

Rapport: Hygrotermisk analys på *EcoCocon* väggsystemet i olika skandinaviska klimatförhållanden

(per 16 January 2022)



Passivhusbyrå Ingo Theoboldt

Tel: 0762874024

Adress: Vasared 301, 523 94 Tvärred

E-post: info@passivhusbyran.se

Innehåll

BAKGRUND OCH UPPDRAG	4
RESERVATIONER	4
HYGROTERMISK ANALYS	4
INDATA	5
KONSTRUKTIONSUPPBYGGNAD VÄGGTYP A	5
KONSTRUKTIONSUPPBYGGNAD VÄGGTYP B	6
KONSTRUKTIONSUPPBYGGNAD VÄGGTYP C	7
KONSTRUKTIONSUPPBYGGNAD VÄGGTYP D	8
INOMHUSKLIMATET BORLÄNGE	17
RESULTAT BORLÄNGE	18
VÄGGTYP A - VENTILERAD FASAD, PUTS PÅ INSIDAN	18
VÄGGTYP B – VENTILERAD FASAD, GIPSSKIVA PÅ INSIDAN	21
VÄGGTYP C – PUTSAD FASAD, PUTS PÅ INSIDAN	24
VÄGGTYP D – PUTSAD FASAD, GIPSSKIVA PÅ INSIDAN	27
UTOMHUSKLIMATET GÖTEBORG (SVERIGE)	30
INOMHUSKLIMATET GÖTEBORG	31
RESULTAT GÖTEBORG	32
VÄGGTYP A- VENTILERAD FASAD, PUTS PÅ INSIDAN	32
VÄGGTYP B – VENTILERAD FASAD, GIPSSKIVA PÅ INSIDAN	35
VÄGGTYP C – PUTSAD FASAD, PUTS PÅ INSIDAN	38
VÄGGTYP D – PUTSAD FASAD, GIPSSKIVA PÅ INSIDAN	41
UTOMHUSKLIMATET BERGEN (NORGE)	44
INOMHUSKLIMATET BERGEN	45
RESULTAT BERGEN	46
VÄGGTYP A - VENTILERAD FASAD, PUTS PÅ INSIDAN	46
VÄGGTYP B – VENTILERAD FASAD, GIPSSKIVA PÅ INSIDAN	49
VÄGGTYP C – PUTSAD FASAD, PUTS PÅ INSIDAN	52
VÄGGTYP D – PUTSAD FASAD, GIPSSKIVA PÅ INSIDAN	55
UTOMHUSKLIMATET KARASJOK (NORGE)	58
INOMHUSKLIMATET KARASJOK	59
RESULTAT KARASJOK	60
VÄGGTYP E - VENTILERAD FASAD, PUTS PÅ INSIDAN	60
VÄGGTYP F – VENTILERAD FASAD, GIPSSKIVA PÅ INSIDAN	63
VÄGGTYP G – PUTSAD FASAD, PUTS PÅ INSIDAN	66
VÄGGTYP H – PUTSAD FASAD, GIPSSKIVA PÅ INSIDAN	69
UTOMHUSKLIMATET JYVÄSKYLÄ (FINLAND)	72
INOMHUSKLIMATET JYVÄSKYLÄ	73
RESULTAT JYVÄSKYLÄ	74
VÄGGTYP A - VENTILERAD FASAD, PUTS PÅ INSIDAN	74

VÄGGTYP B – VENTILERAD FASAD, GIPSSKIVA PÅ INSIDAN	77
VÄGGTYP C – PUTSAD FASAD, PUTS PÅ INSIDAN	80
VÄGGTYP D – PUTSAD FASAD, GIPSSKIVA PÅ INSIDAN	83
UTOMHUSKLIMATET ÅRSLEV (DANMARK)	86
INOMHUSKLIMATET ÅRSLEV	87
RESULTAT ÅRSLEV	88
VÄGGTYP J - VENTILERAD FASAD, PUTS PÅ INSIDAN	88
VÄGGTYP K – VENTILERAD FASAD, GIPSSKIVA PÅ INSIDAN	91
VÄGGTYP C – PUTSAD FASAD, PUTS PÅ INSIDAN	94
VÄGGTYP D – PUTSAD FASAD, GIPSSKIVA PÅ INSIDAN	97
VÄGGTYP L	100
FACIT	104



Bakgrund och uppdrag

Passivhusbyrå har fått i uppdrag att ta fram en hygrotermisk analys på EcoCocons byggsystem för sex olika skandinaviska orter (klimaten) och alltihop tio olika väggtyper. Orterna är Borlänge (Sverige), Göteborg (Sverige), Bergen (Norge), Karasjok (Norge), Jyväskylä (Finland) och Årslev (Danmark).

Klimatförhållanden och de olika typerna av väggar beskrivs nedan (indata).

Syftet med analysen är att få resultat med nedanstående indata och granska prestandan och fuktighetssäkerheten på lång sikt. För att få en god överblick över effekterna under de olika skandinaviska klimatförhållandena valdes platserna med stor spridning (se karta på framsidan).

Reservationer

Beräkningen och simuleringen för detta projekt är baserad på de inlämnade skisser och indata mottagna mellan 2022-06-09 och 2022-12-01.

Klimatdata som behövs för simuleringarna kommer från följande källor: Lunds Tekniska Högskola för Borlänge och Göteborg, Norges teknisk-naturvetenskaplige universitet för Bergen och Karasjok, det Finska Meteorologiska Institutet för Jyväskylä samt Meteororm-8-programmet för Årslev.

Hygrotermisk analys

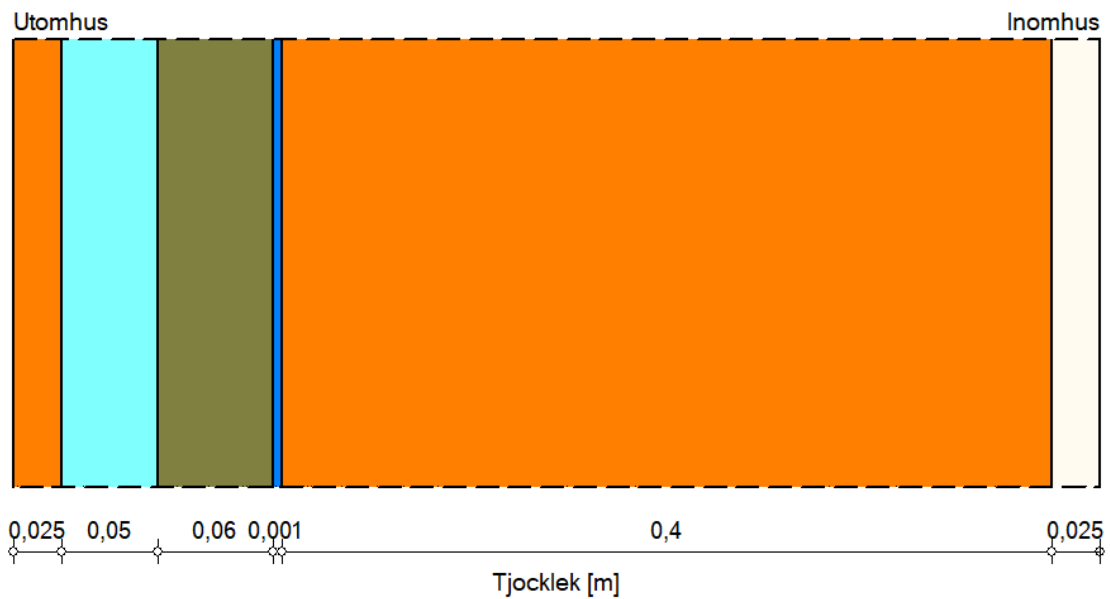
Simuleringen gjordes med *WUFI 6.5 Pro*, som möjliggör en timbaserad dynamisk simulering för ett obegränsat antal år framöver. Under processen beaktas bland annat följande parametrar:

Materialegenskaper - dessa storheter beskriver det hygrotermiska beteendet hos de material som ska granskas: Rå densitet [kg/m^3], porositet [m^3/m^3], specifik värmekapacitet [J/kgK], värmeledningsförmåga i torrt tillstånd [W/mK], diffusionsmotstånd för vattenånga i torrt tillstånd, fuktlagringsfunktion [kg/m^3], samt väsketransportkoefficient sug och omfördelning [m^2/s] (w-värde). Om tillämpligt, ingår också fuktberoende värmekonduktivitet [W/mK] och vattenångdiffusionsmotståndstal. Väderskyddsmembranen som har används i alla simuleringar har ett sd-värde på 0,05 m – och väggtyp L har en ytterligare ångbroms på 6,45 m.

Klimatdata - dessa kvantiteter beskriver de gränsförhållanden som verkar på byggnadsdelens inre eller yttre yta: Regnbelastning på ytan [$\text{ltr}/\text{m}^2\text{h}$], beroende på komponentens lutning och orientering, kortvågsstrålningsflödestäthet (sol) [W/m^2], beroende på komponentens lutning och orientering, utomhusluftens temperatur [$^{\circ}\text{C}$], utomhusluftens relativa fuktighet [0...100%], inomhusluftens temperatur [$^{\circ}\text{C}$], inomhusluftens relativa fuktighet [0...100%] och genomsnittligt lufttryck [hPa] under beräkningsperioden.

Indata

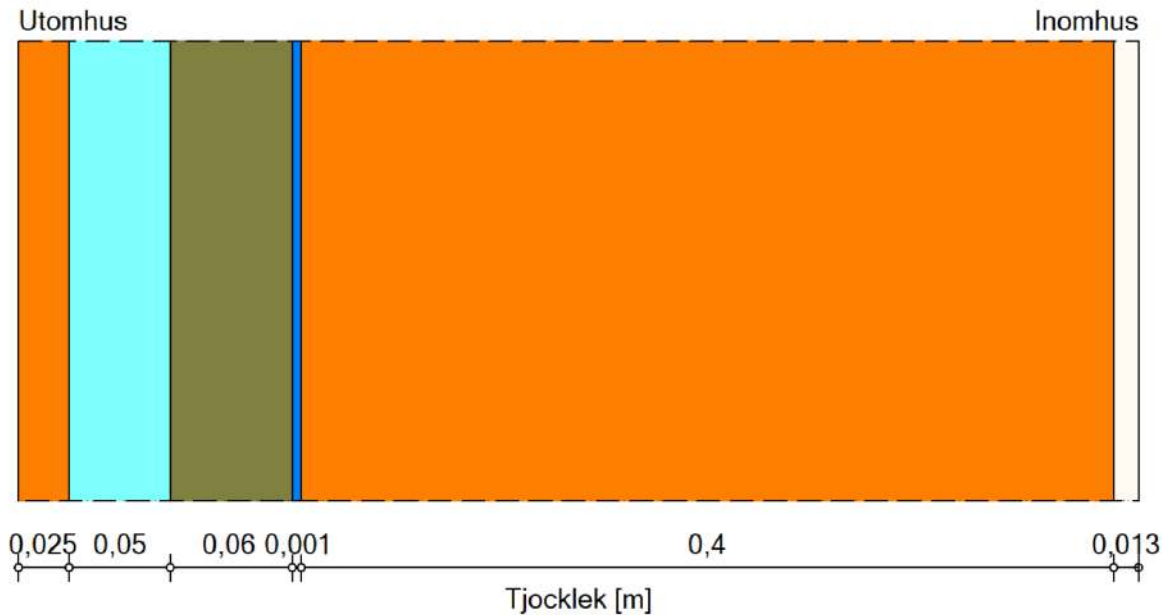
Konstruktionsuppbyggnad väggtyp A (används på alla orter förutom Karasjok och Årslev):



Material:

	- Skandinavisk gran	0,025 m
	- Luftskikt 50 mm	0,05 m
	- Träfiberisolering	0,06 m
	- Vädskyddsmembran	0,001 m
	- EcoCocon halmbalspanel	0,4 m
	- Invändig puts	0,025 m

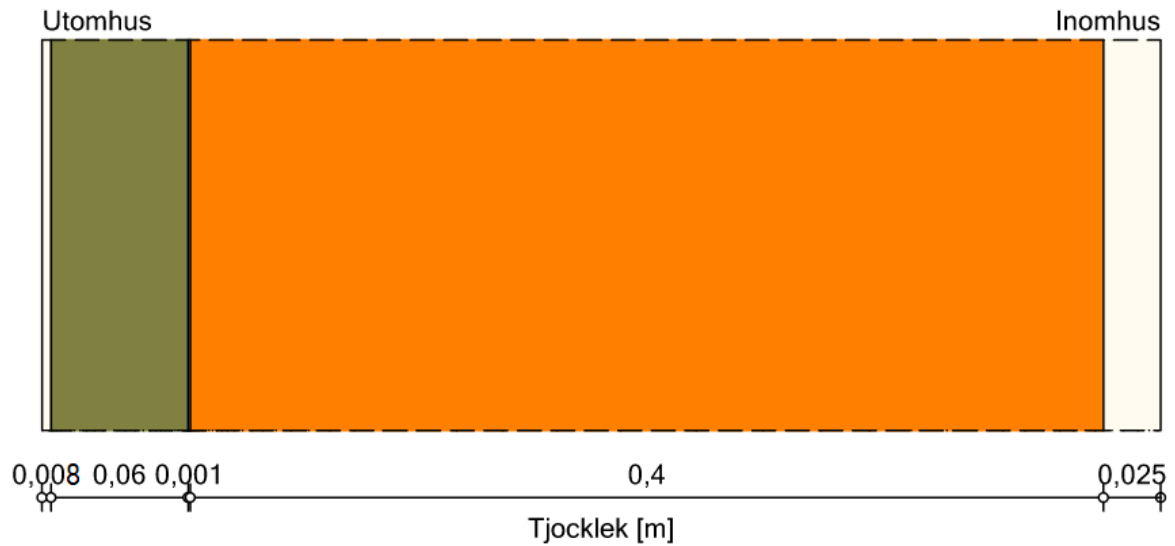
Konstruktionsuppbyggnad väggtyp B (används på alla orter förutom Karasjok och Årslev):








Material:

	- Skandinavisk gran	0,025 m
	- Luftskikt 50 mm	0,05 m
	- Träfiberisolering	0,06 m
	- Vädskyddsmembran	0,001 m
	- EcoCocon halmbalspanel	0,4 m
	- Gipskartong	0,013 m

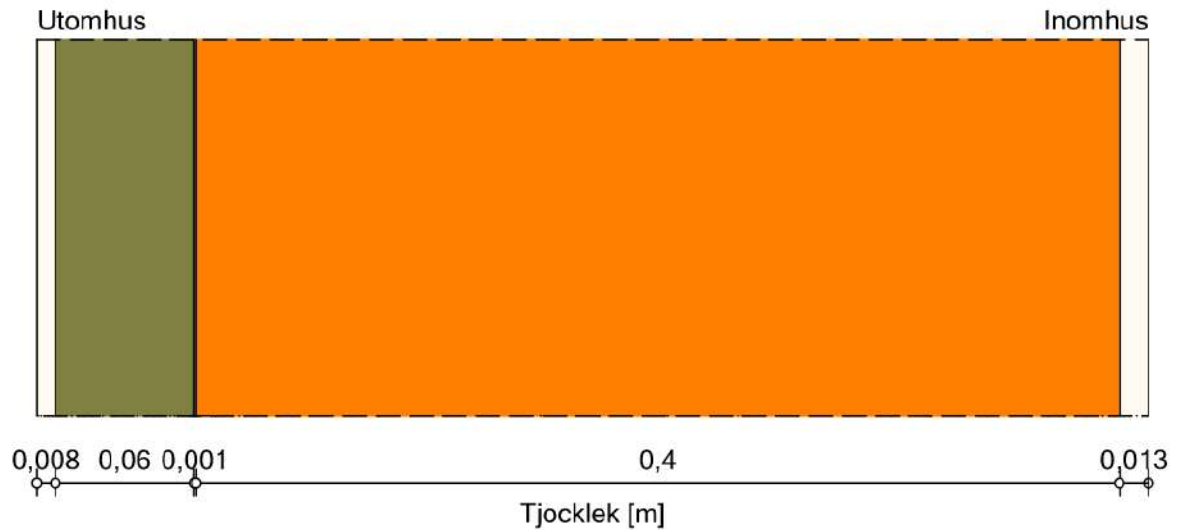
Konstruktionsuppbyggnad väggtyp C (används på alla orter förutom Karasjok):



Material:

	- Utvändig puts	0,008 m
	- Träfiberisolering	0,06 m
	- Väderskyddsmembran	0,001 m
	- EcoCocon halmbalspanel	0,4 m
	- Invändig puts	0,025 m

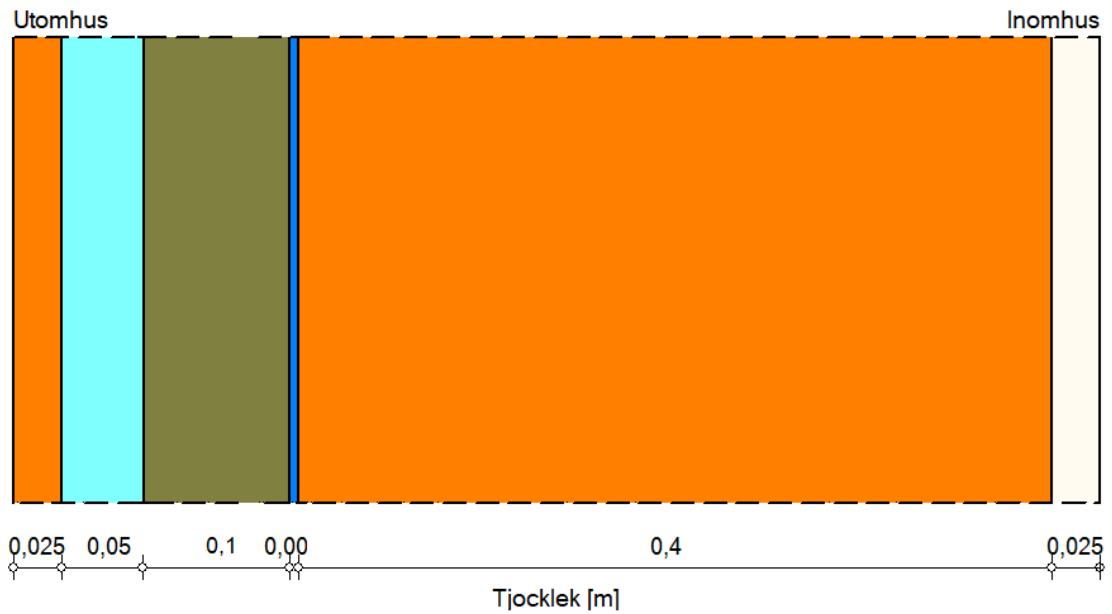
Konstruktionsuppbyggnad väggtyp D (används på alla orter förutom Karasjok):



Material:

	- Utvändig puts	0,008 m
	- Träfiberisolering	0,06 m
	- Väderskyddsmembran	0,001 m
	- EcoCocon halmbalspanel	0,4 m
	- Gipsskiva	0,013 m

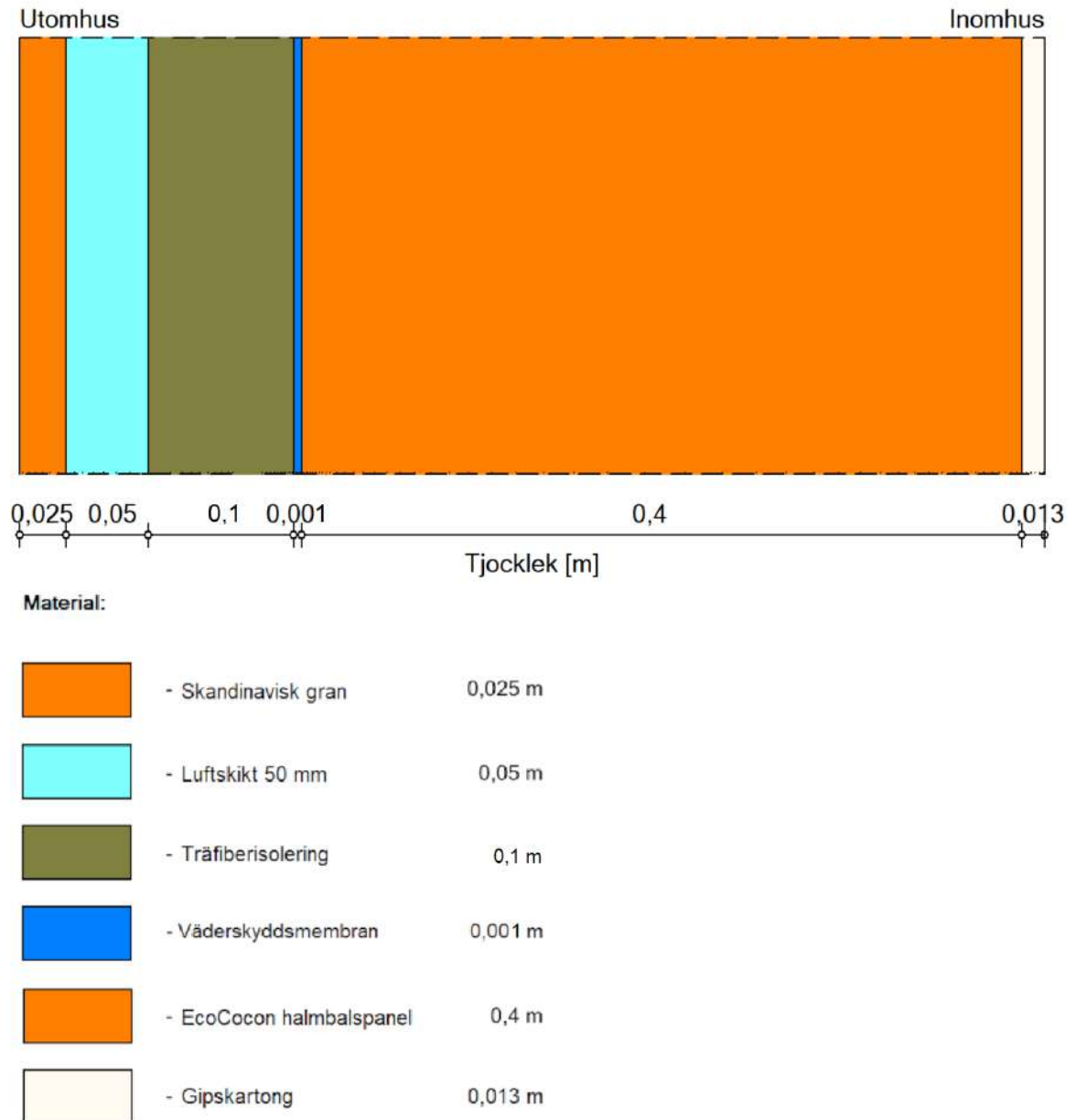
Konstruktionsuppbyggnad väggtyp E (används bara vid Karasjoks kalkyler):



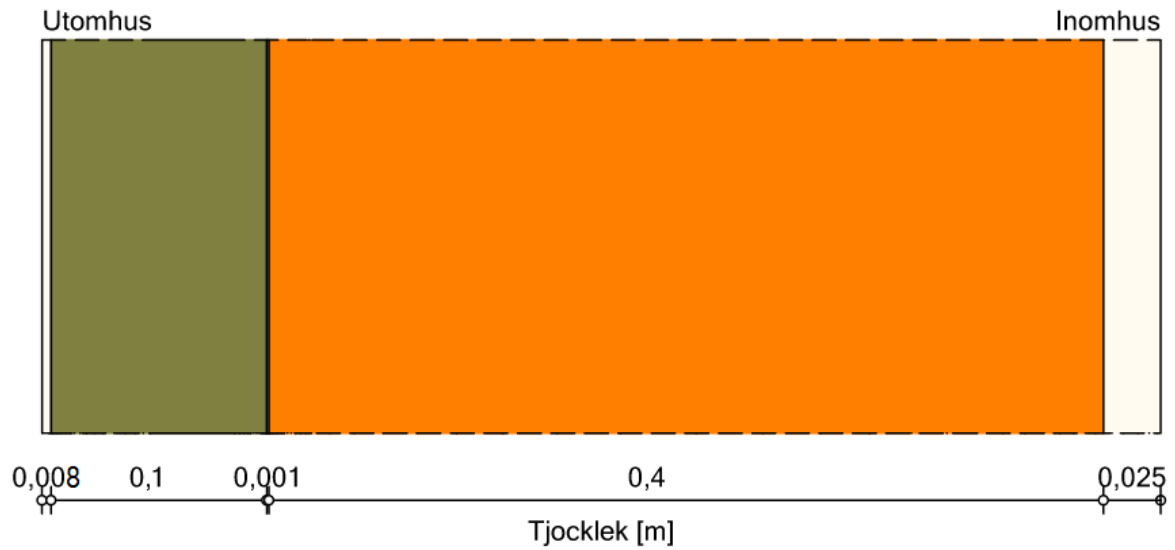
Material:

	- Skandinavisk gran	0,025 m
	- Luftskikt 50 mm	0,05 m
	- Träfiberisolering	0,1 m
	- Väderskyddsmembran	0,001 m
	- EcoCocon halmbalspanel	0,4 m
	- Invändig puts	0,025 m






Konstruktionsuppbyggnad väggtyp F (används bara vid Karasjoks kalkyler):



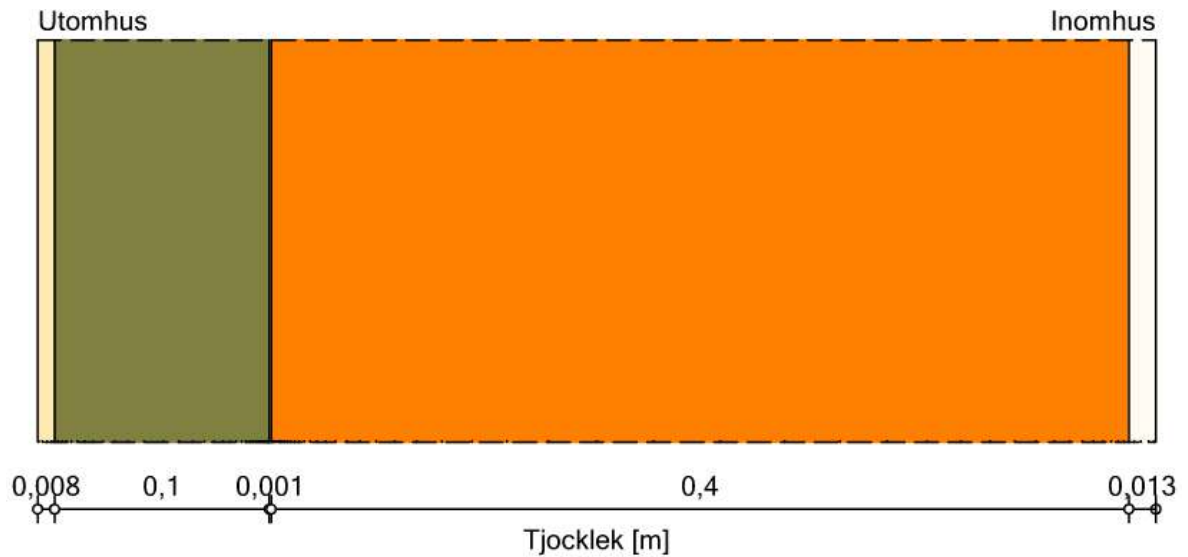
Konstruktionsuppbyggnad väggtyp G (används bara vid Karasjoks kalkyler):



Material:

	- Utvändig puts	0,008 m
	- Träfiberisolering	0,1 m
	- Väderskyddsmembran	0,001 m
	- EcoCocon halmbalspanel	0,4 m
	- Invändig puts	0,025 m

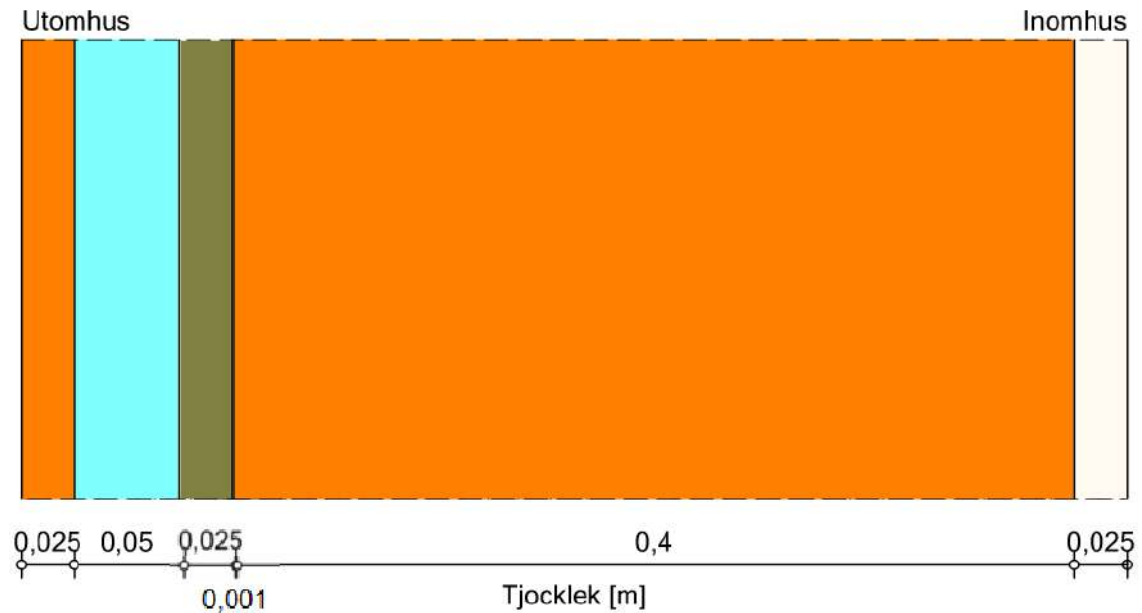
Konstruktionsuppbyggnad väggtyp H (används bara vid Karasjoks kalkyler):



Material:

	- Utvändig puts	0,008 m
	- Träfiberisolering	0,1 m
	- Väderskyddsmembran	0,001 m
	- EcoCocon halmbalspanel	0,4 m
	- Gipskartong	0,013 m

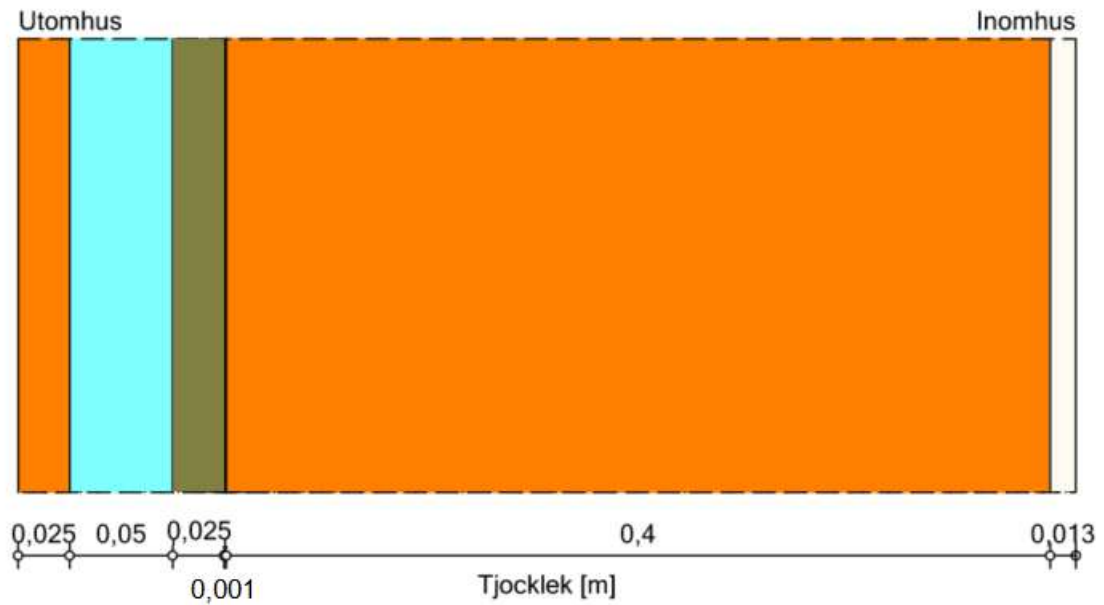
Konstruktionsuppbyggnad väggtyp J (används bara vid Årslevs kalkyler):



Material:

	- Skandinavisk gran	0,025 m
	- Luftskikt 50 mm	0,05 m
	- Träfiberisolering	0,025 m
	- Väderskyddsmembran	0,001 m
	- EcoCocon halmbalspanel	0,4 m
	- Invändig puts	0,025 m

Konstruktionsuppbyggnad väggtyp K (används bara vid Årslevs kalkyler):




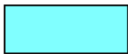


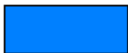




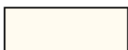
Material:

	- Skandinavisk gran	0,025 m
	- Luftskikt 50 mm	0,05 m
	- Träfiberisolering	0,025 m
	- Vädskyddsmembran	0,001 m
	- EcoCocon halmbalspanel	0,4 m
	- Gipskartong	0,013 m

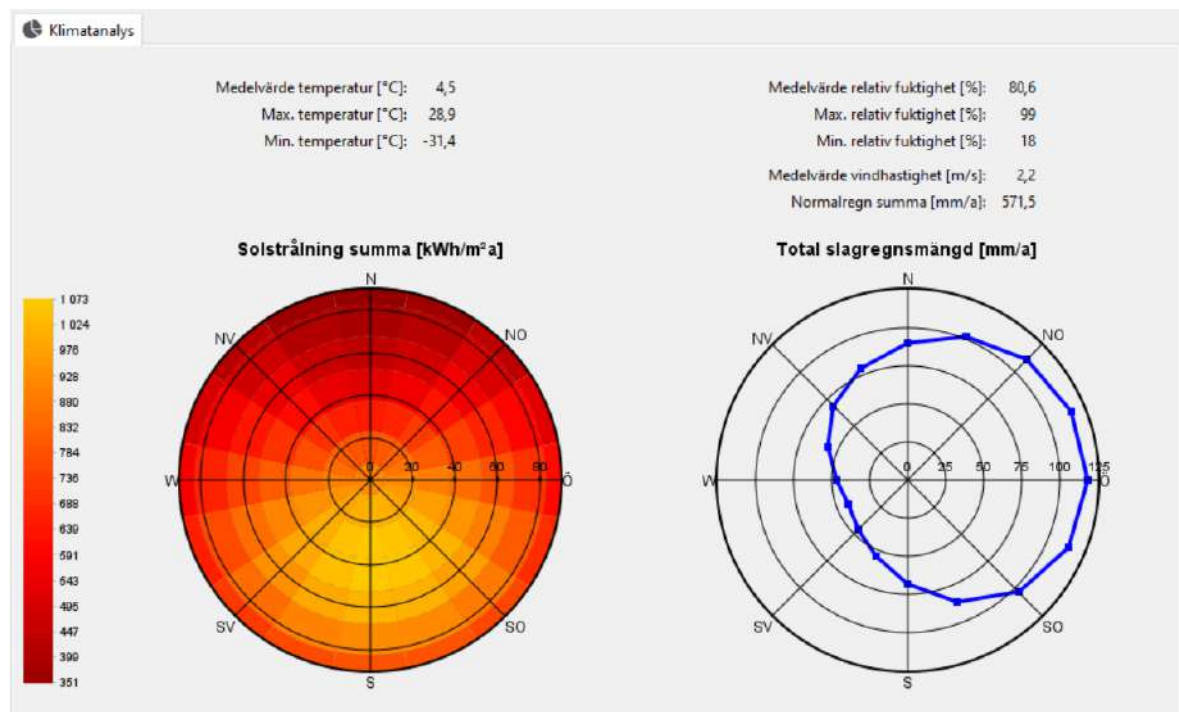
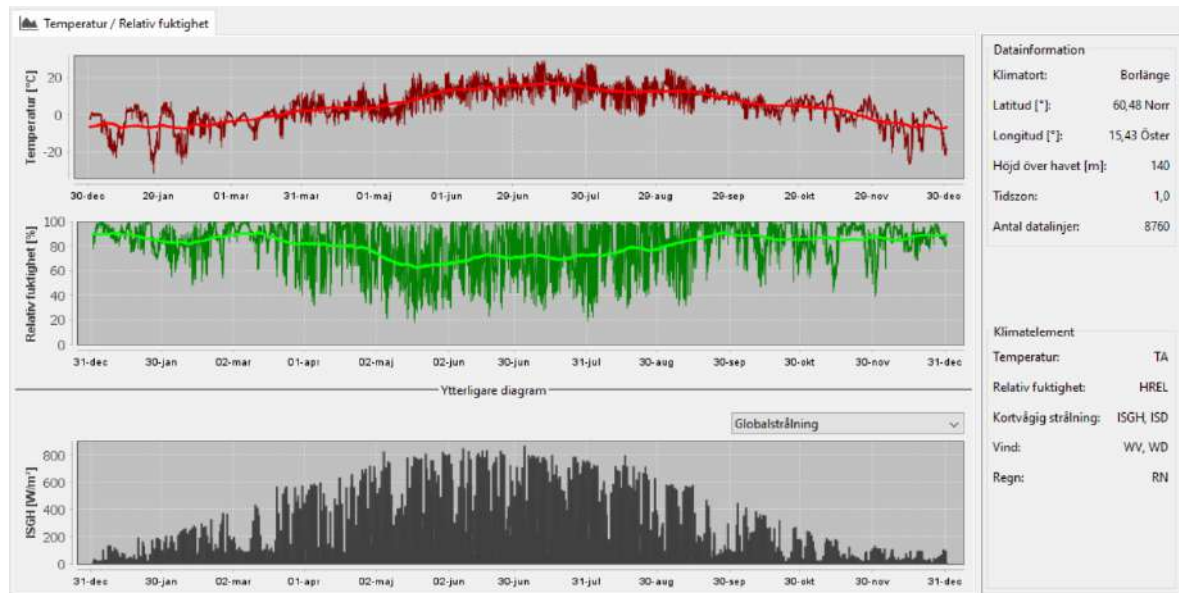
Konstruktionsuppbyggnad väggtyp L (används bara vid Årslevs kalkyler):



Material:

	- Skandinavisk gran	0,025 m
	- Luftskikt	0,052 m
	- Weatherboard 365	0,01 m
	- OSB	0,012 m
	- Väderskyddsmembran	0,001 m
	- EcoCocon halmpanel	0,412 m
	- Ångbroms	0,001 m
	- Träfiberisolering	0,045 m
	- OSB	0,012 m
	- Gipskartong	0,013 m

Utomhusklimatet Borlänge (Sverige)



Den starkaste riktningen för drivande regn är österut. Där finns det också bara måttlig solstrålning, med lägre torkningsförmåga än den som finns mot söder. För analyser av putsade väggar används nordöstorienteringen, eftersom det finns fortfarande mycket slagregn där och även mindre uttorkning från solinstrålningen. För ventilerade fasader är norrut alltid den avgörande orienteringen.

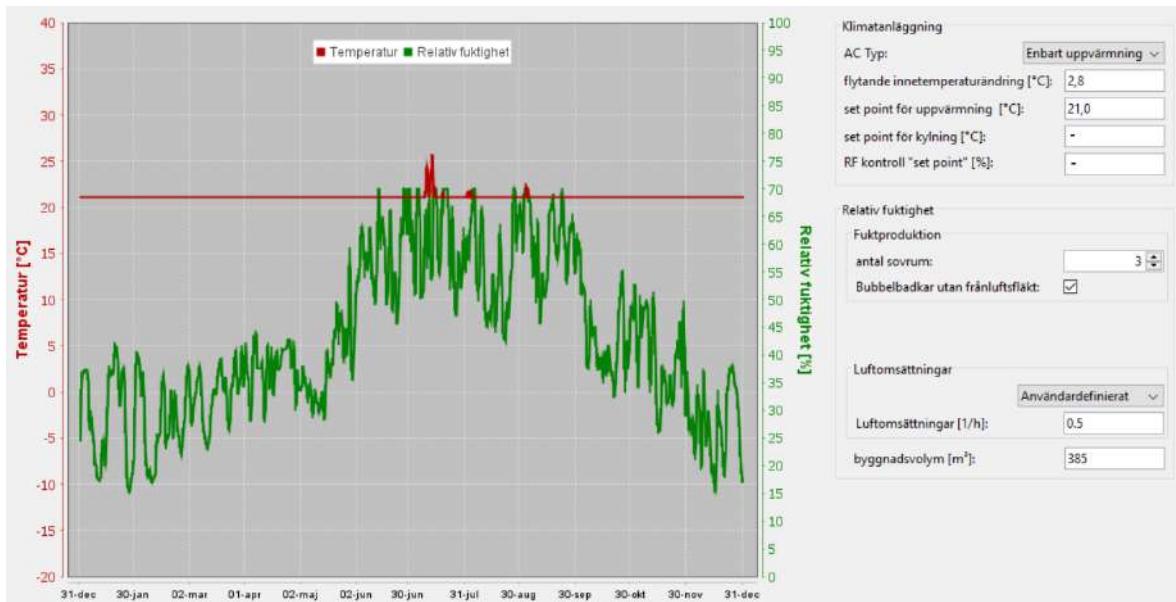
Inomhusklimatet Borlänge

Samma modellbyggnad användes för alla simuleringar: En villa med tre sovrum och 385 m³ innervolym.

Ett ventilationsaggregat levererar 0,5 luftomsättningar per timme. Ett *bubbelbadkar utan (ytterligare) frånluftsfläkt* tillsattes för något högre fuktproduktion - för att vara på den säkra sidan.

Luftkonditionering finns bara som uppvärmning, ingen aktiv kylning och avfuktning. Set point för uppvärmning är 21°C (standard-värde enligt BEN/BBR).

Modellen för inomhusklimatet baserades på *ASHRAE 160-2021* eftersom detta gav möjligheterna att representera de ovanstående förhållandena. För Borlänge ser det såhär ut:

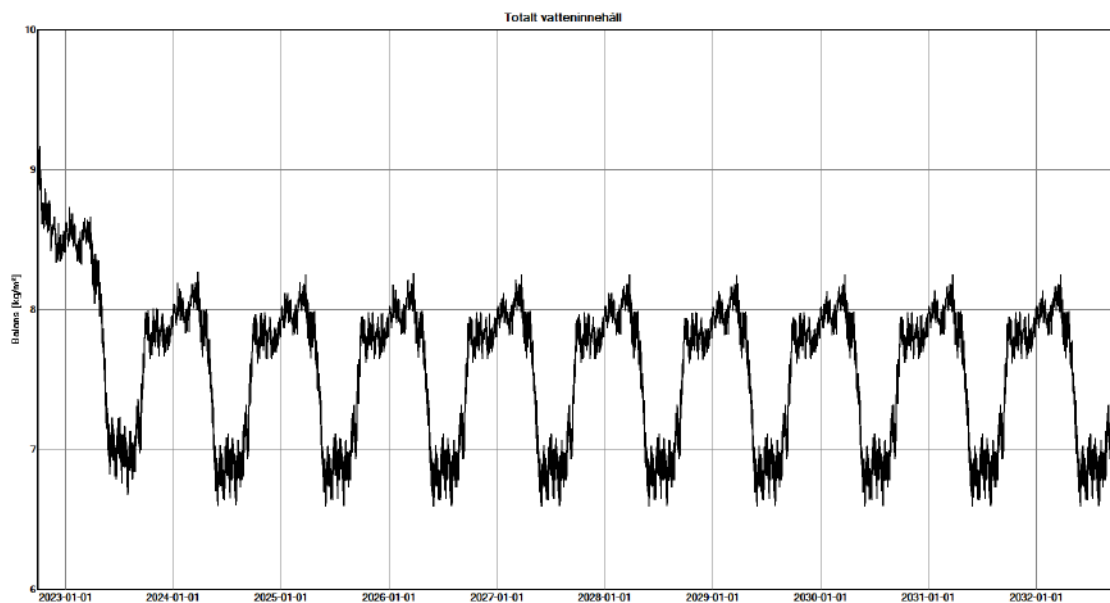


Resultat Borlänge

Följande diagram visar vatteninnehållet totalt och i de enskilda skikten.

Väggtyp A - ventilerad fasad, puts på insidan

Hela väggen

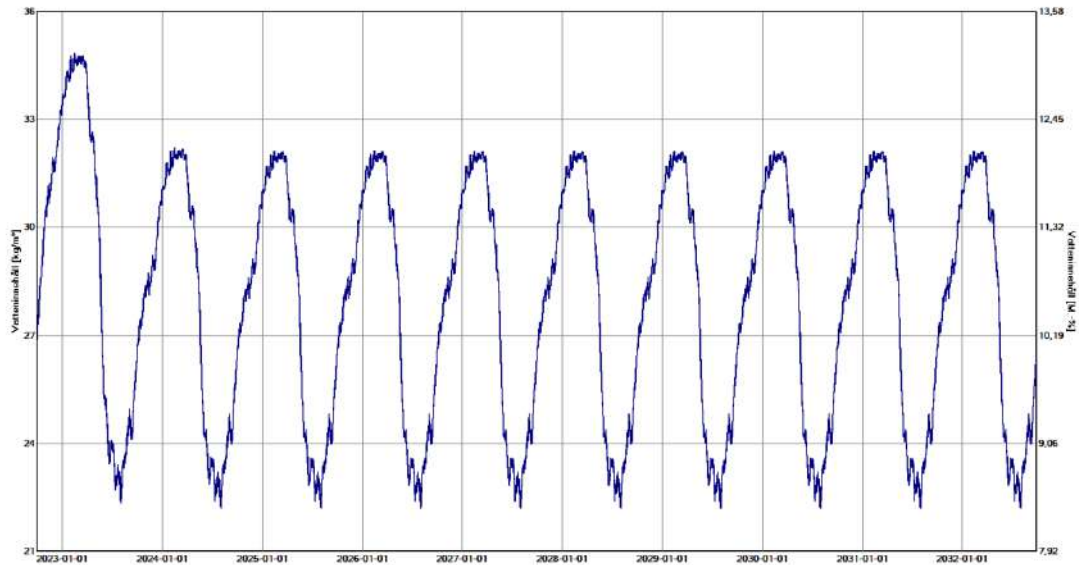


Även med högt inbyggd fukttinnehåll (antaget med 80%) torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

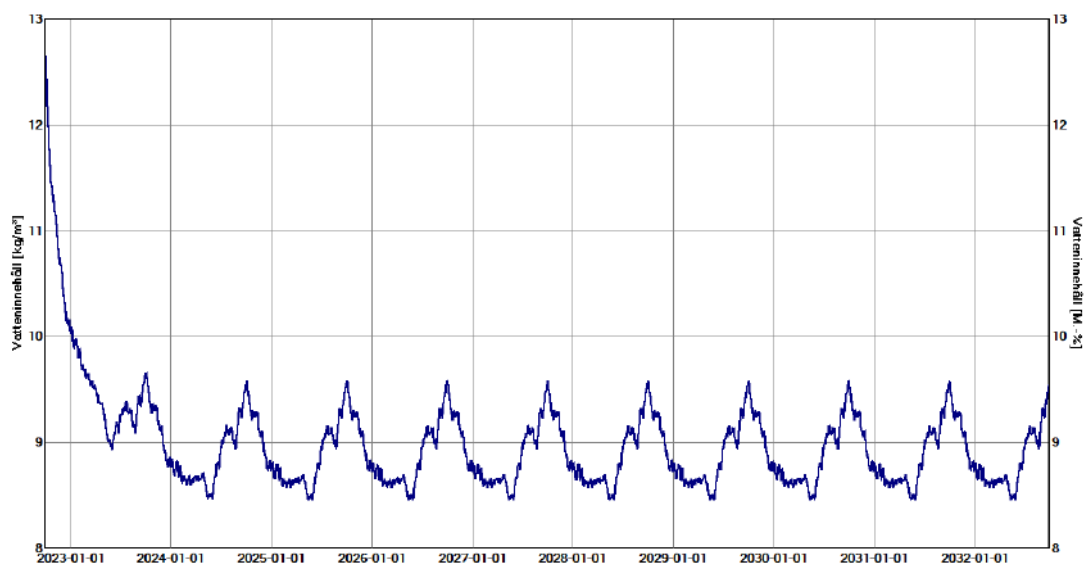
Enstaka skikten

Träfiber bakom luftspalten:



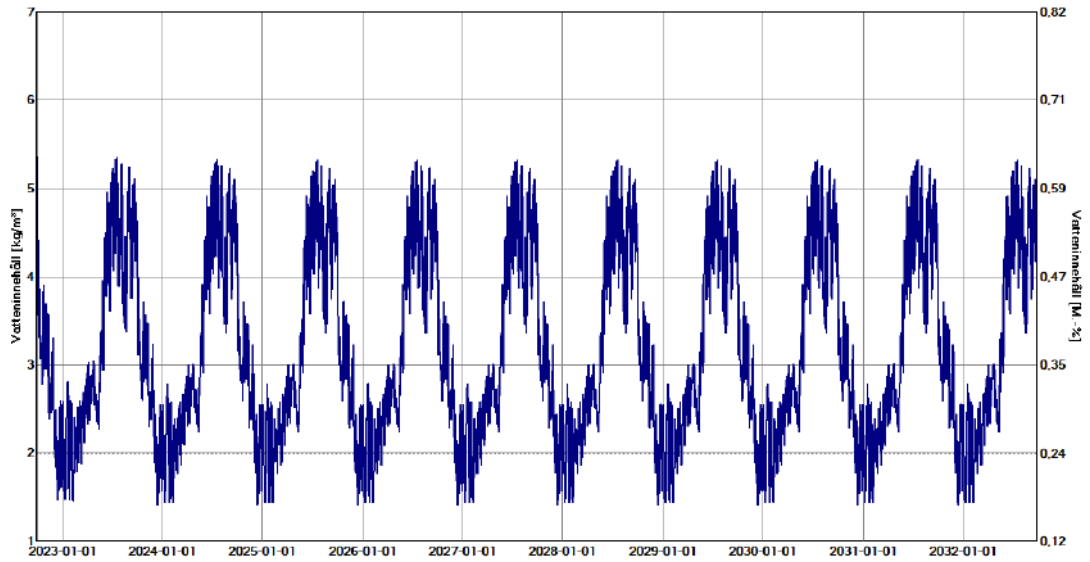
Träfiberskivan har chansen att torka ut och fukttinnehållet ligger hela tiden under 13 M.-% och därmed långt under den lägsta kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar väl under 10 M.-% hela tiden.

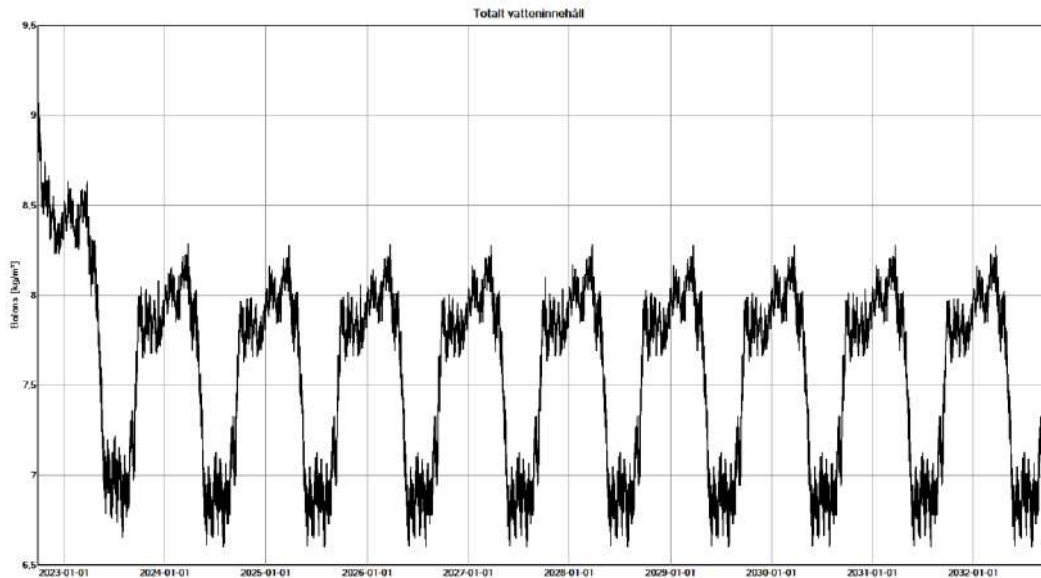
Putsskikt:



Fukttätheten tar här inga skadliga former. Tvärtom: skiktet bidrar till att förbättra inomhusklimatet genom att buffra luftfuktigheten.

Väggtyp B – ventilerad fasad, gipsskiva på insidan

Hela väggen

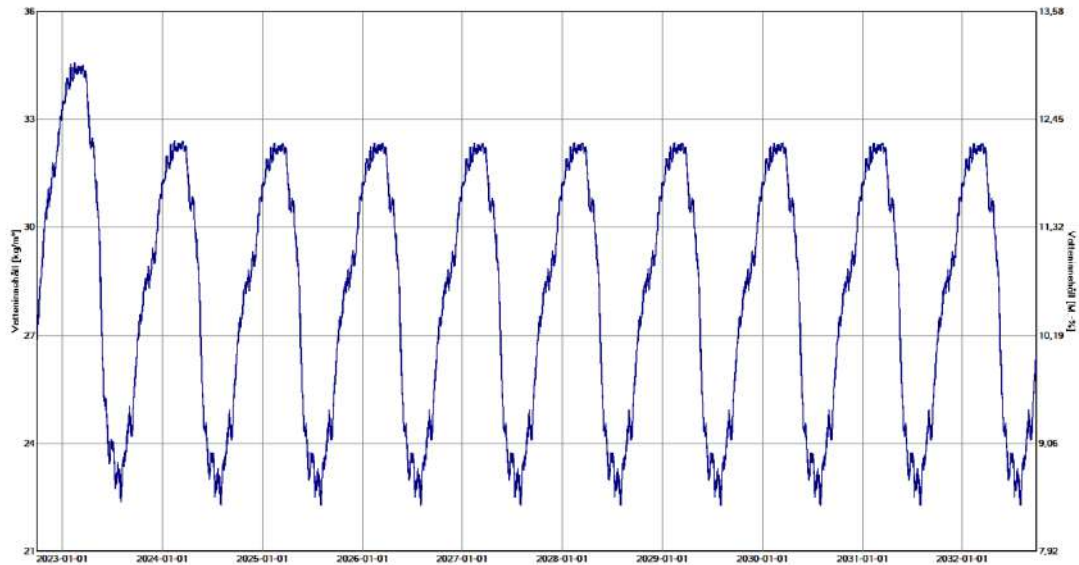


Även med mycket inbyggd fukt torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

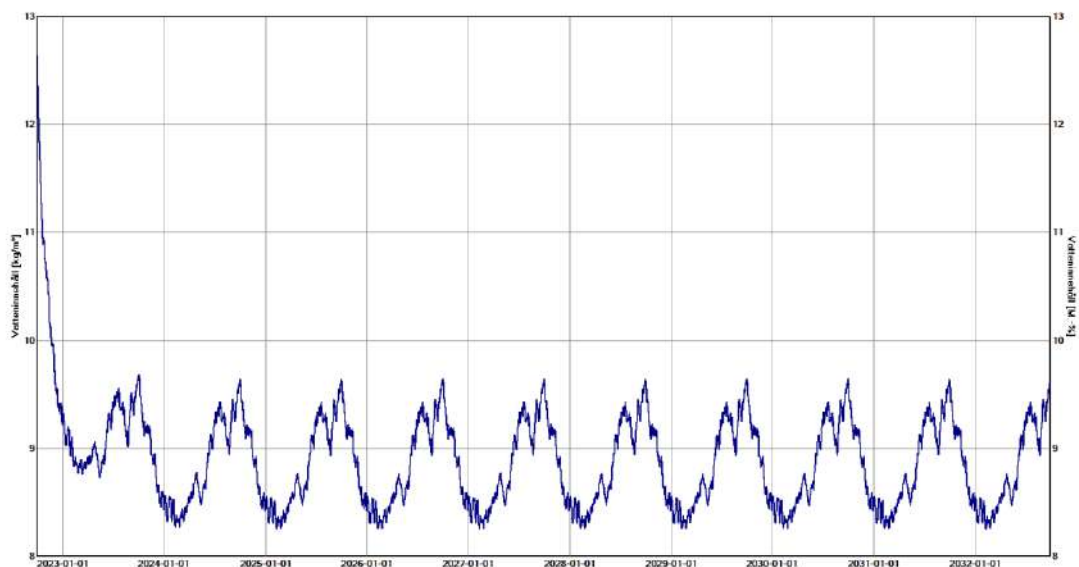
Enstaka skikten

Träfiber bakom luftspalten:



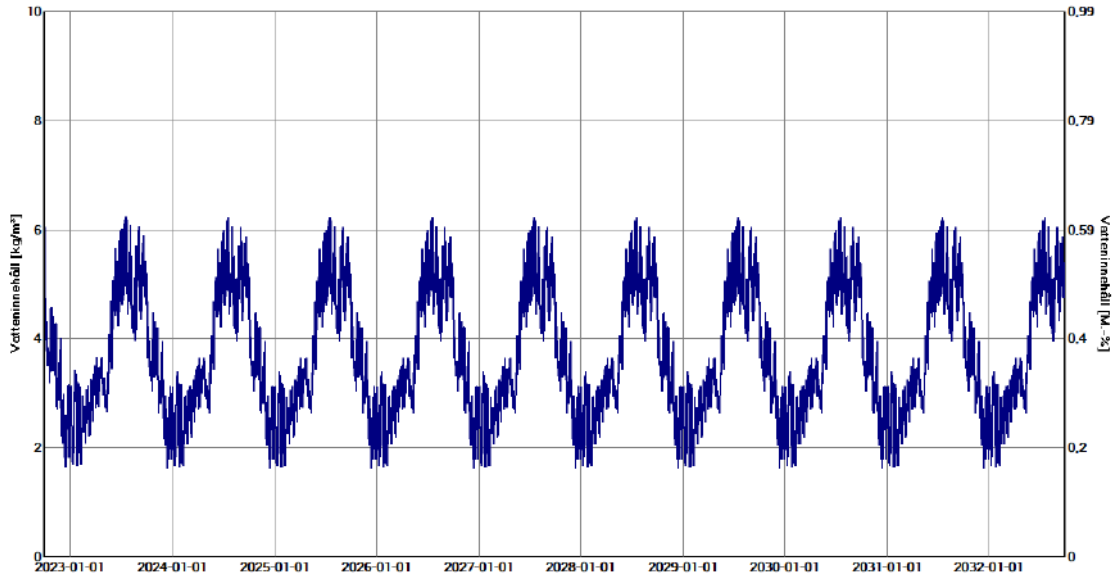
Träfiberskivan har chansen att torka ut och fukttinnehållet ligger hela tiden under 13 M.-% och därmed långt under den lägsta kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar väl under 10 M.-% hela tiden.

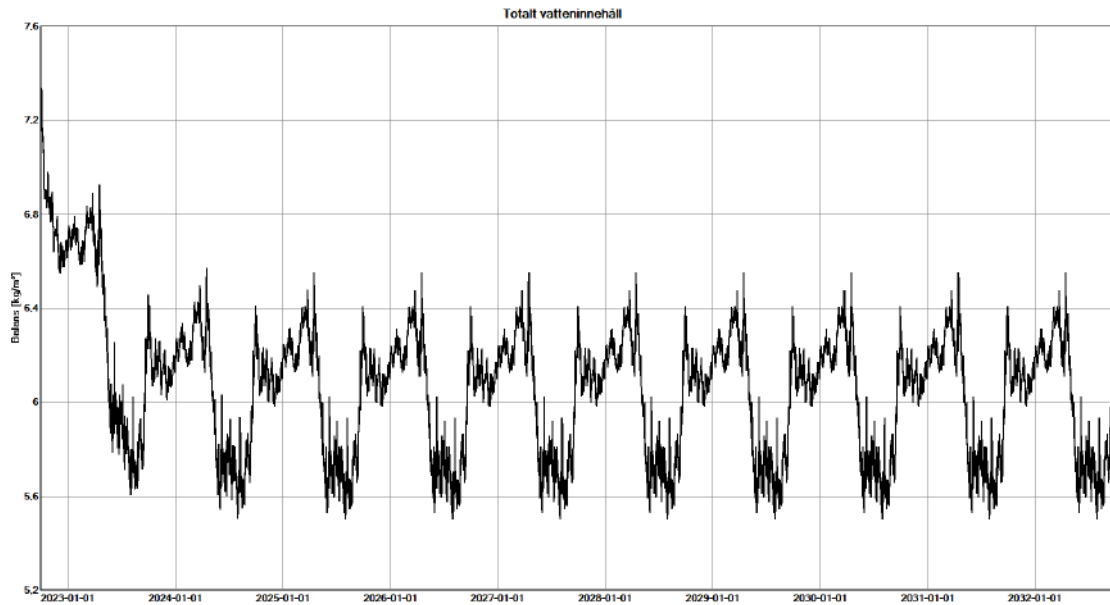
Gipsskiva:



Fuktinnehållet tar här inga skadliga former.

Väggtyp C – putsad fasad, puts på insidan

Hela väggen

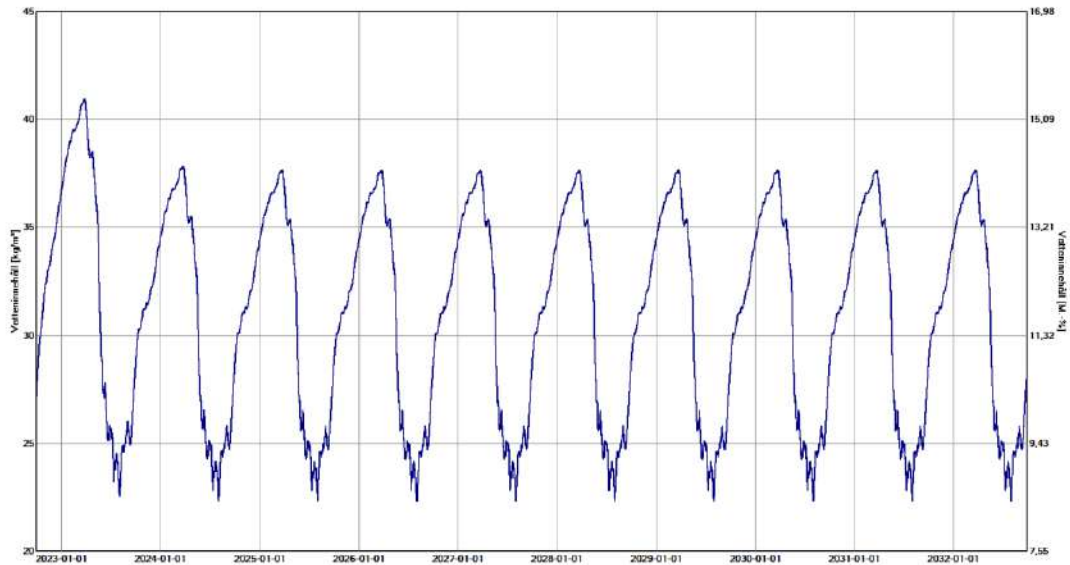


Även med högt inbyggd fukttinnehåll (antaget med 80%) torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

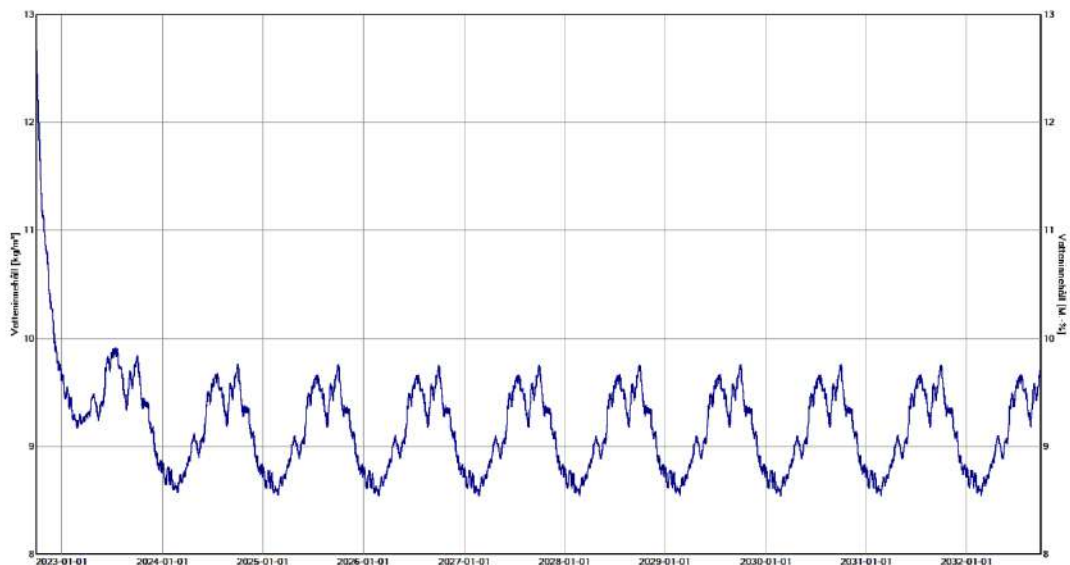
Enstaka skikten

Träfiber bakom putsen:



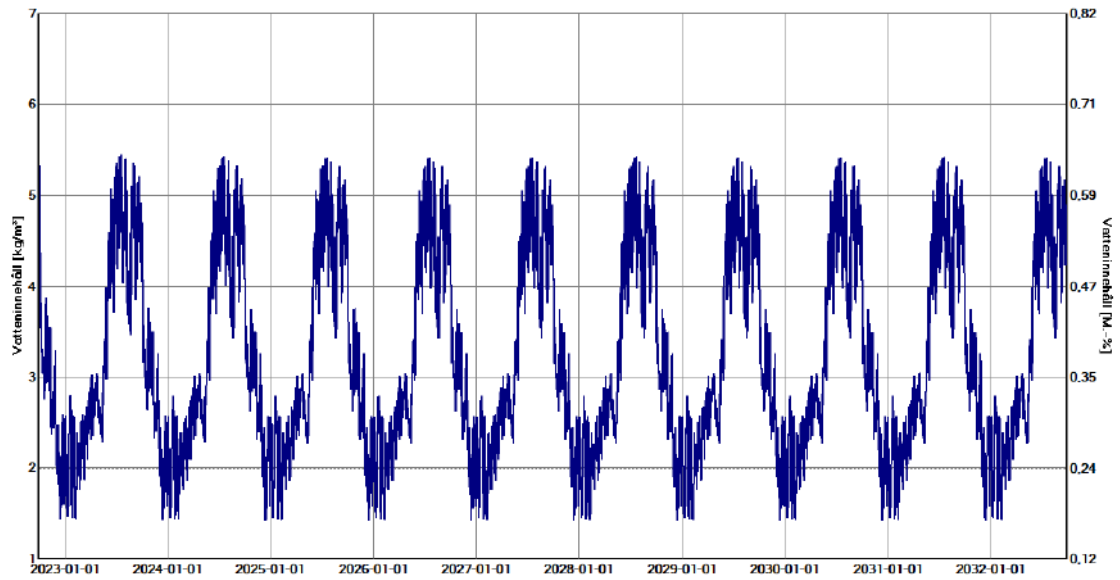
Träfiberskivan har chansen att torka ut och fukttinnehållet ligger hela tiden under 15 M.-% och därmed under den lägsta kritiska gränsen

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 10 M.-% hela tiden.

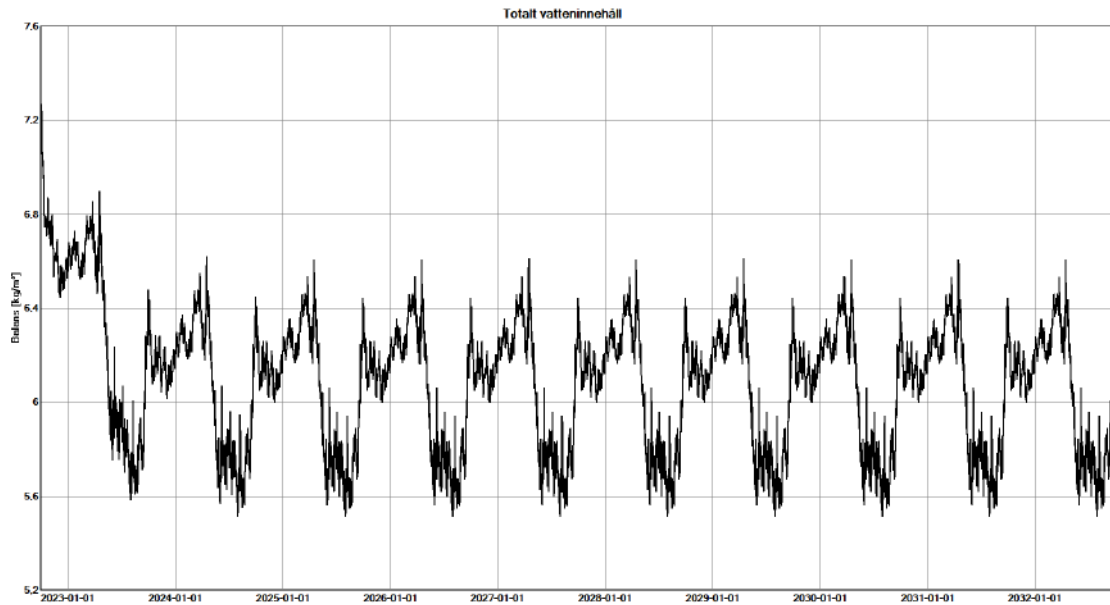
Putsskikt:



Fuktinnehållet tar här inga skadliga former.

Väggtyp D – putsad fasad, gipsskiva på insidan

Hela väggen

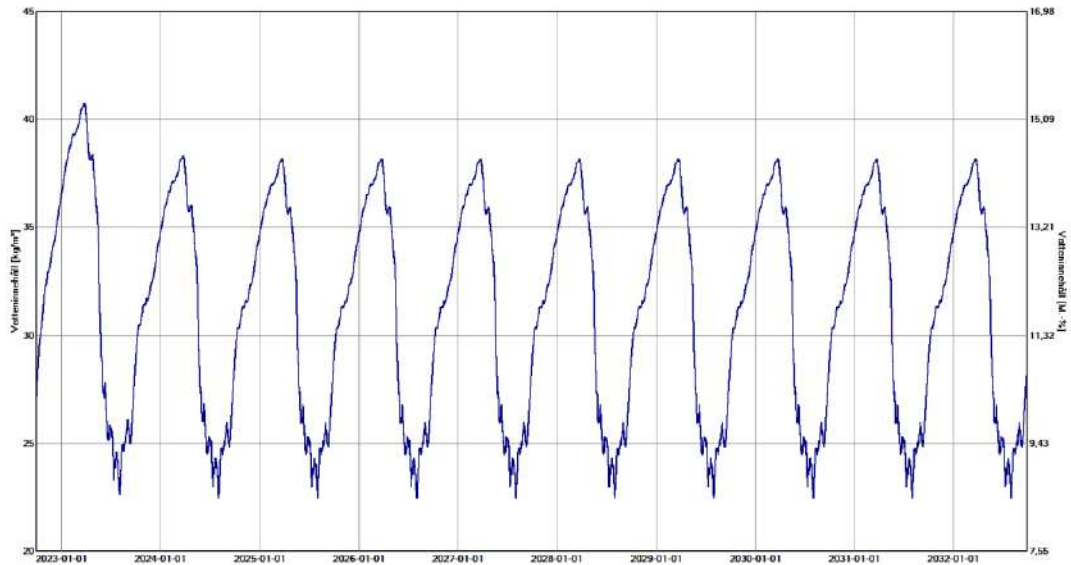


Även med högt inbyggd fukttinnehåll torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

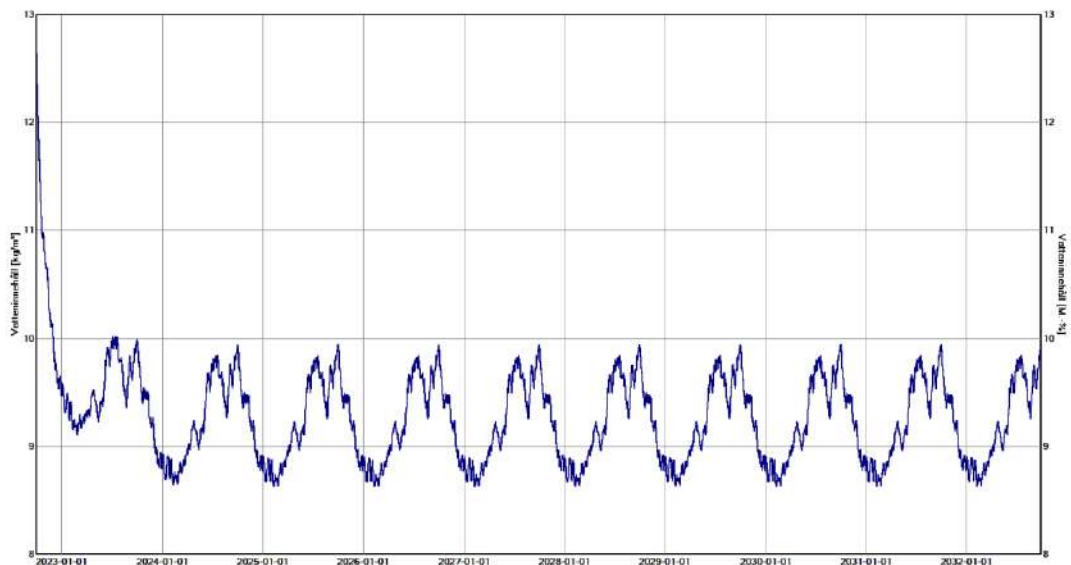
Enstaka skikten

Träfiber bakom putsen:



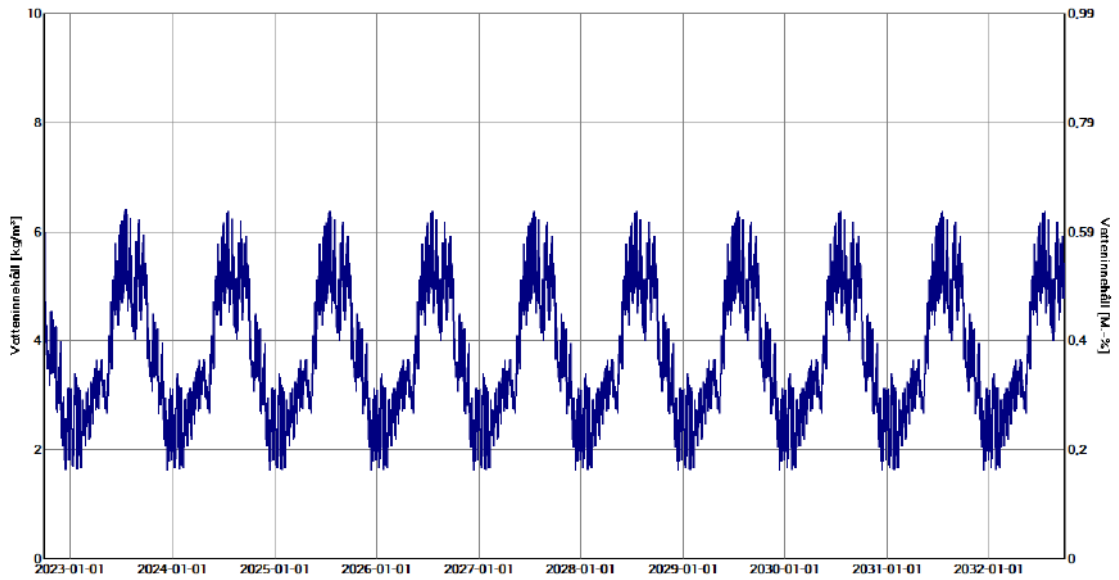
Träfiberskivan har chansen att torka ut och fukttinnehållet ligger hela tiden under 15 M.-% och därmed under den lägsta kritiska gränsen

EcoCocon panel (halm):



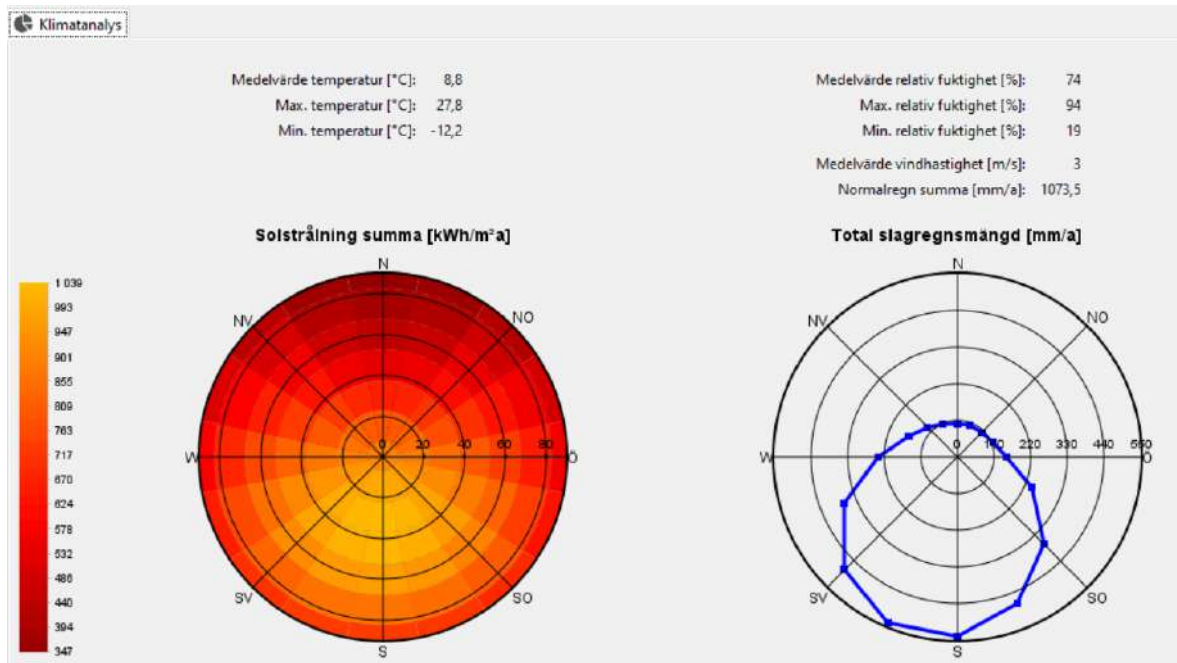
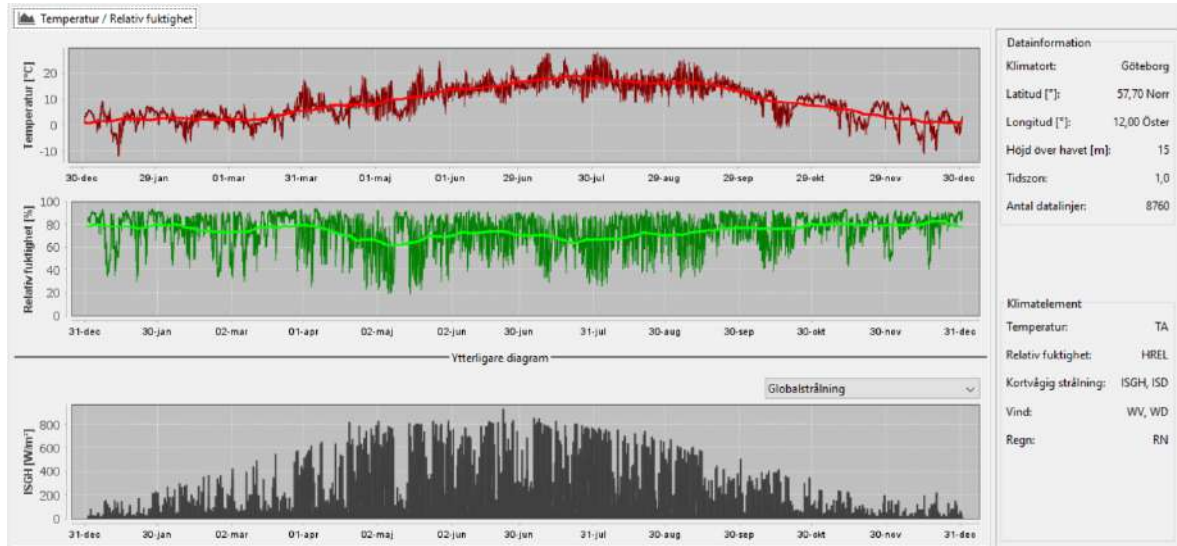
Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 10 M.-% hela tiden.

Gipsskiva:



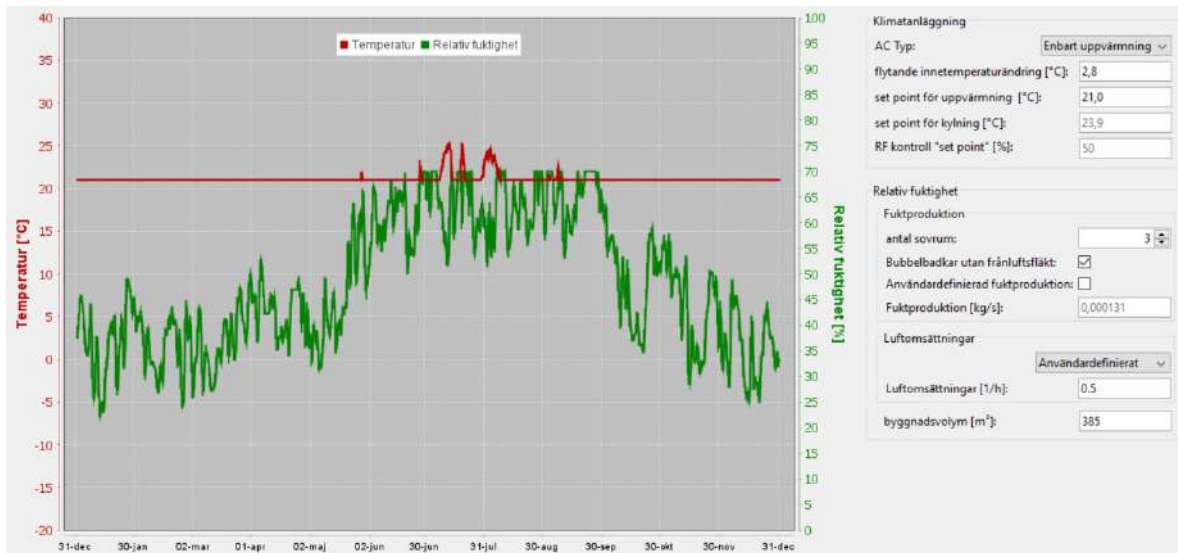
Fuktningshalten tar här inga skadliga former.

Utomhusklimatet Göteborg (Sverige)



Den starkaste riktningen för drivande regn är syd-sydväst. Där finns det mycket solstrålning, med högre torkningsförmåga än den som finns mot dem flesta andra orienteringar. Därför används sydväst-orienteringen för analyser av putsade väggar, med fortfarande mycket slagregn men något mindre uttorkningsförmåga. För ventilerade fasader är norrut alltid den avgörande orienteringen.

Inomhusklimatet Göteborg

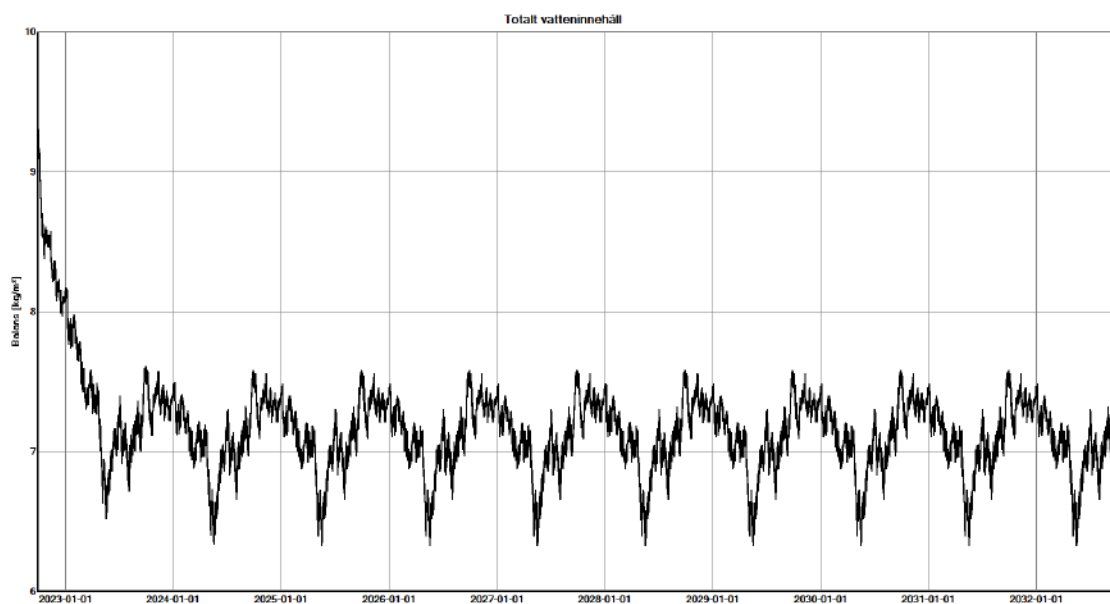


Resultat Göteborg

Följande diagram visar vatteninnehållet totalt och i de enskilda skikten.

Väggtyp A - ventilerad fasad, puts på insidan

Hela väggen

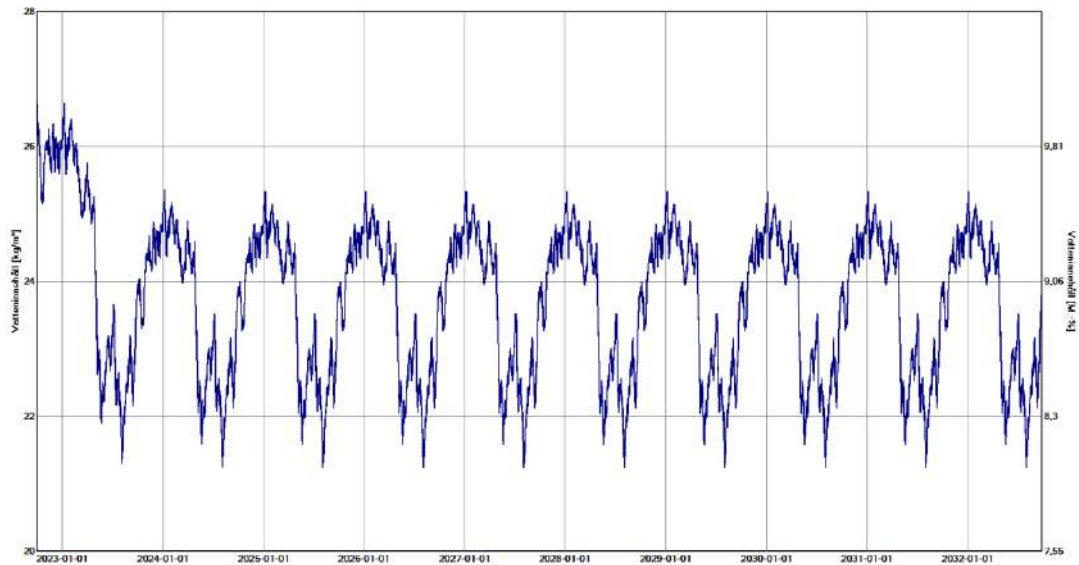


Även med högt inbyggd fuktinnehåll (antaget med 80%) torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

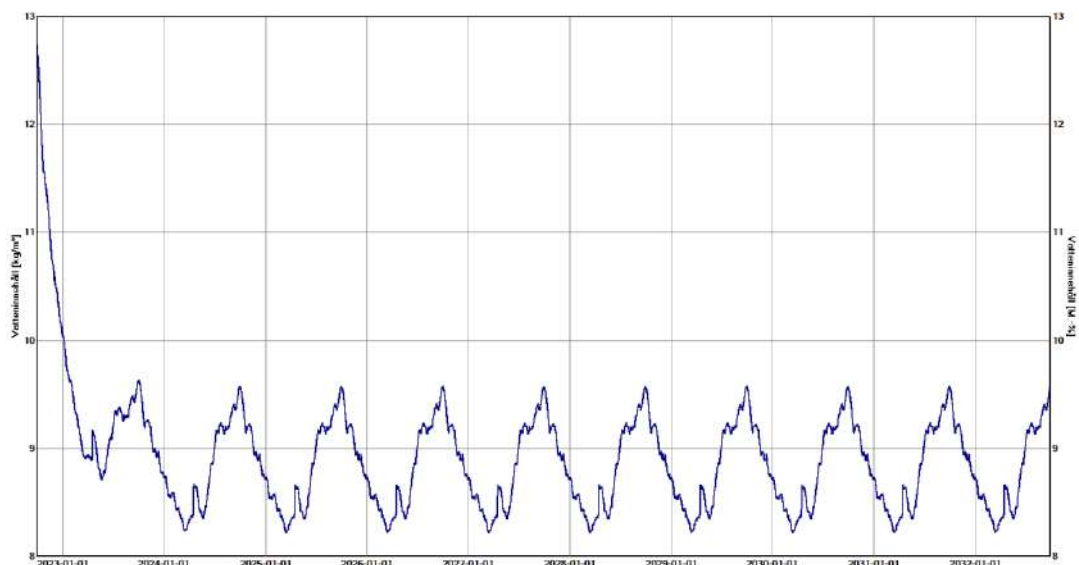
Enstaka skikten

Träfiber bakom luftspalten:



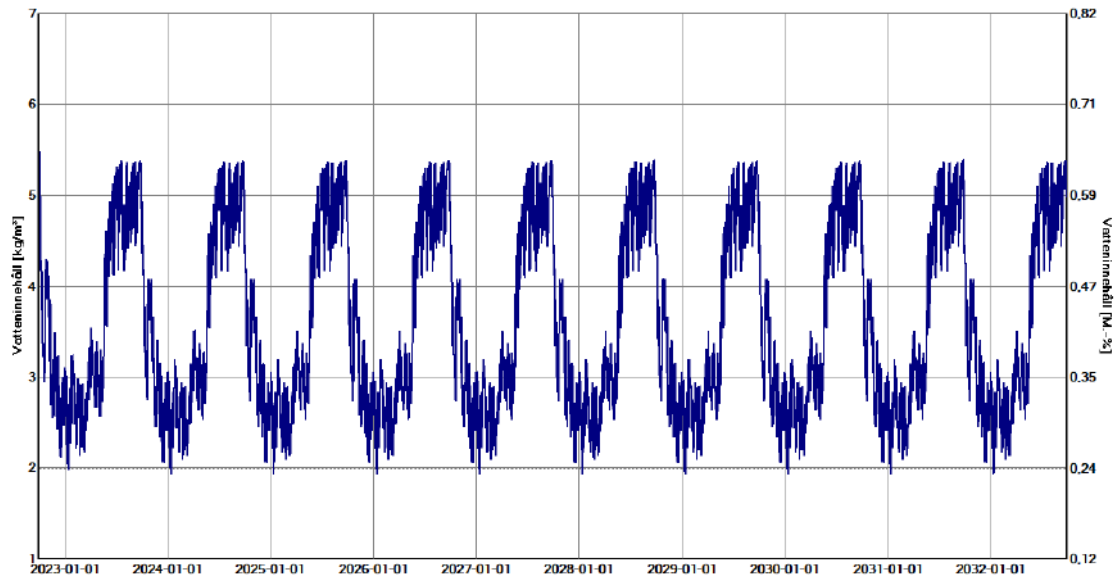
Träfiberskivan har chansen att torka ut och fuktigheten ligger hela tiden under 10 M.-% och därmed långt under den kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 10 M.-% hela tiden.

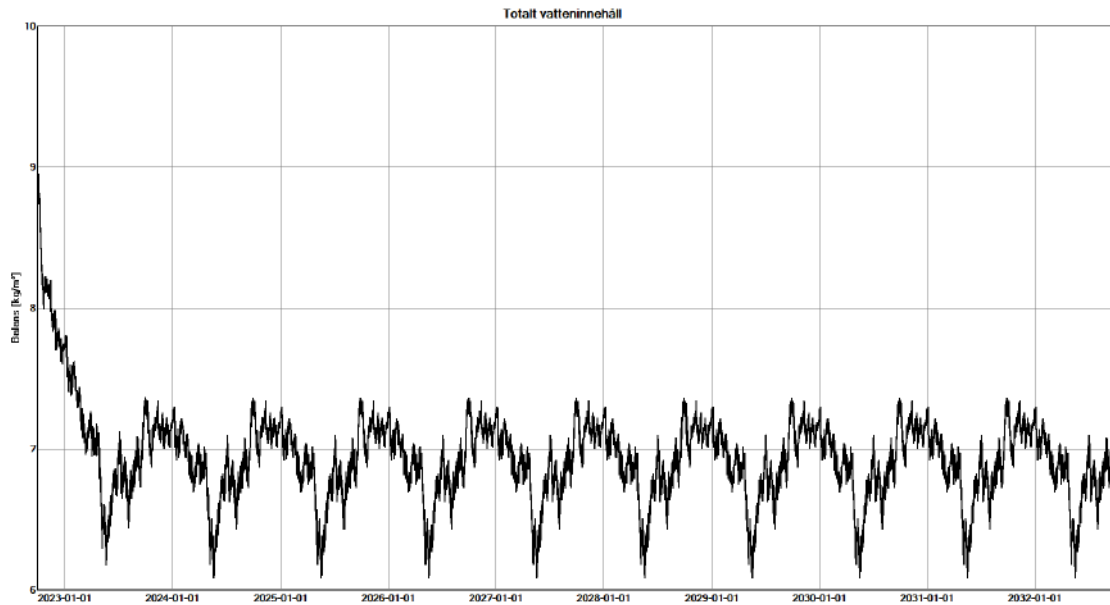
Putsskikt:



Fukttillståndet tar här inga skadliga former. Tvärtom: skiktet bidrar till att förbättra inomhusklimatet genom att buffra luftfuktigheten.

Väggtyp B – ventilerad fasad, gipsskiva på insidan

Hela väggen

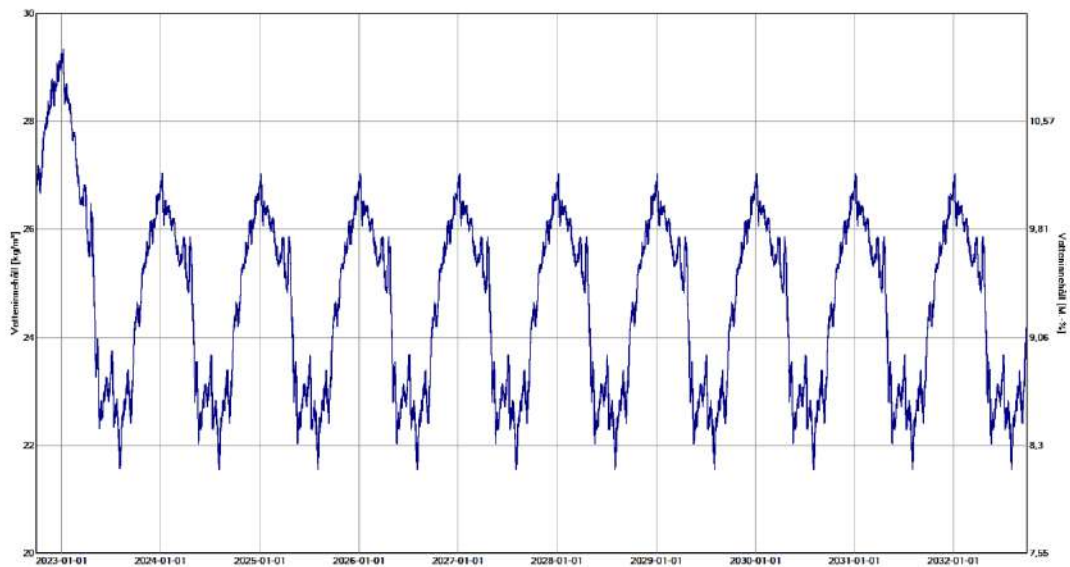


Även med högt inbyggd fukttinnehåll (80%) torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

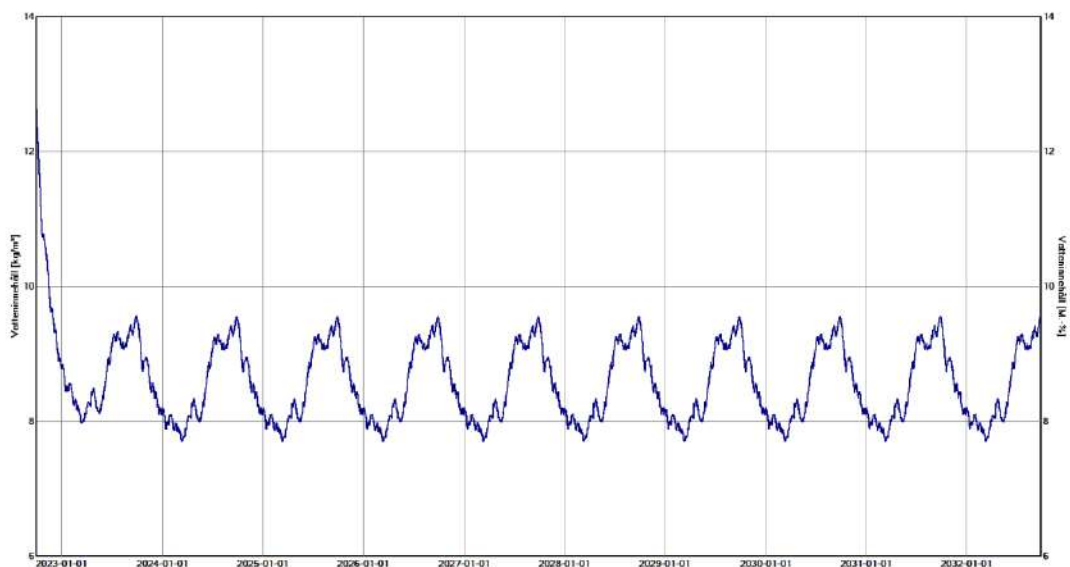
Enstaka skikten

Träfiber bakom luftspalten:



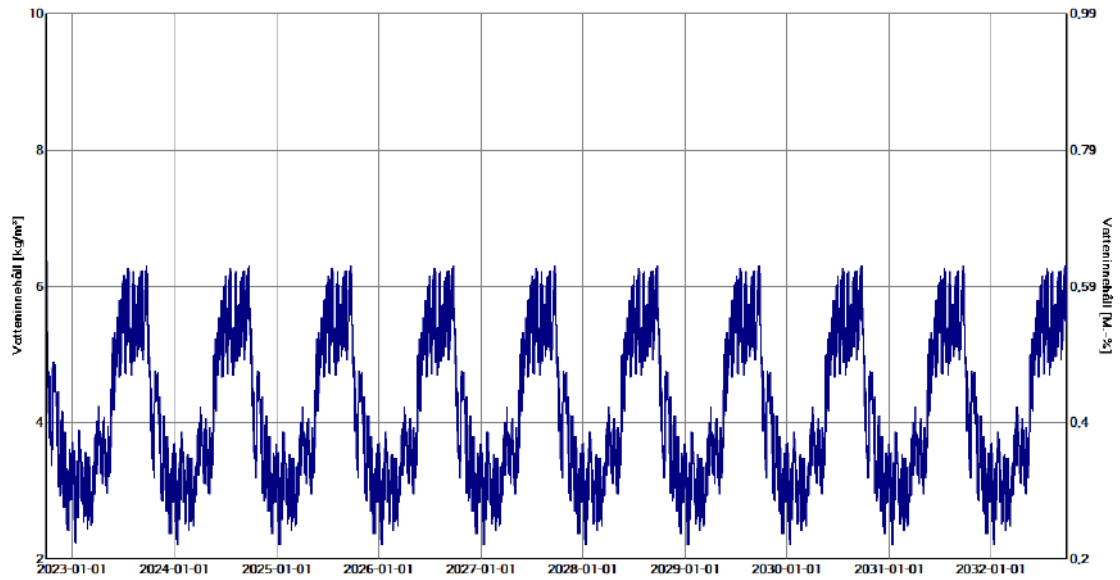
Träfiberskivan har chansen att torka ut och vatteninnehållet ligger hela tiden under de 18 M.-% som anses vara den lägsta kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 10 M.-% hela tiden.

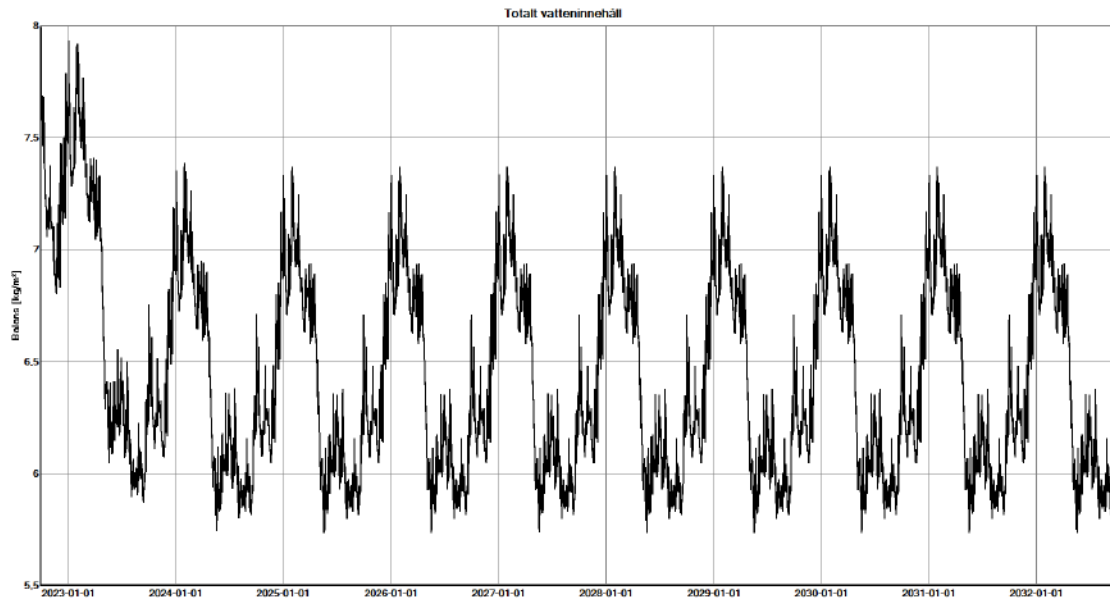
Gipsskiva:



Fuktnivåen tar här inga skadliga former.

Väggtyp C – putsad fasad, puts på insidan

Hela väggen

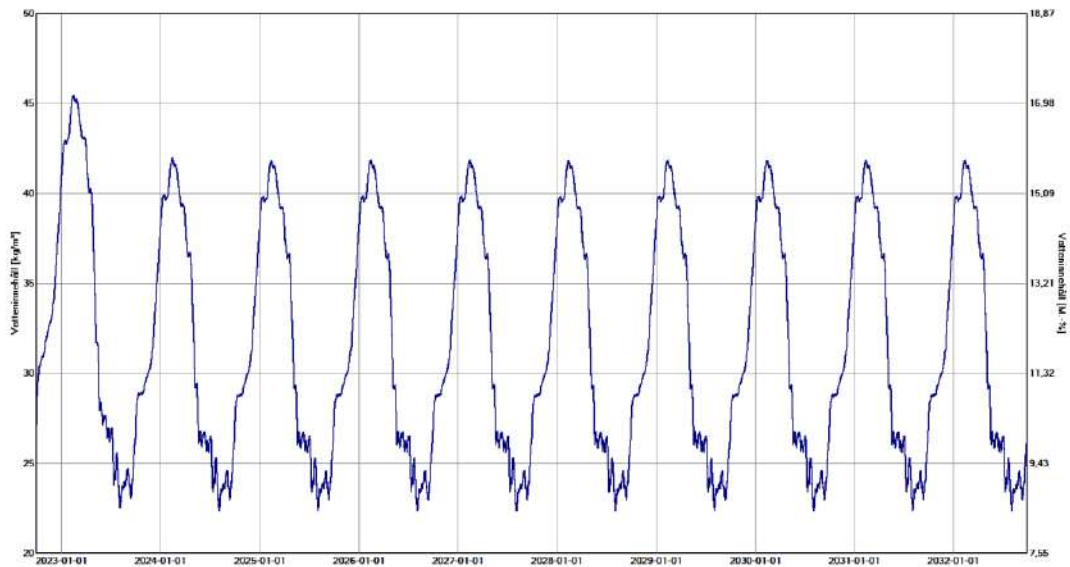


Även med högt inbyggd fukttinnehåll (antaget med 80%) torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

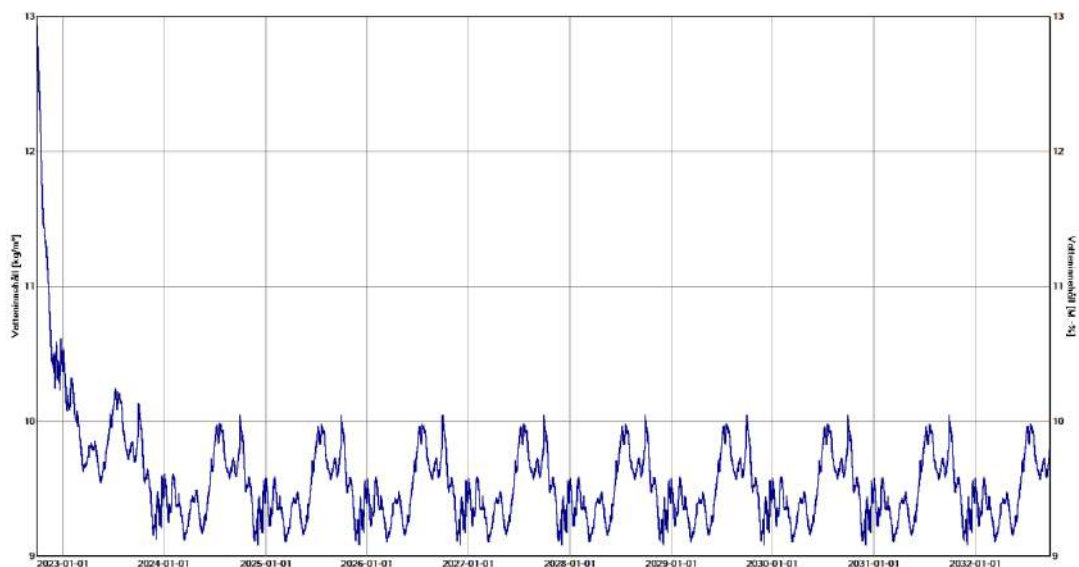
Enstaka skikten

Träfiber bakom putsen:



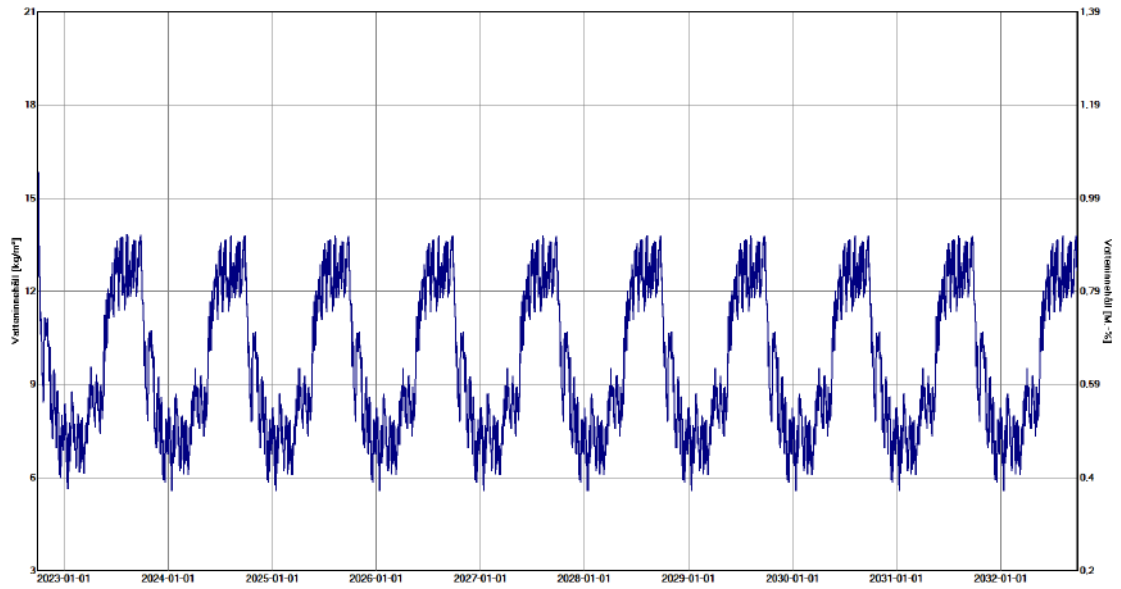
Träfiberskivan har chansen att torka ut och vatteninnehållet ligger hela tiden under 16 M.-% och därmed under den lägsta kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 11 M.-% hela tiden.

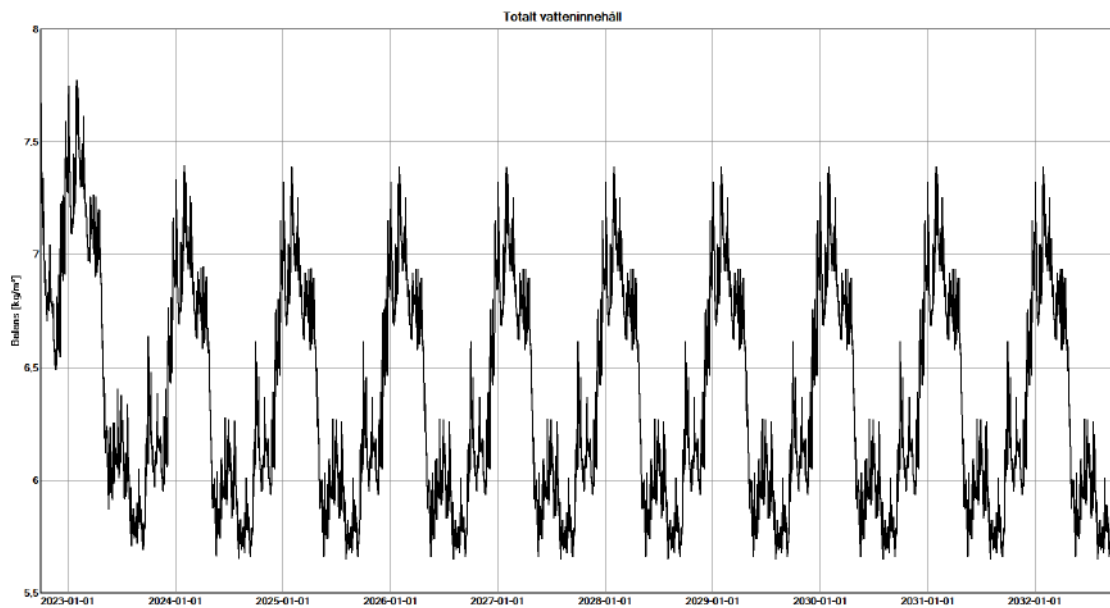
Putsskikt:



Fuktnivåen tar här inga skadliga former.

Väggtyp D – putsad fasad, gipsskiva på insidan

Hela väggen

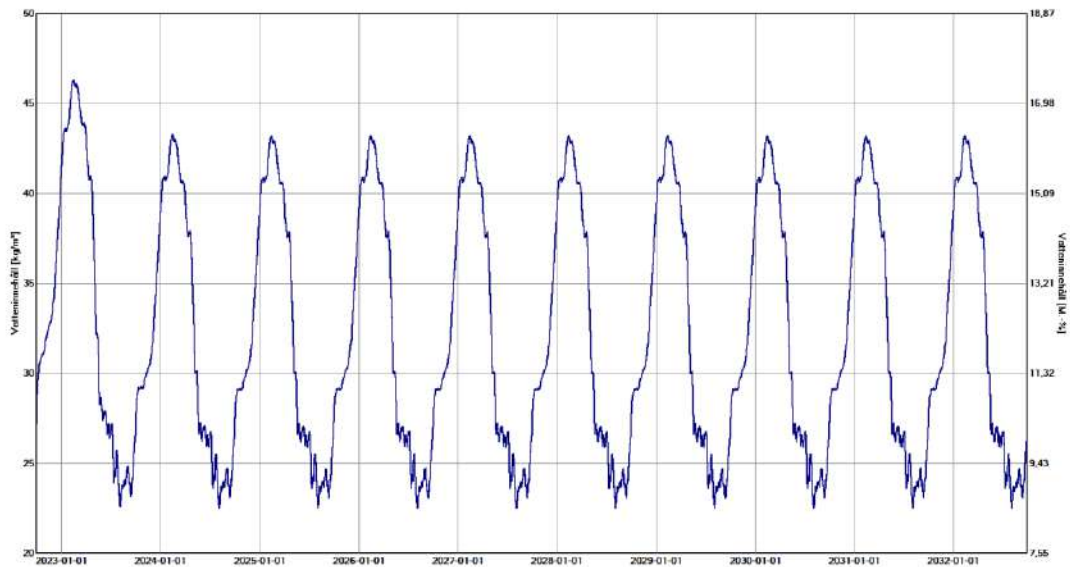


Även med högt inbyggd fukttinnehåll torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

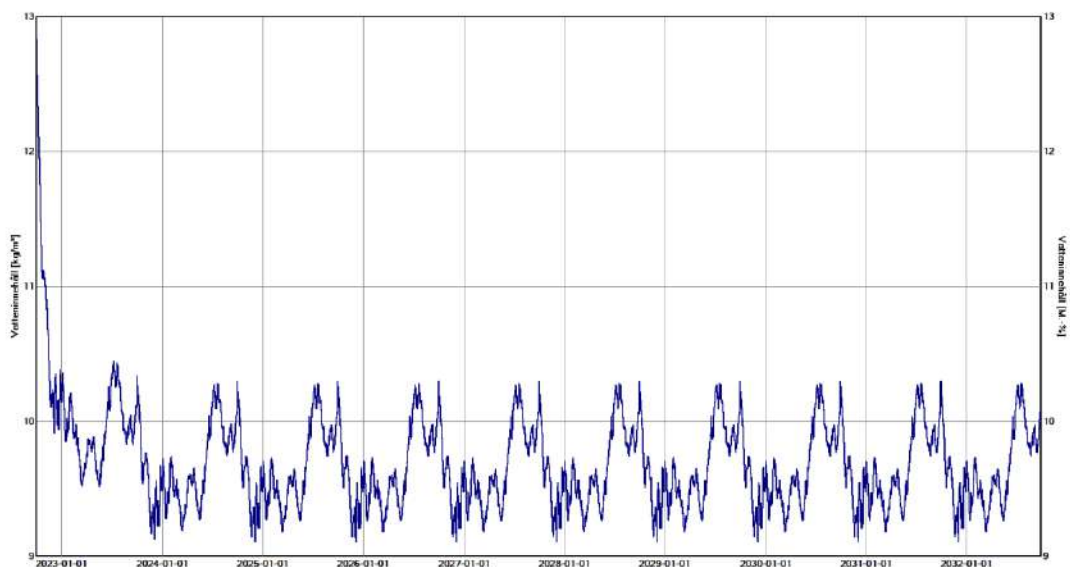
Enstaka skikten

Träfiber bakom putsen:



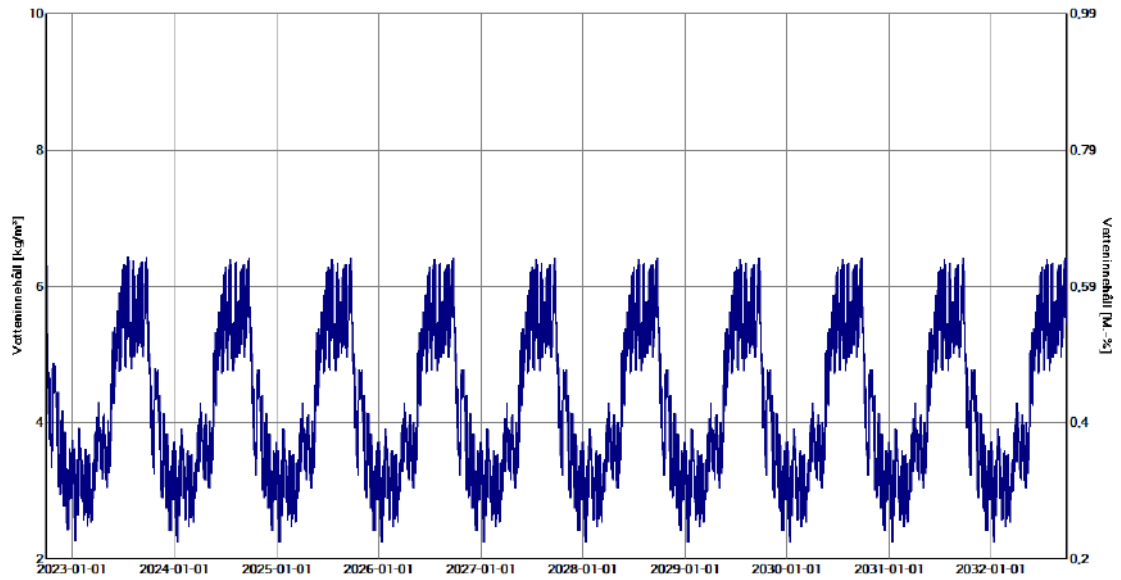
Träfiberskivan har chansen att torka ut och fukttinnehållet ligger hela tiden under 17 M.-% och därmed under den lägsta kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



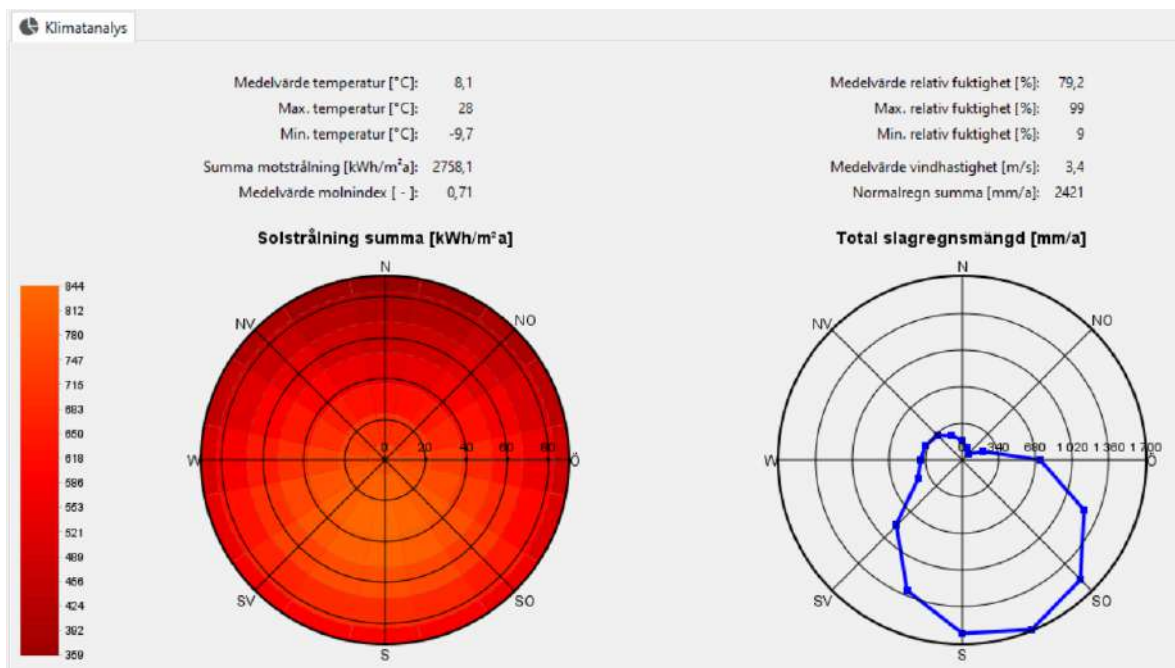
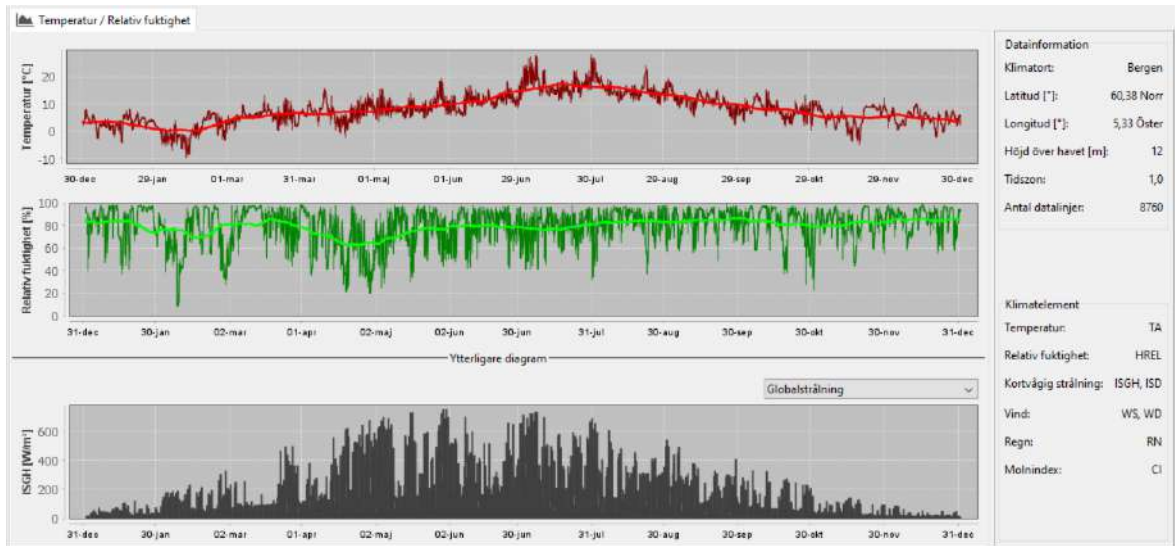
Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 11 M.-% hela tiden.

Gipsskiva:



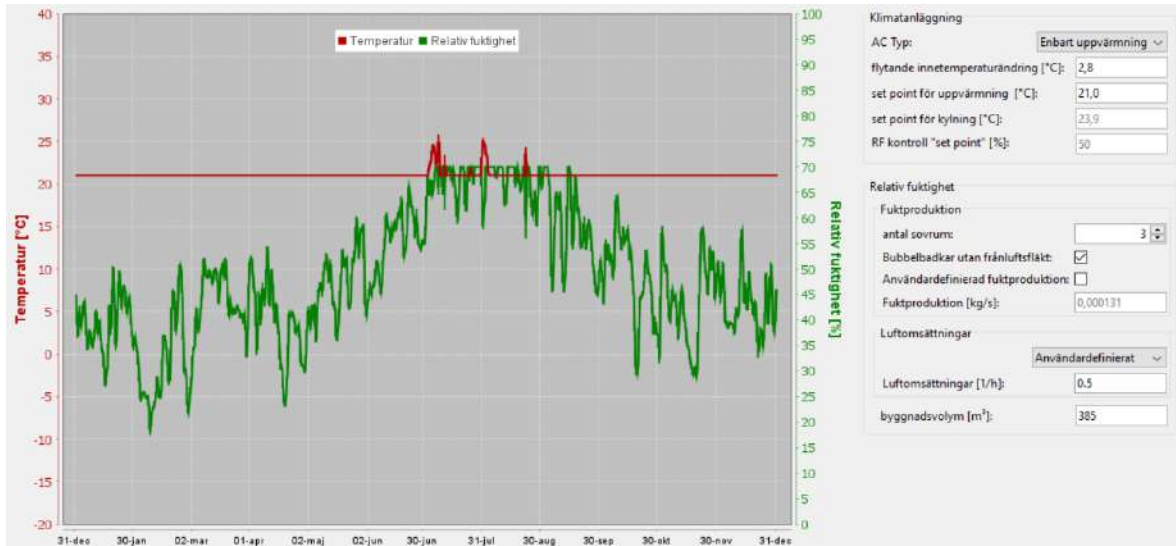
Fuktinnehållet tar här inga skadliga former.

Utomhusklimatet Bergen (Norge)



Den starkaste riktningen för drivande regn är syd-sydöst. Där finns det mycket solstrålning, med högre torkningsförmåga än den som finns mot dem flesta andra orienteringar. Därför används sydöst-orienteringen för analyser av putsade väggar, med fortfarande mycket slagregn men något mindre uttorkningsförmåga. För ventilerade fasader är norrut alltid den avgörande orienteringen.

Inomhusklimatet Bergen

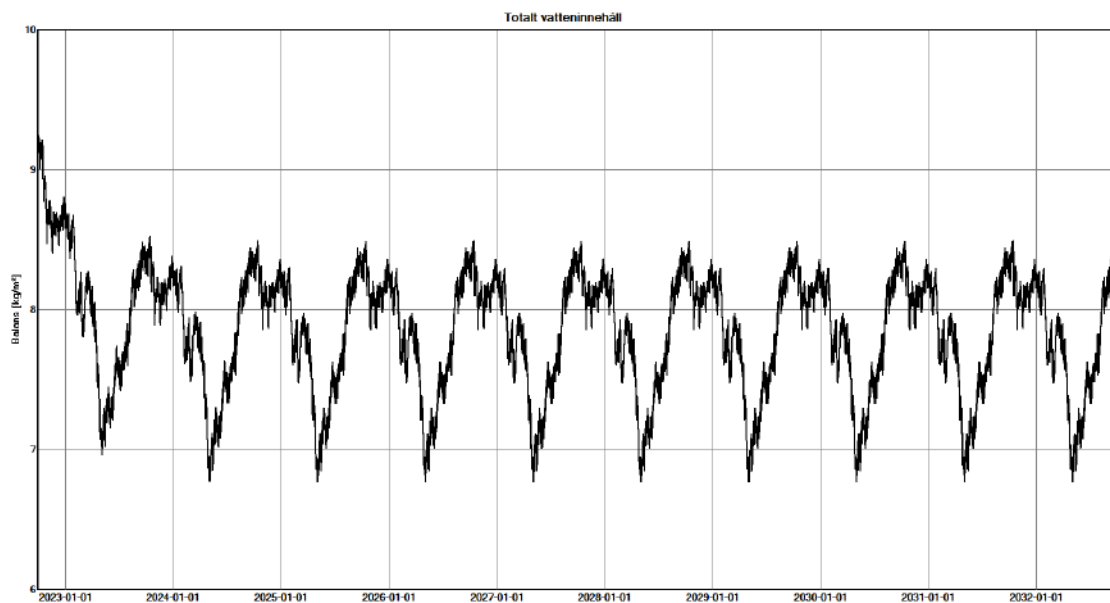


Resultat Bergen

Följande diagram visar vatteninnehållet totalt och i de enskilda skikten.

Väggtyp A - ventilerad fasad, puts på insidan

Hela väggen

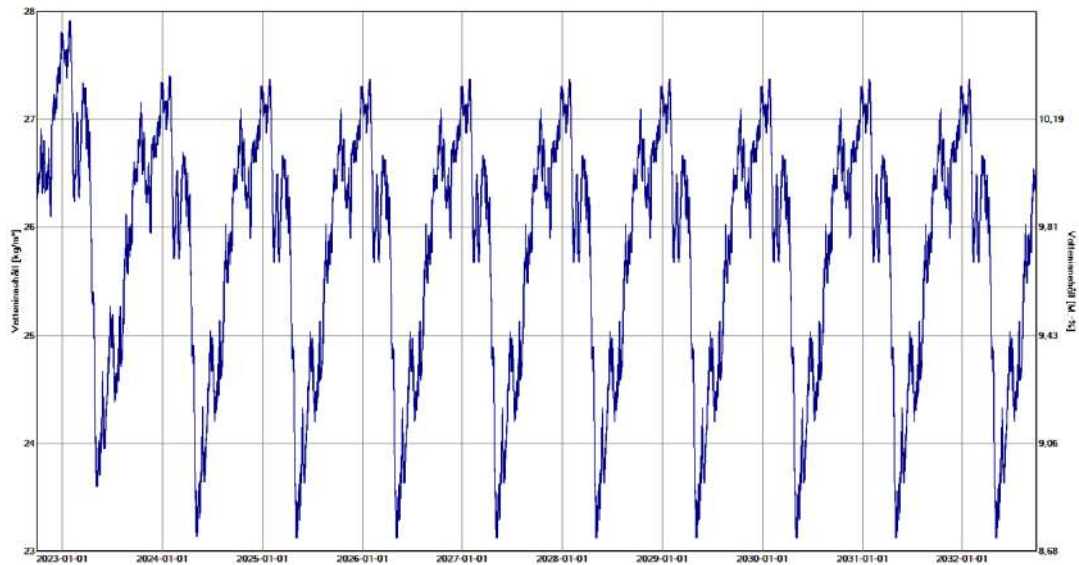


Även med högt inbyggd fukttinnehåll i början torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

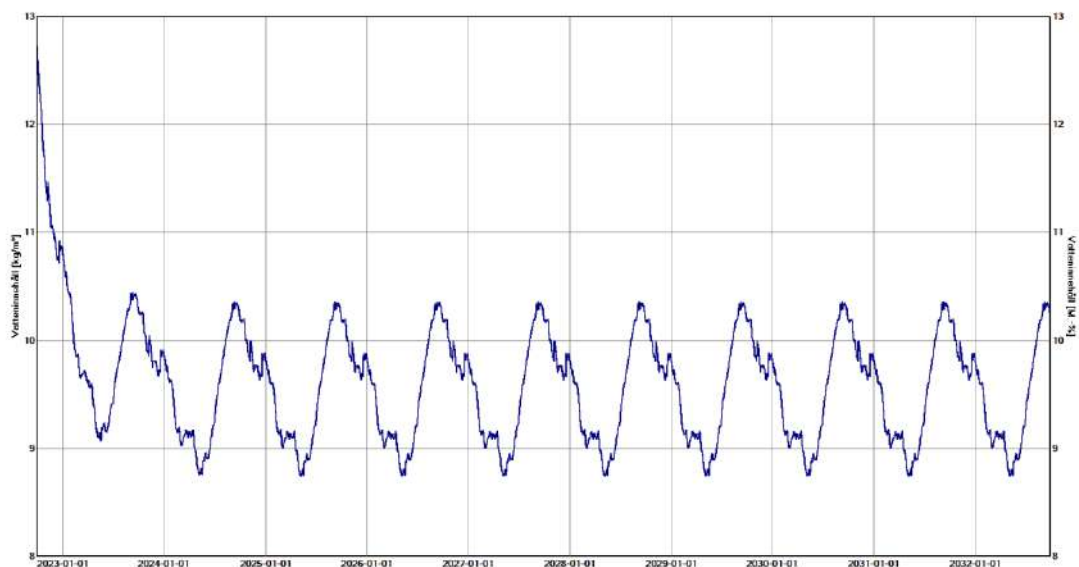
Enstaka skikten

Träfiber bakom luftspalten:



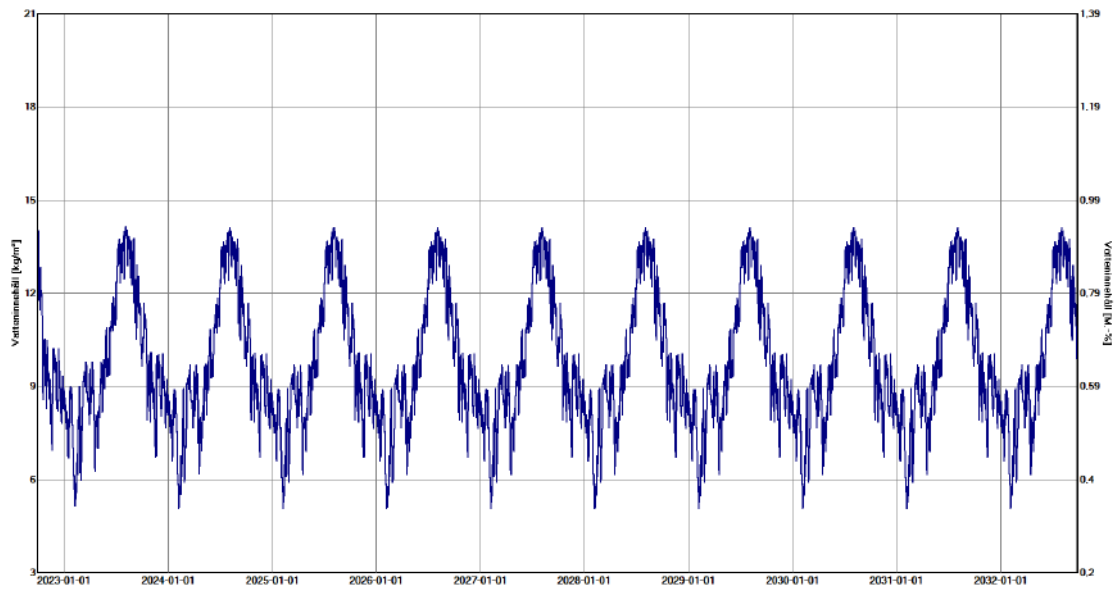
Träfiberskivan har chansen att torka ut och fuktnivån ligger hela tiden under 11 M.-% och därmed långt under den lägsta kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 11 M.-% hela tiden.

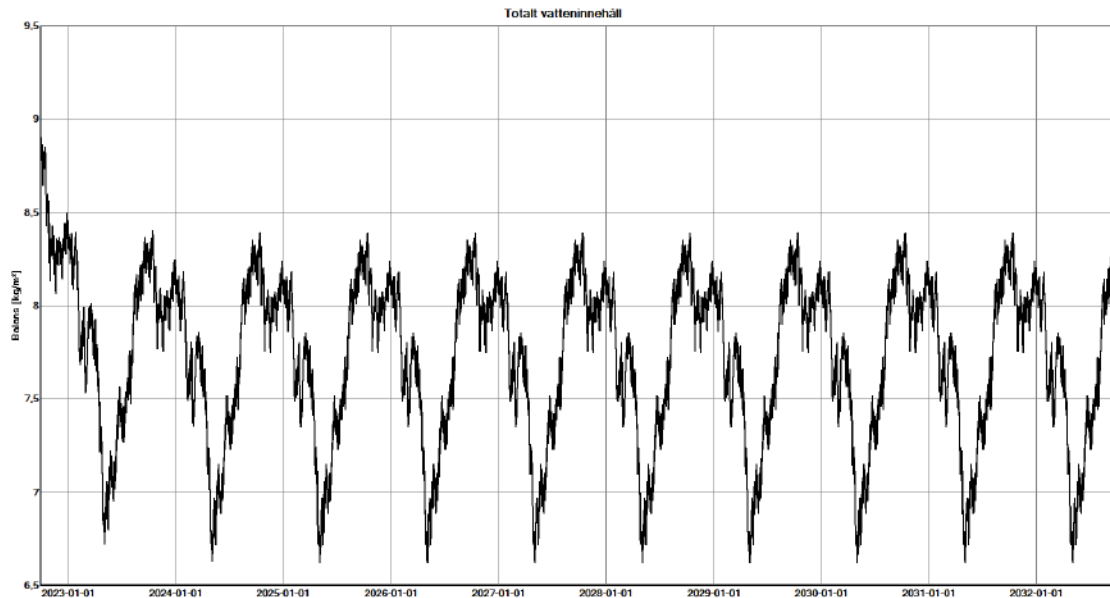
Putsskikt:



Fuktnivån tar här inga skadliga former - tvärtom: skiktet bidrar till att förbättra inomhusklimatet genom att buffra luftfuktigheten.

Väggtyp B – ventilerad fasad, gipsskiva på insidan

Hela väggen

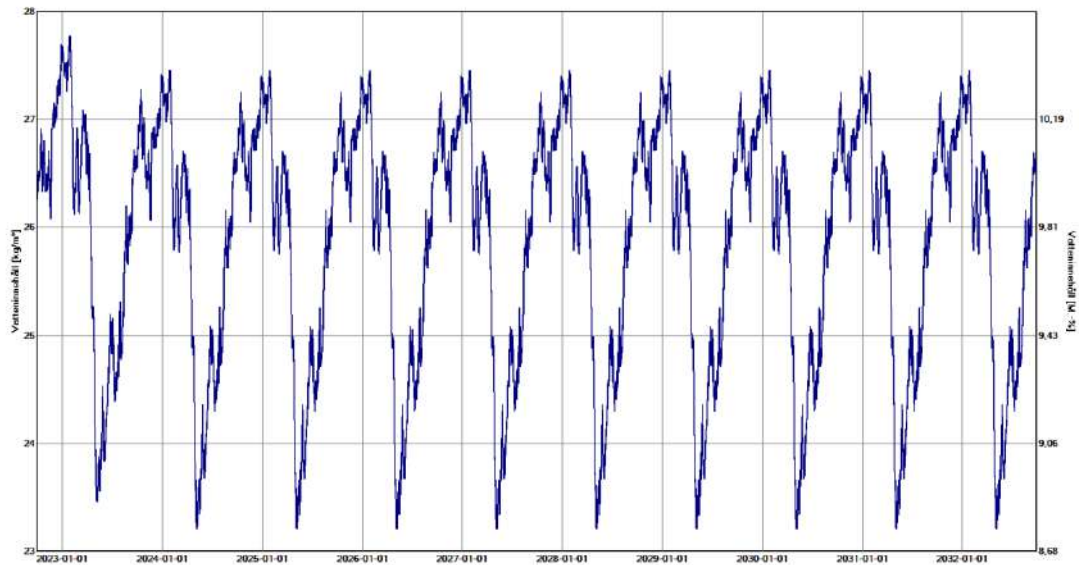


Även med högt inbyggd fuktinnehåll (antagen med 80%) torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

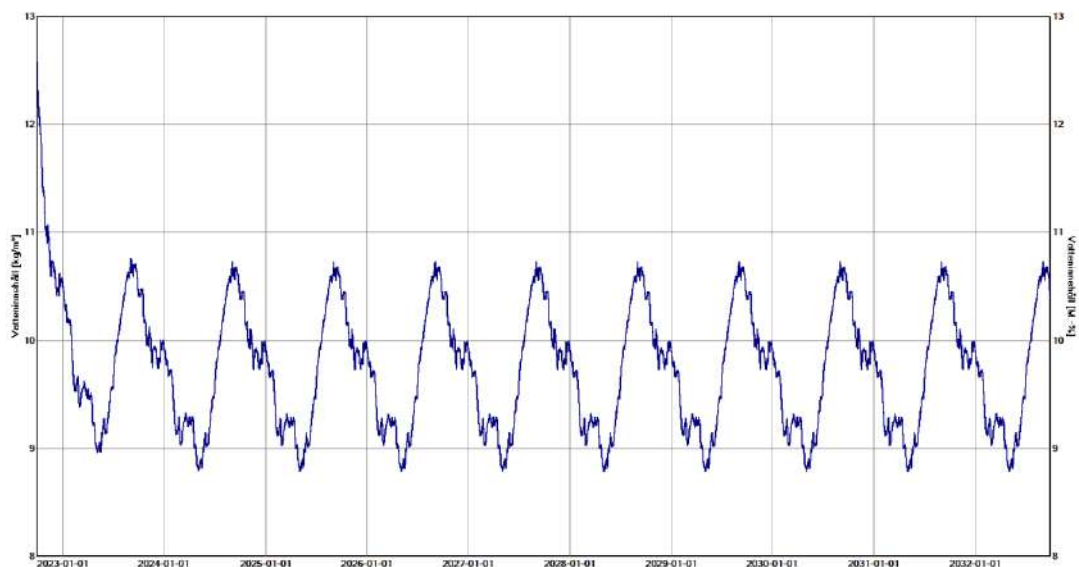
Enstaka skikten

Träfiber bakom luftspalten:



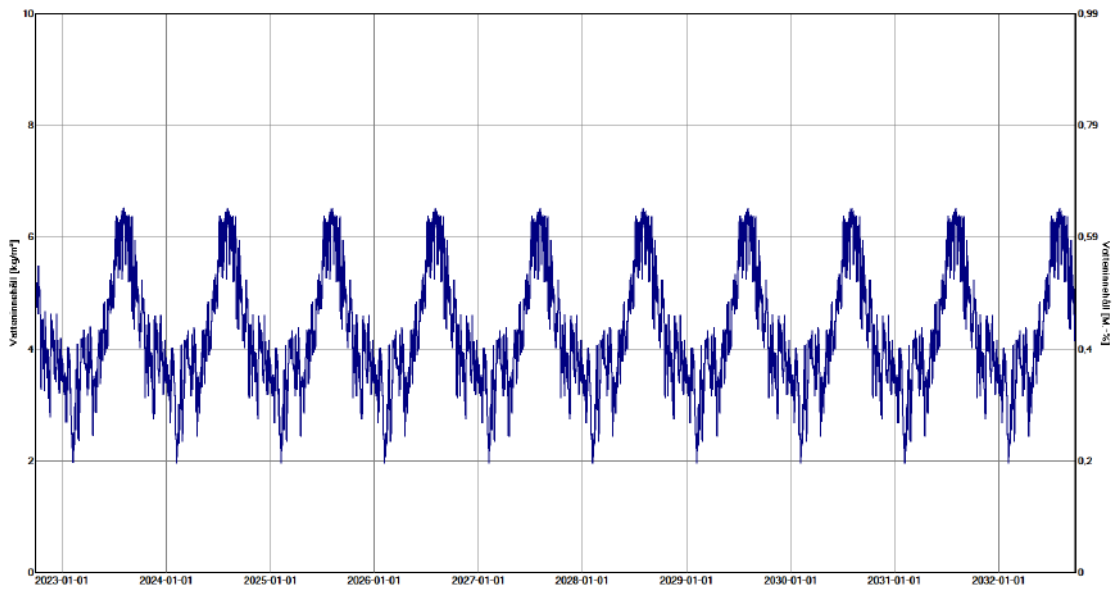
Träfiberskivan har chansen att torka ut och fukttinnehållet ligger hela tiden under 11 M.-% och därmed långt under den lägsta kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 11 M.-% hela tiden.

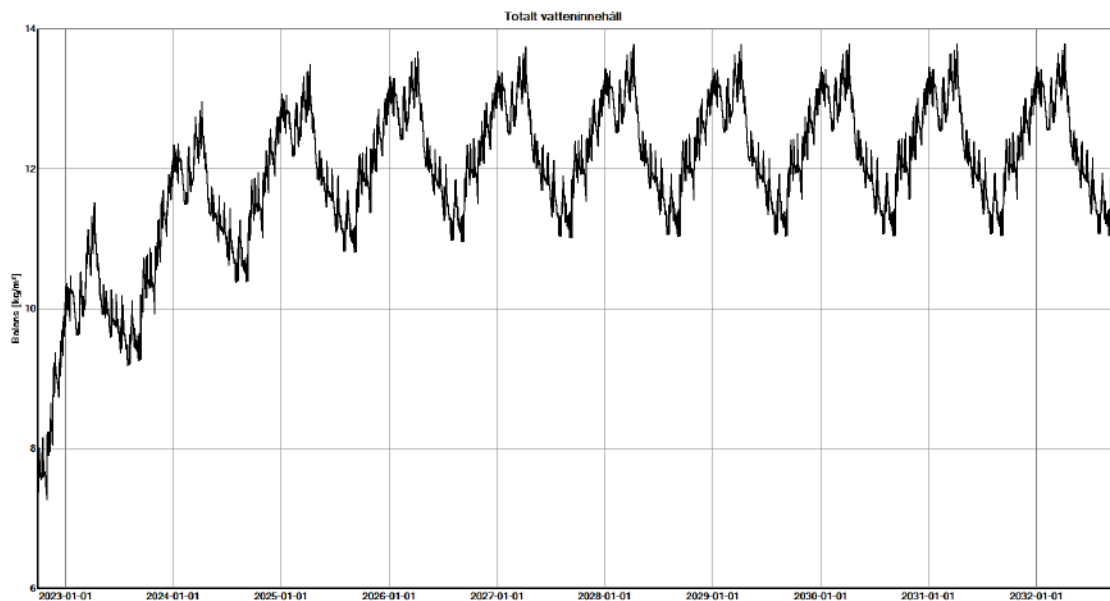
Gipsskiva:



Fuktnivån tar här inga skadliga former.

Väggtyp C – putsad fasad, puts på insidan

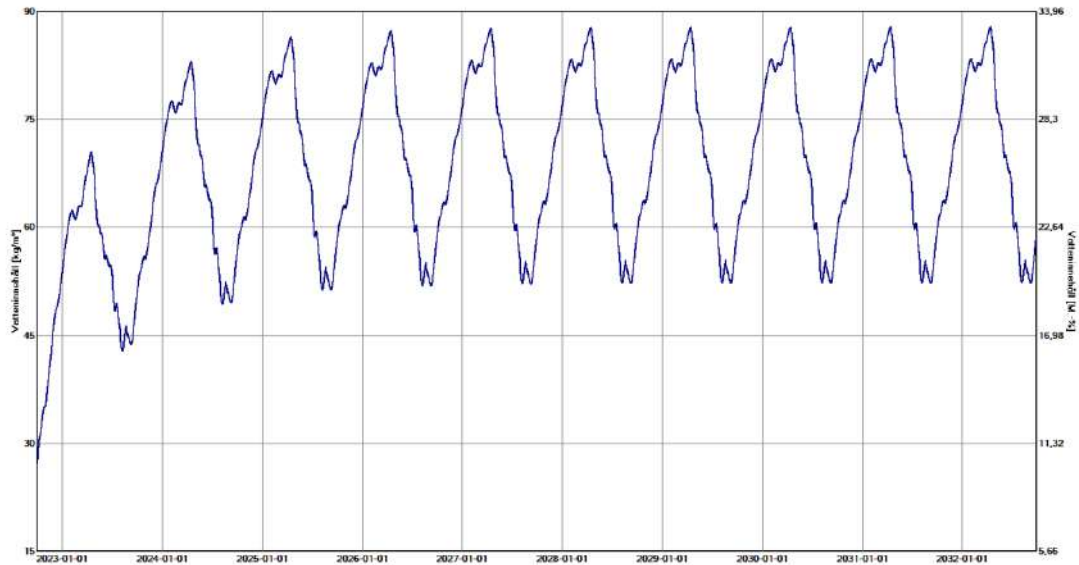
Hela väggen



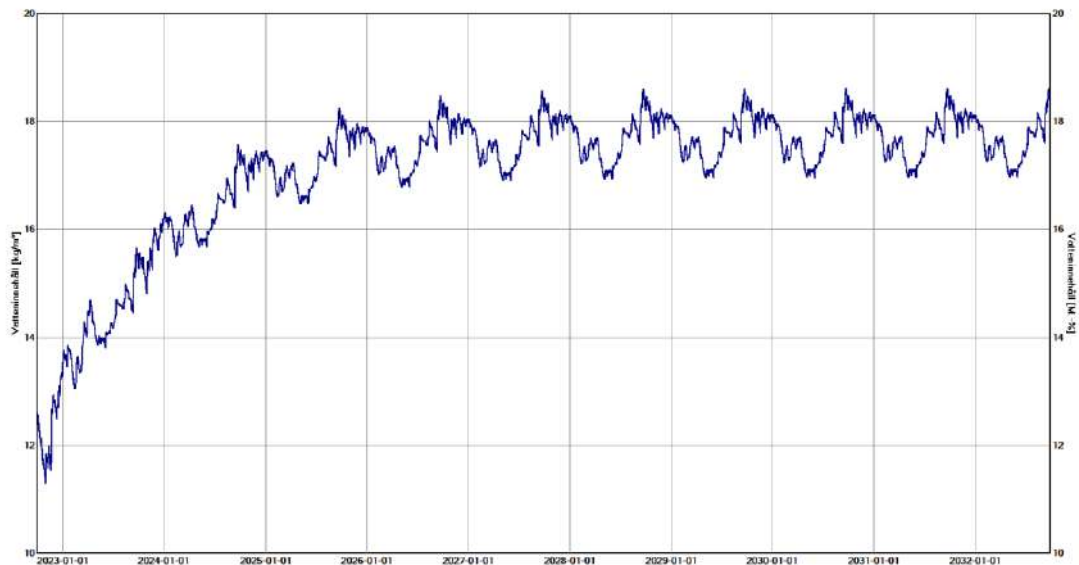
Simuleringen över 10 år visar en stigande andel av fukt i början och ett relativt högt nivå därefter. Det finns alltså risk för skador på byggnadssubstansen även om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Enstaka skikten

Träfiber bakom putsen:

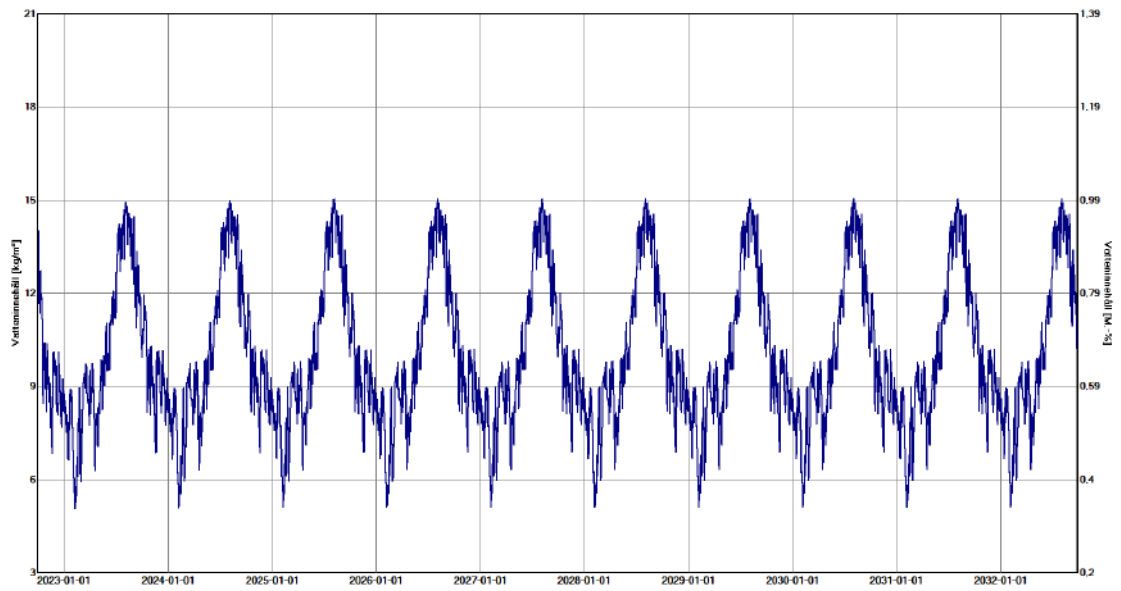


Träfiberskivan har inte chansen att torka ut och fukttinnehållet stiger i början för att stanna hela tiden över de 18 M.-% som anses vara den kritiska gränsen. Mögeltillväxt är sannolikt och det är därför inte rekommenderad att bygga på detta sätt i Bergens området. EcoCocon panel (halm):



Vatteninnehållet stiger under de första åren och stannar därefter på ett högt nivå hela tiden.

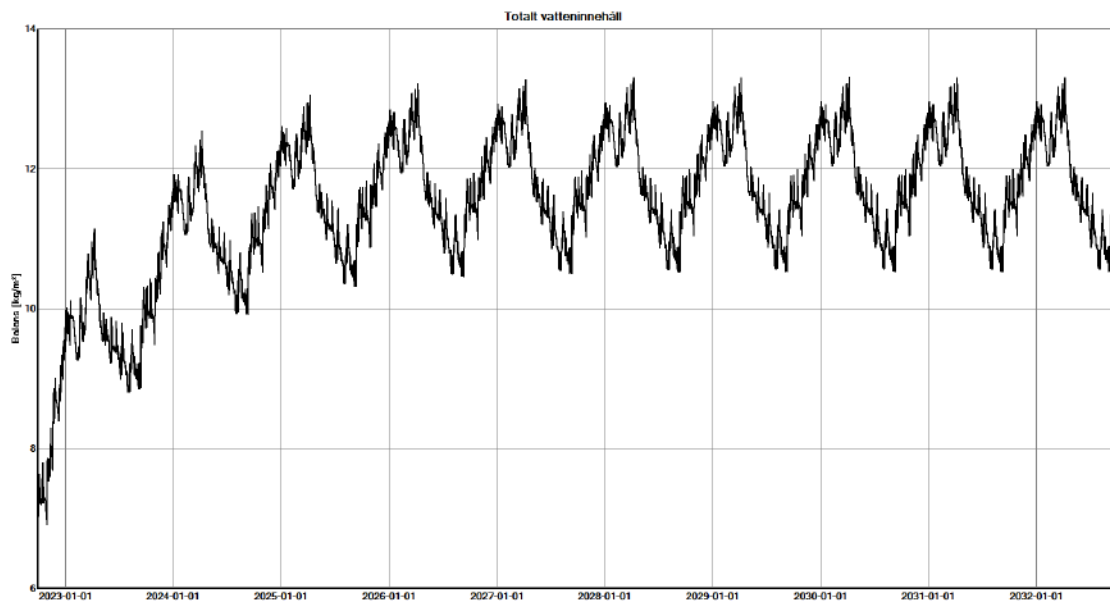
Putsskikt:



Detta är det enda skiktet som inte ger anledning till oro. Fuktinnehållet tar här inga skadliga former.

Väggtyp D – putsad fasad, gipsskiva på insidan

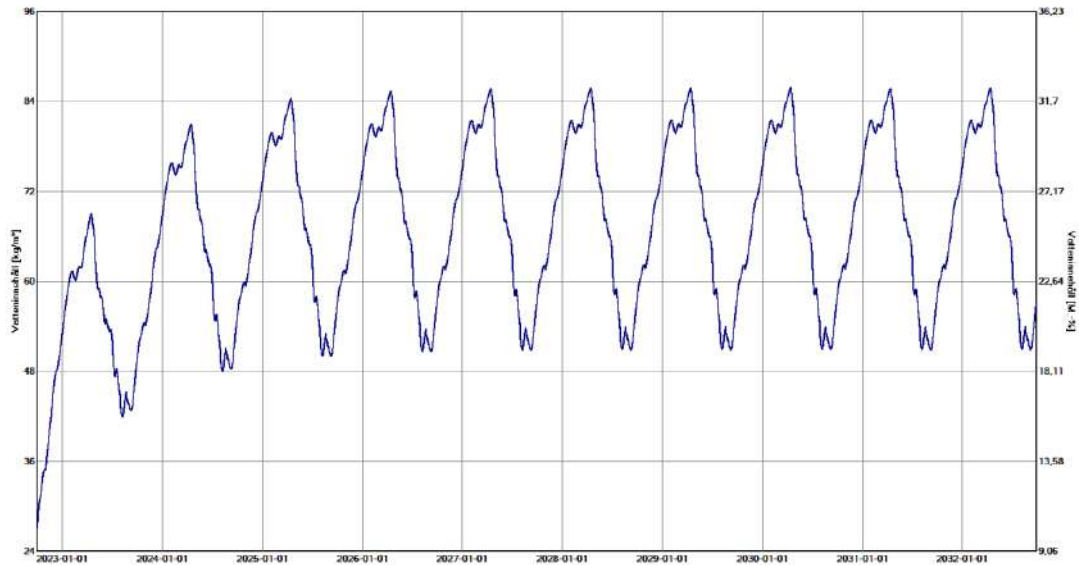
Hela väggen



Simuleringen över 10 år visar en stigande andel av fukt i början och ett relativt högt nivå därefter. Det finns alltså risk för skador på byggnadssubstansen även om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

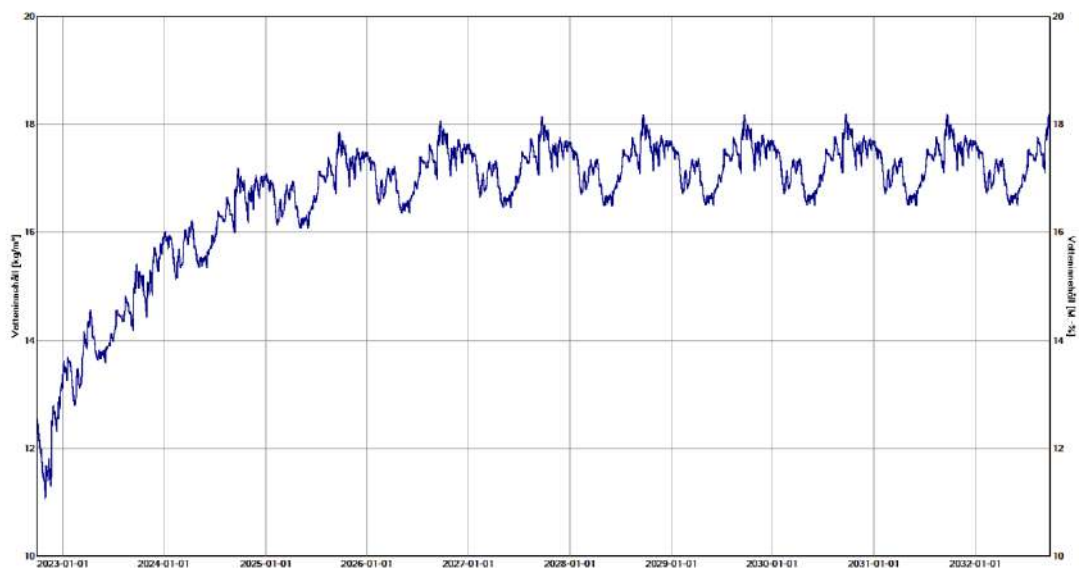
Enstaka skikten

Träfiber bakom putsen:



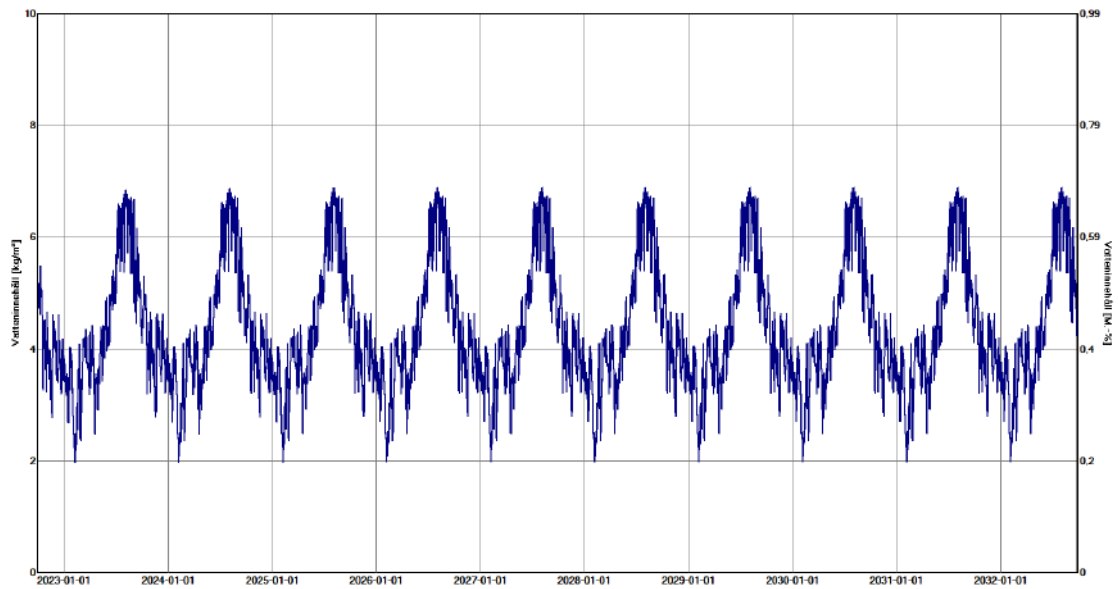
Träfiberskivan har inte chansen att torka ut och fukttinnehållet stiger i början för att stanna hela tiden över de 18 M.-% som anses vara den kritiska gränsen. Mögeltillväxt är sannolikt och det är därför inte rekommenderad att bygga på detta sätt i Bergens området.

EcoCocon panel (halm):



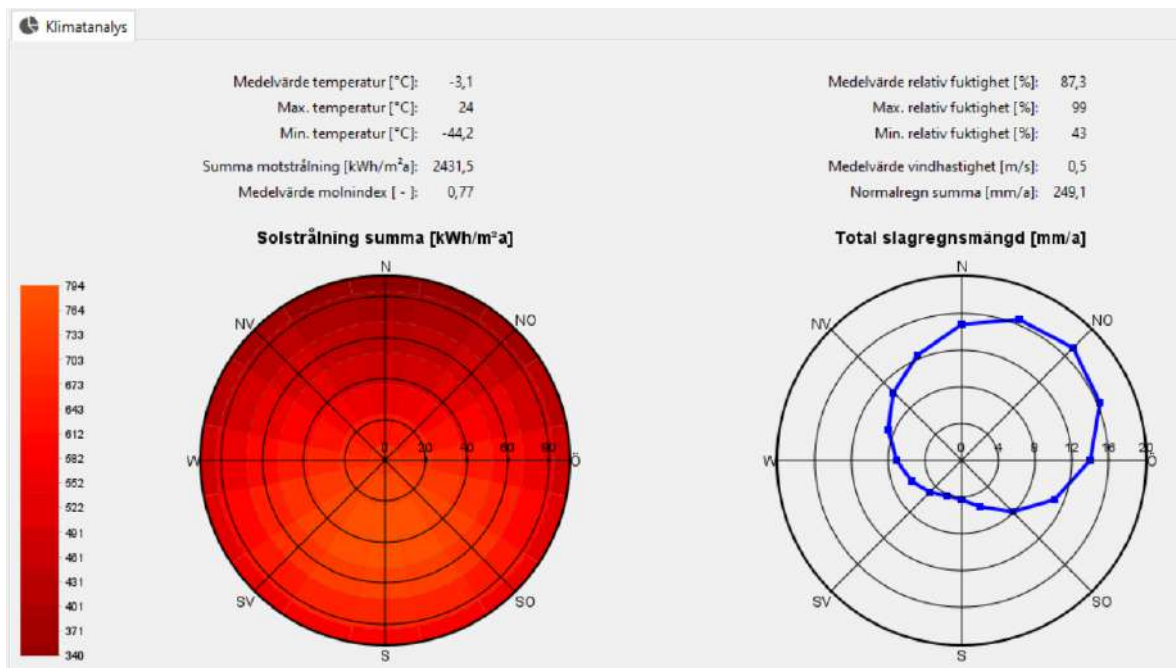
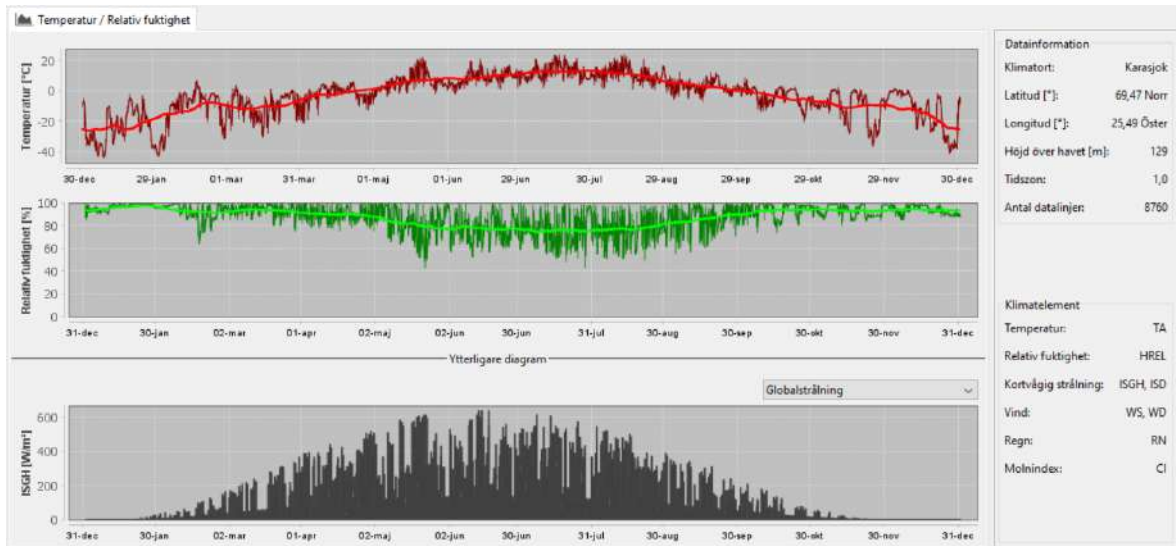
Vatteninnehållet stiger under de första åren och stannar därefter på ett högt nivå hela tiden.

Gipsskiva:



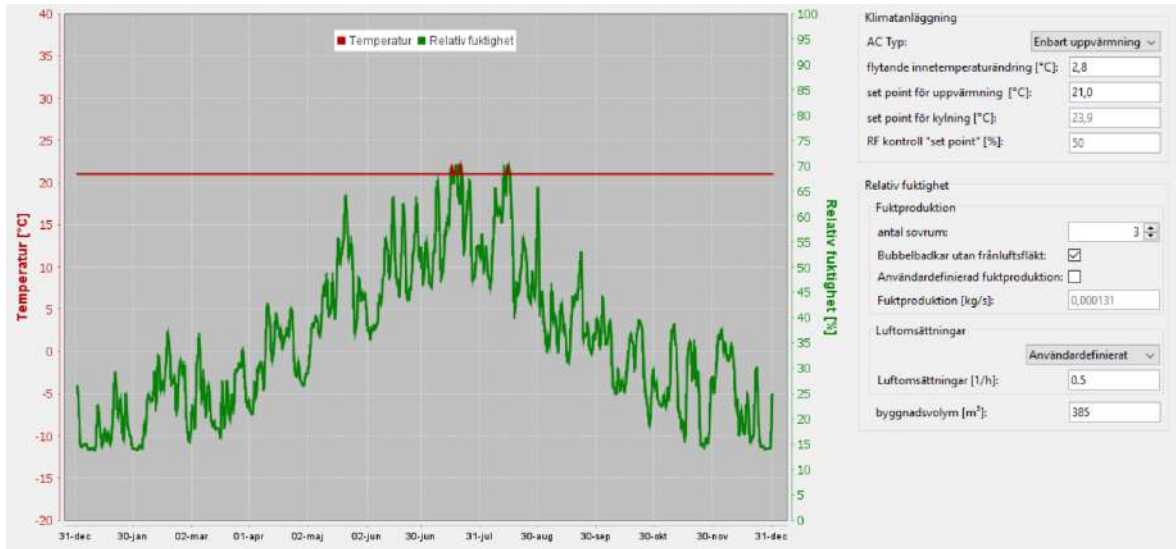
Som med väggtyp C är detta det enda skiktet som inte ger anledning till oro. Fuktinnehållet tar här inga skadliga former.

Utomhusklimatet Karasjok (Norge)



Den starkaste riktningen för drivande regn är nordöst. Där finns det också relativt lite solstrålning, med lägre torkningsförmåga än den som finns, t.ex., mot söder. Därför används denna orientering för analyser av putsade väggar. För ventilerade fasader är strax norrut alltid den avgörande orienteringen.

Inomhusklimatet Karasjok

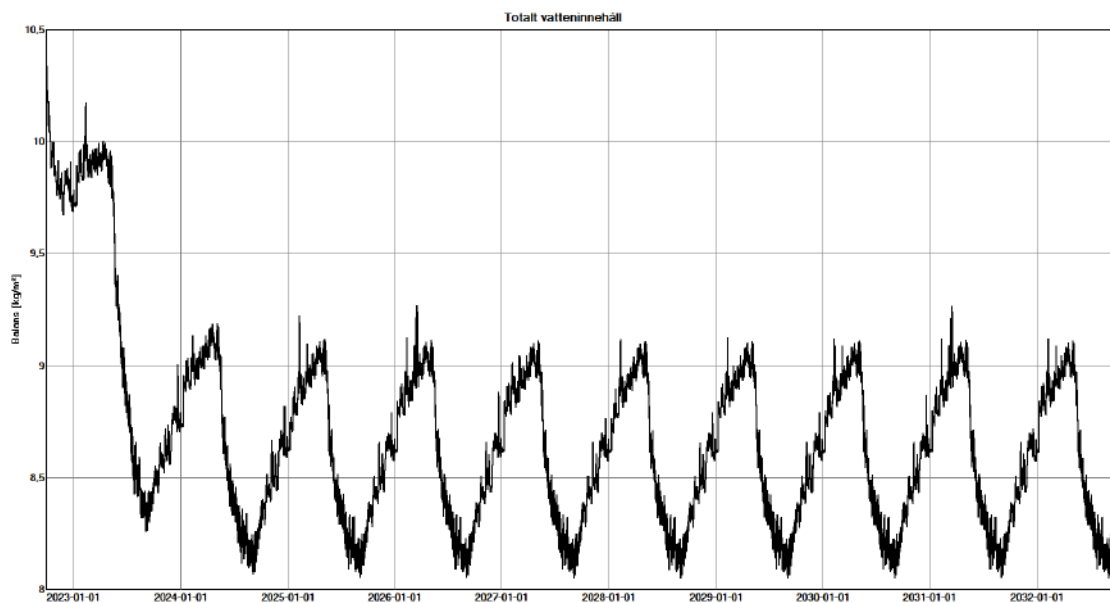


Resultat Karasjok

Följande diagram visar vatteninnehållet totalt och i de enskilda skikten.

Väggtyp E - ventilerad fasad, puts på insidan

Hela väggen

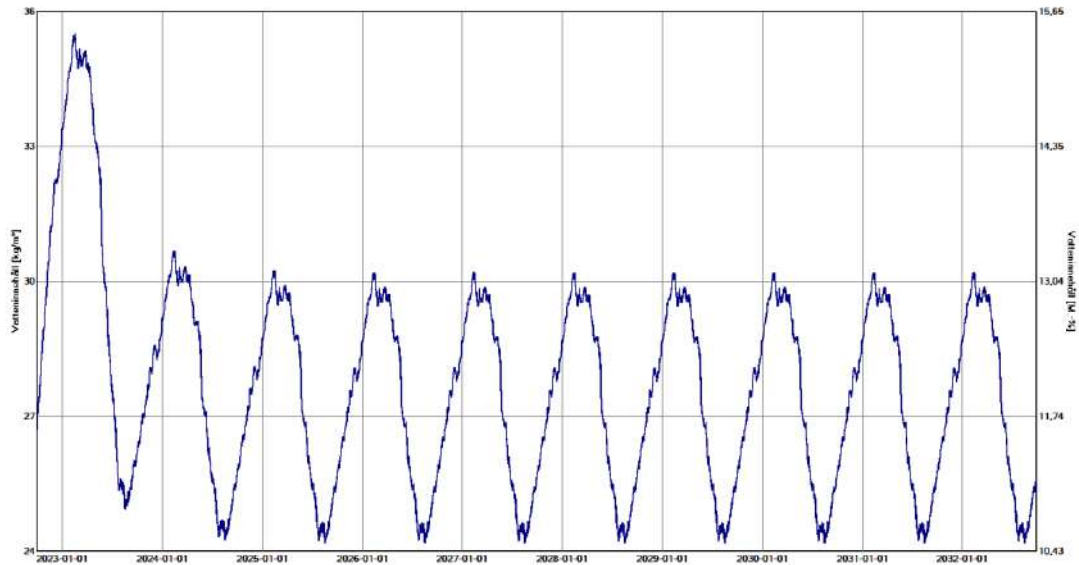


Även med högt inbyggd fukttinnehållet torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

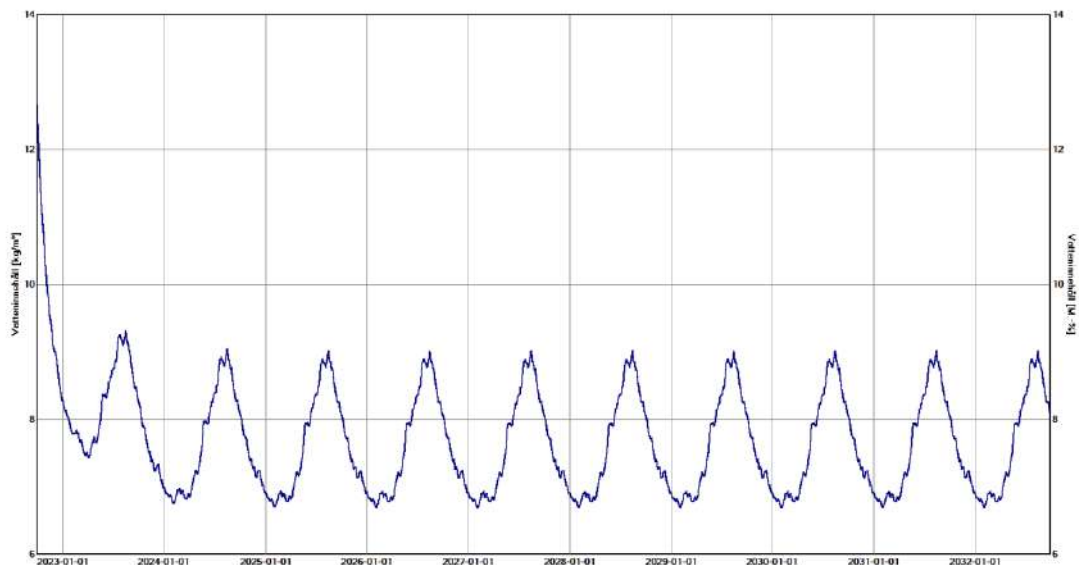
Enstaka skikten

Träfiber bakom luftspalten:



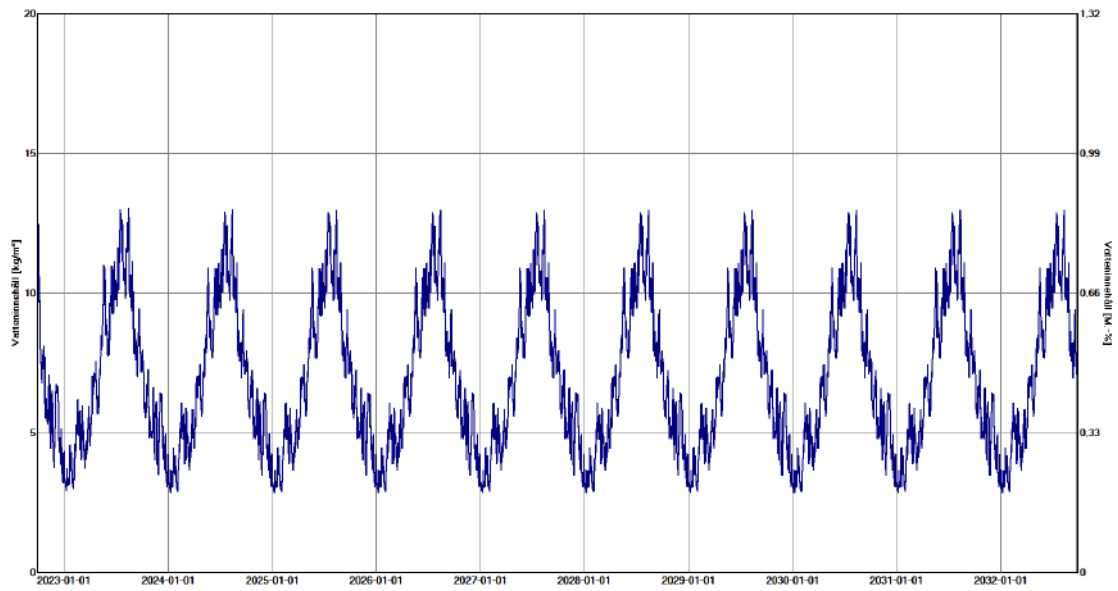
Träfiberskivan har chansen att torka ut och vatteninnehållet ligger hela tiden under 14 M.-% som är långt under den lägsta kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 10 M.-% hela tiden.

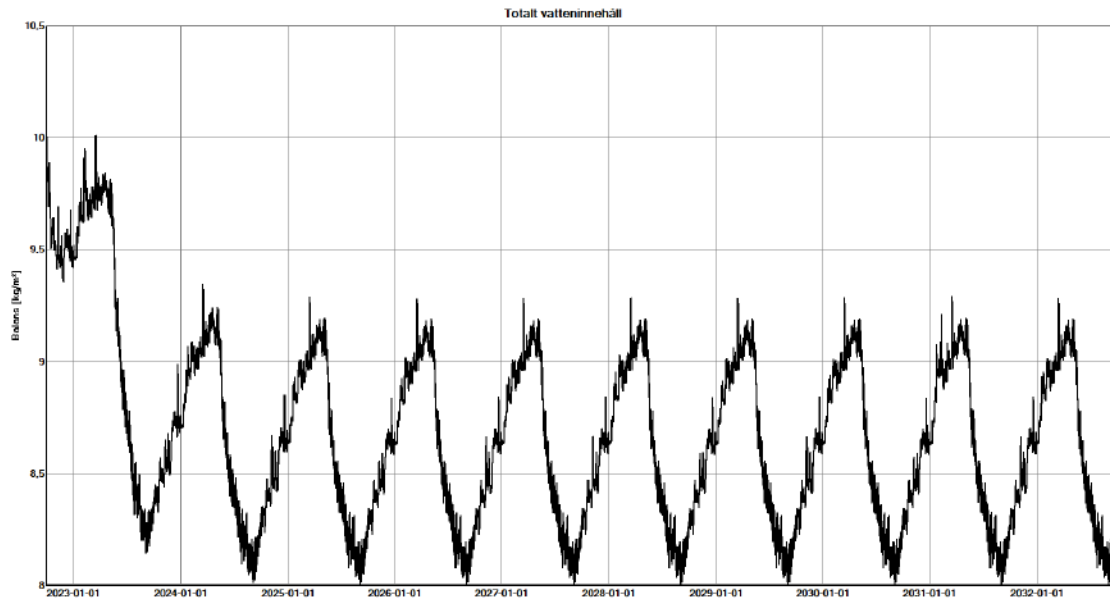
Putsskikt:



Fuktnivån tar här inga skadliga former - tvärtom: skiktet bidrar till att förbättra inomhusklimatet genom att buffra luftfuktigheten.

Väggtyp F – ventilerad fasad, gipsskiva på insidan

Hela väggen

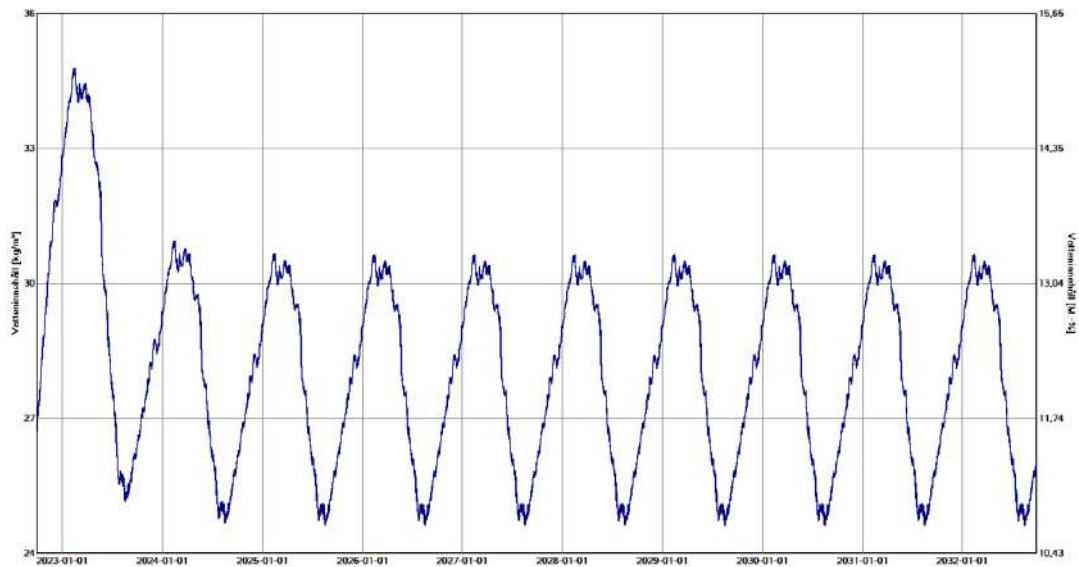


Även med högt inbyggd fukttinnehåll torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

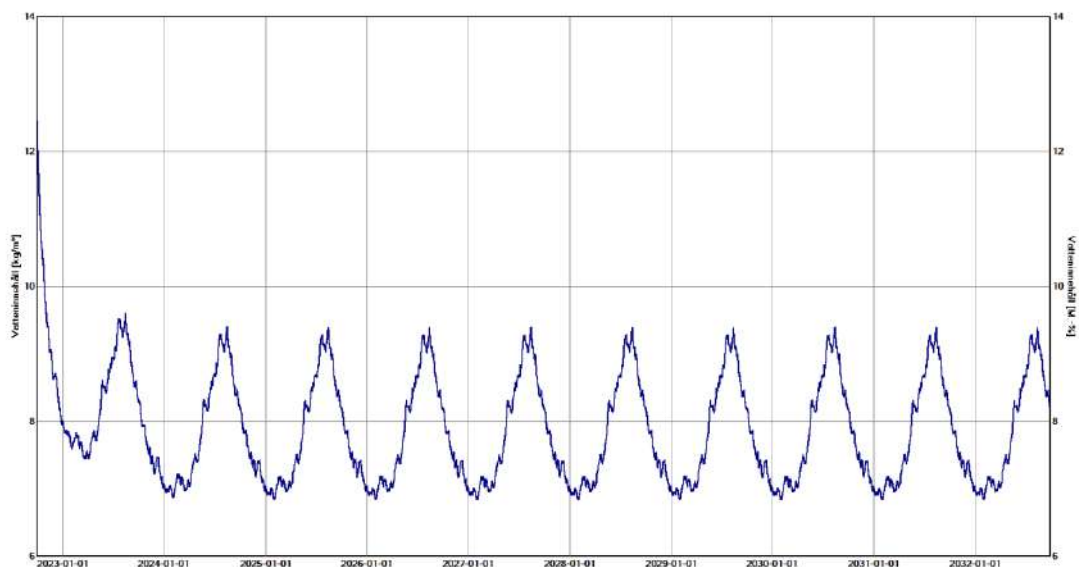
Enstaka skikten

Träfiber bakom luftspalten:



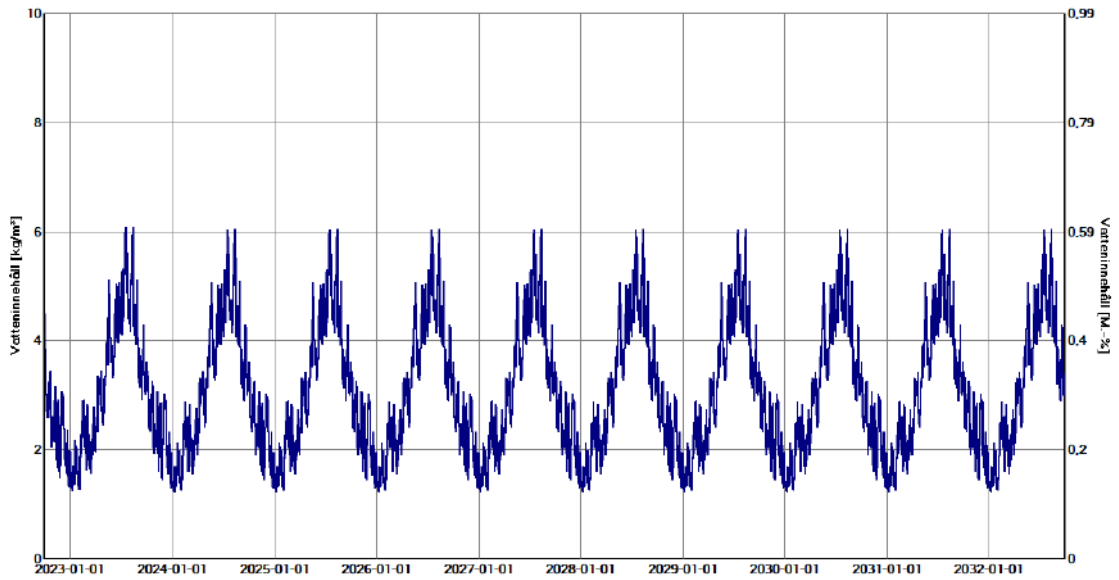
Träfiberskivan har chansen att torka ut och vatteninnehållet ligger hela tiden under 14 M.-% som är långt under den lägsta kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 10 M.-% hela tiden.

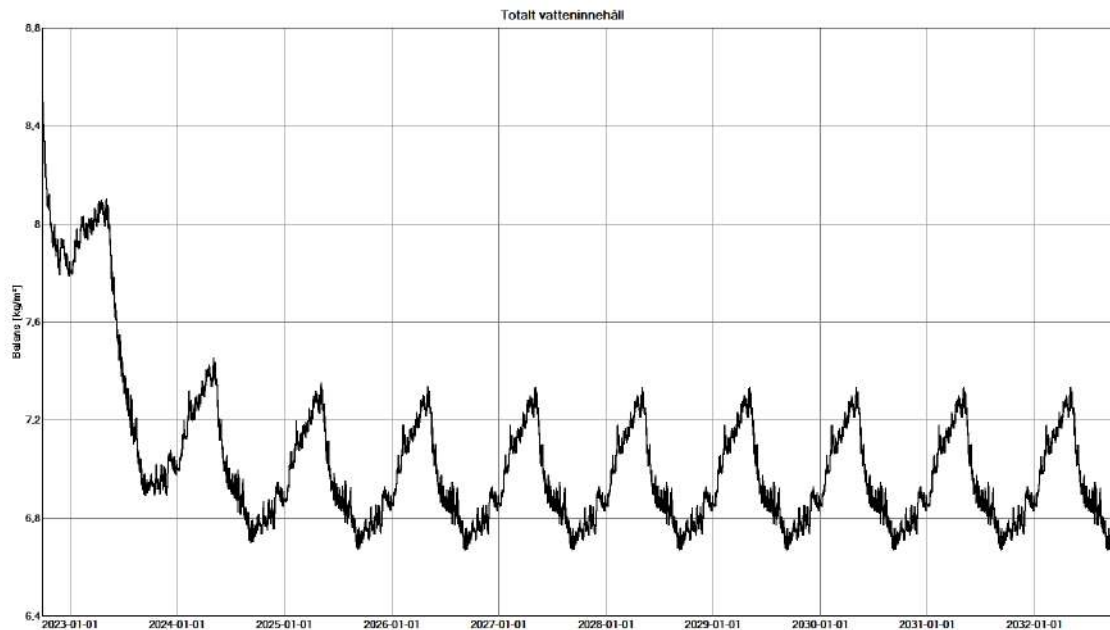
Gipsskiva:



Fuktinnehållet tar här inga skadliga former.

Väggtyp G – putsad fasad, puts på insidan

Hela väggen

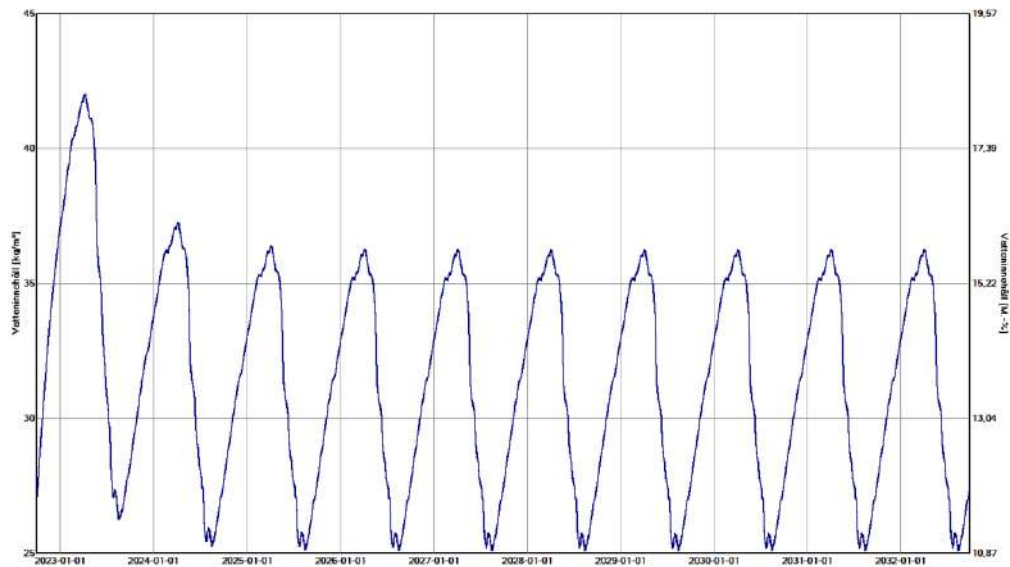


Även med högt inbyggd fukttinnehåll (antaget med 80%) torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

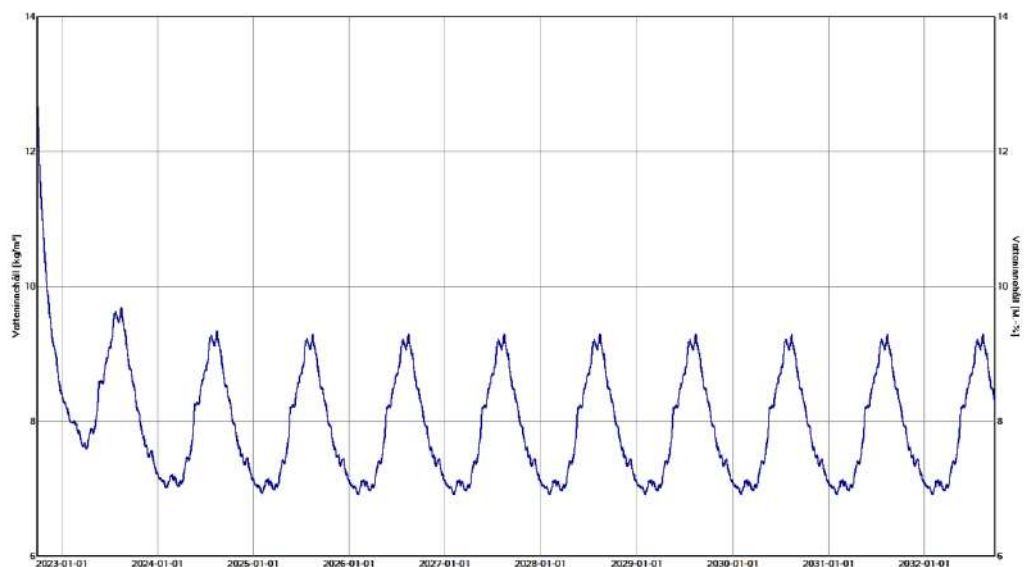
Enstaka skikten

Träfiber bakom putsen:



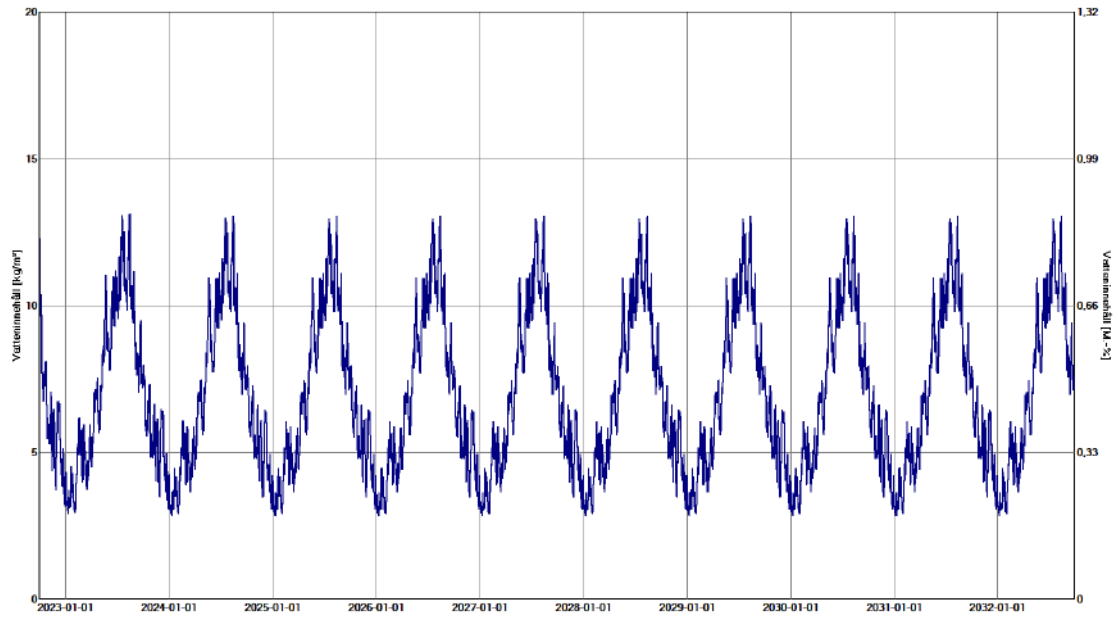
Träfiberskivan har chansen att torka ut och fukttinnehållet ligger hela tiden under 16 M.-%, som är under den lägsta kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 10 M.-% hela tiden.

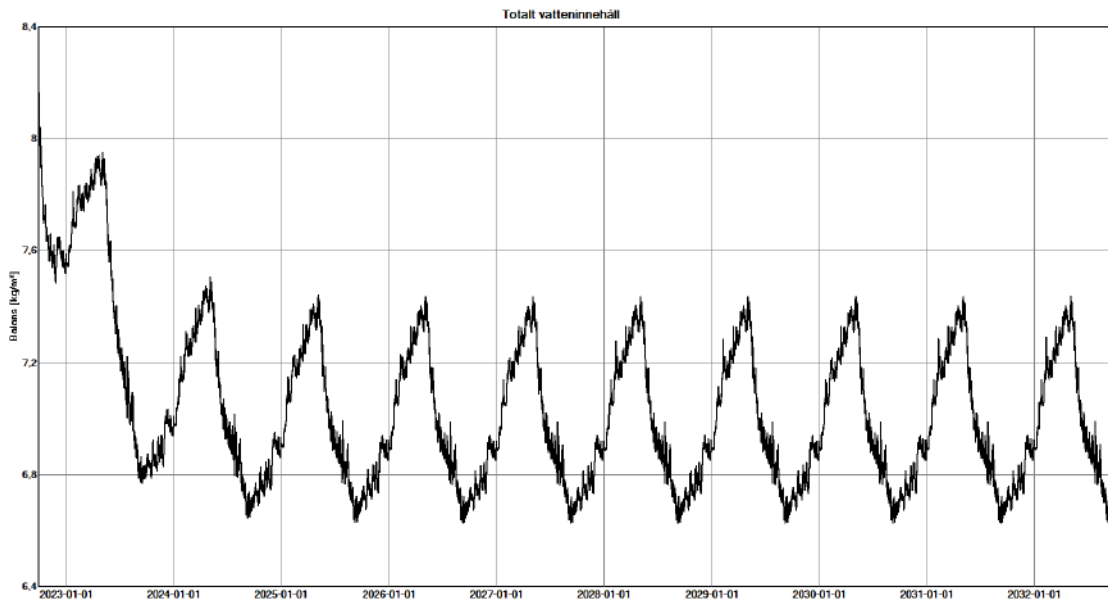
Putsskikt:



Fuktnivån tar här inga skadliga former.

Väggtyp H – putsad fasad, gipsskiva på insidan

Hela väggen

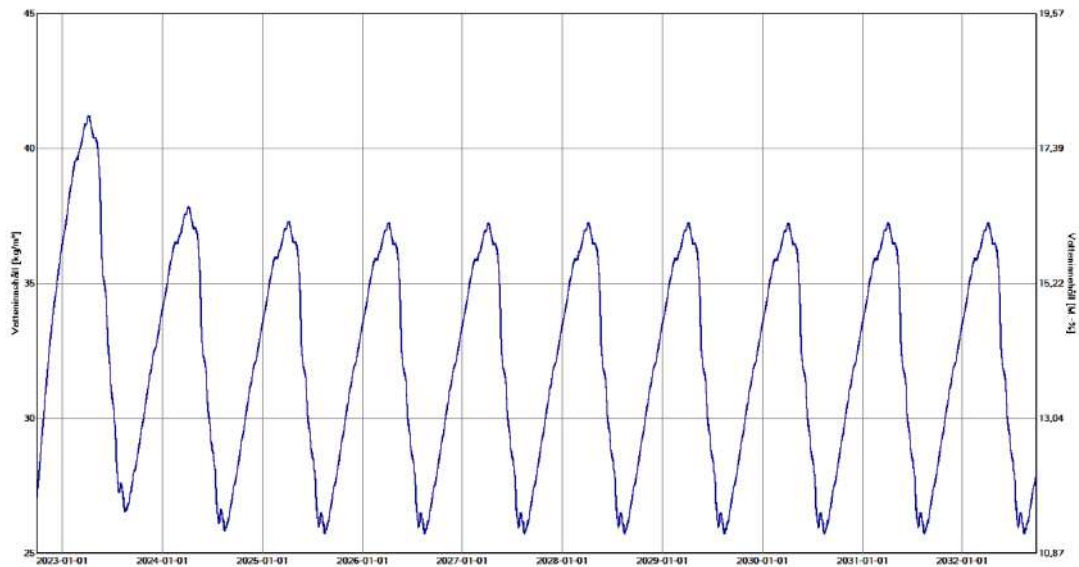


Även med högt inbyggd fuktinnehåll torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

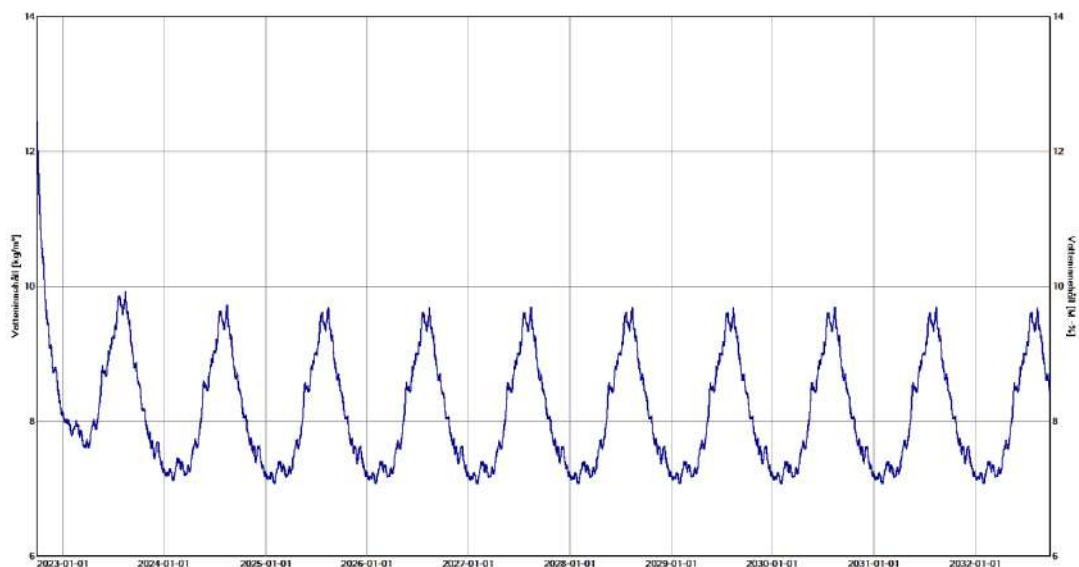
Enstaka skikten

Träfiber bakom putsen:



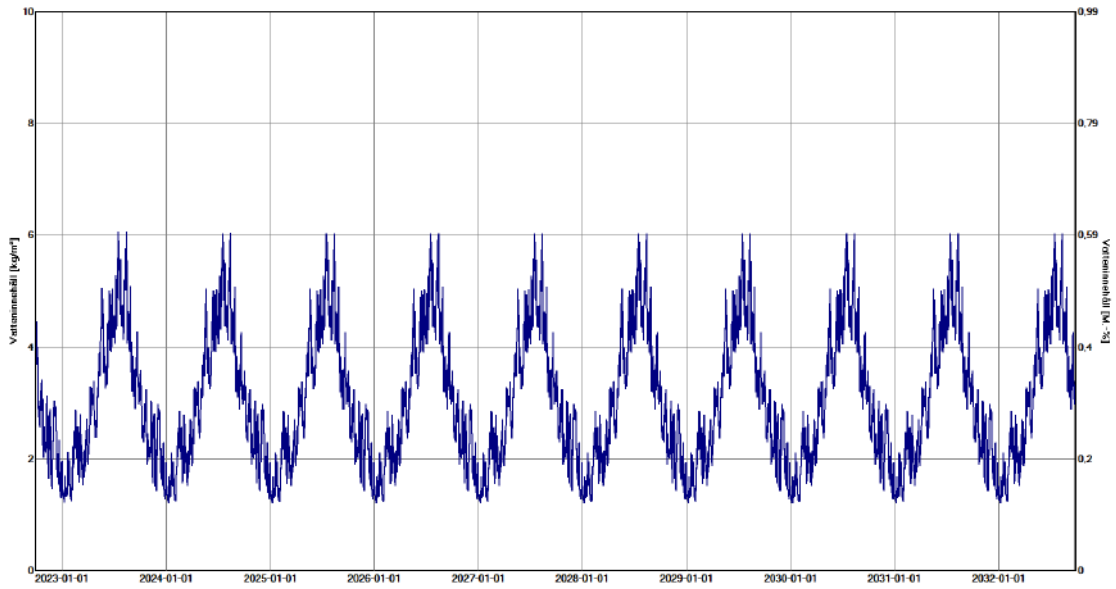
Träfiberskivan har chansen att torka ut och fukttinnehållet ligger hela tiden under 16 M.-% som är under den lägsta kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



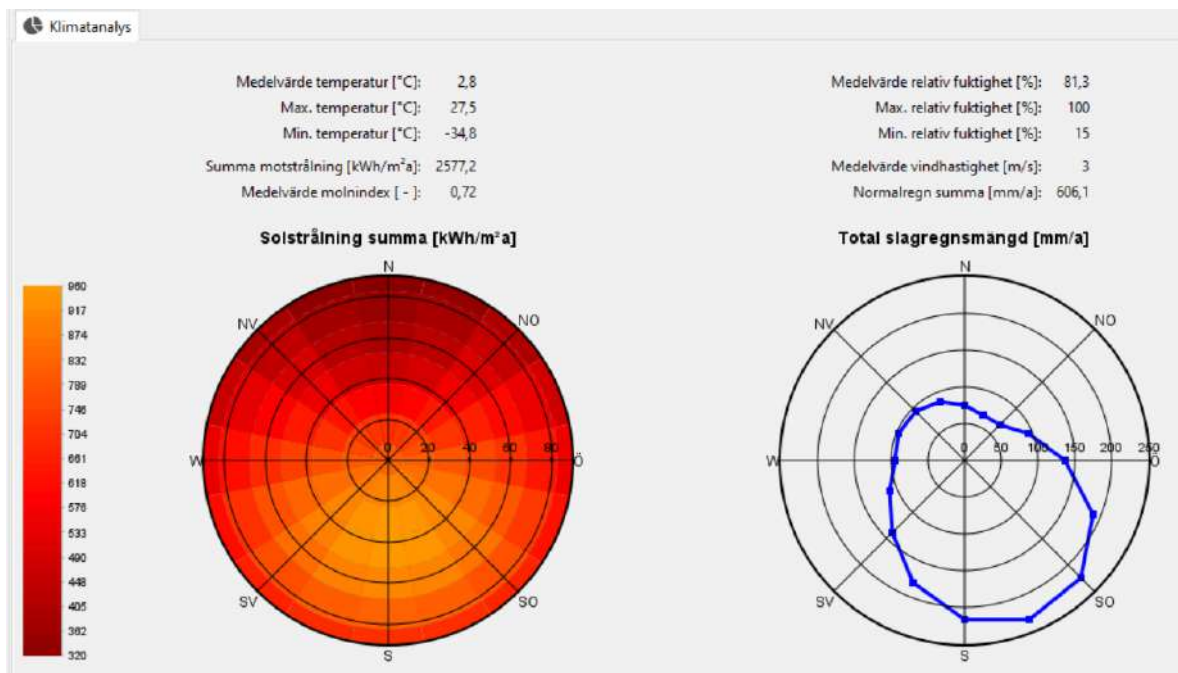
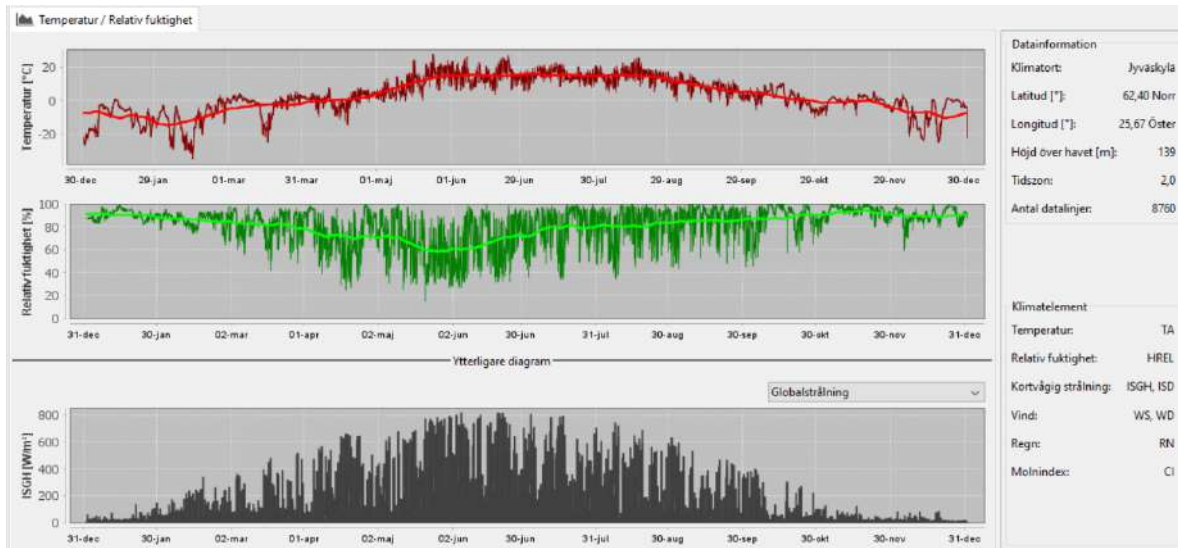
Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 10 M.-% hela tiden.

Gipsskiva:



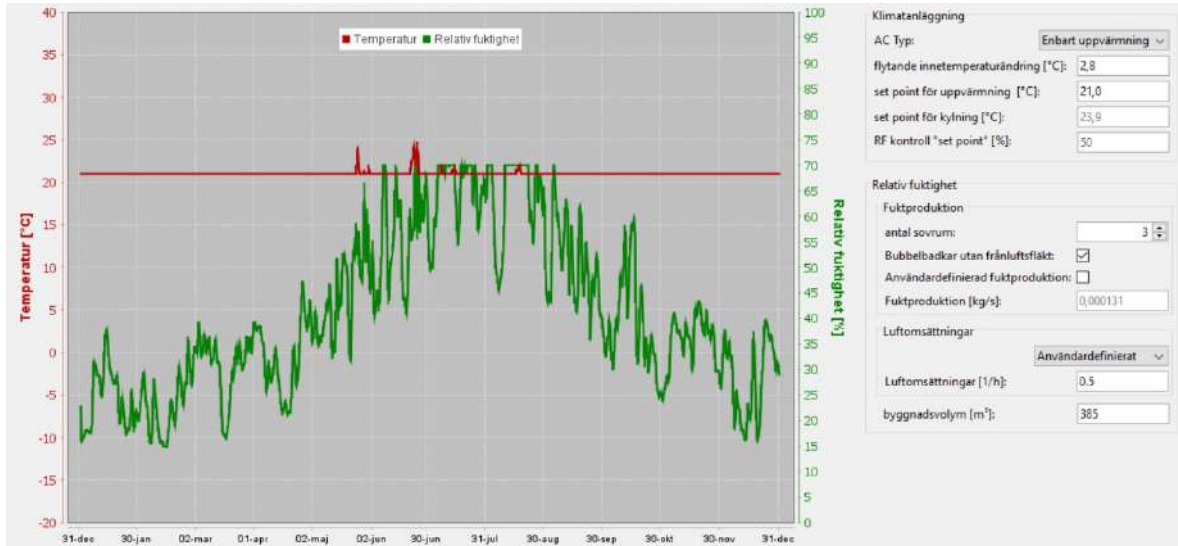
Fuktnivån tar här inga skadliga former.

Utomhusklimatet Jyväskylä (Finland)



Den starkaste riktningen för drivande regn är syd-sydöst. Där finns det mycket solstrålning, med högre torkningsförmåga än den som finns mot dem flesta andra orienteringar. Därför används sydöst-orienteringen för analyser av putsade väggar, med fortfarande mycket slagregn men något mindre uttorkningsförmåga. För ventilerade fasader är strax norrut alltid den avgörande orienteringen.

Inomhusklimatet Jyväskylä

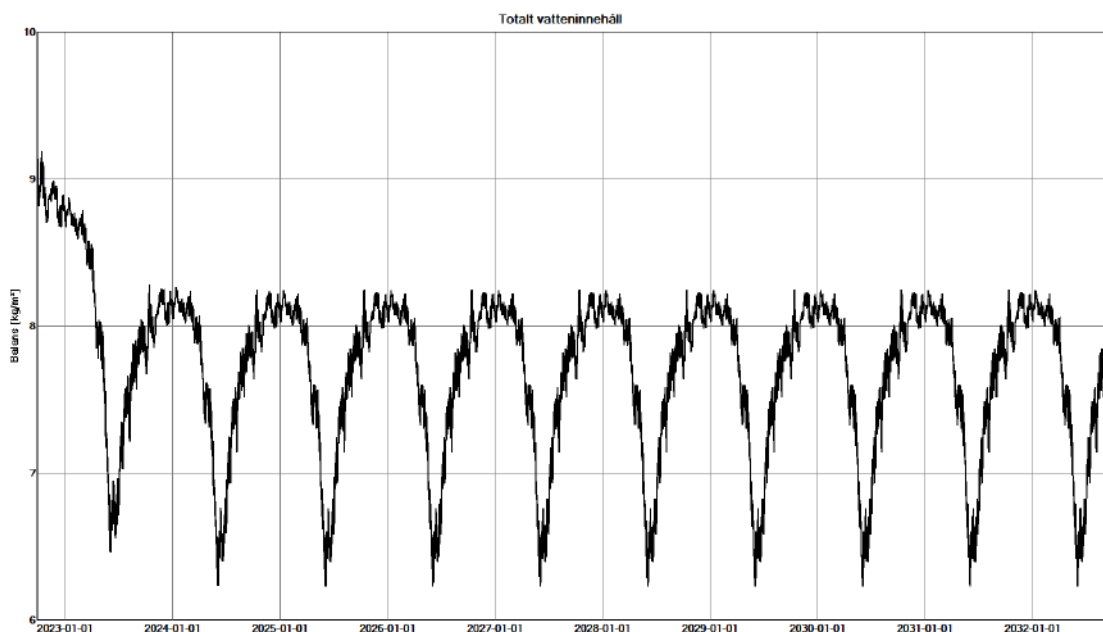


Resultat Jväsby

Följande diagram visar vatteninnehållet totalt och i de enskilda skikten.

Väggtyp A - ventilerad fasad, puts på insidan

Hela väggen

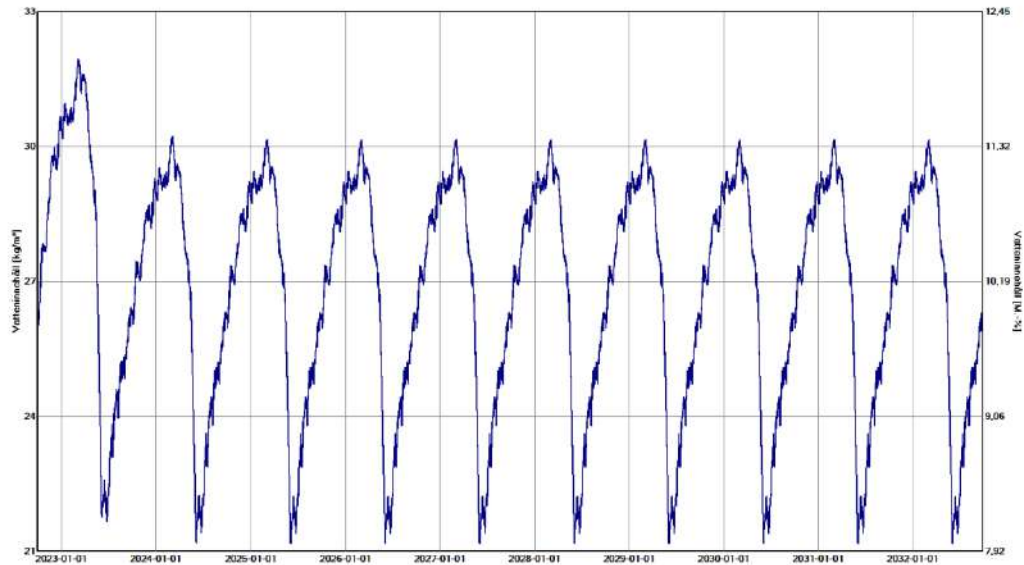


Även med högt inbyggd fukttinnehåll (80%) torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

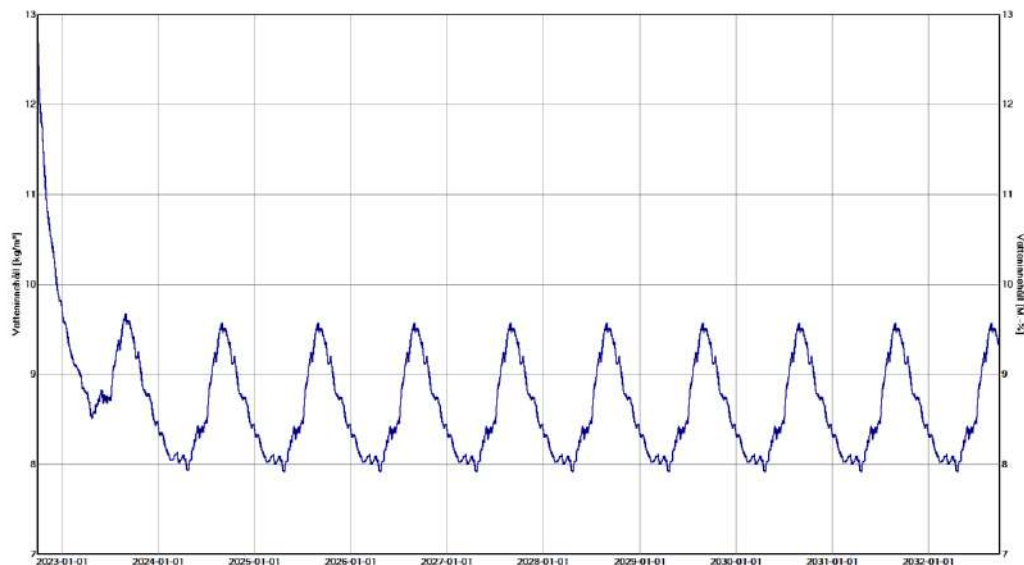
Enstaka skikten

Träfiber bakom luftspalten:



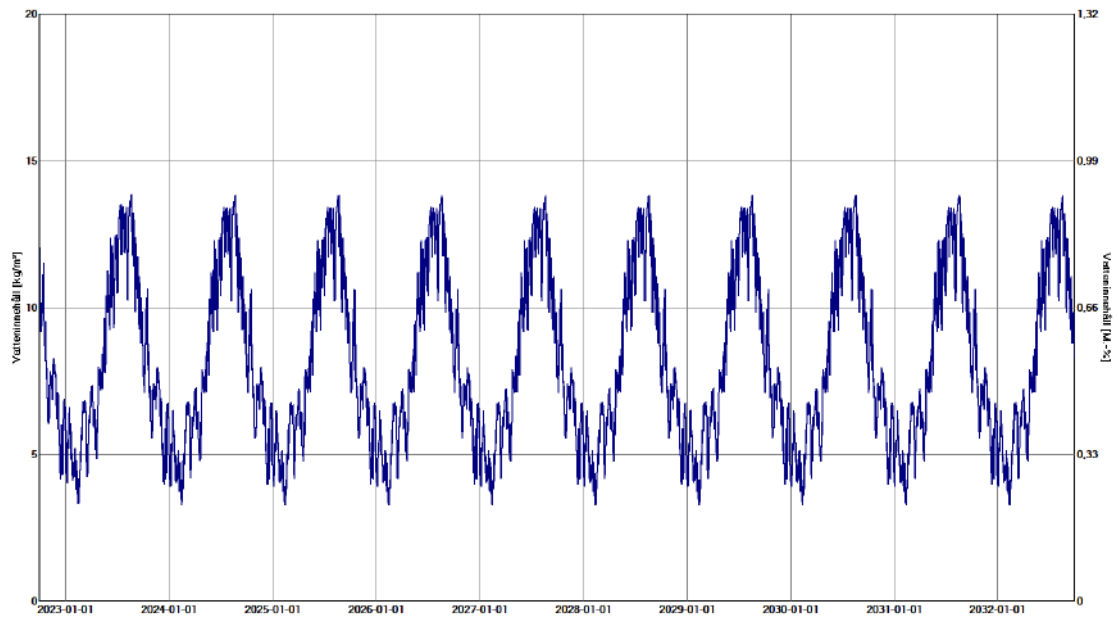
Träfiberskivan har chansen att torka ut och fukttinnehållet ligger hela tiden under 12 M.-% som är långt under den lägsta kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 10 M.-% hela tiden.

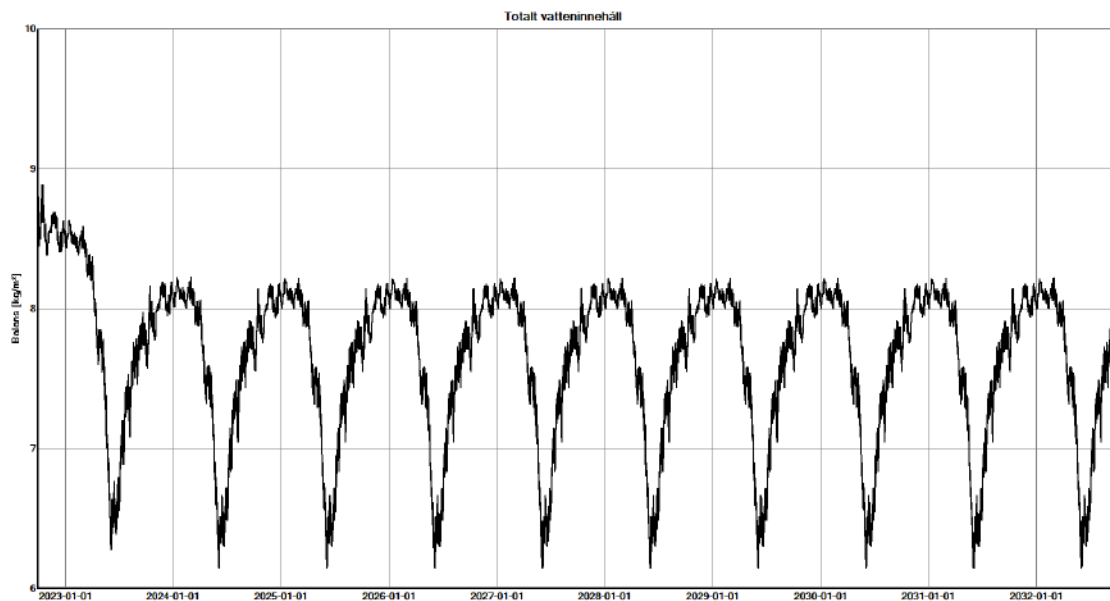
Putsskikt:



Fuktnivån tar här inga skadliga former. Tvärtom: skiktet bidrar till att förbättra inomhusklimatet genom att buffra luftfuktigheten.

Väggtyp B – ventilerad fasad, gipsskiva på insidan

Hela väggen

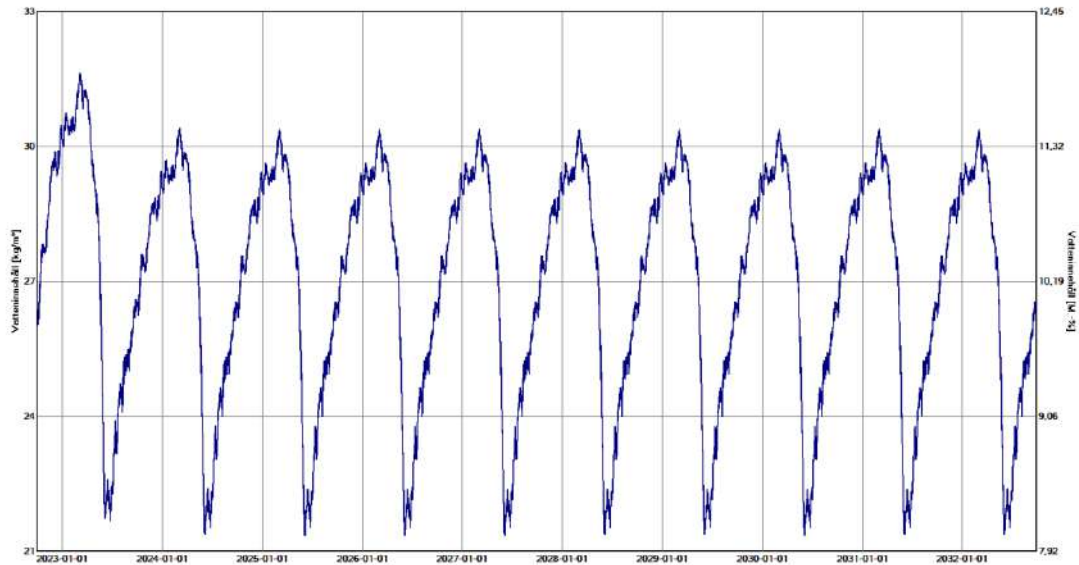


Även med högt inbyggd fukttinnehåll (80%) torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

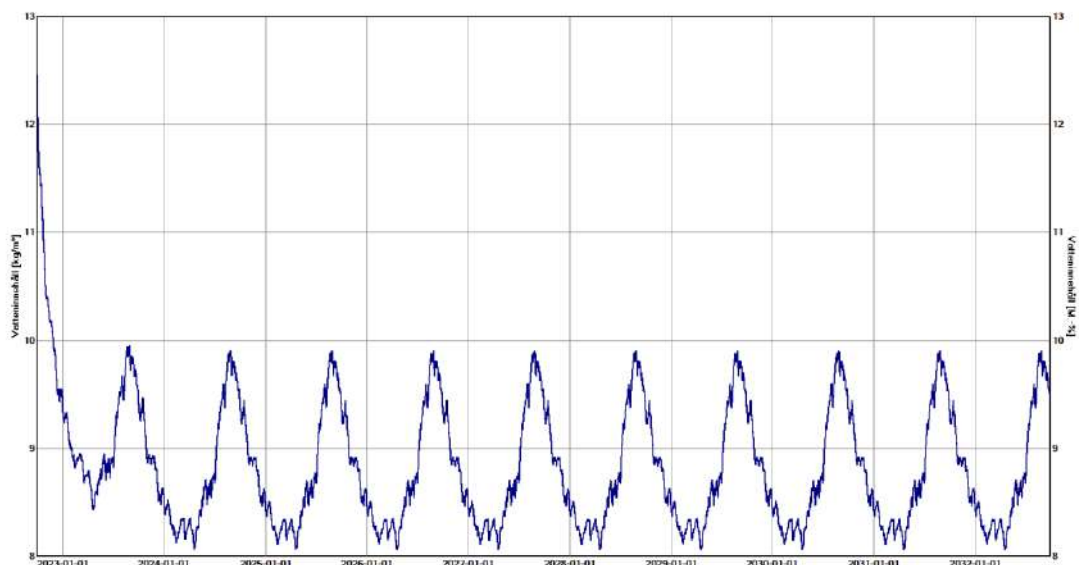
Enstaka skikten

Träfiber bakom luftspalten:



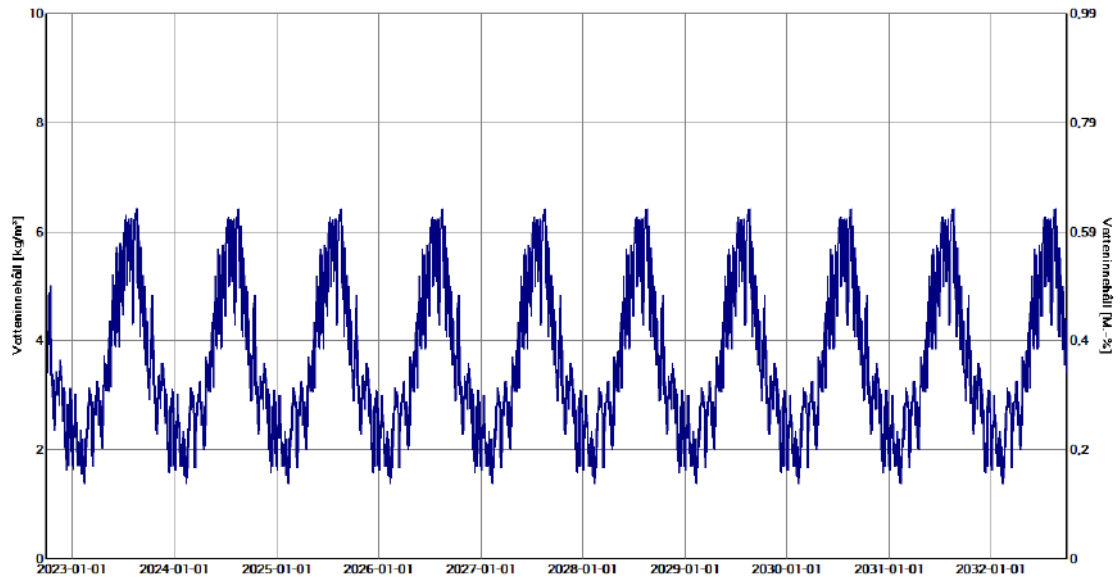
Träfiberskivan har chansen att torka ut och fukttinnehållet ligger hela tiden under 12 M.-% som är långt under den lägsta kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 10 M.-% hela tiden.

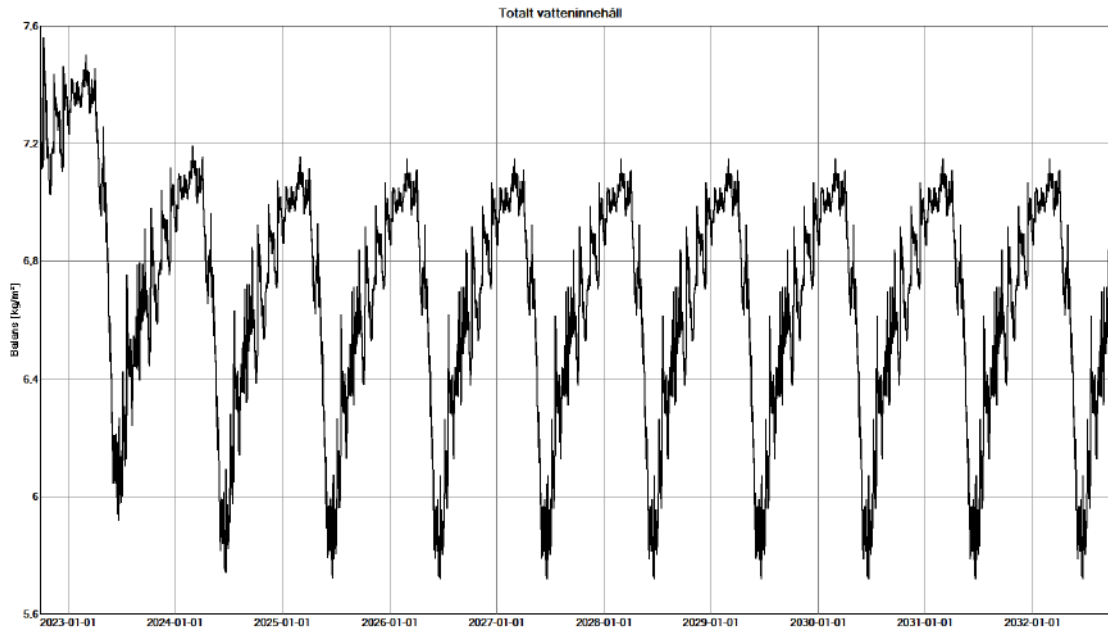
Gipsskiva:



Fuktningshalten tar här inga skadliga former.

Väggtyp C – putsad fasad, puts på insidan

Hela väggen

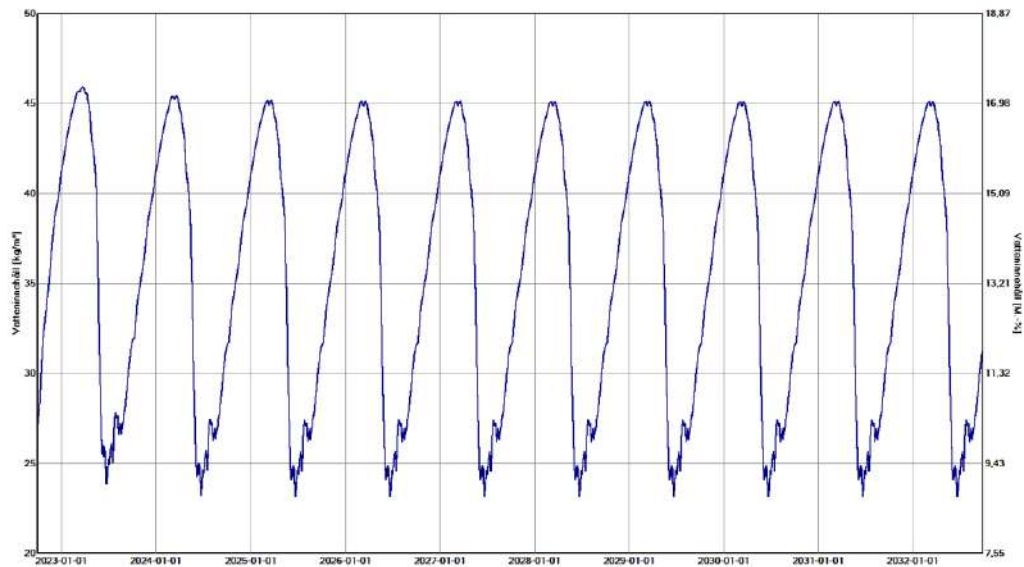


Även med högt inbyggd fukttinnehåll (80%) torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

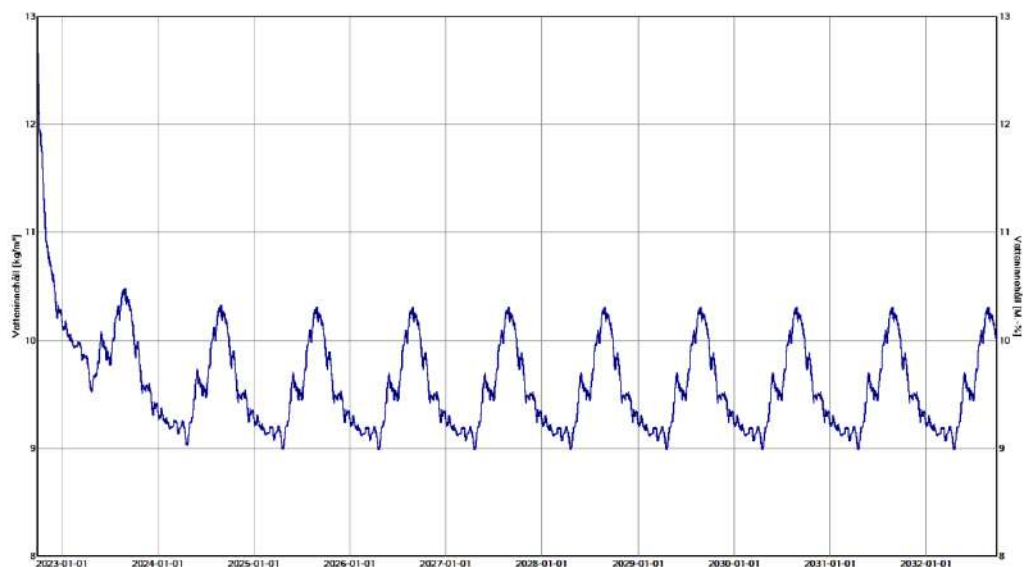
Enstaka skikten

Träfiber bakom putsen:



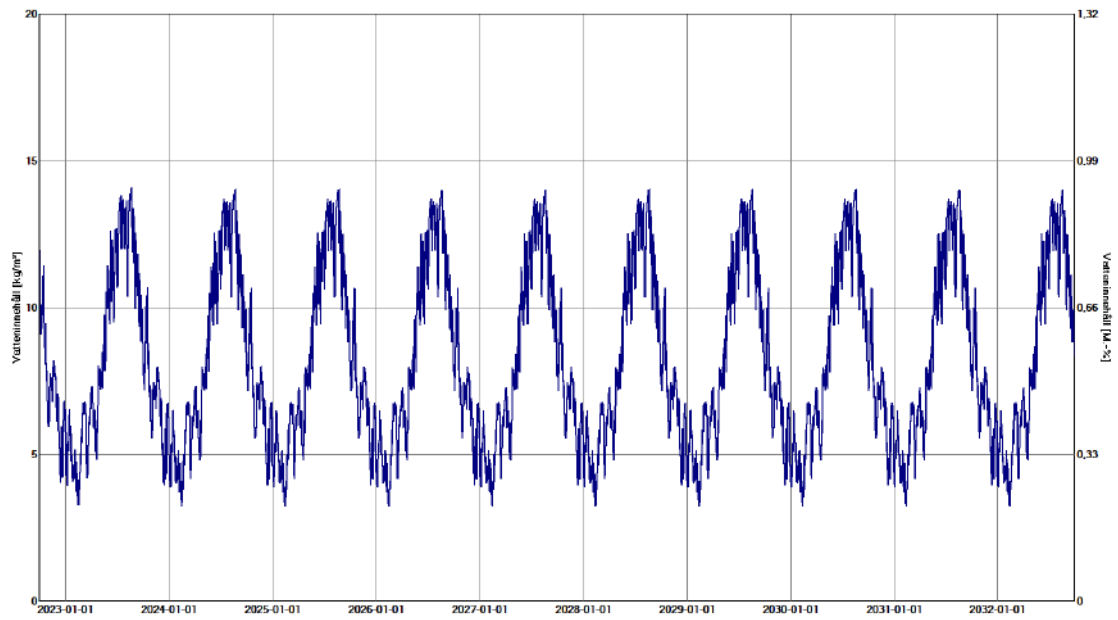
Träfiberskivan har chansen att torka ut och vatteninnehållet ligger hela tiden under de 18 M.-% som anses vara den kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 11 M.-% hela tiden.

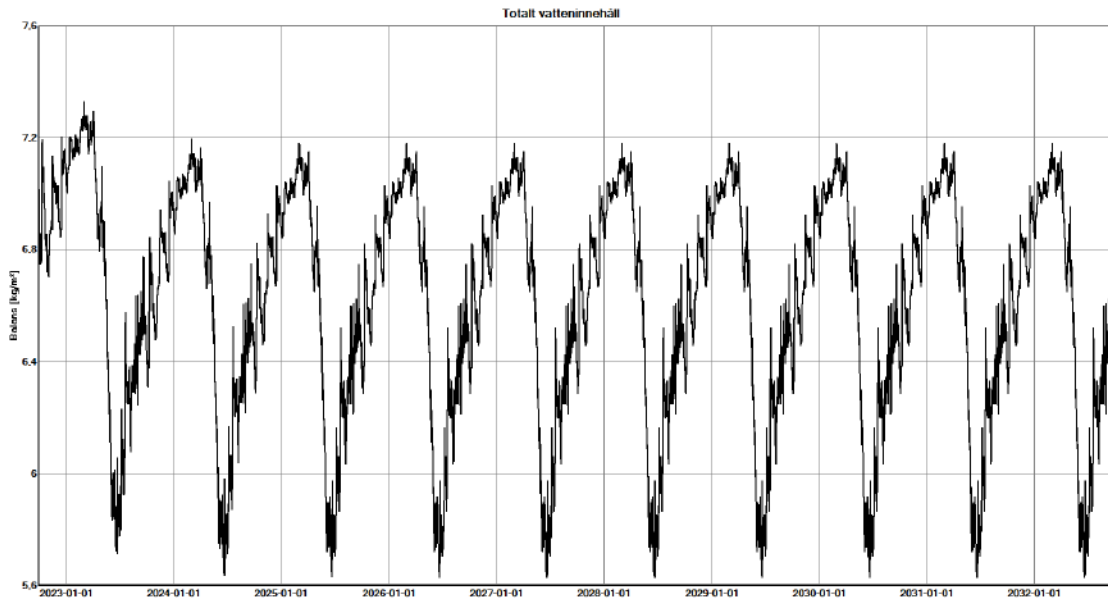
Putsskikt:



Fuktnivån tar här inga skadliga former.

Väggtyp D – putsad fasad, gipsskiva på insidan

Hela väggen

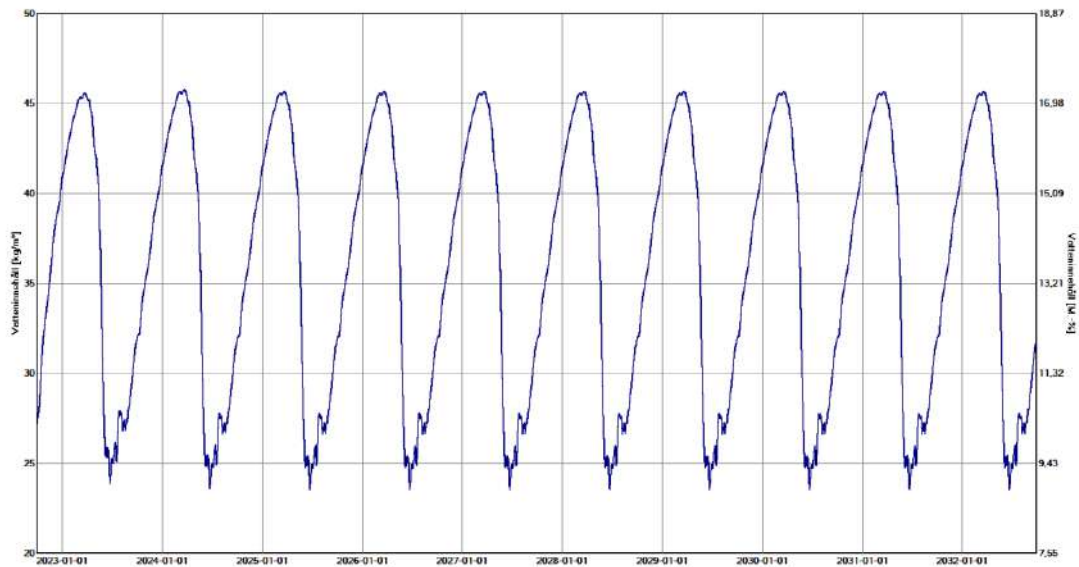


Även med högt inbyggd fukttinnehåll (80%) torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

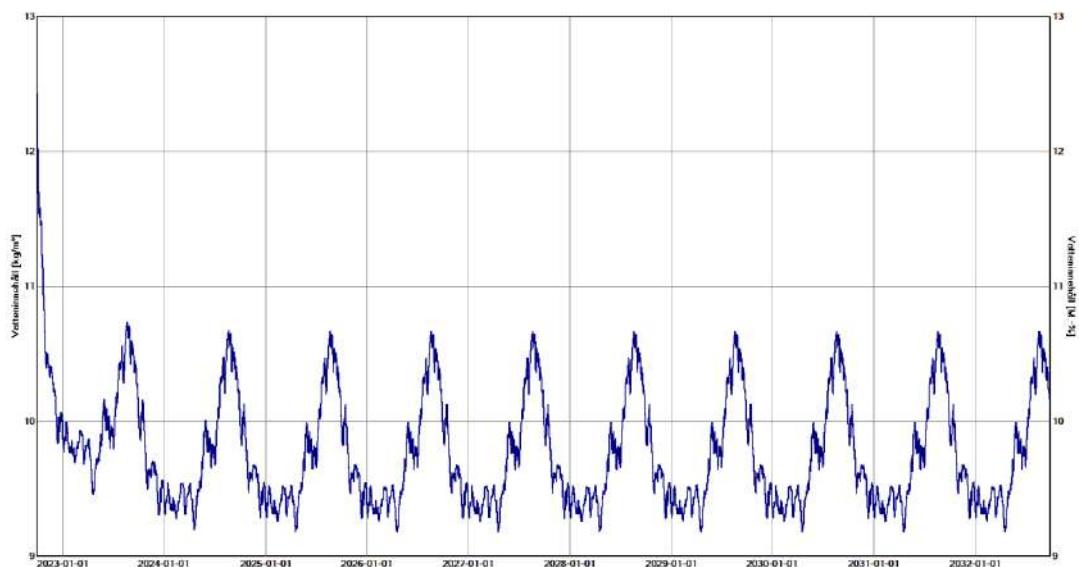
Enstaka skikten

Träfiber bakom putsen:



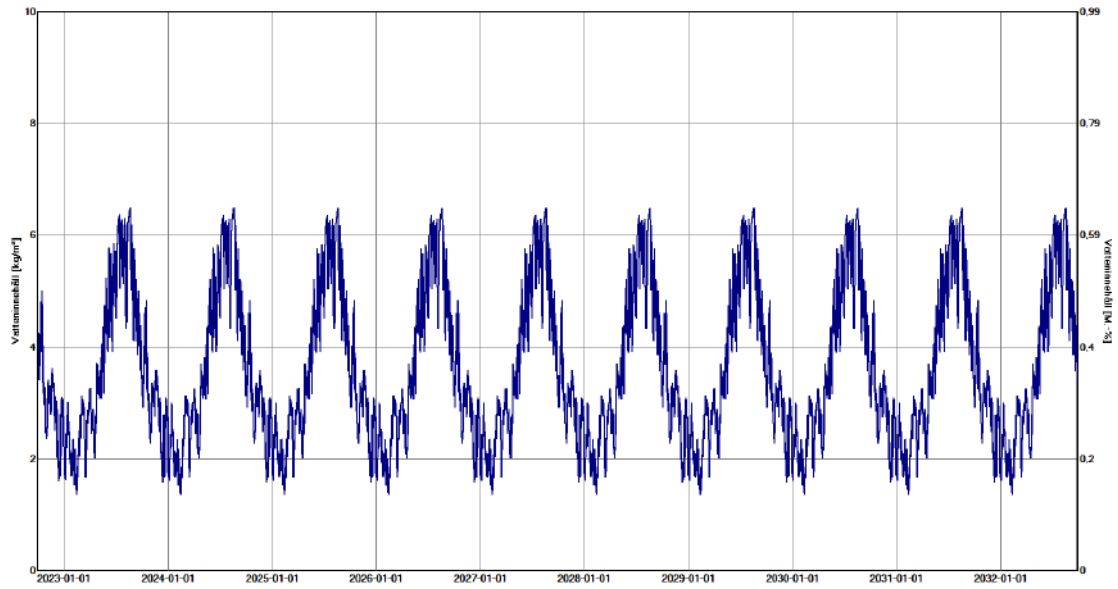
Träfiberskivan har chansen att torka ut och fukttinnehållet ligger hela tiden under de 18 M.-% som anses vara den kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



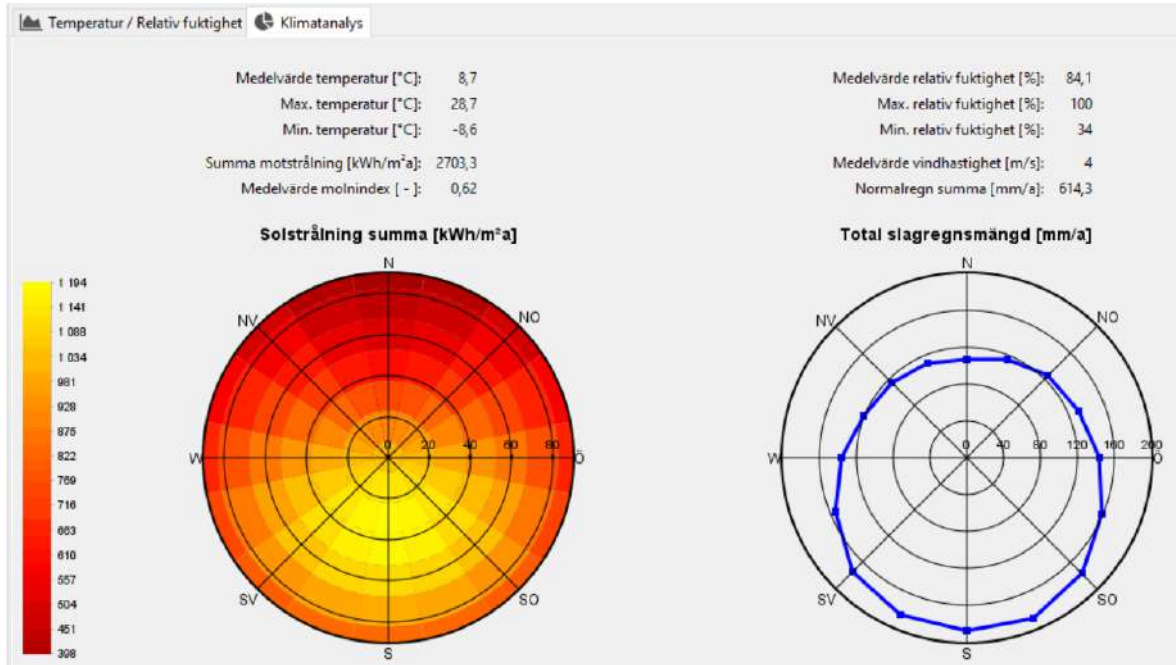
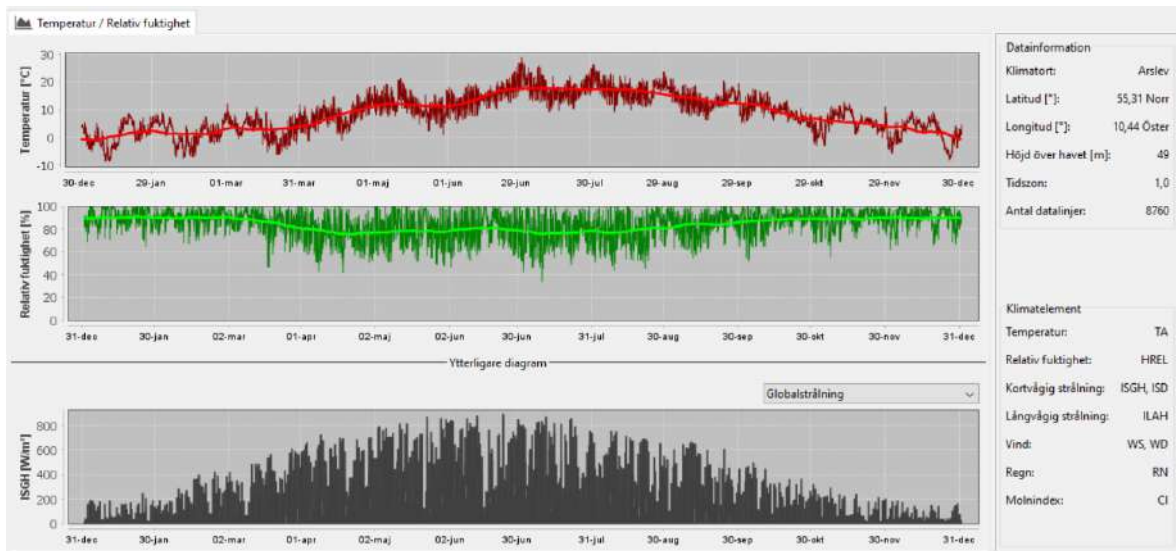
Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 11 M.-% hela tiden.

Gipsskiva:



Fuktnivån tar här inga skadliga former.

Utomhusklimatet Årslev (Danmark)



Den starkaste riktningen för drivande regn är mot syd. Där finns det också den starkaste solstrålning, med hög torkningsförmåga. Därför används sydösterorienteringen för analyser av putsade väggar, med fortfarande hög slagregn, men mindre uttorkning från solinstrålningen. För ventilerade fasader är norrut alltid den avgörande orienteringen.

Inomhusklimatet Årlev



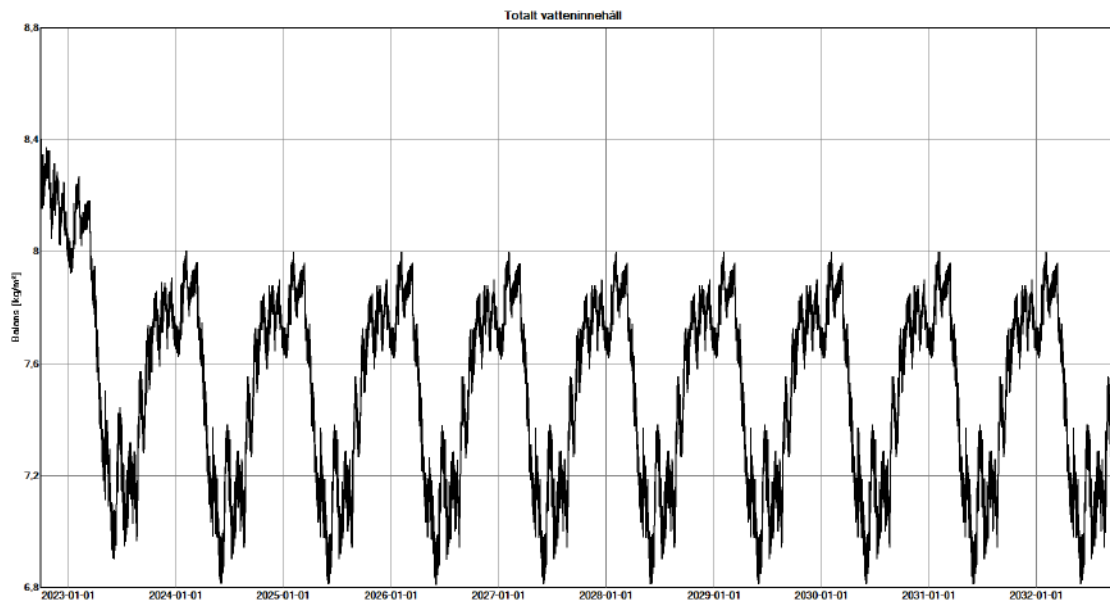
Resultat Årslev

Följande diagram visar vatteninnehållet totalt och i de enskilda skikten.

Väggtyp J - ventilerad fasad, puts på insidan

Membranen mellan asfaltträfiberskivan och EcoCoconpanelen som har används i denna simulation har ett sd-värde på 0,05 m.

Hela väggen

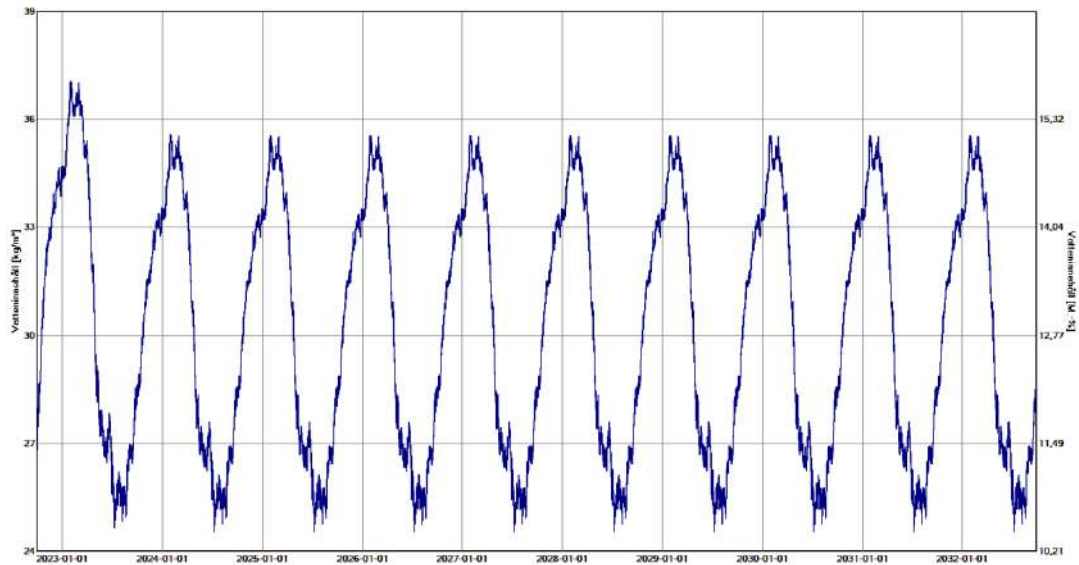


Även med inbyggd fuktinnehåll (80%) torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

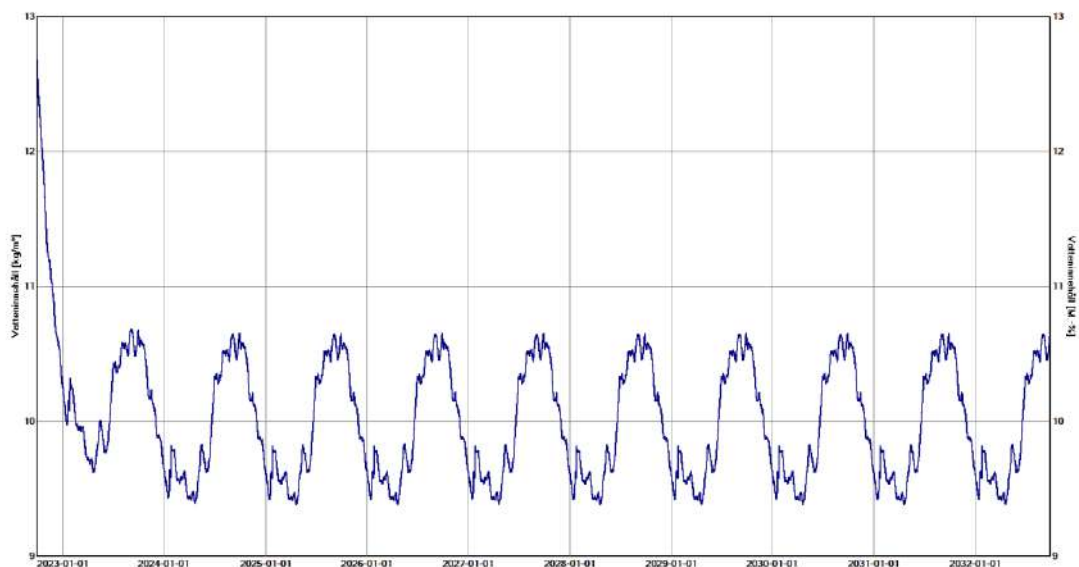
Enstaka skikten

Träfiber bakom luftspalten:



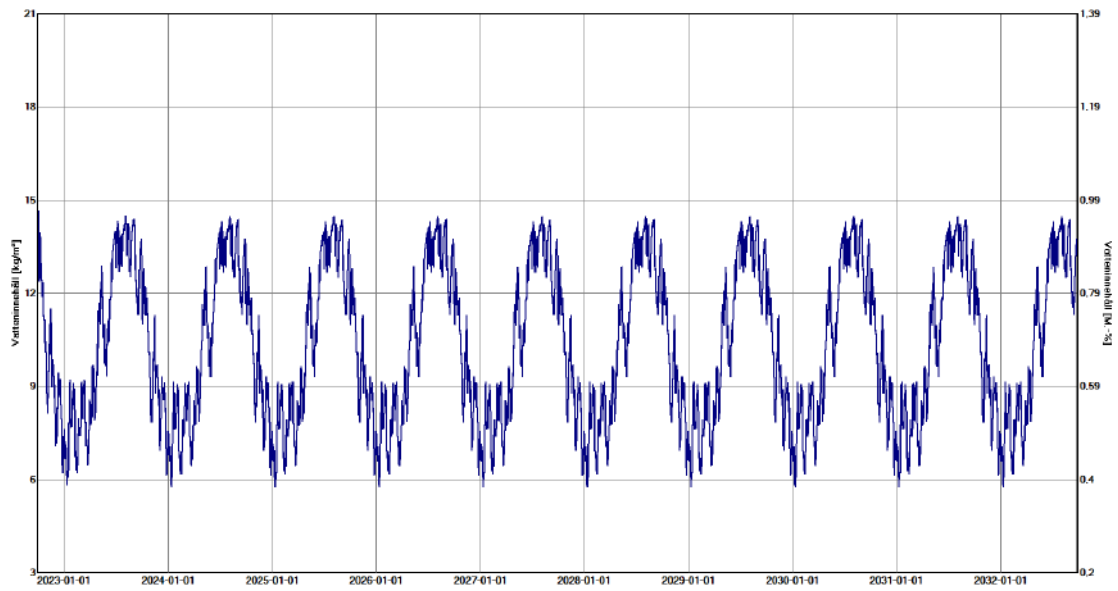
Träfiberskivan har chansen att torka ut och den vatteninnehållet ligger sedan hela tiden under 15 M.-% och därmed under den lägsta kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 11 M.-% hela tiden.

Putsskikt:

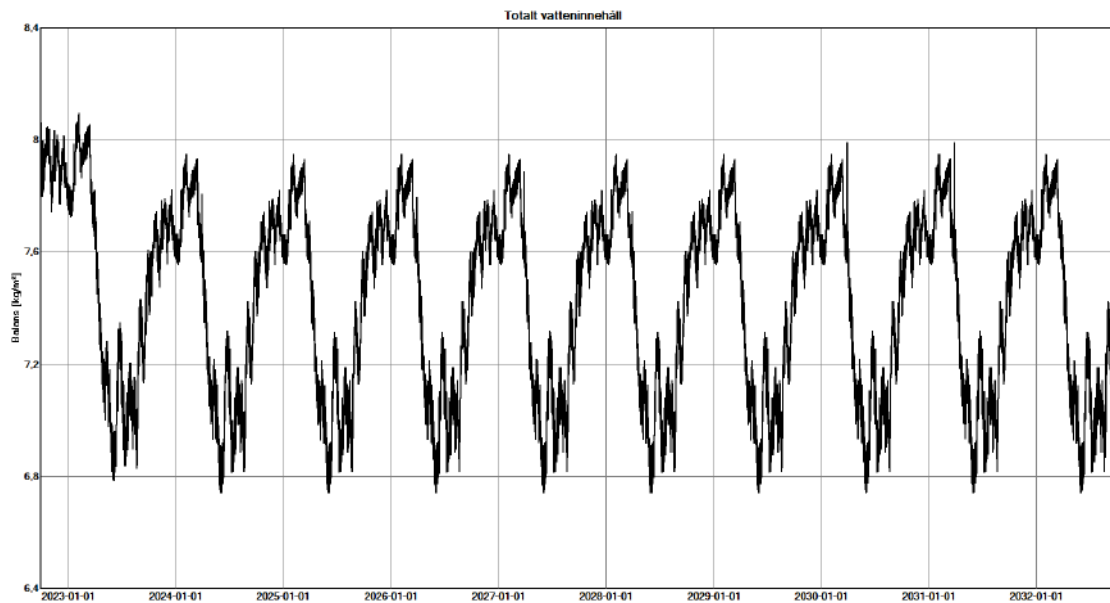


Fuktnivån tar här inga skadliga former – tvärtom: skiktet bidrar till att förbättra inomhusklimatet genom att buffra luftfuktigheten.

Väggtyp K – ventilerad fasad, gipsskiva på insidan

Membranen mellan träfiberskivan och EcoCoconpanelen som har används i denna simulation har ett sd-värde på 0,05 m.

Hela väggen

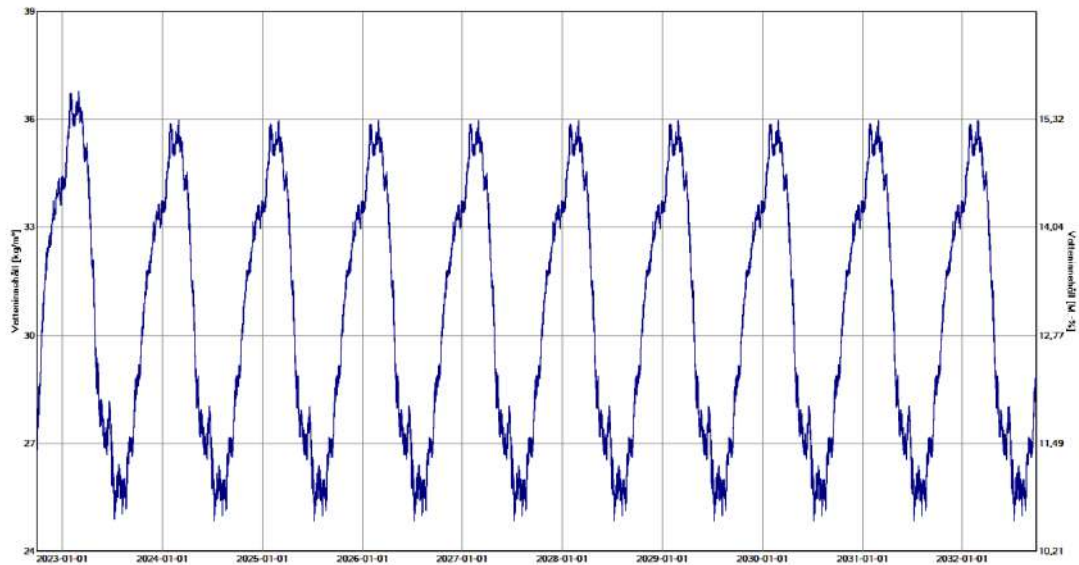


Även med inbyggd fukttinnehåll (80%) torkar hela väggkonstruktionen ut ganska snabbt. En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

Eftersom huset består av prefabricerade moduler är risken för inbyggd fukt eller läckage ännu mindre.

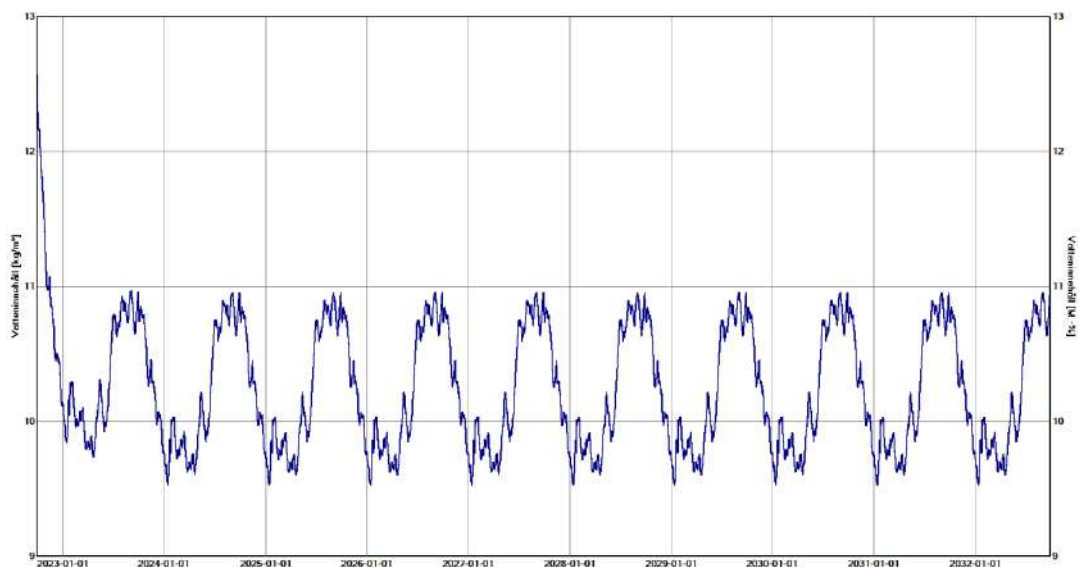
Enstaka skikten

Träfiber bakom luftspalten:



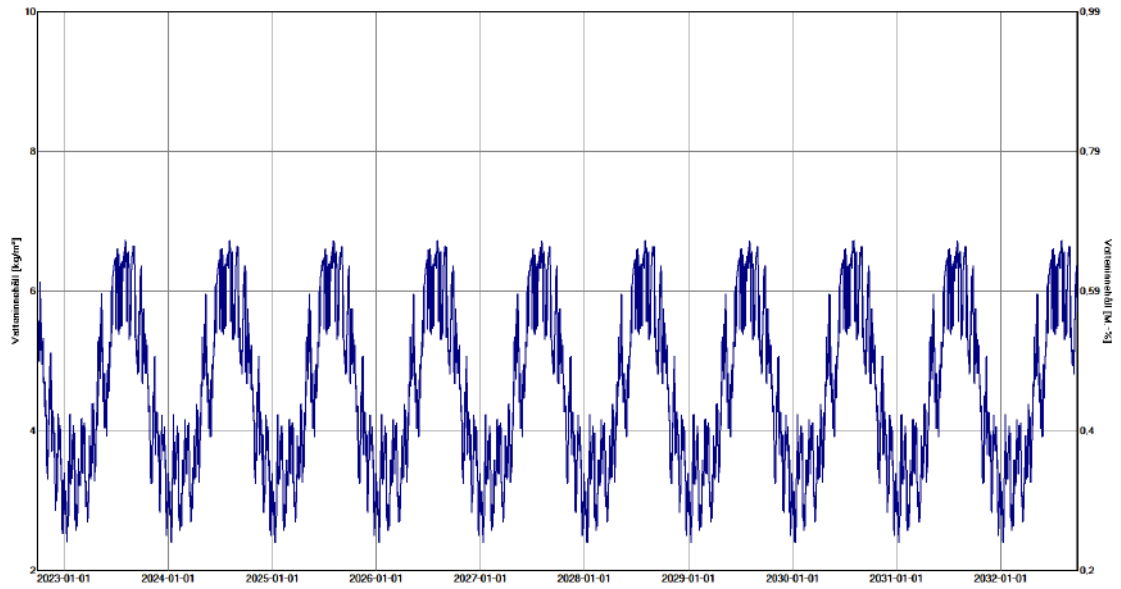
Asfaltträfiberskivan har chansen att torka ut och den relativa fuktigheten ligger hela tiden under 16 M.-% och därmed under den kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 11 M.-% hela tiden.

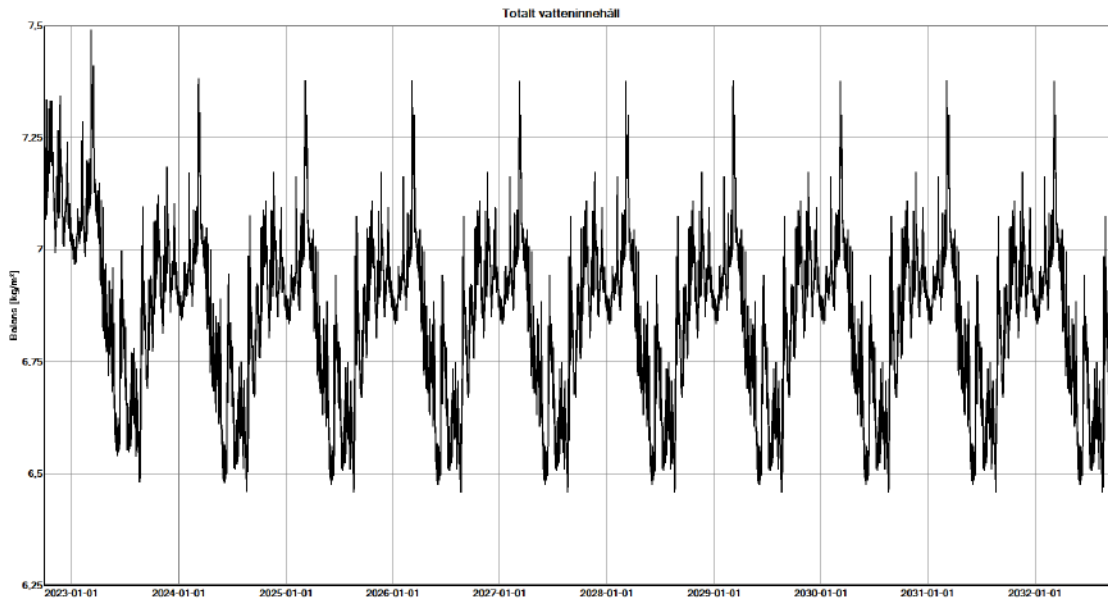
Gipsskiva:



Fuktnivån tar här inga skadliga former.

Väggtyp C – putsad fasad, puts på insidan

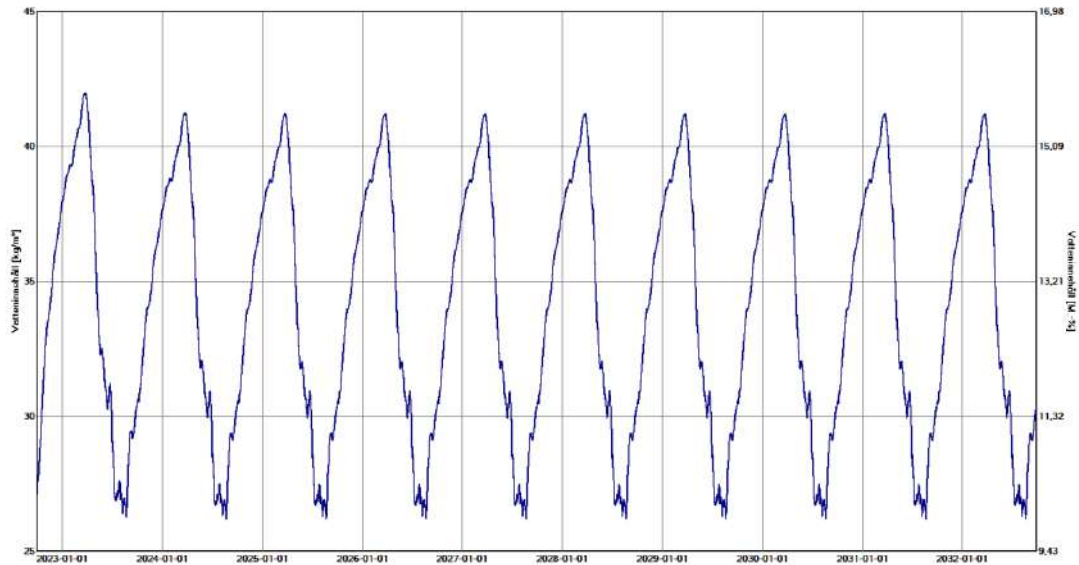
Hela väggen



En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

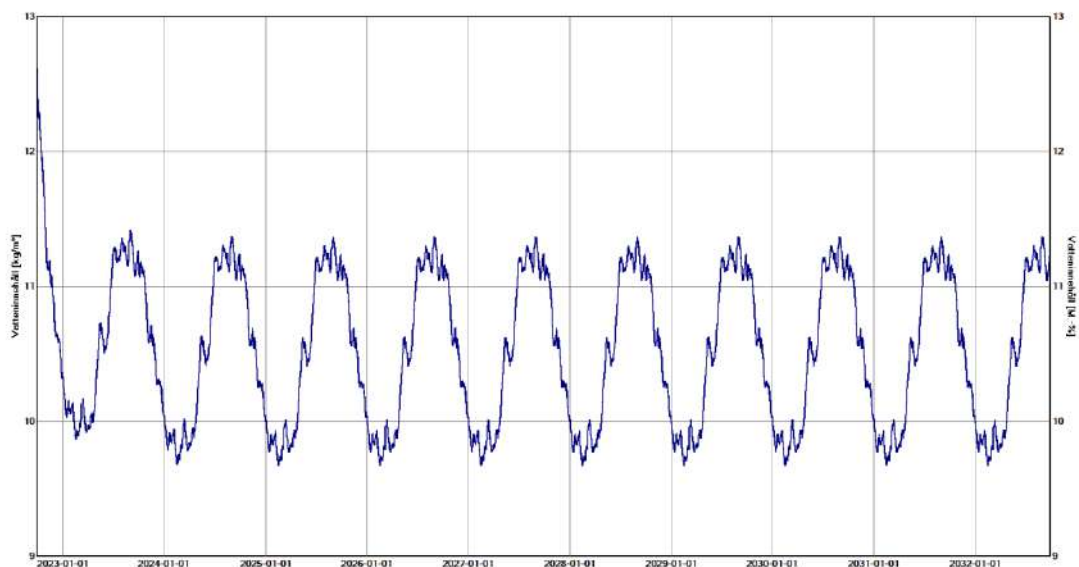
Enstaka skikten

Träfiber bakom putsen:



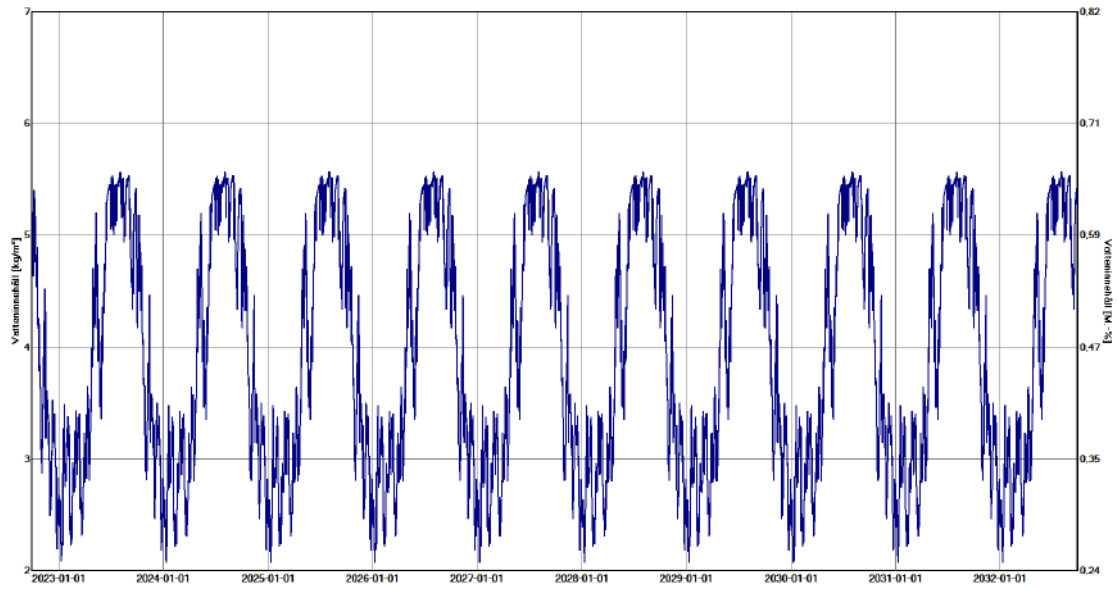
Träfiberskivan har chansen att torka ut och vatteninnehållet ligger hela tiden under de 18 M.-% som anses vara den kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 12 M.-% hela tiden.

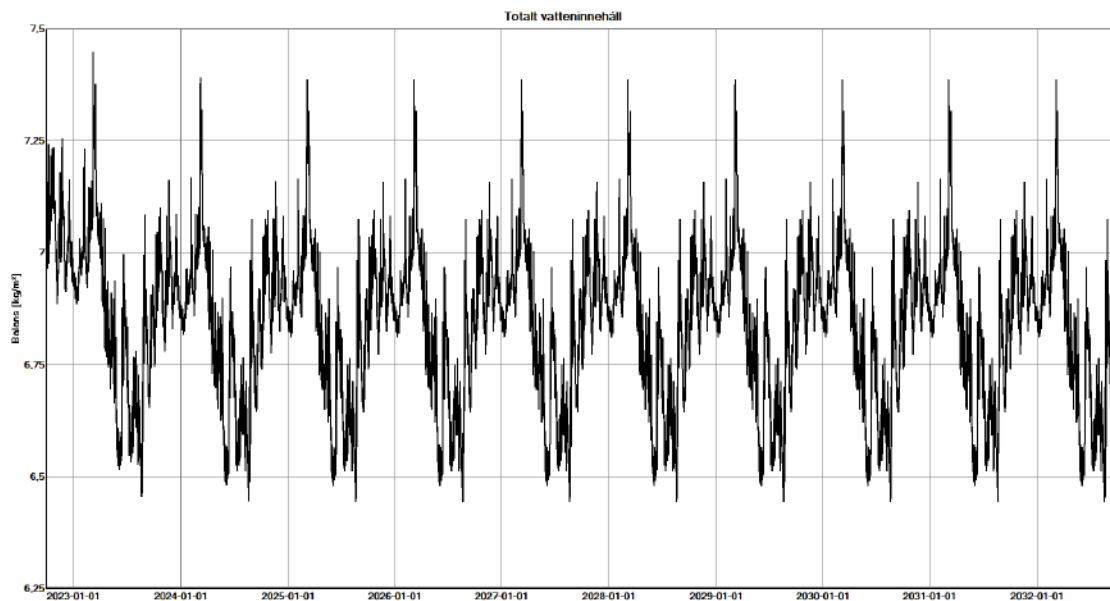
Putsskikt:



Fuktnivån tar här inga skadliga former.

Väggtyp D – putsad fasad, gipsskiva på insidan

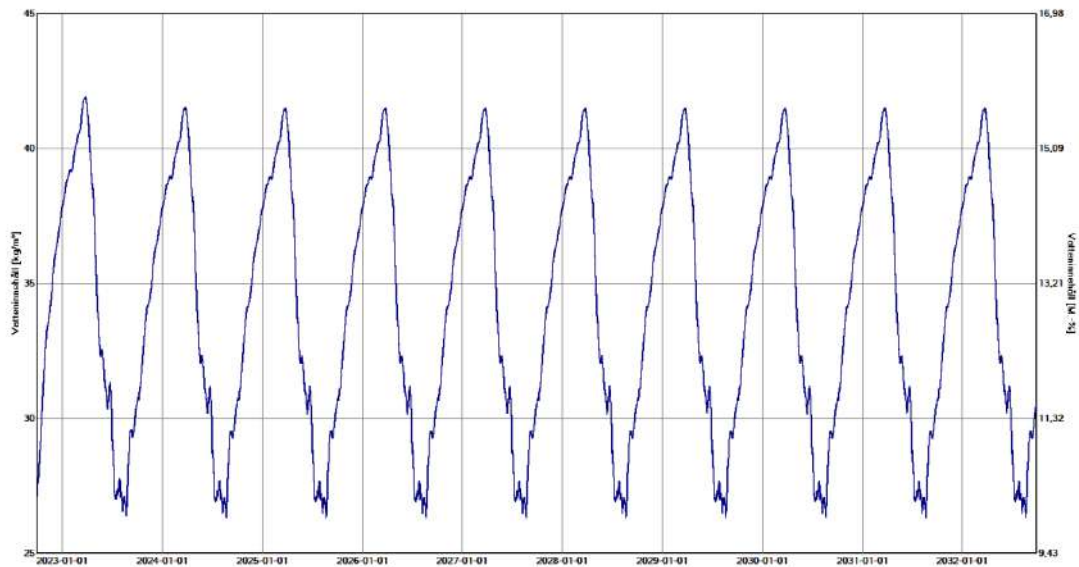
Hela väggen



En simulering över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

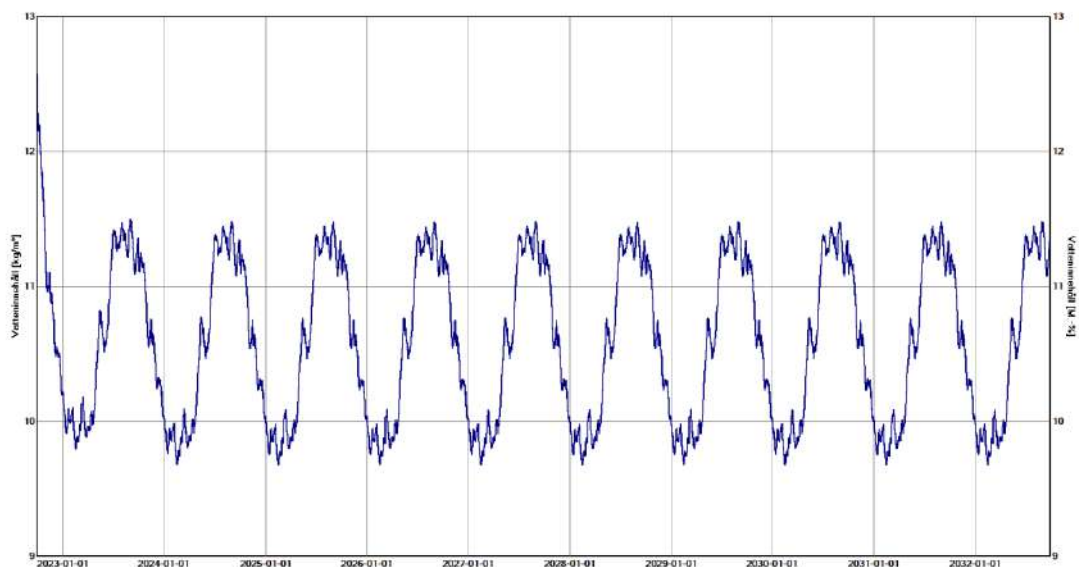
Enstaka skikten

Träfiber bakom putsen:



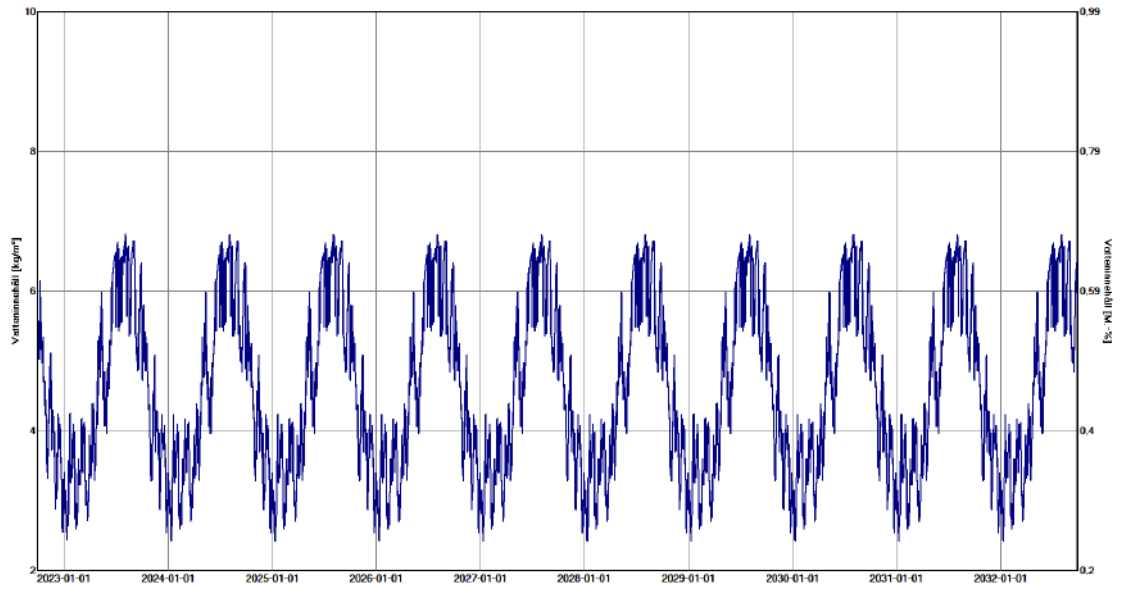
Träfiberskivan har chansen att torka ut och vatteninnehållet ligger hela tiden under de 18 M.-% som anses vara den kritiska gränsen.

EcoCocon panel (halm):



Efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet direkt och stannar under 12 M.-% hela tiden.

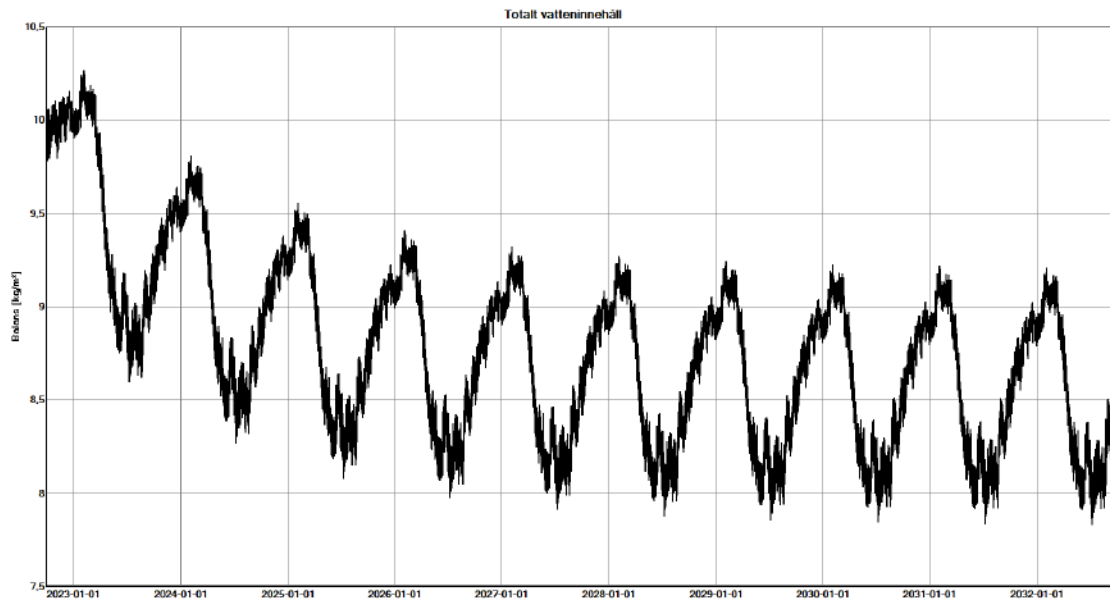
Gipsskiva:



Fuktnivån tar här inga skadliga former.

Väggtyp L

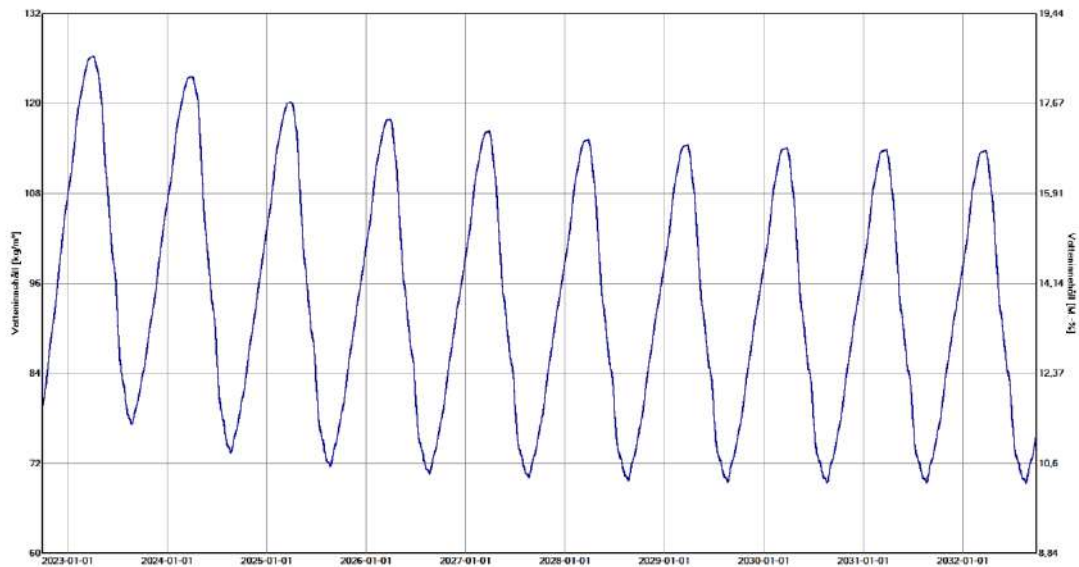
Hela väggen



Simuleringen över 10 år visar att det finns ingen ackumulering av fukt över lång sikt, men det tar några säsonger för att släppa ut den (avsliktigt hög antagna) inbyggda fukten. Någon risk för skador på byggnadssubstansen, eller mögel, kan man inte förvänta sig om arbetet utförs på ett korrekt sätt.

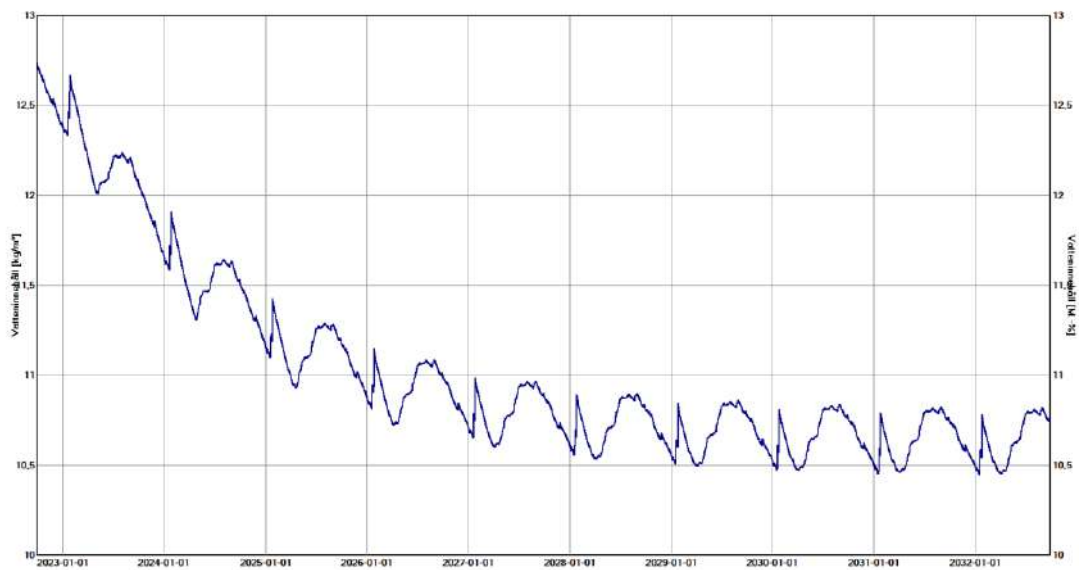
Enstaka skikten

OSB-skivan mot utomhus:



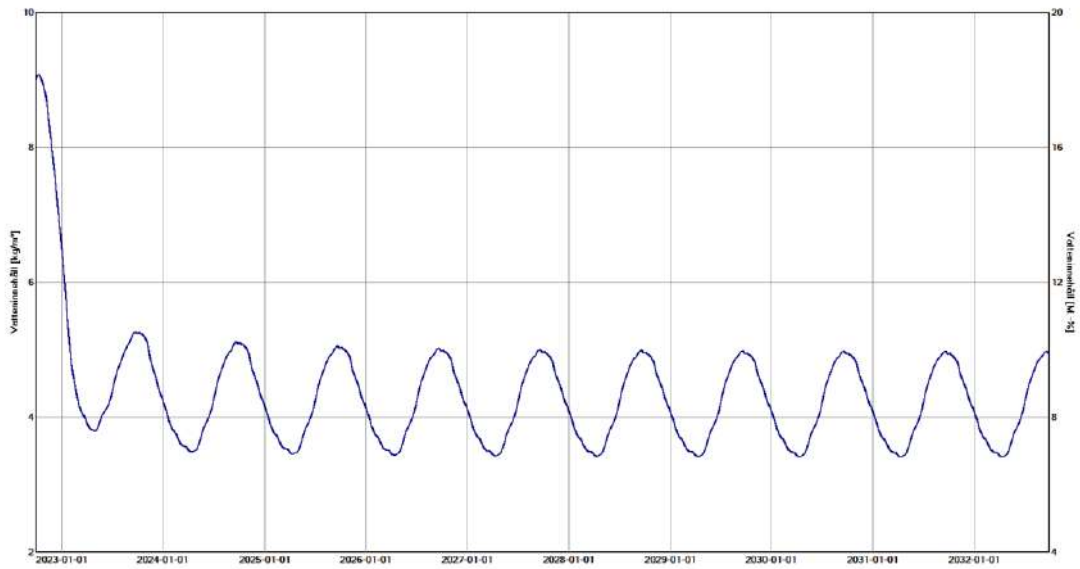
Efter några säsongers insvänging ligger vatteninnehållet permanent under 17 M.-%.

EcoCocon panel (halm):



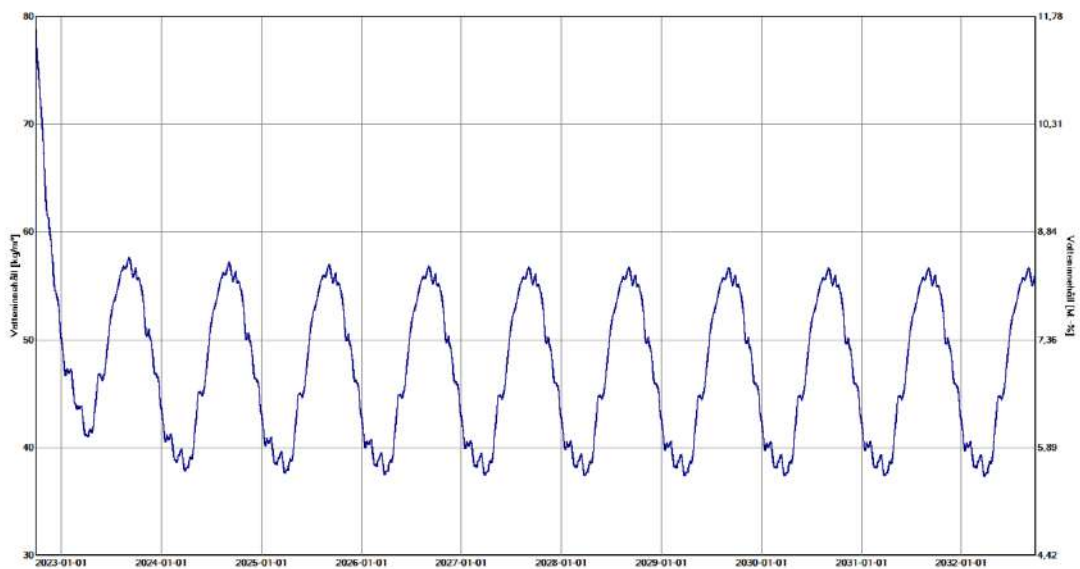
Igen tar det flera säsonger för att stanna på ett lågt nivå, men även efter det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet över tiden och är under 13 M.-% hela tiden.

Träfiberskivan:



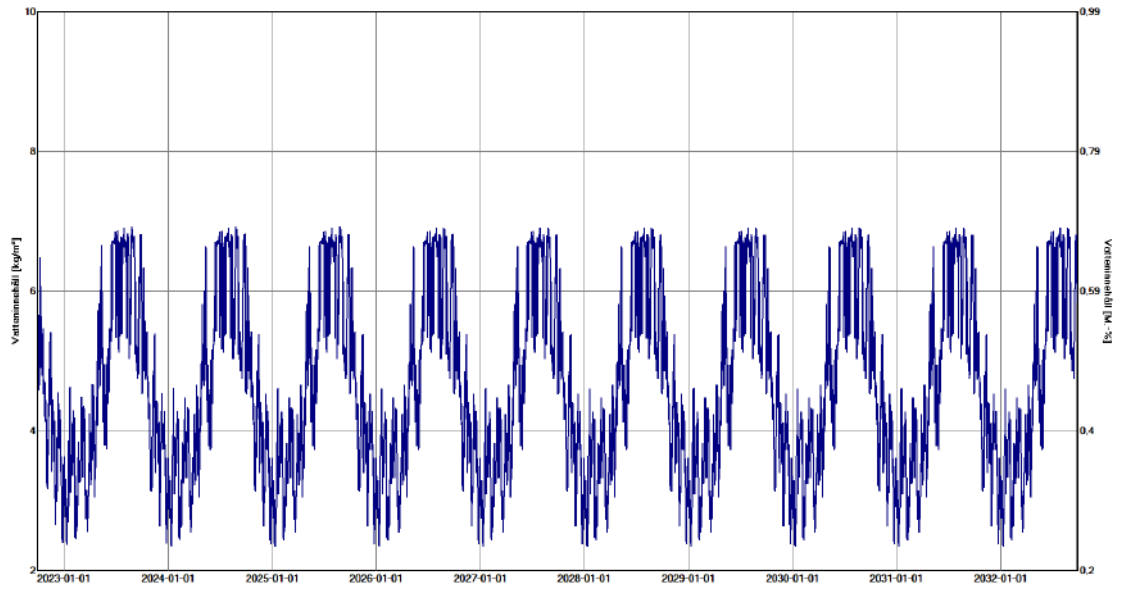
Ett lågt fuktnivå nås redan efter några månader. Även med det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet snabbt och stannar under 12 M.-%.

OSB-skivan mot insidan:



Ett lågt fuktnivå nås redan efter några månader. Även med det avsiktligt höga värdet i början sjunker vatteninnehållet snabbt och stannar under 9 M.-%.

Gipsskiva:



Fuktnivån tar här inga skadliga former.

Facit

Simuleringen visar att alla underökta väggtyper på alla orter – förutom putsade fassader i Bergen - torkar ur snabbt, även om den har 80% fuktighet vid byggstart. Naturligtvis finns det en periodisk ackumulering och minskning av fukt i de enskilda skikten, men detta når aldrig alarmerande proportioner.

Själva halmpanelerna och det inre skiktet (puts eller gipsskiva) uppvisar inga problem, men träfiberskivan är känsligare - särskilt när det gäller väggar med utvändig puts. För väggar med ytterputs i Bergen-klimatet visar simuleringen att fukthalten i träfiberskiktet är för hög under lång tid, dvs. även vid temperaturer som kan gynna mögeltillväxt. Det rekommenderas därför att i Bergen-området bara ytterväggar med ventilerade fasader används.

De putsade fassader har simulerats med ytterputs som har en vattenabsorptionskoefficient på $0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0.5})$. Om värdet är högre är det en stor fara för konstruktionen. Liksom membranen måste även den yttre putsen väljas och underhållas med omsorg.

En simulering är bara så bra som dess indata, inklusive gränsförhållanden. Kalkylen gjordes med extra säkerhetsmarginalen, men varje fall och situation är speciell. När man tillämpar resultaten i rapporten måste man därför ta hänsyn till vissa aspekter:

- 1) Beräkningarna är endast relaterade till de definierade och angivna randvillkoren och det namngivna objektet och delkonstruktioner och kan inte överföras utan ytterligare kontroll, även om konstruktionen är densamma eller likartad.
- 2) För att beräkningen ska bli representativ krävs en exakt produktion och entreprenören är ansvarig för att specifikationerna konsekvent upprätthålls.
- 3) Lufttäthet och vid behov testning av lufttäthet är en förutsättning.
- 4) De angivna fukthalterna för materialen, specifikt för trä eller träbaserade produkter, får inte överskridas. En noggrann, ren och torr förvaring måste vara en förutsättning.

Tvärred, 16 januari 2023

Ingo Theoboldt

Byggnadsfysiker, ackrediterad certifierare och designer för passivhus

Stor noggrannhet och försiktighet har iakttagits vid beräkningarna och forskningen i samband med utarbetandet av detta dokument. Ändringar och fel kan dock förekomma, och författaren kan inte hållas ansvarig för eventuella förluster eller skador till följd av användningen av informationen i dokumentet.

Du får inte kopiera, distribuera eller avslöja innehållet i denna publikation eller någon bilaga på något sätt till någon annan person.

Passivhusbyrå Ingo Theoboldt

Tel: 0762-874024

Adress: Vasared 301, 523 94 Tvärred

E-post: info@passivhusbyran.se