

Eksamen på Økonomistudiet, vinter 2017-2018

Makro I

2. årsprøve

11. januar, 2018

(3-timers skriftlig prøve uden hjælpemidler)

Alle delspørgsmål skal besvares og alle tæller lige meget ved bedømmelsen.

I Opgave 1 er fokus på de verbale, intuitive forklaringer, men formel analyse og notation kan inddrages efter ønske.

I Opgave 2 er de formelle og beregningsmæssige elementer i fokus, men verbale, intuitive forklaringer er fortsat vigtige.

OBS: Bliver du syg under selve eksamen på Peter Bangsvej, skal du kontakte et tilsyn for at blive registreret som syg. I den forbindelse skal du udfylde en blanket. Derefter afleverer du en blank besvarelse i systemet og forlader eksamen. Når du kommer hjem, skal du kontakte din læge og indsende lægeerklæring til Det Samfundsvidenskabelige Fakultet senest en uge efter eksamensdagen.

Dette opgavesæt består i alt af 7 sider inkl. denne.

Opgave 1: R&D-drevet teknologisk udvikling

I endogen vækst-teori baseret på R&D- (forsknings- og udviklings-) drevet teknologisk udvikling antages det plausibelt, at tilvæksten i det teknologiske niveau i hver periode afhænger af mængden af produktive ressourcer, der sættes ind i forskningssektoren samt af det allerede eksisterende teknologiske niveau. Eksisterende teknologi antages at bidrage positivt til frembringelsen af ny teknologi (den såkaldte ‘standing on shoulders’-effekt) dog højst med en outputelasticitet på en. Formelt betragtes en produktionsfunktion for ny teknologi af typen

$$A_{t+1} - A_t = \rho A_t^\phi L_{At}^\lambda, \quad \rho > 0, \quad 0 < \phi \leq 1, \quad 0 < \lambda \leq 1,$$

hvor A_t er totalfaktorproduktiviteten (TFP) fortolket som det teknologiske niveau ved starten af periode t , og L_{At} er arbejdsinput i R&D-sektoren i periode t , mens ρ , ϕ og λ er parametre, hvor specielt ϕ er den nævnte outputelasticitet. Det antages, at det teknologiske niveau initialt er strengt positivt.

Det er af interesse, hvor stærk ‘standing on shoulders’-effekten er, dvs. hvor produktiv eksisterende teknologi er i frembringelsen af ny teknologi eller hvor stor ϕ er.

- 1.1** Redegør for at hvis der er ‘constant returns’ til eksisterende teknologi i produktionen af ny teknologi, dvs. hvis $\phi = 1$, så vil en konstant, strengt positiv ressourceindsats i forskningssektoren, dvs. $L_{At} = L_A > 0$ konstant, kunne frembringe en konstant vækstrate, $(A_{t+1} - A_t)/A_t$, i teknologien. Forklar hvorfor.
- 1.2** Redegør nu for at hvis der er ‘diminishing returns’ til eksisterende teknologi i produktionen af ny teknologi, dvs. hvis $\phi < 1$, så vil en konstant, strengt positiv ressourceindsats i forskningssektoren indebære en aftagende teknologisk vækstrate, der på langt sigt går imod nul. Forklar hvorfor. Hvordan udvikler selve det teknologiske niveau sig på langt sigt? Hvad kræves der af ressourceindsatsen i R&D-sektoren for at fastholde en konstant vækstrate i teknologien?
- 1.3** Empiri indikerer, at igennem de ca. 200 år, hvor en række ‘vestlige’ økonomier har oplevet relativt konstante årlige vækstrater i BNP per capita i størrelsesordenen $1\frac{1}{2}$ -2 pct. om året, er ressourceindsatsen i økonomiernes forskningssektorer (eksempelvis målt ved antallet af ingeniører og videnskabsfolk, der arbejder her) steget jævnt og betragteligt. Hvad taler dette for, mht. hvor stærk ‘standing on shoulders’-effekten er? Og hvad siger det om økonomiernes vækstperspektiver på langt sigt?

Opgave 2: Opbremsning i produktivitetsvæksten i avancerede økonomier?

Det diskuteres blandt vækstøkonomer, om der gør sig en langsigtet tendens til lavere underliggende, strukturel produktivitetsvækst gældende i de mere udviklede økonomier i perioden siden anden verdenskrig.

Hypotesen tager forskellige former: I en hævdes et skift i produktivitetsvæksten fra et højt niveau i 1950'erne og 1960'erne til et lavere niveau efterfølgende, i en anden hævdes et skift nedad fra perioden før årtusindeskiftet til perioden efter, og i en tredje at den underliggende, strukturelle produktivitetsvækst har været jævnt faldende over hele perioden, bortset fra kortsigtede udsving. Denne opgave fokuserer på disse hypoteser.

Der tages udgangspunkt i følgende aggregerede produktionsfunktion,

$$Y_t = B_t K_t^\alpha (h_t L_t)^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1, \quad (1)$$

hvor Y_t er realt BNP i periode (år) t , K_t er kapitalinput i periode t , L_t er arbejdsinput i periode t , h_t er humankapital per arbejder i periode t , og B_t er totalfaktorproduktiviteten (TFP) i periode t . Parameteren α er outputelasticiteten mht. kapitalinput.

Y_t måles som BNP i faste (nationale) priser, K_t som kapitalbeholdning ved begyndelsen af år t i faste priser, og L_t som antal arbejdstimer ydet i år t . Det antages at h_t er en funktion af det gennemsnitlige antal uddannelsesår i arbejdsstyrken, u_t , i år t , altså $h_t = h(u_t)$, hvor der vendes tilbage til funktionen $h(u_t)$ nedenfor. Alle data hentes fra Penn World Table, PWT, version 9.0.

BNP og kapital per arbejdstime er hhv. $y_t \equiv Y_t/L_t$ og $k_t \equiv K_t/L_t$. Den (approksimative) gennemsnitlige årlige vækstrate i en variabel X_t mellem periode t og en senere periode T opgøres som $(\ln X_T - \ln X_t)/(T - t)$.

2.1 Diskutér kort hvad TFP, variabelen B_t i ligning (1), kan dække over. Hvad ville ifølge en R&D-baseret endogen vækst-tankegang kunne begrunde en nedgang i væksten i B_t fortolket som det teknologiske niveau?

2.2 Vis at det følger af (1) samt definitionerne ovenfor, at

$$y_t = B_t k_t^\alpha h_t^{1-\alpha} \quad \text{og at} \quad (2)$$

$$\frac{\ln y_T - \ln y_t}{T - t} = \frac{\ln B_T - \ln B_t}{T - t} + \alpha \frac{\ln k_T - \ln k_t}{T - t} + (1 - \alpha) \frac{\ln h_T - \ln h_t}{T - t} \quad (3)$$

Først betragtes alene væksten i BNP per arbejdstime, y_t , ofte også kaldet arbejdsproduktiviteten eller timeproduktiviteten. Den bilagte figur 1 viser vækstraten i timepro-

duktiviteten for årtier siden 1950 (seneste periode dog kun 2010-2014) for otte forskellige vestlige og udviklede økonomier repræsenterende store såvel som mindre økonomier.

2.3 Beskriv hvad der ifølge ligning (3) kan skabe en vækst i timeproduktiviteten. Vurder på basis af figur 1 om væksten i timeproduktiviteten synes at have undergået en faldende udvikling. Kan man ud fra udviklingen i timeproduktiviteten slutte, hvordan den underliggende TFP-vækst har været?

I det følgende betragtes et vækstregnskab, som bestemmer den underliggende vækst i B_t residualt ud fra (3). Herved splittes vækstraten i y_t op i delkomponenterne på højresiden af (3). Dette kræver data for y_t , k_t og h_t samt kendskab til parameteren α . Data for y_t og k_t kan umiddelbart dannes fra PWT, mens metoder til at skabe data for h_t og kendskab til α afdækkes i det følgende.

2.4 Vis at hvis reallønnen per arbejdstime, w_t , er givet ved arbejdskraftens grænseprodukt, så gælder

$$\begin{aligned} w_t &= (1 - \alpha) B_t K_t^\alpha (h_t L_t)^{-\alpha} h_t \\ &= (1 - \alpha) B_t K_t^\alpha H_t^{-\alpha} h_t, \end{aligned} \quad (4)$$

hvor vi har brugt følgende definition af den totale mængde humankapital i de ydede arbejdstimer: $H_t \equiv h_t L_t$. Vis videre at arbejdskraftens samlede indkomstandel er $w_t L_t / Y_t = 1 - \alpha$. Argumentér herudfra for at $\alpha \approx 1/3$ er en rimelig kalibrering.

For at skabe data for humankapital per arbejder ud fra uddannelsesdata, dvs. for at bestemme funktionen $h(u_t)$, kan man anvende et resultat fra arbejdsmarkedsøkonomien, som siger, at på individuelt niveau (for den enkelte arbejder) synes en *absolut* stigning i uddannelsesniveaut på et års yderligere uddannelse alt andet lige at give anledning til en *relativ* stigning i reallønnen på ca. 10 pct. Dette har givet anledning til formulering af følgende humankapitalfunktion:

$$h(u_t) = \exp(\psi u_t), \quad \psi > 0, \quad (5)$$

hvor \exp er eksponentialfunktionen, og ψ er en parameter.

2.5 Vis ud fra (5) at

$$\frac{h'(u_t)}{h(u_t)} = \psi \quad (6)$$

og redegør for, at ifølge denne vil en *absolut* stigning i uddannelse på $\partial u_t > 0$ give en *relativ* stigning i humankapital på $\psi \partial u_t$ (så længe ∂u_t er lille).

2.6 Vis nu ud fra anden linje i (4) samt (5), at lønreaktionen ∂w_t på en (lille) ændring ∂u_t i uddannelsesniveaet *på individuelt niveau*, dvs. når total humankapital H_t holdes uændret, er

$$\frac{\partial w_t}{w_t} = \psi \partial u_t \quad (7)$$

Giv en fortolkning af denne og argumentér herudfra for at $\psi \approx 0,1$ kan være en rimelig kalibrering.

Ud fra humankapitalfunktionen (5) med antagelse af $\psi = 0,1$ kan man med data for u_t , gennemsnitligt antal uddannelsesår i arbejdsstyrken, danne data for h_t , humankapital per arbejder.

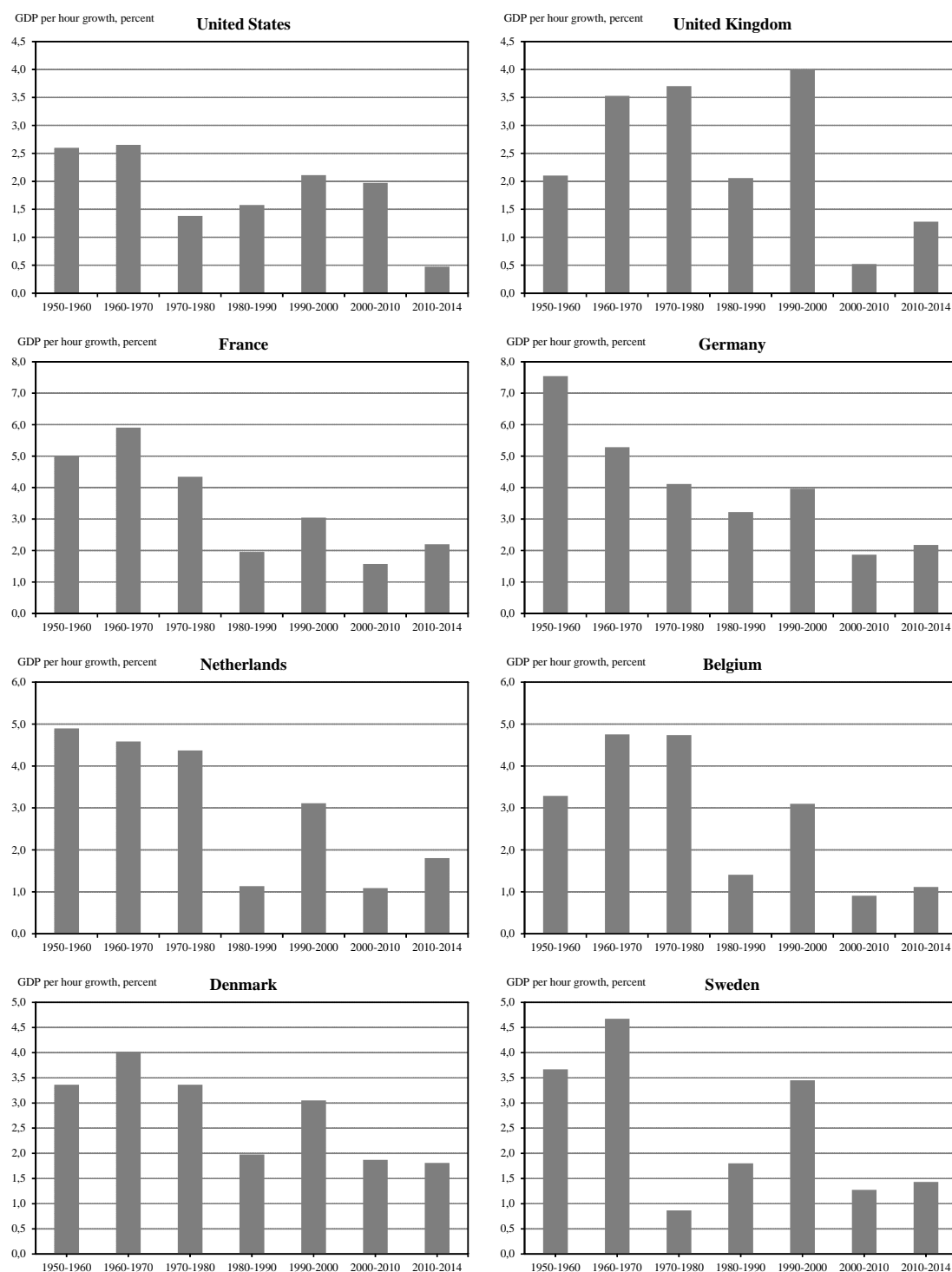
2.7 Tabellen nedenfor angiver for USA for nogle delperioder de gennemsnitlige (ap-proksimative) vækstrater for y_t , k_t og h_t . Giv for hver delperiode et rimeligt bud på den gennemsnitlige vækstrate for TFP-variablen B_t .

Gnst. årlig vækstrate, USA, pct.				
Periode	y_t	k_t	h_t	B_t
1950-1960	2,6	3,0	0,45	
1960-1970	2,7	2,4	1,2	
1970-1980	1,4	1,8	0,9	
1980-1990	1,6	1,2	0,3	
1990-2000	2,1	1,2	0,45	
2000-2010	2,0	2,7	0,3	
2010-2014	0,5	-0,3	0,15	

PWT rapporterer direkte tal for TFP-vækst udledt ligesom i spørgsmål 2.7. PWT bruger dog en lidt mere avanceret humankapitalfunktion (der opererer med forskellige værdier af ψ i forskellige intervaller af u_t for at tage højde for, at ekstra uddannelse skaber mindre ekstra humankapital jo mere uddannet, arbejdsstyrken allerede er) og bruger ikke det samme α for alle lande i alle perioder (for at tage højde for at lønandele ofte er forskellige mellem lande og på tværs af perioder). Figur 2 viser TFP-væksten som opgjort af PWT for samme lande og delperioder som betragtet i tabel 1.

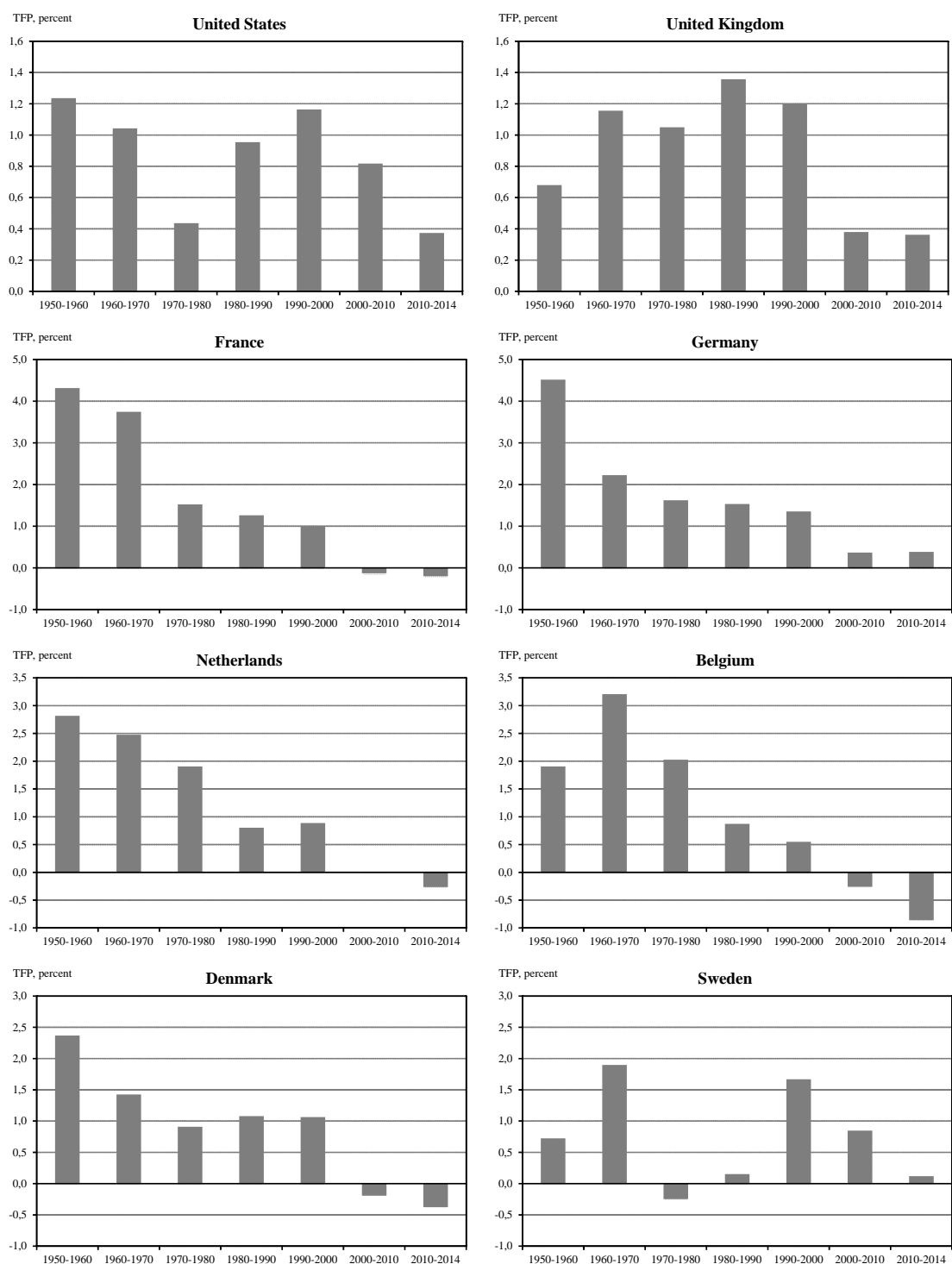
2.8 Vurder på basis af figur 2 om TFP-væksten generelt i de betragtede lande synes at have udvist en nedadgående tendens i den betragtede periode.

Figur 1. Gennemsnitlig årlig vækstrate i timeproduktivitet, vestlige lande



Kilde: Beregninger på basis af Penn World Table 9.0

Figur 2. Gennemsnitlig årlig vækstrate i TFP, vestlige lande



Kilde: Beregninger på basis af Penn World Table 9.0