



BYGNINGER OG
GRØN OMSTILLING

Valg af ventilation med lav klimapåvirkning ved renovering af eksisterende etageejendomme

Fremsynsnotat

Dette fremsynsnotat er en del af projektet "Bygninger og Grøn Omstilling" støttet af Realdania og Grundejernes Investeringsfond.

Forfattere: Søren Dyck-Madsen / CONCITO og Christian Jarby / Rådet for Grøn Omstilling med bistand fra Christian Holm Christiansen, Pia Rasmussen og Mikael Grimmig / Teknologisk Institut

Revideret udgave udgivet: april 2023

Indhold

1.	<i>Valg af ventilation med lav klimapåvirkning til eksisterende etageejendomme.</i>	3
.....		
	Introduktion	3
	Bygningsrenovering – ventilation og indeklima	4
	Der vil komme mange ventilationsrenoveringer	4
	Bygningsrenovering – virkemidler og indsats	5
2.	<i>Ventilationsløsninger i etageejendomme</i>	5
.....		
	Bygningsreglementets krav til ventilation	5
	Ventilationsprincipper, status 2021	6
	Beskrivelse af de forskellige ventilationsløsninger	6
3.	<i>Ventilation med lav klimapåvirkning</i>	7
.....		
	Lejlighedernes Indeklima	7
	Valg af ventilationsløsning	8
	Valg af ventilationsløsning ved renovering af etageejendom	9
4.	<i>Eksempel på valg af ventilation med lav klimapåvirkning</i>	10
.....		
	Indledende vurdering.....	10
	DGNB-kriterier og point system	12
	Livscyklusanalyse (LCA) med fokus på klimapåvirkningen af den samlede løsning	13
5.	<i>Frydenspark – DGBN-analyse og konklusion</i>	14
.....		
6.	<i>Betydning af ventilation med lav klimapåvirkning for byggeriets aktører</i>	15
.....		
7.	<i>Målgruppe for dette fremsynsnotat</i>	16
.....		
	<i>Bilag 1: Fokuspunkter for valg af de mest bæredygtige bygningsinstallationer</i>	18
	<i>Bilag 2: Tilpasset DGNB-metode til ventilationsløsninger i renovering</i>	20

1. Valg af ventilation med lav klimapåvirkning til eksisterende etageejendomme.

Introduktion

I den nationale strategi for bæredygtigt byggeri¹ fra 2021 er der stort fokus på nybyggeri og i mindre grad den eksisterende bygningsmasse. Det kommer bl.a. til udtryk i, at der allerede er udstukket en plan for trinvis indfasning af grænseværdier for klimapåvirkning for nybyggeri med specifikke krav startende fra 1. januar 2023. For eksisterende bygninger foreslås i strategien et initiativ, der skal se på helhedsvurderinger ved renoveringer, men der er ikke konkrete metoder eller krav endnu.

Dette fremsynsnotat er et bidrag til, hvordan man kan tilgå renoveringer helhedsorienteret og tager fat i spørgsmålet om, hvordan man udvælger den mest bæredygtige ventilationsløsning med mindst klimapåvirkning ved renovering af en eksisterende etageejendom. Krav eller ej, så vil muligheden for at træffe bæredygtige valg ved renovering fremadrettet få større betydning, hvor udvikling og tilvejebringelse af viden og data også spiller en afgørende rolle.

Begrebet "bæredygtighed" indbefatter en lang række parametre, som kan gøre det vanskeligt at definere og kvantificere, hvor bæredygtig en given renovering er. Notatet refererer derfor til et konkret projekt "Frydenspark – Bæredygtig ventilationsløsning", hvori en metode er udviklet til at opgøre og sammenligne bæredygtigheden for forskellige ventilationsløsninger til eksisterende etageejendomme. Erfaringerne fra dette projekt illustrerer både hvilke parametre, der har afgørende betydning for bæredygtigheden, men projektet belyser også behovet for yderligere udvikling af metoder og data til at kvalificere og forenkle tilsvarende analyser i fremtiden.

I nybyggeri udgør bygningsinstallationer kun en mindre del bygningens klimapåvirkning ved opførelse. Men installationerne er afgørende for bygningens energiforbrug til drift og opretholdelse af et godt og sundt indeklima i hele bygningens levetid.

I en renoveringssag har bygningsinstallationerne og den efterfølgende bygningsdrift langt større betydning for renoveringens klimapåvirkning end ved nybyggeri. I renoveringen har de løsningsvalg, der træffes vedrørende installationer og driftsprincipper indflydelse på materialeforbrug, driftsenergi, indeklima mm, og derfor vil de forskellige løsninger også opnå forskellige resultater i en evaluering af bæredygtigheden og klimapåvirkningen.

For bygningsejeren er det relevant at kunne vurdere de forskellige renoveringsmuligheder i et bæredygtighedsperspektiv, hvilket er omdrejningspunktet for dette notat. Bygningsejerens behov, forplanter sig til rådgivere og udførende, der i højere grad skal være i stand til at levere helhedsløsninger, der fx inddrager mulighederne for at genanvende bygningsdele og konstruktioner og samordner ikke-energirelaterede renoveringer som fx køkken og bad med energiforbedringstiltag, så der samlet set opnås den lavest mulige klimapåvirkning.

Notatet fokuserer på, hvordan man finder de optimale løsninger til forbedring af ventilation og indeklima i eksisterende etagebygninger og inddrager konkrete erfaringer fra et renoveringsprojekt i bebyggelsen Frydenspark, hvor metoden til DGNB-certificering er brugt som grundlag for en tilpasset metode til bæredygtighedsvurdering af etablering af ventilation i forbindelse med renovering af typiske etageejendomme. Notatet kan dermed ses i sammenhæng med fremsynsnotaterne:

¹ [National strategi for bæredygtigt byggeri \(2021\)](#)

”Bygningsinstallationer i et bæredygtighedsperspektiv - Fokus på HVAC”², ”Værdien af et godt indeklima”³ og ”Den frivillige bæredygtighedsklasse er et vigtigt skridt frem mod bæredygtigt byggeri”⁴.

Bygningsrenovering – ventilation og indeklima

Energirenovering af eksisterende bygninger er en afgørende og kosteffektiv del af vejen mod klimaneutral varmforsyning⁵ og i den grønne omstilling generelt. Ligeledes har renovering af eksisterende byggeri som regel en lavere klimabelastning i forhold til at bygge nyt. Energirenovering medfører ofte en tættere klimaskærm og et behov for nye udsugnings- eller ventilationsløsninger for at sikre et velfungerende indeklima.

En energirenovering vil reducere energiforbruget, hvilket vil tælle positivt i en beregning af klimabelastningen. Men samtidig vil en renovering kræve nye byggematerialer, som har et negativt klimaaftryk. Valg og udformning af renoveringstiltag bør derfor vurderes ud fra en samlet betragtning, hvor både energiforbrug, materialer, indeklima og andre relevante parametre er medtaget, såfremt man ønsker at vælge den mest bæredygtige løsning.

Der vil komme mange ventilationsrenoveringer

Bygningsreglementet BR 10 definerede for første gang krav om mekanisk ventilation med varmegenvinding. I Danmark findes omkring 1 mio. boliger i etageejendomme, som er opført før dette tidspunkt. Størstedelen af disse bygninger skal renoveres og opgraderes, så de fortsat kan fungere længe efter 2050.

Omfattende vinduesudskiftninger med tilhørende tætning og reduktion af luftskiftet har mange steder bidraget til forringelse af indeklimaet og har øget udfordringerne med fugt og skimmelsvamp. Dermed er ventilation og det sunde indeklima kommet yderligere i fokus. Udfordringerne er ofte blevet løst med mekanisk udsugning, der typisk medfører et forøget energiforbrug.

Typisk har ældre boliger naturlig ventilation, og nyere boliger mekanisk udsugning. En del af etageboligerne har fået forbedret ventilationen, men potentialet for indeklimaforbedringer og reduktion af energiforbruget med forbedret ventilation vurderes fortsat som betydeligt.

På den baggrund må det forventes, at der vil blive gennemført mange ventilationsprojekter i eksisterende byggeri frem mod 2050. Derfor er det relevant at kunne vurdere, hvilke løsninger der er mest bæredygtige i bredere forstand og ikke blot med fokus på energibesparelser og driftsomkostninger alene.

Med den politiske aftale om bæredygtigt byggeri⁶ blev det ydermere aftalt, at der udover at sætte klimakrav til nybyggeriet inkl. byggematerialernes klimapåvirkning, også er det sigte, at der skal kunne sættes klimakrav ved renoveringer. Dette tilføjer et nyt element til den allerede lange liste, som skal vurderes og optimeres, også når en bygningsrenovering omfatter forbedring af ventilationen.

² [Bygningsinstallationer i et bæredygtighedsperspektiv - Fokus på HVAC](#)

³ [Værdien af et godt indeklima](#)

⁴ [Den frivillige bæredygtighedsklasse er et vigtigt skridt frem mod bæredygtigt byggeri](#)

⁵ [Varmeplan Danmark 2021](#)

⁶ [Aftale om national strategi for bæredygtigt byggeri, 5. marts 2021](#)

Bygningsrenovering – virkemidler og indsats

Renoveringen af etageejendomme accelereres af både klimaudfordringen og ændringerne i energiforsyningen og ikke mindst af det fortløbende behov for opgradering af boligkvaliteten, herunder indeklimaet.

Bygningsrenoveringen støttes af en lang række virkemidler og initiativer, som BR-krav og nye standarder, certificeringer og mærkninger, økonomiske tiltag, nye forretningsmodeller, en målrettet teknologi- og metodeudvikling, samt kompetenceopbygning af byggeriets parter.

2. Ventilationsløsninger i etageejendomme

I hvidbogen "Ventilation af eksisterende etageboliger"⁷ konstateres:

"Der er ofte utilstrækkelig ventilation i eksisterende etageboliger, og kun sjældent er ventilationen kontrolleret. Ydermere kan det ofte ved renovering af etageboliger konstateres, at nyinstallerede mekaniske ventilationssystemer ikke er tilstrækkeligt velfungerende."

Så der er masser af udfordringer, men heldigvis også masser af løsninger til renovering af ventilation. Det nye er, at der ikke kun bør tages højde for energieffektivitet, indeklima og økonomi, men også løsningernes samlede klimapåvirkning.

For at give en bedre forståelse for vilkårene er det nødvendigt at introducere ventilation i et historisk og lovgivningsmæssigt perspektiv samt introducere de mest almindelige ventilationsprincipper og løsninger til etageboliger.

Bygningsreglementets krav til ventilation

Etageboliger opført før BR77 (før 1979) har typisk naturlig ventilation, som bygger på luftfjernelse gennem aftrækskanaler i toilet/badeværelse og køkken og med udelufttilførsel gennem ventiler i beboelsesrummene. Drivkræfterne i systemet er trykforskelle fra termisk opdrift og vindpåvirkning af bygningen.

Med BR77 blev det et krav at anvende mekanisk udsugning i etageboliger med indeliggende bade- og wc-rum. Fra 1982 blev det et krav at anvende mekanisk udsugning i alle etageboliger.

Kravet om balanceret ventilation (mekanisk udsugning og indblæsning med varmegenvinding) i etageboliger blev indført med bygningsreglementet fra 2010.

Ventilationskravene i det gældende bygningsreglement BR18 gælder ved nybyggeri og ved gennemgribende ombygninger eller anvendelsesændringer af eksisterende byggeri. Ved mindre ombygninger, som udskiftning af vinduer og døre, skal det sikres, at bygningens ventilationsforhold før ændringen opretholdes.

Bygningsreglements bestemmelser om ventilationssystemer og krav til luftskifter gælder både ved ny installation i en eksisterende bygning og ved total udskiftning af et eksisterende mekanisk ventilationssystem.

⁷ [SBI 2020:12 Hvidbog - Ventilation af eksisterende etageboliger](#)

I 2021 bortfaldt kravet om balanceret ventilation, forudsat at alternativerne ikke gav et højere energiforbrug.

Fra 1.1.2022 er det tilladt i perioder at halvere luftskiftet ift. de generelle krav (0,3 l/s m²), når boligen ikke er i anvendelse.

Kravet er, at ventilationen styres individuelt i hver bolig ud fra fortløbende målinger af indeklima – relativ fugt og CO₂.

Ventilationsprincipper, status 2021

Et skøn over fordelingen af boliger efter ventilationsprincip for Danmarks ca. 1.080.000 etageboliger er:

- Naturlig ventilation: 700.000 boliger. Opført frem til BR 77 (gældende fra 1979)
- Mekanisk udsugning: 280.000 boliger. Opført 1979 – 2010, samt ældre forbedrede boliger
- Mekanisk ventilation med varmegenvinding: 100.000 boliger. Opført fra 2010 – 2021, samt ældre forbedrede boliger.

Beskrivelse af de forskellige ventilationsløsninger

En mere detaljeret gennemgang af principperne og konkrete ventilationsløsninger gives i det følgende.

Naturlig ventilation:

Luften fjernes gennem lodrette aftrækskanaler fra køkken og bad-toilet rum. Udeluften tilføres beboelsesrum gennem ventilationsåbninger i ydervægge og vinduer, samt via utætheder og udluftning.

Drivkræfterne er termisk opdrift og vindpåvirkning af bygningen.

Systemets ydeevne afhænger af aftrækskanalers og ventilationsåbningers dimensioner og placering. Emhætter indgår ikke i ventilationen.

Styring: Typisk ingen, evt. via indstilling af ventiler i vinduer eller ydervægge eller klapventil til aftrækskanal.

Mekanisk udsugning:

En ventilator på loftet suger luft ud via lodrette aftræks- og ventilationskanaler fra køkken og bad-toilet rum. Udeluften tilføres beboelsesrum gennem ventilationsåbninger i ydervægge og vinduer, samt via utætheder.

Systemets ydeevne afhænger af ventilatoren og af aftrækskanalers og ventilationsåbningers dimensioner og placering.

Emhætter er sluttet til det centrale anlæg eller via skakte til det fri over tag.

Styring: Der styres typisk efter en tryksensor i udsugningskanalen. Udsugningsanlægget kan i nogle tilfælde køre ned i kapacitet om natten. Emhættens udsug kan reguleres og evt. friskluftventiler kan indstilles af brugeren.

Mekanisk balanceret ventilation med varmegenvinding, centralt system:

Et ventilationsaggregat på loftet suger luft ud via kanaler fra køkken og bad-toilet rum. Luften passerer aggregatets varmeveksler, der bidrager til opvarmning af udeluften, som via kanaler tilføres beboelsesrummene. Indtag og afkast over tag.

Systemets ydeevne afhænger især af ventilationsaggregatet, af styringen, og af kanalernes dimension.

Emhætter er sluttet til det centrale anlæg, eller via skakte til det fri over tag.

Styring: Der styres typisk efter en tryksensor i kanalen.

Indblæsningen reguleres sammen med emhætten. Emhættens udsug kan reguleres og friskluftventiler kan indstilles af brugeren.

Mekanisk balanceret ventilation med varmegenvinding, decentralt system:

Et ventilationsaggregat i hver bolig suger luft via kanaler fra køkken og bad-toilet rum. Luften passerer aggregatets varmeveksler, der bidrager til opvarmning af udeluften, inden den tilføres beboelsesrummene. Afkast over tag sker typisk via lodrette kanaler. Luftindtag sker typisk via ydervægsventiler i hver bolig.

Emhætten indgår som regel i den samlede boliginstallation med egen afkastkanal.

Styring: Standardudsugningen kan reguleres efter fugtforhold og brug af emhætte. Indblæsningen følger udsugningen.

Kanalløse ventilationsløsninger:

Vekselretningsventilation:

Mindre ventilationsenheder med varmegenvinding, der indbygges i ydervæggene. Ind- og udblæsning mellem enhederne samstyres så luftskifte og varmegenvinding optimeres. Teknologien er primært anvendelig i enkelte rum med ringe ventilationsforhold og ikke til ventilation af hele boligen.

Kanalløs boligventilation:

Decentrale systemer med kanalløs føring af ventilation i den enkelte bolig. Typisk med en til tre ydervægsenheder med indblæsning, udsugning og varmegenvinding og interne enheder mellem rum med indblæsning og udsugning, der sikrer luftcirkulation i boligen. Enhederne overvåges og samstyres intelligent.

Ventilationsvinduer:

Vinduet eller døren forvarmer den friske luft mens den stiger op mellem den indvendige og den udvendige rude. Luftstrømmen ind i bygningen reguleres automatisk via et sæt ventiler. Afkast sker via aftræk i køkken og bad, via naturlig ventilation eller mekanisk udsugning.

Herudover findes hybride løsninger, hvor der veksles mellem mekanisk ventilation og naturlig ventilation – fx primært balanceret ventilation med varmegenvinding i opvarmningssæsonen og primært naturlig ventilation i sommerperioden.

Endelig kan varmen fra afkast via en varmepumpe genvindes til rumopvarmning og/eller varmt brugsvand.

3. Ventilation med lav klimapåvirkning

Lejlighedernes Indeklima

Ventilationen er afgørende for indeklimaet, der påvirker beboernes sundhed, kreativitet, komfort, koncentration, og indlæringssevne mv⁸.

Ventilationsanlægget skal udformes, dimensioneres, placeres og styres, så det i samspil med bygning, varmeanlæg og typisk brug, sikrer et godt indeklima i alle boligens rum, defineret som:

- Et passende lavt CO₂niveau (<1000 ppm)
- Effektiv fjernelse af partikler og kemiske stoffer (<100 µg/m³ formaldehyd, <1500 µg/m³ TVOC⁹),
- En passende luftfugtighed (gerne 25 - 65 % RF),
- En ensartet lufttemperatur under loft og ved gulv uden generende luftbevægelse (20-22°)
- Et lavt støjniveau – fra installationer (I opholdsrum <25 dB(A)¹⁰).

Valg af ventilationsløsning

En række forhold spiller ind i valget af ventilationsløsningen. Derfor er det heller ikke muligt at definere den bedste løsning på tværs af bygninger, da det afhænger af lokale forhold.

Nedenfor er skitseret de væsentlige parametre, som indgår i en beslutning ved etablering af en helt ny installation. Fremgangsmåden og de listede forhold er også relevante, hvis et eksisterende ventilationsanlæg kan forbedres og delvis genbruges.

1. Anlæggets ydelser, funktionalitet og effekt på indeklimaet – indeklimateforbedringen
2. Krav, herunder: BR + DS 428 + DS 447, og evt. kommunale krav
3. Muligheder for Intelligent styring, muligheder for behovsstyring
4. Anlægsudgifter, sammenhæng til andre forbedringer
5. Finansiering, effekt på husleje
6. Driftsudgifter (herunder styring, vedligehold, energiforbrug, varmebesparelser, levetid)
7. Anlæggets omfang og dimensioner, pladsoptag, placeringsmuligheder og føringsveje
8. Følgearbejder som lodrette skakte, ydervægsventiler, væggennembrydninger og nedhængte lofter, hertil sammenhæng med øvrige ombygninger, nedtagning af tidligere ventilation mv.
9. Drifts- og servicefunktionalitet.
10. Beboeraccept fx mht. pladsoptag i den enkelte bolig og etablerings- eller driftsgener.
11. Arkitektur, bygningstype- og konstruktioner, æstetik – Inde og ude
12. Hertil forventes også at komme klimabestemte CO₂-krav ved renovering, som vil påvirke valg af ventilationsløsninger

Økonomien vurderet særlig på anlægs- og driftsudgifter samt energibesparelser, har traditionelt været prioriteret højt ved valg af renoveringstiltag. Hertil opleves dog, at indeklimaet og den tilhørende værdi har fået mere fokus i beslutningsprocesserne. Fremover vil der desuden bl.a. som

⁸[Fremfremsynsnotat - Værdien af et godt indeklima](#)

⁹[Den frivillige bæredygtighedsklasse - Afgasninger til indeklimaet](#)

¹⁰[Den frivillige bæredygtighedsklasse – Støj fra ventilationssystemer i boliger](#)

udløber af den Frivillige bæredygtighedsklasse (FBK) komme øget fokus på totaløkonomien for installationerne via en LCC-beregning.

Og som det nyeste, så vil hensyn til reduktion af klimapåvirkningen ved renoveringer skulle vægtes højt, herunder valg af renoveringsløsninger, som har lavest mulige totale klimapåvirkninger, samtidig med at de opfylder de oplyste krav

Valg af ventilationsløsning ved renovering af etageejendom

Ved en bæredygtighedsvurdering af alternative ventilationsløsninger i forbindelse med renovering af etageejendomme bør den *samlede* effekt - også i et klimaperspektiv - af de gennemførte tiltag vurderes. Det betyder, at øvrige installations- og bygningsmæssige forbedringer også skal indgå i vurderingen for ventilationsløsningerne. Det indbefatter:

- Ventilator, aggregat med varmeveksler og filtersystem, kanaler, spjæld, lyddæmpere, indblæsnings- og udsugningsarmaturer inkl. emhætte, ydervægsventiler, dataopsamling, følere, automatik, styring og den tilhørende el-installation.
- Etablering af evt. nye lodrette og vandrette føringsveje for kanaler, samt nedhængte lofter og gennembrydninger af indervægge og ydervægge. Hertil en vægtning af bygningsmæssige ændringer, for eksempel i forbindelse med ændring af køkken og bad, hvor etableringen af ventilation indgår i de valgte ændringer.
- Nedtagning og bortskaffelse af eksisterende anlæg og reparation efter disse.

DGNB-kriterier og krav i den frivillige bæredygtighedsklasse (FBK) kan tilpasses og indgå i vurderingen af alternative ventilationsløsningers bæredygtighed.

Er DGNB-kriterierne udgangspunktet, kan ventilationen bidrage positivt til opfyldelsen af procesmæssig, miljømæssig (herunder klimapåvirkningen), social, økonomisk og teknisk bæredygtighed ved evalueringen af den samlede renovering.

Notatet "Bygningsinstallationer i et bæredygtighedsperspektiv – Fokus på HVAC" indeholder en liste med tyve punkter, som er væsentlige for at sikre de mest bæredygtige HVAC-installationer¹¹. Denne liste er også aktuel og anvendelig, når der skal træffes valg om bæredygtige ventilationsløsninger.

I Bilag 1 er denne liste tilpasset ventilationsanlæg specifikt. Ligeledes fremgår det, hvordan de enkelte punkter spiller ind i både DGNB-kriterierne og krav i den Frivillige Bæredygtighedsklasse, som dog ikke stiller klimakrav.

Følgende kapitel beskriver en udvælgelsesproces mellem alternative ventilationsløsninger, hvor DGNB-kriterierne er tilpasset og anvendt i en konkret renoveringssag i alment tidstypisk lejlighedsbyggeri fra 1947. På sigt arbejdes der på at få gennemregnet flere renoveringssager, som dækker andre typer etageboligbyggerier fx betonbyggeri fra 1960'erne og frem, da ventilationsløsningerne og resultaterne kan være bygningsafhængige.

¹¹ [Bygningsinstallationer i et bæredygtighedsperspektiv - Fokus på HVAC – Pixi-udgave](#)

4. Eksempel på valg af ventilation med lav klimapåvirkning

Eksemplet beskriver valg af ventilationsløsninger ud fra en evaluering af bæredygtighed med fokus på et konkret byggeri, som er en del af Dansk Almennyttigt Boligselskab (DAB): Bebyggelsen Frydenspark.

Byggeriet har 294 lejemål fordelt på 14 boligblokke. De murede bygninger er i tre etager med kælder. Ved projektets begyndelse står afdelingen Frydenspark overfor en omfattende renovering, som også indebærer etablering af nyt ventilationsanlæg. Projektet fokuserer på at definere praktisk anvendelige løsninger og vurdere disse indbyrdes ud fra bæredygtighedskriterier tilpasset denne type projekter.

Projektets metode og tilpassede løsningsforslag vurderes at kunne anvendes i analyser med fokus på bæredygtighed ved renovering af ventilationen i størstedelen af eksisterende etageejendomme.

I Frydenspark skal de nye ventilationsanlæg erstatte naturlig ventilation med lodrette aftrækskanaler. Ventilationsanlæggene indgår i en samlet renovering, der omfatter nye køkkener og badeværelser i alle boliger, udvidelser med karnapper, nye installationer og radiatorer, bygningsisolering herunder vinduesudskiftning, samt nye varmecentraler.

Processen indledes med en vurdering og kortlægning af mulige ventilationsløsninger. Dernæst opstilles en analysemodel, hvor relevante DGNB-kriterier udvælges og det tilhørende pointsystem tilpasses til brug for sammenligning af alternative ventilationsløsninger. Herefter foretages den egentlige analyse med efterfølgende konklusioner.

Udgangspunktet for bæredygtighedsanalysen er ventilationsløsningerne og de tilhørende konsekvenser af valg af løsning. Det betyder, at nye tilførte materialer og klimapåvirkningen af resulterende følgearbejder også indgår i evalueringen. Andre dele af den omfattende renovering, som ikke er påvirket af valget af ventilationsløsning, indgår ikke, da det må vurderes at være uafhængigt og derfor konstant i forhold til overvejelser omkring ventilation.

Indledende vurdering

I forbindelse med det samlede renoveringsprojekt for Frydenspark, var der allerede defineret en ventilationsløsning med almindelig mekanisk udsugning, som indgår som reference i analysen.

På grundlag af besigtigelse, projekttegninger og informationer fra byggeriet og det samlede renoveringsprojekt, blev der udført skitseprojekter for yderligere 19 ventilationsmuligheder. Disse var fordelt på overordnede ventilationsprincipper således:

- A. Alm. mekanisk udsugning - 1 variant (Referenceløsningen)
- B. Optimeret mekanisk udsugning - 5 varianter
- C. Decentral balanceret ventilation - 7 varianter
- D. Central balanceret ventilation - 7 varianter

Mikroventilation med varmebatterigenvinding og en kanalløs boligventilationsløsning blev overvejet, men blev valgt fra, henholdsvis med udgangspunkt i BR-krav og mulighed for tilpasning til lejlighederne.

En række parametre blev inddraget i skitseforslagene, herunder: Placering af aggregat, indtag, afkast, emhætte, kanalplacering, radiatorændring, indtag via ventilationsvinduer og anvendelse af

aftræksvarmepumpe. Desuden blev de forskellige løsningsforslag prissat ved inspektion og dialog med entreprenører.

Før den egentlige bæredygtighedsanalyse blev de 20 ventilationsløsninger vurderet ud fra:

- *Energiforbrug*: varmetab, indflydelse på varmeregnskab, varmegenvinding og SEL-faktor, beregnet energiforbrug/bolig,
- *Pladsoptag og æstetik*: Placering (små lejligheder), skabsaggregater, nedhængt loft, ombygning i lejlighed, facadegennembrydninger, mulighed for anvendelse af eksisterende aftrækskanaler og skorstene
- *Drift og service*: Adgang til anlæg og filterskift, mulighed for el-fejl, brandautomatik, årlige omkostninger/bolig
- *Indeklima*: Termisk, lyd, overført lyd
- *Brugerejerskab*: muligheder for interaktion
- *Etablering*: Anlæggets kompleksitet, brug af stillads/lift, kran til aggregat installation
- *Anlægsøkonomi*: Samlet og opdelt på ventilation, radiatorændring for udsugningsløsninger, merpris til ventilationsvinduer, simpel tilbagebetalingstid
- *Eksisterende lovgivning* herunder BR, DS 428, DS 447 samt kommunale krav og statisk indvirkning
- *Genbrug* af eksisterede installation

Som en del af skitseprojekterne blev der udført principskitser for den udvalgte lejlighedstype for hver ventilationsløsning, ligesom de nødvendige følgearbejder blev beskrevet.

Ud fra en samlet vurdering med udgangspunkt i de ovenfor beskrevne parametre blev fire løsninger udvalgt til en vurdering af bæredygtighed – én for hvert ventilationsprincip.

A: Udsugning

Medtaget som reference (den oprindeligt projekterede)

Pris: 101.854 kr. pr. lejlighed inkl. følgearbejder og nyt radiatoranlæg med friskluftindtag

B: Optimeret udsugning

Optimeret med behovsstyring, effektive emhætter, reduceret kanaldimension.

Argument: Pris, minimum optag af plads og ca. 40% energibesparelse i driftsfasen ift. referencen.

Pris: 109.000 kr. pr. lejlighed inkl. følgearbejder og nyt radiatoranlæg

C: Decentralt emhætteaggregat (ventilationsaggregat sammenbygget med emhætten)

Indtag via facaden og afkast via det bagerste eksisterende aftræk.

Argument: Pris, Minimum optag af plads, wc-dør placering bibeholdes og en energibesparelse i driftsfasen på ca. 85% ift. referencen.

Pris: 76.600 kr. pr. lejlighed inkl. følgearbejder

D: Centralanlæg som udgør selvstændig brandcelle/sektion:

Indblæsning og udsugning via eksisterende aftræk.

Argument: Pris, minimum optag af plads, selvom dør på wc skal flyttes og energibesparelse i driftsfasen på ca. 80% ift. referencen.

Pris: 76.300 kr. pr lejlighed inkl. følgearbejder

DGNB-kriterier og point system

Analysen af de fire ventilationsløsningers bæredygtighed bygger på indholdet og formatet af en DGNB-certificering for "Nybyggeri og omfattende renoveringer". Heri defineres seks kvaliteter, som er illustreret på figuren nedenfor.

Indenfor de seks kvaliteter er defineret 37 kriterier med et varierende antal definerede indikatorer under hvert kriterie.



Ikke alle DGNB analysens kriterier er relevante, når der alene fokuseres på ventilationsanlægget. Derfor blev der i tilpasningen af DGNB-metoden til det aktuelle projekt frasorteret en lang række kriterier, herunder:

- Kriterier omkring dokumentation og opfølgning i byggeprocessen, da ventilationsløsningerne vurderes ud fra et øjebliksbillede, før byggeprocessen starter op.
- Kriterier eller indikatorer som ikke er relevante for beboelsesbygninger
- Hvis kriteriet eller indikatoren ikke varierer fra løsning til løsning.

De udvalgte kriterier og indikatorer blev fortolket og uddybet med inspiration fra Den Frivillige Bæredygtighedsklasse og erfaringer fra lignende projekter.

I alt blev 14 kriterier og 41 indikatorer vurderet at være relevante og blev medtaget i den tilpassede metode til evaluering af bæredygtighed for ventilationsanlæg i renovering af boligbyggeri.

Pointsystemet blev tilpasset de udvalgte kriterier og indikatorer, så den maksimale samlede score blev 100 % for ventilationsanlægget alene. I bilag 2 ses den resulterende pointfordeling.

Livscyklusanalyse (LCA) med fokus på klimapåvirkningen af den samlede løsning

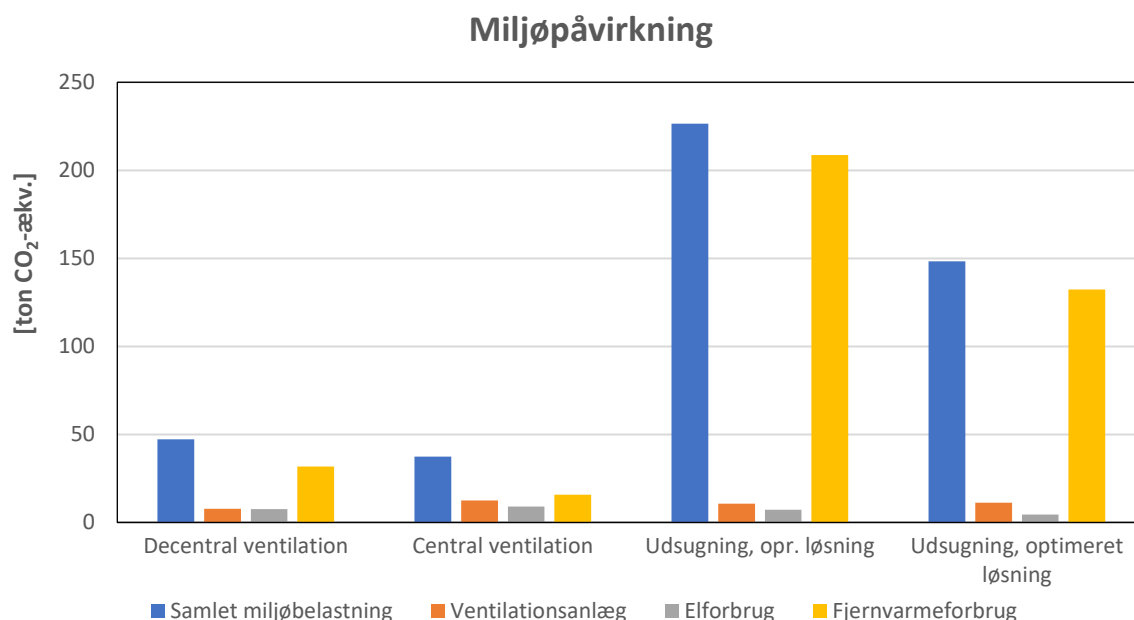
Livscyklusvurderingen i kriteriet ENV1.1 i DGNB-metoden har høj vægtning i den samlede score og er isoleret set interessant, når forskellige ventilationsløsninger overvejes. Særligt *indikator 2.1 LCA-resultater ift. referenceværdier*, som baseres på en LCA-beregning med en betragtningsperiode på 50 år, er relevant at fremhæve. Her vurderes den samlede miljøbelastning opgjort i ton CO₂-ækv. inklusive materialer, elforbrug og forøget fjernvarmeforbrug for de fire løsninger.

Beregningsen er foretaget med LCAByg¹² og tager udgangspunkt i komponentstykklister udført af entreprenørerne for hver løsning og omfatter primært ventilationsanlæggene, kanaler, armaturer og brandisolering. Da LCAByg-databasen på dette tidspunkt indeholdt et begrænset antal specifikke ventilationskomponenter er de begrænsede data til rådighed i LCAByg omregnet, så det svarer til de komponenter, der skal anvendes i de fire ventilationsløsninger. Dette medfører selvfølgelig en usikkerhed, men vurderes at være tilstrækkeligt retvisende til at give et klart billede af LCA-værdierne.

Udover de beskrevne komponenter indeholder projekterne også mindre mængder af diverse materialer til ophæng, inddækninger og maling, som ikke er medtaget i beregningerne, idet det vurderes, at klimapåvirkningen fra disse materialer er nogenlunde ens for de forskellige løsninger og desuden af mindre klimamæssig betydning.

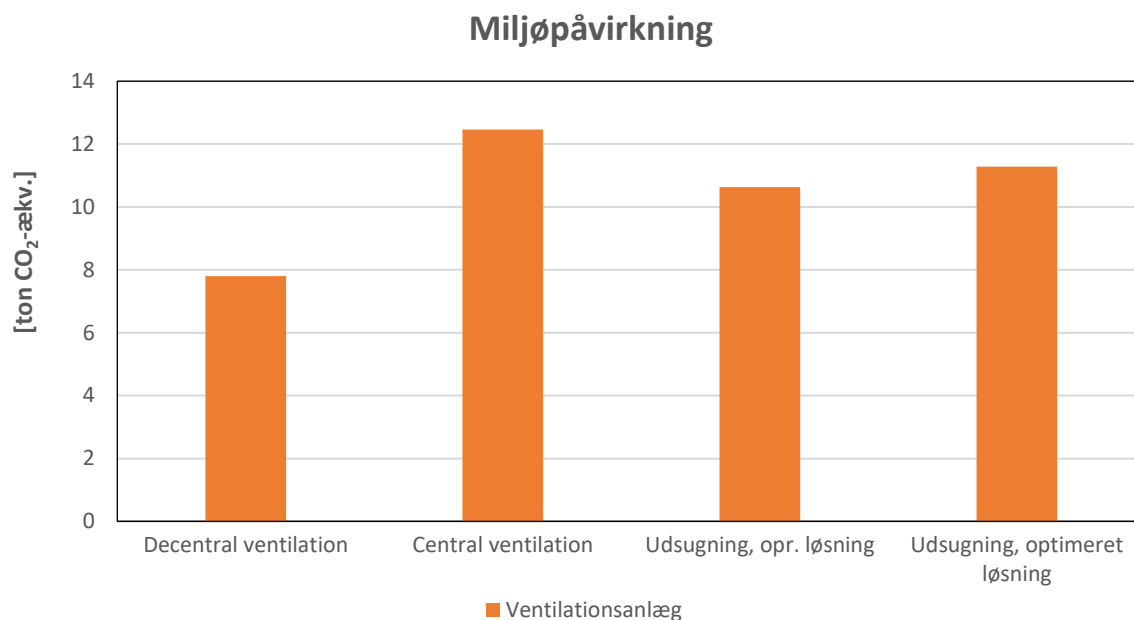
For udsugningsløsningerne er miljøbelastningen fra ændrede radiatorer ligeledes inkluderet, da de er en forudsætning for de pågældende løsninger.

På baggrund af de beregnede værdier tildeles point. Beregningsresultaterne er vist på følgende figur.



¹² LCAByg 5 med anvendelse af "[Opdaterede emissionsfaktorer for el og fjernvarme](#)" (COWI, 2020)

Af figurens orange søjler ses, at de klimamæssige konsekvenser af fremstilling, etablering, udskiftning og bortskaffelse af de forskellige løsninger er næsten ens. En forstørrelse af de orange søjler ses på den næste figur, der trods alt viser, at der er forskel på løsningerne. Det må forventes, at der vil komme mere fokus på materialepåvirkningen efterhånden som ambitionsniveauet for bygningers samlede udledning hæves. Det fremgår ligeledes af figuren, at forskellen i CO₂-ækv. fra el-forbruget over 50 år i de grå søjler beskedent.



Den væsentligste forskel findes i energiforbruget og dermed CO₂-belastningen til opvarmning, som ses for de gule søjler. Forskellen skyldes primært, at den decentrale og den centrale løsning har varmegenvinding. Forskellen mellem de to udsugningsløsningers fjernvarmeforbrug skyldes, at den maksimale luftmængde er reduceret med bedre emhætte og middelluftmængden er reduceret med behovsstyring i den optimerede løsning.

De undersøgte løsninger svarer til etablering af ventilation i to opgange i Frydenspark svarende til i alt 12 lejligheder.

5. Frydenspark – DGBN-analyse og konklusion

I bilag 2 ses pointtildelingen for de fire ventilationsløsninger i et sammenfattende skema. Pointene er så vidt muligt tildelt ud fra en kvantitativ vurdering understøttet af supplerende kvalitative vurderinger med fokus på økonomiske, miljømæssige, sociale og arkitektoniske forhold.

Skemaet viser de anvendte kriterier med indikatorer, vægtning og maksimalt mulige point, samt evalueringen af de fire løsninger afsluttet med en vægtet score for hver løsning.

De udvalgte kriterier og tilhørende indikatorer er analyseret systematisk og sammenfattet i et skema for hvert kriterie, som kan findes offentliggjort i projektets rapport.¹³ Heri beskrives i detaljer de overvejelser, der er gjort omkring fortolkning af DGNB-kriterier og indikatorer i forhold til de

¹³ [Frydenspark - Bæredygtig ventilationsløsning](#)

specifikke ventilationsløsninger. Ligeledes beskrives hvilke data, der ligger til grund for analysen og pointtildelingen.

Med denne metode bliver resultatet af analysen, at de fire ventilationsløsninger rangordnes således:

Ventilationsløsning	Samlet score
Central løsning (D)	79 %
Decentral løsning (C)	75 %
Optimeret udsugning (B)	60 %
Udsugning (Referencen) (A)	55 %

Resultaterne af analysen viser, at den centrale ventilationsløsning (D), er den mest bæredygtige løsning til Frydenspark med en score på 79 %. Modsat er referencen, en traditionel udsugningsløsning (A) den mindst bæredygtige løsning med en score på 55 %. Det er dog ikke givet, at det vil blive resultatet i alle bebyggelser, og der er derfor behov for flere gennemregnede eksempler.

Analysen og pointtildelingen viser, at særligt to kriterier er afgørende for resultatet. Det drejer sig om bidraget fra livscyklusanalysen (LCA) i kriterie ENV 1.1 og den totaløkonomiske beregning (LCC) i kriterie ECO 1.1. Forskellen i pointtildelingen på disse kriterier skyldes den væsentlige forskel i energiforbruget for de forskellige løsninger, hvor udsugningsløsningerne kræver væsentlig mere energi til opvarmning. Forskellen i energiforbruget har indflydelse på den beregnede udledte CO₂ over 50 år og derved LCA-beregningen. Ligeledes medfører energiforbruget en forskel i driftsomkostninger, som får stor indflydelse på LCC-beregningen.

Selvom den decentrale løsning (C) har varmegenvinding, som den centrale løsning (D), opnår den ikke tilsvarende antal point. De primære årsager til pointforskellen findes i, at anlægget skaber mere støj i lejlighederne og teknisk er mindre fleksibel.

Endelig viser analysen, at anvendelse af de eksisterende føringsveje giver en stor variation af løsningsmuligheder. Udover de klimamæssige positive effekter, er det mest bæredygtigt at bevare de eksisterende forhold og materialer, ligesom løsningerne kan være pladsbesparende.

6. Betydning af ventilation med lav klimapåvirkning for byggeriets aktører

Det forventes, at der vil blive gennemført mange ventilationsprojekter i eksisterende etageboligbyggeri frem mod 2050 med henblik på at skabe bedre indeklima og energibesparelser. Med ca. 700.000 etageboliger med naturlig ventilation og 280.000 med mekaniske udsug er potentialet stort.

- Der forventes at komme større opmærksomhed om bæredygtighed ved renovering, enten ved at beboere og bygningssejere efterspørger det eller i form af deciderede krav til maksimal klimapåvirkning ved renovering, som omtalt i den nationale strategi for bæredygtigt byggeri.

- Byggeriets aktører forventes derfor at skulle kunne vurdere i bred forstand, hvilke ventilationsløsninger, der er mest bæredygtige og ikke blot have fokus på fx energibesparelser og driftsomkostninger alene. Det forventes at den brede tilgang indebærer, at renoveringsløsningerne vurderes i forhold til både social, økonomisk og miljømæssig bæredygtighed.
- Der findes allerede en række forskellige ventilationsprodukter- og løsninger til etageboliger på markedet. Den trinvis indfasning af grænseværdier for klimapåvirkning for nybyggeri forventes imidlertid at medvirke til et marked for flere og helt nye produkter med lavere klimaaftryk. Det forventes særligt at ske, når kravene nærmer sig 5 kg CO₂ ækv/m² pr. år eller lavere, hvor de tekniske installationers klimapåvirkning kan fylde relativt meget i den samlede klimapåvirkning for et nybyggeri. Det forventes, at mange af produkterne til nybyggeri også vil kunne anvendes ved renovering.
- Det forventes, at den laveste klimapåvirkning fra renovering med ventilation opnås, hvor både klimapåvirkningen fra materialer og drift er lave. I den forbindelse forventes det, at det vil være fordelagtigt at anvende eksisterende føringsveje og kanaler, og dermed spare materialer, men også at det vil være en individuel vurdering fra gang til gang, hvad der er den bedste samlede løsning for en given bygning fra en given tid.
- Derfor forventes der et behov for enkle metoder, som i skitsefasen kan sikre korrekt valg af den mest bæredygtige ventilationsløsning inkl. føringsveje mv. Metoderne forventes at skulle fokusere særligt på forbedringer af indeklimaet, økonomien, støjforhold og især energibesparelsen, som er styrende for den samlede miljø- og klimapåvirkning. Heller ikke uvæsentligt er, at ventilationsløsningerne samtænkes med ikke-energirelaterede renoveringer som fx køkken og bad.
- Metoderne kan suppleres med et katalog, der beskriver byggeskik for etageboligejendomme fra forskellige tidsperioder og med eksempler skitserer forskellige ventilationsløsninger og deres klimapåvirkning for de tidstypiske ejendomme.

7. Målgruppe for dette fremsynsnotat

Renovering af beboelsesejendomme involverer en række interessenter, som på den ene eller anden måde kommer til at skulle tage stilling til bæredygtighed og klimapåvirkning og derfor kan have glæde af konkrete eksempler og metoder, som skitseret i dette notat.

Renovering med ventilation, kan være en indgribende foranstaltning i den enkelte lejlighed, men er der fokus på helheden og samtænkningen med andre forbedringer samt formidling til alle interessenter om formål og mål, er der større chance for succes.

Bygningsejere/bygherrer, vil i forhold til deres bygningers værdi, kunne have glæde af i højere grad at kunne argumentere for og dokumentere kommende renoveringers bæredygtighed. Ikke bare økonomisk og social bæredygtighed, men også den miljømæssige del, som bliver skitseret i dette notat.

Brugere/beboere i bygningerne vil fortsat have fokus på synlige forbedringer som renovering af køkken og bad, men synliggørelse af klimapåvirkningen, herunder de gevinster, der kan opnås ved passende ventilationsløsninger, kan give beboerne et bedre grundlag for at vælge, når renoveringsbudgettet skal lægges.

Entreprenører og rådgivere kan ud fra det konkrete eksempel få inspiration til, hvordan udnyttelse af eksisterende føringsveje, valg af ventilationsløsning og ikke mindst samtænkning med øvrige renoveringstiltag kan føre til mindre klimapåvirkning.

Det politiske niveau inkl. det administrative apparat kan få inspiration til, hvordan klimapåvirkning kan håndteres ved konkrete renoveringsløsninger.

Bilag 1: Fokuspunkter for valg af de mest bæredygtige bygningsinstallationer

Listen er en viderebearbejdning af tyve-punktlisten fra ”*Pixi-udgaven af fremsynsnotat: Bygningsinstallationer i et bæredygtighedsperspektiv - Fokus på HVAC*”, afsnit 3 og fokuserer specifikt på ventilationsanlæg. De tilpassede fokusområder kan indgå i en vurdering og sammenligning af alternativer.

For nogle af punkterne er den nødvendige viden, for eksempel EPD’er, endnu ikke tilgængelige. Tilhørende DGNB-kriterier og krav i FBK er angivet i parentes.

1. Ventilationsanlægget sikrer et godt indeklima via et ønsket luftskifte, hvor og når der er brug for det, uden gener som støj, uønsket luftbevægelse og afvigelser fra komforttemperaturer.
(SOC 1.1 til 1.3, ECO 2.2, FBK: Drifts- og vedligeholdelsesplan for opretholdelse af indeklimaet, Støj fra ventilationssystemer i boliger)
2. Løsningen er energieffektiv. Den nødvendige energi er baseret på vedvarende energikilder i størst muligt omfang. Varmegenvinding med høj virkningsgrad og lav SEL-værdi kan være afgørende.
(ENV 1.1, 1.2, TEC 1.4)
3. Installationen inkl. føringsveje er dokumenteret i forhold til de indgående produkters ressourceforbrug og miljøbelastning og har lavt ressourceforbrug og miljøbelastning (dokumenteret med LCA og EPD).
(ECO 2.1, 2.2, ENV 1.1, 1.2, TEC 1.8, FBK: Livscyklusvurdering)
4. Ventilationen er forsynet med åbne interfaces, og kan om relevant samstyres med varmeanlægget. Styringen kan baseres på prissignal eller andre styringssignaler for energianvendelse opdelt på timebasis eller kortere.
(TEC 1.4)
5. Dataopsamling fra ventilationsanlæg skal kunne anvendes aktivt til fx databaseret vedligehold og synliggørelse af funktion, energiforbrug, indeklima mv.
(PRO 2.4)
6. Anlægget er let og intuitivt at betjene korrekt for driftspersonalet og slutbrugere og har muligheder for behovsstyring og tilpasning til brugerpræferencer, hvor det er relevant.
(SOC 1.1, SOC 3.2, FBK: Drifts- og vedligeholdelsesplan for opretholdelse af indeklimaet)
7. Anlægget og bygningsmaterialer er produceret af virksomheder, der har intention om og mål for CO₂-reduktion fx via SBTI (Science Based Targets Initiative).
(ENV 1.1, 1.2, TEC 1.8, FBK: Livscyklusvurdering)
8. Ventilationsanlægget er så vidt muligt opbygget af let tilgængelige og recirkulér-bare komponenter og materialer med lang levetid. Det er sammensat af komponenter, der kan udskiftes/repareres/genanvendes.
(ENV 1.1)
9. Den samlede løsning (ventilation plus opvarmning) har lave levetidsomkostninger baseret på både installationsomkostninger og driftsomkostninger, inklusive indregning af værdien af et sundt indeklima (LCC).
(ECO 1.1, FBK: Totaløkonomisk Analyse)
10. Støj, støv og gener samt ressourcer og affald på byggepladsen er minimeret.
(PRO 2.1, FBK: Ressourceanvendelse på Byggepladsen)

11. Installationen afgiver ikke partikler eller luftarter i mængder, som kan forringe indeklimaet eller kan medføre lugtgener eller frembyde sundhedsfare.

(ENV1.2, TEC 1.5, FBK: Dokumentation af problematiske stoffer)

12. Ventilationsanlægget er dimensioneret og udformet, så det både opfylder eksisterende krav og kan tilpasses fremtidige ændringer af bygningens boliger.

(ECO2.2)

13. Anlægget kræver mindst mulig ressourceanvendelse til installering, indregulering og funktionsafprøvning ud fra brugervenlige instruktioner tilpasset til den driftsansvarlige.

(PRO 2.1 til 2.4)

14. Anlægget er let tilgængeligt og optimeret med henblik på mindst mulig ressourceanvendelse i forbindelse med service og vedligehold, det gælder både reservedele, instruktioner og kvalificerede håndværkere, der kan installere, reparere og vedligeholde i en længere årrække efter etablering.

(PRO 1.5, TEC1.5)

15. Anlægget har en let anvendelig og skræddersyet drifts- og vedligeholdelsesplan. Alle dele af anlægget er veldokumenterede og alle nødvendige og lovmæssige datablade er let tilgængelige på digital form.

(PRO 1.5, FBK: Dokumentation af problematiske stoffer)

16. Anlægget opfylder alle krav til brandsikring og øvrig sikkerhed.

(TEC 1.1)

Bilag 2: Tilpasset DGNB-metode til ventilationsløsninger i renovering

Tabellen viser den vægtede fordeling i DGNB, samt resultaterne for de fire ventilationsløsninger:

Kriterie	Indikator	Vægtning	Max Point	Point opnået				Vægtet score			
				A. Udsugning (reference)	B. Udsugning optimeret	C. Decentral	D. Central	A. Udsugning (reference)	B. Udsugning optimeret	C. Decentral	D. Central
PRO2.1	1.1 Koncept for minimering og sortering af affald på byggeplads	2,20%	5	5	5	5	3	1,90%	1,90%	2,10%	1,90%
	2.1 Koncept for minimering af støj- og vibration på byggepladsen		5	3	3	4	5				
	3.1 Koncept for minimering af støv på byggepladsen		5	5	5	5	5				
ENV1.1	1.1 Integration af LCA i tidlig planlægningsfase	16,40%	10	10	10	10	10	4,90%	5,70%	14,70%	13,90%
	2.1 LCA resultater ift. referenceværdier		75	15	20	75	70				
	3.2 LCA beregning udført for yderligere faser		10	0	0	0	0				
	4.1 GWP-faktor for kølemidler		5	5	5	5	5				
ENV1.2	2.1 Kortlægning og risikovurdering	8,10%	20	20	20	20	20	8,10%	8,10%	8,10%	8,10%
ECO1.1	1.1 Integration af totaløkonomiske beregninger i projekteringsfasen	16,50%	10	3	5	8	10	4,90%	8,20%	13,20%	16,50%
ECO2.1	1.1 Arealudnyttelse	11,00%	20	8	10	12	12	5,60%	5,10%	4,70%	7,60%
	2.1 Etagehøjde		15	10	10	10	10				
	7.1 Fleksibilitet af tekniske installationer		40	20	15	10	30				
ECO2.2	3.1 Passivt designkoncept i design og udførelse	11,00%	20	8	8	7	6	6,00%	6,00%	6,30%	5,50%
	5.1 Udførelse af robusthedsundersøgelse af indeklimaet		20	14	14	16	14				
SOC1.1	1.1 Operativ temperatur (vinterperiode)	5,80%	20	15	15	20	20	4,30%	4,50%	5,40%	4,90%
	1.2 Træk (vinterperiode)		10	5	7	10	10				
	1.3 Asymmetrisk strålingstemperatur og gulvtemperatur (vinterperiode)		5	5	5	5	5				
	1.4 Relativ fugtighed (vinterperiode)		15	15	15	13	13				
	2.1 Operativ temperatur (sommerperiode)		25	20	20	25	20				
	2.2 Træk (sommerperiode)		5	5	5	5	5				
	2.3 Asymmetrisk strålingstemperatur og gulvtemperatur (sommerperiode)		5	5	5	5	5				
	3.2 Brugerstyring		15	4	6	10	6				
SOC1.2	1.1 Afgasning af byggematerialer	5,80%	30	30	30	30	10	4,90%	4,90%	5,10%	4,20%
	2.1 Ventilationsraten		30	30	30	30	30				
	2.2 Ventilationsfilter		10	10	10	5	7				
	2.3 Filterskifte		5	2	2	3	5				
	2.4 Placering af luftindtag og- afkast		2,5	2	2	1	2,5				
	3.1 Ingen lokale forureningskilder		10	5	5	5	5				
	3.3 Kvalitet og udnyttelse af emhætte		15	7	7	15	15				
SOC1.3	3.3.2 Støj fra tekniske installationer	5,80%	10	7	8	7	10	4,70%	5,20%	3,80%	5,80%
	3.3.3 Lydtryksniveau ved emhætte drift		10	9	10	6	10				
TEC1.1	1.0 Opfyldelse af myndighedskrav til brandsikring	3,30%	30	30	30	25	20	2,60%	2,60%	2,80%	2,30%
	2.2 PVC-fri bygning		10	8	8	6	8				
	3.2 Tekniske sikkerhedsanordninger		20	10	10	20	15				
TEC1.3	5.0 Lufttæthed (klimaskærmen)	4,80%	15	8	10	11	12	2,60%	3,20%	3,50%	3,80%
TEC1.4	1.1 Tilgængelighed i teknikrum	4,80%	20	10	10	20	10	1,80%	1,80%	2,70%	1,90%
	1.2 Tilgængelighed i vertikale skakte		10	0	0	0	0				
	2.1 Tilpasning af driftstemperatur med henblik på at integrere vedvarende energiformer (varme)		20	5	5	6	6				
	3.1 Systemintegration af BMS-systemer		15	10	10	10	10				
TEC1.5	6.1 Mulighed for rengøring af ventilationssystemets indblæsningskanaler og affaldsskakter	3,30%	2,5	2	2	2	2	2,60%	2,60%	2,60%	2,60%
TEC1.8	1.1 Antal miljødeklarationer (EPD'er) for anvendte byggevarer	1,50%	100	0	0	0	0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Samlet score [andel point opnået]								A	B	C	D
								55%	60%	75%	79%