



Region Sjælland

Tujavej 11 i Køge

VENTILATIONSTEST

Region Sjælland
Tujavej 11 i Køge

VENTILATIONSTEST

Rekvirent	Region Sjælland
Rådgiver	Orbicon A/S Ringstedvej 20 4000 Roskilde
Projektnummer	3641200075
Projektleder	Mads Møller
Udarbejdet af	Lars Baltzer Overgaard/Mads Møller
Kvalitetssikring	Kresten Andersen
Revisionsnr.	1
Godkendt af	Ole Frimodt Pedersen
Udgivet	22-08-2013

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. INDLEDNING OG BAGGRUND.....	4
2. INDEKLIMAMÅLINGER TUJAVEJ 11.....	6
3. UDFØRTE VENTILATIONSDRÆN OG MÅLEPUNKTER, TUJAVEJ 11.....	7
4. UDFØRTE TESTS, TUJAVEJ 11.....	13
5. RESULTATER.....	14
6. KONKLUSION OG ANBEFALINGER.....	18
6.1. Konklusion	18
6.2. Anbefalinger.....	18

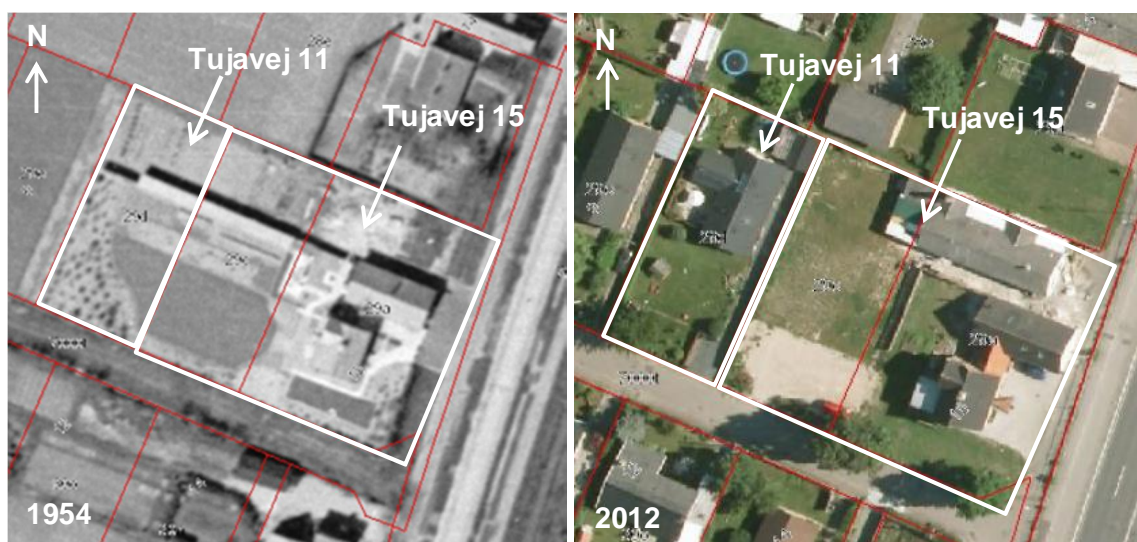
BILAGSFORTEGNELSE

1:	Situationsplan med ventilationsdræn og målepunkter
2:	Feltdata, manuelle målinger
3:	Feltdata, logning af tryk og temperatur
4:	Analyserapport, kulrørsprøver, test 1-6

1. INDLEDNING OG BAGGRUND

Region Sjælland har udført en række forureningsundersøgelser i området ved Tujavej 15 i Køge. Der er ved disse undersøgelser påvist en kraftig forurening med chlorerede opløsningsmidler i jord, jordluft og øvre grundvand på ejendommen Tujavej 15.

Der har i perioden 1960-86 været metalstøberi på ejendommen Tujavej 15, hvor der har været anvendt det chlorerede opløsningsmiddel trichlorethylen til affedtning af metalemner. Nedenstående foto fra 1954 viser, at aktiviteterne på daværende tidspunkt dækkede ind over adressen Tujavej 11. Som det kan ses af fotoet fra 1954 var en del af lagerbygningen placeret på Tujavej 11.



Figur 1: Foto fra 1954 og 2012 med placering af bygninger på Tujavej 11 og Tujavej 15 i Køge

Forureningen er ved undersøgelser i 2012 konstateret også at inddrage flere af nabo-ejendommene her i blandt Tujavej 11. For at undersøge om forureningen udgør et problem i forhold til arealanvendelsen i form af jordkontakt og en uacceptabel påvirkning af indeluften i boligen Tujavej 11, er der i perioden fra januar til maj måned i 2013 udtaget overfladeprøver og etableret filtersatte boringer med udtagning af jord- og vandprøver samt udført en indeklimateundersøgelse i ejendommen Tujavej 11.

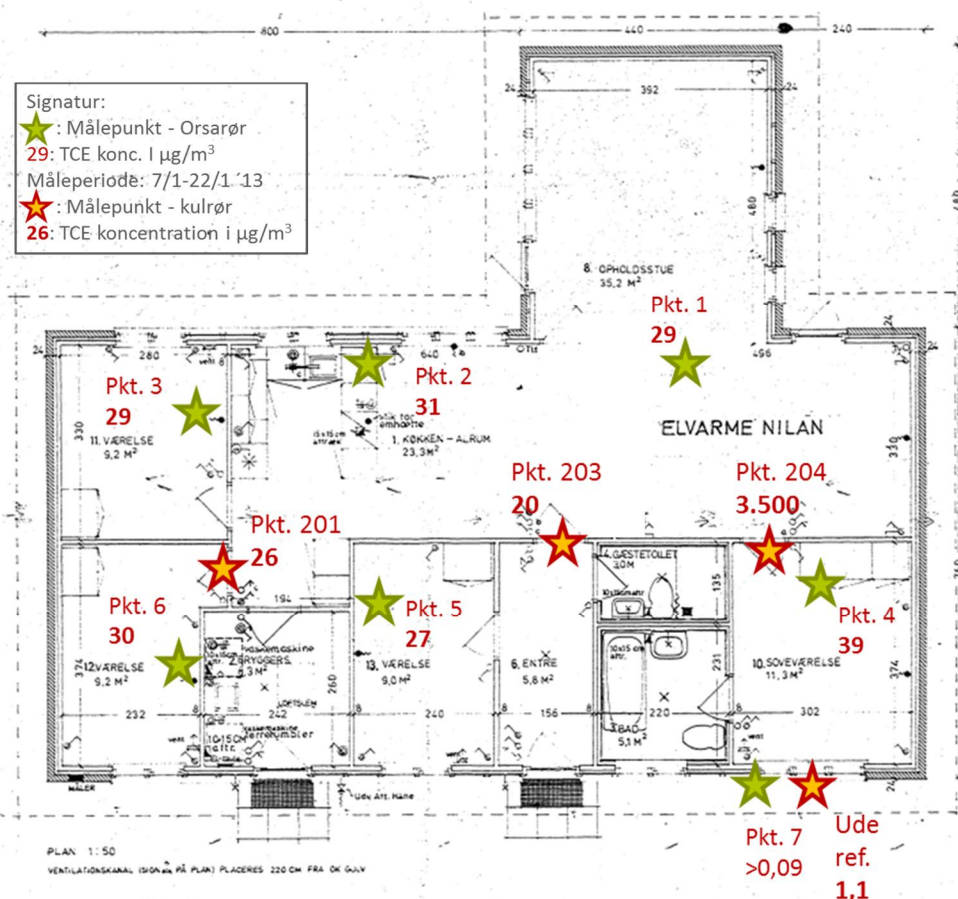
Det er ved undersøgelserne påvist en kraftig jord- og grundvandsforurening på Tujavej 11. Forureningen vurderes ikke at udgøre en risiko i forhold til jordkontakt men vurderes at udgøre et problem i forhold til en uacceptabel påvirkning af indeluften i boligen Tujavej 11 (resultaterne af indeklimateundersøgelsen er vist i afsnit 2).

Nærværende notat omhandler udførelsen af en ventilationstest under beboelsen på Tujavej 11. Ventilationstesten skal afklare, om det er muligt at sikre indeklimaet i boligen ved at etablere en ventilationsløsning under gulv, der afskærer forureningen under boligen fra at trænge op i boligen.

Vurderes det muligt at sikre indeklimaet i boligen ved en ventilationsløsning, gives der med baggrund i resultaterne anbefalinger til dimensionering af en ventilationsløsning mht. antal af ventilationsdræn samt pumpeydelse og pumpetryk for valg af ventilationspumpe.

2. INDEKLIMAMÅLINGER TUJAVEJ 11

Placeringen af tidligere poreluftmålinger under gulv samt indeluftmålinger og referencemålinger af udeluften fremgår af Figur 2. På figuren er angivet koncentrationen af trichlorethylen (TCE) i de enkelte målepunkter, da det er den dominerende forureningskomponent.



Figur 2: Placering af indeklimatestninger, poreluftmålinger under gulv og udeluftreferencemålinger (ORSA rør og kulrør) på Tujavej 11 i Køge.

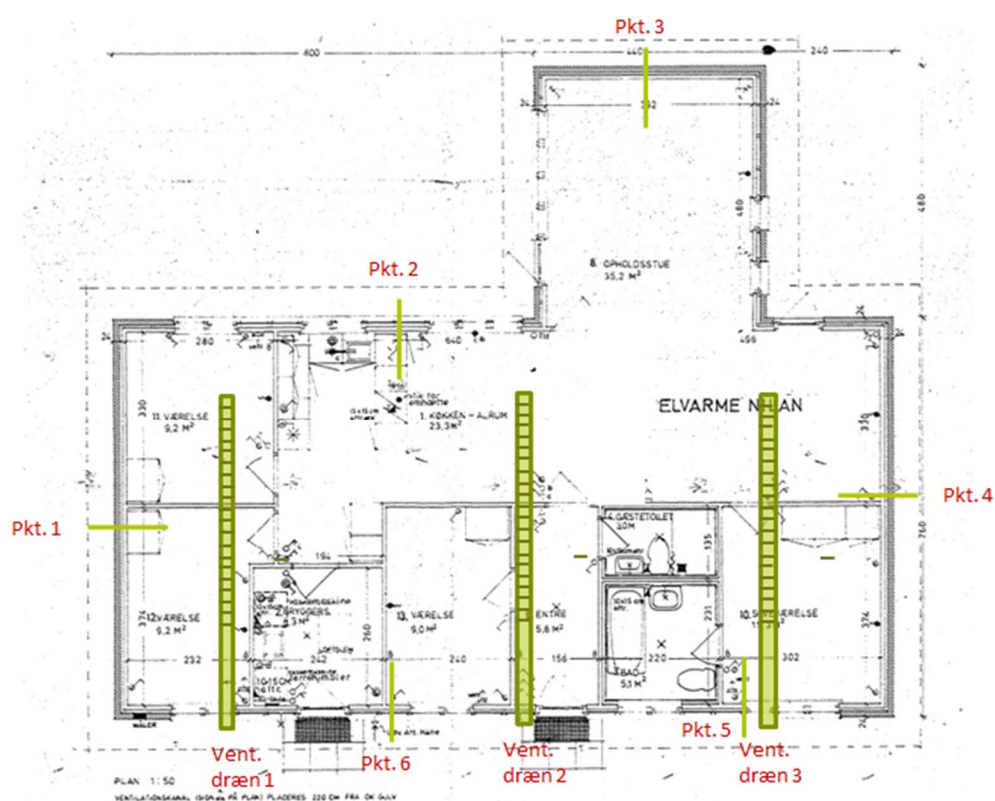
Ejendommen Tujavej 11 anvendes til bolig.

Der er ved de udførte indeklimatestninger i ejendommen Tujavej 11 i januar måned 2013 påvist indhold af chlorerede opløsningsmidler i form af TCE i indeluften, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterier på $1 \mu\text{g TCE}/\text{m}^3$ for følsom arealanvendelse (som gælder for bolig).

Den påviste jordforurening med chlorerede opløsningsmidler i området vurderes med baggrund heri, at udgøre en risiko for uacceptabel påvirkning af indeklimaet i ejendommen Tujavej 11 i Køge.

3. UDFØRTE VENTILATIONSDRÆN OG MÅLEPUNKTER, TUJAVEJ 11

Der er den 10. og 11. juli 2013 etableret 3 testboringer, der efterfølgende direkte kan anvendes ved etablering af et eventuelt ventilationsanlæg. Der er endvidere etableret 6 målepunkter gennem fundament. En skitse med placering af ventilationsdræn og målepunkter fremgår af figur 3.



Figur 3: Placering af 3 ventilationsdræn og 6 målepunkter på Tujavej 11 i Køge.

De 3 horisontale ventilationsdræn er udført fra bygningens østside.

I figur 4 er angivet informationer fra tegninger på byggesag vedrørende fundament og gulvopbygning på Tujavej 11.

folie. Under plastfolien er truffet et ca. 200 mm kapillarbrydende lag bestående af, sten/ral Ø 3-8 cm, der er udlagt på lerjord. Der er altså konstateret et meget højpermeabelt sten/ral lag under isolering og plastfolie.



Figur 5: Ventilationsdræn 3 er klar til at blive udført, umiddelbart efter skæring af hul i fundament.

På figur 5 er der skåret hul gennem fundamentet, til ventilationsdræn 3, med et Ø 168 mm diamant kernebor, hvorefter forerøret er lagt i hullet. Det bemærkes i øvrigt, at boremudder er sprøjtet op på den vandskurede ydermur. Dette er efterfølgende vasket af med vand.

Umiddelbart efter gennemboring af fundamentet, er der manuelt fjernet noget af det kapillarbrydende lag umiddelbart bag fundamentet. Det kapillarbrydende lag af sten/ral ses på figur 5 til højre for forerøret.

Det viste sig ved denne gennemboring, at hullet skulle hæves ca. 10 cm for at ramme direkte ind i det kapillarbrydende lag.

På baggrund af højt modtryk under borearbejdet, blev det efter aftale med grundejer og nabo besluttet midlertidigt at nedtage 3 sektioner af skelhegnet mellem Tujavej 11 og 15. Herved var det muligt at trykke hårdere med boreværket, under udførelse af snegleboringerne. Hegnet er efterfølgende retableret igen.



Figur 6: Klargøring af borearbejde indefra naboejendommen, Tujavej 15.



Figur 7: Snegleboring med forerør.

De 3 horisontale borer er alle udført med Ø150 mm snegl og forerør. Boringerne er udbygget med Ø63 mm PE filterrør, og er filtersat i intervallet 1,5-6,0 meter bag fundament, som vist på figur 3.

Under tilbagetrækningen af forerøret er der samtidigt indblæst groft sand mellem filter og forerør, for at sikre mod efterfølgende sætningsskader på gulvopbygningen.



Figur 8: Afslutning af ventilationsdræn 2. Til højre ses indgangspartiet til huset.

Efterfølgende er der støbt tæt omkring blindrøret ved fundament. Ventilationsdræne er afsluttet med en 2" camlock kobling. På figur 8 er afslutningen forsynet med en 2" camlock prop, for at undgå indtrængning af sten og grus i ventilationsdrænet.

Afslutningsvist er der udført 6 manuelle målepunkter, langs alle husets facader. Målepunkterne består af 1 meter stykker ½" vandør, der alle er ført ind i det kapillarbrydende lag bestående af sten og ral.



Figur 9: Afslutning af målepunkt 6.

Målepunkterne er tætnet med blød fugemasse ved gennemføringen i fundament. På billedet ses den midlertidige afslutning af målepunkt 6.

4. UDFØRTE TESTS, TUJAVEJ 11

Der er den 16. juli 2013 udført 6 ventilationstests på ejendommen, som er beskrevet i det følgende.

Test 1:

Den første test er udført på ventilationsdræn 3, ved en ydelse på ca. 29 m³/h i ca. 60 minutter. I hvert af de 3 ventilationsdræn er placeret en elektronisk logger, der hvert 3. sekund måler tryk og temperatur.

Der er ca. hvert 5. minut udført aflæsning af PID, CO₂ og O₂ i afkastluften. Ligesom der ca. hvert 5. minut er udført manuelle differenstrymålinger i de 6 målepunkter. Ved start og slut af testen er der udtaget kulrørssprøver til analyse for chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter.

På grund af det relativt lave differenstryk ved stort flow, samt hurtigt respons i alle 6 målepunkter, er testtiden i de følgende 5 tests sat ned til ca. 30 minutter.

Test 2 og 3:

Test 2 og 3 er udført på dræn 3, ved en ydelse på hhv. ca. 15 og 6 m³/h i ca. 30 minutter.

Der er ca. hvert 5. minut udført aflæsning af PID, CO₂ og O₂ i afkastluften. Ligesom der ca. hvert 5. minut er udført manuelle differenstrymålinger i de 6 målepunkter. Ved slut af testene er der udtaget kulrørssprøver til analyse for chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter.

Test 4 og 5:

Test 4 og 5 er udført på dræn 2, ved en ydelse på hhv. ca. 20 og 10 m³/h i ca. 30 minutter.

Der er ca. hvert 5. minut udført aflæsning af PID, CO₂ og O₂ i afkastluften. Ligesom der ca. hvert 5. minut er udført manuelle differenstrymålinger i de 6 målepunkter. Ved slut af testene er der udtaget kulrørssprøver til analyse for chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter.

Test 6:

Test 6 er udført på dræn 1, ved en ydelse på ca. 21 m³/h i ca. 30 minutter.

Der er ca. hvert 5. minut udført aflæsning af PID, CO₂ og O₂ i afkastluften. Ligesom der ca. hvert 5. minut er udført manuelle differenstrymålinger i de 6 målepunkter. Ved slut af testene er der udtaget kulrørssprøver til analyse for chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter.

5. RESULTATER

Af tabel 1 fremgår undertryk under stationære forhold ved de forskellige pumpeydelse i de tre ventilationsdræn (test 1-6). Samtlige feltdata fremgår af bilag 2 og 3.

Tabel 1a: Målt flow (m³/h) og undertryk (Pa) i ventilationsdrænen ved test 1-3 med pumpning i dræn 3.

Flow	Ventilationsdræn Dræn 3	Observationsdræn Dræn 1	Observationsdræn Dræn 2
6	20	0	0
15	20	0	0
29	49	0	0

Tabel 1b: Målt flow (m³/h) og undertryk (Pa) i ventilationsdrænen ved test 4-5 med pumpning i dræn 2.

Flow	Ventilationsdræn Dræn 2	Observationsdræn Dræn 1	Observationsdræn Dræn 3
20	69	0	0
10	29	0	0

Tabel 1c: Målt flow (m³/h) og undertryk (Pa) i ventilationsdrænen ved test 6 med pumpning i dræn 1.

Flow	Ventilationsdræn Dræn 1	Observationsdræn Dræn 2	Observationsdræn Dræn 3
21	29	0	0

Tabel 2: Målt PID (ppm), CO₂ (ppm) og O₂ (vol. %) samt manuelt målt differenstryk ved start og slut i de 6 målepunkter ved test 1-6.

Pumpe- dræn	Test	Flow (m ³ /t)	Start/slut	PID (ppm)	CO ₂ (ppm)	O ₂ (vol. %)	Diff. tryk i de 6 målepunkter (Pa)
Dræn 3	1	29	Start	9	400	20,9	3 - 10
			Slut	40	600	20,9	3 - 4
	2	15	Start	14	400	20,9	1 - 4
			Slut	29	600	20,9	1 - 4
	3	6	Start	25	400	20,9	1 - 2
			Slut	30	600	20,9	1 - 2
Dræn 2	4	20	Start	29	400	20,9	2 - 5
			Slut	36	600	20,9	2 - 6
	5	10	Start	27	400	20,9	1 - 2
			Slut	31	600	20,9	2 - 4
Dræn 1	6	21	Start	28	400	20,9	1 - 7
			Slut	31	600	20,9	1 - 6

Ved testene, hvor der pumpes i ventilationsdræn 3, kan det konstateres, at der ved de givne pumpeydelse på 6, 15 og 29 m³/h etableres et undertryk på hhv. 20, 20 og 49 Pa i dræn 3.

Når der pumpes i ventilationsdræn 2, kan der ved 10 og 20 m³/h etableres et undertryk på hhv. 29 og 69 Pa i drænet. Og endelig når der pumpes i dræn 1 kan der ved 29 m³/h etableres et undertryk på 29 Pa i dræn 2.

Der ses ikke målbare undertryk, i de 2 observationsdræn ved de 6 udførte pumpe-tests. Detektionsgrænsen ved de anvendte trykmålere er 0,1 cmH₂O, svarende til ca. 10 Pa. Til gengæld ses der hurtigt (< 1-5 min) målbare undertryk ved de manuelle differenstrykmålinger i alle de 6 målepunkter, da vi her har anvendt et måleinstrument med en lavere detektionsgrænse. Ved afslutningen af testene 1-3 i ventilationsdræn 3, ved et flow på 6 m³/h måles således et undertryk på 1-2 Pa i alle målepunkterne, mens der ved et flow på 15 m³/h måles et undertryk på 1-4 Pa. Endeligt måles der ved et flow på 29 m³/h et undertryk på 3-4 Pa.

De meget lave undertryk, selv ved relativt høje luftflow, vurderes at skyldes det højpermeable lag, der er konstateret som kapillarbrydende lag under isolering og dampspærre.

Effektradius er traditionelt defineret som værende den afstand fra ventilationsdrænet, hvor der kan måles et undertryk på 1 mBar, svarende til 100 Pa. På grund af det meget lave modtryk i det kapillarbrydende lag er det ikke muligt, ved de udførte test, at fastlægge effektradius efter denne definition.

De målte ensartede undertryk ved de differenstrykmålinger i målepunkterne vurderes dog at indikere at der ved pumpe-testene er en homogen udbredelse trykpåvirkning i hele det kapillarbrydende lag. Det vurderes endvidere, at en ventilation fra de 3 udførte ventilationsdræn er tilstrækkelig til at sikre en ventilation under hele ejendommen, og at der ikke behøves at blive etableret supplerende dræn i forbindelse med etableringen af ventilationsanlægget.

Den horisontale permeabilitet (K_h) kan ved hjælp af sænkings- og stigningskurvens dekadehældning (A) beregnes ved hjælp af følgende formel:

$$K_h = Q \times \mu_{\text{luft}} / 4 \times A \times \pi \times d$$

Da dekadehældningen går mod nul (ringe undertryk), går den horisontale permeabilitet mod uendelig, og dermed uden for modellens rammer. Det vurderes, at permeabiliteten er $> 10^4$ darcy, der svarer til groft sand.

Afkastluften er løbende målt for indhold af O₂, CO₂ og PID. I tabel 2 er værdierne angivet ved start og slut ved hver enkelt test, endvidere er de manuelle målinger af differensstrykket ved målepunkterne angivet i tabellen. Ved slut er værdierne stabile, dog viser PID generelt en svagt stigende tendens gennem hele testen - ved alle test. De samlede data i forbindelse med udførelsen af testene er vedlagt i bilag 2.

Ved alle tests ses et stabilt indhold af O₂ på 20,9 %, hvilket er baggrundsværdien i atmosfæren og i velventileret poreluft.

Ved alle testene ses som udgangspunkt et indhold af CO₂ på 400 ppm (0,04 %) hvilket svarer til baggrundsniveauet i atmosfæren (år 2013). Ved alle testene stiger dette indhold til 600 ppm, svarende til at der oppumpes svagt reduceret poreluft.

Der er ikke påvist indhold af methan, som er indikator for anaerob biologisk aktivitet, hvilket stemmer godt overens med, at der ikke konstateres nævneværdige indhold af nedbrydningsprodukter fra chlorerede opløsningsmidler i de udtagne luftprøver (beskrives senere).

Ved test 1, hvor der pumpes ved det højeste flow på 29 m³/t, er der målt det højeste PID-udslag på 40 ppm. Efter mere end en times test ses der fortsat svagt stigende PID udslag, hvilket indikerer, at der efter en times pumpning stadig mobiliseres forurenet poreluft fra det underliggende lerlag under boligen.

Tabel 3: Målt indhold af chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter i afkast ved test 1-6.

Test	Flow (m ³ /t)	PCE (µg/m ³)	TCE (µg/m ³)	cis-1,2-DCE (µg/m ³)	Vinylchlorid (µg/m ³)
Test 1-1	29	1,1	190	<2,0	<1,0
Test 1-2	29	1,2	330	3,4	<1,0
Test 2	15	<1,0	140	<2,0	<1,0
Test 3	6	<1,0	100	<2,0	<1,0
Test 4	20	1,9	580	7,7	<1,0
Test 5	10	1,7	440	5,4	<1,0
Test 6	21	2,7	550	5,1	<1,0
Afdampningskriterium		6	1	400	0,04

I tabel 3 fremgår de målte indhold af chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter i afkastluften ved test 1-6. Test 1-1 og 1-2 er udtaget ved hhv. start og slut af test 1, mens de øvrige prøver er udtaget ved afslutningen af de øvrige tests. Analyserapporten fremgår af bilag 4.

De påviste indhold af TCE overskrider klart afdampningskriteriet, hvilket stemmer godt overens med tidligere poreluftundersøgelser, hvor der er konstateret et indhold af TCE på op til $3.500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i målingerne under gulv.

Test 1 er udført på dræn 3 ved et flow på ca. $29 \text{ m}^3/\text{time}$. Ved Test 1-1 måles der efter 20-30 minutters test et indhold af TCE på $190 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens der ved Test 1-2, efter 60-70 minutters test, måles et indhold af TCE på $330 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der mobiliseres tilsyneladende en stigende mængde forurening (TCE) gennem testen.

Test 2 og 3 er ligeledes udført på dræn 3, men ved lavere flow. Ved test 2 og 3 ses der tilsvarende lavere mobilisering af TCE.

Test 4 og 5 er udført ved flow på 20 og $10 \text{ m}^3/\text{t}$, og her konstateres et indhold af TCE på hhv. 580 og $440 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Det kan ikke umiddelbart forklares hvorfor dræn 1 og 2 giver højere indhold af TCE i forhold til dræn 3, der på forhånd var vurderet som placeret nærmest det værst forurenede område (kildeområde/hotspot).

Der ses generelt et lavt indhold af nedbrydningsprodukter ved alle testene. Der er maksimalt konstateret indhold af cis-1,2-dichlorethylen på $7,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens der ikke er konstateret indhold af vinylchlorid ved testene.

6. KONKLUSION OG ANBEFALINGER

6.1. Konklusion

Det vurderes med baggrund i de gennemførte ventilationstests at en ventilering i det kapillarbrydende lag bestående af sten og ral under gulvet i boligen Tujavej 11, kan foretage en sikring af indeklimaet i boligen, ved at foretage en afskæring af den forurening, der trænger op fra den underliggende jordforurening.

6.2. Anbefalinger

I det følgende er der med baggrund i de gennemførte test givet anbefalinger til en dimensionering af et permanent ventilationsanlæg, der skal sikre indeklimaet i boligen Tujavej 11.

Ventilationsdræn:

Det vurderes, at ventilationsanlægget kan etableres alene ved anvendelse af de 3 allerede udførte ventilationsdræn.

Pumpevalg:

Det anbefales at anvende en støjsvag in-line blæser som type Lindab CPU-100 med trinløs regulering (levere 100 m³/t ved -2,5 mbar), der via manifold tilsluttes alle 3 ventilationsdræn på samme tid. Pumpen anbefales valgt så den kan yde op til 50 m³/time. Det vurderes tilstrækkeligt med et flow på 30-50 m³/time, og der således kan pumpes med en ydelse på ca. 10-15 m³/time fra hvert af de tre ventilationsdræn.

Kulvalg:

Afkastluften består i alle testene af mere end 98 % TCE, der derfor er dimensionerende faktor mht. kulforbrug. Effektiviteten af kullene er ca. 10 w/w % overfor TCE.

Ved et gennemsnitligt indhold af TCE på 500 µg/m³, og et flow på 30 m³/time, vil der skulle opsamles i størrelsesordenen 131 g TCE om året.

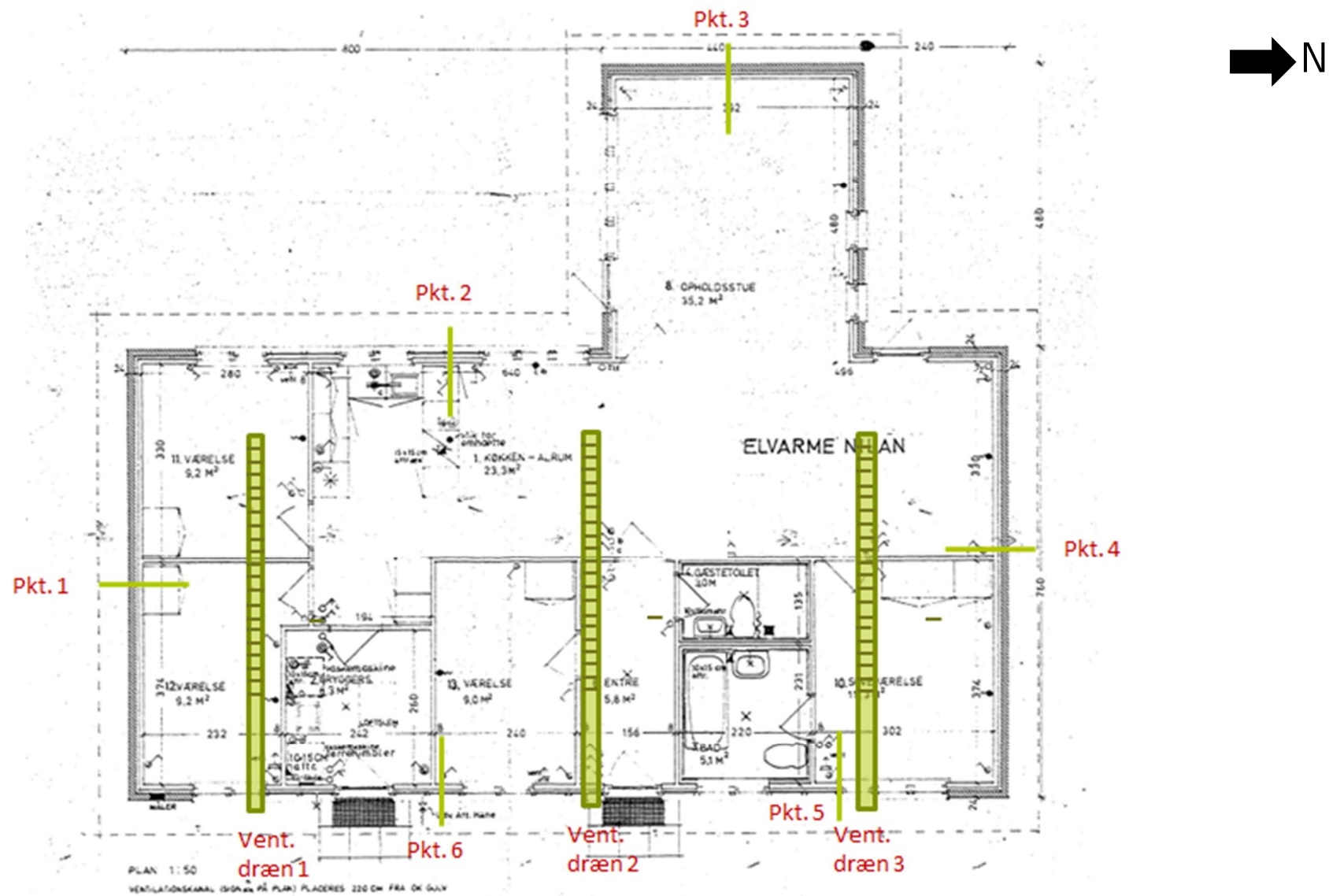
Det anbefales, at der etableres et mindre kulfilter for rensning af den oppumpede luft, før luften ledes ud til atmosfæren.

Anlægget anbefales etableret med en manifold der gør det muligt at regulere eller hel lukke for flowet i de enkelte ventilationsdræn. Anlægget anbefales endvidere etableret så afkast af den behandlede luft ledes minimum en meter over tag.

Grundejer vil helst have en eventuel vakuumpumpe og kulfiltre placeret adskilt fra beboelsen, af hensyn til eventuelle støjgener. Dette kunne evt. placeres under halvtaget umiddelbart nord for beboelsen (nord for soveværelse).

Bilag 1

Situationsplan med ventilationsdræn og målepunkter



Situationsplan for Tujavej 11 med angivelse af placering af ventilationsdræn og målepunkter

Bilag 2

Feltdata, manuelle målinger

Pretest 0,46

$\varnothing = 5,3 \text{ cm}$
 $A = 0,0022 \text{ m}^2$

Test nr.	1	Start	9.55	Stop	11.10	Flow	3,0-3,7 $\approx 29 \text{ m}^3/\text{h}$	Sugepunkt	Dræn 3				
Driver	dræn 1 dræn 2 dræn 3	C 0336 D 9025 M 9917				m/s							
Tid		9,55	9,57	10.00	10.00	10.15	10.20	10.25	10.30	10.35	10.45	10.55	11.05
Dræn 1 - PID		/											
Dræn 2 - PID		/											
Dræn 3 - PID		9	12	14	18	24	29		32	35	39	41	40
Dræn 1 - CO ₂ ppm		/											
Dræn 2 - CO ₂ ppm		/											
Dræn 3 - CO ₂ ppm		400	600	600	600	600	600		600	600	600	600	600
Dræn 1 - O ₂ vol. %		/											
Dræn 2 - O ₂ vol. %		/											
Dræn 3 - O ₂ vol. %		20,9	20,9	20,9	20,9	20,3	20,9		20,9	20,9	20,9	20,9	20,9
Baggrund		-11		-11		-11			-11	-11	-11		-11
Pkt. 1 (Pa)		-9		-21		-14			-15	-14	-15		-14
Pkt. 2		-11		-22		-17			-14	-18	-18		-14
Pkt. 3		-10		-16		-14			-11	-15	-16		-14
Pkt. 4		-11		-17		-16			-15	-14	-16		-15
Pkt. 5		-16		-16		-17			-14	-14	-16		-14
Pkt. 6		-8-11	-12	-14	-12	-12			-12	-12	-13		-14
PL 1 kulrør		703 l	718 = 15 l		718		728 l = 10 l		728	738 = 10 l			748 l
PL 2 kulrør		278 l	293 = 15 l		293 l	303 l = 10 l			303	313 = 10 l			323 l

Baggrund = -9 Pa

11.10

30

400

20,9

-9

-9

-9

-9

-9

-9

-9

start
 Feil stop
 slange falder
 ud af afkast

start
 stop
 test 1-1

start
 stop
 test 1-2

Test nr.	Start	Stop	Flow	Sugepunkt							
3	12.53	13.25	0,7 0,8 ≈ 6 m ³ /h	Dræn 3							
Tid	12.53	13.00	13.05	13.10	13.15	13.20	13.25	stop			
Dræn 1 - PID	—										
Dræn 2 - PID	—										
Dræn 3 - PID	27	25	26	28	29	30	30				
Dræn 1 - CO ₂ ppm	—										
Dræn 2 - CO ₂ ppm	—										
Dræn 3 - CO ₂ ppm	400	600	600	600	600	600	600				
Dræn 1 - O ₂ vol. %	—										
Dræn 2 - O ₂ vol. %	—										
Dræn 3 - O ₂ vol. %	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9				
Beggeve d	-5	-5	-6	-6		-6					
Pkt. 1 (Pa)	-5	-6	-7	-7		-7					
Pkt. 2	-5	-7	-7	-7		-8					
Pkt. 3	-5	-6	-7	-7		-7					
Pkt. 4	-5	-6	-7	-7		-8					
Pkt. 5	-5	-6	-7	-7		-7					
Pkt. 6	-5	-6	-6	-6		-7					
					334		344 = 10 l				
					759		769 = 10 l				

Test 3

≈ 19-20 m³/h

Test nr.	4	Start 13.30	Stop 14.00	Flow 4,0-3,9 2,4-2,5	Sugepunkt Dræn 2						
Tid	13.30	13.35	13.40	13.45	13.50	13.55	14.00				
Dræn 1 - PID	-				-						
Dræn 2 - PID	29	33	34	35	35	36	36				
Dræn 3 - PID	-				-						
Dræn 1 - CO ₂ ppm	-	-	-	-							
Dræn 2 - CO ₂ ppm	400	400	400	600	600	600	600				
Dræn 3 - CO ₂ ppm	-	-	-	-							
Dræn 1 - O ₂ vol. %	-	-	-	-							
Dræn 2 - O ₂ vol. %	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9				
Dræn 3 - O ₂ vol. %	-	-	-	-							
Baggrund	-6	-6	-7		-8		-8				
Pkt. 1 (Pa)	-6	-10	-10		-11		-11				
Pkt. 2	-6	-11	-11		-14		-14				
Pkt. 3	-6	-9	-9		-11		-10				
Pkt. 4	-6	-8	-9		-11		-11				
Pkt. 5	-6	-7	-9		-10		-10				
Pkt. 6	-6	-9	-10		-11		-10				
					344		354				
					769		779				

start stop
 Test 4

(2,5)

Test nr. Test 6 Start 14,47 Stop 15,15 Flow 2,60 - 2,05 ≈ 2,3 m³/h Sugepunkt Docen 1.

Tid	14,47	14,50	14,55	15,00	15,05	15,10	15,15					
Dræn 1 - PID	28	28	29	29	30	31	31					
Dræn 2 - PID	—	—				—						
Dræn 3 - PID	—	—				—						
Dræn 1 - CO ₂ ppm	400	600	600	600	600	600	600					
Dræn 2 - CO ₂ ppm	—	—				—	—					
Dræn 3 - CO ₂ ppm	—	—				—	—					
Dræn 1 - O ₂ vol. %	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9					
Dræn 2 - O ₂ vol. %	—	—	—		—	—	—					
Dræn 3 - O ₂ vol. %	—	—	—		—	—	—					
<u>Bælgtryk</u>	-9	-8	-9		-9							
Pkt. 1 (Pa)	-9	-15	-14		-15							
Pkt. 2	-9	-13	-11		-12							
Pkt. 3	-9	-9	-10		-10							
Pkt. 4	-9	-11	-11		-11							
Pkt. 5	-9	-9	-10		-11							
Pkt. 6	-9	-10	-11		-11							
					364					374 ± 10 liter		
					789					799 ± 10 liter		

Test 6

Bilag 3

Feltdata, logning tryk og temperatur

Feltdata fra elektronisklogging af tryk og temperatur kan om ønsket rekvireres af Orbicon. Er ikke medtaget her grundet omfang af data.

Bilag 4

Analysereport, kulrørsprøver, test 1-6



Analyserapport

Rekvirent	Orbicon A/S Ringstedvej 20 4000 Roskilde	Identifikation	Sags navn: Tujavej 15 mfl. Sags nr.: 3641200075 Sagsbeh.: Mads Møller Udt.dato: - Prøvetager: LBOV
-----------	---	----------------	---

Prøver modtaget den:	16-07-2013	Rapport dato:	30-07-2013
Analyse påbegyndt den:	24-07-2013	Rapport nr.:	1329135
Opbevaring for analyse	Stuetemp.	Antal prøver:	7
		Bilag:	0 stk.

Lab. nr.	132913501	132913502	132913503	132913504	132913505	Enhed	Metode	Detektionsgrænse	Usikkerhed
Prøvetype	Emission	Emission	Emission	Emission	Emission				
Emballage	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp				
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent				
Prøve ID	Test 1-1	Test 1-2	Test 2	Test 3	Test 4				
Parameter									
Chloroform	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	µg/rør	GC-MSD-CS2	0,010	+/- 20 %
1,1,1-Trichlorethan	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	µg/rør	GC-MSD-CS2	0,010	+/- 20 %
Tetrachlormethan	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	µg/rør	GC-MSD-CS2	0,010	+/- 20 %
Trichlorethylen	1,9	3,3	1,4	1,0	5,8	µg/rør	GC-MSD-CS2	0,010	+/- 20 %
Tetrachlorethylen	0,010	0,012	<0,010	<0,010	0,019	µg/rør	GC-MSD-CS2	0,010	+/- 20 %
Vinylchlorid	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	µg/rør	GC-MSD-CS2	0,010	+/- 20 %
1,1-Dichlorethylen	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	µg/rør	GC-MSD-CS2	0,020	+/- 20 %
trans-1,2-Dichlorethylen	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	µg/rør	GC-MSD-CS2	0,020	+/- 20 %
cis-1,2-Dichlorethylen	<0,020	0,034	<0,020	<0,020	0,077	µg/rør	GC-MSD-CS2	0,020	+/- 20 %
1,1-Dichlorethan	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	µg/rør	GC-MSD-CS2	0,020	+/- 20 %

Nedenstående omregninger til µg/m³, hører ikke under laboratoriets akkreditering.

Luftmængde opsamlet på røret	10	10	10	10	10	liter
Chloroform	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	µg/m3
1,1,1-Trichlorethan	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	µg/m3
Tetrachlormethan	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	µg/m3
Trichlorethylen	190	330	140	100	580	µg/m3
Tetrachlorethylen	1,0	1,2	<1,0	<1,0	1,9	µg/m3
Vinylchlorid	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	µg/m3
1,1-Dichlorethylen	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	µg/m3
trans-1,2-Dichlorethylen	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	µg/m3
cis-1,2-Dichlorethylen	<2,0	3,4	<2,0	<2,0	7,7	µg/m3
1,1-Dichlorethan	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	µg/m3

Betegnelser:

⚠ Ekspanderet usikkerhed, dækningsfaktor 2. Resultater med værdier i intervallet fra detektionsgrænsen til 10x detektionsgrænsen, kan være påhæftet en analyseusikkerhed på op til +/- 50%.

Emballage betegnelse: d (Dräger-kulrør), s (SKC-kulrør), Sp (Supelco-kulrør).

Afvigelser/kommentar ved denne rapport: Ingen.

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.

Godkendt af

Udarbejdet af

Sjannie Madsen
Laboratorieleder

Jonas Nielsen
Laborant



Analyserapport

Rekvirent	Orbicon A/S Ringstedvej 20 4000 Roskilde	Identifikation	Sags navn: Tujavej 15 mfl. Sags nr.: 3641200075 Sagsbeh.: Mads Møller Udt.dato: - Prøvetager: LBOV
-----------	---	----------------	--

Prøver modtaget den:	16-07-2013	Rapport dato:	30-07-2013
Analyse påbegyndt den:	24-07-2013	Rapport nr.:	1329135
Opbevaring for analyse	Stuetemp.	Antal prøver:	7
		Bilag:	0 stk.


Lab. nr.	132913506	132913507				Enhed	Metode	Detektionsgrænse	Usikkerhed
Prøvetype	Emission	Emission							
Emballage	Sp	Sp							
Prøvetager	Rekvirent	Rekvirent							
Prøve ID	Test 5	Test 6							
Parameter									
Chloroform	<0,010	<0,010				µg/rør	GC-MSD-CS2	0,010	+/- 20 %
1,1,1-Trichlorethan	<0,010	<0,010				µg/rør	GC-MSD-CS2	0,010	+/- 20 %
Tetrachlormethan	<0,010	<0,010				µg/rør	GC-MSD-CS2	0,010	+/- 20 %
Trichlorethylen	4,4	5,5				µg/rør	GC-MSD-CS2	0,010	+/- 20 %
Tetrachlorethylen	0,017	0,027				µg/rør	GC-MSD-CS2	0,010	+/- 20 %
Vinylchlorid	<0,010	<0,010				µg/rør	GC-MSD-CS2	0,010	+/- 20 %
1,1-Dichlorethylen	<0,020	<0,020				µg/rør	GC-MSD-CS2	0,020	+/- 20 %
trans-1,2-Dichlorethylen	<0,020	<0,020				µg/rør	GC-MSD-CS2	0,020	+/- 20 %
cis-1,2-Dichlorethylen	0,054	0,051				µg/rør	GC-MSD-CS2	0,020	+/- 20 %
1,1-Dichlorethan	<0,020	<0,020				µg/rør	GC-MSD-CS2	0,020	+/- 20 %

Nedenstående omregninger til µg/m³, hører ikke under laboratoriets akkreditering.

Luftmængde opsamlet på røret	10	10				liter			
Chloroform	<1,0	<1,0				µg/m3			
1,1,1-Trichlorethan	<1,0	<1,0				µg/m3			
Tetrachlormethan	<1,0	<1,0				µg/m3			
Trichlorethylen	440	550				µg/m3			
Tetrachlorethylen	1,7	2,7				µg/m3			
Vinylchlorid	<1,0	<1,0				µg/m3			
1,1-Dichlorethylen	<2,0	<2,0				µg/m3			
trans-1,2-Dichlorethylen	<2,0	<2,0				µg/m3			
cis-1,2-Dichlorethylen	5,4	5,1				µg/m3			
1,1-Dichlorethan	<2,0	<2,0				µg/m3			

Betegnelser:
 ✪ Ekspanderet usikkerhed, dækningsfaktor 2. Resultater med værdier i intervallet fra detektionsgrænsen til 10x detektionsgrænsen, kan være påhæftet en analyseusikkerhed på op til +/- 50%.
 Emballage betegnelse: d (Dräger-kulrør), s (SKC-kulrør), Sp (Supelco-kulrør).
 Afvigelse/kommentar ved denne rapport: Ingen.

Prøvningsresultaterne gælder kun for de prøvede emner/delmængder. Uden laboratoriets skriftlige tilladelse må rapporten kun gengives i sin helhed.

Godkendt af  Udarbejdet af
 Sjanne Madsen Jonas Nielsen
 Laboratorieleder Laborant