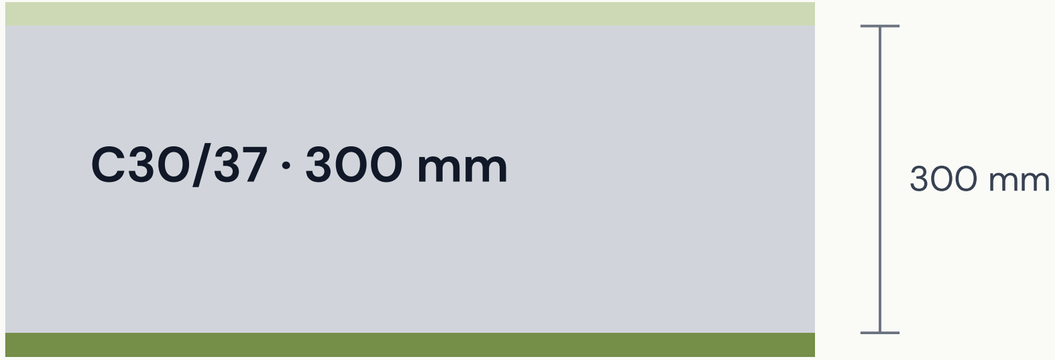
Vähähiilinen betoni talvella

Pekka Silen
Vertia Oy
pekka.silen@vertia.fi

Sama 300 mm:n laatta kaikille betoneille

Yläpinnan suojaus



Muotti: 18 mm vaneri

Alapinnan suojaus tai lämmitetty tila

Sama rakenne kaikille kolmelle massalle

300 mm

BY:n laatta C30/37 · rasitusluokat XC3 ja XC4

100 m² = 30 m³

Häviölaskennan oma koko-oletus: 10 × 10 m

18 mm vaneri

Muotti rakennekortin mukaan; suojaus eritellään

Tarkastelu päättyy lujuustavoitteeseen. 20 MPa on vertailuraja.

Suomen Betoniyhdistys: rakennekortti Laatta C30/37, lähtötiedot ja lujuuskäyrät. Suomen Betoniyhdistys: käyttö työmaalla, muotinpurku ja jälkihoito.

Kolme C30/37-reseptiä

	GWP.REF	GWP.85	GWP.70
Sementti, 300 kg/m³	Rapid 150 + Oiva 150	Oiva 300	Kolmossementti 300
Päästö, kg CO_2e/m³	233	212	175
Säästö tähän GWP.REF:iin	–	21 kg / 9,0 %	58 kg / 24,9 %

Vesi/sementti 0,60

Vettä 180 kg/m³
Sementtiä 300 kg/m³

1 880 kg/m³

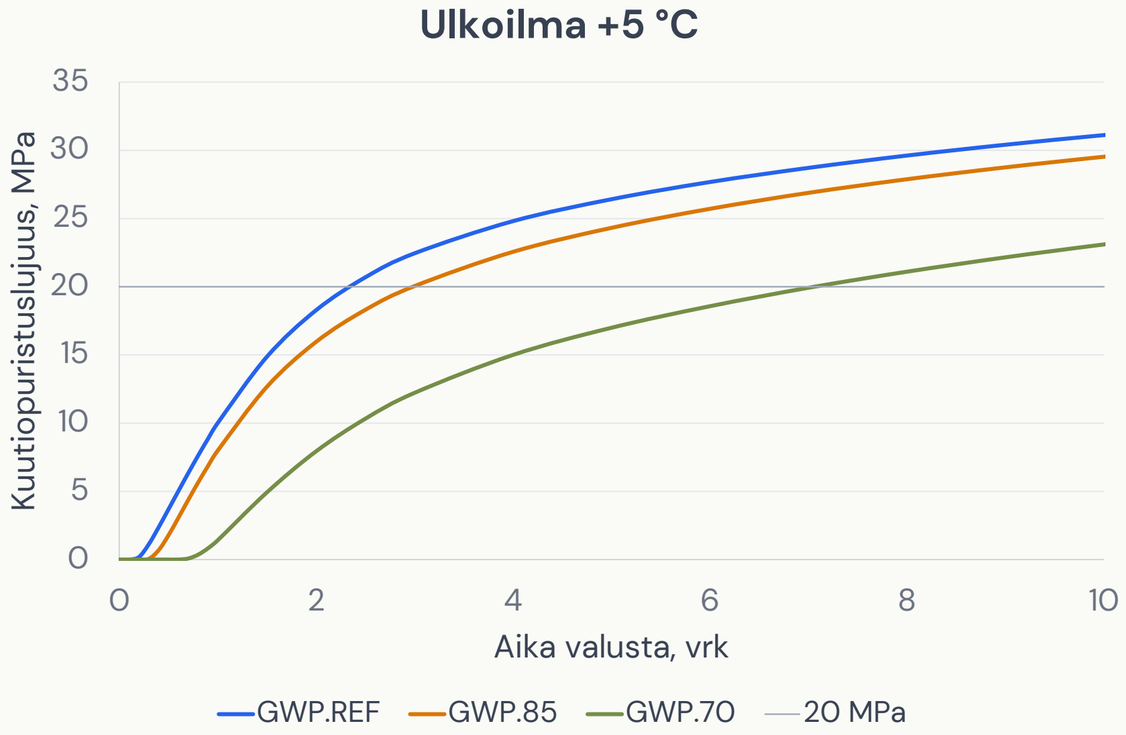
Kiviainekset: sora ja soramurske 1 330
+ kalliomurske 550 kg/m³

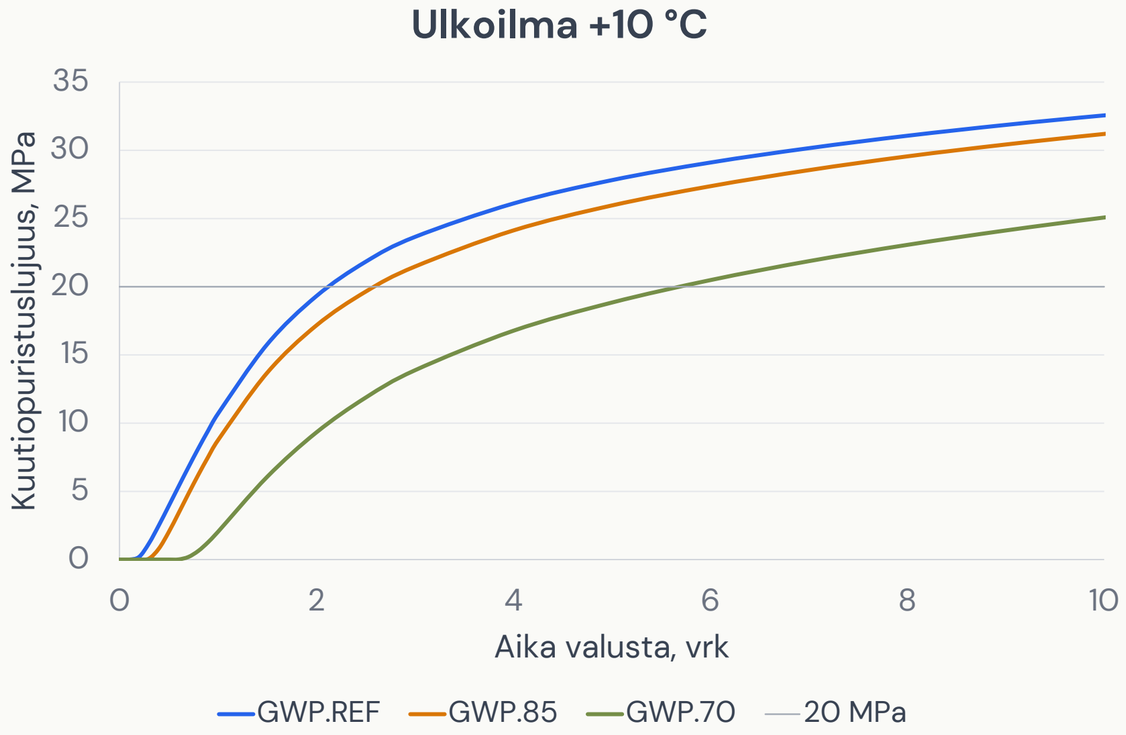
2 % ilmaa

Notkistinta 1,5 kg/m³
Rasitusluokat XC3 ja XC4

Junnila 2025, Vähähiilisen betonin käyttäytyminen eri rakenteissa ja olosuhteissa, taulukko 4. Suomen Betoniyhdistys: vähähiilisyysluokitus, A1–A3-rajaus ja luokkarajat.

Lujuudenkehitys BY:n rakennekortin mukaan



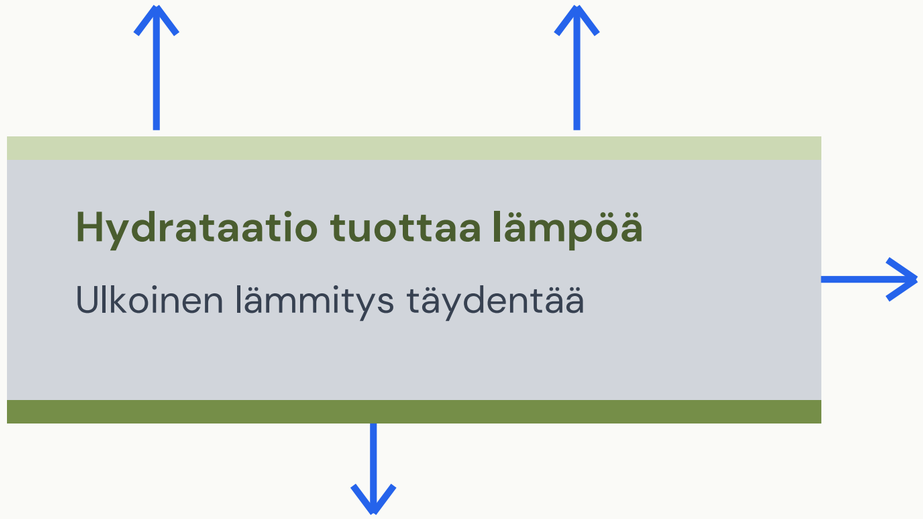


BY:n esimerkkilaskelma: betoni alussa +15 °C, ulkoilma +5 tai +10 °C, yläpinnalla routamatto ja muotti 18 mm vaneria. Harmaa vaakaviiva = 20 MPa.

Suomen Betoniyhdistys: rakennekortti Laatta C30/37, lähtötiedot ja lujuuskäyrät.

Suojaus pienentää lämpöhäviötä

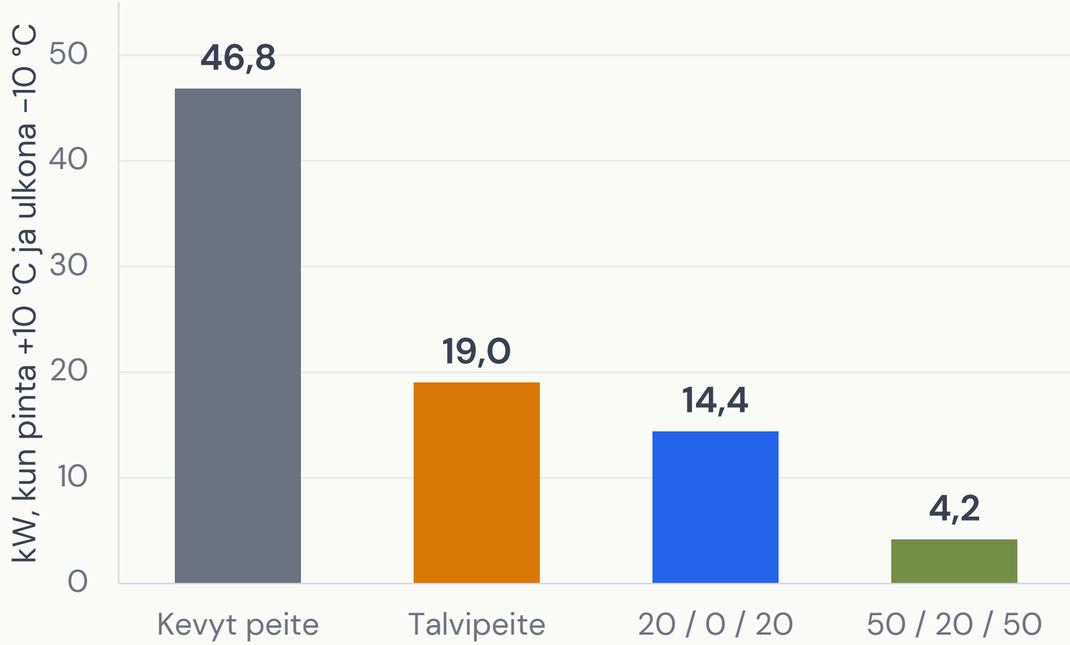
Konvektio ja lämpösäteily



Johtuminen peitteeseen, muottiin ja reunoille

Haihtuminen: myös häviö; ei mukana tässä laskelmassa

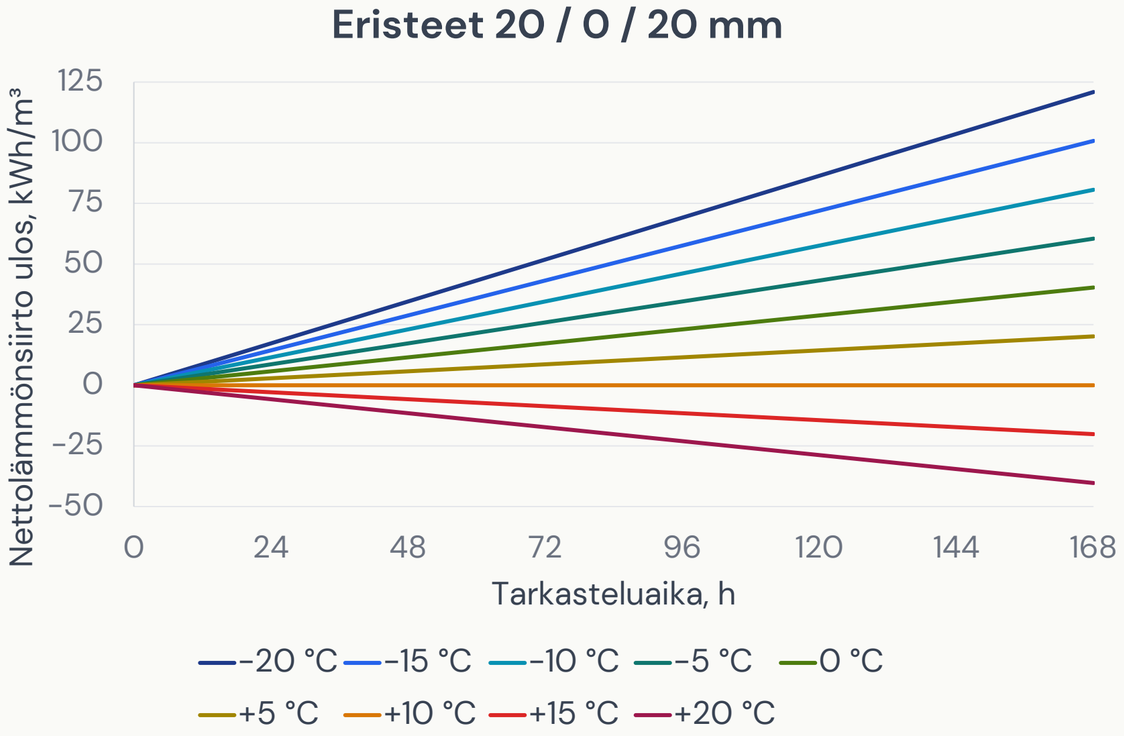
Häviöteho koko laatasta

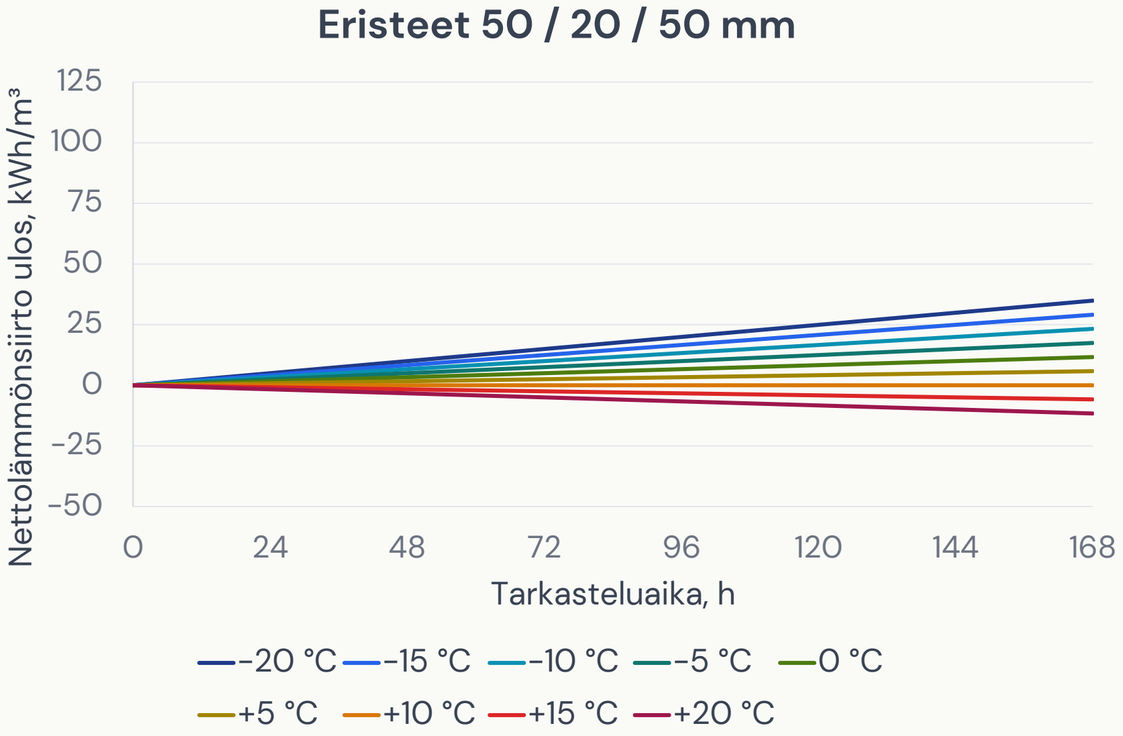


Oma häviöherkkyys: kaikki betonipinnat +10 °C, ympäristö -10 °C, tuuli 2 m/s. Mukana ylä-, ala- ja reunapinnat. Pylväät eivät ole lämmittimen tehontarpeita.

EnergyPlus Engineering Reference: pintojen konvektio, säteily ja johtuminen. Omat kerroinoletukset. MELTEX: pakkasmatto 10 mm, lämmönjohtavuus 0,050 W/(mK). Betoniteollisuus / Mittaviiva 2013: Talvibetonointi, suojaus ja lämmitysmenetelmät.

Kylmempi ympäristö ja pidempi aika lisäävät häviötä

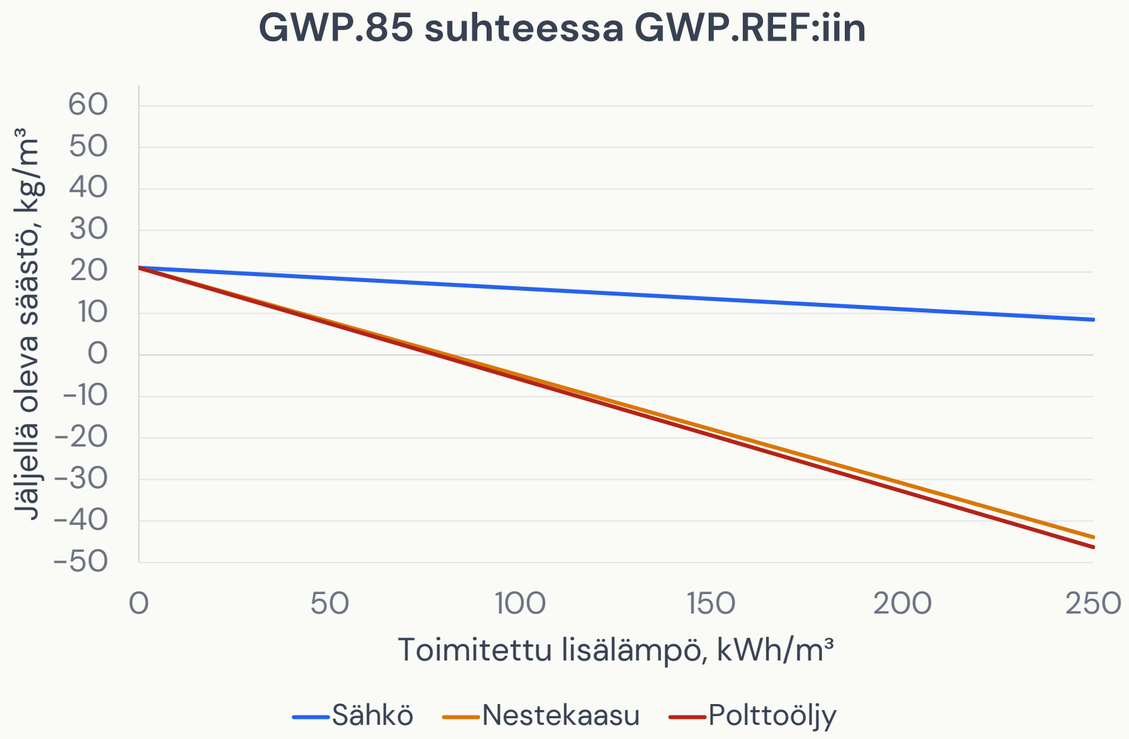


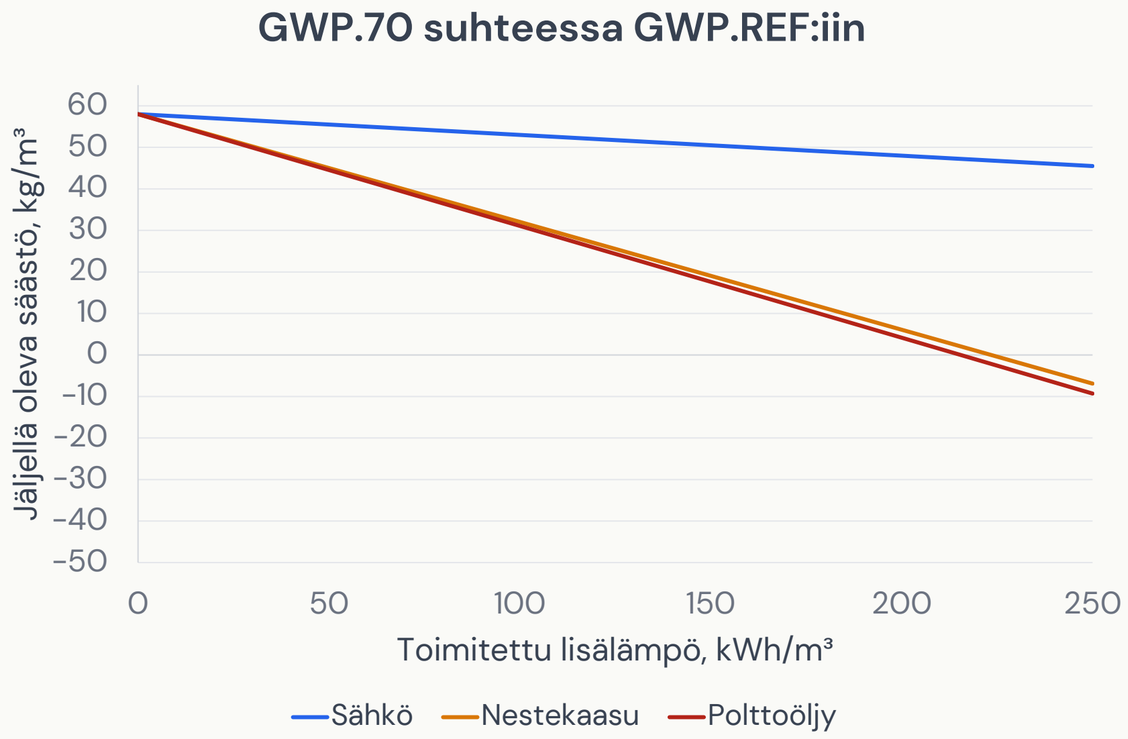


Häviöherkkyys, ei lujuus- tai lämmitysennuste: betonipinnat oletetaan +10 °C:een. Ulkoilma on kussakin käyrässä vakio -20…+20 °C. Negatiivinen arvo tarkoittaa lämmön siirtymistä betoniin.

EnergyPlus Engineering Reference: pintojen konvektio, säteily ja johtuminen. Omat kerroinoletukset.

Lisälämmön päästöä verrataan 21 tai 58 kg:n etuun





Rajattu tase: materiaalietu - lämmityksen lisäpäästö. Sähkö 0,05 kg CO_2e/kWh, oletus. Nestekaasu ja öljy: vain fossiilinen polton CO_2, hyötysuhde 90 %, oletus. Polttoaineiden elinkaaripäästöt puuttuvat.

Junnila 2025, Vähähiilisen betonin käyttäytyminen eri rakenteissa ja olosuhteissa, taulukko 4. Tilastokeskus: polttoaineluokitus 2026, nestekaasu ja rikitön kevyt polttoöljy. Suomen Betoniyhdistys: vähähiilisyysluokitus, A1–A3-rajaus ja luokkarajat.

−20 °C:n esimerkkitaso: lämmitys ja säästö

300 mm · ulkona −20 °C · betonipinnat +10 °C · eristeet ylä / ala / reuna 20 / 0 / 20 mm

Betoni	Valittu lämmitysjakso	Lämpöarvio[1] kWh/m³	Valmistus + sähkö[2] kg CO_2e/m³	Säästö REF:iin kg/m³ / %
GWP.REF	3 vrk	51,8	235,6	–
GWP.85	4 vrk	69,1	215,5	20,1 / 8,5 %
GWP.70	8 vrk	138,2	181,9	53,7 / 22,8 %

Lisäenergian hinta REF:iin nähden: **GWP.85 +2,6 €/m³** · **GWP.70 +13,0 €/m³**
Hintaoletus 0,15 €/kWh; massan hintaero ja työmaakulut lisäksi.

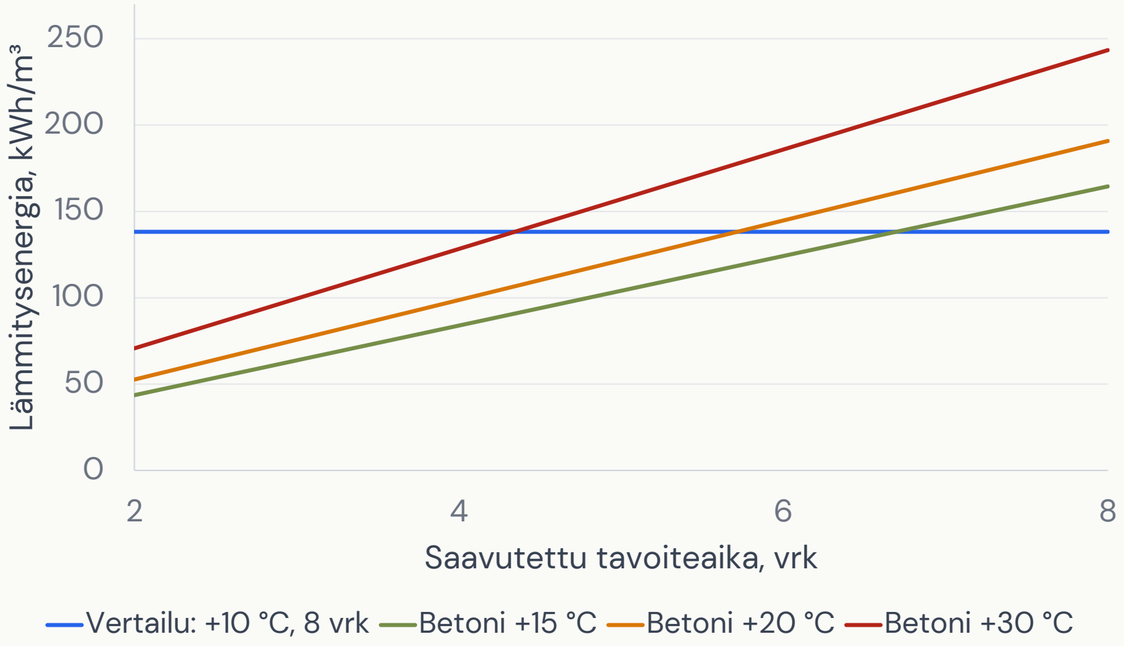
Kestot 3 / 4 / 8 vrk ovat oletuksia, eivät −20 °C:n lujuusennusteita. [1] Pintahäviöiden kompensointi ilman reaktiolämpöä, lämpövaraston muutosta tai tilahäviöitä. [2] Suora sähkö, 0,05 kg CO_2e/kWh (oletus).

Junnila 2025, Vähähiilisen betonin käyttäytyminen eri rakenteissa ja olosuhteissa, taulukko 4. EnergyPlus Engineering Reference: pintojen konvektio, säteily ja johtuminen. Omat kerroinoletukset.

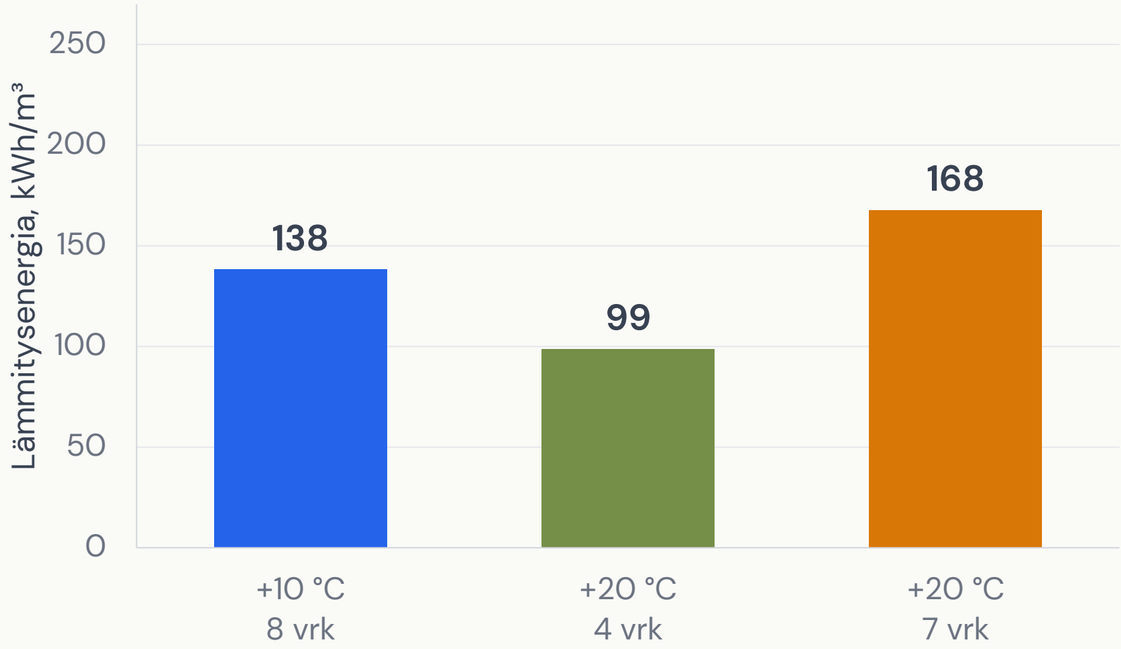
+10 vai +20 °C? Ajan lyheneminen ratkaisee

Sama betoni ja 300 mm:n laatta · ulkona −20 °C · eristeet 20 / 0 / 20 mm · betoni alussa +10 °C

Energia eri tavoiteajoilla



Kolme ehdollista esimerkkiä



+20 °C säästää energiaa, jos 8 vrk lyhenee alle 5,7 vrk (noin −29 %).

Ehdollinen energiatase: mukana alkulämmitys ja pintahäviöt. Ajat eivät ole lujuusennusteita. Reaktiolämpö, tilahäviöt ja tehonrajoitus puuttuvat. Varmista sama tavoitelujuus reseptikohtaisesti.

Carino & Lew / NIST 2001: ajan ja lämpötilan vaikutus, reseptikohtainen kypsyysmalli. Energia: oma taselaskelma. EnergyPlus Engineering Reference: pintojen konvektio, säteily ja johtuminen. Omat kerroinoletukset.

Kuinka paljon materiaaliedusta jää jäljelle?

Jäljellä oleva osuus 21 / 58 kg CO_2e/m³:n materiaaliedusta suhteessa REF:iin

		Sähkö			Nestekaasu			Polttoöljy		
Betoni	Suojaus[1]	−20 °C	−10 °C	0 °C	−20 °C	−10 °C	0 °C	−20 °C	−10 °C	0 °C
GWP.85	Kevyt peite	84 %	89 %	93 %	19 %	42 %	65 %	16 %	40 %	64 %
GWP.85	Talvipeite 10 mm	94 %	95 %	97 %	67 %	76 %	86 %	66 %	76 %	85 %
GWP.85	20 / 0 / 20 mm	95 %	97 %	98 %	75 %	82 %	89 %	74 %	82 %	89 %
GWP.85	50 / 20 / 50 mm	99 %	99 %	99 %	93 %	95 %	97 %	93 %	95 %	97 %
GWP.70	Kevyt peite	72 %	80 %	88 %	−47 %	−5 %	37 %	−52 %	−9 %	35 %
GWP.70	Talvipeite 10 mm	89 %	92 %	95 %	40 %	57 %	74 %	38 %	56 %	74 %
GWP.70	20 / 0 / 20 mm	91 %	94 %	96 %	55 %	68 %	81 %	53 %	67 %	80 %
GWP.70	50 / 20 / 50 mm	97 %	98 %	99 %	87 %	91 %	94 %	87 %	90 %	94 %

100 % = koko materiaalietu jäljellä · 0 % = etu käytetty · negatiivinen = lisäpäästö

Betonipinnat +15 °C. Kesto-oletukset: REF 3 vrk, GWP.85 4 vrk, GWP.70 8 vrk kaikissa tapauksissa. Ei lujuusennuste.

[1] Ylä / ala / reuna. Kevyt 0/0/20 mm, talvipeite 10/0/20 mm. Vaneri 18 mm kaikissa. Sähkö 0,05 kg CO_2e/kWh, polttoaineiden laitehyötysuhde 90 % (oletukset).

Oma pintahäviötase: reaktiolämpö, tilahäviöt ja polttoaineiden tuotantoketjut puuttuvat. Polttoaineilla vain fossiilinen polton CO_2.

Junnila 2025, Vähähiilisen betonin käyttäytyminen eri rakenteissa ja olosuhteissa, taulukko 4. Tilastokeskus: polttoaineluokitus 2026, nestekaasu ja rikitön kevyt polttoöljy. EnergyPlus Engineering Reference: pintojen konvektio, säteily ja johtuminen. Omat kerroinoletukset.

Sama perusprosessi, reseptikohtainen lämmitys ja seuranta

01

Ennen valua

Varmista purkulujuus ja reseptin ennakkolaskelma.

Sulata alusta ja muotti. Asenna suojaus, anturit ja lämmitys valmiiksi.

02

Valun jälkeen

Peitä heti työn salliessa.

Suojaa ylä-, ala- ja reunapinnat. Rajaa lämmitettävä tila ja seuraa kriittisiä lämpötiloja.

03

Ennen purkua

Varmista toteutunut lujuus.

Pura suunnitelman mukaan ja jatka tarvittavaa jälkihoitoa. Vähennä lämpöä hallitusti.

Betoniteollisuus / Mittaviiva 2013: Talvibetonointi, suojaus ja lämmitysmenetelmät. Suomen Betoniyhdistys: käyttö työmaalla, muotinpurku ja jälkihoito. Betonitieto: lujuuden tarkistushetket, jäätymislujuus 5 MPa.

Vähähiilinen talvivalu suunnitellaan kokonaisuutena

21 / 58

kg CO_2e/m^3 säästöä materiaalissa

Vertaa todellisia reseptiarvoja.
Luokkatunnus yksin ei anna erotusta.

Suojaa

Pienennä lämpövirtaa

Myös alapinta ja reunat.
Pidempi aika kasvattaa suojaamisen arvoa.

Mittaa

Ohjaa lujuuden perusteella

Reseptikohtainen ennakkolaskelma,
toteutunut lämpö ja energia.

Päästöetu säilyy, kun **lämmityksen ja muiden muuttuvien työmaavaiheiden lisäpäästöt jäävät materiaalietua pienemmiksi.**

Suomen Betoniyhdistys: vähähiilisyysluokitus, A1–A3-rajaus ja luokkarajat. Suomen Betoniyhdistys: käyttö työmaalla, muotinpurku ja jälkihoito. Betoniteollisuus / Mittaviiva 2013: Talvibetonointi, suojaus ja lämmitysmenetelmät.