalli. Malli on muotoa

$$\text{logit}(\gamma_j) = \alpha_j + x\beta \quad (1)$$

,  
missä

$$\gamma_{ij} = \frac{\pi_{ij+1}}{\pi_{ij} + \pi_{ij+1}} \quad (2)$$

.

	AIC	BIC	Devianssi	Log-uskottavuus
Kumulatiivinen logit	240.3783	269.8297	26.47027	-95.18915
Viereisten kategorioiden logit	231.2810	260.7324	17.37301	-90.64052
Continuation-Ratio logit	241.9010	271.3523	27.99296	-95.95050
Kumulatiivinen probit	233.5566	263.0080	19.64857	-91.77830
Kumulatiivinen clog-log	245.3469	274.7983	31.43889	-97.67347

Parhaimmaksi malliksi kaikilla kriteereillä valikoitui viereisten kategorioiden logit malli. Mallin linkki-funktio on

$$\log\left(\frac{\pi_{ij+1}}{\pi_{ij}}\right) \quad (3)$$

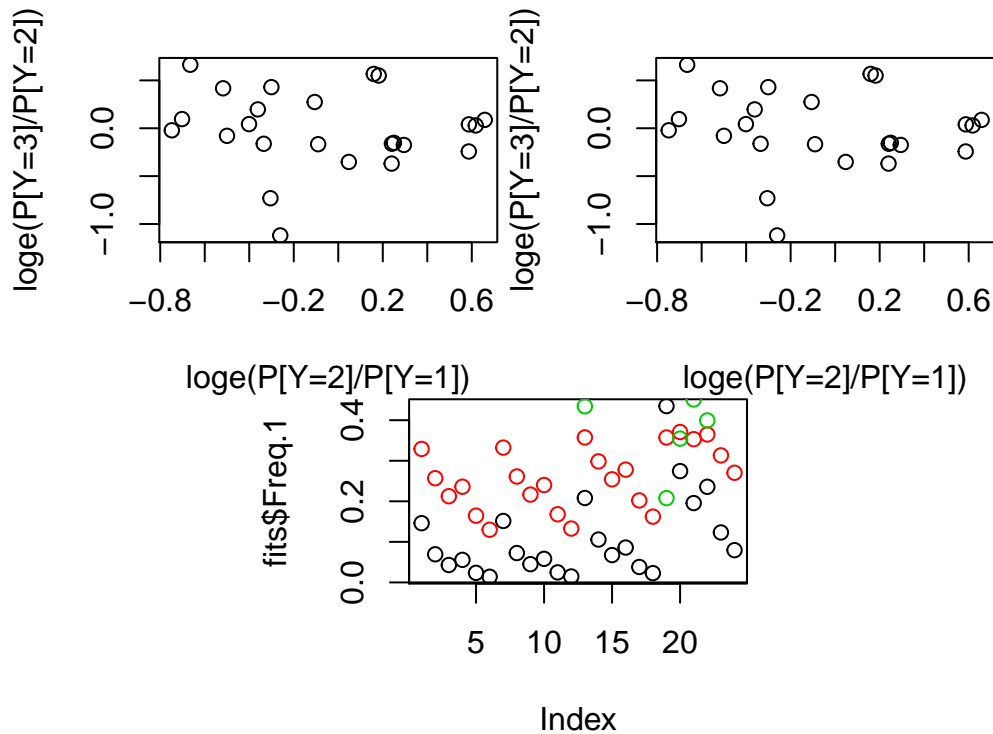
. Malli siis vertaa seuraavan kategorian todennäköisyyttä sitä edeltäneeseen kategoriaan.

Etsitään paras selittävien muuttujien kombinaatiota aloittamalla täydestä mallista ja poistamalla siitä termejä yksi kerrallaan. Aina poistetun termin jälkeen verrataan uutta mallia edelliseen  $\chi^2$ -testillä parametreina devianssien erotus ja vapausasteiden ero. Näin edetään, kunnes löytyy malli, josta ei voida enää termejä poistaa ilman mallin huonontumista merkitsevästi. Tätä kutsutaan ylhäältä alas menetelmäksi. Päädytään malliin, jossa on vain päävaikutukset eli selittäjinä ovat ikä, sukupuoli, hallituksen toiminta.

##	Freq.1	Freq.2	Freq.3	Freq.1	Freq.2	Freq.3
## 1	0.179	0.232	0.589	0.146	0.329	0.525
## 2	0.058	0.292	0.649	0.069	0.257	0.674
## 3	0.052	0.269	0.679	0.043	0.213	0.744
## 10	0.024	0.146	0.829	0.056	0.236	0.708
## 11	0.007	0.155	0.838	0.024	0.165	0.812
## 12	0.009	0.158	0.833	0.014	0.130	0.856
## 19	0.185	0.185	0.630	0.152	0.332	0.516

## 20	0.087	0.288	0.625	0.072	0.261	0.666			
## 21	0.040	0.172	0.788	0.045	0.217	0.738			
## 28	0.100	0.233	0.667	0.058	0.240	0.702			
## 29	0.009	0.167	0.824	0.025	0.168	0.807			
## 30	0.022	0.151	0.828	0.015	0.133	0.853			
## 37	0.250	0.300	0.450	0.208	0.357	0.434			
## 38	0.092	0.333	0.575	0.106	0.298	0.596			
## 39	0.067	0.175	0.758	0.067	0.254	0.678			
## 46	0.150	0.400	0.450	0.086	0.278	0.636			
## 47	0.034	0.229	0.737	0.038	0.202	0.760			
## 48	0.031	0.155	0.814	0.023	0.162	0.815			
## 55	0.600	0.400	0.000	0.435	0.357	0.208			
## 56	0.188	0.312	0.500	0.275	0.371	0.355			
## 57	0.190	0.429	0.381	0.196	0.353	0.451			
## 64	0.333	0.333	0.333	0.236	0.365	0.399			
## 65	0.192	0.269	0.538	0.123	0.313	0.564			
## 66	0.034	0.276	0.690	0.080	0.270	0.650			
##	government_action	gender	age	sovite	freq1	sovite	freq2	sovite	freq3
## 1		1	1	1	0.146		0.329		0.525
## 2		2	1	1	0.069		0.257		0.674
## 3		3	1	1	0.043		0.213		0.744
## 10		1	2	1	0.056		0.236		0.708
## 11		2	2	1	0.024		0.165		0.812
## 12		3	2	1	0.014		0.130		0.856
## 19		1	1	2	0.152		0.332		0.516
## 20		2	1	2	0.072		0.261		0.666
## 21		3	1	2	0.045		0.217		0.738
## 28		1	2	2	0.058		0.240		0.702
## 29		2	2	2	0.025		0.168		0.807
## 30		3	2	2	0.015		0.133		0.853
## 37		1	1	3	0.208		0.357		0.434
## 38		2	1	3	0.106		0.298		0.596
## 39		3	1	3	0.067		0.254		0.678
## 46		1	2	3	0.086		0.278		0.636
## 47		2	2	3	0.038		0.202		0.760
## 48		3	2	3	0.023		0.162		0.815
## 55		1	1	4	0.435		0.357		0.208
## 56		2	1	4	0.275		0.371		0.355
## 57		3	1	4	0.196		0.353		0.451
## 64		1	2	4	0.236		0.365		0.399
## 65		2	2	4	0.123		0.313		0.564
## 66		3	2	4	0.080		0.270		0.650
##	residuaali	P2/P1	residuaali	P3/P2					
## 1		-0.52		0.42					
## 2		0.29		-0.17					
## 3		0.05		-0.35					
## 10		0.18		0.55					
## 11		0.66		0.09					
## 12		0.59		-0.24					
## 19		-0.67		0.66					
## 20		-0.09		-0.17					
## 21		-0.11		0.27					
## 28		-0.75		-0.02					
## 29		0.62		0.03					

```
## 30      -0.33      -0.16
## 37      -0.36      0.20
## 38       0.25     -0.15
## 39     -0.30      0.43
## 46     -0.30     -0.73
## 47       0.24     -0.16
## 48     -0.40      0.04
## 55     -0.26     -1.12
## 56       0.16      0.57
## 57       0.24     -0.37
## 64     -0.50     -0.08
## 65     -0.70      0.10
## 66       0.59      0.04
```



Mallin residuaalit ovat jakautuneet tasaisesti nollan molemmin puolin ilman havaittavaa rakennetta, mutta Yksi residuaali poikkeaa selkeästi muista. Tämä poikkeama johtuu havaintojen puutteesta kombinaatiolla hallituksen toiminta = 1, sukupuoli = mies, ikä = yli 64 ja henkilökohtainen vastuu korkea verrattuna keskimääräiseen. Yleisesti voi kuitenkin sanoa, että malli sopii aineistoon hyvin.

```
##
## Call:
## vglm(formula = cbind(Freq.1, Freq.2, Freq.3) ~ government_action +
##       gender + age, family = acat(parallel = TRUE), data = round8)
##
##
## Pearson residuals:
##               Min        1Q   Median        3Q        Max
## loge(P[Y=2]/P[Y=1]) -1.093 -0.5604 -0.2221  0.5540  1.219
## loge(P[Y=3]/P[Y=2]) -1.736 -0.7206 -0.1136  0.8067  1.963
##
## Coefficients:
##               Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
```

```
## (Intercept):1      0.81260      0.14946      5.437 5.42e-08 ***
## (Intercept):2      0.46671      0.13070      3.571 0.000356 ***
## government_action2 0.49701      0.12138      4.095 4.23e-05 ***
## government_action3 0.78678      0.12851      6.122 9.22e-10 ***
## gender2            0.63248      0.08910      7.099 1.26e-12 ***
## age2              -0.02698      0.11210     -0.241 0.809827
## age3              -0.27201      0.10424     -2.609 0.009071 **
## age4              -1.00867      0.16044     -6.287 3.24e-10 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Number of linear predictors: 2
##
## Names of linear predictors: loge(P[Y=2]/P[Y=1]), loge(P[Y=3]/P[Y=2])
##
## Residual deviance: 37.6601 on 40 degrees of freedom
##
## Log-likelihood: -100.7841 on 40 degrees of freedom
##
## Number of iterations: 4
##
## No Hauck-Donner effect found in any of the estimates
```

Vakiotermien merkitsevyydestä nähdään, että eri luokkien välillä on eroa, luokkaan kaksi on vastattu 2.25 kertaa suhteessa luokkaan yksi ja luokkaan kolme on vastattu 1.59 kertaa suhteessa luokkaan kaksi. Mitä enemmän uskoo riittävän monen hallituksen tekevän tarpeeksi ilmastonmuutoksen estämiseksi, sitä todennäköisemmin kokee myös henkilökohtaista vastuuta ilmastonmuutoksen ehkäisystä. Naiset kokevat merkitsevästi todennäköisemmin vastuuta ilmastonmuutoksesta kuin miehet ja yli 64 vuotiaat kokevat merkitsevästi vähemmän vastuuta kuin 44-64 vuotiaat. Samoin 45-64 vuotiaat kokevat merkitsevästi vähemmän vastuuta kuin 30-44 vuotiaat.

## 4 Tehtävä 2

Toisena tehtävänä tarkastellaan miten henkilökohtaisen vastuun sekä hallituksen toiminnan keskinäinen assosiaatio muuttuu, kun otetaan mukaan muuttujaksi kysymys ilmastonmuutoksen syystä. Taas näiden lisäksi käytetään ikää ja sukupuolta selittäjinä.

Mallin valinta tehdään samoin kuin tehtävässä 1.

	AIC	BIC	Devianssi	Log-uskottavuus
Kumulatiivinen logit	456.2725	478.6135	157.1930	-218.1362
Viereisten kategorioiden logit	451.7171	474.0582	152.6377	-215.8586
Continuation-Ratio logit	458.1428	480.4838	159.0633	-219.0714
Kumulatiivinen probit	452.9032	475.2442	153.8237	-216.4516
Kumulatiivinen clog-log	462.0807	484.4218	163.0013	-221.0403

Päädytään jälleen viereisten kategorioiden logit malliin kuten tehtävässä 1.

Nyt edetään mallin parametrien valinnassa alhaalta ylöspäin taktiikalla eli lähdetään liikkeelle päävaikutusten mallista ja kokeillaan lisätä yhdysvaikutuksia yksi kerrallaan ja testataan  $\chi^2$ -testillä mallin merkitsevyyden muutosta. Huomioitava muutos edelliseen tehtävään on testaaminen huonommasta parempaan eikä paremmasta huonompaan.

Parhaimpaan malliin valikoitui parametreiksi hallituksen toiminta, ilmastonmuutoksen syy, sukupuoli, ikä sekä iän ja ilmastonmuutoksen syyn yhdysvaikutus.



##	$\log_e(P[Y=2]/P[Y=1])$	$\log_e(P[Y=3]/P[Y=2])$
## 1	3.783521e-01	-1.541251e+00
## 2	1.028023e+00	3.301918e-01
## 3	-6.112827e-01	-1.076315e+00
## 10	-6.806754e-01	3.437286e-01
## 11	6.999667e-01	-5.055202e-01
## 12	6.173290e-01	-5.030383e-01
## 19	-6.285793e-01	5.509446e-01
## 20	-7.074468e-01	1.644384e-02
## 21	-4.912956e-01	-5.279430e-02
## 28	1.359551e+00	-2.495683e-01
## 29	5.872364e-01	7.148423e-01
## 30	1.057735e+00	-1.091470e-02
## 37	-1.604241e-05	1.861846e+00
## 38	1.061701e+00	-1.286741e-02
## 39	3.068666e-01	-1.456992e-01
## 46	-2.118021e-01	3.012973e-01
## 47	-6.350770e-02	1.006177e-01
## 48	1.233426e+00	-2.512267e-01
## 55	-1.808368e+00	1.016725e-05
## 56	-3.447677e-01	-2.298601e-01
## 57	1.285191e+00	1.577979e-01
## 64	-7.073471e-01	4.227509e-01
## 65	7.147868e-01	-3.520745e-01
## 66	-3.284580e-01	3.348798e-01
## 73	-7.018121e-02	6.650523e-01
## 74	-3.588155e-01	3.739483e-02
## 75	-1.116796e+00	2.025329e-01
## 82	2.584395e+00	-2.584400e+00
## 83	8.985078e-01	6.187396e-01
## 84	-3.908332e+00	9.334709e-01
## 91	9.533993e-02	-1.000251e-01
## 92	1.240592e+00	-2.631537e-01
## 93	1.478340e+00	-5.456710e-01
## 100	-3.002258e+00	3.906352e-01
## 101	-5.004731e-01	1.506867e-01
## 102	-1.944468e+00	6.282646e-04
## 109	-2.523720e+00	6.531398e-06
## 110	-9.804206e-01	1.745060e-01
## 111	8.177317e-01	5.996261e-01
## 118	-2.027787e-04	-2.253568e-01
## 119	6.425678e-01	-2.597764e-01
## 120	-8.296201e-01	4.232941e-01
## 127	-4.636669e-01	1.112280e+00
## 128	-8.808833e-02	1.467301e-02
## 129	-2.383856e-01	4.012166e-01
## 137	1.293471e+00	-2.819399e-01
## 138	1.525243e+00	-6.379141e-01
## 145	7.047182e-01	-1.164131e+00
## 146	8.119156e-02	7.477468e-02
## 147	-6.468032e-01	7.873084e-02
## 154	-1.559587e+00	-1.458416e-01
## 155	-1.250788e-01	-3.430615e-01
## 156	-7.068122e-01	2.629241e-01

## 164	-9.813022e-01	-8.607847e-01
## 165	1.283013e+00	1.903909e-01
## 172	-1.753332e-01	-1.283967e+00
## 173	3.920913e-01	1.465005e+00
## 174	2.038935e+00	-1.440278e+00
## 181	-3.303540e-01	-9.654631e-01
## 182	7.520704e-01	-1.390338e-01
## 183	-8.636604e-01	2.318850e-01
## 191	-1.223402e+00	-1.340400e+00
## 192	7.363714e-01	6.828332e-01
## 199	-1.448505e-05	2.213164e+00
## 200	-3.487153e-01	-6.849240e-01
## 201	-2.295957e-01	1.337835e-01
## 208	-2.555014e-01	-1.279931e+00
## 209	-1.369280e+00	1.622838e+00
## 210	1.567097e+00	-6.952298e-01

##	Freq.1	Freq.2	Freq.3	Freq.1	Freq.2	Freq.3
## 1	0.400	0.600	0.000	0.344	0.389	0.267
## 2	0.000	0.375	0.625	0.175	0.365	0.460
## 3	0.250	0.500	0.250	0.117	0.328	0.555
## 10	0.364	0.273	0.364	0.263	0.389	0.348
## 11	0.081	0.452	0.468	0.122	0.332	0.546
## 12	0.059	0.392	0.549	0.078	0.287	0.635
## 19	0.100	0.175	0.725	0.081	0.290	0.628
## 20	0.050	0.188	0.762	0.030	0.195	0.776
## 21	0.027	0.160	0.813	0.017	0.155	0.828
## 28	0.000	0.500	0.500	0.182	0.368	0.450
## 29	0.000	0.167	0.833	0.076	0.284	0.640
## 30	0.000	0.250	0.750	0.047	0.236	0.716
## 37	0.000	0.000	1.000	0.127	0.336	0.537
## 38	0.000	0.256	0.744	0.050	0.241	0.710
## 39	0.024	0.220	0.756	0.030	0.196	0.774
## 46	0.030	0.152	0.818	0.031	0.199	0.770
## 47	0.010	0.111	0.879	0.010	0.122	0.868
## 48	0.000	0.116	0.884	0.006	0.094	0.900
## 55	1.000	0.000	0.000	0.553	0.329	0.118
## 56	0.455	0.364	0.182	0.355	0.388	0.257
## 57	0.000	0.500	0.500	0.264	0.389	0.347
## 64	0.250	0.250	0.500	0.180	0.367	0.453
## 65	0.043	0.362	0.596	0.075	0.283	0.642
## 66	0.050	0.175	0.775	0.047	0.235	0.718
## 73	0.059	0.176	0.765	0.089	0.300	0.610
## 74	0.043	0.196	0.761	0.033	0.204	0.763
## 75	0.038	0.132	0.830	0.020	0.163	0.818
## 82	0.000	1.000	0.000	0.364	0.387	0.249
## 83	0.000	0.333	0.667	0.190	0.371	0.439
## 84	0.500	0.000	0.500	0.128	0.336	0.536
## 91	0.077	0.308	0.615	0.079	0.287	0.634
## 92	0.000	0.238	0.762	0.029	0.192	0.779
## 93	0.000	0.225	0.775	0.017	0.152	0.831
## 100	0.125	0.125	0.750	0.035	0.208	0.757
## 101	0.016	0.111	0.873	0.012	0.129	0.860
## 102	0.020	0.098	0.882	0.007	0.099	0.894
## 109	1.000	0.000	0.000	0.396	0.381	0.222

## 110	0.364	0.273	0.364	0.214	0.379	0.407
## 111	0.000	0.286	0.714	0.147	0.349	0.504
## 118	0.250	0.417	0.333	0.230	0.383	0.387
## 119	0.059	0.382	0.559	0.102	0.314	0.584
## 120	0.097	0.177	0.726	0.065	0.267	0.668
## 127	0.143	0.143	0.714	0.166	0.360	0.473
## 128	0.073	0.268	0.659	0.068	0.273	0.659
## 129	0.039	0.157	0.804	0.042	0.225	0.733
## 137	0.000	0.400	0.600	0.098	0.309	0.593
## 138	0.000	0.400	0.600	0.062	0.262	0.676
## 145	0.111	0.556	0.333	0.107	0.319	0.575
## 146	0.035	0.211	0.754	0.040	0.222	0.737
## 147	0.038	0.165	0.797	0.024	0.179	0.797
## 154	0.182	0.273	0.545	0.071	0.277	0.651
## 155	0.036	0.232	0.732	0.026	0.183	0.791
## 156	0.022	0.111	0.867	0.015	0.145	0.840
## 164	0.667	0.333	0.000	0.362	0.387	0.251
## 165	0.000	0.500	0.500	0.271	0.390	0.339
## 172	0.500	0.500	0.000	0.343	0.389	0.268
## 173	0.000	0.143	0.857	0.174	0.364	0.462
## 174	0.000	0.667	0.333	0.116	0.327	0.557
## 181	0.667	0.333	0.000	0.514	0.345	0.140
## 182	0.167	0.500	0.333	0.316	0.391	0.292
## 183	0.364	0.273	0.364	0.231	0.383	0.386
## 191	0.500	0.500	0.000	0.195	0.373	0.432
## 192	0.000	0.250	0.750	0.132	0.339	0.528
## 199	0.000	0.000	1.000	0.181	0.367	0.452
## 200	0.133	0.400	0.467	0.076	0.283	0.641
## 201	0.053	0.211	0.737	0.047	0.236	0.717
## 208	0.500	0.500	0.000	0.326	0.391	0.284
## 209	0.222	0.000	0.778	0.162	0.358	0.479
## 210	0.000	0.500	0.500	0.107	0.319	0.573

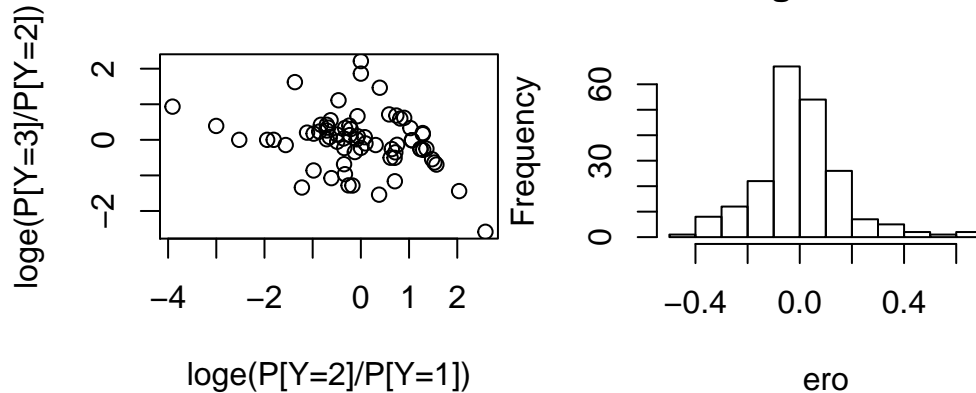
##	government_action	caused_by	gender	age	Freq.1	Freq.2	Freq.3	Freq.1.1
## 1		1	1	1	0.40	0.60	0.00	0.34
## 2		2	1	1	0.00	0.38	0.62	0.18
## 3		3	1	1	0.25	0.50	0.25	0.12
## 10		1	2	1	0.36	0.27	0.36	0.26
## 11		2	2	1	0.08	0.45	0.47	0.12
## 12		3	2	1	0.06	0.39	0.55	0.08
## 19		1	3	1	0.10	0.18	0.72	0.08
## 20		2	3	1	0.05	0.19	0.76	0.03
## 21		3	3	1	0.03	0.16	0.81	0.02
## 28		1	1	2	0.00	0.50	0.50	0.18
## 29		2	1	2	0.00	0.17	0.83	0.08
## 30		3	1	2	0.00	0.25	0.75	0.05
## 37		1	2	2	0.00	0.00	1.00	0.13
## 38		2	2	2	0.00	0.26	0.74	0.05
## 39		3	2	2	0.02	0.22	0.76	0.03
## 46		1	3	2	0.03	0.15	0.82	0.03
## 47		2	3	2	0.01	0.11	0.88	0.01
## 48		3	3	2	0.00	0.12	0.88	0.01
## 55		1	1	1	1.00	0.00	0.00	0.55
## 56		2	1	1	0.45	0.36	0.18	0.35
## 57		3	1	1	0.00	0.50	0.50	0.26

## 64	1	2	1	2	0.25	0.25	0.50	0.18
## 65	2	2	1	2	0.04	0.36	0.60	0.08
## 66	3	2	1	2	0.05	0.18	0.78	0.05
## 73	1	3	1	2	0.06	0.18	0.76	0.09
## 74	2	3	1	2	0.04	0.20	0.76	0.03
## 75	3	3	1	2	0.04	0.13	0.83	0.02
## 82	1	1	2	2	0.00	1.00	0.00	0.36
## 83	2	1	2	2	0.00	0.33	0.67	0.19
## 84	3	1	2	2	0.50	0.00	0.50	0.13
## 91	1	2	2	2	0.08	0.31	0.62	0.08
## 92	2	2	2	2	0.00	0.24	0.76	0.03
## 93	3	2	2	2	0.00	0.22	0.78	0.02
## 100	1	3	2	2	0.12	0.12	0.75	0.03
## 101	2	3	2	2	0.02	0.11	0.87	0.01
## 102	3	3	2	2	0.02	0.10	0.88	0.01
## 109	1	1	1	3	1.00	0.00	0.00	0.40
## 110	2	1	1	3	0.36	0.27	0.36	0.21
## 111	3	1	1	3	0.00	0.29	0.71	0.15
## 118	1	2	1	3	0.25	0.42	0.33	0.23
## 119	2	2	1	3	0.06	0.38	0.56	0.10
## 120	3	2	1	3	0.10	0.18	0.73	0.06
## 127	1	3	1	3	0.14	0.14	0.71	0.17
## 128	2	3	1	3	0.07	0.27	0.66	0.07
## 129	3	3	1	3	0.04	0.16	0.80	0.04
## 137	2	1	2	3	0.00	0.40	0.60	0.10
## 138	3	1	2	3	0.00	0.40	0.60	0.06
## 145	1	2	2	3	0.11	0.56	0.33	0.11
## 146	2	2	2	3	0.04	0.21	0.75	0.04
## 147	3	2	2	3	0.04	0.16	0.80	0.02
## 154	1	3	2	3	0.18	0.27	0.55	0.07
## 155	2	3	2	3	0.04	0.23	0.73	0.03
## 156	3	3	2	3	0.02	0.11	0.87	0.02
## 164	2	1	1	4	0.67	0.33	0.00	0.36
## 165	3	1	1	4	0.00	0.50	0.50	0.27
## 172	1	2	1	4	0.50	0.50	0.00	0.34
## 173	2	2	1	4	0.00	0.14	0.86	0.17
## 174	3	2	1	4	0.00	0.67	0.33	0.12
## 181	1	3	1	4	0.67	0.33	0.00	0.51
## 182	2	3	1	4	0.17	0.50	0.33	0.32
## 183	3	3	1	4	0.36	0.27	0.36	0.23
## 191	2	1	2	4	0.50	0.50	0.00	0.20
## 192	3	1	2	4	0.00	0.25	0.75	0.13
## 199	1	2	2	4	0.00	0.00	1.00	0.18
## 200	2	2	2	4	0.13	0.40	0.47	0.08
## 201	3	2	2	4	0.05	0.21	0.74	0.05
## 208	1	3	2	4	0.50	0.50	0.00	0.33
## 209	2	3	2	4	0.22	0.00	0.78	0.16
## 210	3	3	2	4	0.00	0.50	0.50	0.11
##	Freq.2.1	Freq.3.1	loge.P.Y.2..	P.Y.1..	loge.P.Y.3..	P.Y.2..		
## 1	0.39	0.27		0.38		-1.54		
## 2	0.36	0.46		1.03		0.33		
## 3	0.33	0.56		-0.61		-1.08		
## 10	0.39	0.35		-0.68		0.34		
## 11	0.33	0.55		0.70		-0.51		

## 12	0.29	0.63	0.62	-0.50
## 19	0.29	0.63	-0.63	0.55
## 20	0.19	0.78	-0.71	0.02
## 21	0.15	0.83	-0.49	-0.05
## 28	0.37	0.45	1.36	-0.25
## 29	0.28	0.64	0.59	0.71
## 30	0.24	0.72	1.06	-0.01
## 37	0.34	0.54	0.00	1.86
## 38	0.24	0.71	1.06	-0.01
## 39	0.20	0.77	0.31	-0.15
## 46	0.20	0.77	-0.21	0.30
## 47	0.12	0.87	-0.06	0.10
## 48	0.09	0.90	1.23	-0.25
## 55	0.33	0.12	-1.81	0.00
## 56	0.39	0.26	-0.34	-0.23
## 57	0.39	0.35	1.29	0.16
## 64	0.37	0.45	-0.71	0.42
## 65	0.28	0.64	0.71	-0.35
## 66	0.24	0.72	-0.33	0.33
## 73	0.30	0.61	-0.07	0.67
## 74	0.20	0.76	-0.36	0.04
## 75	0.16	0.82	-1.12	0.20
## 82	0.39	0.25	2.58	-2.58
## 83	0.37	0.44	0.90	0.62
## 84	0.34	0.54	-3.91	0.93
## 91	0.29	0.63	0.10	-0.10
## 92	0.19	0.78	1.24	-0.26
## 93	0.15	0.83	1.48	-0.55
## 100	0.21	0.76	-3.00	0.39
## 101	0.13	0.86	-0.50	0.15
## 102	0.10	0.89	-1.94	0.00
## 109	0.38	0.22	-2.52	0.00
## 110	0.38	0.41	-0.98	0.17
## 111	0.35	0.50	0.82	0.60
## 118	0.38	0.39	0.00	-0.23
## 119	0.31	0.58	0.64	-0.26
## 120	0.27	0.67	-0.83	0.42
## 127	0.36	0.47	-0.46	1.11
## 128	0.27	0.66	-0.09	0.01
## 129	0.23	0.73	-0.24	0.40
## 137	0.31	0.59	1.29	-0.28
## 138	0.26	0.68	1.53	-0.64
## 145	0.32	0.57	0.70	-1.16
## 146	0.22	0.74	0.08	0.07
## 147	0.18	0.80	-0.65	0.08
## 154	0.28	0.65	-1.56	-0.15
## 155	0.18	0.79	-0.13	-0.34
## 156	0.14	0.84	-0.71	0.26
## 164	0.39	0.25	-0.98	-0.86
## 165	0.39	0.34	1.28	0.19
## 172	0.39	0.27	-0.18	-1.28
## 173	0.36	0.46	0.39	1.47
## 174	0.33	0.56	2.04	-1.44
## 181	0.35	0.14	-0.33	-0.97

```
## 182      0.39      0.29              0.75          -0.14
## 183      0.38      0.39             -0.86           0.23
## 191      0.37      0.43             -1.22          -1.34
## 192      0.34      0.53              0.74           0.68
## 199      0.37      0.45              0.00           2.21
## 200      0.28      0.64             -0.35          -0.68
## 201      0.24      0.72             -0.23           0.13
## 208      0.39      0.28             -0.26          -1.28
## 209      0.36      0.48             -1.37           1.62
## 210      0.32      0.57              1.57          -0.70
```

**Histogram of ero**



Residuaalit ovat jakautuneet kohtalaisen tasaisesti mutta datasta löytyvien nolla-frekvenssien takia löytyy useampi iso residuaali.

## 5 Tulosten tulkinta ja johtopäätökset

```
##
## Call:
## vglm(formula = cbind(Freq.1, Freq.2, Freq.3) ~ government_action +
##      caused_by + gender + age + caused_by * age, family = acat(parallel = TRUE),
##      data = round8_2)
##
##
## Pearson residuals:
##              Min      1Q   Median     3Q      Max
## loge(P[Y=2]/P[Y=1]) -2.067 -0.7845 -0.131787 0.7441 1.460
## loge(P[Y=3]/P[Y=2]) -1.633 -0.5621  0.008601 0.5024 2.242
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept):1      0.12379   0.27683   0.447   0.6548
## (Intercept):2     -0.37806   0.27732  -1.363   0.1728
## government_action2  0.61035   0.12764   4.782 1.74e-06 ***
## government_action3  0.90618   0.13474   6.725 1.75e-11 ***
## caused_by2         0.26687   0.27279   0.978   0.3279
## caused_by3         1.15020   0.27351   4.205 2.61e-05 ***
## gender2            0.58087   0.09151   6.348 2.18e-10 ***
## age2              -0.64393   0.36317  -1.773   0.0762 .
## age3              -0.16184   0.36194  -0.447   0.6548
## age4              -0.66648   0.44663  -1.492   0.1356
```

```

## caused_by2:age2      0.96545      0.40192      2.402      0.0163 *
## caused_by3:age2      0.58133      0.40450      1.437      0.1507
## caused_by2:age3      0.28219      0.39118      0.721      0.4707
## caused_by3:age3     -0.33751      0.39882     -0.846      0.3974
## caused_by2:age4      0.40382      0.50961      0.792      0.4281
## caused_by3:age4     -1.00637      0.50877     -1.978      0.0479 *
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Number of linear predictors:  2
##
## Names of linear predictors: loge(P[Y=2]/P[Y=1]), loge(P[Y=3]/P[Y=2])
##
## Residual deviance: 127.2337 on 122 degrees of freedom
##
## Log-likelihood: -203.1566 on 122 degrees of freedom
##
## Number of iterations: 4
##
## No Hauck-Donner effect found in any of the estimates

```

Mallin tulkintaa: Nyt vakiotermit eivät ole tilastollisesti merkitsevästi eroavia eli vastuun vaikutus oddsien voi johtua sattumasta. Hallituksen toiminnan vaikutus lisää oddsia suurempaan henkilökohtaiseen vastuuseen. Muuttujassa ilmastonmuutoksen syy vastausluokat ovat 1= luonto, 2= molemmat yhtä paljon ja 3= ihminen. Mallissa syy-muuttujan tasojen yksi ja kaksi ero ei ole merkitsevä mutta kaksi ja kolme ero on, eli kun uskoo ihmisen oleva syypää ilmastonmuutokseen on henkilökohtainen vastuu suurempi. Naiset kokevat taas tilastollisesti merkitsevästi enemmän vastuuta ilmastonmuutoksesta kuin miehet.

Iällä ei ole merkitsevästi väliä vastuun tuntemiseen mutta kun katsotaan iän ja syyn yhdysvaikutusta, merkitsevää enemmän vastuuta kokevat nuoret ihmiset, jotka uskovat luonnon olevan syy ilmastonmuutokselle kuin nuoret aikuiset, jotka uskovat syyn olevan sekä luonnon, että ihmisen. Merkitsevästi enemmän vastuuta kokevat myös keski-ikäiset, jotka uskovat sekä luonnon että ihmisen olevan syypää kuin ihmiset, jotka ovat vanhoja sekä uskovat ihmisten olevan syypää ilmastonmuutokseen.

Tehtävään liittyen voidaan todeta ettei syyn ja hallituksen toiminta -muuttujan välillä ole merkitsevää yhdysvaikutusta vasteeseen.