



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Lydisolation i nyt boligbyggeri i Grønland

Måling og vurdering

Rasmussen, Birgit

Creative Commons License
Ikke-specificeret

Publication date:
2013

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Rasmussen, B. (2013). *Lydisolation i nyt boligbyggeri i Grønland: Måling og vurdering*. (1 udg.) SBI forlag. SBI Bind 2013 Nr. 34

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Lydisolation i nyt boligbyggeri i Grønland

Måling og vurdering

Birgit Rasmussen

Titel	Lydisolation i nyt boligbyggeri i Grønland
Undertitel	Måling og vurdering
Serietitel	SBi 2013:34
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2013
Forfatter	Birgit Rasmussen
Fagfælle- bedømmelse	Steindór Guðmundsson
Sprog	Dansk
Sidetæl	46
Litteratur- henvisninger	Side 28
Emneord	Lydisolation, boligbyggeri, Grønland, bygningsreglement, lydkrav, måling
ISBN	978-87-563-1589-0
Fotos	Permagreen Grønland A/S og Birgit Rasmussen
Tegninger	Permagreen Grønland A/S
Omslag	Permagreen Grønland A/S
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet København A.C. Meyers Vænge 15, DK-2450 København SV E-post sbi@sbi.aau.dk www.sbi.dk

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven

Indhold

Resumé / Naalisagaq	4
Forord	5
1. Indledning	6
2. Grønlandske boliger i tal og boligtyper	8
3. Lydisolation i boligbyggeri	11
4. GBR2006 lydkrav for boligbyggeri og håndtering i byggesagsbehandling	13
5. Projektgranskning af tre udvalgte boligbebyggelser	16
6. Kontrolmålinger i tre bebyggelser	20
7. Indsats for øget opmærksomhed på lydforhold.....	24
8. Konklusioner / Inerniliinerit	25
Litteratur	28
Appendiks A Tuapannguit - Beskrivelser og måleresultater	30
Appendiks B Pingorsuaq - Beskrivelser og måleresultater	34
Appendiks C Pisissia – Beskrivelser og måleresultater	38
Appendiks D Grafiske fremstillinger af måleresultater	42
Appendiks E Lydbestemmelser i henhold til DS 490 og SBI-anvisning 230	45

Resumé / Naalisagaq

På baggrund af klager over nabostøj i etageboliger har Grønlands Selvstyre, Departementet for Boliger, Infrastruktur og Trafik (IAAN), igangsat en undersøgelse af, om lydkravene i det gældende grønlandske bygningsreglement GBR2006 er opfyldt i nyopførte boligbebyggelser, *Dagens byggeri*. Der er som en del heraf udført projektgranskning samt målinger af luftlydisolation og trinlydniveau i tre bebyggelser i Nuuk.

Resultaterne af målingerne i de tre bebyggelser viser, at med de anvendte tunge konstruktioner opfyldes de nugældende lydkrav i GBR2006 (svarende til det danske bygningsreglement DBR1995) med en god margin. Endvidere overholder måleresultaterne i næsten alle tilfælde de skærpede danske krav i BR2010 (DS 490, klasse C), og der kan således gennemføres en tilsvarende skærpelse i GBR, uden at det behøver medføre store ændringer i projekterings- eller byggepraksis.

Årsagen til de fine resultater skyldes ikke kun de valgte konstruktions typer, men med ret stor sandsynlighed også en effektiv ledelse på byggepladsen, hvor der har været fokus på kvalitet i udførelsen. Det påpeges, at resultaterne absolut ikke kan overføres til lette bygningstyper og heller ikke uden videre til alle tunge byggerier.

Der gives forslag til indsatsområder for øget opmærksomhed på lydforhold i boliger samt ideer til indhold af en vejledning i byggesagsbehandling vedrørende lydforhold i boligbyggerier.

Naalisagaq

Inissiaruarni sanilit nipiliornerat pillugu maalaarutit tunngavigalugit Namminersorlutik Oqartussani Ineqarnermut, Attaveqarnermut Angallanermullu Naalakkersuisoqarfik (IAAN) Kalaallit Nunaanni Illuliornermut malittarisassani GBR2006-imi atuuttuni inissiani sanaartorneqartuni nutaani, Ullutsinni sanaartorneq, nipimut piumasaqaatit naammassineqarnermut pillugu misissuinermit aallartitsivoq. Tassunga ilaatillugu suliaassat eqqarsaatigeqqis-saarneqarput, kiisalu Nuummi illuni pingasuusuni nipip ussissusia nipillu nikerarnerat uuttortaaffigineqarluni.

Illuni misissuiffigineqartuni pingasuusuni uuttortaanerit inernerisa takutip-paat, illut sannaanut atortut oqimaatsut atorneqarnerini GBR2006-imi (DBR1995-ip assingani) nipimut piumasaqaatit atuuttut pitsaasumik qaangernagit. Kiisalu uuttortaanermi angusat tamangajammik DBR2010-mi (DS 490, klasse C) danskit piumasaqaataannut sakkortusisanut aamma nallersuuneqarsinnaallutik, taamaalillunilu GBR taamatut sakkortusiiffigineqarsinnaavoq, pilersaarusiortarnermut sanaartortarnermullu annertuunik allannguiffiunngikkaluarluni.

Angusat pitsaanerinit illut sannaanut atortut toqqarneqartut kisimik pissutaanngillat, kisiannili aamma sanaartorfinni sanaartornerup pitsaasuunis-saanik aallussiffiusuni pitsaasumik aqutsineq aamma peqqutaasimassasoq ilimanaateqarlunnarluni. Angusat illulianut sannaanut atortut oqinnerusunik atuffiusunut nuunneqarsinnaanngilluinnartut, taamatullu aamma illulianut atortunik oqimaatsunik atuffiusunut allaanerusunut imaaliinnarlugit nuunneqarsinnaanngilluinnartut erseqqissaatigineqarpoq.

Inissiani nipinut tunngasut eqqumaffigineqarneri annertusiniarlugit suliniuteqarfissanut siunnersuuteqartoqarpoq, kiisalu sanaartornernik suliaqarnermi inissialiortiterni nipimut tunngasut suliarineqartarnissaannut ilitsersuutit imassaannut isumassarsianik tunniussisoqarluni

Forord

I Grønland er der ca. 22.000 boliger, heraf ca. 9.500 etageboliger. På baggrund af mange klager over nabostøj, også i nyt etageboligbyggeri, har Departementet for Boliger, Infrastruktur og Trafik besluttet at få undersøgt lydforholdene i nogle udvalgte boligbebyggelser. Der er udført lydisolationsmålinger i tre nyopførte etageboligbebyggelser i Nuuk med henblik på dels at kontrollere, om gældende lydbestemmelser er overholdt, dels at vurdere mulighederne for skærpe af lydkravene i forbindelse med en kommende revision af det grønlandske bygningsreglement.

Projektet er udført i henhold til en projektaftale mellem Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) og Grønlands Selvstyre, Departementet for Boliger, Infrastruktur og Trafik (IAAN).

Rapporten er udarbejdet af seniorforsker, civilingeniør Birgit Rasmussen. Lydmålingerne er planlagt og udført af Dan Hoffmeyer og Erik Thysell, DELTA.

Fuldmægtig, diplomingeniør Steen R. S. Egede, IAAN, og sektionsingeniør Janus Køster, IAAN, har kommenteret rapporten, og fagfællebedømmelse er udført af civilingeniør, ph.d. Steindór Guðmundsson, Verkis, Island.

SBI takker ovennævnte samarbejdspartnere samt INI Byggeteknik AS for projektmateriale og assistance med adgang til boligerne og Permagreen Grønland A/S for fremskaffelse af tegningsmateriale og adgang til byggepladserne. Følgende har været behjælpelige med assistance under projektarbejdet eller med oplysninger, som indgår i rapporten: Projektleder Danny Nielsen, INI Byggeteknik A/S, Entreprenør Lars Jepsen, Permagreen Grønland A/S, Entreprenør Kristian Bredtoft, Permagreen Grønland A/S, Statistikchef Anders Blaabjerg, Grønlands Statistik, Statistikkonsulent Nauja Rosing, Grønlands Statistik, Direktør Ólafur P. Nielsen, Illuut A/S.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet København
Byggeri og sundhed
December 2013

Niels-Jørgen Aagaard
Forskningschef

1. Indledning

Formål

Projektets overordnede formål er dels at undersøge lydisoleringen i nyere boligbebyggelser, dels at igangsætte en udvikling hen imod tilfredsstillende lydforhold i fremtidens boligbyggeri.

Projektet handler først og fremmest om *Dagens byggeri*, men skal ses i en større sammenhæng, hvor målet er at danne grundlag for beslutning vedrørende omfang og niveau for forbedring af lydforhold i *Eksisterende boligbyggeri* samt gode lydforhold i *Morgendagens byggeri*.

Formålet med projektet om *Dagens byggeri* er ved generelt øget opmærksomhed og kontrol at sikre, at nye boligbyggerier overholder lydkravene i det grønlandske bygningsreglement, *Bygningsreglement 2006* (Grønlands Hjemmestyre, 2006), i det følgende forkortet GBR2006.

Det er tillige hensigten, at projekterfaringerne kan indgå i en senere udarbejdelse af vejledningsmateriale til de lokale byggemyndigheders specifikke sagsbehandling på lydområdet.

Endelig ønskes behovet og mulighederne for skærpelse af lydkravene i forbindelse med revision af bygningsreglementet vurderet.

Baggrund

Det er en udbredt opfattelse, at etageboligbyggeriet ikke opfylder nutidens forventninger til komfort og lydforhold, hvilket blandt andet kommer til udtryk ved mange klager over nabostøj. Lydkrav til boliger omfatter krav til luftlydisolation, trinlydniveau, efterklangstid samt støjniveau fra veje og tekniske installationer. Lydkravene i GBR2006 er identiske med lydkravene i det danske bygningsreglement fra 1995 (Bygge- og Boligstyrelsen, 1995). De danske lydkrav er siden da skærpet, og gældende lydkrav findes i Bygningsreglement 2010 (Energistyrelsen, 2010), i det følgende forkortet DBR2010.

Nabostøj relaterer sig primært til luft- og trinlydisolation. A/S Boligselskabet INI har igennem en længere periode foretaget en systematisk registrering af klager over nabostøj i udlejningsboliger, og blanketter til naboklager findes på INIs hjemmeside.

En stor del af problemerne kan antageligt føres tilbage til, at der ofte ikke har været tilstrækkelig opmærksomhed på lydforhold i forbindelse med projektering og udførelse. Herudover har der ikke eller kun i meget begrænset omfang været udført kontrolmålinger af lydforhold, og der mangler således viden om den faktiske lydisolering i nyere etageboligbyggerier.

Projektindhold og fremgangsmåde

Der er tale om et forsknings- og udviklingsprojekt, som på væsentlig måde skal bidrage til dels en beskrivelse af den årsagsmæssige sammenhæng mellem lydforholdene og de valgte konstruktive løsninger, dels en styrkelse af byggesagsbehandlingen med henblik på at sikre, at nyt etageboligbyggeri som minimum lever op til lydisolationskravene i GBR2006.

Projektet indeholder i forbindelse med nybyggeri af boliger konkret bedømmelse af udførelsesmetoder (projektgranskning) suppleret med undersøgelser og kontrolmålinger i boligbebyggelser udvalgt af Departementet for

Boliger, Infrastruktur og Trafik, IAAN. Erfaringerne herfra kan indgå som en del af grundlaget for en senere vejledning til myndighederne om lydisolationskrav med hensyn til kravfastsættelse og kontrolmålinger og til vurdering af mulighederne for skærpede krav til lydisolationskravene i det grønlandske bygningsreglement.

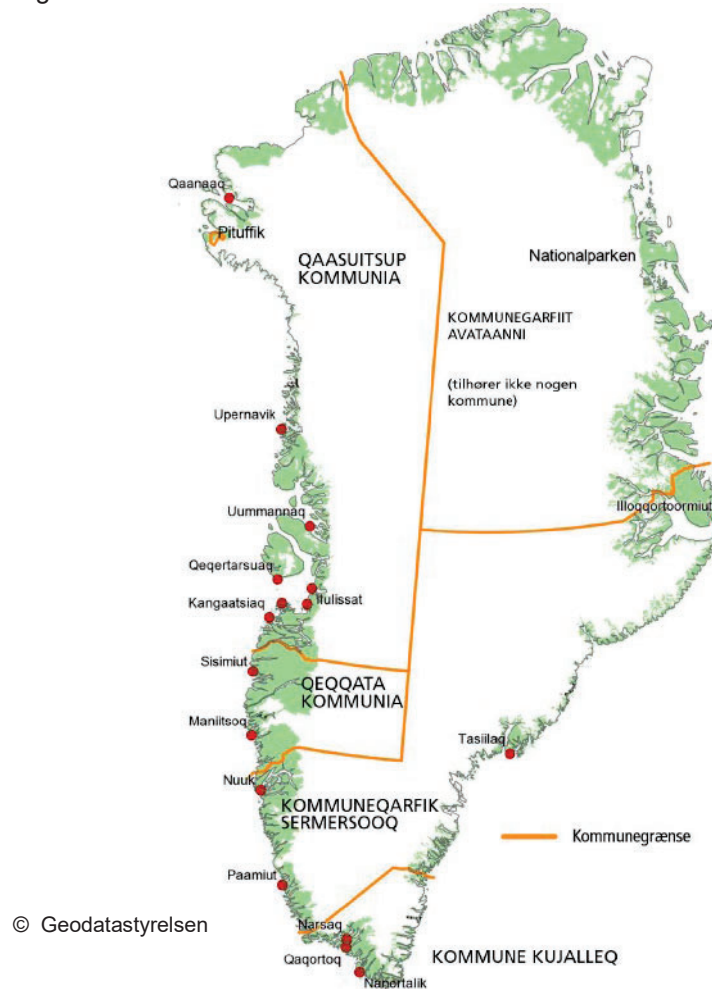
Med udgangspunkt i tre nyopførte og igangsatte etageboligbyggerier i Nuuk ved Tuapannguit (210 boliger opført 2007-11), Pingorsuaq (300 boliger, 2010-2013) samt Pisissia (84 boliger, 2010-2013) gennemgås projektmaterialerne, og der udføres kontrolmålinger af lydisolationskravene i enkelte af de færdiggjorte boliger. Hensigten er at få et indtryk af, hvordan lydforhold håndteres i dag. Myndighedernes udnyttelse af muligheden for at stille krav om kontrolmåling af lydforhold, jf. GBR2006 kap. 1.4, stk. 4 beskrives. Der udarbejdes forslag til en indsats for øget opmærksomhed omkring lydforhold ved nybyggeri, og der gives et forslag til skærpede lydisolationskrav.

Opgaverne er løst i tæt samarbejde mellem SBI og IAAN samt DELTA.

Fra DELTA har Dan Hoffmeyer og Erik Thysell medvirket ved projektgranskning for de tre bebyggelser og ved tilrettelæggelse og gennemførelse af kontrolmålinger af lydisolationskravene. Fra IAAN har Sten Egede og Janus Køster medvirket ved fremskaffelse af projekteringsmateriale, bygningsbeskrivelser og informationer om tidligere bygningsreglementer samt med adgang til boliger i forbindelse med kontrolmålinger af lydisolationskravene.

2. Grønlandske boliger i tal og boligtyper

Grønland har et areal på 2.166.086 km², en befolkning på 56.370 (pr. 01-01-2013) og ca. 22.000 boliger (pr. 01-01-2010). Landet havde tidligere 18 kommuner, men blev pr. 01-01-2009 inddelt i fire kommuner og en nationalpark, se figur 1.



Figur 1. Grønlands kommuner og byer. Gengivet fra *Statistisk Årbog 2013 med tilladelse fra Geodatastyrelsen*. (Danmarks Statistik, 2013).

Befolkning fordelt på byer samt boliger fordelt på byer og boligtyper fremgår af tabel 1. Tallene for de nævnte byer inkluderer bygderne i området. Tabellen er inddelt efter de fire kommuner og med byer som angivet i *Greenland in Figures 2013* (Grønlands Statistik, 2013).

Indtil 2010 udgav Grønlands Statistik årligt en boligstatistik med informationerne om boligbestanden. Dette ophørte dog i 2011, og der findes ikke en helt up-to-date boligstatistik. Statistikken var frem til 2010 baseret på et boligregister, som Grønlands Statistik opdaterede en gang om året ved at spørge samtlige kommuner om data for nye byggerier og nedrivninger. I 2011 blev det konstateret, at der var en del mangler i registeret, både om nedrivninger og om nye byggerier, der ikke var registreret, samt om tilbygninger og ændringer af bygningers status (erhvervsbyggeri/bolig) der ikke var opdateret. Registrering af bygningsmassen vil eventuelt blive genoptaget i et andet regi end Grønlands Statistik, men der foreligger ikke konkrete oplysninger om dette.

Grønlands statistik har på forespørgsel oplyst boligantal og fordeling på byer og boligtyper, se tabel 1. Tallene skal betragtes som vejledende pga. førnævnte mangler i registreringen. For den samlede boligbestand er fordelingen på etageboliger, række/kæde/dobbelthuse og enfamiliehuse vist grafisk i figur 2.

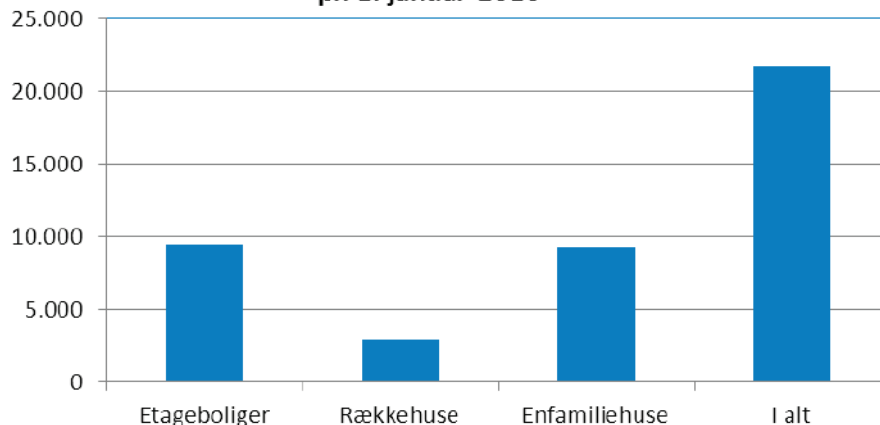
Tabel 1. Befolkning og boliger fordelt på byer og med information om boligtyper.

Grønlands befolkning og boliger	Befolkning ⁽¹⁾	Boliger ⁽²⁾ (uden kollegier og aldersboliger)			
	1. jan. 2013	1. jan. 2010			
	I alt	I alt	Etage	Række, kæde	Enfamilie
Totalt	56.370	21.796	9.517	2.972	9.307
Kommune Kujalleq:	Kommunen i alt 7.151				
Nanortalik	1.938	1.041	200	176	665
Qaqortoq	3.413	1.333	650	106	577
Narsaq	1.800	790	256	141	393
Kommuneqarfik Sermersooq:	Kommunen i alt 21.868				
Paamiut	1.663	837	549	38	250
Nuuk	16.740	6.060	4.230	946	884
Tasilaq/Ammassalik	3.008	998	82	189	727
Illoqqortoormiut	457	164		26	138
Qeqqata Kommunia:	Kommunen i alt 9.620				
Maniitsoq	3.288	1.472	838	133	501
Sisimiut	6.332	2.014	1.082	323	609
Qaasuitsup Kommunia:	Kommunen i alt 17.498				
Kangaatsiaq	1.227	482		35	447
Aasiaat	3.327	1.350	556	153	641
Qasigiannuguit	1.248	611	273	84	254
Ilulissat	4.925	1.851	723	379	749
Qeqertarsuaq	879	456	39	88	329
Uummannaq	2.254	1.069	39	82	948
Upernavik	2.837	883		33	850
Qaanaaq	801	385		40	345
Outside municipalities	233				

(1) Kilde: *Greenland in Figures 2013* (Grønlands Statistik, 2013). Om befolkningstal for byer og bygder, se samme kilde eller www.kanukoka.gl/da/om_kommunerne/de_fire_kommuner.

(2) Kilde: Grønlands Statistik, Nuuk. Korrespondance sept. 2012.

Antal boliger i Grønland pr. 1. januar 2010



Figur 2. Antal boliger pr. 1. januar 2010 og fordeling på boligtyper.

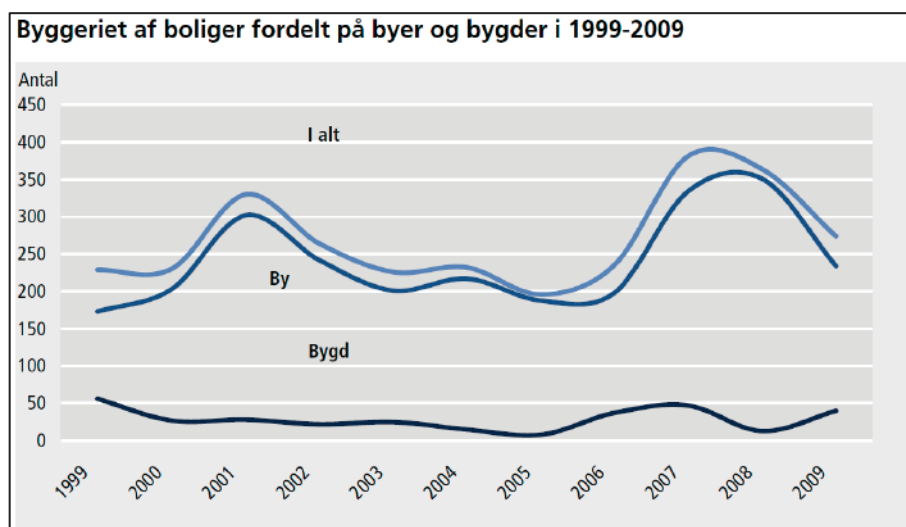
Note: Rækkehuse inkluderer kæde- og dobbelthuse. Kollegie- og aldersboliger er ikke medregnet.

Ved en indsats relateret til forbedring af lydforholdene, har boligtype og ejerforhold samt tilstand stor betydning for mulighederne. Disse forhold er omtalt i følgende citat fra *Statistisk Årbog 2009* (Grønlands Statistik, 2009), afsnit 4 om boliger generelt:

”Størstedelen af boligerne i Grønland ejes af det offentlige, og udviklingen på boligmarkedet sker først og fremmest på baggrund af politiske beslutninger. En betydelig del af boligmassen er lejeboliger. Det er en politisk målsætning at øge andelen af andels- og ejerboliger, hvad man mener vil fremme den private opsparing til gavn for samfundsøkonomien. Siden 1990 har det være muligt at opføre andelsboliger i såvel bygder som byer. Naalakkersuisut tilskynder til oprettelse af ejerboligforeninger. Siden 2009 er adskillige andelsboligforeninger blevet omdannet til ejerboligforeninger. En stor del af den offentligt ejede boligmasse er ikke ordentligt vedligeholdt og står i de kommende år over for reovering.”

Ved tilrettelæggelse og optimering af en indsats vil det være nyttigt at kende byggeriets udvikling, herunder boligtyper, konstruktionstyper (bl.a. tung eller let), lokation mv. Detaljeret information om boligmassen frem til 1987 findes i *Boligbyggeriet 1987* (Statsministeriet, Grønlandsafdelingen, 1989).

Figur 3 viser antal af nybyggede boliger i perioden 1999-2009 med maksimum i 2007 på i alt 381 boliger (334 i byerne og 47 i bygderne). Der er ikke umiddelbart en helt opdateret statistik tilgængelig. For at få kendskab til udvikling i konstruktionstyper vil det sandsynligvis blive nødvendigt at tage kontakt med både bygherrer og projekterende og byggesagsbehandlere.



Figur 3. Nybyggede boliger fordelt på byer og bygder i 1999-2009. se også noter. Kilde: *Boligstatistik 2009* (Grønlands Statistik, 2010).

Note 1: Som nævnt tidligere i afsnit, er statistikken usikker.

Note 2: For perioden fra 2009-2011 er antal ibrugtagne boliger ca. 150 pr. år.

I GBR2006 findes lydkravene for boliger i kap. 9. Kravene er kort beskrevet i afsnit 4 i den foreliggende rapport.

3. Lydisolation i boligbyggeri

Akustisk indeklima i boliger

Det akustiske indeklima er en meget væsentlig del af det samlede indeklima i boliger: Et godt akustisk indeklima kan defineres som:

- Tilstedeværelse af ønsket lyd
- Fravær af uønsket lyd (ro, "privacy")
- Muligheder for aktiviteter uden at genere andre beboere

Et dårligt akustisk indeklima kan være skadeligt for helbredet, idet støj fx kan påvirke søvn og afslapning negativt, og der i øvrigt kan opstå nabokonflikter. Af helbredsmæssige grunde har de fleste lande derfor en eller anden form for krav til lydforholdene.

For at opnå tilfredsstillende lydforhold i boliger, stilles der i bygningsreglementer typisk krav til:

- Luftlydisolation
- Trinlydniveau
- Støj fra trafik og anden ekstern støj
- Støj fra tekniske installationer
- Efterklangstid (i trapperum)

Det foreliggende projekt fokuserer på luftlydisolation og trinlydniveau.

Lydisolutionsbegreber og transmissionsveje

De største lyd-mæssige udfordringer er opfyldelse af kravene til luftlydisolation og trinlydniveau. Ved projekteringen er det vigtigt at vide, at lyd ikke kun transmitteres gennem direkte adskillende bygningsdele. Andre transmissionsveje, fx utætheder eller flankerende konstruktioner, kan have stor betydning og endda være dominerende.

Begreberne luftlydisolation og trinlydniveau er forklaret herunder og lyd-transmissionsveje illustreret i figur 4.

Luftlydisolation

Luftlydisolationen er et udtryk for, i hvilken grad luftlyd – fx musik fra en højttaler eller samtale – transmitteres fra et rum til et andet. Luftlyd transmitteres gennem:

- den direkte rumadskillende væg eller etageadskillelse
- flankerende konstruktioner
- eventuelle utætheder

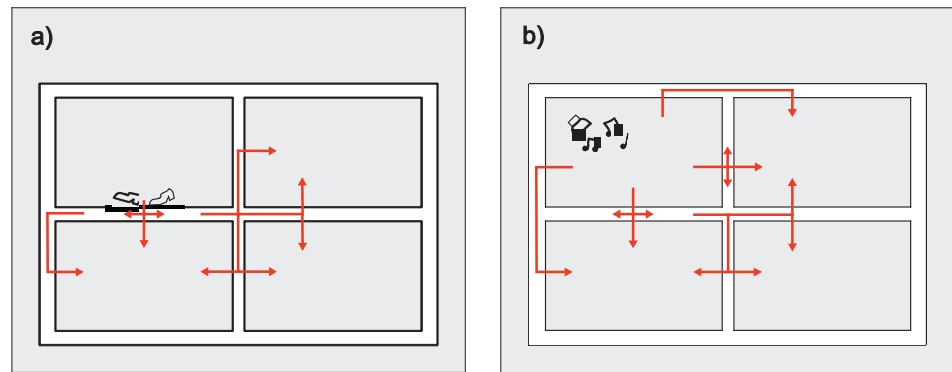
Luftlyd forplanter sig primært til naborum, men også til rum længere væk.

Trinlydniveau

Trinlydniveauet betegner den lyd, der frembringes i et rum, når gulvet i et andet rum påvirkes med en standardiseret bankemaskine. Trinlyd transmitteres gennem:

- etageadskillelsen
- flankerende konstruktioner

Trinlyd forplanter sig primært, men ikke kun, til underboen.



Figur 4. Schematisk tegning, der viser eksempler på transmissionsveje for trinlyd (a) og luftlyd (b).

Lydisolationsbegreber

Lydisolationsbegreberne, der p.t. benyttes til lydbestemmelserne i bygningsreglementet er R'_w og $L'_{n,w}$ for hhv. luftlydisolation og trinlydniveau, jf. GBR 2006. Disse begreber er defineret i internationale standarder (ISO), der imidlertid også definerer andre begreber, og der anvendes i Europa (og globalt) forskellige begreber og kravniveauer.

Beboerundersøgelser

I mange lande gennemføres der omfattende beboerundersøgelser, der også omfatter støjgener.

I Danmark blev den seneste nationale sundhedsundersøgelse gennemført i 2010, *Sundhed og sygelighed i Danmark 2010 & udviklingen siden 1987* (Christensen, Ekholm, Davidsen & Juel, 2012), og ifølge denne er 35 % af beboerne i etageboligbyggeri generet af støj fra naboer, hvilket er betydeligt mere end for andre boligtyper.

I Norge har en undersøgelse af nyt boligbyggeri (Barlindhaug & Ruud, 2008) vist, at sammenlignet med andre boligkvaliteter er der størst utilfredshed med lydforholdene. Undersøgelsen blev gennemført i 2007 i boligbyggeri færdiggjort i 2005. Det generelle resultat var, at 80 % var tilfredse med boligens kvalitet og 10 % utilfredse, men betydeligt flere, nemlig 17 %, var utilfredse med lydisolationen, og i visse bygningstyper (let byggeri) var der op til 27 % utilfredse. Et resumé af undersøgelsens konklusioner om lydforhold findes i *Unngå byggskader – Lydisolationskvalitet i boliger* (Hveem, 2010).

I Sverige er der i 2007-2008 gennemført en undersøgelse af indeklima i boliger. Der er foretaget besigtigelse, målinger og spørgeskemaundersøgelser i 1.800 bebyggelser med svar fra knapt 6.000 voksne. Undersøgelsen viste, at støj er den væsentligste gene i indemiljøet i etageboliger, og der er udarbejdet et forslag til strategi for at forbedre lydforholdene. En række rapporter er tilgængelige på www.boverket.se/betsistudy.

Der er ikke kendskab til beboerundersøgelser i Grønland, men undersøgelsesresultaterne fra andre lande og praktiske erfaringer fra Grønland kunne indikere, at den grønlandske boligmasse har et velbegrundet behov for en indsats vedrørende forbedring af lydisolationen.

Lydkrav sikrer ikke i sig selv et godt akustisk indeklima

At der er krav til lydforhold sikrer naturligvis ikke i sig selv et godt akustisk indeklima, idet dette forudsætter dels at kravene er tilstrækkeligt "stærke", dels at de er opfyldt. Planlægning, projektering og korrekt udførelse er også nødvendige midler til at opnå gode lydforhold.

4. GBR2006 lydkrav for boligbyggeri og håndtering i byggesagsbehandling

De gældende lydkrav findes i GBR2006, kap. 9. Hovedkravene er gengivet herunder.

Kravene til luftlydisolation mellem boligenheder i etagehuse er i henhold til GBR2006 R'_w mindst 52 dB horisontalt og mindst 53 dB vertikalt. Kravet til gulve og dæk i boligenheder er, at trinlydniveauet $L'_{n,w}$ fra disse er højst 58 dB i omliggende beboelsesrum og køkkener. Kravene til trinlyd fra baderum og trapperum er et trinlydniveau på højst henholdsvis 63 dB og 58 dB i omliggende beboelsesrum og køkkener.

Ifølge GBR2006, kap. 1.4, stk. 4, kan kommunen i byggetilladelsen stille krav om, at der foretages lydmålinger i den færdige bygning til dokumentation af, at de lydmæssige krav i kap. 9 er opfyldt.

I det forudgående grønlandske bygningsreglement, GBR1982, er der også et kapitel 9 om lydforhold, men kravene er stillet som krav til, at lydisolationen af boligadskillende konstruktioner mindst skal svare til nogle nævnte specifikke konstruktioner, eksempelvis 15 cm betonvæg og 18 cm betonhuldæk med trægulv på strøer på bløde brikker. I Anneks B til GBR1982 står der om Kap. 9 Lydforhold: "Bestemmelserne om lydforhold og lydisolering er meget summariske, men i princippet som de danske. Bestemmelserne er angivet som retningslinjer og konkrete eksempler. De danske bestemmelser er baseret på, at lydforhold i bygninger kan undersøges af Byggeriets akustiske Målestation. Det vil ikke være praktisk at gennemføre en tilsvarende ordning i Grønland."

Før 1982 gjaldt GTO's projekteringsvejledning (GTO, 1971), og den indeholdt ikke bestemmelser for lydisolation. Dette indebærer – jævnfør vejledningens blad 1-01-01 "Almindelige regler for husbygning", at husbygningsprojekter skal opfylde danske byggeforskrifters bestemmelser på området.

Sammenligning mellem lydkrav i GBR2006 og danske lydkrav

Lydkravene i GBR2006, kap. 9, er de samme som i det danske bygningsreglement DBR1995 (Bygge- og Boligstyrelsen, 1995). I Danmark blev lydkravene for etageboliger skærpet i 2008. Hvad angår lydforhold i boliger, refererer det danske bygningsreglement DBR2008 (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2008) til lydklasse C i DS 490 *Lydklassifikation af boliger* (Dansk Standard, 2007). Lydbestemmelserne i det gældende danske bygningsreglement DBR2010 (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010) er de samme som i DBR2008 og er beskrevet i Appendiks E, som også indeholder en orientering om de supplerende anbefalinger i SBI-anvisning 230 vedrørende lydisolation af lette boligadskillende konstruktioner.

Byggesagsbehandling

Byggesagsbehandling foregår i kommunerne og foregår i det væsentlige i de største byer, se tabel 2.

Tabel 2. Byggesagsbehandling i Grønlands fire kommuner

Kommune	Byggesagsbehandling Hovedbyer
Kommune Kujalleq www.kujalleq.gl/index.php/da	Qaqortoq
Kommuneqarfik Sermersooq www.sermersooq.gl/da	Nuuk
Qeqqata Kommunia www.qeqqata.gl/da	Sisimiut
Qaasuitsup Kommunia www.qaasuitsup.gl/da-DK	Ilulissat

En rundspørge til kommunerne viser, at muligheden for stille krav om lydmålinger ikke har været benyttet. Der synes dog at være en bevidsthed om lydkravenes eksistens ved byggesagsbehandlingen, fx ved i visse tilfælde at forlange produktdata eller ved at være opmærksom på trinlydisolering (begrundet i erfaringer med problemer med trinlyd, bl.a. fra trapper).

Det vurderes, at ca. 2000 boliger ($\pm 10\%$) er taget i brug siden ikrafttræden af GBR2006. Selv om kommunerne ikke har gjort brug af GBR2006's mulighed for at kræve kontrolmålinger, kan der dog være udført lydmålinger efter krav fra bygherren eller på entreprenørens initiativ, men omfanget vurderes at være meget lille, og resultaterne er ikke kendt af kommunerne.

Samlet set er der således kun en meget lille offentlig viden om, i hvilket omfang lydkrav overholdes. Ved en eventuel forstærket indsats i byggesagsbehandling skal der primært kommunikeres ud til byerne nævnt i tabel 2.

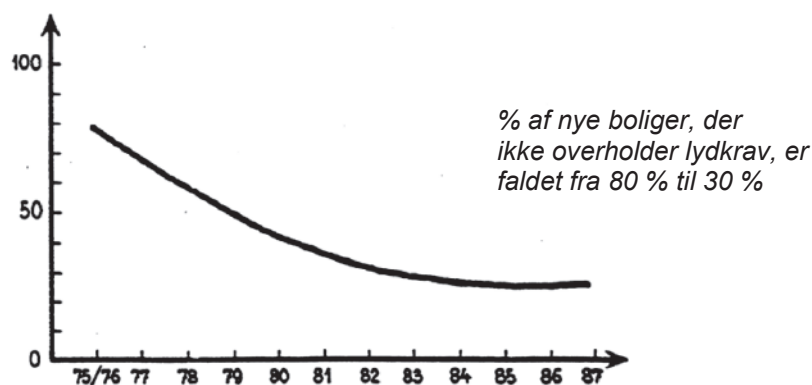
Størstedelen af boligerne ejes af Selvstyret, jf. afsnit 2. Nye fordelagtige finansieringsformer har dog betydet et øget privat boligbyggeri i de fire største byer. Navnlig i Nuuk tog det private byggeri fart fra årtusindskiftet, men denne udvikling er dog bremset noget op, efter den internationale økonomiske krise satte ind i 2008. Der foreligger ikke dokumenteret information om kvaliteten af det private boligbyggeri, men der er indikationer af, at den håndværksmæssige kvalitet ikke altid har været tilstrækkelig.

Ved en eventuel fremtidig undersøgelse af lydforholdene i eksisterende byggeri kan der således være grund til også at ofre opmærksomhed på privat opførte boliger fra denne periode.

Som nævnt sidst i afsnit 2 sikrer lydkrav ikke i sig selv, at kravene overholdes, men kontrolmålinger er et effektivt middel til en vurdering af, om den samlede byggeproces fører til den ønskede kvalitet. Med kontrolmålinger skabes der mulighed for feedback – og i tilfælde af manglende overholdelse korrigerer af design og/eller udførelse.

Et eksempel på, at indførelse af kontrolmålinger førte til et markant fald i %-del af byggerier, der ikke overholdt lydkrav, er vist i figur 5.

% af nye boliger, der ikke overholder lydkrav



Figur 5. Erfaringer fra Jylland om udviklingen i procentdel boliger, der ikke overholder lydkrav i en periode på 11 år efter indførelsen af kontrolmålinger i 1976.

Note: Se nærmere beskrivelse og reference i (Rasmussen & Rindel, 1994).

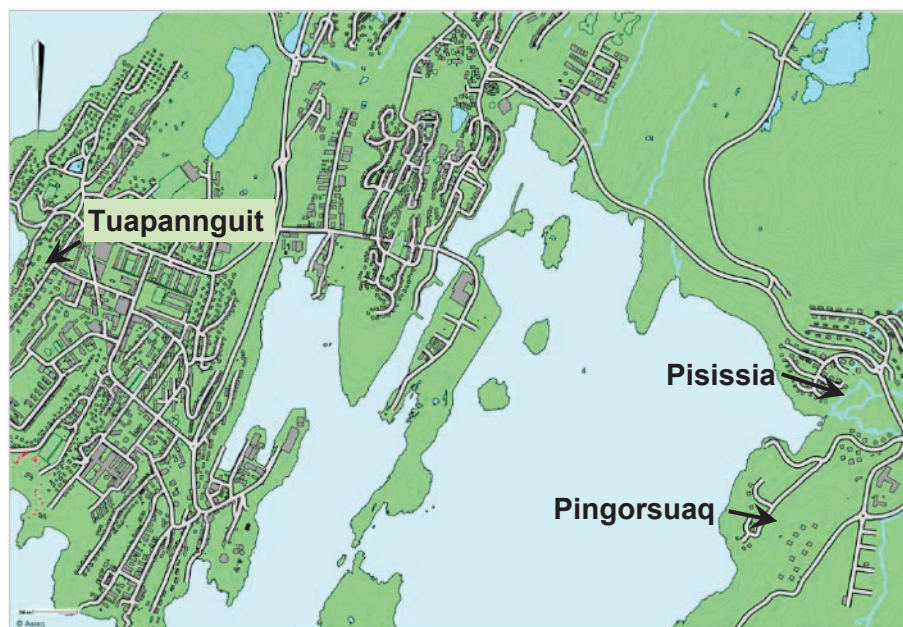
Ved rundspørgen hos kommunerne om håndtering af lydkravene i byggesagsbehandlingen, var der i øvrigt positive tilkendegivelser om øget fokus på lydkravene, hvilket er et godt udgangspunkt for en fremtidig indsats. En vejledning er dog et nødvendigt redskab, da viden om, hvad man skal være opmærksom på, er en forudsætning for kvaliteten af byggesagsbehandlingen, som ellers kan blive mangelfuld eller intuitivt lede til forkerte konklusioner pga. utilstrækkelig indsigt.

5. Projektgranskning af tre udvalgte boligbebyggelser

Projektet har omfattet en projektgranskning af 3 udvalgte nyopførte / i gangsatte etageboligbebyggelser i Nuuk. IAAN har konkret ønsket en undersøgelse af følgende bebyggelser i projektet:

- Tuapannguit: 7 punkthuse i 8 etager, byggeår 2007-2011, afleveret 2011
- Pingorsuaq: 10 punkthuse i 8 etager, byggeår 2010-2013, første afleveret i 2011
- Pisissia: 6 punkthuse i 4 etager, byggeår 2010-2013, første afleveret i 2011

Beliggenheden af de tre bebyggelser fremgår af figur 6. Fotos af de tre bebyggelser findes på figurerne 7-9, hvoraf to viser bygninger under opførelse.



Figur 6. Kort over Nuuk med placering af Tuapannguit, Pingorsuaq og Pisissia.

Projektgranskningen har omfattet etageboligbebyggelsernes hovedkonstruktioner, herunder materialer og udførelsesmetoder, samt forventningerne til opfyldelse af kravene i GBR2006 med hensyn til luft- og trinlydisolation. Som en del af projektaftalen er der efterfølgende også udført kontrolmålinger af lydisolation i disse tre bebyggelser, se afsnit 6.

Det fra IAAN fremsendte projektmateriale har omfattet tegninger og beskrivelser. Med baggrund i materialet er der udarbejdet 3 kortfattede beskrivelser af boligbebyggelserne med hovedkonstruktioner / tegninger, se appendiks A, B og C for hhv. Tuapannguit, Pingorsuaq og Pisissia.

Kravene til luftlydisolationen mellem boligheder i etagehuse er i henhold til GBR2006 R'_w mindst 52 dB horisontalt og mindst 53 dB vertikalt. Kravet til gulve og dæk i boligheder er, at trinlydniveauet $L'_{n,w}$ fra disse er højst 58 dB i omliggende beboelsesrum og køkkener. Vedrørende bad og trapper, se senere.



Figur 7. Tuapannguit.



Figur 8. Pingorsuaq.



Figur 9. Pisissia.

For alle tre bebyggelser gælder, at hovedkonstruktionerne er udført som massive in-situ støbte betonkonstruktioner. I bygningerne er således alle etagedæk og tunge vægge sammenstøbte. Valg og udførelse af gulvkonstruktionerne er derfor afgørende for lydisolationen, især for trinlyd i omliggende boliger. I Tuapannguit og Pingorsuaq er nogle af de boligadskillende vægge lette vægge, se Appendiks A og B, med forventet lavere lydisolation end de tunge vægge, og flere af de lette vægge indgår i planen for kontrolmålinger.

Ved vurderingen af lydisolationen er der taget udgangspunkt i SBI-anvisning 237, *Lydisolering mellem boliger – nybyggeri* (Rasmussen, Petersen & Hoffmeyer, 2011). Det er forudsat at alle flankerende bygningsdele er tunge. Dette er dog ikke tilfældet for alle indvendige vægge eller for alle dele af facaderne i de tre byggerier. Vurderingen kan i denne sammenhæng derfor betragtes som konservativ.

Tuapannguit og Pingorsuaq

Etagedæk er udført af 180 mm beton med parketgulv på strøer på bløde brikker og med mineraluld i hulrum. I boligernes gangareal er det samme etagedæk forsynet med et klinkegulv på et støbt svømmende gulv på 50 mm mineraluld. Såfremt gulvkonstruktionerne er korrekt udført kan de begge forventes at have en trinlyddæmpning ΔL_w på ca. 20 dB og give en forøgelse af luftlydisolationen ΔR_w på mindst 3 dB. For den samlede etageadskillelse kan der således lodret forventes en luftlydisolation R'_w på mindst 55 dB og et trinlydniveau $L'_{n,w}$ på højst 53 dB. Specielt trinlydniveauet for klinkegulvet er dog ekstremt følsom overfor udførelsen og vil normalt kræve særligt tilsyn, som sikrer, at der ikke fejlagtigt bliver direkte stive forbindelser mellem gulvet og betondækket eller væggene. Trinlydniveau vandret mellem boligenheder vil typisk være lavere.

For de tunge boligadskillende vægge udført af 200 mm beton kan der forventes en luftlydisolation R'_w på mindst 55 dB.

De lette boligadskillende vægge med 2 x fibergipsplade på hver side af et enkelt 75 mm stålskelet kan forventes at opfylde R'_w ca. 52 dB, men disse vægge vurderes til at være noget svagere end de tunge vægge, og med forventet lav lydisolation ved lave frekvenser, som ligger uden for vurderingsområdet for R'_w . Endvidere er der en vis risiko for, at kravene i GBR2006 ikke overholdes.

Pisissia

Etagedæk er udført af 220 mm beton med parketgulv på strøer på bløde brikker og med mineraluld i hulrum. Såfremt gulvkonstruktionen er korrekt udført kan den forventes at have en trinlyddæmpning R'_w på ca. 20 dB og en forøgelse af luftlydisolationen ΔR_w på mindst 3 dB. For den samlede etageadskillelse kan der således lodret forventes en luftlydisolation R'_w på mindst 55 dB og et trinlydniveau $L'_{n,w}$ på højst 53 dB. Trinlydniveau vandret mellem boligenheder vil typisk være lavere.

For de tunge boligadskillende vægge udført af 150 mm beton kan der forventes en luftlydisolation R'_w på ca. 55 dB.

Baderum og trapperum

Kravene til trinlydniveau fra baderum og trapperum er et trinlydniveau $L'_{n,w}$ på højst henholdsvis 63 dB og 58 dB i omliggende beboelsesrum og køkkener.

For alle bebyggelser gælder det, at opbygningen af gulve i baderum (svarende til klinkegulve i gangarealer), opbygning af svømmende trappereposer samt trappeløb forventes at kunne overholde kravene til trinlydniveau $L'_{n,w}$ på højst henholdsvis 63 dB og 58 dB. Tilsyn med korrekt udførelse af de svømmende konstruktioner vil normalt være påkrævet. Vægge til trapperum forventes at kunne overholde krav til luftlydisolation R'_w på 52 dB. Krav til lydisolation i forbindelse med specielle rum i stuetagen, krav til trinlydniveau fra altaner og krav til entrédøre er ikke vurderet.

Sammenhæng mellem konstruktionsløsninger og lydforhold

Tunge konstruktioner

Generelt er anvendelse af tunge, massive konstruktioner med fladevægte på 4-500 kg/m² at betragte som positivt for en god lydisolation, men som nævnt ovenfor stiller betonbyggerier store krav til valg og udførelse af gulvkonstruktioner. Herudover giver betonbyggerier vanskelige vilkår for flanketransmission, herunder negativ strukturlydstransmission gennem hele bygningen.

For trægulve på strøer er valg af opklodsning og dennes højde vigtig, og herudover har friholdelse ved væggene betydning for lydisolationen. Mineraluld i hulrum giver et positivt bidrag.

For klinkegulve er valg af trinlyddæmpende underlag og sikring af, at der ikke ved udstøbningen opstår stive forbindelser til omgivelserne af afgørende betydning for lydisolationen.

Lette konstruktioner

For byggerier af lette pladematerialer betyder den manglende masse, at der skal benyttes dobbeltkonstruktioner eller meget tykke enkeltkonstruktioner. Modsat er der kun meget begrænset flanketransmissionsbidrag og strukturlydstransmission. Sikring af opfyldelse af trinlydkrav kan betyde valg af tunge gulvløsninger.

Konklusioner fra projektgranskning

Generelt viste projektgranskningen, at de tre byggerier kan forventes at opfylde kravene til lydisolation i henhold til GBR2006 med god margin under forudsætning af korrekt udførelse af de projekterede trinlyddæmpende konstruktioner. Dog vurderes de lette boligadskillende vægge til at have en noget lavere lydisolation og med risiko for manglende overholdelse af lydisolationskrav i GBR2006.

Håndteringen af lydforholdene fra de projekterendes side fremstår således positiv. Ved de efterfølgende kontrolmålinger vil indflydelsen fra udførelsen af byggeriet i praksis blive belyst, herunder om der har været det fornødne tilsyn med de kritiske gulvkonstruktioner.

Resultaterne fra kontrolmålingerne i de tre bebyggelser er beskrevet i afsnit 6.

6. Kontrolmålinger i tre bebyggelser

Der er udført målinger af luftlydisolation og trinlydniveau i de tre bebyggelser Tuapannguit, Pingorsuaq og Pisissia udvalgt af IAAN. Bebyggelserne var enten nyopført eller under opførelse. Alle målinger blev udført i færdige lejligheder, nogle af dem beboede.

Målingerne blev udført den 7.-9. december 2011. Målingerne er udført af DELTA, og detaljerede måleresultater samt beskrivelse af målemetoder og -procedurer samt vurderingsmetoder findes i målerapporterne *DELTA TC-100048*, *TC-100051*, *TC-100052* (DELTA, 2012).

En kortfattet beskrivelse af bebyggelserne og konstruktionerne findes i Appendikserne A, B og C. I appendikserne findes også måleresultater i tabeller med angivelse af overholdelse af lydkravene i GBR2006 og DBR2010.

Grafiske præsentationer af resultaterne i form af frekvenskurver for luftlydisolation og trinlydniveau findes i appendiks D.

Nedenstående er angivet hovedkonklusionerne mht. overholdelse af lydkravene i GBR2006 og DBR2010 (DS 490, klasse C). Måleresultaterne i form af vægtede værdier til sammenligning med bygningsreglementskrav er vist i figurerne 12-14 for hhv. Tuapannguit, Pingorsuaq og Pisissia.

Tuapannguit - 7 målinger luftlydisolation, 7 målinger trinlydniveau

Måleresultaterne findes i tabellerne i Appendiks A og i diagrammet i figur 12. Alle resultater overholder krav i GBR2006 med en høj margin næsten alle steder (op til 12 dB for lodrette målinger).

Endvidere overholdes krav i DBR2010, bortset fra en enkelt trinlydmåling med en overskridelse på 1 dB, hvilket betyder, at resultaterne efter normal praksis ville blive godkendt. De fleste andre resultater har en relativt høj margin (op til 9 dB).

En af målingerne af luftlydisolation vedrører en let, 125 mm tyk væg, der er boligadskillende. Måleresultatet for denne væg opfylder kravet i GBR2006 og også i DBR2010. Men den supplerende anbefaling i SBI-anvisning 230 for lette vægge, se appendiks E, om luftlydisolation, $R'_w + C_{50-3150} \geq 53$ dB, er ikke overholdt, idet $R'_w + C_{50-3150} = 49$ dB, dvs. 4 dB lavere. Svagheden ved de lave frekvenser fremgår også af lydisolationskurverne i figur D3, hvor der under 100 Hz ses tydelige forskelle på kurveforløb, og de tunge konstruktioner ligger væsentligt højere. I det aktuelle tilfælde ville der meget let kunne opnås en forbedret lydisolation ved at anvende separate stolpeskeletter og benytte en større vægtykkelse.

Pingorsuaq - 8 målinger luftlydisolation, 10 målinger trinlydniveau

Måleresultaterne findes i tabellerne i Appendiks B og i diagrammet i figur 13. Alle resultater overholder krav i GBR2006 med en høj margin næsten alle steder (op til 12 dB for lodrette målinger).

Endvidere overholdes de fleste krav i DBR2010, men en luftlydmåling overskrider med 1 dB, hvilket betyder, at resultaterne efter normal praksis ville blive godkendt, og en trinlydmåling overskrider med 3 dB, hvilket efter normal praksis ikke uden videre ville blive godkendt.

De fleste andre resultater har en relativt høj margin (op til 9 dB). En af målingerne af luftlydisolation vedrører en let, 125 mm tyk væg, der er boligadskillende og af samme type som anvendt i Tuapannguit. Måleresultatet for væggen opfylder kravet i GBR2006, men knapt nok DBR2010, idet der mangler 1 dB i overholdelse af kravet $R'_w \geq 55$ dB i DBR2010. Og den supplerende anbefaling i SBI-anvisning 230 for lette vægge, se appendiks E, om

luftlydisolation, $R'_w + C_{50-3150} \geq 53$ dB, er ikke overholdt, idet $R'_w + C_{50-3150} = 48$ dB, dvs. 5 dB lavere. Svagheden ved de lave frekvenser fremgår også af lydisolationskurverne i figur D3, hvor der under 100 Hz ses tydelige forskelle på kurveforløb, og de tunge konstruktioner ligger væsentligt højere. I det aktuelle tilfælde ville der meget let kunne opnås en forbedret lydisolations ved at anvende separate stolpeskeletter og benytte en større vægtykkelse.



Figur 10. Pingorsuaq.

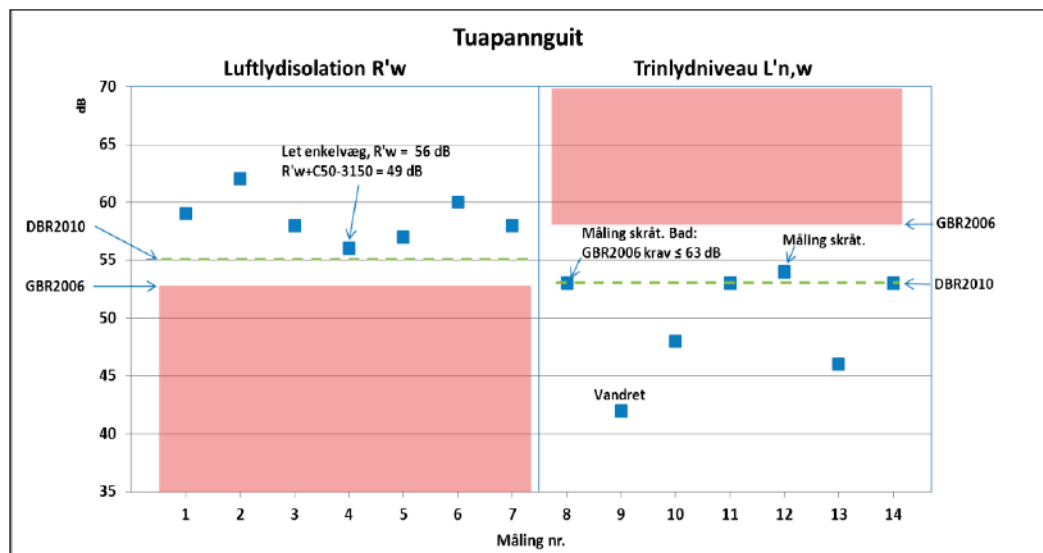
Pisissia - 6 målinger luftlydisolation, 9 målinger trinlydniveau

Måleresultaterne findes i tabellerne i Appendiks C og i diagrammet i figur 14. Alle luftlydresultater overholder krav i GBR2006 med en høj margin næsten alle steder (op til 10 dB). For en enkelt trinlydmåling er der en overskridelse på 1 dB, hvilket betyder, at resultaterne efter normal praksis ville blive godkendt. De fleste andre resultater har en relativt høj margin (op til 16 dB).

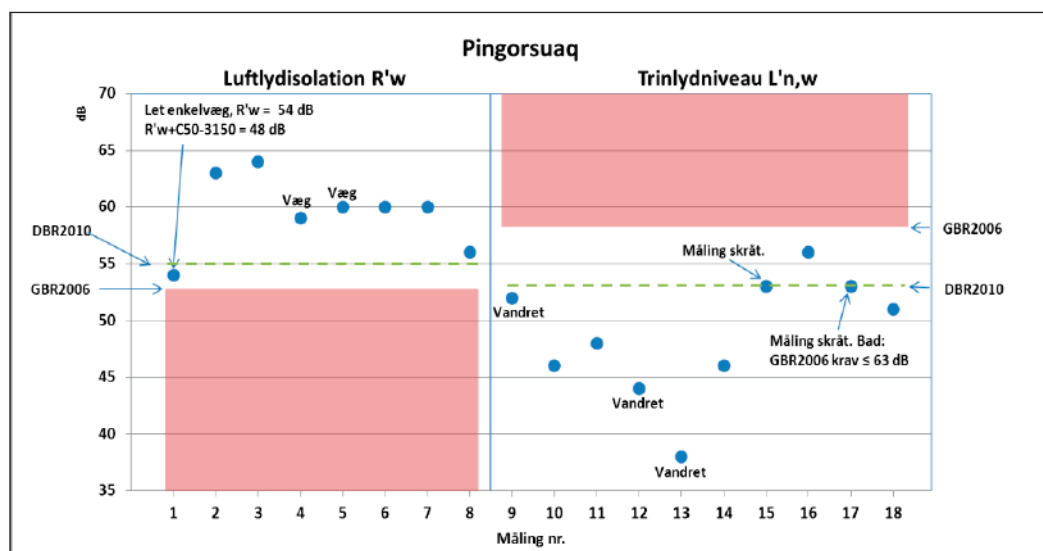
Endvidere overholder alle luftlydmålinger krav i DBR2010, men en trinlydmåling overskrider med 1 dB, hvilket betyder, at resultaterne efter normal praksis ville blive godkendt.



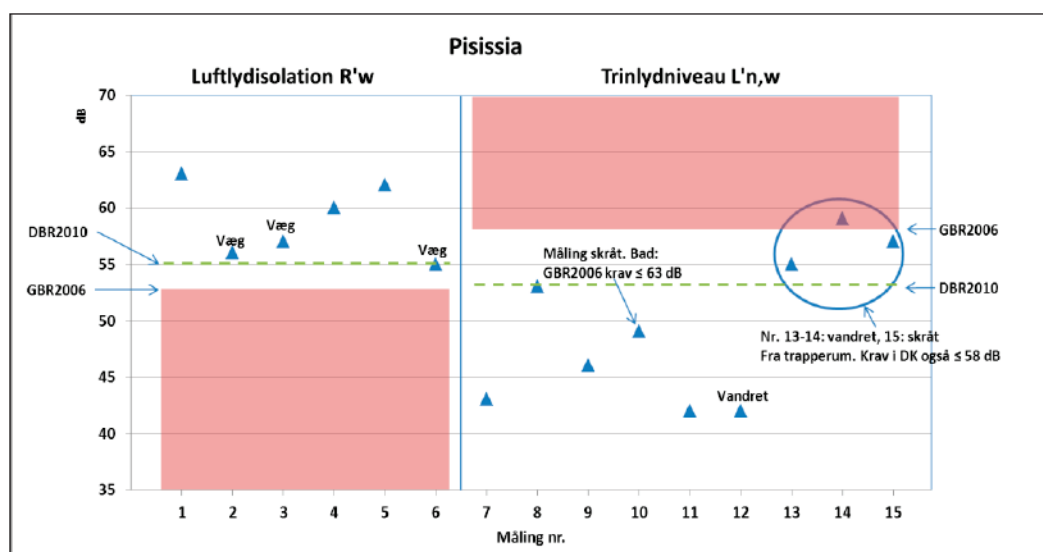
Figur 11. Pisissia.



Figur 12. Måleresultater Tuapannguit.



Figur 13. Måleresultater Pingorsuaq.



Figur 14. Måleresultater Pisissia.

Konklusioner vedrørende kontrolmålinger i udvalgte bebyggelser

Sammenfattende konkluderes, at de tre kontrollerede bebyggelser – bortset fra et enkelt resultat, der overskrider 1 dB – overholder GBR2006 med en god margin. Årsagen til, at der er opnået så flotte resultater, er ikke kun de valgte konstruktionstyper, men med ret stor sandsynlighed også en effektiv ledelse på byggepladsen, hvor der har været fokus på kvalitet i udførelsen.

Endvidere overholdes den skrappe DS 490 klasse C i næsten alle tilfælde, bortset fra en luftlydmåling og to trinlydmålinger, der overskrider 1 dB, samt en trinlydmåling, der overskrider med 3 dB.

Resultaterne viser, at for denne type konstruktioner og med en omhyggelig udførelse opfyldes de nuværende lydkrav i GBR2006, og der kan gennemføres skærpedelser svarende til de danske lydkrav, dvs. DS 490, lydklasse C, uden at det behøver medføre store ændringer i projekterings- og byggepraksis.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at de fine resultater for Tuapannguit, Pingorsuaq og Pisissia ikke uden videre kan overføres til alle tunge byggerier og slet ikke til lette bygningstyper, se supplerende bemærkninger herunder.

Lette skillevægge

Det skal bemærkes, at et af de to resultater, der ikke overholdt DS 490, klasse C er for en let enkeltvæg benyttet som boligadskillende væg. De lette vægge har en ret lav lydisolering under 100 Hz, se figur D3 i Appendiks D, hvilket er uden for vurderingsområdet i GBR2006 og DS 490, klasse C, men SBI-anvisning 230 indeholder en anbefaling af, at supplerende kriterier overholdes i tilfælde af lette konstruktioner. For den lette boligadskillende væg, der vejer under 100 kg/m^2 , betyder det, at det anbefales at overholde en luftlydisolation på $R'_w + C_{50-3150} \geq 53 \text{ dB}$. For de to målte lette vægge mangler der hhv. 4 og 5 dB i overholdelse af den supplerende anbefaling.

Det kan anbefales generelt at ændre praksis med sådanne lette boligadskillende vægge, så der fx i stedet anvendes egentlige dobbeltvægge med separate stolpeskeletter og større vægtykkelse. En sådan konstruktionsændring kan give en betydelig forbedring af lydisoleringen for en relativt lille meromkostning.

7. Indsats for øget opmærksomhed på lydforhold

Der kan gøres en flersidet indsats for at øge opmærksomheden om lydforholdene i boligbyggeri:

- Styrkelse af byggesagsbehandling, så både bygherrer, projekterende og byggesagsbehandlere bliver opmærksomme på lydkravene.
- Vejledning vedrørende praktisk byggesagsbehandling mht. lydforhold i boligbyggeri
- Nye boligprojekter bør inkludere en projektgranskning med fokus på gulvkonstruktioner og lette bygningsdele
- Uddeling af "tjekliste" om lydforhold til de projekterende
- Krav fra myndighederne om projektgranskning / kontrolmålinger i alle eller de fleste større boligprojekter, især hvis der anvendes nye konstruktionsløsninger – gælder også tunge byggerier.
- Over tid kan kravet om kontrolmålinger reduceres til fx 50% og senere 30% af boligbyggesager.
- For lette byggerier bør der i alle byggesager forlanges projektgranskning / kontrolmålinger.
- I arkitektkonkurrencer bør der gøres opmærksom på lydkravene, og ved første opførelse af nye hustyper/bebyggelser bør der – som anført ovenfor - kræves kontrolmålinger. Da disse huse tænkes anvendt mange steder i Grønland, bør de kontrolleres ved lydmålinger, før der planlægges og projekteres lignende bebyggelser andre steder.
- Udarbejdelse af infobrochure/pjece om nabostøj til beboere i etageboliger – også om betydning af adfærd mv. – evt. i samarbejde med boligselskaberne INI og Iserit ejet af hhv. Grønlands Selvstyre og Nuuk. INI har allerede gjort en del på dette område, se fx Iserumina på www.ini.gl

Forslag til indhold af vejledning i byggesagsbehandling vedrørende lydforhold i boligprojekter:

- Generelle forhold omkring byggesagsbehandling
- Roller/ansvarsfordeling bygherre og byggesagsbehandler (BSB)
- Betydningen af akustisk komfort for boligkvaliteten
- Kravfastsættelse lydforhold
 - Bibringe BSB et enkelt overblik over lydkrav til aktuell bygningstype
 - Give BSB indsigt i forhold, der er særligt vigtige / kræver særlig opmærksomhed
 - Hjælp til afklaring af tvivlsspørgsmål, fx hvilke lydkrav gælder
- Byggesagsbehandlers orientering til bygherrer
 - Udmelding: Der er fokus på lydforhold
 - Eksempel på "flyer" til ansøgere
- Hvilke oplysninger bør ansøgerne levere, hvad kan/skal BSB forlange
 - Akustisk projekt
 - Lydisolationsoplysninger på tegninger
 - Beregninger/erklæring
- Vurdering af akustikrådgivers projektmateriale
 - Hvordan får BSB overblik om opfyldelse
 - Hovedkonstruktioner fra SBi 237 / SBi 172
- Krav fra byggesagsbehandler om kontrolmålinger til dokumentation for opfyldelse af lydkrav:
 - Hvilke projekter – hvor stor en andel af bebyggelser
 - Hvor mange målinger pr. bebyggelse
 - Reference til anvisning om udførelse af målinger
 - Hjælp til vurdering af måleresultater og opfølgning.

8. Konklusioner / Inernilinerit

Resultaterne viser, at de anvendte tunge konstruktioner i bebyggelserne Tuapannguit, Pingorsuaq og Pisissia med en omhyggelig udførelse opfylder de nuværende lydkrav i GBR2006, og der kan næsten uden omkostninger gennemføres skærpede lydkrav svarende til fx DS 490, klasse C, se Appendiks E, idet projekterings- og byggepraksis kan leve op til opfyldelse af skærpede krav, se afsnit 6 og Appendiks A-C.

Vedrørende overholdelse af lydkrav bør følgende forhold iagttages

- Det skal sikres, at også andre konstruktionstyper i boligbyggerier bliver tilfredsstillende, specielt lette byggerier
- Det anbefales, at der udføres lydisolationsmålinger i boligbyggerier med lette konstruktionstyper for at se, hvordan resultaterne ligger i forhold til kravene i GBR2006.
- Etageboliger med lette dæk og vægge kan have større problemer med overholdelse, og der ligger sandsynligvis en stor udfordring i at udvikle denne type konstruktioner til at overholde skærpede lydkrav.
- Måleresultaterne for de aktuelle boligbyggerier har på den ene side vist gode lydforhold, og på den anden side er der udsagn om utilfredshed med nabostøjforholdene i – også tilsvarende – etageboliger. Selvom der altid vil være en vis andel af beboerne, der vil være utilfredse med en given lydisolationsgrad, vurderes dette ikke alene at være årsagen.
- Andre årsager til utilfredshed kunne ligge i:
 - skift af boligtype betyder en ny situation mht. lydforhold, fx fra enfamiliehus til etagebolig
 - nabostøjens karakter/lydkilderne
 - adfærdsforskelle/døgnrytme
 - relativt stille omgivelser udendørs, så nabostøj bliver meget tydelig.

Forslag til undersøgelser

- Gennemførelse af en supplerende vurdering/undersøgelse af årsager til nabostøjgener.
- Det anbefales i forbindelse med en mere generel undersøgelse af indeklimaet i boliger at medtage spørgsmål om nabostøj og andre typer støj.
- Det kan anbefales at foretage en systematisk registrering og analyse af klager, herunder oplysninger om bygningstype.
- Opsamling af erfaringer og eventuelle lydmåleresultater fra lette byggerier
- Udførelse af supplerende beregninger af overholdelsesgraden af lydklasse B for de udførte målinger.

Forslag til skærpelse af lydkrav

På baggrund af beboerønsket om bedre lydisolationsgrad og erfaringerne fra lydisolationsmålinger i tre nye boligbebyggelser kan det anbefales ved den kommende revision af GBR2006 at skærpe bygningsreglementskravene til minimum lydklasse C i DS 490. Det bør endvidere overvejes at indføre den nuværende anbefaling i SBI-anvisning 230 for lette konstruktioner som en integreret del af lydkravene.

Ved revisionen af GBR2006 kunne det overvejes at skærpe kravene yderligere, fx svarende til lydklasse B i DS 490.

Inerniliinerit

Angusani takutinneqarpoq, Tuapannguani, Pingorsuarmi aamma Pisissiani sanaartukkat sannaanut atortut atorineqartut atorlugit peqqissaartumik sanaartornermi GBR2006-imi (Illuliornermi malittarisassat 2006) nipimut piumasagaatit maanna atuuttut naammassineqarsimasut, aammalu aningaasartuuteqanngingajalluni piumasagaatinik DS 490, klasse C-mi nipimut piumasagaatinut naapertuuttunik sukannerulersitsisoqarsinnaavoq, tak. Appendix E, taamaalillunilu pilersaarusernermi sanaartornermilu suleriaatsini piumasagaatit sakkortusisaat naammassineqarsinnaallutik, tak. imm. 6 aamma Appendix A-C.

Nipimut piumasagaatit malinneqarnissaanut atatillugu uku isiginiarneqartariaqarput:

- Inissialortiternerni illut sannaasa allat aamma naammaginaruunissaat qulakkeerneqassaaq, pingaartumik illut sannaanut atortut oqitsut eqqarsaatigalugit.
- Inissialiani inissiat sannaanut atortunik oqitsunik atuiffiusuni innersuuneqarpoq nipip ussissusianik uuttisoqartariaqartoq, pissutsit GBR2006-imut piumasagaatinut naleqqiullutik qanoq inerneqarnerisut takuniarlugu.
- Inissiarsuarni, atortut oqitsut atorlugit natilersukkani iigalersukkanilu piumasagaatit naapertorlugit sananeq annertuumik ajornartorsiutaavoq, aammalu inissiarsuit taamaattunut nipimut piumasagaatinut naapertuuttunut ineriartortitsinissamut annertuumik unammillerfiussasoq ilimanarpoq.
- Inissiani pineqartuni uuttortaanermi angusat aappaatigut nipimut pissutisunik pitsaasunik angusaqarfiupput, aappaatigullu inissiarsuarni
 - assigisaannilu – sanilit nipiliortarnerat naammagittaalliutigineqartartoq oqaatigineqartarpoq. Najugaqartunitaalajangersimasut nipimut ussissaanermut pineqartumut naammagittaattuartaussaagaluartut, tamanna peqqu-taasuni kisimiittutut naliliiffigineqanngilaq.
- Naammagittaalliornermut peqqutaasut allat tassaasinnaapput:
 - inissiamut allamut nuunneq pissutaalluni nipinik allanik tusaasaqal-erineq, soorlu illunit ilaqutariinnut ataatsinut inissianiit inissiarsuarnut
 - sanilit nipiliornerisa suussusia/nipiliorfiit
 - pissusilersornerit allaassusii/ullup unnuallu ingerlanerani periaatsit
 - silami avatangiisit nipaangaatsiarnerat, taamaalillunilu sanilit nipilior-nerisa ersarinnerulernerat

Misissorneqarsinnaasunut siunnersuutit

- Sanilit nipiliornerisa akornutigineqarnerinut peqqutaasut tapiisutitut naliliinissamut misissuineq
- Inissiat iluini silaannaap tamakkiinerusumik misissuiffigineqarneranut atatillugu sanilit nipiliortarnerinut allallu nipiliortarnerinut apeqqutit ilanngunneqarnissaat inassutigineqarpoq.
- Maalaarutit tulleriiaartumik nalunaarsorneqarnissaat misissuiffigineqar-tarnissaallu inassutigineqarpoq, taakkunungalu illut qanoq ittueneri pillu-gu paasissutissat ilaatinneqassapput.
- Inissiani sannaat atortuisa oqitsuni misigisat immaqalu nipip ussissusianik uuttortaalluni misissuinerneqarni inernerisa katersorneqarnissaat
- Nipip ussissusianik uuttortaanermi ernerit misissoqqinnissaat, siunerta-ralugu nipimut piumasagaat immikkoortorta B-mut (Lydklasse B) qanoq naleqqunnersoq.

Nipip inissiani ussissusianik piumasagaatit sukatarnissaanut siunnersuut

Najugaqartut inissiat nipimut ussinnerunissaanut kissaateqarnerat pissutigalugu aammalu inissialiani pingasususuni nipip ussissusianik uuttortaanermi misilittakkat inernerillu tunngavigalugit, siunnersuutigineqarpoq GBR2006-p

nutarterneqarnerat iluatsillugu nipimut piunasaqaatit sukaterneqarnissaat, minnerpaamik DS 490-mi nipimut piunasaqaat immikkoortoq C-mut (lydklasse C). Iluatsillugu inissiat sannaanut atortunik oqitsunik atuiffiusuni isumaliutigineqartariaqartoq SBI-anvisning 230-mi nipimut piunasaqaatinut innersuut ilannguneqassanersoq.

GBR2006-p nutarterneqarnera iluatsillugu isumaliuutigineqartariaqarpoq nipimut piunasaqaatit sulii sukannernerusumik sukaterneqassanersut, soorlu DS 490-mi nipimut piunasaqaat immikkoortoq B-mut (lydklasse B).

Litteratur

Barlindhaug, R. & Ruud, ME (2008). *Beboernes tilfredshet med nybygde boliger*. Norsk institutt for by- og regionforskning. NIBR-rapport 2008:14, Oslo. Lokaliseret på: www.nibr.no/filer/2008-14.pdf

Bygge- og Boligstyrelsen (1995). *Bygningsreglement 1995*. København. Lokaliseret på: <http://bygningsreglementet.dk/tidligerebyggreg/0/40>

Christensen, A.I., Ekholm, O., Davidsen, M. & Juel, K. (2012). *Sundhed og sygelighed i Danmark 2010 & udviklingen siden 1987*. København: Statens Institut for Folkesundhed, Syddansk Universitet. Lokaliseret på: www.si-folkesundhed.dk/upload/susy_2010_til_hjemmeside.pdf

Danmarks Statistik (2013). *Statistisk Årbog 2013*, Lokaliseret på: www.dst.dk/pukora/epub/upload/17956/SAA2013.pdf

Dansk Standard (2007). *Lydklassifikation af boliger*. (DS 490:2007). Charlottenlund.

DELTA (2012a). *Måling af lydforhold i bebyggelsen Tuapannguit, Nuuk, Grønland, udført den 7. december 2011*. Udført for SBi, Statens Byggeforskningsinstitut for Grønlands Selvstyre. TC-100048. Sagsnr.: T201406. Hørsholm.

DELTA (2012b). *Måling af lydforhold i bebyggelsen Pingorsuaq, Nuuk, Grønland, udført den 8. december 2011*. Udført for SBi, Statens Byggeforskningsinstitut for Grønlands Selvstyre. TC-100051. Sagsnr.: T201406. Hørsholm.

DELTA (2012c). *Måling af lydforhold i bebyggelsen Pisissia, Nuuk, Grønland, udført den 9. december 2011*. Udført for SBi, Statens Byggeforskningsinstitut for Grønlands Selvstyre. TC-100052. Sagsnr.: T201406. Hørsholm.

de Place Hansen, E.J. (red.). (2013). *Anvisning om Bygningsreglement 2010* (3. udg.) (SBI-anvisning 230). København: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Lokaliseret på: www.anvisninger.dk/230

Erhvervs- og Byggestyrelsen (2008). *Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2008*. København. Lokaliseret på: www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=114392 og på <http://bygningsreglementet.dk/tidligerebyggreg/0/40>

Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2010). *Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2010*. (BEK nr. 810 af 28/6/2010). København. Lokaliseret på: www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=132697 og på <http://bygningsreglementet.dk/forside/0/2>

Grønlands Hjemmestyre (1982). *Grønlands Bygningsreglement 1982*. Lokaliseret på: www.byginform.gl/Portals/0/Arkiv/Bygningsreglement_1982.pdf

Grønlands Hjemmestyre (2006). *Bygningsreglement 2006*. Grønlands Hjemmestyre. Lokaliseret på: www.byginform.gl/Portals/0/pdf/love/BR2006DK.pdf

Grønlands Statistik (2009). *Statistisk Årbog 2009*, Nuuk. Lokaliseret på www.stat.gl/default.asp?lang=da. Kapitel 4 om boliger er lokaliseret på: www.stat.gl/publ/da/SA/200904/pdf/Kapitel%204.pdf

Grønlands Statistik (2010). *Boligstatistik 2009*, Boligstatistik 2010:2, Nuuk. Lokaliseret på www.stat.gl/publ/da/BO/200901/pdf/Tilgangen%20af%20boliger%20og%20boligbestand%202009.pdf

Grønlands Statistik (2013). *Greenland in Figures 2013*. Nuuk. Lokaliseret på: www.stat.gl/publ/kl/GF/2013/pdf/Greenland%20in%20Figures%202013.pdf

GTO (1971). *GTO-cirkulære. Vejledning for projektering af bygnings- og anlægsarbejder i Grønland*. GTO-cirk.nr. 8.013.

Hoffmeyer, D., Olesen, H.S., & Rasmussen, B. (2008). *Udførelse af bygningsakustiske målinger* (SBI-anvisning 217). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Lokaliseret på: <http://anvisninger.dk/217>

Hveem, S (2010). *Unngå byggskader – Lydisolasjons-kvalitet i boliger*. SINTEF Byggforsk, Norge. Indeholder resumé af konklusioner fra Barlindhaug & Ruud (2008). Lokaliseret på: <http://www.sintef.no/upload/Artikkel-05-10-BbyggAktuelt.pdf>

Kristensen, J. (1992). *Bygningers lydisolering – Nyere bygninger* (SBI-anvisning 172). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut. Lokaliseret på: www.anvisninger.dk/172

Rasmussen, B. & Rindel, JH (1994). *Lydforhold i boliger - State-of-the-art*". Bygge- og Boligstyrelsen, Boligministeriet. Lokaliseret på: [http://vbn.aau.dk/da/publications/lydforhold-i-boliger--stateofheart\(ae71be40-1d07-11de-bddb-000ea68e967b\).html](http://vbn.aau.dk/da/publications/lydforhold-i-boliger--stateofheart(ae71be40-1d07-11de-bddb-000ea68e967b).html)

Rasmussen, B., Petersen, C.M., & Hoffmeyer, D. (2011). *Lydisolering mellem boliger – nybyggeri* (SBI-anvisning 237). Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Lokaliseret på: www.anvisninger.dk/237

Statsministeriet, Grønlandsafdelingen (1989). *Boligbyggeriet 1987 og udviklingen i boligsektoren efter 1966*. Statistiske meddelelser nr. 107.

Hjemmesider

www.byginfo.gl

Love, forskrifter, vejledninger, rapporter og andet, som kan have relevans for byggeri i Grønland. Byginfo administreres og drives af Grønlands Selvstyre, Departementet for Boliger, Bygningsmyndigheden.

www.bygningsreglementet.dk

Hjemmeside med gældende og historiske danske bygningsreglementer, vejledninger m.m.

www.ini.gl

Hjemmeside for A/S Boligselskabet INI. Her findes bl.a. aktuel beboerinformation i Iserumina, som også bringes i lokalaviserne ca. hver måned). Alle årgange af Iserumina findes på:

www.ini.gl/default.aspx?func=article.view&id=694370&lang=DK

Blanket til naboklager findes på:

www.ini.gl/default.aspx?func=article.view&menuid=695267&id=687659&lang=

www.kanukoka.gl/da/om_kommunerne/de_fire_kommuner

Information om Grønlands kommuner og befolkningstal mv.

www.stat.gl

Publikationer fra Grønlands Statistik.

Appendiks A Tuapannguit - Beskrivelser og måleresultater

Byggeriets navn og adresse: Tuapannguit, Tuapannguit 1, 3, 5, 7, 9, 11A, 11B, Nuuk

Bygherre: Grønland Selvstyre

Arkitekt: Clement & Carlsen arkitekter maa aps, 3900 Nuuk;

Entreprenør: Permagreen Grønland A/S, 3900 Nuuk; www.permagreen.gl

Bebyggelsen består af 7 punkthuse i 8 etager, i alt 210 boliger

Byggeår: 2007-2011; Aflevering: Medio 2011

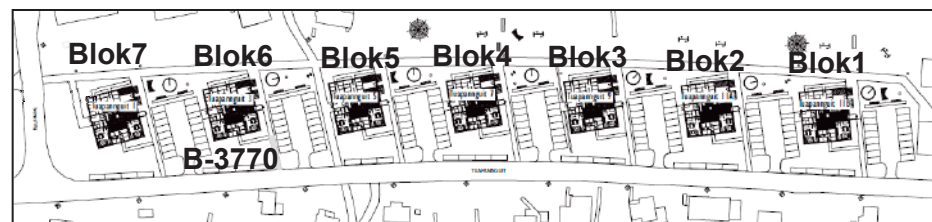
Hovedkonstruktioner og beskrivelse af bebyggelse

Etagedæk: 180 mm pladsstøbt betondæk

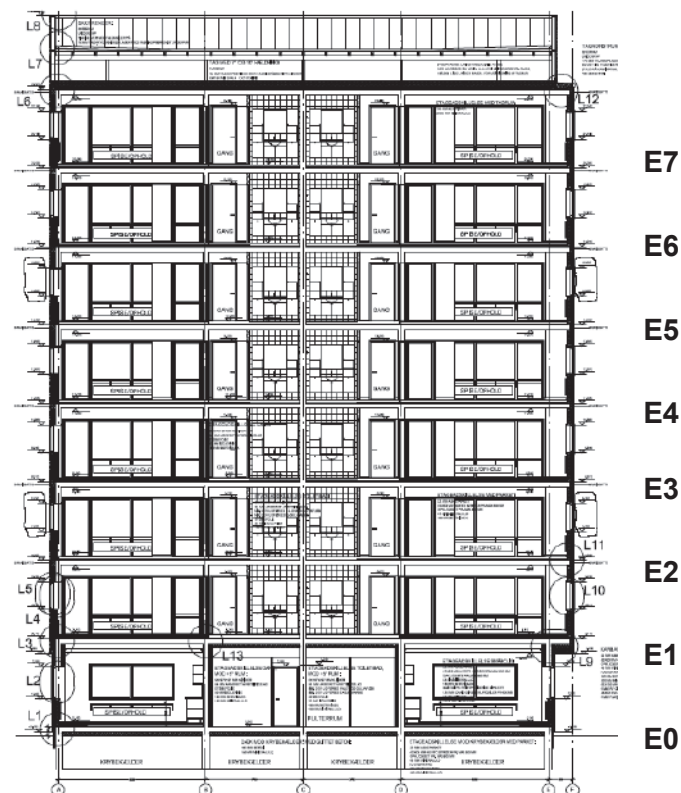
Boligadskillende

vægge: 200 mm pladsstøbt beton eller 125 mm let pladebeklædt væg

Facader: Lette facader og facader med pladsstøbt betonbagmur.

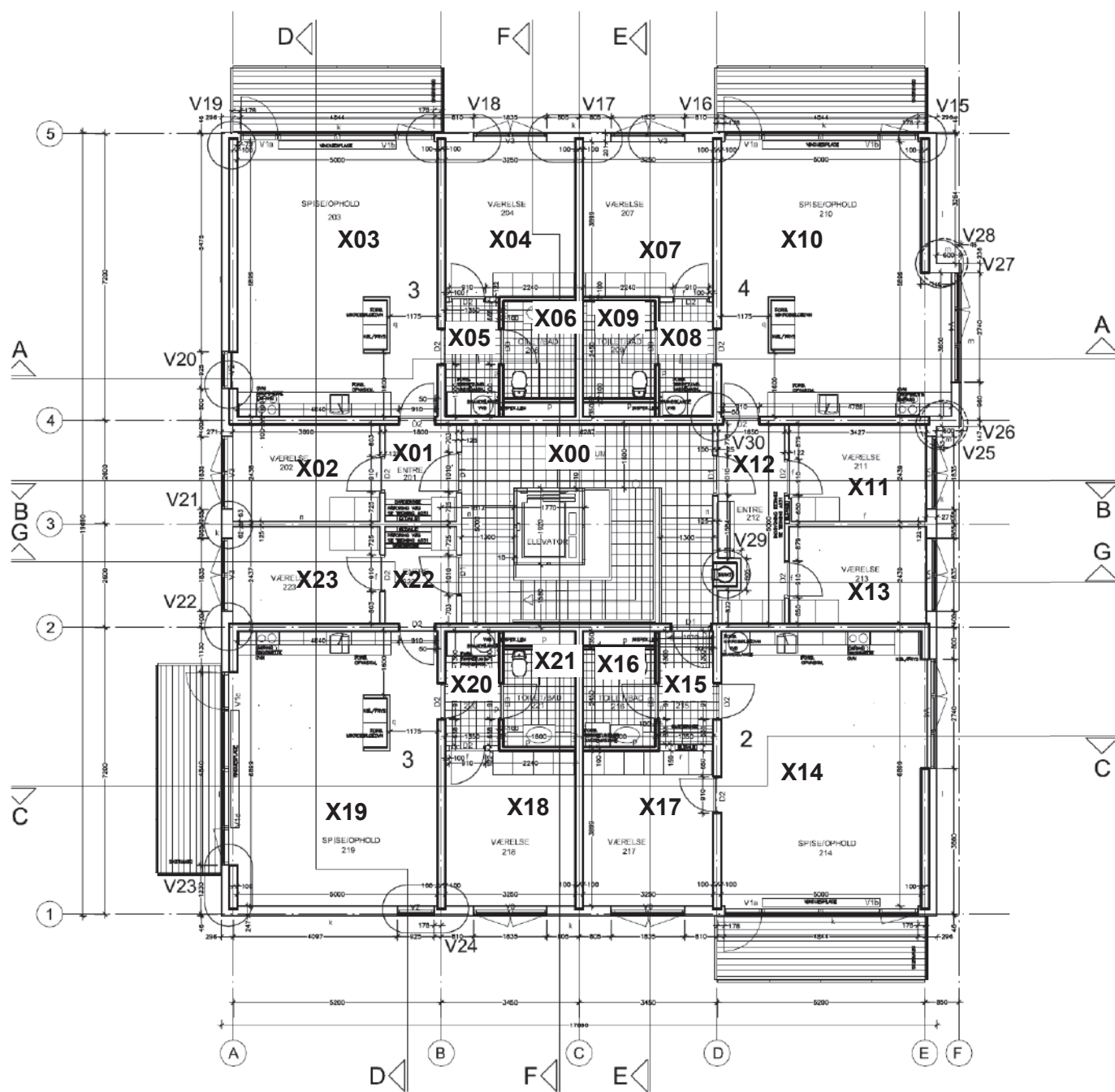


Figur A1. Situationsplan Tuapannguit 1, 3, 5, 7, 9, 11A, 11B (Blok 7-1). Målinger foretaget i Tuapannguit 3 (B-3770).



Figur A2. Snittegning A-A over Tuapannguit 3. Ej målfast.

Plantegning Tuapannguit med angivelse af rumnumre



Figur A3. Plantegning Tuapannguit 3, etage 2-7. Ej målfast.
X = etagenummer.

Måleobjekt for lydmålinger i Tuapannguit

Bebyggelsen Tuapannguit består af 7 punkthuse med 8 etager, i alt 210 boliger. Der er målt på etage 3, 4 og 5 i blok 6 (Tuapannguit 3), B-3770.

Der er udført målinger af luftlydisolation mellem boliger vandret og lodret. Der er udført målinger af trinlydniveau fra gulve i boliger vandret og lodret samt i rum liggende skråt under hinanden.

Der henvises til figur A2 snittegning og figur A3 etageplan og snittegning fremstillet på grundlag af tegningsmateriale udleveret fra IAAN. Ifølge tegningsmaterialet er de forskellige konstruktioner opbygget som nedenstående:

Etageadskillelse med trægulv på strøer:

- 22 mm parket
- 40x63 mm kerto strøer pr. max 600 mm, oplodset pr. max 800 mm, plastkiler og bløde brikker
- 45 mm mineraluld i hulrum
- 180 mm massivt pladsstøbt betondæk

Etageadskillelse bad:

- 6 mm klinker
- 94 mm armeret afretningslag
- 30 mm mineraluld
- 180 mm massivt pladsstøbt betondæk

Etageadskillelse gang:

- 6 mm klinker
- 84 mm armeret afretningslag
- 50 mm mineraluld
- 180 mm massivt pladsstøbt betondæk

Boligadskillende væg (tung):

- 200 mm pladsstøbt beton

Boligadskillende væg (let):

125 mm let enkeltvæg bestående af:

- 2 x 12,5 mm Fermacell fibergips
- 75 mm stålskelet
- 75 mm Rockwool, Flexi A-batts
- 2 x 12,5 mm Fermacell fibergips

Resultatoversigt – Tuapannguit

Måleresultaterne er fra DELTA målerapport: *Måling af lydforhold i bebyggelsen Tuapannguit, Nuuk, Grønland, udført den 7. december 2011.* DELTA Rapport TC-100048.

Tabel A1. Luftlydisolation, R_w (7 målinger) i Tuapannguit, B-3770.

Måling nr.	Senderum	Modtagerum	Måle-ret-ning	Måle-resultat R_w	GBR 2006		DBR 2010 DS 490 klasse C	
					Krav mindst	Overholder	Krav mindst	Overholder
1	Værelse 318	Værelse 418	↑	59 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja
2	Værelse 323	Værelse 423	↑	62 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja
3	Toilet/Bad 321	Toilet/Bad 421	↑	58 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja
4 ¹	Værelse 502	Værelse 523	→	56 dB	52 dB	Ja	55 dB	Ja ¹
5	Spise/Ophold 319	Spise/Ophold 419	↑	57 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja
6	Gang 320	Gang 420	↑	60 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja
7	Spise/Ophold 419	Spise/Ophold 519	↑	58 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja

Note 1: Den boligadskillende væg er en let væg. Der er beregnet $R_w + C_{50-3150} = 49$ dB, som ikke overholder den supplerende anbefaling på mindst 53 dB for lette vægge, se afsnit 6.

Tabel A2. Trinlydniveau, $L'_{n,w}$ (7 målinger) Tuapannguit, B-3770.

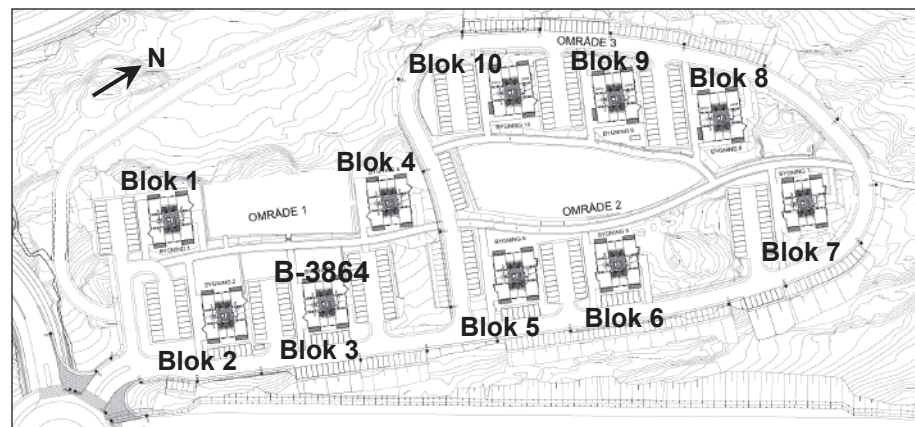
Måling nr.	Senderum	Modtagerum	Måle-ret-ning	Måle-resultat $L'_{n,w}$	GBR 2006		DBR 2010 DS 490 klasse C	
					Krav højst	Overholder	Krav højst	Overholder
8	Toilet/Bad 421	Værelse 318	↙	53 dB	63 dB	Ja	58 dB	Ja
9	Værelse 502	Værelse 523	→	42 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
10	Værelse 418	Værelse 318	↓	48 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
11	Spise/Ophold 419	Spise/Ophold 319	↓	53 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
12	Gang 420	Spise/Ophold 319	↙	54 dB	58 dB	Ja	53 dB	Nej
13	Værelse 423	Værelse 323	↓	46 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
14	Spise/Ophold 519	Spise/Ophold 419	↓	53 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja

Appendiks B Pingorsuaq - Beskrivelser og måleresultater

Byggeriets navn og adresse: Pingorsuaq, Suloraq 1-19, Nuuk
Bygherre: Andelsboligforening Pingorsuaq, c/o Grønlands Selvstyre
Arkitekt: Clement & Carlsen arkitekter maa aps, 3900 Nuuk.
Entreprenør: Permagreen Grønland A/S, 3900 Nuuk; www.permagreen.gl
Bebyggelsen består af 10 punkthuse i 8 etager, i alt 300 boliger
Byggeår: 2010 – 2013; Aflevering 2011 – 2013

Hovedkonstruktioner og beskrivelse af bebyggelse

Etagedæk: 180 mm pladsstøbt betondæk
Boligadskillende vægge: 200 mm pladsstøbt beton eller 125 mm let pladebeklædt væg
Facader: Lette facader og facader med pladsstøbt betonbagmur.

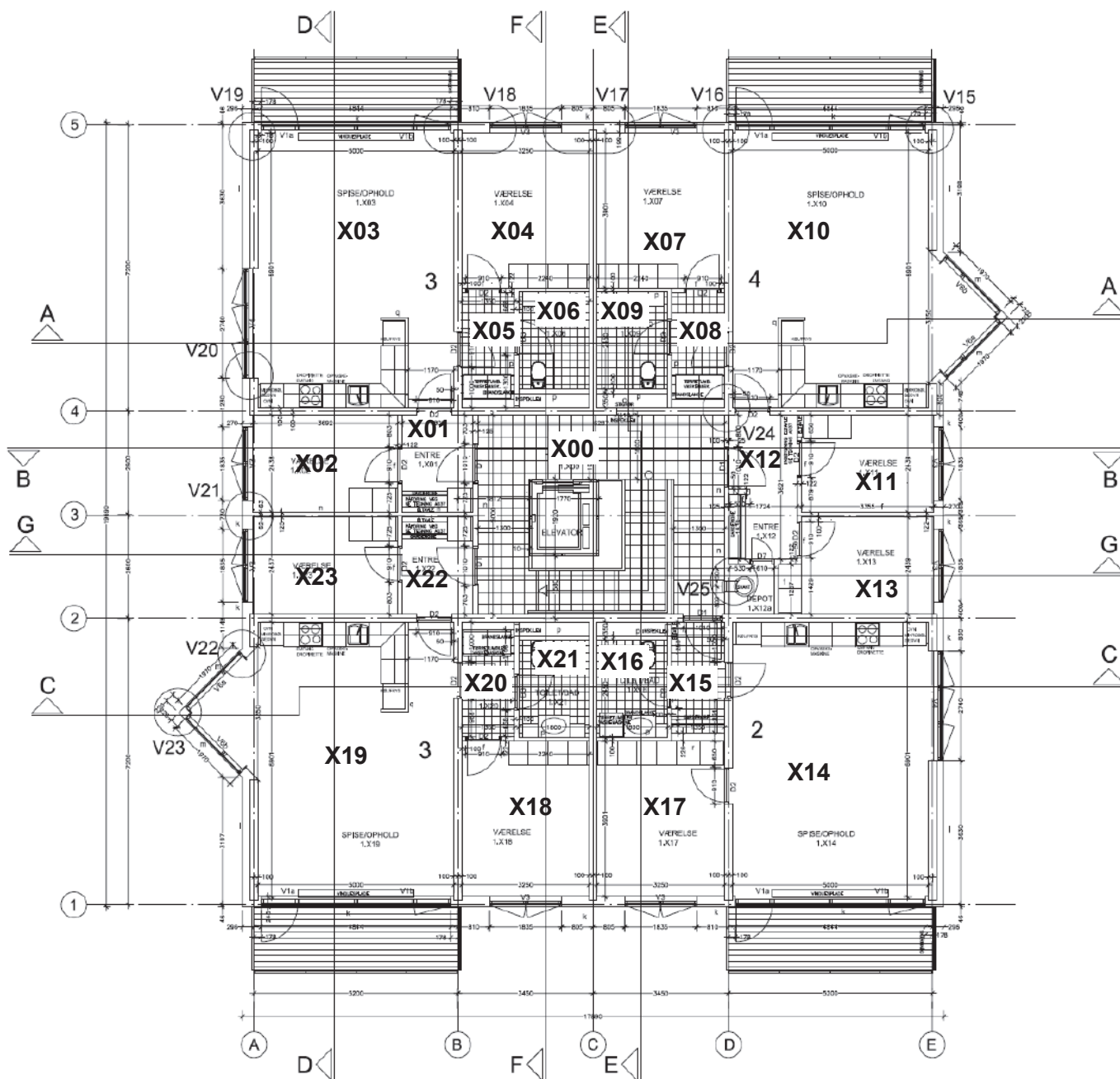


Figur B1. Situationsplan Pingorsuaq, Suloraq 1-19 (Blok 1-10). Målinger foretaget i Suloraq 5 (B-3864).



Figur B2. Tværsnit A-A over blok 3 i Pingorsuaq. Ej målfast.

Plantegning Pingorsuaq med angivelse af rumnumre



Figur B3. Plantegning blok 3 i Pingorsuaq, etage 2-7. Ej målfast. X = etagenummer.

Måleobjekt for lydmålinger i Pingorsuaq

Bebyggelsen Pingorsuaq består af 10 boligblokke med 8 etager, i alt 300 boliger. Der er målt på etage 5, 6 og 7 i boligblok 3 (B-3864).

Der er udført målinger af luftlydisolation mellem boliger vandret og lodret.

Der er udført målinger af trinlydniveau fra gulve i boliger vandret og lodret samt i rum liggende skråt under hinanden.

Der er udført måling af efterklangstid i fælles trapperum.

Der henvises til etageplan og snittegning fremstillet på grundlag af det af rekvirenten udleverede tegningsmateriale. Ifølge tegningsmateriale fra rekvirenten er de forskellige konstruktioner opbygget som nedenstående:

Etageadskillelse med trægulv på strøer:

- 22 mm parket
- 40 x 63 mm kerto strøer pr. max 600 mm, opklodset pr. max 800 mm, plastkiler og bløde brikker
- 45 mm mineraluld i hulrum
- 180 mm massivt pladsstøbt betondæk

Etageadskillelse bad:

- 9 mm klinker
- 101 mm armeret afretningslag
- 50 mm mineraluld
- 150 mm massivt pladsstøbt betondæk

Etageadskillelse gang:

- 9 mm klinker
- 81 mm armeret afretningslag
- 50 mm mineraluld
- 180 mm massivt pladsstøbt betondæk

Boligadskillende væg (tung):

- 200 mm pladsstøbt beton

Boligadskillende væg (let):

125 mm let enkeltvæg bestående af:

- 2 x 12,5 mm Fermacell fibergips
- 75 mm stålskelet
- 75 mm Rockwool, Flexi A-batts
- 2 x 12,5 mm Fermacell fibergips

Resultatoversigt - Pingorsuaq

Måleresultaterne er fra DELTA målerapport: Måling af lydforhold i bebyggelsen Pingorsuaq, Nuuk, Grønland, udført den 8. december 2011. DELTA Rapport TC-100051.

Tabel B1. Luftlydisolation, R'_w (8 målinger) i Pingorsuaq, B-3864.

Måling nr.	Senderum	Modtagerum	Måle-ret-ning	Måle-resultat R'_w	GBR 2006		DBR 2010 DS 490 klasse C	
					Krav mindst	Overholder	Krav mindst	Overholder
1 ¹	Værelse 702	Værelse 723	→	54 dB	53 dB	Ja	55 dB	Nej ¹
2	Værelse 623	Værelse 723	↑	63 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja
3	Værelse 617	Værelse 717	↑	64 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja
4	Værelse 618	Værelse 617	→	59 dB	52 dB	Ja	55 dB	Ja
5	Spise/Ophold 614	Værelse 613	→	60 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja
6	Spise/Ophold 514	Spise/Ophold 614	↑	60 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja
7	Gang 508	Gang 608	↑	60 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja
8	Toilet/Bad 509	Toilet/Bad 609	↑	56 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja

Note 1: Den boligadskillende væg er en let væg. Der er beregnet $R'_w + C_{50-3150} = 48$ dB, som ikke overholder den supplerende anbefaling på mindst 53 dB for lette vægge, se afsnit 6.

Tabel B2. Trinlydniveau, $L'_{n,w}$ (10 målinger) i Pingorsuaq, B-3864.

Måling nr.	Senderum	Modtagerum	Måle-ret-ning	Måle-resultat $L'_{n,w}$	GBR 2006		DBR 2010 DS 490 klasse C	
					Krav højst	Overholder	Krav højst	Overholder
9	Værelse 702	Værelse 723	→	52 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
10	Værelse 723	Værelse 623	↓	46 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
11	Værelse 717	Værelse 617	↓	48 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
12	Værelse 618	Værelse 617	→	44 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
13	Spise/Ophold 614	Værelse 613	→	38 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
14	Værelse 613	Værelse 513	↓	46 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
15	Entre 615	Spise/Ophold 514	↙	53 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
16	Spise/Ophold 614	Spise/Ophold 514	↓	56 dB	58 dB	Ja	53 dB	Nej
17	Toilet/Bad 609	Værelse 507	↙	53 dB	63 dB	Ja	58 dB	Ja
18	Spise/Ophold 514	Spise/Ophold 414	↓	51 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja

Tabel B3. Efterklangstid, T (1 måling) i Pingorsuaq, B-3864.

Måling nr.	Målested	Måleresultat	GBR 2006		DBR 2010 DS 490 klasse C		
			Krav højst	Overholder	Krav højst	Overholder	
19	Fælles trappe- rum	Gennemsnit 500-3150 Hz	0,8 sek.	1,3 sek.	Ja	1,3 sek. / okt.-bånd	Ja

Appendiks C Pisissia – Beskrivelser og måleresultater

Byggeriets navn og adresse: Pisissia, Unaaq 2-12, Nuuk

Bygherre: Grønland Selvstyre

Arkitekt: TNT Nuuk A/S, 3900 Nuuk.

Entreprenør: Permagreen Grønland A/S, 3900 Nuuk; www.permagreen.gl

Bebyggelsen består af 6 punkthuse i 4 etager, i alt 84 boliger

Byggeår: 2010 – 2013; Aflevering 2011 – 2013

Hovedkonstruktioner og beskrivelse af bebyggelse

Etagedæk 220 mm pladsstøbt betondæk

Boligadskillende vægge: 150 mm pladsstøbt beton

Facader Lette facader og facader med pladsstøbt betonbagmur.

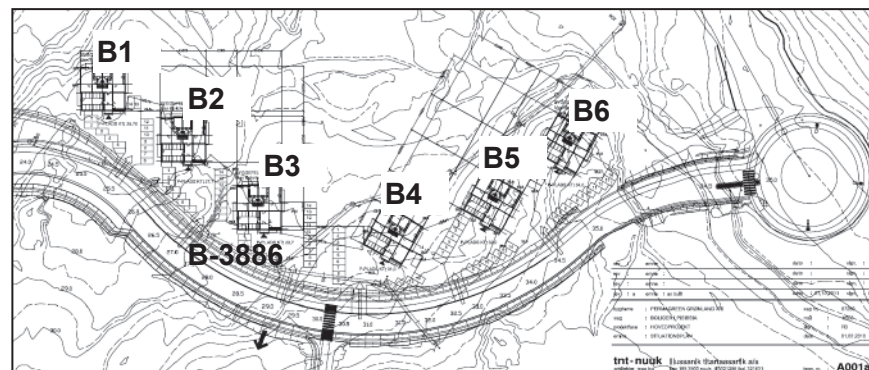
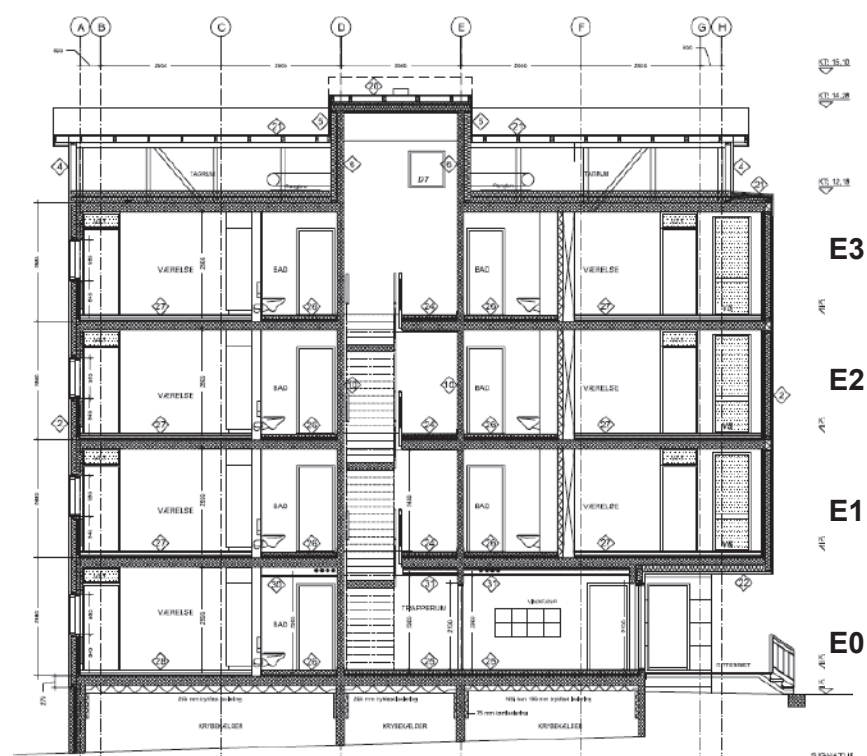
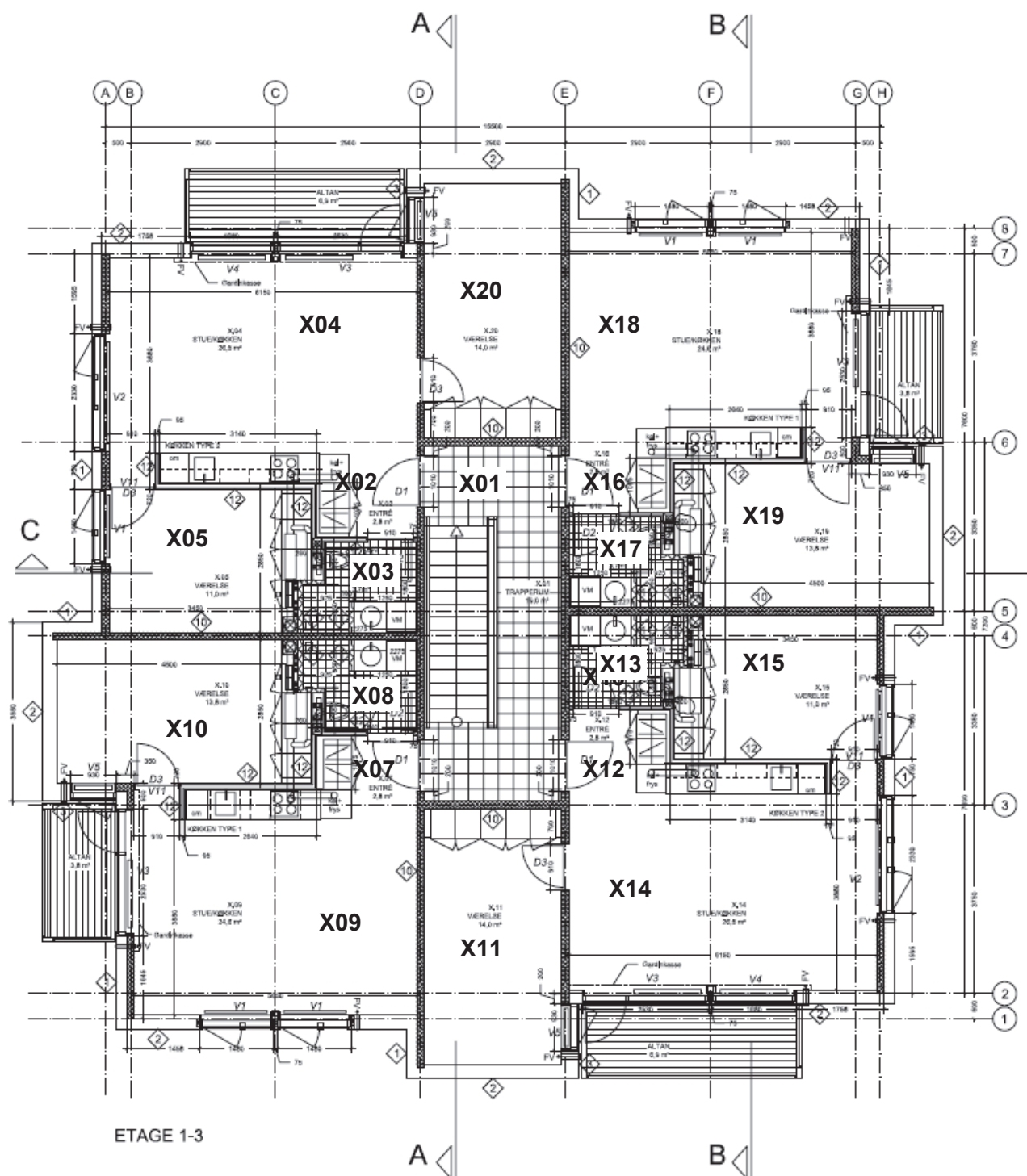


Fig. C1. Situationsplan Pisissia, Unaaq 2-12, (Blok 1-6). Målinger foretaget i Unaaq 8 (Blok 3), B-3886.



Figur C2. Snit C-C over blok 3 i Pisissia. Ej målfast.

Plantegning Pisissia med angivelse af rumnumre



Figur C3. Plantegning over etage 1-3, blok 3 i Pisissia. Ej målfast. X = etagenummer.

Måleobjekt for lydmålinger i Pisissia

Bebyggelsen Pisissia består af 6 boligblokke med 4 etager. Der er målt i stueetage og på etage 0, 1 og 2 i boligblok 3 (B-3886).

Der er udført målinger af luftlydisolation mellem boliger vandret og lodret og mellem fælles trapperum og bolig vandret. Der er udført målinger af trinlydniveau fra gulve i boliger vandret og lodret samt i rum liggende skråt under hinanden og fra fælles trapperum.

Der henvises til etageplan og snittegning fremstillet på grundlag af det af rekvirenten udleverede tegningsmateriale.

Ifølge tegningsmateriale fra rekvirenten er de forskellige konstruktioner opbygget som nedenstående:

Etageadskillelse med trægulv på strøer:

- 22 mm parket
- Strøer, plastkiler og bløde brikker
- 50 mm mineraluld i hulrum
- 220 mm massivt pladsstøbt betondæk

Etageadskillelse bad:

- 10 mm klinker
- 90 mm armeret afretningslag
- 50 mm mineraluld
- 220 mm massivt pladsstøbt betondæk

Boligadskillende væg (tung):

- 150 mm pladsstøbt beton

Trapperepos:

- 10 mm klinker
- 90 mm armeret afretningslag
- 50 mm mineraluld
- 200 mm massivt pladsstøbt betondæk

Trappeløb:

- Betontrappe

Resultatoversigt – Pisissia Blok 3

Måleresultaterne er fra DELTA målerapport: *Måling af lydforhold i bebyggelsen Pisissia, Nuuk, Grønland*, udført den 9. december 2011. DELTA Rapport TC-100052.

Tabel C1. Luftlydisolation, R'_w (6 målinger) i Pisissia, B-3886.

Måling nr.	Senderum	Modtagerum	Måle-ret-ning	Måle-resultat R'_w	GBR 2006		DBR 2010 DS 490 klasse C	
					Krav mindst	Overholder	Krav mindst	Overholder
1	Værelse 1.20	Værelse 2.20	↑	63 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja
2	Stue/Køkken 1.18	Værelse 1.20	→	56 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja
3	Værelse 1.10	Værelse 1.05	→	57 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja
4	Stue/Køkken 1.14	Stue/Køkken 2.14	↑	60 dB	52 dB	Ja	55 dB	Ja
5	Bad 1.13	Bad 2.13	↑	62 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja
6	Trapperum. 1.01	Værelse 1.20	→	55 dB	53 dB	Ja	55 dB	Ja

Tabel C2. Trinlydniveau, $L'_{n,w}$ (9 målinger) i Pisissia, B-3886

Måling nr.	Senderum	Modtagerum	Måle-ret-ning	Målere-sultat $L'_{n,w}$	GBR 2006		DBR 2010 DS 490 klasse C	
					Krav højst	Overholder	Krav højst	Overholder
7	Værelse 2.05	Værelse 1.05	↓	43 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
8	Stue/Køkken 2.04	Stue/Køkken 1.04	↓	53 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
9	Værelse 2.20	Værelse 1.20	↓	46 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
10	Bad 2.03	Værelse 1.05	↙	49 dB	63 dB	Ja	58 dB	Ja
11	Værelse 1.10	Værelse 0.10	↓	42 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
12	Værelse 1.10	Værelse 1.05	→	42 dB	58 dB	Ja	53 dB	Ja
13	Fælles trapperum repos 1.01	Værelse 1.20	→	55 dB	58 dB	Ja	58 dB	Ja
14	Fælles trapperum 1.01 trappeløb	Værelse 1.20	→	59 dB	58 dB	Nej	58 dB	Nej
15	Fælles trapperum 2.01 trappeløb	Værelse 2.11	→	57 dB	58 dB	Ja	58 dB	Ja

Appendiks D Grafiske fremstillinger af måleresultater

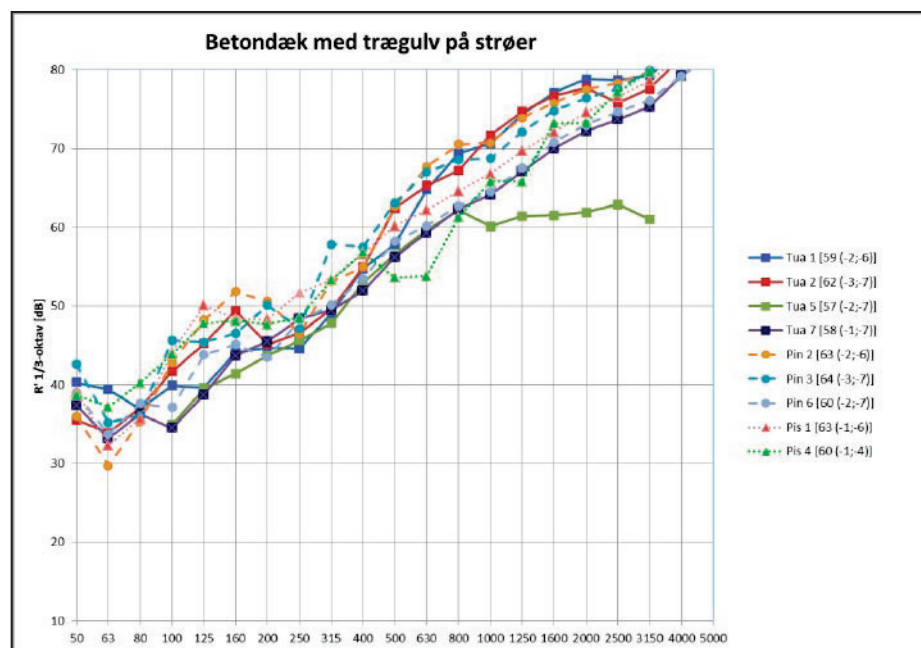
Luftlydisolation

På de følgende tre diagrammer er afbildet luftlydisolation (reduktionstal) som funktion af frekvensen for målinger i de tre bebyggelser.

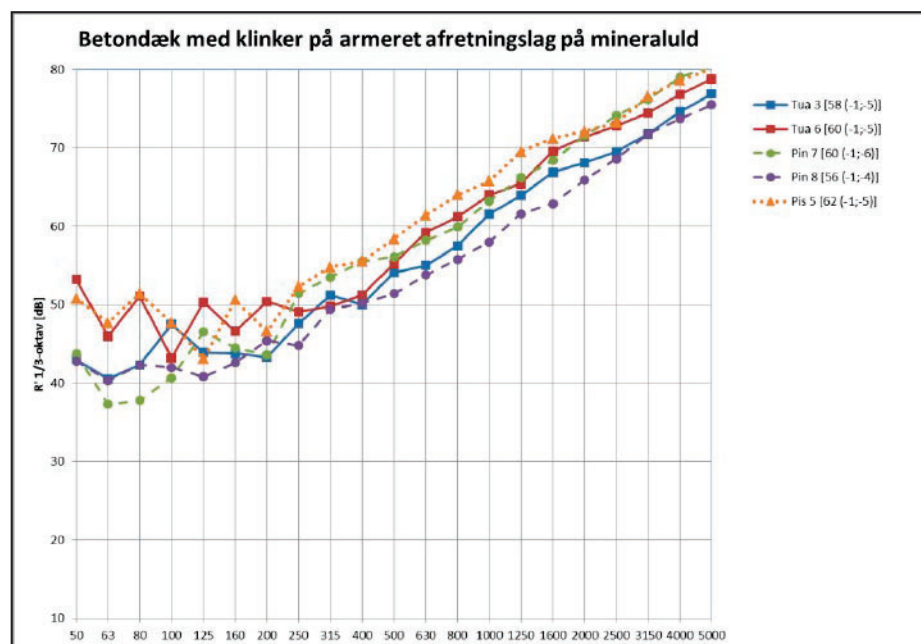
Tuapannguit = Tua; Pingorsuaq = Pin; Pisissia = Pis

I signaturforklaringerne er angivet:

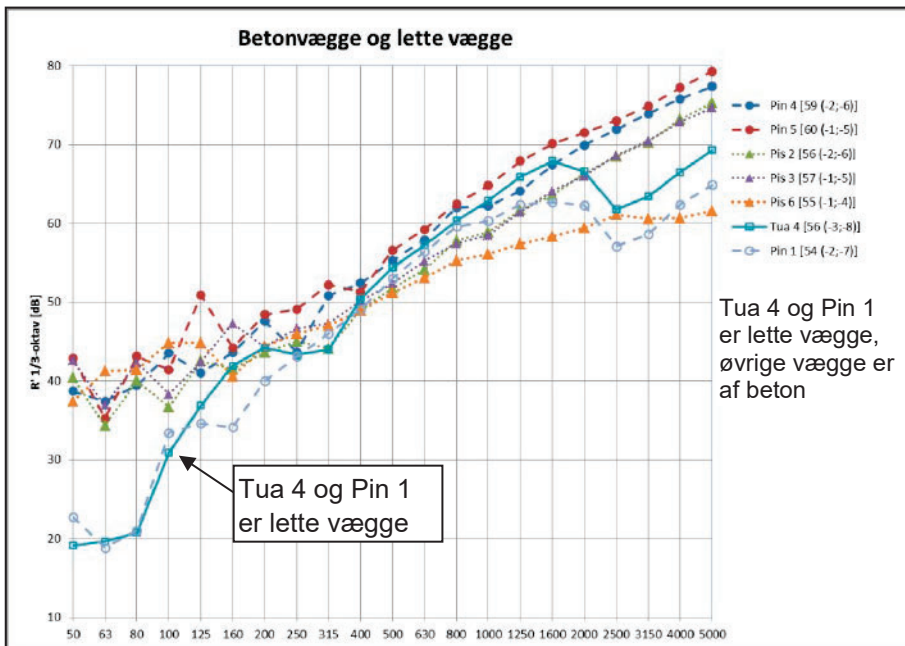
Bebyggelse, måling nr. samt resultat R'_w (C; C_{tr})



Figur D1. Betondæk med trægulv på strøer - Tua, Pin og Pis.



Figur D2. Betondæk med klinker på armeret afretningslag på mineraluld - Tua, Pin og Pis.



Figur D3. Betongvægge og lette vægge - Tua, Pin og Pis.

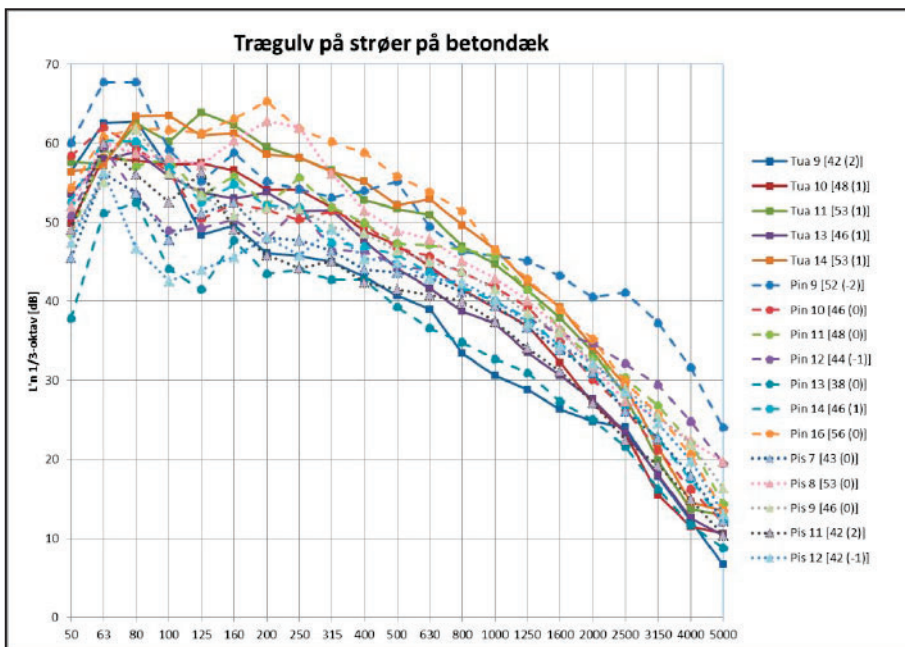
Trinlydniveau

På de følgende tre diagrammer er afbildet trinlydniveau som funktion af frekvensen for målinger i de tre bebyggelser

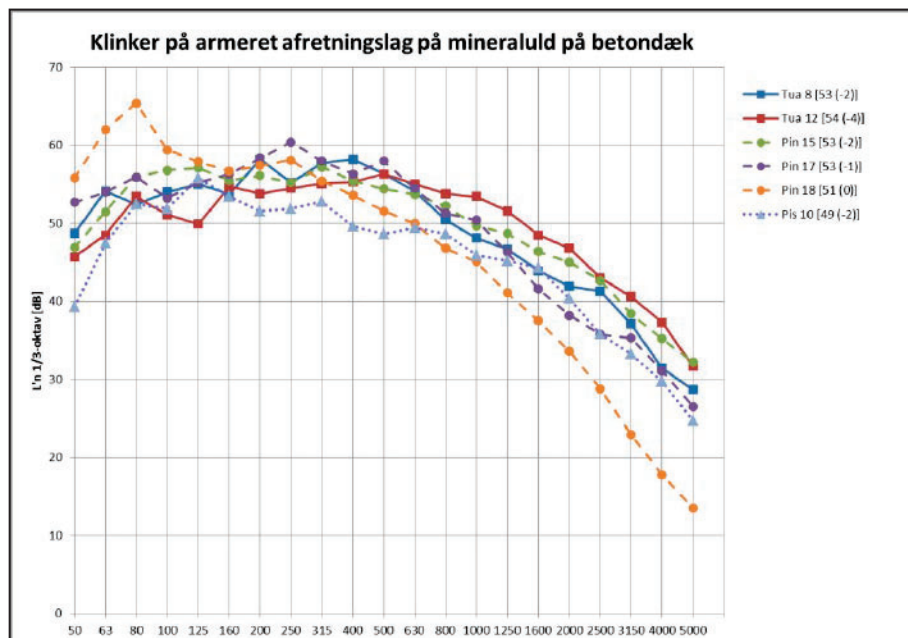
Tuapannguit = Tua; Pinngorsuaq = Pin; Pisissia = Pis

I signaturforklaringerne er angivet:

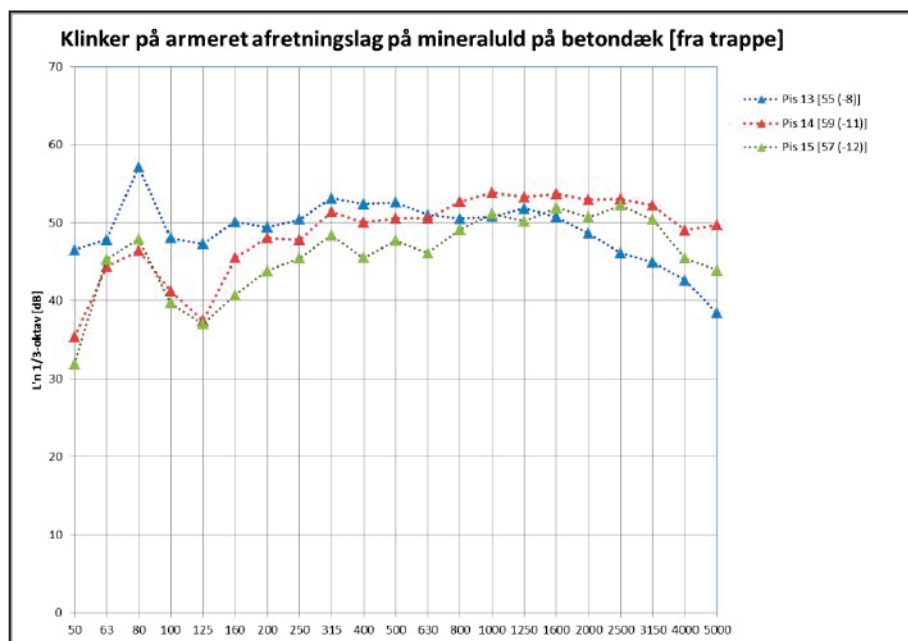
Bebyggelse, måling nr. samt resultat $L'_{n,w} (C_1)$



Figur D4. Betondæk med trægulv på strøer - Tua, Pin og Pis.



Figur D5. Betondæk med klinker på armeret afretningslag på mineraluld - Tua, Pin og Pis.



Figur D6. Klinker på armeret afretningslag på mineraluld på betondæk [fra trappe]. Bebyggelse Pisissia.

Appendiks E Lydbestemmelser i henhold til DS 490 og SBI-anvisning 230

Bestemmelserne i DBR2010 om akustisk indeklime i boliger henviser til klasse C i DS 490, Lydklassifikation af boliger, og er identiske med bestemmelserne i DBR2008, hvor der for etageboliger blev indført skærper i forhold til DBR1995. Lydkravene i GBR2006 er identiske med kravene i DBR1995.

I DBR 2010 er funktionskrav til det akustiske indeklime i boliger beskrevet i kapitel 6.4.2, *Boliger og lignende bygninger benyttet til overnatning*, Stk. 1. Grænseværdierne for luftlydisolation og trinlydniveau, lydklasse C, og den højere lydklasse B samt den lavere lydklasse D er vist i tabellerne E1 og E2.

Luftlydisolation, trinlydniveau – grænseværdier for lydklasse B, C og D

Grænseværdierne for luftlydisolation og trinlydniveau er angivet med brug af begreber defineret i henholdsvis DS/EN ISO 717, Del 1 og 2 (DS, 2013).

Tabel E1. Luftlydisolation klasse B, C og D. Grænseværdier for vægtet reduktionstal R_w eller $R_w + C_{50-3150}$. Kilde: DS 490 (Dansk Standard, 2007).

Rumtype	Klasse B ¹⁾	Klasse C	Klasse D
	$R_w + C_{50-3150}$	R_w	R_w
Mellem en bolig eller fælles opholdsrum og lokaler med støjende aktiviteter (erhverv eller fællesrum)	≥ 63 dB	≥ 60 dB	≥ 55 dB
Mellem en bolig og rum uden for boligen	≥ 58 dB	≥ 55 dB	≥ 50 dB
Mellem fælles opholdsrum indbyrdes	≥ 58 dB	≥ 55 dB	≥ 50 dB
Dør ²⁾ mellem bolig og fællesrum	≥ 32 dB	≥ 32 dB	≥ 27 dB

1) For klasse B tages der hensyn til luftlydisolationen ved lave frekvenser ved at lægge den spektrale korrektion, $C_{50-3150}$, til R_w -værdien. Den spektrale korrektion anvendes for at sikre bedre mod generende lavfrekvent støj.

2) Kravet gælder for dørens areal, se SBI-anvisning 217, *Udførelse af bygningsakustiske målinger* (Hoffmeyer, Olesen & Rasmussen, 2008). Den omgivende væg skal opfylde grænseværdien for 'mellem en bolig og rum uden for boligen'.

Tabel E2. Trinlydniveau klasse B, C og D. Grænseværdier for vægtet trinlydniveau, $L'_{n,w}$ eller $L'_{n,w} + C_{i,50-2500}$. Kilde: DS 490 (Dansk Standard, 2007).

Rumtype	Klasse B ¹⁾	Klasse C	Klasse D
	$L'_{n,w} + C_{i,50-2500}$	$L'_{n,w}$	$L'_{n,w}$
I beboelsesrum og køkkener samt fælles opholdsrum – fra lokaler med støjende aktiviteter (erhverv eller fællesrum)	≤ 43 dB	≤ 48 dB	≤ 53 dB
I beboelsesrum og køkkener – fra andre boliger og fra fællesrum	≤ 48 dB	≤ 53 dB	≤ 58 dB
I beboelsesrum og køkkener – fra fælles trapperum og gange, fra altaner eller tilsvarende samt fra toilet- og baderum i andre boliger ²⁾	≤ 53 dB	≤ 58 dB	≤ 63 dB
I fælles opholdsrum – fra beboelsesrum, andre fællesrum, trapperum, gange, altaner eller tilsvarende samt fra toilet- og baderum ²⁾	≤ 53 dB	≤ 58 dB	≤ 63 dB

1) For klasse B tages der hensyn til trinlydniveauet ved lave frekvenser ved at lægge den spektrale korrektion, $C_{i,50-2500}$, til $L'_{n,w}$ -værdien. Korrektionen anvendes for at sikre bedre mod generende lavfrekvent støj, der er et almindeligt problem i forbindelse med lette bygningskonstruktioner. Korrektionen skal dog kun medregnes, såfremt den er ≥ 0 dB.

2) Altaner samt gulve og dæk i toilet- og baderum og andre rum med et gulvareal mindre end 2,5 m² skal ikke opfylde krav til trinlydniveau.

For almindelige fællesrum, som defineret i DS 490, er kravene de samme som mellem boliger, jf. tabel e1 og tabel e2. For lokaler med støjende aktiviteter, fx i erhvervs- eller festlokaler, gælder de skærpede grænseværdier, som er anført øverst i tabel E1 og tabel E2.

Lydklasse A er ikke vist i tabellerne E1 og E2, da denne lydklasse ikke i praksis er relevant for almindeligt etageboligbyggeri. I tabel E3 er for alle fire lydklasser vist grænseværdierne for lydisolations (luft- og trinlyd) mellem boliger og den tilsvarende forventede beboervurdering.

Tabel E3. Hovedkriterier for de danske lydklasser A, B, C, D og beboernes forventede tilfredshed. Resumé baseret på information i DS 490 *Lydklassifikation af boliger*.

Lydisolations mellem boliger Hovedkriterier i DS 490:2007			Lydklassebeskrivelser og forventet beboervurdering af lydforhold		
Lydklasse	Luftlydisolation	Trinlydniveau	Lydklassebeskrivelser	Gode eller meget gode	Dårlige
A	$R'_w + C_{50-3150} \geq 63$ dB	$L'_{n,w} \leq 43$ dB og $L'_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 43$ dB	Specielt gode lydforhold	> 90 %	
B	$R'_w + C_{50-3150} \geq 58$ dB	$L'_{n,w} \leq 48$ dB og $L'_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 48$ dB	Tydeligt bedre lydforhold end bygge Lovgivningens minimumskrav	70 to 85 %	< 10 %
C	$R'_w \geq 55$ dB	$L'_{n,w} \leq 53$ dB	Svarer til bygge Lovgivningens minimumskrav	50 to 65 %	< 20 %
D	$R'_w \geq 50$ dB	$L'_{n,w} \leq 58$ dB	Mindre tilfredsstillende lydforhold, beregnet for ældre bygninger	30 to 45 %	25 to 40 %

Note: Inden for den enkelte lydklasse kan procentdelen af beboere, som er tilfredse eller utilfredse, variere lidt fra det ene akustiske kriterium til det andet. Grupperingen er fortrinsvis baseret på den subjektive vurdering af luftlydisolation mellem boliger og trinlydniveau fra omliggende boliger.

Supplerende lydbestemmelser til lette konstruktioner i lejligheds- skel i henhold til SBI-anvisning 230

Lette konstruktioner i lejlighedsskel, dvs. skillevægge med en vægt pr. arealenhed under 100 kg/m² og etageadskillelser med en vægt pr. arealenhed under 250 kg/m², kan give problemer med utilstrækkelig lydisolations ved lave frekvenser, selv om kravene til lydisolations i lydklasse C er opfyldt, jf. SBI-anvisning 230, *Anvisning om Bygningsreglement 2010* (de Place Hansen, 2013) samt *Lydforhold i bygninger – Lette konstruktioner* (Pedersen, 1997) og *Lydkrav for lette konstruktioner* (Pedersen, 1999). Ved lette konstruktioner i lejlighedsskel anbefales det derfor som supplement til lydisolationskravene i klasse C at udvide det bygningsakustiske frekvensområde nedad til 50 Hz ved at anvende de spektrale korrektioner $C_{50-3150}$ og $C_{1,50-2500}$ for henholdsvis luftlydisolation og trinlydniveau. Mellem en bolig og rum uden for boligen anbefales overholdelse af følgende grænseværdier for lette konstruktioner:

- Luftlydisolation, $R'_w + C_{50-3150} \geq 53$ dB
- Trinlydniveau, $L'_{n,w} + C_{1,50-2500} \leq 53$ dB.

Disse anbefalede supplerende grænseværdier for let byggeri gælder på bygningsreglements niveau, altså supplement til alle øvrige grænseværdier for lydklasse C. Eksempler på lette vægkonstruktioner, der kan opfylde de supplerende kriterier, findes i SBI-anvisning 237.

Lydklasse B har grænseværdier, der inkluderer vurdering ned til 50 Hz, jf. tabellerne E1, E2 og E3, og der er således ikke samme behov for supplerende bestemmelser.