

## Forslag til ændringer i boligkapitalmængdeligningen.

### Resumé:

*I dette arbejdsrapport fremlægges forslag til hvilke ændringer, der kan foretages i boligkapitalmængdeligningen for at komme det dårlige fit til livs.*

*Den nuværende boligkapitalmængdeligning har skudt for højt i alle år efter 2005 pga. et højt Tobins  $q$ , som ikke er blevet fulgt af en tilsvarende stigning i boligkapitalen. Vha. rekursiv estimation samt et Chow-test påvises det, at der er tale om et strukturelt brud.*

*For at løse kapitalmængdeligningens problemer indføres dummyvariable. En efterfølgende undersøgelse med rekursiv estimation samt Chow-test viser, at denne nye ligning kan klare det strukturelle brud.*

*For at undersøge effekten af ændringerne i boligkapitalmængdeligningen laves der eksperimenter på den nye boligmodel.*

---

BGS18416

Nøgleord: Boligligningerne, Okt15, bruttoboligkapitalmængde, rekursiv estimation, Chow-test

*Modelgruppepapirer er interne arbejdsrapporter. De konklusioner, der drages i papirerne, er ikke endelige og kan være ændret inden opstillingen af nye modelversioner. Det henstilles derfor, at der kun citeres fra modelgruppepapirerne efter aftale med Danmarks Statistik.*

## **Indledning**

Dette papir dokumenterer et forslag til ændringer, der kan laves i boligkapitalmængdeligningen, således at problemet omkring overskydning og strukturelt brud afhjælpes.

Først bestemmes boligprisligningen. Derefter bestemmes den logistiske trend, som bruges i boligkapitalmængdeligningen. I forhold til reestimationen af boligmodellen til ADAM Oktober 2015 (Okt15), foretaget i NMH14116, er estimationsperioden i dette papir udvidet til at indeholde 2012, men derudover er boligprisligningen og den logistiske trend uændrede.

Herefter påvises de problemer, som den nuværende boligkapitalmængdeligning har med at forudsige den faktiske udvikling i boligkapitalmængden. Det vises ved hjælp af rekursiv estimation samt et Chow-test, at problemerne opstår, fordi der i 2005/2006 sker et strukturelt brud.

Efterfølgende dokumenteres de ændringer, som er blevet lavet til boligkapitalmængdeligningen for at tage højde for det påviste strukturelle brud. Dernæst bestemmes den nye boligkapitalligning. Der foretages desuden endnu engang rekursiv estimation samt et Chow-test for formelt at undersøge om ændringerne i kapitalmængdeligningen har haft den ønskede virkning.

Der foretages til slut eksperimenter for at kortlægge den reestimerede boligkapitalmængdelignings betydning for boligdelmodellens reaktion på nogle ændringer. De valgte eksperimenter er magen til dem, der udføres i ADAM-bogens kapitel 3.8, og omhandler blandt andet en forbrugsstigning, en rentestigning samt en indkomststigning.

Papiret afslutter med en sammenfatning.

## Reestimation af boligprisligningen

Relationen for boligprisen, der benyttes i Okt15, er givet ved ligning (1):

$$\begin{aligned} \text{Log}(fkbhw) = & \text{Log}(Cpuxh/pcpuxh) \\ & + a1 * \log(pcpuxh/(buibhx*phk)) \\ & + a2; \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned} \text{Dlog}(phk) = & aa1 * \text{Dlog}(Cpuxh/pcpuxh) \\ & + aa2 * \text{Diff}(buibhx) \\ & + \text{Dlog}(pcpuxh) \\ & + aa3 * \text{Log}(fKbh(-1)/fKbhw(-1)) \\ & + aa4 * d06 \\ & + aa5 * (-\text{Dlog}(phk(-1))) \\ & + aa1 * \text{Dlog}(Cpuxh(-1)/pcpuxh(-1)) \\ & + aa2 * \text{Diff}(buibhx(-1)) \\ & + \text{Dlog}(pcpuxh(-1)) \\ & + aa3 * \text{Log}(fKbh(-2)/fKbhw(-2)) \\ & + aa4 * d06(-1)); \end{aligned}$$

*Cpuxh*: Privat forbrug i alt minus bolig

*pcpuxh*: Prisen på *Cpuxh*

*buibhx*: Usercostrate

*phk*: Prisen på enfamiliehuse.

*fkbhw*: Ønsket kapitalmængde af huse og bygninger

*fkbh*: Kapitalmængde af huse og bygninger

*d06*: Dummy for 2006

Estimationen af boligprisrelationen over perioden 1973 til 2012 giver resultatet i tabel 1.

**Tabel 1: Estimationsresultater for boligprisrelationen**

	(a)		(b)	
Forklaret variabel	Estimat	SE	Estimat	SE
Boligpris Dlog(phk)	Okt15-estimationen		Okt15-estimationen	
1. a1 log(pcpuxh/buibhx*phk)	0.3	-	0.3	-
2. a2 Konstant	0.853386	0.020198	0.859816	0.019273
3. aa1 Dlog(Cpuxh/pcpuxh)	1.43272	0.222742	1.42327	0.214287
4. aa2 Diff(buibhx)	-6.24761	0.681380	-6.40225	0.659060
5. aa3 Log(fKbh <sub>t</sub> /fKbhw <sub>t</sub> )	-1.05374	0.318404	-1.10409	0.308788
6. aa4 d06	0.077780	0.029517	0.076669	0.028369
7. aa5	-0.714854	0.139821	-0.720571	0.132919
Loglikelihood	80.2987		79.7862	
R <sup>2</sup> \ Std.afv. for reg. Periode	0.834418/0.035255 1973 – 2012		0.845522/0.034006 1973 – 2011	

Udvidelsen af estimationsperioden har ikke ændret parametrene væsentligt fra resultatet i NMH14116.

## Reestimation af den logistiske trend

Første trin i estimationen af boligkapitalmængdeligningen er at estimere den logistiske trend. Parametrene til den logistiske trend bliver fundet ved følgende estimation med restrikeret vendetangent i 1969:

$$\text{Log}(fcp/u) = a_1 \times \text{tid} + a_2 \quad (2)$$

hvor

*fcp*: Privat forbrug i alt  
*u*: Befolkningstallet i Danmark  
*tid*: Trend der er lig årstallet

Koefficienterne estimeres til  $a_1 = 0,021272$  og  $a_2 = -37,58409$ . Indsat i den logistiske trend giver dette

$$\frac{1}{1 + \left( \frac{\exp\{0,021272 \times \text{tid} - 37,58409\}}{\exp\{4,3\}} \right)^{-25}}$$

hvilket kan omskrives til

$$\frac{1}{1 + \exp\{-0,5318(\text{tid} - 1969)\}}$$

Med den sidste omskrivning ses det mere tydeligt, at trenden har vendetangent i 1969.

## Boligkapitalmængdeligningen

Boligkapitalmængdeligningen bestemmes i Okt15 ud fra ligning (3a):

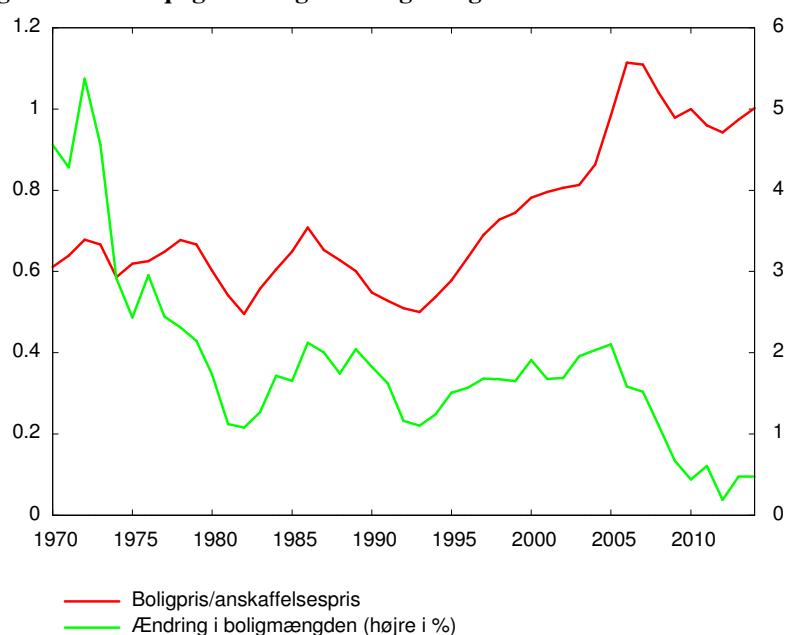
$$\begin{aligned} \text{Dlog}(fKbh) = & b1 * \text{Dlog}(phk / (0.8 * pibh + 0.2 * phgk)) \\ & + b2 * (\text{Log}(phk(-1)) / (0.8 * pibh(-1) + 0.2 * phgk(-1))) - b5 \quad (3a) \\ & + b3 * nbs / fkbh(-1) \\ & + b4 * \text{Dif}(1 / (1 + (\text{Exp}(0.01496 * \text{tid}(-1) - 25.1489) / \exp(4.3))^{-25}))) \\ & ; \end{aligned}$$

*phk*: Prisen på enfamiliehuse.  
*pibh*: Prisen på investeringer i boliger  
*phgk*: Kontantsprisen på byggegrunde  
*nbs*: Antallet af boliger under opførelse med offentlig støtte  
*fkbh*: Kapitalmængde af huse og bygninger  
*tid*: Trend lig årstallet

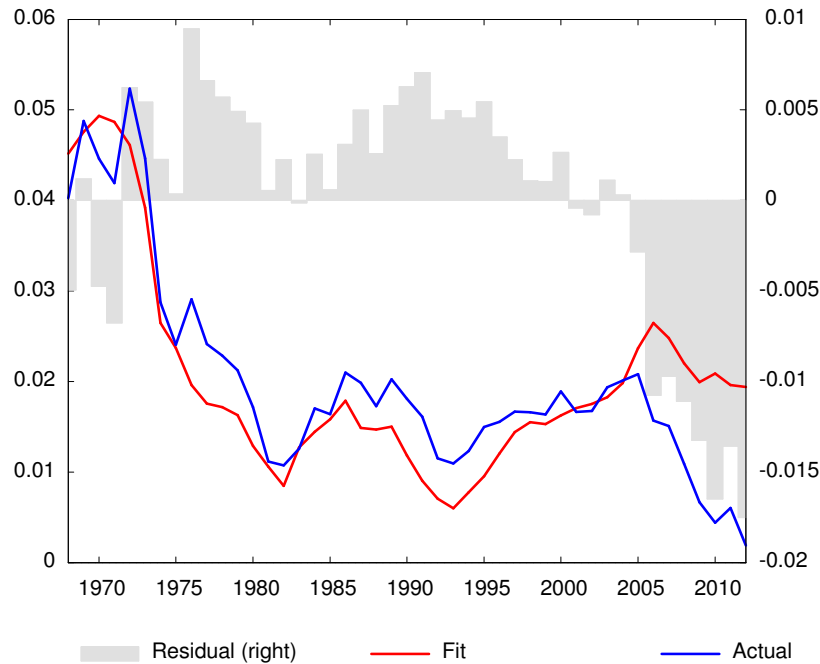
Det har vist sig, at denne ligning for boligkapitalmængden har store problemer med at forudsige den faktiske udvikling i boliginvesteringerne i årene efter 2005. Der skydes langt over den faktiske udvikling pga. et højt Tobins q, som ikke følges af en stor

stigning i boligmængden (jf. figur 1). I ADAM er Tobins  $q$  givet ved  $\frac{phk}{0.2*phgk+0.8*pih}$ , og stigningen i Tobins  $q$  kan afspejle, at den faktiske stigning i prisen på grunde og beliggenhed ikke umiddelbart bliver fanget af grundprisen,  $phgk$ . Dermed bliver prisstigningen på grunde og beliggenhed ikke taget ud af ADAM's Tobins  $q$ . Problemet er i høj grad, at  $phgk$  mest afspejler prisen på nyudstykkede grunde, fordi man ikke uden videre kan opsplutte ejendomsværdien på bygningsværdi og grundværdi inkl. beliggenhedsværdi.

**Figur 1: Tobins  $q$  og ændringen i boligmængden**



Figur 2 viser hvorledes ligning (3a) forudsiger udviklingen i boligkapitalmængden i forhold til den faktiske udvikling. Det bemærkes, at ligningen systematisk skifter fra at undervurdere udviklingen før 2005 til at overvurdere i slutningen af perioden. Det klare skift fra underskydning til overskydning ligner et strukturelt brud.

**Figur 2: Residualer for boligkapitalmængdeligningen**

### Rekursiv estimation og Chow-test

For nærmere at teste om og hvornår et strukturelt brud finder sted udføres rekursiv estimation på ligning (3a). Dette vil vise om parametrene i ligningen er stabile over tid. Bilag B viser resultatet af denne estimationsform. Den første graf viser den baglæns rekursive estimation, hvor der for hver estimation tages et år ud af sample bagfra, mens den anden graf viser den forlæns rekursive estimation, hvor der for hver estimation tages et år ud af sample forfra. Der fokuseres på ligningens konstantled, da dette vil vise om niveauet for ligningen ændres.

I Bilag B ses det, at konstanten stiger, når estimationsperioden bliver kortere bagfra, mens konstanten falder når der skæres i estimationsperioden forfra. Det tyder på, at starten af den fulde estimationsperiode trækker konstanten nedad, mens perioden efter 2005 trækker konstanten op. Da de estimerede parametre for den forkortede periode i både den baglæns og forlæns estimation ligger uden for konfidensintervallet for den fulde estimation må man konkludere at parameteren er ustabil, og at der ret oplagt ligger et strukturelt brud omkring 2005.

En mere formel test af strukturelle brud er Chow-testen. Dette er en F-test, hvor hypotesen er at parametrene i ligningen er konstante før og efter et angivet årstal.

Udføres denne test på ovenstående boligkapitalmængdeligning får man for et brud i året 2005 en F-værdi på 60,6676 med tilhørende p-værdi: 0,000. Tester

man for brud i 2006 bliver F-værdien 56,1373, hvilket også giver p-værdi 0,000. Man kan derfor forkaste hypotesen om, at der ikke er sket et strukturelt brud i både 2005 og 2006.

## Reestimation af boligkapitalmængdeligningen

Det strukturelle brud er forsøgt korrigeret ved for det første at indføre en skift-dummy  $d6805$ , som har værdien 1 i perioden 1968-2005 og værdien 0 i årene efter 2005. Derudover benyttes differensen af  $d6805$  som en dummy, hvilket giver den værdien 0 i alle år undtagen 2006, hvor den er -1. Årstallene for disse dummies er valgt på baggrund af ovenstående Chow-test, der viste brud i den oprindelige kapitalmængdeligning i 2005 eller 2006.

Ændringen der er foretaget ifht. ligning (3a) er her fremhævet med rødt:

$$\begin{aligned} \text{Dlog}(fKbh) = & b1 * \text{Dlog}(phk / (0.8 * pibh + 0.2 * phgk)) \\ & + b2 * (\text{Log}(phk(-1)) / (0.8 * pibh(-1) + 0.2 * phgk(-1))) - b5 \quad (3b) \\ & + b3 * nbs / fkbh(-1) \\ & + b4 * \text{Dif}(1 / (1 + (\text{Exp}(0.01496 * tid(-1) - 25.1489) / \text{exp}(4.3))^{(-25)}))) \\ & + b6 * d6805 + b7 * \text{Dif}(d6805); \end{aligned}$$

$phk$ : Prisen på enfamiliehuse.

$pibh$ : Prisen på investeringer i boliger

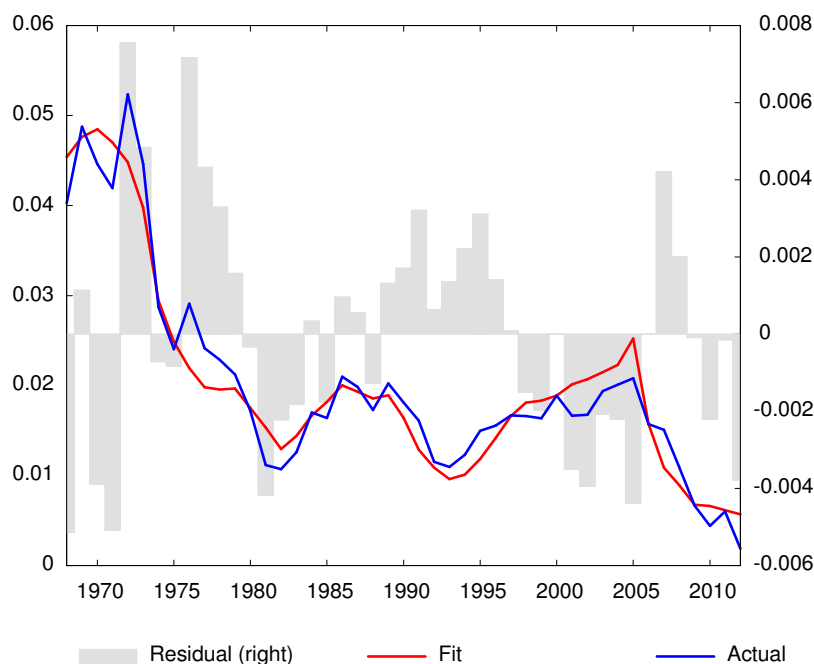
$phgk$ : Kontantsprisen på byggegrunde

$nbs$ : Antallet af boliger under opførelse med offentlig støtte

$fkbh$ : Kapitalmængde af huse og bygninger

$tid$ : Trend lig årstallet

**Figur 3: Residualer for nye boligkapitalmængdeligning**



Figur 3 viser hvordan ligning (3b) i langt højere grad end forhenværende boligkapitalmængdeligning, (3a), formår at forudsige den faktiske udvikling.

Den nye boligkapitalmængdeligning estimeres i Tabel 2. I sammenligningen med tidligere reestimation i NMH14116 bemærkes at 2012 nu også er med i estimationsperioden.

**Tabel 2: Estimationsresultater for boligkapitalrelationen**

Forklaret variabel	(a)		(b)	
	Estimat	SE	Estimat	SE
Boligpris Dlog(fKbh)	Okt15-estimationen		Okt15-estimationen	
1. b1 $Dlog(phk/(0.8*pibh+0.2*phgk))$	0.017898	0.007739	0.028654	0.014527
2. b2 $Log(phk_{-1}/(0.8*pibh_{-1}+0.2*phgk_{-1}))$	0.025000	-	0.025000	-
3. b3 $nbs/fkbh_{-1}$	1.500000	-	1.500000	-
4. b4 Logistisk trend	0.134063	0.012655	0.160769	0.024470
5. b5 konstant	-0.237338	0.052547	-0.818698	0.042906
6. b6 d6805	0.017312	0.001459		
7. b7 dd6805	-0.004913	0.003624		
Loglikelihood	197.673		161.906	
R <sup>2</sup> \ Std.afv. for reg. Periode	0.931430/0.003174		0.724425/0.006325	
	1968 – 2012		1968 – 2011	

Det ses, at reestimationen har betydet et fald i de koefficienter der vedrører ændringen i Tobins q og den logistiske trend samt konstantleddet.

Derudover er der tilføjet koefficienterne til de to dummies. Her bemærkes det, at parameteren til *d6805* er signifikant, mens parameteren til *dd6805* er insignifikant. Dette indikerer, at bruddet i den oprindelige ligning finder sted i 2005 og ikke i 2006.

### Rekursiv estimation og Chow-test

For at tjekke hvorvidt ovenstående ændringer har løst problemet med det strukturelle brud foretages rekursiv estimation og Chow-test på ligning (3b). Resultatet af henholdsvis den baglæns og den forlæns rekursive estimation findes i Bilag C.

Det ses, at konstanten er blevet mere stabil i både den baglæns og den forlæns rekursive estimation efter dummy'erne er kommet ind. I den forlæns estimation indtræffer et niveauskifte når året, hvor dummy'en skifter værdi, medtages i estimationen (jf. Bilag C). Niveauskiftet kan se lidt voldsomt ud, men ligger indenfor konfidensintervallet for den fulde estimationsperiode, og overordnet set ser parameteren nogenlunde stabil ud.

En Chow-test på ligning (3b) giver for brudåret 2005 en F-værdi på 1,20912 med tilhørende p-værdi 0,325, mens den for brudåret 2006 giver en F-værdi på 0,703258 og dertil en p-værdi på 0,625. Efter indførelsen af dummies kan man



derfor ikke forkaste hypotesen, om at parametrene er stabile henover 2005/2006, og ændringen af ligningen har åbenbart taget højde for det strukturelle brud.

## **Eksperimenter**

I det følgende er eksperimenter fra ADAM-bogens kapitel 3.8 efterlignet. Eksperimenterne er foretaget på bolig-delmodellen af Okt15 samt på den ovenfor estimerede boligmodel med den udvidede estimationsperiode og dummies i boligkapitalmængdeligningen. Resultaterne af eksperimenterne på de to estimationer sammenlignes for at se effekten af de foretagne ændringer.

Det første eksperiment vedrører en **1%-stigning i forbruget**,  $C_{puxh}$ , i en delmodel indeholdende boligprisligningen samt boligkapitalmængdeligningen (figur 3.10 i bogen). Bilag D viser resultatet af eksperimentet udført på bolig-delmodellen fra Okt15 med ligning (3a) og den reestimerede boligmodel med ligning (3b) (stiplet). Det ses, at de to modelversioner reagerer nogenlunde ens på en 1%-stigning i det private forbrug. Boligprisen stiger i begge tilfælde initialt med ca. 1.4%, som følge af den estimerede koefficient for første års forbrugsændring. Med eksogent givet boligkapitalmængde vil boligprisen i begge tilfælde fortsat stige indtil den finder en stabil niveauændring på omkring 3.3 pct., hvilket følger af priselasticiteten på -0.3 for ønsket boligomfang.

Med endogen kapitalmængde ses det, at boligprisen på sigt presses ned af den stigende boligkapital. I den reestimerede modelversion når boligprisen 2.65% over grundforløbet inden den presses ned igen, mens den tidligere modelversion får boligprisen 2.55% over grundforløbet (jf. Bilag D). Den beskrevne forskel følger af, at boligkapitalens tilpasning til ændringer i Tobins  $q$  er blevet langsommere efter reestimationen, idet  $b_1$  er faldet. På lang sigt vil boligprisen i begge tilfælde være uændret, mens boligkapitalen vil være steget med 1%.

Det andet eksperiment omhandler en **stigning på 1 procentpoint i renten**,  $i_{wb30}$  og  $i_{wbflx}$ , fx fra 3,5% til 4,5%. I begge modeller vil dette give en relativ stigning i usercostraten,  $buibhx$ , på ca. 11.7% (figur 3.11 i bogen). Resultatet af eksperimentet udført på bolig-delmodellen fra Okt15 og på den reestimerede boligmodel findes i Bilag E.

Som følge af den højere usercostrate falder boligprisen det første år med 4.5% i begge modelversioner. Med eksogen boligkapital vil boligprisen derefter fortsat falde indtil den er blevet ca. 10.4% lavere, hvorved den højere usercosts effekt på efterspørgslen er udlignet.

Hvis boligomfanget er endogen, vil den falde som følge af de lavere priser, da det ikke længere kan betale sig at bygge så meget som før. På langt sigt vil dette presse boligprisen tilbage til udgangspunktet, og det ender med at

boligkapitalen er faldet med ca. 3.25%, mens boligprisen er uændret. Denne udvikling holder for begge modelversioner, men tilpasningen er igen en anelse hurtigere for Okt15-delmodellen end for den reestimerede delmodel. Dette betyder, at boligprisens vendepunkt ligger lidt lavere for sidstnævnte model (jf. Bilag E), fordi kapitalmængden falder lidt langsommere og derfor ikke i så høj grad holder prisen oppe.

Det tredje og sidste eksperiment er en **1%-stigning i indkomsten**,  $Ydl_{hc}$  og  $Ydk_h$  (figur 3.12 i bogen). I dette eksperiment er delmodellen udvidet til, foruden boligmodellen, at indeholde en ligning for forbrug ekskl. bolig samt en formueligning. Bilag F viser resultaterne af eksperimentet på de to delmodeller. Som i figur 3.12 i bogen vil forbruget i første periode stige med 0.4%, svarende til at indkomststigningen har en koefficient på 0,4, og indkomststigninger er det eneste, der påvirker forbruget i år 1. Boligprisen vil i første periode stige med ca. 0.56% som følge af forbrugsstigningen. Herefter vil boligprisen skyde i vejret (det ses igen at boligprisen skyder højest i den reestimerede model), hvilket vil få boligformuen til at stige. Når formuen stiger vil forbruget følge efter, og det får forbruget til i en periode at ramme over de 1%, som indkomststigningen var på. På langt sigt vil boligprisen være uændret, mens forbruget på langt sigt vil ende ca. 1% over grundforløbet (jf. Bilag F).

Ved sammenligning af figur 3.12 i bogen og Bilag F ses det, at både delmodellen fra Okt15 og delmodellen med den reestimerede ligning rammer en smule under de 1% for forbruget, mens figur 3.12 lander på de 1%. Dette skyldes at Okt15-delmodellen sammen med sin databank Lang100 har en større "dødvægt" i den forbrugsbestemmende formue. Det er altså forholdsvis store variable, som er eksogene i denne delmodel, og det trækker ændringen i forbruget ned. Delmodellens eksogene variable omfatter f.eks. den finansielle nettoformue. Korrigeres der for denne dødvægt ved at lave en konstant svarende til disse variable og lade konstanten stige med 1%, kan man få forbruget tættere på de 1% på langt sigt. Resultatet af denne manøvre ses i Bilag G.

Samlet set kan man konstatere, at de ændringer, der er lavet til boligkapitalmængdeligningen, ikke påvirker boligmodellens egenskaber nævneværdigt. Resultaterne af de ovennævnte eksperimenter ligner både hinanden og dem fra ADAM-bogen. En mindre forskel findes i hastigheden hvormed f.eks. boligkapitalen finder vej til langtidsligevægten, men ligevægten og ruten dertil er uændret for alle variable.

## Sammenfatning

I nærværende papir er der stillet et forslag til ændringer, som kan laves til boligkapitalmængdeligningen fra Okt15 for at mindske overskydningen af de forventede boliginvesteringer. Forslaget omfatter to dummies, som deler estimationen op i perioden før og efter 2006.

Der er foretaget rekursiv estimation samt en Chow-test for at påvise, at der sker et strukturelt brud omkring 2005/2006 i den oprindelige boligkapitalmængdeligning. Samme estimationsmetode og test er efterfølgende brugt til at vise, at ændringerne i ligningen har haft den ønskede effekt, idet der ikke længere ses et brud i koefficienterne.

Efter estimationen af den nye boligkapitalmængdeligning er der foretaget egenskabeksperimenter svarende til de i ADAM-bogens kapitel 3.8 udførte. Dette er gjort på delmodeller af Okt15 samt på den reestimerede boligmodel for at kunne se eventuelle forskelle i model-egenskaberne. Det viser sig, at den reestimerede boligmodel har en lidt langsommere tilpasning af boligkapitalmængden, hvilket påvirker størrelsen på boligprisens reaktion en smule, mens resten af egenskaberne er uændrede i forhold til Okt15.

## Litteraturliste

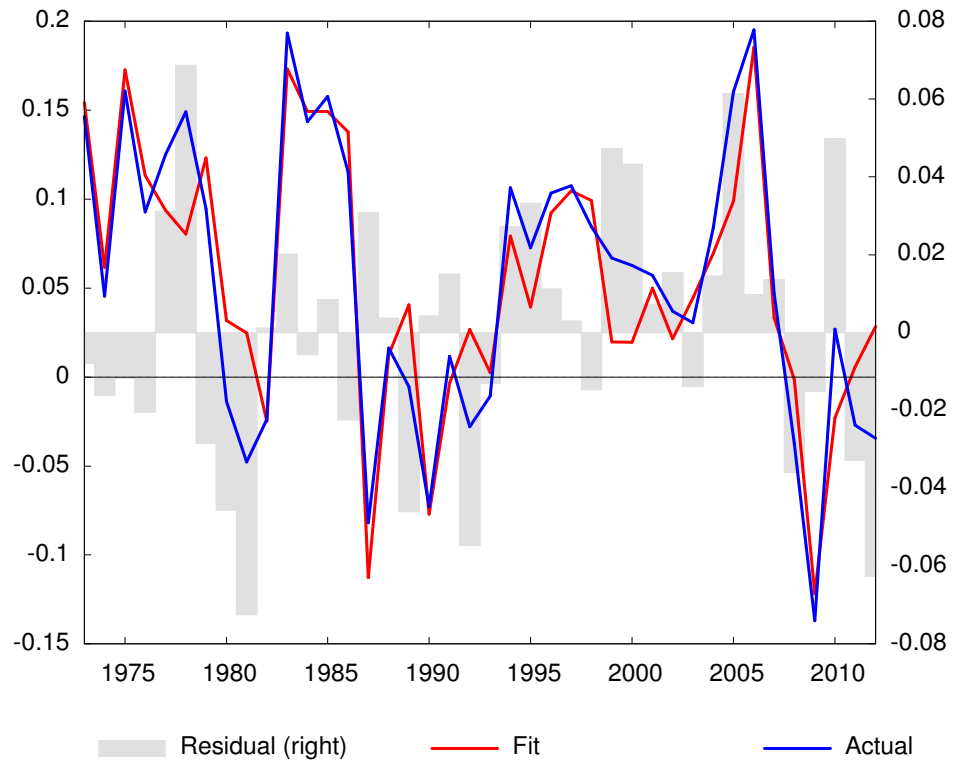
Hansen, Nikolaj Mose:

- *"Reestimation af boligligningerne"*, Modelgruppen, Danmarks Statistik (NMH 14116)

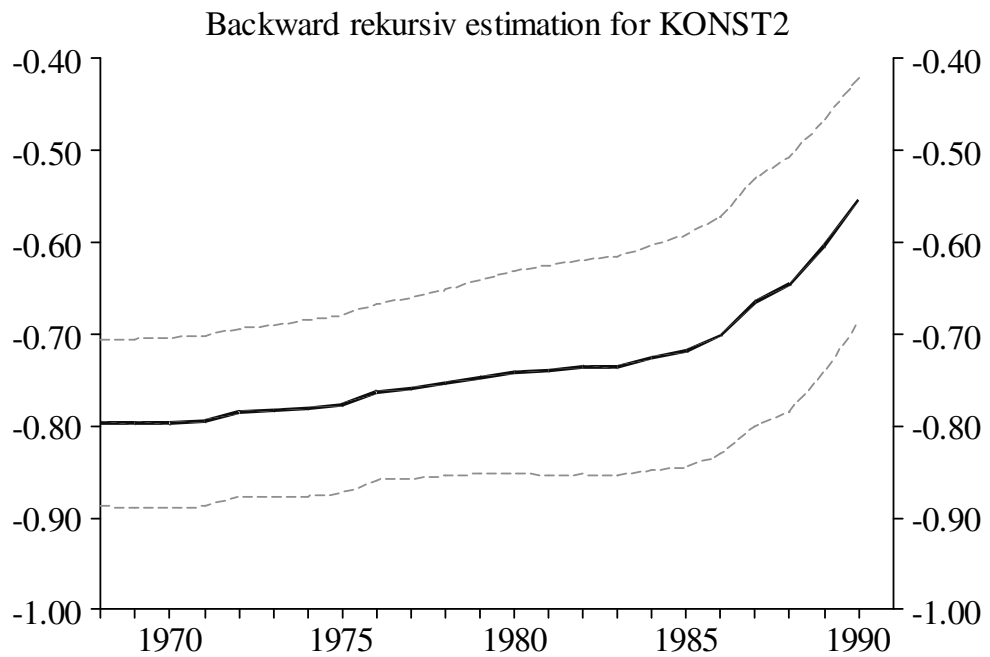
Høegh, Grane:

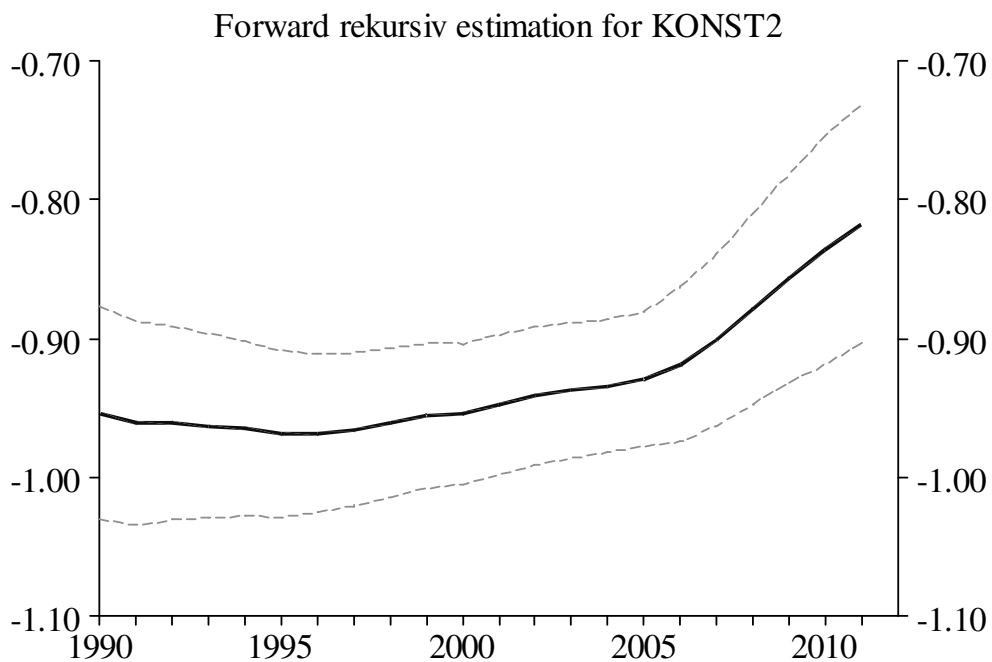
- *"Økonometriske værktøjer"*, Modelgruppen, Danmarks Statistik (GRH21710)

### Bilag A – Residualer for kontantprisrelationen

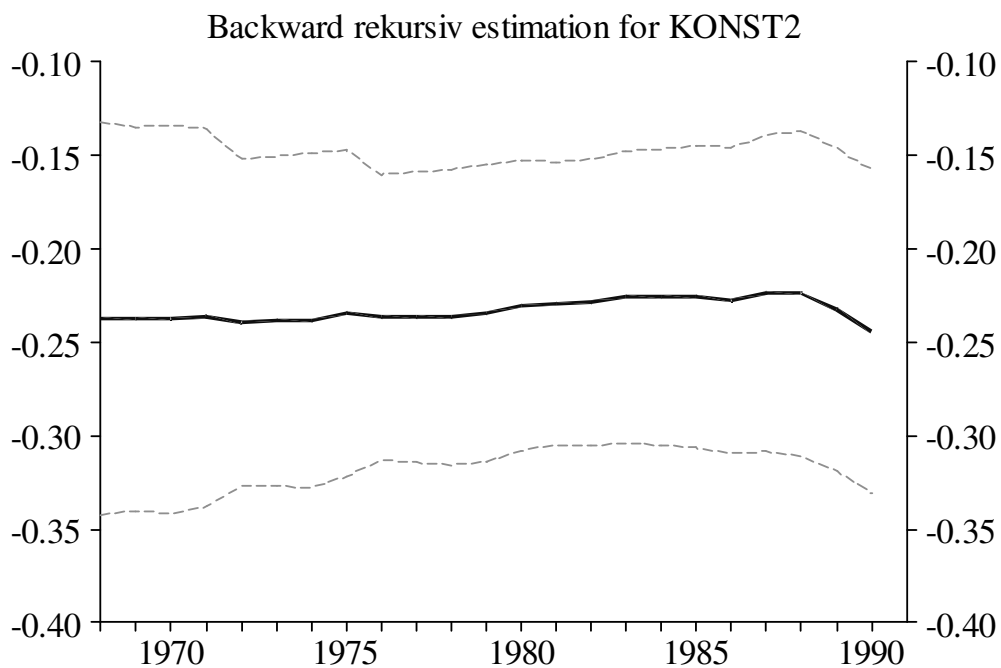


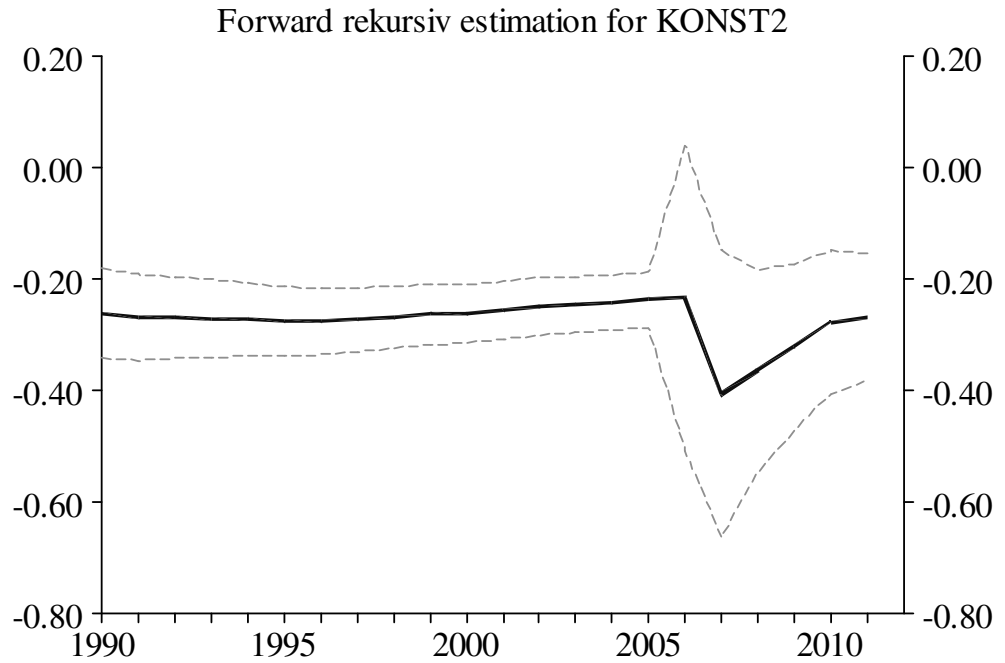
### Bilag B – Rekursiv estimation på Okt15 boligkapitalligning



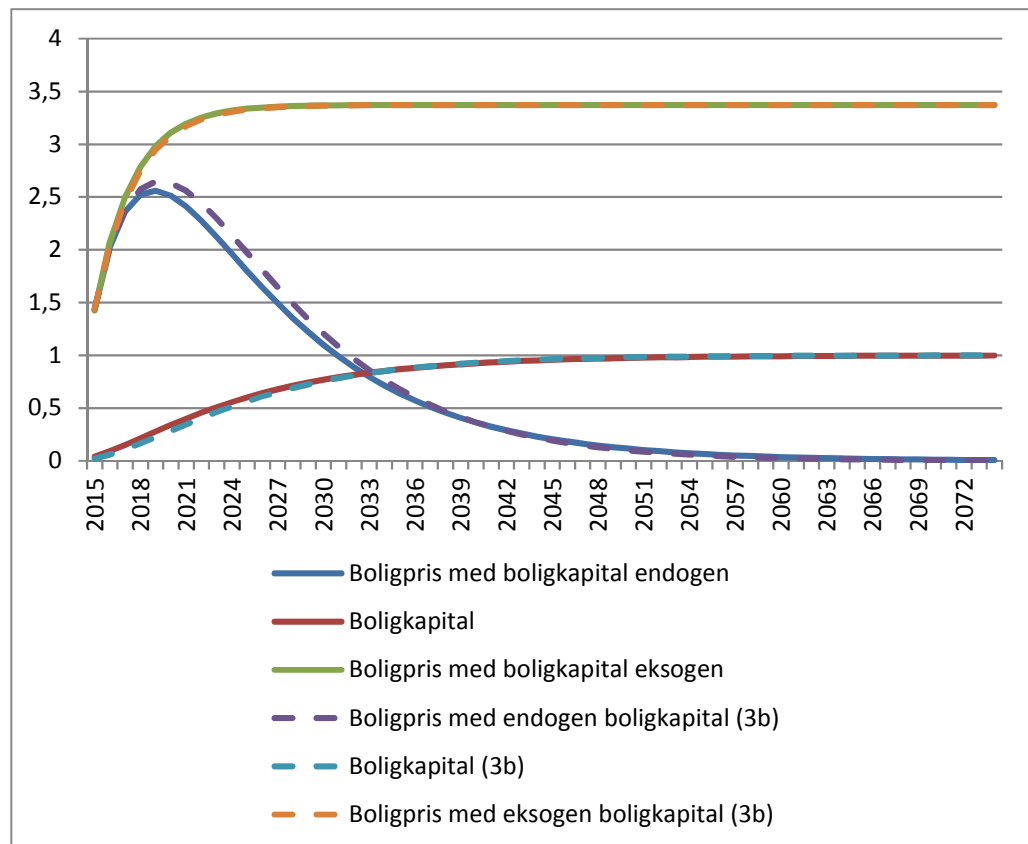


### Bilag C – Rekursiv estimation på ændrede boligkapitalligning



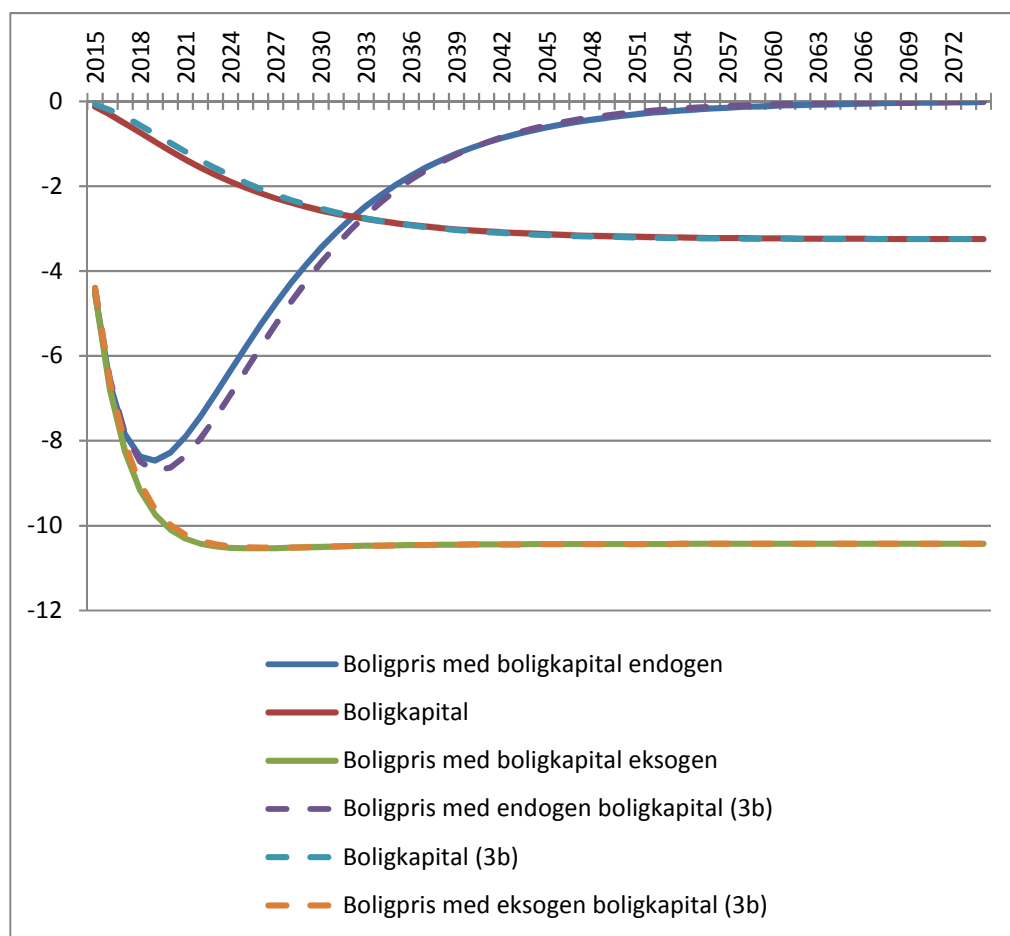


### Bilag D – Forbrug + 1 pct, effekt på boligpris og boligmængde



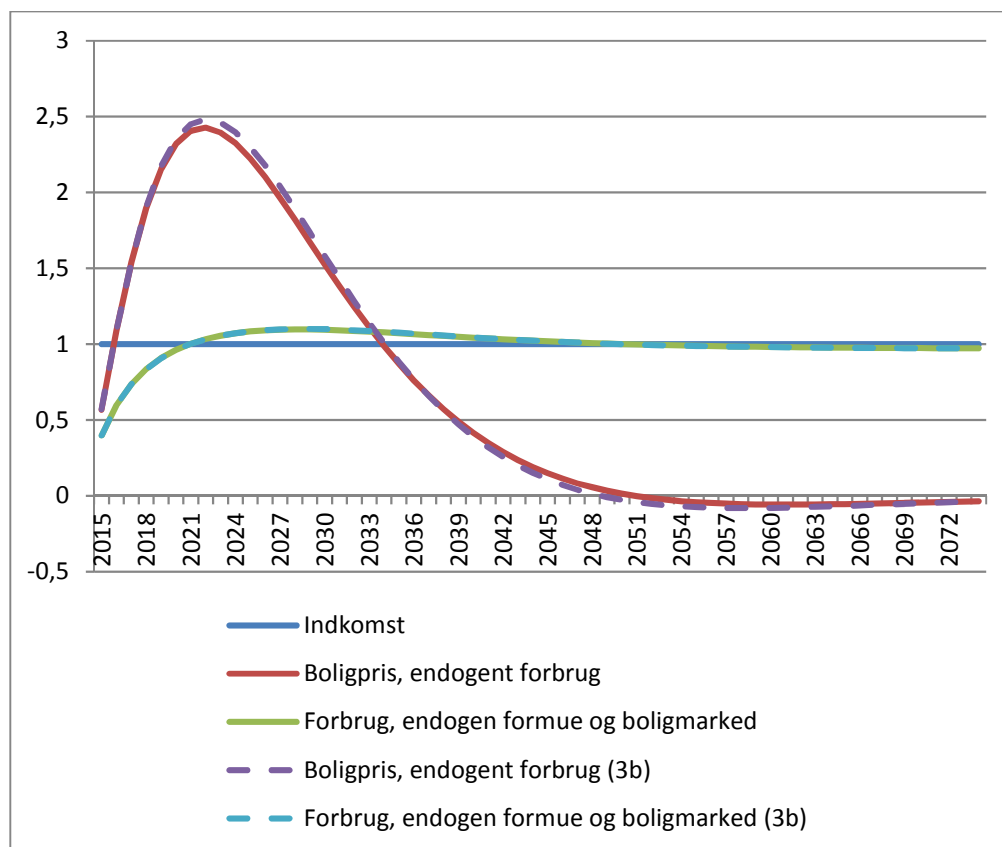
**(3b) indikerer delmodellen med den nye boligkapitalligning**

## Bilag E – Renten + 1 pct, effekt på boligpris og boligkapital



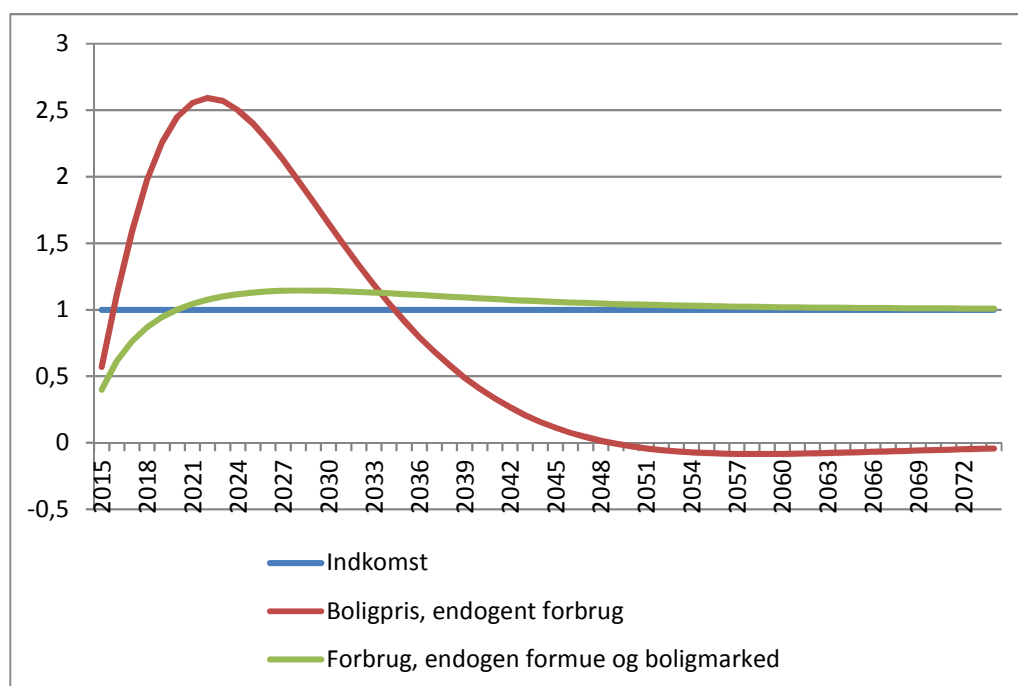
(3b) indikerer delmodellen med den nye boligkapitalligning

## Bilag F – Indkomst + 1 pct., effekt på boligpris og forbrug



(3b) indikerer delmodellen med den nye boligkapitalligning

## Bilag G – Indkomst + 1 pct., effekt på boligpris og forbrug



(3b) indikerer delmodellen med den nye boligkapitalligning