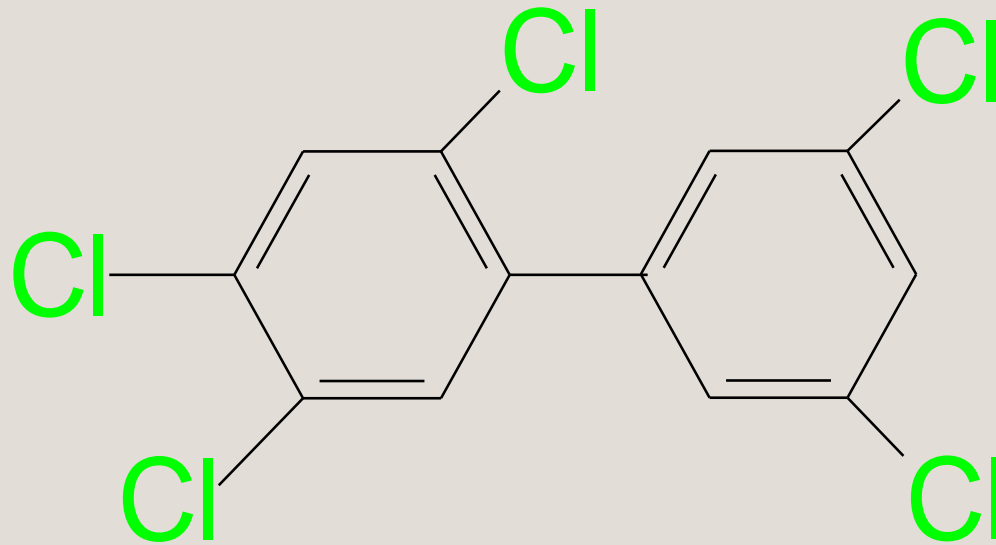


PCB'er – udgør de en grundvandsrisiko?



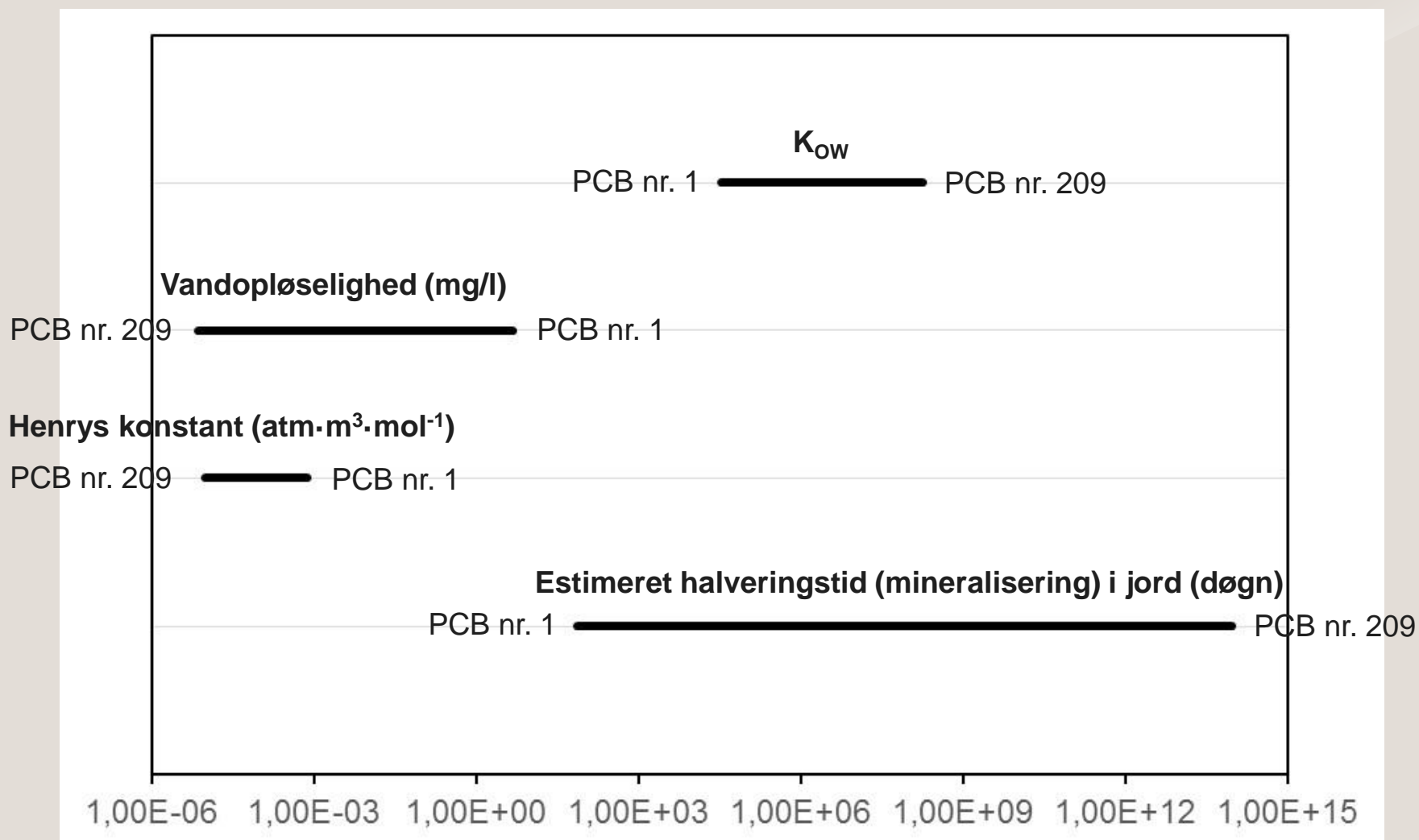
2,4,5,3',5'-pentachlorobiphenyl

Niels Peter Arildskov, COWI

Generelle fysisk/kemiske egenskaber

- > PCB'er er toksiske – jo flere chlorgrupper, jo højere toksicitet. Herudover er non-ortho-PCB'er særligt toksiske.
- > PCB'er bioakkumulerer – jo flere chlorgrupper, jo højere bioakkumulerbarhed.
- > PCB'er er flygtige – generelt giver færre chlorgrupper højere flygtighed, men begrænset forskel stofferne imellem, idet indbyrdes position af chlorgrupperne også har stor betydning.
- > PCB'er har lav mobilitet – jo flere chlorgrupper, jo lavere mobilitet.
- > PCB'er har lav vandopløselighed – jo flere chlorgrupper, jo lavere opløselighed.
- > PCB'er er vanskeligt nedbrydelige – jo flere chlorgrupper, jo langsommere nedbrydning.

Parameter-intervaller



Mobilitet - kriterier til grovklassifikation

Mobilitet	K_{oc}	K_{ow}	$\log K_{ow}$
meget høj	0-50	0-250	<2,4
Høj	50-150	250-750	2,4-2,9
Medium	150-500	750-2.500	2,9-3,4
Lav	500-2.000	2.500-10.000	3,4-4,0
Svag	2.000-5.000	10.000-25.000	4,0-4,4
Immobil	<5.000	>25.000	>4,4



- > For PCB nr. 1 (2-chlorbiphenyl) er $K_{ow} = 33.884$, dvs. $\log(K_{ow}) = 4,53$
- > For PCB nr. 209 (decachlorbiphenyl) er $K_{ow} = 1,86 \cdot 10^8$, dvs. $\log(K_{ow}) = 8,27$
- > Dvs. efter gængse klassifikationskriterier falder alle PCB'er indenfor kategorien "immobil".

Estimeret halveringstid i jord

Beregnet med EPI Suite BIOWIN applikationen

Stof	Halveringstid, primær nedbrydning (d)	Halveringstid, mineralisering (d)
PCB 1	13,5	74,2
PCB 209	2541	$7,2 \cdot 10^{13}$

- > De simpleste PCB'er nedbrydes forholdsvis hurtigt.
- > De højere PCB'er er persistente i jord og grundvand!
- > Der er dog mulighed for anaerob dechlorering.
- > Under normale forhold har det imidlertid lange udsigter for de højere PCB'er at bevæge sig så dybt ned i jordlagene, at redoxpotentialen bliver lavt nok.
- > Anderledes forholder det sig i f.eks. perkolatfaner, hvor anaerob dechlorering formentlig er en vigtig nedbrydningsvej.

Grundvandsrisiko?

- > Der findes ingen drikkevandskrav/grundvandskvalitetskriterier for PCB'er.
- > PCB'er er hydrofobe, men langt de fleste stoffer har højere opløselighed end f.eks. grænseværdien for pesticider på 0,1 µg/l.
- > Stoffernes hydrofobe karakter betyder, at de har stor tendens til at søge over i enhver organisk fase, som er mindre polær end vand.

Fasefordeling af PCB'er

JAGG-beregnet fasefordeling for PCB'er i sandmuld

Jord		Standard data		Indtastede data (angives med fed)		
<i>Kommentar</i>	<i>nej</i>	Sandmuld				
Jordtype						
Poreluftvolumen	V_L	0,1				
Vandindhold	V_V	0,35				
Samlet porøsitet	$\epsilon = V_L + V_V$	0,45				
Volumen af jordskellet	V_J	0,55				
Kornrumvægt	d	2,6			kg/l	
Volumenvægt	ρ	1,43			kg/l	
Indhold af organisk kulstof	f_{oc}	2			%	
Stoffer		Stof 1	Stof 2	Stof 3	Stof 4	
<i>Kommentar</i>	<i>nej</i>	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 180	
Forureningskomponent						
Målepunkt	MP					
Dato	dato					
Molmasse	m	258	292	326	395	g/mol
Damptryk	p	0,026	0,009	0,003	1,3E-04	Pa
Vandopløselighed	S	0,27	0,046	0,015	0,004	mg/l
log oktanol/vand ford. koef.	$\log K_{OW}$	5,62	6,09	6,8	8,27	
K_{OC}	K_{OC}	47.700	78.100	127.900	349.700	
Målt konc. i jorden	C_t	1	1	1	1	mg/kg TS
Beregnet poreluftskonc.	C_L	0,0105	0,0152	0,0112	7,7E-04	mg/m ³
Beregnet vandskonc.	C_V	0,00105	6,4E-04	3,9E-04	1,4E-04	mg/l

Fasefordeling af PCB'er

JAGG-beregnet fasefordeling for de 7 normalt analyserede PCB'er i sandmuld

Stof	Jordkoncentration (mg/kg TS)	Vandkoncentration ($\mu\text{g/l}$)	Poreluftkoncentration ($\mu\text{g/m}^3$)
PCB 28	1	1,05	11
PCB 52	1	0,64	15
PCB 101	1	0,39	11
PCB 118	1	0,39	4,6
PCB 138	1	0,23	12
PCB 153	1	0,24	18
PCB 180	1	0,14	0,77

Grundvandsrisiko?

Beregningstypen

Areal af det forurenede område
Bredde af det forurenede område

A m Filterlængde l m
B m

Nettonedbør
Kommune/Egn

Standard data **Indtastede data (angives med fed)**
N mm/år

Det først betydende magasin

Kommentar

nej Standard data **Indtastede data (angives med fed)**

Aguifer

Effektiv porøsitet

e_{eff}

Porøsitet, vandmættet

e_W

Bulkmassefylde

(ρ)_b kg/l

% organisk indhold

f_{oc}

Tykkelse af GV-magasin

dm_{max} m

Hydraulisk gradient

i m/m

Hydraulisk ledningsevne

k m/s

Kommentar

nej

Forureningskomponent

Stof 1	Stof 2	Stof 3	Stof 4
PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 180

Kildestyrken anvendt i beregning

mg/l

Beregnet værdi anvendt

Værdien fra vertikaltransport anvendt

Testværdi anvendt

Grundvandskvalitetskriterie

mg/l

Grundvandskoncentration: **Trin 1**

mg/l

Overskridelse af kriteriet **Trin 1**

Grundvandskoncentration: **Trin 2**

mg/l

Overskridelse af kriteriet **Trin 2**

Trin 3 inklusive sorption og nedbrydning

Nedbrydningsforhold:

Aerobe forhold

1. ordens nedbrydningskonst. aerob
1. ordens nedbrydningskonst. anaerob
log k_{ow}

<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	days ⁻¹
<input type="text" value="5,62"/>	<input type="text" value="6,09"/>	<input type="text" value="6,80"/>	<input type="text" value="8,27"/>		days ⁻¹

Retardationskoefficient

Forureningsflux vertikal (Trin 1a)

g/år

(GV-konc. med kun nedbryd.: Trin 3)

mg/l

GV-konc. med sorpt. og nedbryd: **Trin 3**

mg/l

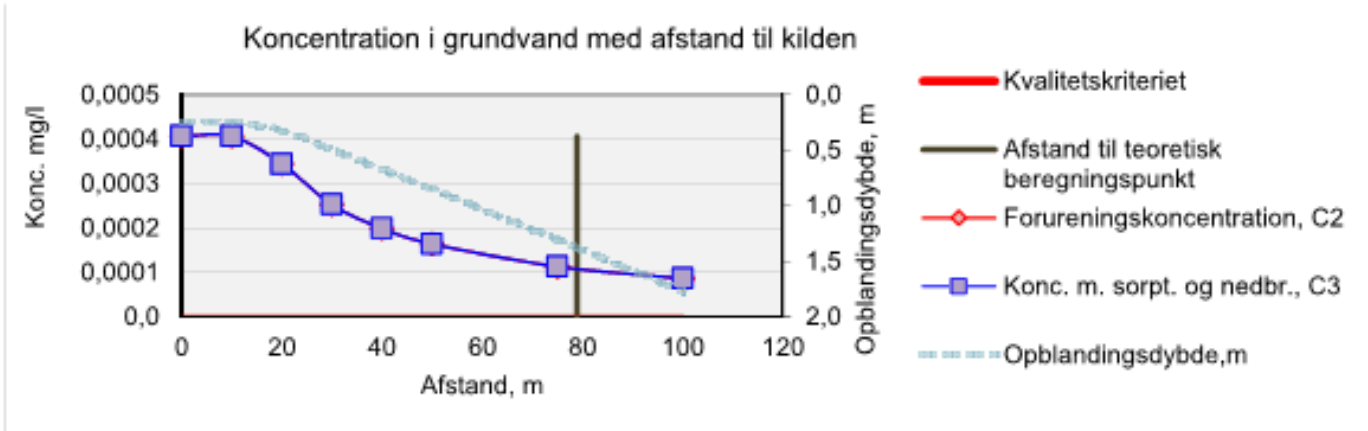
Overskridelse af kriteriet **Trin 3**

Anvendt brugerdata

Grundvandsrisiko?

Note

Koncentrationsudvikling: PCB 28

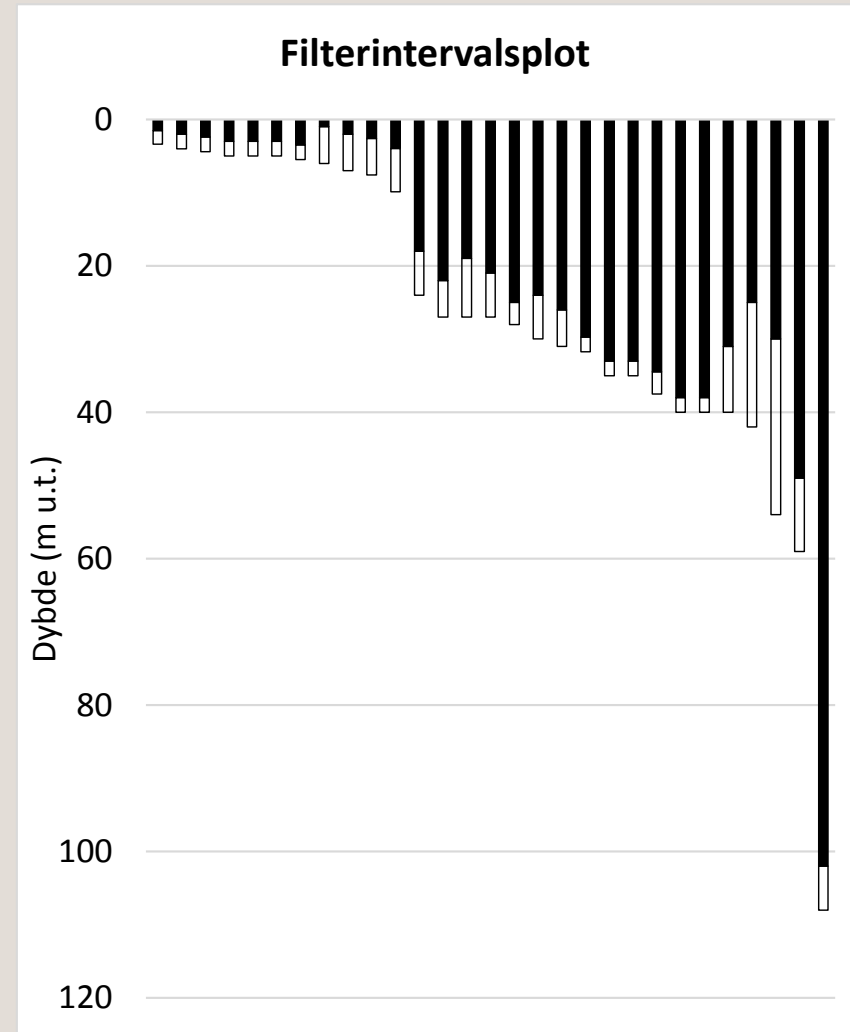


Grundvandsrisiko?

- > Det betyder, at PCB'er i udpræget grad sorberer.
- > Den mest mobile PCB af de 7 normalt analyserede (nr. 28) har i sediment med en bulkdensitet på 1,7 kg/l, en effektiv porøsitet på 0,2 og et indhold af organisk kulstof på 0,01 % en teoretisk retardationsfaktor på 39.
- > Det betyder, at PCB 28 forsinkes 39 gange i forhold til vandstrømmen.
- > Under tilsvarende forhold vil PCB 153 forsinkes 6.270 gange i forhold til vandstrømmen.
- > Under tilsvarende forhold vil PCB 180 forsinkes 21.800 gange i forhold til vandstrømmen.

Analyser og fund i det danske grundvand

- > PCB-analyser er udført på 30 boringsindtag.
- > I alt 391 analyser for enkeltstoffer.
- > Heraf er 357 analyser for et af "de 7 PCB'er" (nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180).
- > Desuden enkelte analyser for PCB nr. 31, 105 og 156.
- > Samtlige analyseresultater er under detektionsgrænsen (enten $<0,01$ eller $<0,001 \mu\text{g/l}$)!



Fasefordeling af PCB'er

JAGG-beregnet fasefordeling for de 7 normalt analyserede PCB'er i sandmuld

Stof	Jordkoncentration (mg/kg TS)	Vandkoncentration ($\mu\text{g/l}$)	Poreluftkoncentration ($\mu\text{g/m}^3$)
PCB 28	1	1,05	11
PCB 52	1	0,64	15
PCB 101	1	0,39	11
PCB 118	1	0,39	4,6
PCB 138	1	0,23	12
PCB 153	1	0,24	18
PCB 180	1	0,14	0,77

Indeklimarisiko?

PCP28:

- > Poreluftkonc. $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- > $5 * \text{PCB7} = 55 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- > Tommelfingerregel: $100 * \text{reduktion over betongulv}$
- > Bidrag til indeklima $550 \text{ ng}/\text{m}^3$

PCB i indeklimaet, Sundhedsstyrelsens anbefalede aktionsværdier

Forureningsgrad (beregnet som 5 x PCB7)	Anbefalet handling
Over 3.000 ng PCB/m ³ i indeklimaet	<p>Det vurderes, at ophold i længere tid kan være forbundet med en betydende helbredsrisiko, og det må i de fleste sammenhænge betragtes som en nærliggende sundhedsfare.</p> <p>Det anbefales, at der gribes ind med kildefjernelse og/eller forsegling uden unødigt forsinkelse, også i bygninger, som kun anvendes dele af døgnet. Midlertidige afværgeforanstaltninger bør umiddelbart iværksættes. Disse vil sædvanligvis omfatte optimering af ventilation, temperaturregulering og intensiveret rengøring, afpasset efter det aktuelle rengøringsniveau og bygningens brug.</p>
300 – 3.000 ng PCB/m ³ luft	<p>Det må antages, at ophold i længere tid kan medvirke til sundhedsskader. Det anbefales, at der umiddelbart iværksættes midlertidige afværgeforanstaltninger. De midlertidige foranstaltninger vil kun ved lette forureninger kunne forventes at nedbringe niveauet til under 300 ng/m³, hvorfor kildefjernelse og/eller indkapsling ofte vil være påkrævet.</p> <p>I prioriteringen af indsatsen bør følgende indgå:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bygninger, som bruges af børn og yngre, prioriteres. • Bygningernes anvendelsesgrad og grad af forurening med PCB i intervallet 300-3000 ng/m³ kan indgå. Bygninger, som kun anvendes en del af døgnet, bidrager kun til den enkeltes PCB-belastning svarende til opholdstiden. • Bygninger, som anvendes af mange forskellige personer, men i de fleste tilfælde i kort tid for hver enkelt person (f.eks. gangareal og faglokaler i en skole), giver lavere belastning for den enkelte.
Under 300 ng PCB/m ³ i indeklimaet	Der er PCB i bygningen, men udsættelsen vurderes ikke at medføre en betydende forøget helbredsrisiko.

Forureningsgrad	Vurdering	Anbefalet handling
> 3000 ng/m ³	Ved ophold i længere tid, betydende helbredsrisiko	Kildefjernelse og/eller forsegling Midlertidig ventilation, rengøring m.v.
300-3000 ng/m ³	Ved ophold i længere tid, sundhedsfare	Midlertidige foranstaltninger
< 300 ng/m ³	Ikke betydende helbredsrisiko	Ingen

<https://pcb-guiden.dk/vurdering-indeklima-pcb-kommuner>

Opsummering

- > PCB'er er hydrofobe, og langt størstedelen vil findes i den faste fase, f.eks. sedimentfasen i jord- og grundvandsmiljøer.
- > PCB'er udgør ikke den store grundvandsrisiko, fordi stofferne har meget lav mobilitet og bevæger sig meget langsomt igennem jordlagene.
- > PCB'er er vanskeligt nedbrydelige, og de højere chlorerede PCB'er er persistente i jorden.
- > Grundvandsanalyserne i Jupiter er begrænset til 391, alle under detektionsgrænsen.
- > PCB'er kan udgøre en risiko for indeklimaet

