

Indeklimaberegninger

Resultater og dokumentation

Lindholm Søpark



Indhold

Resumé og konklusion	3
Beregningsgrundlaget	4
Krav og ønsker til indeklimaet.....	4
Evalueringsmetode	4
Generelle forudsætninger	5
Kritiske rum	6
Resultater	7
Boligtype C, Køkken/alrum	7
Boligtype C, Børneværelse	8
Boligtype D, Køkken-alrum	9
Boligtype D, Soveværelse	10
Appendiks.....	11
Boligtype C.....	11
Boligtype D.....	13
Oversigt over vinduer og døre	15

Udarbejdet af: Hanne Hansen, indeklimarådgiver
Kontrolleret af: Ole Olesen, fagansvarlig for indeklima
Godkendt af: Søren Sørensen, projektleder

Illustrationer og plantegninger: Arkitektfirmaet Kjaer & Richter A/S

Resumé og konklusion

[Konklusionen er målrettet bygherre og giver en kort introduktion til, hvad der er regnet på, og hvad resultatet er]

Der er udført termisk evaluering af de kritiske og typiske opholdsrum for boligerne i Lindholm Søpark. Formålet med rapporten er at dokumentere at indeklimaet svarer til kravspecifikationerne. Evalueringerne har endvidere haft til formål at sikre robustheden og fastlægge nødvendige åbningsarealer for effektiv udluftning i boligerne.

Evalueringerne viser at opholdsrumene i de kritiske boliger overholder kravene til termisk komfort jf. byggeprogrammet såvel som Bygningsreglementet. Resultaterne er baseret på at man i varme perioder sørger for en mindre udluftning om natten.

Der er udført en særskilt beregning for at vurdere betydning af udluftning om natten. Generelt viser resultaterne at antallet af timer med overtemperaturer stiger betragteligt, når der ikke udluftes om natten. Kun for et enkelt rum vurderes overskridelsen af kravet dog at være kritisk. Da boligerne er placeret i et roligt område uden trafikstøj og åbningsarealer generelt er placeret uden mulighed for uvelkommen adgang udefra, vurderes det som en rimelig betragtning at der luftes ud om natten i varme perioder.

[Hvad kan beregningen vise, og hvad kan den ikke vise?]

Beregningerne følger de standardiserede betingelser for termisk evaluering i boliger jf. SBI anvisning 213. Resultaterne for den termiske evaluering kan derfor ikke sidestilles med den specifikke brug af boligen, men er derimod et udtryk for at der i designet er taget højde for muligheden for effektiv udluftning og en begrænsning af varmetilskud gennem vinduer mv.

[Hvad er undersøgt i denne beregning?]

Der er udført beregninger med SBI's beregningsprogram Be15 Sommerkomfort på 4 kritiske opholdsrum fordelt på 2 boligtyper. De udvalgte boligtyper repræsenterer ca. 65 % af boligerne og er på baggrund af glasandel og effektivt åbningsareal vurderet til at være de mest kritiske.

[Hvad bliver præsenteret i rapporten?]

Rapporten præsenterer først de opstillede ønsker til indeklimaet og efterfølgende beregningsgrundlaget for de udførte beregninger. De vigtigste forudsætninger med tilhørende resultater præsenteres for det enkelte rum, hvor dokumentationen for fastlæggelse af luftmængder samt plantegning med placering af bolig og kritiske rum fremgår af de tilhørende appendiks. En betragtning af forudsætninger for indeklimateberegninger er afgørende for at opnå robuste resultater som grundlag for den videre projektering.

Beregningsgrundlaget

Krav og ønsker til indeklimaet

Jf. byggeprogrammet skal indeklimaet som minimum opfylde kravene for kategorien "Standard" i henhold til 'Branchevejledning for indeklimaberegninger'. Kravet er i overensstemmelse med bygningsreglementet 2015 og opsummeres nedenfor.

Tabel 1. Indeklimakategorien 'standard' jf. Branchevejledning for Indeklimaberegninger for boliger.

<i>Indeklima kategori</i>	Standard
<i>Temperatur sommer, tolerance</i>	100 timer > 27 °C 25 timer > 28 °C
<i>Temperatur vinter, tolerance</i>	-
Min. friskluftstilførelse pr. person.	5 l/s pr. person
<i>Draught rate</i>	≤ 20 %

Bygninger skal opføres, så der under den tilsigtede brug af bygningerne i de rum, hvor personer opholder sig i længere tid, kan opretholdes et sundhedsmæssigt tilfredsstillende termisk indeklima under hensyn til den menneskelige aktivitet i rummene.

Kravet til luftkvaliteten fastlægges ud fra indretningen af opholdsrummene. Børneværelser antages indrettet med én seng og svarer således til én person og soveværelser antages indrettet med én dobbeltseng svarende til to personer.

Risikoen for træk vurderes alene på baggrund af de dimensionerende luftmængder fra den mekaniske ventilation og gælder således ikke ved udluftning gennem vinduer.

Evalueringsmetode

Det termiske indeklima er evalueret med SBI Sommerkomfort, Be15, version 8.17.1.17 efter SBI anvisning 213 og Branchevejledning for indeklima. Beregninger er udført på basis af reference vejrdatar DRYS_2013_Be15.

Generelle forudsætninger

I det følgende opsummeres de generelle forudsætninger for den termiske evaluering. Rumspecifikke betingelser og forudsætninger angives under beregningerne for det enkelte rum.

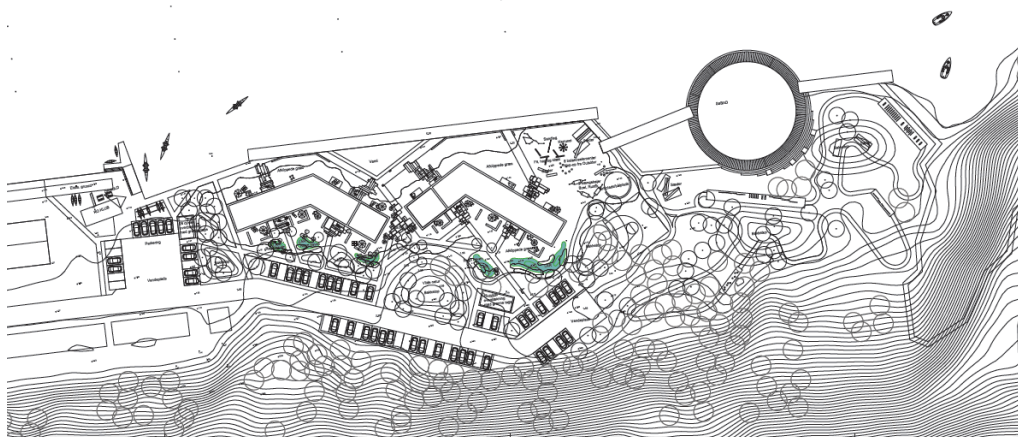
- Beregninger er udført på baggrund af tegningsmateriale fra Arkitekten dateret d. 09.09.2017.
- I henhold til branchevejledningen er der medregnet skygger fra eksisterende bygninger og byggeprojekter som er igangsat. Der er medregnet skygger fra overliggende altaner, hvor disse har en udbredelse på mere end en 1 m på hver side af vinduet.
- Vinduer og døre er indtastet med de reelle værdier for glasandel (F_f), U-værdier (U_w) og g-værdier (g) er oplyst fra leverandøren. Der er generelt anvendt en rude med en g-værdi på 0,41.
- Boligerne er udført med blotlagt etagedæk i beton, sandwichelementer med bagmur i beton samt trægulv på beton. Varmekapaciteten er fastlagt til 120 Wh/K m²
- Der er medregnet en indvendig afskærmningsfaktor (F_c) på 0,80, svarende til et gardin eller persienner. Der er ikke medregnet afskærmning for vinduer med opluk.
- Korrektionsfaktorer for det effektive åbningsreal i forhold til åbningsarealet i karmen er i henhold til *Branchevejledning for indeklimaberegninger* fastlagt til følgende:
 - *Tophængte vinduer 0,40*
 - *Sidehængte vinduer 0,60*
 - *Døre generelt 0,60*
- Alle opholdsrum i boligerne har mulighed for udluftning gennem vinduer og døre i facaden. Der er endvidere mulighed for at opnå tværv ventilation gennem tilstødende rum. Muligheden for naturlig ventilation ved udluftning er dokumenteret for det enkelte rum.
- Om natten regnes med en reduceret udluftning gennem åbning af vinduer og døre på 0,6 l/s pr. m².
- Luftmængder for mekanisk ventilation i det enkelte opholdsrum er fastlagt ud fra projekt materialet. Da alle anlæg er udført med fugtstyring, korrigeres de dimensionerende luftmængder svarende til en basisventilation i hele boligen på 0,30 l/s pr. m². Se appendiks for uddybning.

Kritiske rum

De kritiske rum er valgt ud fra en vurdering af skyggeforhold, orientering og glasandel. De to blokke består af i alt 42 lejligheder fordelt på 4 forskellige lejlighedstyper. De to boligblokke er orienteret mod nord/syd og ligger ved foden af en bakke som skaber en generel horisontvinkel på 20-30 ° mod syd. Der er ingen nævneværdige skygger mod de øvrige orienteringer.

For facaderne mod syd gælder, at der generelt for glasfacaderne er udført overliggende altaner. Da der ikke er nogen skyggende udhæng fra altaner og en begrænset horisontskygge mod syd for lejlighederne på 6. sal, antages disse at være de mest kritiske. Alle 4 lejlighedstyper er repræsenteret på 6. sal.

Af nedenstående situationsplan ses boligblokkenes orientering samt det skrående terræn mod syd.



Figur 1 – Oversigtsplan som viser de to boligblokkes placering i landskabet.

Der er udvalgt 4 kritiske rum for to forskellige boligtyper. De kritiske rum er udvalgt på baggrund af en overordnet vurdering af glasandel, orientering og mulighed for effektiv udluftning ved tværvæntilering. De udvalgte rum antages at repræsentere de mest kritiske rum, og kan dermed sikre et tilfredsstillende niveau for de øvrige.

Tabel 1. Opholdsrum udvalgt til termisk evaluering

Rumtype	Boligtype A	Boligtype B	Boligtype C	Boligtype D
Køkken/alrum			X	X
Børneværelse/værelse				X
Soveværelse			X	

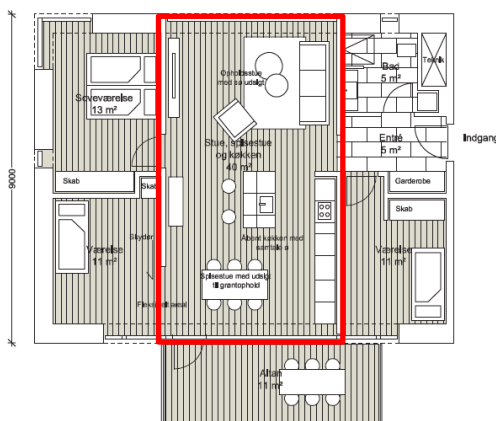
Resultater

Boligtype C, Køkken/alrum

Luftmængder

Luftmængderne anvendt i den termiske evaluering er opsummeret af nedenstående tabel og fastlagt i henhold SBI-anvisning 213. Af Tabel 6 i appendiks fremgår dokumentationen for de anvendte luftmængder.

Køkken/alrummet har åbninger i to modsat rettede facader og har derfor mulighed for tværventilation.



Tabel 2. Opsummering af luftmængder for anvendelse i SBI sommerkomfort

	Naturlig l/s pr. m ²	Mekanisk l/s pr. m ²	Samlet l/s pr. m ²
Vinter	-	0,32	0,32
Sommer, dag	3,83	0,32	4,14
Sommer, nat	0,6	0,32	0,92

Resultater

Resultaterne for den termiske evaluering er opsummeret i Tabel 3.

Tabel 3. Antallet af timer med overtemperaturer med og uden natventilation

Antal timer med overtemperatur	> 27 °C	> 28 °C	Krav opfyldt
<i>Krav iht. Byggeprogram / BR15</i>	100	25	
<i>Køkken/alrum m. natventilation</i>	58	10	Ja
<i>Køkken/alrum u. natventilation</i>	108	30	

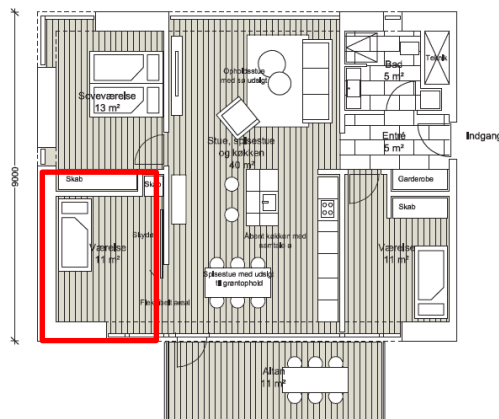
Antallet af timer med overtemperatur ligger inden for kravet i bygningsreglementet når der medregnes en reduceret udluftning om natten i varme perioder. Der er udført en særskilt beregning for at vurdere betydningen af udluftning i nattetimerne. Resultaterne viser at udluftning om natten i varme perioder har en relativ stor, men ikke kritisk betydning for den termiske evaluering.

Af Tabel 7 i appendiks, fremgår det endvidere at kravet til det atmosfæriske indeklima for de enkelte opholdsrum er overholdt.

Boligtype C, Børneværelse

De anvendte luftmængder i den termiske evaluering er opsummeret i nedenstående tabel og fastlagt i henhold SBI-anvisning 213. Af Tabel 6 i appendiks fremgår dokumentationen for de anvendte luftmængder.

Værelset har kun åbninger i en facade og opnår tværvæntilation gennem tilstødende rum.



Tabel 4. Opsummering af luftmængder for anvendelse i SBI sommerkomfort. Beregninger af luftmængder fremgår af appendiks.

	Naturlig	Mekanisk	Samlet
	l/s pr. m2	l/s pr. m2	l/s pr. m2
Vinter	-	0,39	0,39
Sommer, dag	2,70	0,39	3,09
Natventilation	0,60	0,39	0,99

Resultater

Resultaterne for den termiske evaluering er opsummeret af nedenstående tabel.

Tabel 5. Antallet af timer med overtemperaturer med og uden natventilation

Antal timer med overtemperatur	> 27 °C	> 28 °C	Krav opfyldt
<i>Krav iht. Byggeprogram / BR15</i>	100	25	
<i>Køkken/alrum m. natventilation</i>	75	20	Ja
<i>Køkken/alrum u. natventilation</i>	155	45	

Antallet af timer med overtemperatur ligger inden for kravet i bygningsreglementet.

Der er udført en særskilt beregning for at vurdere betydningen af natventilationen. Resultaterne viser at udluftning om natten i varme perioder kan have betydning for den termiske evaluering. Da boligerne ikke er placeret i områder med trafikstøj, anses det som værende realistisk, at beboerne i varme perioder vil lufte ud om natten.

Af Tabel 7 i appendiks fremgår det, at kravet til det atmosfæriske indeklima for de enkelte opholdsrum er overholdt.

Bilag 2, Best practice indeklimarapport, bolig

Boligtype D, Køkken-alrum

Udføres efter samme princip som de første to eksempler.

Bilag 2, Best practice indeklimarapport, bolig

Boligtype D, Soveværelse

Udføres efter samme princip som de første to eksempler.

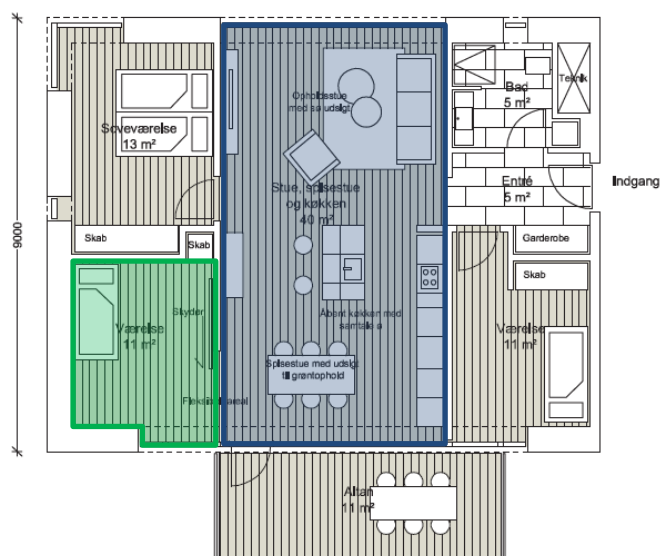
Appendiks

Boligtype C

Kritiske rum

Af nedenstående figurer er boligtype C illustreret og de kritiske rum udvalgt til termisk evaluering er markereret.

Figur 2. Planudsnit af 6. sal.



Figur 3. Boligtype C. 4 vær - 90 m² brutto. Der er i alt 17 lejligheder af samme type. Rum udvalgt til termisk evaluering er markeret med farver.

Bilag 2, Best practice indeklimarapport, bolig

Luftmængder

Tabel 6. Fastlæggelse af andelen af effektive åbningsarealer for de to kritiske rum i boligtype C. Køkken/alrum har åbninger to modstående facader og kan derfor opnå udluftning ved tværventilation.

	Antal	Åbningsareal indvendig karm	Korrektions- faktor	Effektivt åbningsareal	Aeff/Agulv	Naturlig ventilation
		m ²		m ²	%	l/s pr. m ²
Boligen (90 m ²)				4,05	4,5	2,70
- Vinduestype, W1	3	1,25	0,60			
- Vinduestype, W2	1	1,25	0,60			
- Vinduestype, W3	1	1,75	0,60			
Køkken/alrum (40 m ²)				2,55	6,3	3,83
- Vinduestype, W1	1	1,25	0,60			
- Vinduestype, W2	1	1,25	0,60			
- Vinduestype, W3	1	1,75	0,60			
Værelse (11 m ²)				0,75	6,8	4,09
- Vinduestype, W1	1	1,25	0,60			
Døre tilstødende rum				1,14	10,3	6,22
- Dørtype, D1_indv.	1	1,90	0,60			

Tabel 7. Korrektion af dimensionerende luftmængder for mekanisk ventilation for boligtype C. Det ses at kravene til minimumsluftmængder er overholdt for det enkelte opholdsrum.

Parameter	Bolig, samlet	Soveværelse	Værelse A	Køkken/alrum
Areal	90 m ²	15 m ²	10 m ²	40 m ²
Dimensionerende luft	42 l/s (0,46 l/s pr. m ²)	10 l/s	6 l/s	20 l/s
Basis luftmængde	30 l/s (0,30 l/s pr. m ²)			
Korrektionsfaktor	0,65			
Korrigeret luftmængde		6,5 l/s (0,43 l/s pr. m ²)	3,9 l/s (0,39 l/s pr. m ²)	13,0 l/s (0,32 l/s pr. m ²)

Boligtype D

Kritiske rum

Af nedenstående figurer er boligtype D illustreret og de kritiske rum udvalgt til termisk evaluering er markeret. Soveværelset er orienteret nordøst, hvor køkken/alrummet primært har glasfacader mod sydvest og nordvest.



Figur 4. Planudsnit af 6. sal.



Figur 5. Boligtype D. 4 vær - 95 m² brutto. Der er i alt 10 lejligheder af samme type. Rum udvalgt til termisk evaluering er markeret med farver.

Bilag 2, Best practice indeklimarapport, bolig

Luftmængder

Tabel 8. Fastlæggelse af andelen af effektivt åbningsareal for de kritiske rum i boligtype D. Køkken/alrum har åbninger to modstående facader og kan derfor opnå udluftning ved tværv ventilation.

	Antal	Åbningsareal indvendig karm	Korrektions- faktor	Effektivt åbningsareal	Aeff/Agulv	Naturlig ventilation
		m ²		m ²	%	l/s pr. m ²
Boligen (95 m ²)				4,05	4,3	2,55
- Vinduestype, W1	3	1,25	0,60			
- Vinduestype, W2	1	1,25	0,60			
- Vinduestype, W3	1	1,75	0,60			
Køkken/alrum (54 m ²)				2,55	4,7	2,83
- Vinduestype,, W1	1	1,25	0,60			
- Vinduestype,, W2	1	1,25	0,60			
- Vinduestype,, W3	1	1,75	0,60			
Soveværelse (15 m ²)				0,75	5,0	3,00
- Vinduestype, W1	1	1,25	0,60			
Døre tilstødende rum				1,14	7,6	4,56
- Dørtype, D1_indv.	1	1,90	0,60			

Tabel 9. Korrektion af dimensionerende luftmængder for mekanisk ventilation for boligtype D. Det ses at kravene til minimumsluftmængder er overholdt for det enkelte opholdsrum.

Parameter	Bolig, samlet	Soveværelse	Køkken/alrum	Værelse
Areal	95 m ²	15 m ²	54 m ²	12 m ²
Dimensionerende luft	35 l/s (0,35 l/s pr. m ²)	10 l/s	19 l/s	6 l/s
Basis luftmængde	22 l/s (0,30 l/s pr. m ²)			
Korrektionsfaktor	0,86			
Korrigeret luftmængde		8,6 l/s (0,57 l/s pr. m ²)	16,3 l/s (0,30 l/s pr. m ²)	5,16 l/s (0,43 l/s pr. m ²)

Oversigt over vinduer og døre

Herunder illustreres en samlet oversigt over vinduer og døre anvendt i projektet.

