

# Behovsstyret boligventilation til enfamilie-boliger

Et Elforsk PSO-finansieret projekt understøtter de nye muligheder i BR2018 med hensyn til behovsstyring og omdirigering af luft

Af Werner Andresen, produktchef, Lindab A/S, Stig Petersen, direktør, LS Control A/S, Jan S. Hansen, direktør, Lind & Risør og Christian Drivsholm, seniorspecialist, Teknologisk Institut

Nye- og energirenoverede enfamilie-boliger er tætte. Derfor ses sjældent enfamilie-bo-

## TAGHÆTTE type NGF



Er en serie kvadratiske og rektangulære hætter, som anvendes til indtag eller afkast af luft. Hætten er modulært opbygget af ensartede lamelprofiler, hvis udformning giver stort friareal.

Fremstilles som standard i galvaniseret stål. Alternativt i aluminium, rustfrit stål eller kobber.  
Dimensioner efter ønske.

**klimatek**  
ventilationsmateriel

klimatek a-s  
Tlf. 97 53 63 22  
Fax 97 53 63 80  
info@klimatek.dk  
www.klimatek.dk

	Areal [m <sup>2</sup> ]	Areal [m <sup>2</sup> ]	Luftmængde [L/s]	Luftmængde [L/s]
Bad 1	12,0		15,0	
Bad 2	7,0		15,0	
Bryggers	13,0		10,0	
Køkken	14,8	46,8	20,0	60,0
Stue	86,2		33,8	↑ 60,0
Kontor	20,0		7,8	
Soveværelse	17,0		6,7	
Børneværelse 1	15,0		5,9	
Børneværelse 2	15,0	153,2	5,9	
Samlet areal	200,0	[m <sup>2</sup> ]		
Grundluftmængde	60,0	[L/s]		

Figur 1. Skemaet viser eksempel på opfyldelse af BR2018 for boliger.

liger opført efter 2010 med naturlig ventilation. Kravet til energiforbrug (BE18 energirammeberegning) spiller også her en rolle for valg af ventilationsløsning.

I beboelsesrum såvel som i boligen totalt skal der være en udelufttilførsel på mindst 0,30 l/(s·m<sup>2</sup>) opvarmet etageareal. Den praktiske tolkning af dette krav er vist i figur 1.

I visse tilfælde kan det dog være nødvendigt at forøge luftmængderne for at overholde det grundlæggende funktionskrav. Det kan for eksempel være i rum, der benyttes som soveværelse eller børneværelse. Såfremt ventilationssystemet ved måling er i stand til at regulere udelufttilførslen efter tilfredsstillende luftkvalitet og fugtforhold i boligen, er det dog tilladt at reducere udelufttilførslen til 0,15 l/(s·m<sup>2</sup>) i en længere periode over døgnet, hvis boligen ikke er i anvendelse.

Ventilation i boliger kan reduceres uden for brugstiden under forudsætning af, at det ikke giver anledning til et utilfredsstillende indeklima, medfører sundhedsrisiko eller risiko for fugtproblemer, der for eksempel kan føre til skim-



Lind & Risør demonstrationsbolig på omkring 200 kvadratmeter.

# HOLD KÆLDEREN TØR OG UNDGÅ DRIFTSSTOP

## Grundfos UNILIFT CC med vippearms

UNILIFT CC holder ikke kun kælderen tør, når landet rammes af skybrud. Med den smarte vippearms kan du fastholde flyderen i en lavere position, så startniveauet for pumpen sænkes. Det gør, at pumpen starter før og kan derfor fungere i en lavere sump.

Tilkøber du signalgiver og alarmerhed, kan alarmer give lyd fx i tilfælde af større vandmasser.



Hør Grundfos  
forklare om  
UNILIFT CC



**GRUNDFOS** 

▷ Fortsat



Udsnit af slangeføringen fra manifolden.

melsvamp. For boliger vil det normalt sige, at ventilationen som minimum skal sikre, at rumluftens CO<sub>2</sub>-indhold og luftfugtighed altid holdes på et acceptabelt niveau.

Ved brugstid forstås den tid, hvor boligen er i anvendelse, og der er mindst én person til stede i boligen. Det vil omvendt sige, at der ved "uden for brugstid" skal forstås den tid, hvor boligen som helhed er uden persontilstedeværelse i en længere periode.

Det er en forudsætning for brug af behovsstyret ventilation, at der er følere el-

**!! Behovsstyring giver el- og energibesparelser, men graden af behovsstyring og hermed kompleksitet er en balance mellem investering, driftsudgifter til vedligehold og den opnåede besparelse !!**

ler sensorer, der automatisk og med høj sikkerhed kan fastlægge, om brugeren/

brugeren er til stede i boligen eller ej. Dette gælder også på tidspunkter, hvor brugeren er inaktive, altså eksempelvis sover.

CO<sub>2</sub> kan anvendes som indikator for luftkvalitet, og ventilationssystemer kan derfor indrettes til at styre efter denne parameter i kombination med fugtføler.

Manuel styring af ventilationen anses ikke for at være tilstrækkelig til styring af et behovsstyret ventilationssystem.

Behovsstyringens følere bør kunne registrere, om alle rum i boligen er forladt. Som hovedregel skal følere placeres på et

## PURUS AFLØB I FARVER

Fuldend dit eksklusive look

Har du indrettet dit badeværelse i eksklusive materialer og farver?

Så kan du fuldende looket med Purus Line PVD-riste i messing, kobber og sort.

Fås i str. 15 x 15 cm og i længderne 800, 900 og 1000 mm. Eller vores helt nye hjørneafløb.

Se mere på [www.purus.dk](http://www.purus.dk) eller hør mere på telefon **4616 1919**



sted, hvor den omgivende luft er repræsentativ for luften i opholdszonen. Følere bør for eksempel ikke placeres i hjørner, tæt ved dør- og vinduesåbninger, i områder med direkte sollys eller i områder, der er i direkte kontakt med tilluft.

Boligens grundluftskifte skal tilvejebringes med et ventilationssystem. Hvis ventilationen foretages med et mekanisk ventilationsanlæg, skal dette have tilluft i beboelsesrummene og fraluft i bad, wc-rum, køkken og bryggers.

Ventilationsanlægget skal have varmegenvinding, der forvarmer tilluften. Såfremt et andet ventilationssystem anvendes, skal dette på en tilsvarende måde kunne opfylde bygningsreglementets krav, og til lige skal det sikres, at primær-energiebehovet ikke forøges.

Køkkener i boliger skal forsynes med emhætte. Emhætten skal have regulerbar, mekanisk udsugning, afkast til det fri og tilstrækkelig effektivitet til at fjerne fugt og luftformige forureninger fra madlavning.

En emhætte skal, for at have tilstrækkelig effektivitet til at fjerne fugt og luftformige forureninger fra madlavningen, have en luftstrøm på mindst 120 l/s. Denne luftstrøm kan dog reduceres ved anvendelse af korrektionsfaktorer, såfremt emhættens udformning og placering understøtter dette i en konkret byggesag.

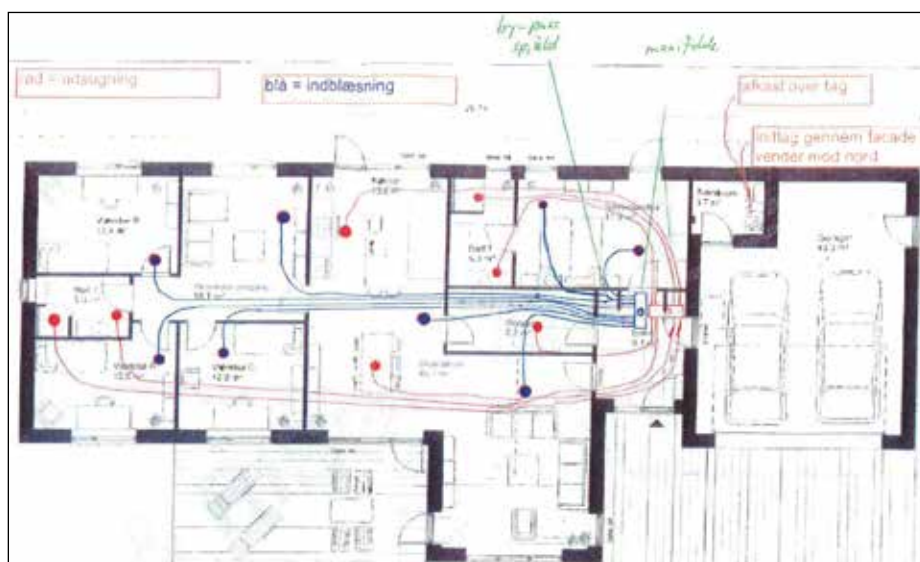
Præaccepterede korrektionsfaktorer er angivet i bygningsreglementets vejledning om ventilation. En anden måde at dokumentere tilstrækkelig effektivitet til at fjerne fugt og luftformige forureninger fra madlavningen er en emopfangsevne på mindst 75 procent i overensstemmelse med de relevante teststandarder for emhætter.

Der skal altid sikres erstatningsluft, når emhætten er i drift. Manuel åbning af vinduer eller lignende kan ikke være en forudsætning for opfyldelse af kravene til emhætten.

I bade- og wc-rum i boliger skal der kun-



Figuren viser en plantegning af boligen med angivelse af tilluftssteder og fraluftssteder. Bemærk, at teknikrum er placeret som en "del" af garagen.



Figuren viser føring af rør (slanger). Bemærk, at slangerne ikke nødvendigvis behøver at ligge snorlige. Herved opnås stor fleksibilitet under montagearbejdet.

ne udsuges mindst 15 l/s. I wc-rum uden bad og i bryggers skal der kunne udsuges mindst 10 l/s. I køkkener skal der kunne udsuges mindst 20 l/s.

Der skal gennemføres en funktionsafprøvning af ventilationssystemet før

ibrugtagning. Funktionsafprøvningen skal dokumentere, at ventilationssystemet overholder bygningsreglementets krav til specifikt elforbrug til lufttransport, luftmængder, samt at eventuelt behovsstyring fungerer efter hensigten. ▶



PURUS

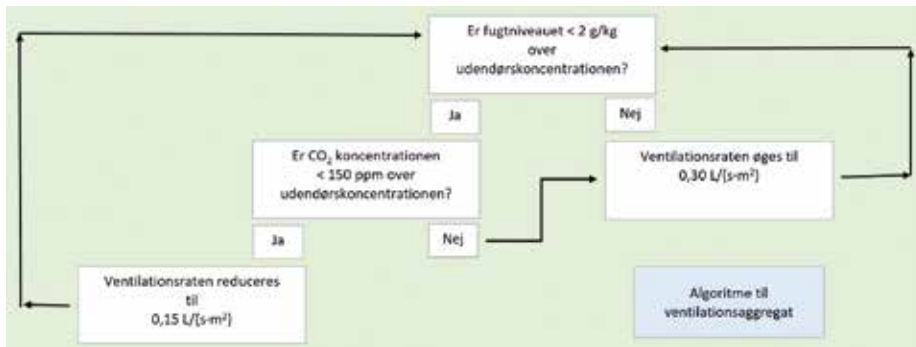
www.purus.dk

► **Fortsat**

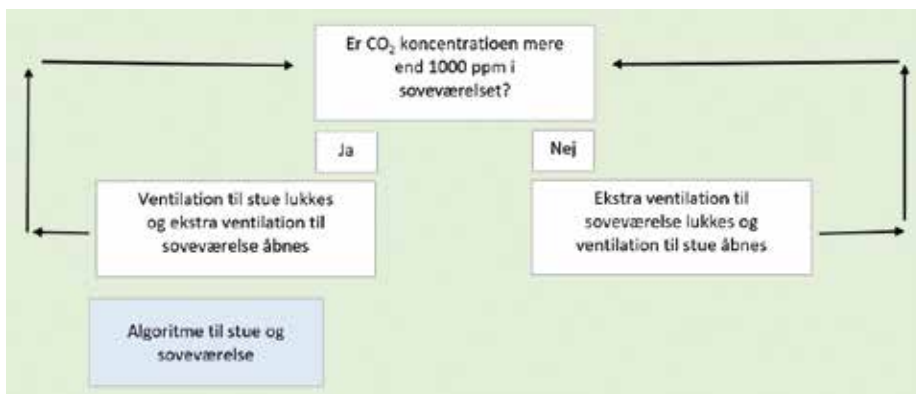
Ventilationsanlæg med tilluft og fraluft, hvor ventilationsaggregat og kanalsystem kun betjener én bolig, skal udføres med varmegenvinding med en tør temperaturvirkningsgrad på mindst 80 procent. For ventilationsanlæg med varmegenvinding, hvor ventilationsaggregat og kanalsystem kun betjener én bolig, må det

specifikke elforbrug til lufttransport ikke overstige 1.000 J/m<sup>3</sup> ved grundluftskiftet. Anlægget skal tilsluttes, så det er muligt at etablere måler til måling af det specifikke elforbrug til lufttransport. Ventilationsanlæg, hvor ventilationsaggregat og kanalsystem kun betjener én bolig, skal udføres med varmegenvinding med en tør virkningsgrad på mindst 85 procent.

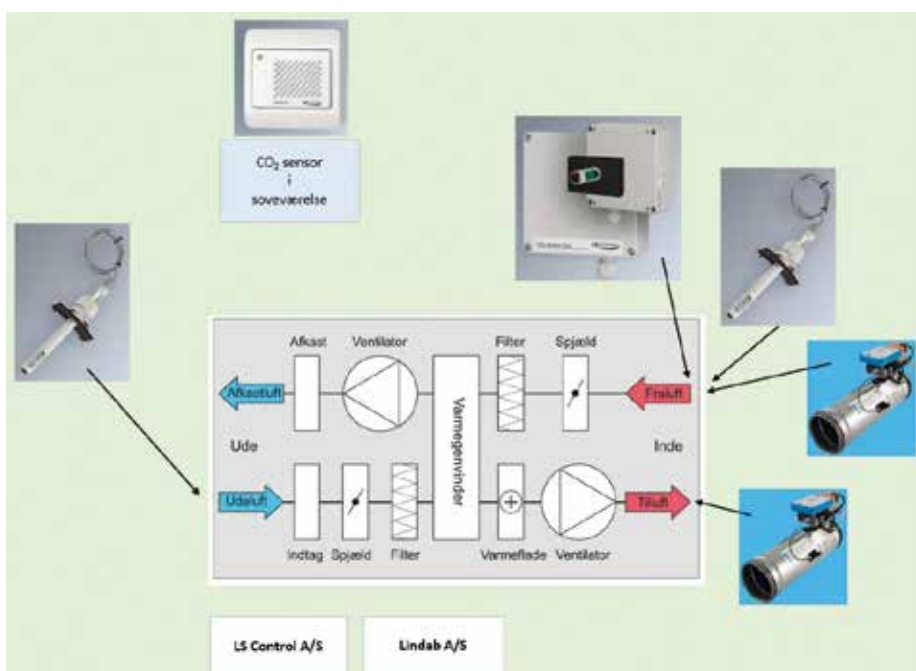
**!! En anden måde at dokumentere tilstrækkelig effektivitet til at fjerne fugt og luftformige forureninger fra madlavningen er en emfangsevne på mindst 75 procent i overensstemmelse med de relevante teststandarder for emhætter !!**



Figur 2. Algoritme til behovsstyring af hele boligen.



Figur 3. Algoritme til behovsstyring i soveværelse.



Figur 4. Anbefalede (LS Control og Lindab) komponenter og nødvendige komponenter til den overordnede styringsstrategi.

**Behovsstyring af udeluftmængde for hele boligen**

BR18 åbner op for behovsstyring af udeluftmængden i det tilfælde, hvor der ikke er nogen personbelastning i boligen. Herforuden har flere undersøgelser vist, at visse rum, for eksempel soveværelse, kan have brug for ekstra udeluft i perioder. Behovsstyring giver el- og energibesparelser, men graden af behovsstyring og dermed kompleksitet er en balance mellem investering, driftsudgifter til vedligehold og den opnåede besparelse.

Disse overvejelser er drøftet i projektet og valget er faldet på følgende styringsstrategi, som vist på figur 2 og figur 3. Undersøgelser har vist, at en normal familie er ude af huset i omkring 30 procent af tiden. I denne periode kan luftmængden i teorien reduceres ned til det halve.

Bemærk, at fugtstyringen hele tiden sammenligner det absolutte vandindhold i indeluften med det absolutte vandindhold i udeluften, altså en tilvækst i vandindhold i luften inde i boligen.

Styringsstrategien har nærmest karakter af ”person-tilstedeværelse-i-boligen” eller ”ikke-person-tilstedeværelse-i-boligen”. Herforuden er der også indbygget fugtsikring i styringen.

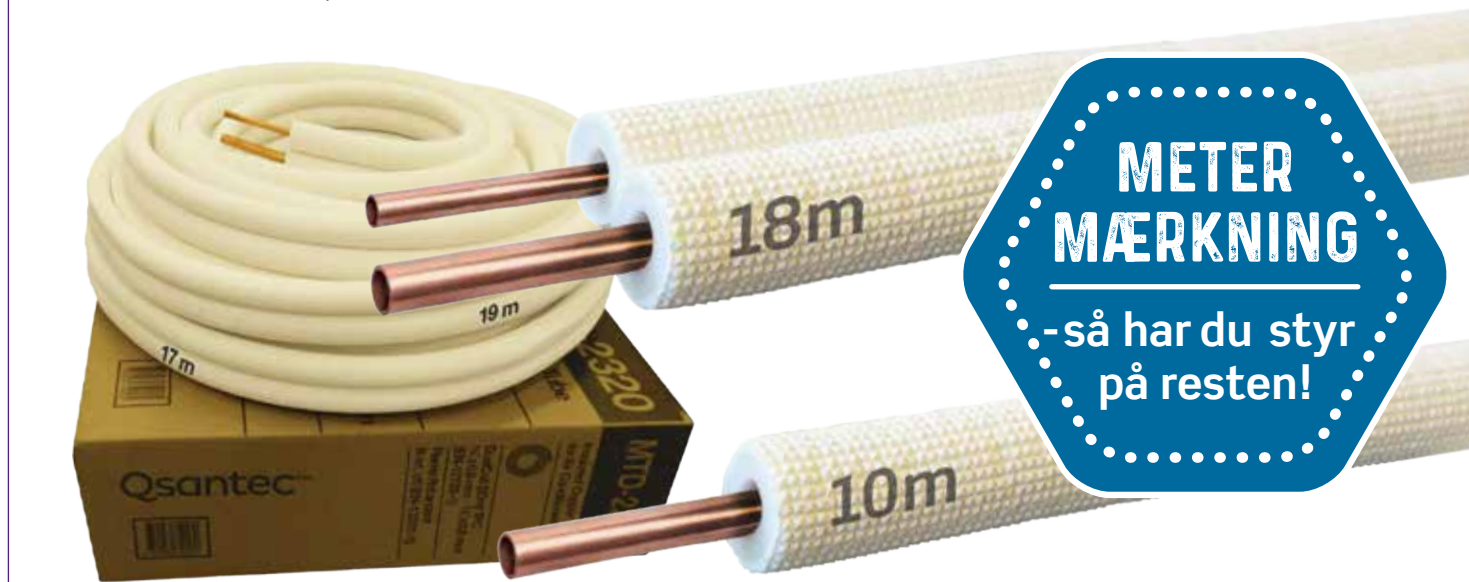
Strategien indebærer, at luftmængden kører ensartet op eller ned for hele boligen. Der er ikke fundet rentable løsninger, hvor luftmængden for hvert rum kan behovsstyres uafhængigt af de andre rum. Det er valgt at placere alle sensorer i selve ventilationsaggregatet, undtagen CO<sub>2</sub>-sensoren til soveværelset. De to ultralink flowsensorer ind/ud skal sidde på egnede strækninger uden forstyrrelser, som kan påvirke målenøjagtigheden.

Selvom den nye DS-447 (2021) nævner, at for enfamilie-boliger kan en luftmængde godt udføres (måles) ved traversering i kanal med en lufthastighedsmåler, må det stærkt anbefales at installere integrerede luftmængdemålere med direkte visning i

# ENTRADE™

Alt til montage og service af varmepumper og køleanlæg

## QSANTEC KOBBERRØR I TOPKVALITET



- Leveres i længder fra 3 - 50 meter
- Smart metermærkning på rør giver dig styr på materialet
- Pakket i kraftig papkasse - god beskyttelse og orden i bilen



- Danmarks største udvalg - altid på lager
- Fittings til enhver installation og kæmpe udvalg af farver

## ENTRADE™

+45 24 60 18 60    salg@entrade.dk  
Entrade.dk    Røddikvej 70, 8464 Galten

### ÅBNINGSTIDER:

Mandag-torsdag 8.00-16.00  
Fredag 8.00-15.30



**Torben K. Lund**  
Direktør  
+45 53 78 18 60



**Tobias Pedersen**  
Sælger  
+45 53 86 18 60



**Morten Sminge**  
Sælger  
+45 53 76 18 60

► **Fortsat**

ventilationssystemet. Det sparer meget tid i forbindelse med indreguleringen og det giver også en tryghed for beboerne. Undersøgelser har vist, at beboere i enfamilieboliger generelt ikke har noget overblik over ventilationsanlæggets øjeblikkelige status, hvad angår for eksempel luftmængder.

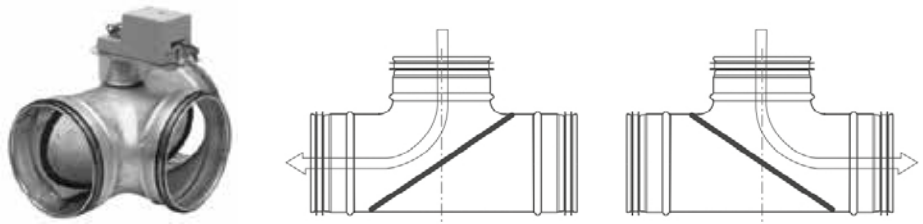
Styringsstrategien er implementeret i CTS-system og er udført af LS Control, som har mange års erfaring med CTS-styringer til ventilationsanlæg. Der er mulighed for fjernovervågning og der er mulighed for fjernindstilling af set-punkter.

**Behovsstyring af udeluftmængde for soveværelse**

Hvis der er brug for ekstra udeluft i soveværelset målt med CO<sub>2</sub>-sensoren, øges udeluftmængden ikke tilsvarende for hele boligen. Det er vurderet, at ved stigende udeluftbehov i soveværelset, er udeluftbehovet i stuen nok tilsvarende mindre. Derfor er der implementeret en strategi, som "låner" luft fra stuen og fører luften ind i soveværelset ved hjælp af et Lindab TVTBU T-spjæld med motor, se figur 5. Arrangementet indebærer, at der skal føres to slanger til soveværelset og hermed også placering af to tilluftsarmaturer i loftet i soveværelset. Der er valgt at anvende det prisvindende tilluftsarmatur



Figur 6. Lindab Airy tilluftsarmatur med enten rund eller kvadratisk plade.



Figur 5. Billede og skitse af virkemåden for et Lindab T-spjæld.

fra Lindab benævnt Airy i dimensionen Ø125 mm.

Armaturet er meget populært hos boligere på grund af den arkitektoniske udformning (udseende) og de gode strømningstekniske egenskaber.

Armaturtilslutningsboksen skal fikseres oven på lægter, som er sømmed fast på træspærrene.

**Føring af luft i plastslanger**

En vigtig del af projektet var brug af semi-fleksible Lindab LFPE-plastrør fremstillet af polyethylen (PE) med ru overflade (udvendigt) og glat overflade (indvendigt).

Systemløsningen med plastrør giver en større fleksibilitet end brug af stålkanaler,



Figur 8. Afslutning på ventilationsmontage i loft. Airy-armatur kan nu monteres.



Figur 7. Lindab PVWU armaturtilslutningsboks. Her vist med tre slangetilslutninger. I de fleste tilfælde er én slangetilslutning tilstrækkelig som vist på montagebilledet.



# Tænk hvis morgendagens teknologi var til rådighed i dag.

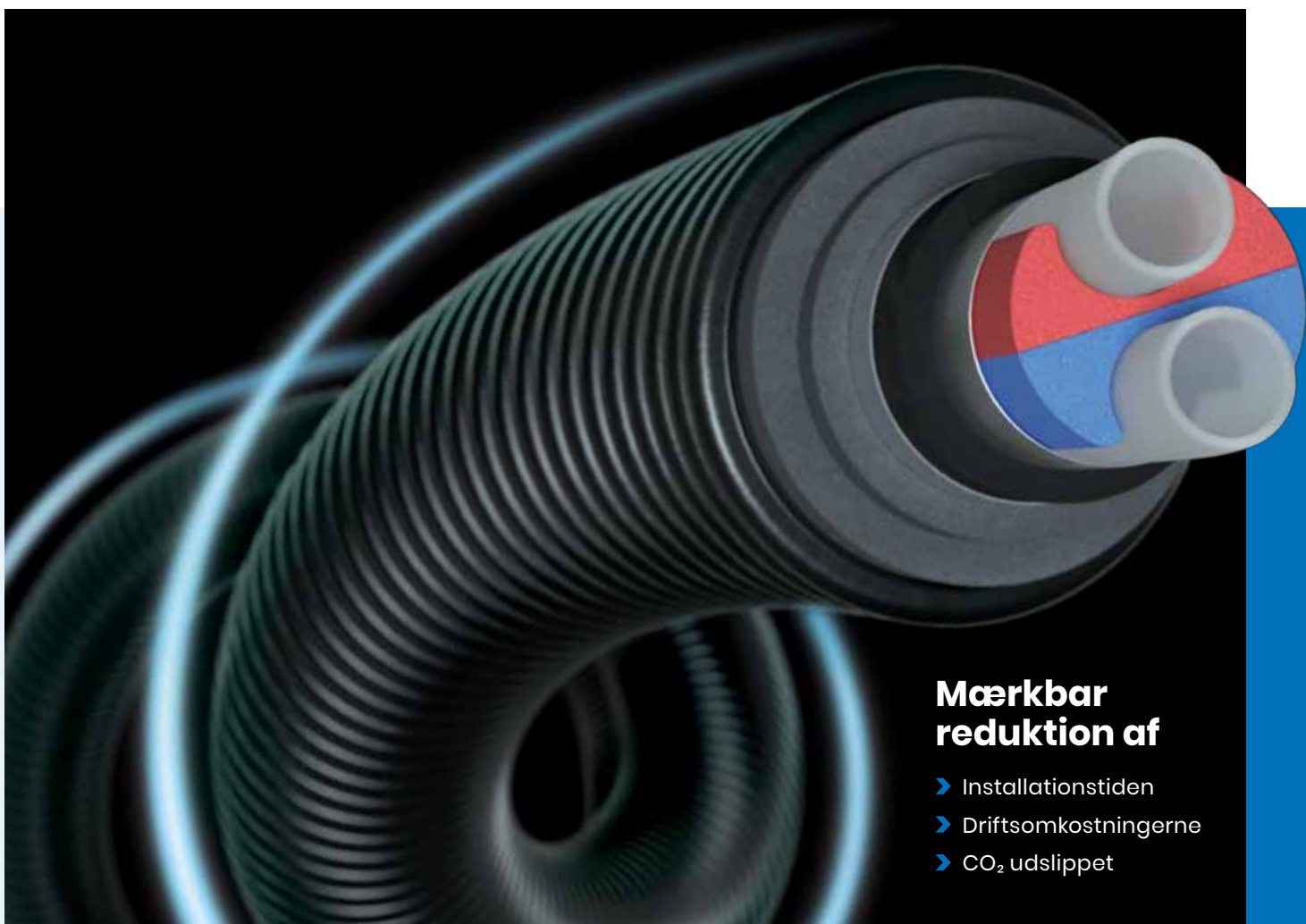
**DET ER DEN!  
UPONOR ECOFLEX VIP ER  
ALLEREDE EN REALITET.**

Uponor Ecoflex VIP er morgendagens standard indenfor præisolerede rør til brug for lokale varmenetværk.

Det revolutionerende design kombinerer en ekstremt høj isoleringsevne med fremragende fleksibilitet grundet en mindre kappediameter.

Det bæredygtige design bidrager til at reducere CO<sub>2</sub> aftrykket.

Se mere på [www.uponor.dk/vvs/produkter/ecoflex/ecoflex-vip](http://www.uponor.dk/vvs/produkter/ecoflex/ecoflex-vip)



## Mærkbar reduktion af

- Installationstiden
- Driftsomkostningerne
- CO<sub>2</sub> udslippet

**uponor**

Moving  
> Forward



▷ Fortsat

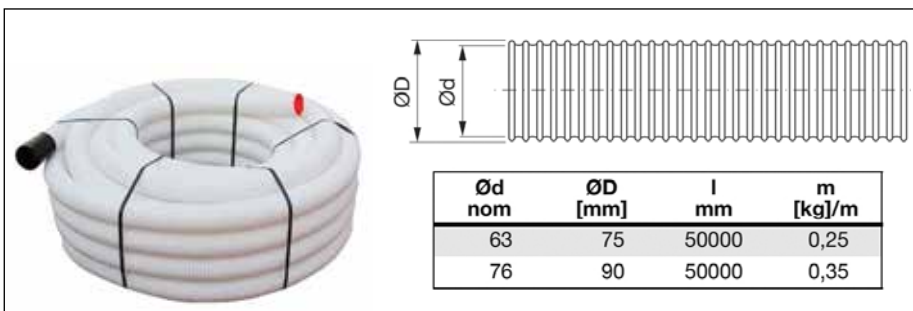


Teknikrum med varmeinstallation og ventilationsaggregat.

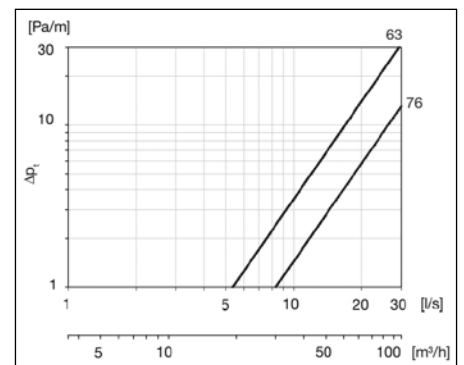
idet de nødvendige fikspunkter sådan set kun er armaturplacering og manifoldplacering. Tilslutninger foregår med Lindabs "Smart Lock Function" uden brug af skruer, pasta eller tape.

I projektet er der valgt udelukkende at køre med Ø76 mm slangedimension af hensyn til tryktabet. Teoretisk set kunne der på enkelte strækninger godt vælges Ø63 mm dimension, men for at undgå eventuel fejl-

montage, er det langt sikrere udelukkende at køre med Ø76 mm dimension.



Figur 9. Data for de anvendte fleks-slanger.



Figur 10. Lindab tryktabsdiagram for Ø63 mm og Ø76 mm InDomo LFPE-slange.