



Omsætning af fedt i mave- tarmkanalen

Martin Riis Weisbjerg
Institut for Husdyrvidenskab, AU Foulum

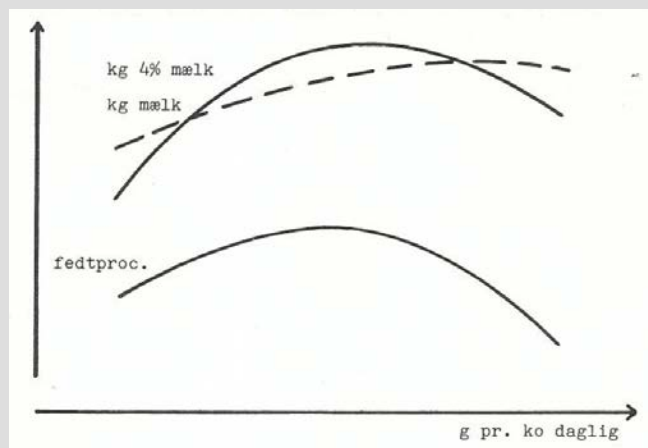
Indhold

- **Hvorfor er fedt/tilskud af fedt interessant**
- **Hvad er fedt/fedtsyrer**
- **Fedt i fodermidler**
- **Omsætning i vommen**
 - Effekt på øvrig vomomsætning
- **Fordøjelse**
- **Norfor – model og energivurdering fedt**

Hvorfor er tilskud af fedt/fedtsyrer interessant?



- Forventet positiv effekt på ydelsen



508. Beretning, 1981

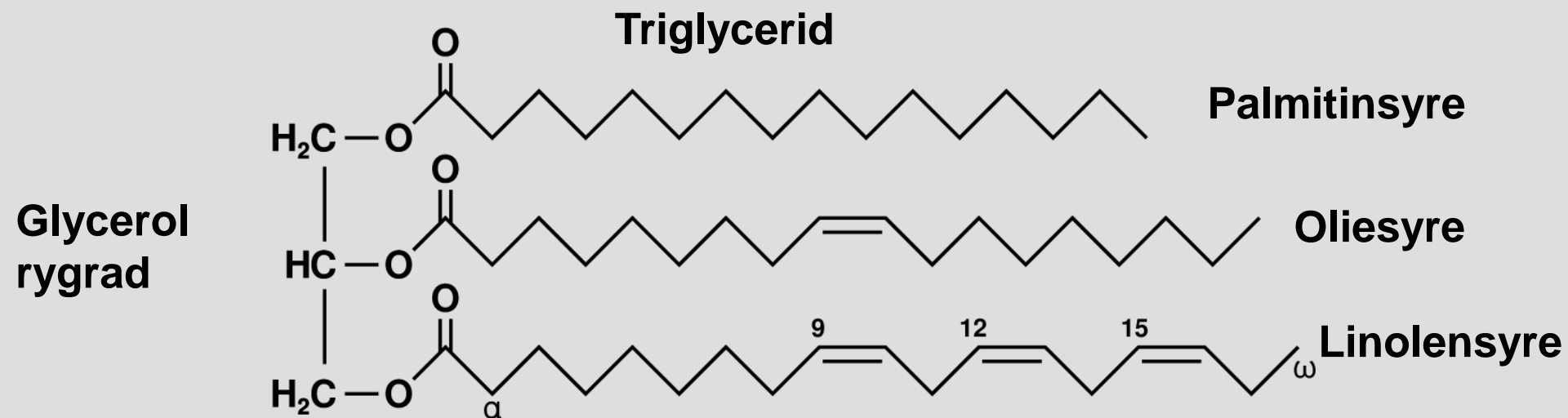
- Kan påvirke mælkens sammensætning
- Kan reducere udledningen af metan

Fodring med fedt – dansk historie



- Øgedes voldsomt i de tidlige 80'ere
- Anvendelse af beskyttet fedt (calcium sæber, mættet fedt) øgede brugen endnu mere i midt-sen 80'ere
- Mælke kvoten fedt korrigeret, reducerede brugen af fedt pga. den negative effekt på mælkens protein/fedt forhold
- Men, nogle kvægbrug uden kvote problemer brugte stadig store mængder suppleringsfedt (5% af fodertørstof), også beskyttet fedt
- Kvoten sluttede april 2015
- Fedt prisen er knap konkurrencedygtig pt.
- Øget interesse i fedt til at påvirke fedtsyre sammensætningen i mælk, og til at reducere metan emissionen, men for mælkeproducenten er det økonomien der bestemmer

- Højt energiindhold skyldes fedtsyrerne



- Råfedt's restfraktion - glycerol og ?
- Fedt bør købes efter fedtsyreindhold, ikke efter råfedt

Fedt i fodermidler til drøvtyggere



- **Grovfoder (græs)**
 - **Strukturlipider (mono and digalactosyldiglycerider, fosforlipider mm.)**
 - **Linolensyre 60-70 % af fedtsyrer**
 - **Linolsyre 20 % af fedtsyrer**
- **Kraftfoder (korn og oliefrø)**
 - **Triglycerider**
 - **Ofte høj andel olie-, linol- eller linolensyre**
- **Suppleringsfedt**
 - **Vegetabilsk ?**
 - **Animalsk**
 - **Triglycerider rige på palmitin, stearin og oliesyre (anvendes ikke mere, frivillig aftale)**
 - **Affalds fedt (brugt fritureolie mm.) ?**

Fedtsyresammensætning

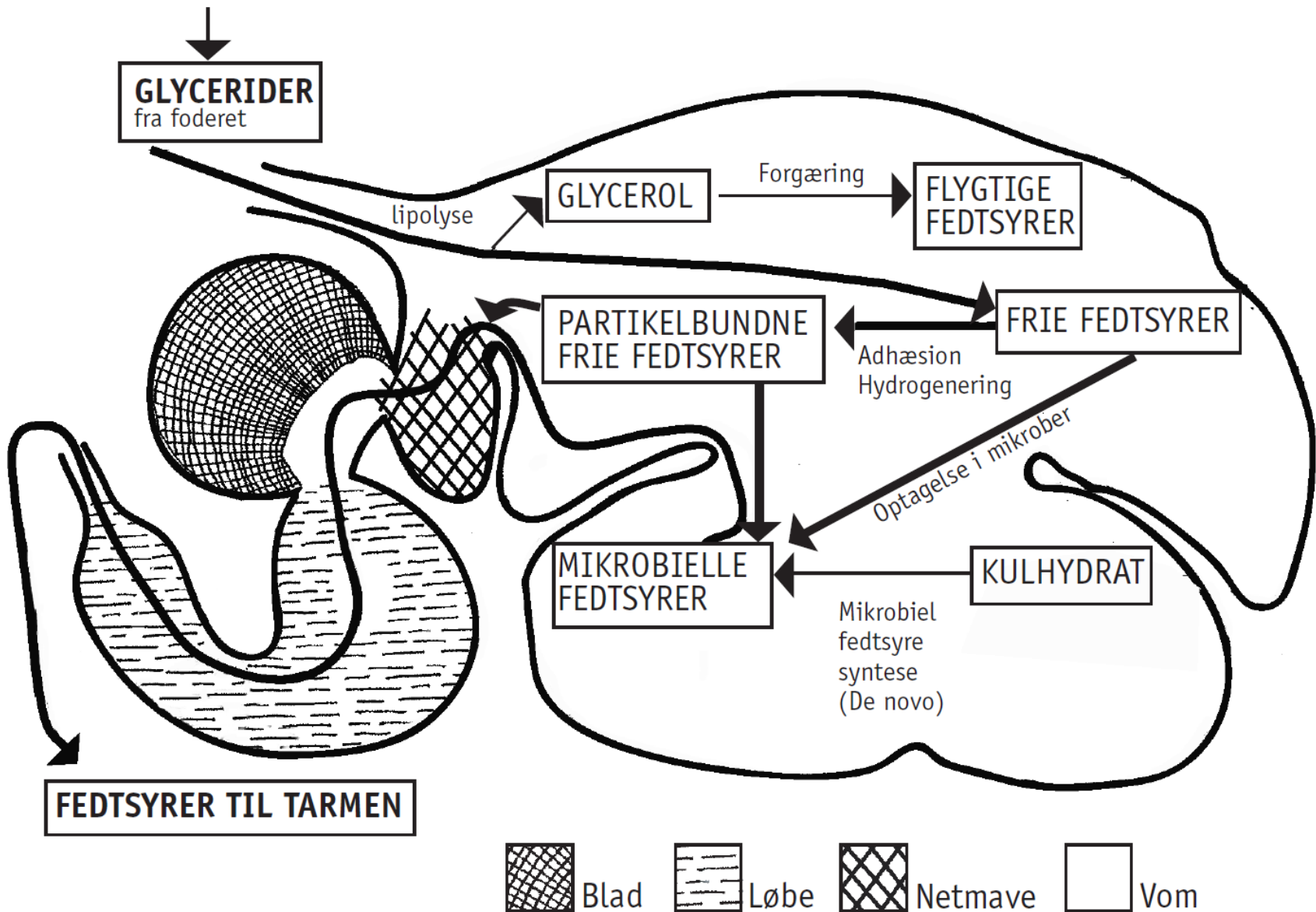


Fodermiddel	FS % TS	<C 12	C 12:0	C 14:0	C 16:0	C 18:0	C 18:1	C 18:2	C 18:3	Ber. jodtal
Græs, ung	2,9	-	0,2	0,2	17,3	1,6	1,9	15,4	63,4	203
Kokosolie	-	14,6	45,4	18,0	10,5	2,3	7,5	0	0	7
Palmekerneolie	-	9,7	46,9	14,1	8,8	1,3	18,5	0,7	0	18
Palmeolie	-	0	0	1,4	40,1	5,5	42,7	10,3	0	57
Rapsolie	-	0	0	0	4,4	1,4	54,3	19,5	11,4	115
Majsolie	-	0	0	0	11,4	1,9	25,3	60,7	0,7	134
Bomuldsfrøolie	-	0	0	1,4	23,4	1,1	22,9	47,8	0	109
Sojaolie	-	0	0,2	0,1	9,8	2,4	28,9	50,7	6,5	136
Solsikkeolie	-	0	0	0	5,6	2,2	25,1	66,2	0	142
Hørfrøolie	-	0	0	0	5,5	4,3	21,1	13,3	55,7	193
Byg	2,8	-	0	0,4	24,3	1,2	10,8	56,4	6,7	129

Fedtsyrer og fedtkilder



Fedtsyre	Engelsk navn	Dansk navn	Findes især i
C10:0	Capric acid	Caprinsyre	Kokosolie
C12:0	Lauric acid	Laurinsyre	Kokosolie, palmekerneolie
C14:0	Myristic acid	Myristinsyre	Kokosolie, palmekerneolie
C16:0	Palmitic acid	Palmitinsyre	PFAD; Palmeolie
C16:1	Palmitoleic acid	Palmitolsyre	Animalsk fedt
C17:0	Margaric acid	Margarinesyre	Fedt fra drøvtyggere (f.eks. mælkeprodukter)
C18:0	Stearic acid	Stearinsyre	Animalsk fedt
C18:1	Oleic acid	Oliesyre	Rapsfrø, animalsk fedt, palmeolie
C18:2	Linoleic acid	Linolsyre	Korn og kornhelsæd, sojabønner, solsikkefrø, bomuldsfrø
C18:3	Linolenic acid	Linolensyre	Hørfrø, græs, kløver
C20:1	Gadoleic acid	Gadolsyre	Fisk
C22:1	Erucic acid	Erucasyre	Rapsfrø, fisk



Fedtsyrers omsætning i vom



Fedtsyrer forgæres ikke

Spaltes i fedtsyrer og glycerol

Umættede fedtsyrer mættes, effektivitet 70-90%

Transfedtsyrer og konjugeret linolsyre (CLA) dannes som mellemprodukter

En mindre mikrobiel ny-syntese, samt mikrobiel indlejring af foderfedt

Fedtsyrer der når tarmen er derfor meget mere mættede end foderets fedtsyrer

Fedtsyrers påvirker forgæringen i vommen



Fedtsyrer har toksisk virkning på især fiberforgærende mikrober

Især mellemlangkædede (C12 og C14) og polyumættede (C18:3 og C18:2) fedtsyrer har effekt

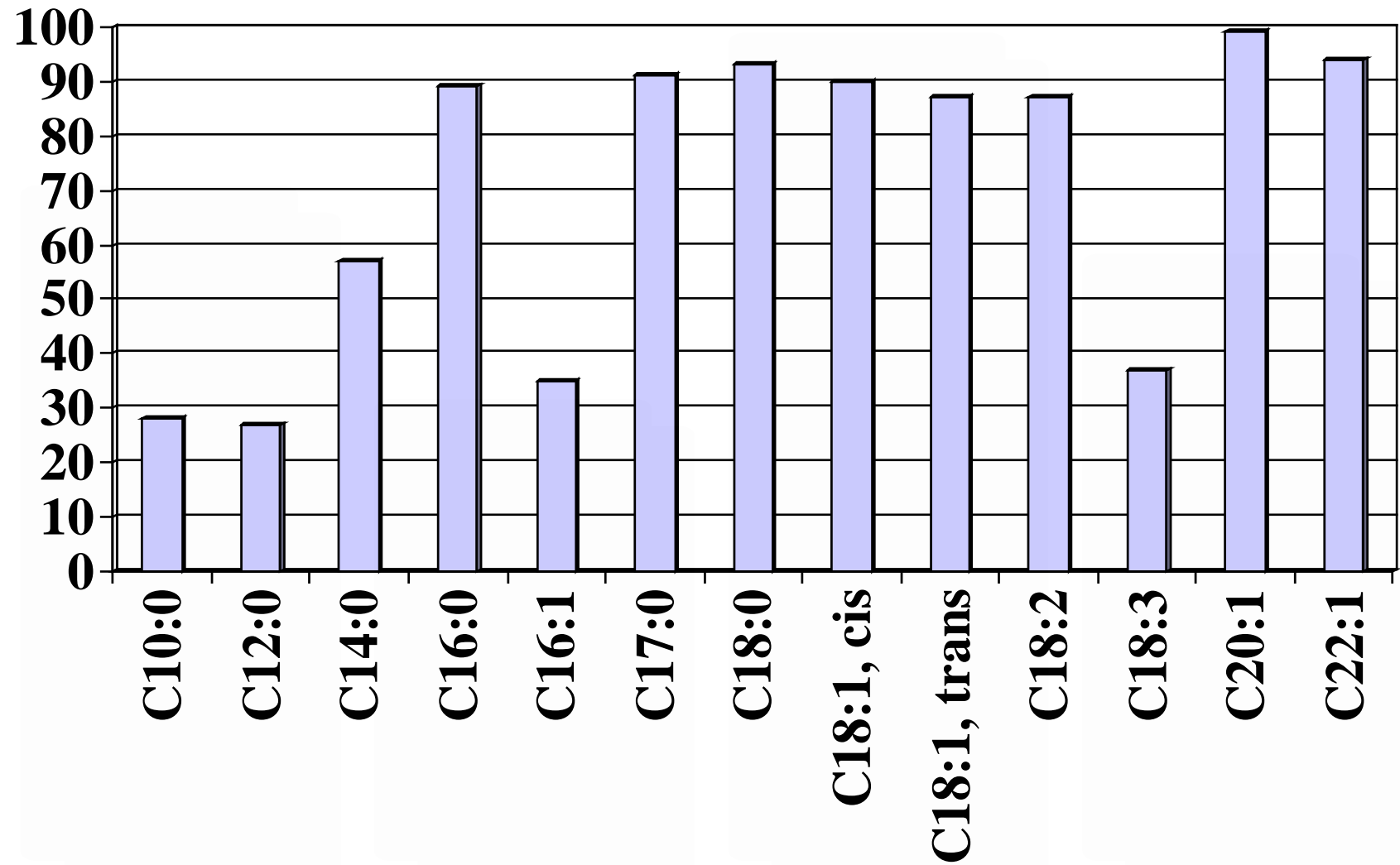
Effekt:

- **Nedsat fordøjelighed af cellevægskulhydrater**
- **Øget propionsyre:eddikesyre forhold**
- **Reduceret metanproduktion**

Effekt kan reduceres ved 'beskyttelse'

- **Ca-sæber**
- **Mættet fedt**
- **Fysisk, frø og kager/skrå**
- **Indkapsling**

Fedt hæmmer fiber fordøjelighed i vommen



Den hæmmende effekt af forskellige fedtsyrer på fiber fordøjeligheden målt in vitro, vist i forhold til kontrol uden fedt tilsætning, som er sat til 100 (Weisbjerg & Børsting, 1989)

Strukturrig ration øger effektivitet af hydrogenering

Strukturfattig/stivelsesrig ration, især med linolsyretilskud, kan resultere i CLA C18:2₁₀₋₁₂, der kan medføre mælkefedtdepression

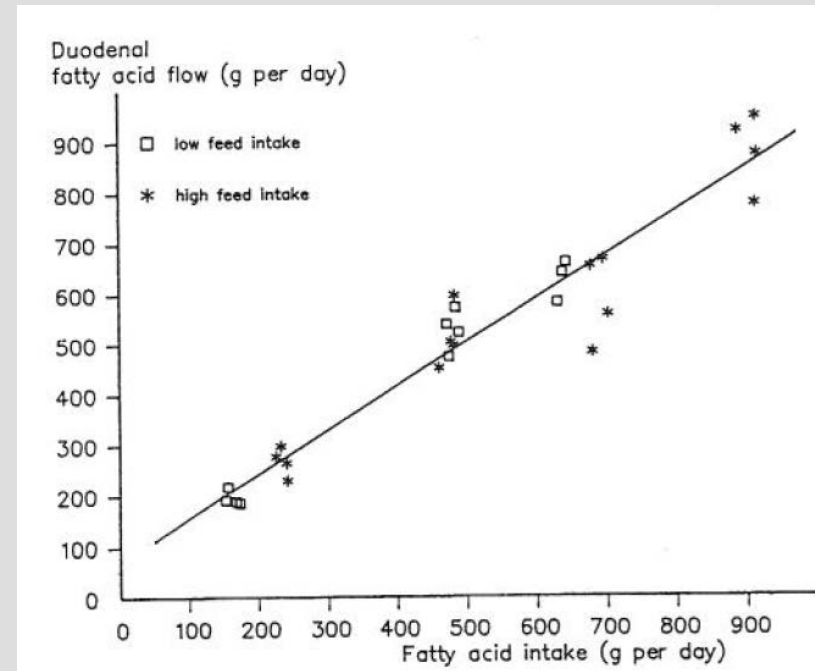
Effekt afhænger også af, hvad der evt. substitueres (f.eks. om der fjernes stivelse), når der sættes fedt ind

Fedtsyrer der når tarmen



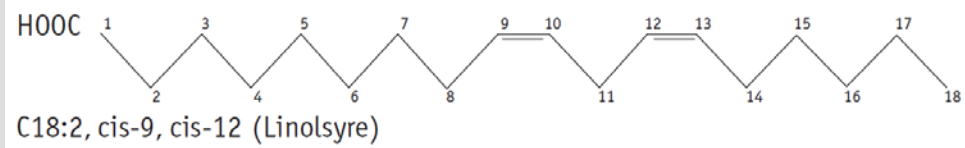
Fedtsyrer der når tarmen

- Frie fedtsyrer
- Mættede fedtsyrer
- Biohydrogeneringen i vommen
 - C18:2 70-80%
 - C18:3 80-90%
 - Total C18:X ~70%
- De novo fedtsyresyntese i vommen ~ 68 g/d i 1992 undersøgelsen

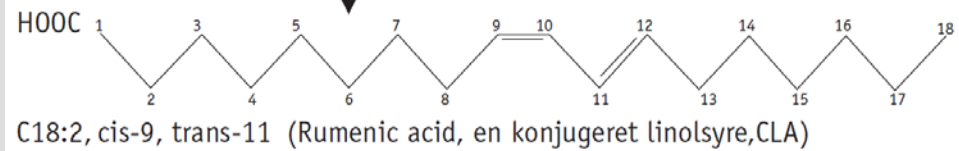




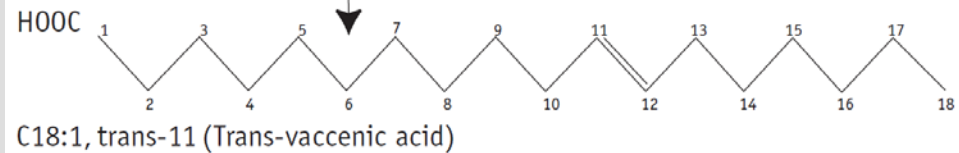
Eksempel på hydrogenering



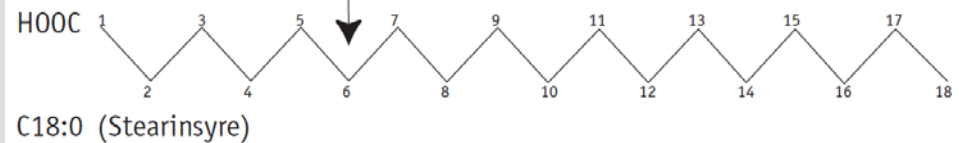
Mikrobiel isomerase



2 H



2 H



Fedtsyrer fra tarm til blod

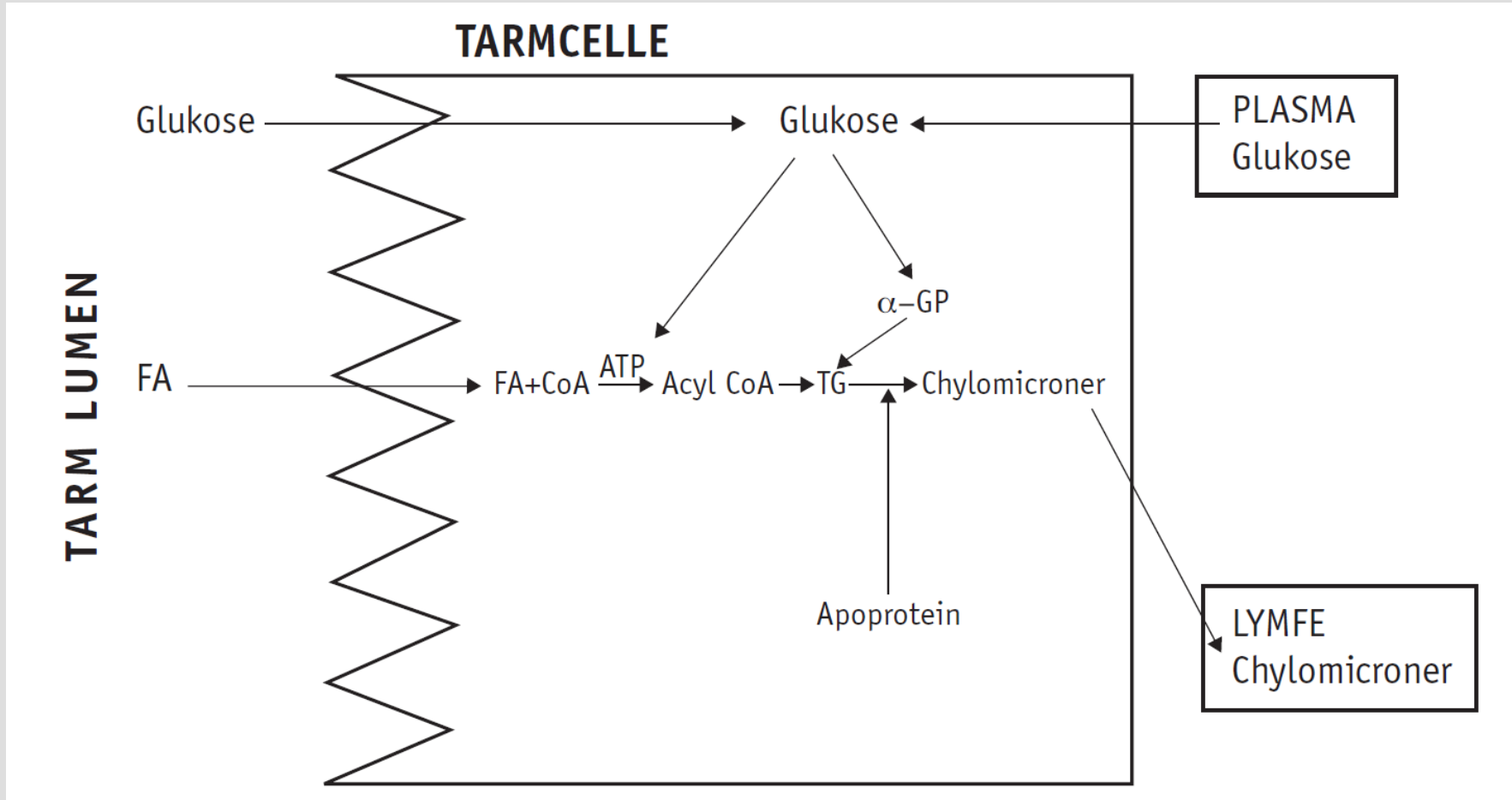


Fedtsyrer skal gøres opløselige for at få dem ind til tarmvæggen

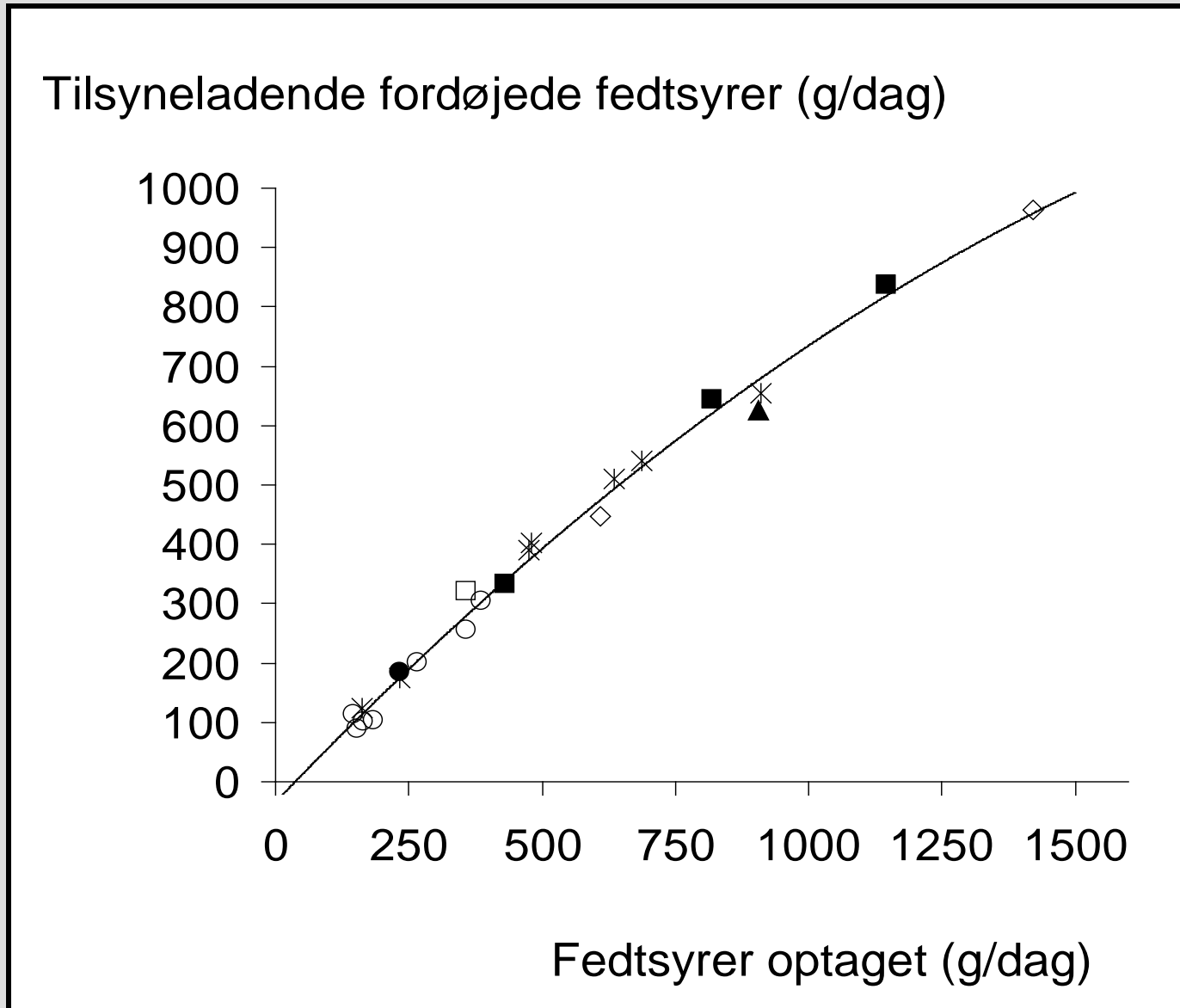
Micel dannelse

- **Galdesalte**
- **Fosforlipider**

Fedtsyrer fra tarm til blod



Mellemlangkædede fedtsyrer (C12 (laurinsyre) og kortere) optages ikke-esterificerede i blodet

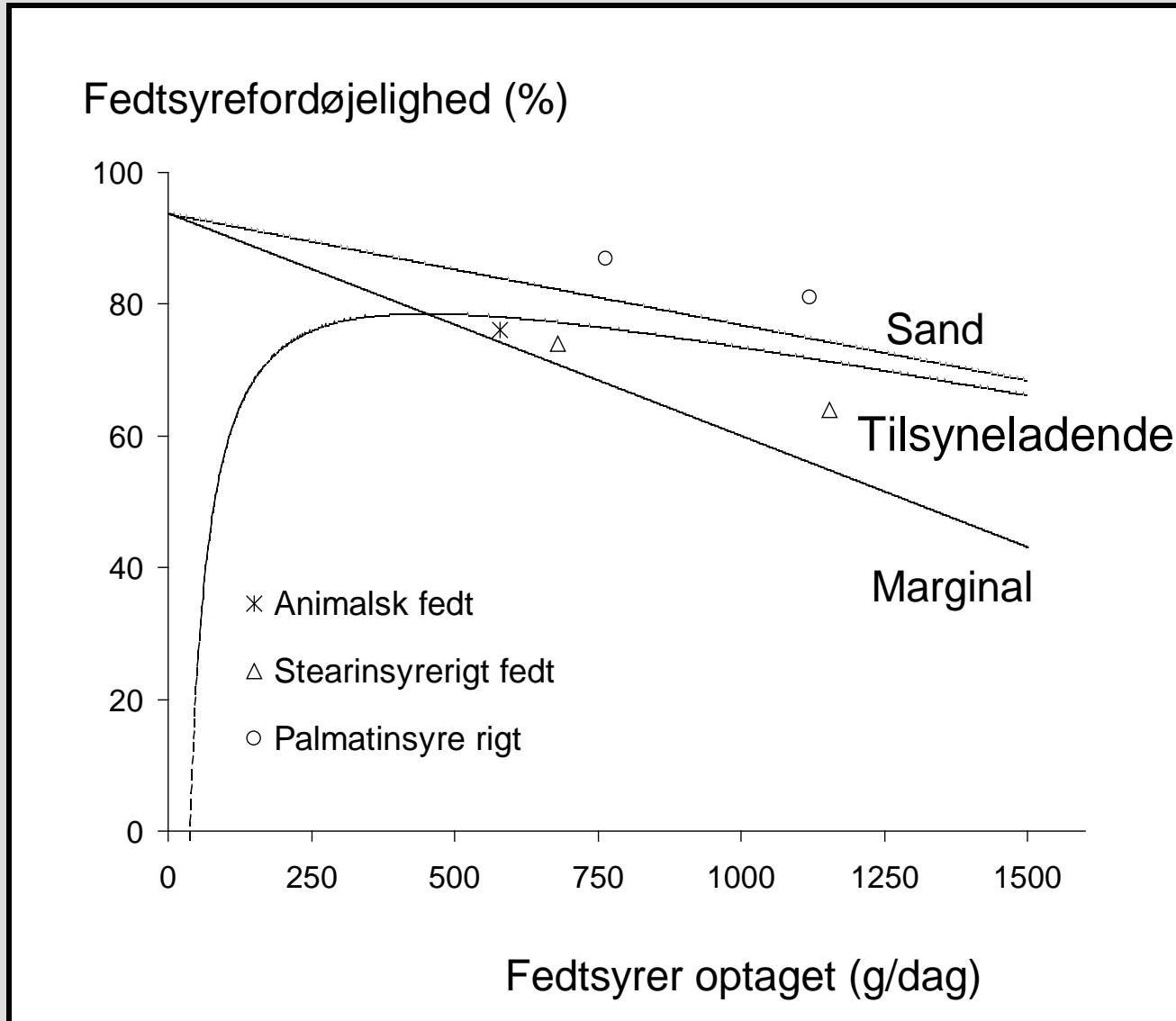




Fordøjelighed af fedtsyrer



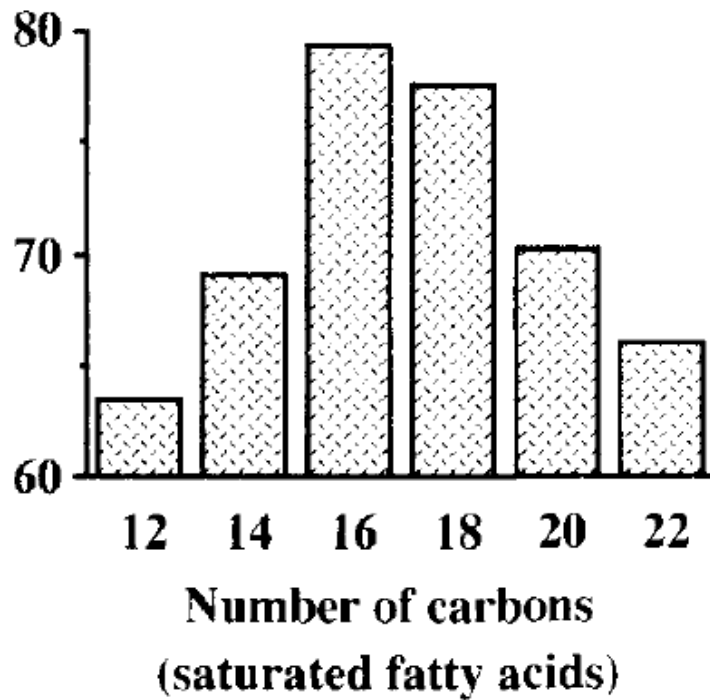
Palmitinsyre (C16:0) højere, Stearinsyre (C18:0) lavere fordøjelighed sammenlignet med animalsk fedt



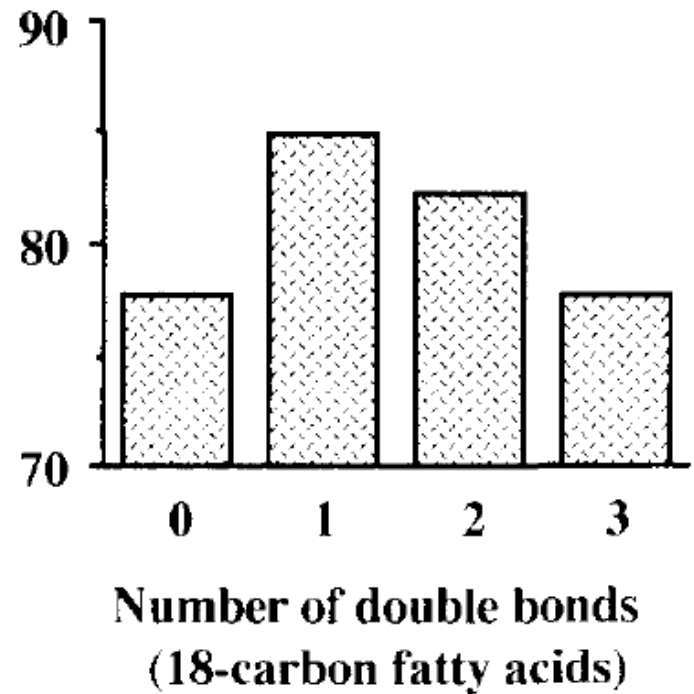
Fordøjelighed af fedtsyrer



Fatty acid digestibility (%)



Fatty acid digestibility (%)



Boermann et al. meta-analysis

Table 6. Apparent intestinal digestibility estimates of individual FA from nonfat supplemented (control) treatments in lactating dairy cattle

FA	n	Estimate	SE	Lower limit ¹	Upper limit ¹	P-value ²
16:0	16	76.7	1.88	73.0	80.4	0.24
18:0	16	81.9	4.02	74.0	89.8	—
18:1	15	82.3	1.31	79.7	84.9	0.93
18:2	16	77.3	5.90	65.7	88.8	0.52
18:3	13	79.5	1.24	77.1	81.9	0.57
Total	16	77.8	3.95	70.1	85.6	0.53

¹Lower and upper limit represent a 95% confidence interval.

²P-value associated with comparing individual FA digestibility against C18:0.

Boermann et al. konklusioner:

Små forskelle mellem individuelle fedtsyrer

Fordøjelsen er kompleks

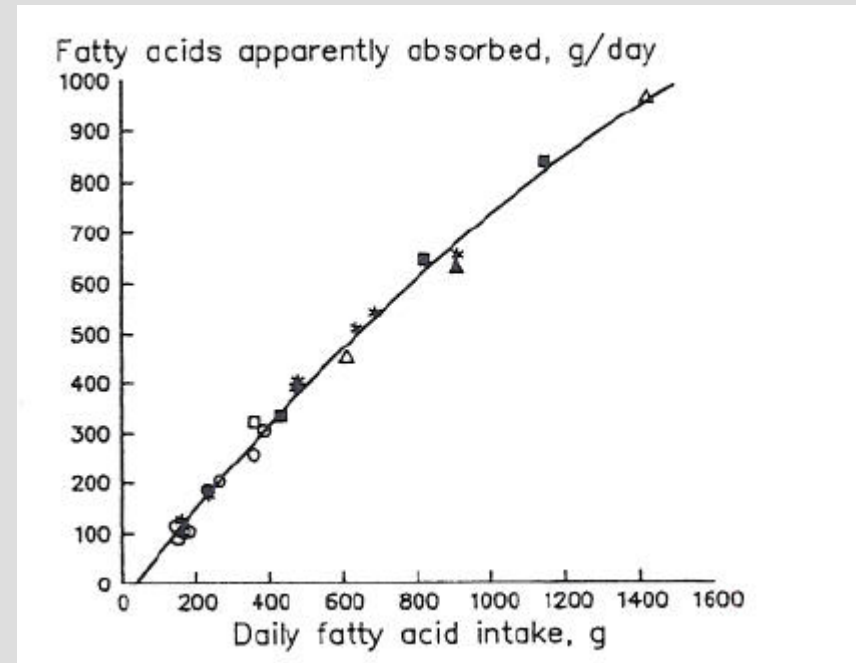
Høj duodenum C18:0 (stearinsyre) flow reducer fordøjeligheden af C18:0 og af andre fedtsyrer

Fedt i Norfor



Råfedt opdeles i fedtsyrer og glycerol/sukker

Tarmfordøjelighed afhængig af optagelse



Weisbjerg et al., 1992

Fedt fordøjelse i Norfor

Dietary CFat entering the small intestine is assumed to be in the form of fatty acids, and the equation by Weisbjerg *et al.* (1992) is used to calculate the digestion of dietary fatty acids in the small intestine, as follows:

$$\text{sid_CFat} = \left(\sum_i (\text{DMI}_i \cdot \text{CFat}_i) - \text{rd_CFat} \right) \cdot \left(\frac{93.8 - 0.0169 \cdot \left(\sum_i (\text{DMI}_i \cdot \text{CFat}_i) - \text{rd_CFat} \right)}{100} \right) \quad 7.41$$

where sid_CFat is the digestion of dietary crude fat in the small intestine, g/d; DMI_i is the dry matter intake of the $i=1 \dots n$ 'th feedstuff, kg/d; CFat_i is the crude fat content in the $i=1 \dots n$ 'th feedstuff, g/kg DM; and rd_CFat is the degradation of crude fat, Equation 7.22.

NorFor - The Nordic feed evaluation system



EAAP publication No. 130

edited by:
Harald Volden

Energivurdering i NorFor



Beregnet standard energi værdi, foderenheder og NorFor

	FE	NorFor
Forhold energi faktor ford. fedt/ford. kulhydrat	1.97	2.58
PFAD fedt	2.82 FE/kg ts	18.98 MJ NELp20/kg ts
Byg	1.11 FE/kg ts	7.23 MJ NELp20/kg ts
Forhold fedt/byg	2.54	2.63

+ 31%

+ 3%

