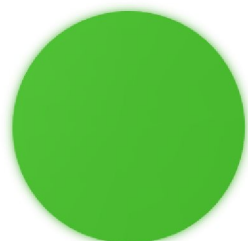
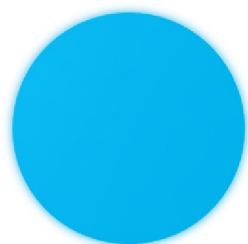
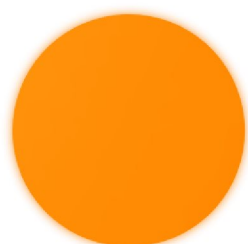
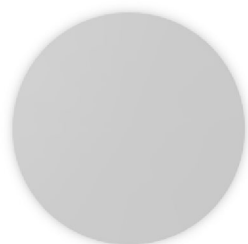


Livscykelanalys klimatpåverkan

Hästen 21 – R42



Uppdragsnamn
LCA Kv. Hästen 21

Pembroke Real Estate
Box 7677
103 95 Stockholm

Uppdragsgivare
Pembroke Real Estate

Uppdragsansvarig
Robert af Wetterstedt

Datum
2017-04-27

Innehåll

1	Inledning	2
1.1	Uppdrag	2
1.2	Syfte	2
1.3	Avgränsningar	2
2	Beskrivning av Hästen 21 och R42	3
2.1	Nollalternativet, Hästen 21	3
2.2	Nybyggnadsalternativet, byggnad R42	5
3	Metodval	5
3.1	Livscykelanalys	5
3.1.1	Funktionell enhet	6
3.1.2	Systemgränser	7
3.2	Indata till livscykelberäkning	7
3.2.1	Produktskede och byggprocess (A1-A5)	8
3.2.2	Användningsskede, underhåll, utbyte och renovering (B4-B5)	10
3.2.3	Användningsskede, energianvändning drift (B6)	10
3.2.4	Slutskede (C1-C4)	11
4	Resultat	12
4.1	Klimatpåverkan per kvadratmeter kontorsyta	12
4.2	Klimatpåverkan hela byggnaden	13
4.3	Jämförelse ur ett kontinuerligt perspektiv	14
4.4	Resultat referensberäkning	15
4.4.1	Framtida fjärrvärme	15
4.4.2	Grön el	16
5	Diskussion	16
5.1	Referensberäkning	17
5.2	Utvärdering	17
5.3	Osäkerheter	18
6	Slutsatser	19
7	Referenser	21

Bilaga 1 Indata i LCA-verktyg, One Click LCA

1 Inledning

Kv. Hästen 21 är beläget på Regeringsgatan 42 i Stockholm. Byggnaden är en av de mest centralt belägna fastigheterna i Stockholm city, placerad i korsningen Mäster Samuelsgatan och Regeringsgatan, mellan NK och Mood Stockholm.

Kvarteret ägs och förvaltas av Pembroke Real Estate och Hästen 21 tillhör ett av Pembrokes utvecklingsområden, som också innefattar Mästerhuset och PK-huset.

Inom utvecklingsområdet avser Pembroke Real Estate att öppna upp och skapa ett tätare nät av verksamheter, vägar och attraktioner. Målet är att stötta länken mellan Centralstationen och Stureplan som i dag upplevs som en bakgata, och skapa täta entréer och publika rum. Pembroke Real Estate avser att förvalta arvet på den historiska platsen samt göra hela området mer tillgängligt och attraktivt att besöka, arbeta och bo inom.

Just nu pågår detaljplaneprocessen för området och som en del i denna ska en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) upprättas som Stockholm stad ansvarar för. I miljökonsekvensbeskrivningen ska en livscykelanalys (LCA) ingå, som avser jämförelse av klimatpåverkan mellan ett nollalternativ (renovering av befintlig fastighet) med ett nybyggnadsalternativ. Denna livscykelanalys är en del av underlaget till MKB:n för att analysera klimatpåverkan för respektive alternativ.

Livscykelanalys är en metodik som används för att bedöma en varus eller en tjänsts miljöpåverkan under dess livscykel. En fullständig livscykelanalys avser hela produktionskedjan från "vagga till grav" det vill säga från utvinning av råmaterial till avfallshantering.

1.1 Uppdrag

Bjerking AB har fått i uppdrag av Pembroke Real Estate att utföra en livscykelanalys (LCA), för Kv. Hästen 21. Livscykelanalysen omfattar klimatpåverkan sett ur ett livscykelperspektiv för följande två utvecklingsalternativ:

- Nollalternativ: Bevarande av den befintliga byggnaden, i rapporten även benämnd Hästen 21. Detta alternativ innebär renovering av befintlig fastighet till normal kontorsstandard.
- Nybyggnadsalternativ: Rivning av nuvarande fastighet och byggnation av en ny fastighet, i rapporten benämnd R42 (Regeringsgatan 42).

Jämförelsen mellan de två alternativen görs för 50 respektive 100 år som antagen livslängd för byggnaderna. De två antagna beräkningsperioderna utgör inte förväntade livslängder för byggnaderna men är vedertagna beräkningsperioder för livscykelanalyser för byggnader, se referenser [1, 2, 3].

1.2 Syfte

Syftet med analysen är att beräkna de två alternativens klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv, både i relation till en gemensam funktion (kvadratmeter kontorsyta) samt för hela byggnaden, dvs. ytor som omfattar olika funktioner (lokaler, bostäder etc.).

1.3 Avgränsningar

Resultaten från livscykelanalysen genererar en bedömning av klimatpåverkan uttryckt i koldioxidekvivalenter.

Koldioxidekvivalenter är ett mått på summan av olika gasers påverkan på växthuseffekten. Olika gasers bidrag till växthuseffekten beräknas med hjälp av indikatorn Global Warming Potential (GWP 100), som beskriver det potentiella bidraget av en gas till växthuseffekten integrerat över en 100-årsperiod.

I standarden för livscykelanalyser (SS-EN 15978, läs mer om denna i kapitel 3) ingår även påverkan på försurning uttryckt i svaveldioxidekvivalenter, ozonlagerreducering uttryckt i freonekvivalenter, påverkan på marknära ozon uttryckt i etenекvivalenter samt påverkan på övergödning uttryckt i fosfatekvivalenter. Dessa parametrar ingår inte i denna analys.

I livscykelanalysen ingår endast själva byggnaderna för respektive alternativ, stödbyggnader och yttre platselement (exempelvis plattor och staket) ingår inte. Information om vilka moduler som har inkluderats i livscykelanalysen presenteras i stycke 3.1.2.

2 Beskrivning av Hästen 21 och R42

I följande kapitel beskrivs de alternativ som ingår i livscykelanalysen.

2.1 Nollalternativet, Hästen 21

Nollalternativet innebär bevarande av den befintliga byggnaden inom Kv. Hästen 21 samt upprustning till normal kontorsstandard.

Den befintliga byggnaden, Hästen 21, är ritad av Bengt Lindroos för John Mattsson AB. Byggnaden uppfördes år 1973 och är ombyggd vid ett flertal tillfällen. Byggnaden är påbyggd med ett våningsplan och den ursprungliga arkaden är igensatt.

Byggnaden består av totalt 10 våningsplan. I entréplan och under markplan finns våningsplan med butikslokaler (plan 0 och -1) samt två våningsplan med garage (plan -2 och -3). Plan 1-5 rymmer kontor och på plan 6 finns hissmaskinrum samt teknikrum. Byggnaden är grönklassad enligt Stadsbyggnadskontorets klassificering.



Figur 1. Befintlig byggnad Kv. Hästen 21. Foto Bjerk, från platsbesök 2016-06-28.

Den befintliga byggnaden är mycket svår att bygga om för att anpassas till dagens kommersiella praxis för god kontorsmiljö. Byggnaden har små fönster som kragar ut vilket i kombination med låg takhöjd minskar ljusinsläppet. Mellan år 1996-1997 gjordes en stomren totalrenovering av huset. Lokalerna är i gott skick men är omodernt utformade och därmed inte anpassade till dagens praxis. Flera kontorsytor är inte uthyrda och står i dagsläget tomma. Dagens ventilationsanläggning är från perioden 1996-1997.



Figur 2. Befintliga kontorslokaler. Foto Bjerkling, från platsbesök 2016-06-28.

Att ändra fönsterstorleken och då göra ingrepp på den yttre fasaden bedöms inte vara ett realistiskt renoveringsalternativ då den yttre fasaden utgör byggnadens bärande konstruktion, se referens [4]. Att ändra takhöjden, som idag är 2,5 m, har inte heller bedömts vara ett realistiskt upprustningsalternativ då det innebär omfattande åtgärder på ventilationssystemet.

För att bättre möta dagens kommersiella praxis för kontorsmiljö har följande renoveringsbehov identifierats vid platsbesök och vid diskussion med förvaltare. Dessa åtgärder ingår i nollalternativets resultat.

- Byte av golv i kontorslokaler (plan 1-5) som idag främst består av linoleum- samt heltäckningsmattor
- Ytskikt, t.ex. innerväggar, behöver målas om i kontorslokalerna (plan 1-5)
- Stambyte, som omfattar hela byggnaden (plan -3 till plan 6), då stammarna är från husets uppförande 1973
- Mindre ingrepp på gipsinnerväggar i syfte att modernisera planlösningen på de plan där kontor är belägna (plan 1-5)
- Fönsterbyte som omfattar hela byggnaden (plan 0-6), då de befintliga fönstren är från husets uppförande 1973. Nollalternativet presenteras med två olika resultat i analysen, ett där endast renovering av fönstren ingår, samt ett alternativ där fönsterbyte genomförs och där ett antagande har gjorts att fönsterbytet leder till 20 % bättre energiprestanda

I dagsläget finns 540 kontorsplatser i den befintliga byggnaden. I tabell 1 nedan presenteras areor som används för analys av nollalternativet. BTA är beräknad enligt formeln $(A_{\text{temp}} + A_{\text{garage}})/0,9$, se referens [5].

Tabell 1. Areor för nollalternativet.

Yta	Area
Total bruttoarea (BTA), se referenser [6, 5]	29 424,5 m ²
Total lokalarea (LOA), se referens [7]	20 892,5 m ²
LOA utgörs av följande:	
Kontor	13 853 m ²
Butiker	5 297,5 m ²
Förråd	1 742 m ²
Total tempererad area (A-temp), se referens [6]	20 255 m ²

2.2 Nybyggnadsalternativet, byggnad R42

Nybyggnadsalternativet omfattar byggnation av den föreslagna fastigheten R42, samt rivning och avfallshantering för den befintliga byggnaden Hästen 21 i nuvarande skick. Även delen av byggnaden med bostäder mot Mäster Samuelsgatan ingår i analysen.

Den nya byggnaden R42 som planeras, kombinerar butikslokaler på de nedre planen (plan 103-105), kontorslokaler på de övre planen (plan 106-113) samt lägenheter mot Mäster Samuelsgatan (plan 204-212). Två källarplan (plan 101-102) inrymmer cykelparkering, bilparkering, lastområden och teknikrum, se referens [8].

Totalt planeras R42 rymma cirka 1 645 kontorsplatser. Dessa är räknade från planritningar daterade 2017-01-18, se referens [9].

Nedanstående areor, BTA, LOA och BOA, används för analys av nybyggnadsalternativet. A-temp är beräknad enligt formeln $(BTA \cdot 0,9) - A_{garage}$, se referens [5].

Tabell 2. Areor för nybyggnadsalternativet.

Yta	Area
Total bruttoarea (BTA), se referens [10]	44 300 m ²
Total lokalarea (LOA), se referens [11]	30 408 m ²
LOA utgörs av följande:	
Kontor	19 761 m ²
Butiker	6 791 m ²
Garage och förråd	3 856 m ²
Total bostadsarea (BOA), se referens [11]	927 m ²
Total tempererad area, beräknad (A-temp), se referens [5]	36 860 m ²

3 Metodval

I detta kapitel presenteras den metodik som har använts för att analysera klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv för de två alternativen.

3.1 Livscykelanalys

International Organization for Standardization, ISO, har publicerat en serie standarder (ISO 14 000) som beskriver hur ett företag kan skapa ett miljöledningssystem. Ett antal av standarderna i ISO 14 000-serien beskriver hur arbetet med en livscykelanalys ska utföras. Baserat på ISO 14 000-serien har en europeisk standard för byggnader utvecklats; SS-EN 15978 *Hållbarhet hos byggnadsverk - Värdering av byggnaders miljöprestanda*, se referens [12]. Livscykelanalysen för Hästen 21 och R42 följer standarden SS-EN 15978.

Den europeiska LCA-standarden beskriver beräkningsmetoden för att utvärdera miljöprestandan för en byggnad och ger riktlinjer för hur resultatet ska presenteras. Standarden är tillämpbar både för nyproduktion, befintliga byggnader och renovering.

Figur 4 visar schematiskt de olika moduler som ingår i standarden SS-EN 15978. De olika modulerna bygger tillsammans upp hela byggnadens livscykel. Klimatpåverkan från respektive modul kan redovisas separat och sedan summeras för att ge resultatet för hela byggnadens livscykel.

Byggnadens livscykelinformation													Information utanför byggnadens livscykel					
A1-A3 Produktskede			A4-A5 Byggprocess		B1-B7 Driftskede					C1-C4 Slutskede				D Återvinning utanför systemgränsen				
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D				
Råmaterial	Transporter	Tillverkning	Transporter	Bygg- och installationsprocesser	Drift	Underhåll	Reparation	Utbyte	Renovering	Rivning	Transporter	Avfallshantering	Deponi	Återanvändnings- Renoverings- Återvinnings- potential				
					B6 Energianvändning i drift													
					B7 Vattenanvändning i drift													
Uppströmsprocesser			Kärnprocesser		Nedströmsprocesser								Frivilligt					

Figur 4. Uppbyggnaden av moduler i den europeiska standarden SS-EN 15978 Hållbarhet hos byggnadsverk - Värdering av byggnaders miljöprestanda.

För beräkningarna har livscykelanalysverktyget One Click LCA från Bionova använts i projektet. Beräkningarna i programmet är baserade på valda produkters/materials miljövarudeklarationer, byggnaders energiprestanda etc. Verktöget är tredjeparts certifierat för överensstämmelse med standarderna SS-EN 15978, ISO 21931-1/29, ISO 14040 och SS-EN 15804.

3.1.1 Funktionell enhet

Den funktionella enheten definierar vad som analyseras i en LCA och beskriver funktionen som det studerade systemet fyller. Den funktionella enheten är en referens till vilket flöden, exempelvis material, transporter och energi, in och ut ur systemet kan relateras. Resultatet från livscykelanalysen, dvs. klimatpåverkan, presenteras i relation till den funktionella enhet som används.

I denna livscykelanalys har resultaten relaterats till den funktionella enheten kvadratmeter kontorsyta (LOA_{kontor}):

- Nollalternativ: Den totala bruttoarean är 29 424,5 m², varav 13 853 m² utgörs av kontorsyta. Kontorsytan utgör 47,1 % av byggnaden.
- Nybyggnadsalternativ: Den totala bruttoarean är 44 300 m², varav 19 761 m² är kontorsyta. Kontorsytan utgör 44,6 % av byggnaden.

Kontorsytorna i de två alternativen är proportionerliga. Att relatera miljöbelastningen till kvadratmeter kontorsyta bedöms därmed som lämplig funktionell enhet.

Resultaten för byggnaderna presenteras även per m² BTA samt totalt utsläpp CO₂-ekvivalenter. Dessa resultat uppfyller dock inte metodkrav inom standarden för LCA på en funktionell enhet eftersom byggnaderna är olika stora och har en blandad funktion (lokaler respektive lokaler och bostäder).

3.1.2 Systemgränser

I tabellen nedan presenteras modulerna som ingår i SS-EN 15978 samt information om vilka moduler som har inkluderats i livscykelanalysen för Hästen 21/R42.

Tabell 3. Sammanfattning av vilka moduler som är inkluderade i LCA för Hästen 21/R42.

Skede enligt EN 15978	Modul	Benämning	Inkluderat i LCA Kv. Hästen 21/R42	Kommentar
Produktskede	A1-A3	Råvaruutvinning, transport, tillverkning	Ja	
Byggprocesskede	A4	Transport	Ja	För antaganden se 3.2.1
Byggprocesskede	A5	Konstruktions- och installationsprocess	Ja	
Användningsskede	B1	Användning av produkter (exkl. el och vatten)	Nej	Denna modul beskriver utsläpp från material, t.ex. köldmedier från kylskåp. Information som behövs för denna modul är inte tillgänglig, då standarder från CEN/TC 351 ännu inte är klara
Användningsskede	B2	Underhåll	Nej	Utsläpp från underhållsarbete och städning medtas inte i beräkningarna då det är svårt att uppskatta behovet
Användningsskede	B3	Reparation	Nej	Reparation pga. av skador ingår inte i beräkningarna då det är svårt att uppskatta behovet
Användningsskede	B4	Utbyte	Ja	Endast material som behöver bytas ut medtas i beräkningarna
Användningsskede	B5	Renovering	Ja	Se kommentar B4
Användningsskede	B6	Energianvändning, drift	Ja	Hushållsel ingår inte då den relateras till användaren. Enligt standarden är den frivillig att inkludera och ingår inte i denna analys
Användningsskede	B7	Vattenanvändning, drift	Nej	Ingår inte då vattenanvändningen relateras till användaren
Slutskede	C1	Demontering, rivning	Ja	
Slutskede	C2	Transport	Ja	För antaganden se avsnitt 3.2.4
Slutskede	C3	Restproduktshantering	Ja	
Slutskede	C4	Avfallshantering	Ja	
Tilläggsinformation	D	Återvinning utanför systemgränsen	Nej	Inkluderar exempelvis exporterad energi och sekundära produkter från återvinning. Ingår inte, frivilligt att inkludera enligt standard

3.2 Indata till livscykelberäkning

För att kunna utföra livscykelberäkningarna har informationsinsamling gjorts för de två analyserade alternativen. Kvaliteten på informationen påverkar resultatet av beräkningarna. Då projektet befinner sig i detaljplaneskede/programskede så är många delar av indata i analysen osäkra. Detta påverkar precisionen i resultatet från livscykelanalysen. Då denna LCA främst ska jämföra dessa olika alternativ relativt och inte beräkna en total klimatpåverkan, är denna osäkerhet inte av lika stor vikt, då osäkerheterna kan antas vara desamma för båda alternativen.

För livscykelberäkningarna behövs byggnadstekniska data som beskriver de olika byggnaderna (exempelvis ytor, mängder, material och energianvändning) samt

emissionsdata som beskriver miljöpåverkan för de olika material och energibärare som används. Som underlag har erhållna byggnadstekniska data för R42 (nybyggnadsalternativet), se referenser [13, 14], samt befintliga relationshandlingar för Kv. Hästen 21 (nollalternativet), se referenser [15, 16, 6], använts.

Information om den mängd material som krävs för byggnation av nybyggnadsalternativet är baserat på en byggnad som utgörs av elva våningar över markplan. Detta reviderades i ett sent skede till endast tio våningar över markplan, se referens [10]. Revideringen innebar en minskning av den totala bruttoarean (BTA) med -1,8 %. Då inga nya mängder baserat på den nya totala bruttoarean erhållits har de tidigare mängderna korrigerats genom en reduktion med -1,8 %.

Emissionsdata som använts i beräkningarna för material och energibärare är generiska data, representativa för den nordiska bygg- och anläggningssektorn, hämtade från One Click LCA. Emissionsdata för materialen är baserade på miljövarudeklarationer (EPD, Environmental product declaration). En miljövarudeklaration är en deklaration av en produkts miljöpåverkan, verifierad av en oberoende tredje part.

I One Click LCA finns i flera fall olika sorter av samma typ av material, t.ex. olika typer av färg. I de fall då flera val varit möjliga, och materialen inte har varit definierade i erhållna data, har samma sort valts för båda alternativen.

I underkapitel nedan beskrivs ytterligare vilka indata som har använts under respektive modul samt källor och antaganden till dessa. Samtliga indata finns även i bilaga 1.

3.2.1 Produktskede och byggprocess (A1-A5)

Byggprocesser för nybyggnadsalternativet omfattar både rivningen av den befintliga byggnaden samt uppförandet av den nya byggnaden. Rivningen av det befintliga huset har baserats på mängder antagna utifrån konstruktionshandlingar, planritningar samt platsbesök. De mängder som ryms inom byggnationen av den nya fastigheten för nybyggnadsalternativet härstammar från erhållen kostnads kalkyl, se referens [13], med uppdaterad information i februari 2017, se referens [14]. Mängderna har korrigerats med en reduktion på -1,8 % då byggnadens utformning reviderades i ett sent skede från att bestå av elva till tio våningar över markplan. Vissa mängder har via antaganden anpassats till de enheter som används i One Click LCA, dessa antaganden beskrivs i tabell 4 nedan.

Det byggavfall som genereras vid uppförandet av den nya byggnaden för nybyggnadsalternativet har uppskattas genom att anta att den totala mängden byggavfall är 30 kg/m² BTA samt att de olika avfallsfraktionerna fördelar sig procentuellt, se referens [17]. För att se vilka avfallsfraktioner som använts samt mängderna för dessa, se bilaga 1.

I tabell 4 nedan redovisas de resurser som använts i LCA-beräkningen samt de antaganden som gjorts för dessa. Transportavståndet är antaget till 200 km för samtliga resurser och baseras på att byggnaden ligger i Stockholms innerstad. Transportmedel är definierat till 50 % fylld lastbil (schablonvärde) i samtliga fall utom för betong, där 100 % fylld betongbil har antagits. Antaganden om olika materials livslängd är enligt schablon som genereras i One Click LCA.

Samtliga material och antaganden ovan finns även redovisade i bilaga 1. Mängderna material som är använda är granskade av projektet separat från övrig information, se referens [18].

Tabell 4. Resurser och antaganden för beräkningar i One Click LCA. Listade parametrar omfattar även utbyte och renovering (B4-B5) samt slutskede/rivning (C1-C4).

Resurs	Antaganden
Betong	Hållfasthetsklass C25/30
Armering (stål)	100 kg armering/m ³ betong
Puts yttervägg	5 mm puts
Glasfasad	Härdat säkerhetsglas
Fasadelement betong	380 mm tjocklek
Gips till innervägg	6,5 mm. Norgips
Regel, stålprofil till innervägg	Regelavstånd 600 mm, 1,7 m regel per m ² gips
Ytterskikt tak	Rostfritt stål
Kakel och klinkers till WC	Kakel för våtrum
WC-stolar	Porslin
Glasinnervägg	Glasväggs-moduler
Fönster	3-glas
Stammar	Gjutjärn
Färg innerväggar	1 l färg/5 m ² vägg, 1 l färg väger 1,2 kg
Innerdörr	Trä
Dörrparti glas/aluminium	För invändiga partier samt partier i handelslokaler m.m.
Balkongdörr	Glas/aluminium
Stäldörr	Branddörrar, tamburdörrar i stål
Garageport	Stål
Parkettgolv	Massivt trägolv
Akustikundertak	Rockwool undertaksplattor
Håldäcksbjälklag	HD/F element, 400mm samt 265mm (enl. kalkyl, se referens [13])
Stålstomme	Antar balktyp VKR. Mängder erhållna, se referens [14] Antar vikt på stål 115 kg/m, se referens [19]
Grönt tak/biotoptak	Membran för grönt tak
Hiss	Antal utifrån planritningar daterade 2017-01-16, se referens [20]
Ventilationssystem	Stålrör och installationer, mängdas baserat på BTA
Värmesystem	Stålrör och distributionsenhet, mängdas baserat på BTA
Sprinklersystem	Mängdas baserat på BTA
Vatten och avlopp	PEX-rör, mängdas baserat på BTA
Eldragningar	Mängdas baserat på BTA
Trappa	Färdiga enheter

Produkt- och byggprocesskede för nollalternativet omfattar endast renoveringsbehoven som identifierats för att bättre möta dagens kommersiella praxis för kontorsmiljö samt de renoveringar som identifierats vara nödvändiga inom en kommande femårsperiod. Kommande renoveringar omfattar byte av golv, fönster och stammar (huvudstammar och samtliga WC-utrymmen) samt mindre rivning av gipsinnerväggar. Samtliga mängder material för renoveringen av den befintliga byggnaden, samt genererat avfall har uppskattats utifrån platsbesök, planritningar över det befintliga huset och framtaget förslag till ny planlösning.

I tabell 5 nedan listas de antaganden som berör energianvändningen samt de resurser som används i samband med produktions- och byggprocessen. För nollalternativet omfattar det energianvändningen i samband med renovering. Avseende nybyggnadsalternativet omfattar det energianvändningen vid rivning av den befintliga byggnaden samt produktion av den nya byggnaden. På grund av brist på mer detaljerad data, redovisas enbart schablonvärden för energianvändning i byggprocess- och rivningsskedet.

Tabell 5. Resurser och antaganden för beräkningar i One Click LCA. Energianvändning i byggprocesskedet A4-A5.

Resurs	Antagande	
Energianvändning vid nyproduktion	Schablonvärdena för energianvändning vid nyproduktion är baserade på informationen om energianvändning under byggproduktion från rapporten Byggandets klimatpåverkan, se referens [2]	
	Fjärrvärme	Fjärrvärme Fortum Stockholm 2016, antagande om 58 kWh per BTA
	Ei	Svensk elmix, antagande om 46 kWh per BTA
	Diesel	Biodiesel, antagande om 1,8 liter per BTA
Energianvändning vid rivning av befintlig byggnad	Diesel- och elanvändning vid rivning antas enligt den metod som beskrivs i IVL-rapport U 5176, se referens [21]	
	Ei	Svensk elmix
	Diesel	Biodiesel, antagande att 1 liter diesel motsvarar 9,8 kWh
Energianvändning vid renovering	Energianvändning vid renovering antas vara 5 % av energianvändningen vid nyproduktion (rivning av befintlig byggnad ej inkluderat)	

Klimatpåverkan från det avfall som genereras i samband med rivningen av den befintliga byggnaden inom byggprocesskedet för nybyggnadsalternativet erhöles genom att mängda upp det befintliga husets konstruktion och inte genom att mängda upp avfallet som genereras vid rivning. Genom detta tillvägagångssätt räknar One Click LCA ut påverkan från rivningen utifrån husets komponenter, som presenteras i resultatdelen C1-C4 slutskede. Detta resultat (ton CO₂-ekvivalenter) inkluderades i nybyggnadsalternativets byggprocesskede, dvs. i resultatdelen A5. Tillvägagångssättet används för att beräkna rivningen av det befintliga huset för nollalternativet samt nybyggnadsalternativet på likvärdigt sätt.

3.2.2 Användningsskede, underhåll, utbyte och renovering (B4-B5)

För både noll- och nybyggnadsalternativet har schablonvärden för underhåll, utbyte och renovering antagits. Materialens livslängd, dvs. tiden innan utbyte och underhåll krävs, avser hela tidsperioder utan avrundning. Dessa automatgenereras i One Click LCA och är representativa för den nordiska marknaden.

3.2.3 Användningsskede, energianvändning drift (B6)

För nollalternativet har uppgifter om energiförbrukning i driftskedet erhållits från byggnadens energideklaration, se referens [6]. Energianvändningen mättes under år 2007. Den befintliga byggnadens specifika energianvändning, normalårskorrigerad, är 200 kWh/m² A-temp,år, varav fastighetselen utgör 49 kWh/m² A-temp,år. Dock är byggnadens fönster i behov av att bytas ut och det är antaget att de befintliga 2-glas fönstren från 1973 ersätts av 3-glas fönster inom en 5-års period. Vid fönsterbytet antas energianvändningen minska med 20 %, se referens [22]. I den befintliga byggnaden används fjärrvärme för värme och varmvatten samt fjärrkyla.

Uppgifter om energianvändningen för byggnaden R42, nybyggnadsalternativet, är vid denna rapportens färdigställande preliminära. Tidiga energiberäkningar har gjorts för ett antal typplan i byggnaden; två kontorsplan och ett butiksplan, se referens [23]. Inga energiberäkningar har ännu gjorts för bostäderna i byggnaden mot Mäster Samuelsgatan. Enligt uppgifter i mail från Börje Johansson, EnergiAnalys BJAB, samt Leif Qvarnstrom, POAB, som ansvarar för energiberäkningarna så är det i detta skede rimligt att anta en genomsnittlig specifik energianvändning för byggnaden på 45 kWh/m² A-temp,år, se referens [24]. Dessa uppgifter konfirmerades även 2017-02-16 av Leif Qvarnstrom, POAB. Energianvändningen har antagits vara fördelad mellan värme och varmvatten, kyla och fastighetsel på samma sätt som resultaten från energiberäkningarna

för kontor plan 110, se referens [25]. Målen för energianvändningen för R42 är 25 kWh/m² A-temp,år, dock är energisystemen för nybyggnadsalternativet inte beslutade i dagsläget, bergvärme har diskuterats, se referens [24]. För LCA-beräkningarna för R42 har i detta skede antagits att fjärrvärme för värme och varmvatten samt fjärrkyla nyttjas, dvs. samma lösningar som finns i den befintliga byggnaden Hästen 21.

Hyresgästernas elförbrukning ingår inte i LCA-beräkningarna för vare sig nollalternativet eller nybyggnadsalternativet.

Tabell 6. Kortfattad sammanfattning av energianvändningen för respektive alternativ.

	Nollalternativet			Nybyggnadsalternativet	
	Enligt energideklaration		Med fönsterbyte enligt antaganden	Enligt preliminära uppgifter baserade på energiberäkning	
	kWh/m ² A-temp, år	kWh/år	kWh/år	kWh/m ² A-temp, år	kWh/år
Fastighetsel	49	992 495	793 996	12,9	475 494
Värme och varmvatten	106	2 147 030	1 717 624	15,1	556 586
Kyla	45	911 475	729 180	17,0	626 620
Totalt	200	4 051 000	3 240 800	45	1 658 700

De emissionsvärden som använts för fjärrvärmen är baserade på Fortum Värme, Stockholm stad för 2016, vilket innebär 0,07 kg CO₂ekv./kWh. Detta emissionsvärde är uträknat av One Click LCA enligt metoden Ecoinvent version 3.3 med indata från Energi Företagen, vilka ger detaljerad information om de bränslen som använts vid energiproduktionen. Metoden är konsekvent för alla beräkningar av emissionsvärden från olika länder. Denna uträkning visar en mindre avvikelse från den information som Fortum Värme ger i sin miljöredovisning, 0,07 kg CO₂ekv./kWh i uträkning med Ecoinvent i jämförelse med 0,064 kg CO₂ekv./kWh i Fortum Värmes miljöredovisning, se referens [26].

När denna rapport skrivs så pågår arbete med att beräkna nya emissionsvärden för framtidens fjärrvärme i Stockholm hos Fortum Värme enligt muntlig uppgift av Ulf Wikström, hållbarhetschef Fortum Värme. Detta med hänsyn till den bränslemix som blir aktuell då kolkraftverket i Värtan stängs år 2022, enligt referens [27]. Enligt referens [28] antas emissionsvärdena för Fortums fjärrvärme i Stockholm år 2022 bli cirka 0,04 kg CO₂ekv./kWh. Dessa uppgifter är preliminära och finns inte på den detaljnivå som behövs för att användas i en LCA-analys. För att kunna värdera denna framtida minskning i emissioner har kontrollberäkningar med en fjärrvärme med emissionsvärden på 0,03 kg CO₂ekv./kWh använts för referensberäkning, då detta är det närmsta värde för emissioner som finns tillgängligt i verktyget för LCA analys, One Click LCA. Resultaten av denna referensberäkning presenteras i kapitel 4.4 samt diskuteras i kapitel 5.1.

De emissionsvärden som använts för fjärrkylan är baserade på Fortum Värme, Stockholm stad för 2016, vilket innebär 0,0 kg CO₂ekv./kWh. Även fjärrkylan och dess emissionsvärde kan påverkas av framtidsscenarierna. För el används värden för svensk medel el med emissionsvärdet 0,04 kg CO₂ekv./kWh. Dessa värden för emissioner är uträknade av One Click LCA på samma standardiserade sätt som beskrivs för fjärrvärmen ovan. Resultaten från en referensberäkning samt diskussion kring eventuell användning av grön el (0,01 CO₂ekv./kWh) förs i kapitel 4.4 och 5.1.

3.2.4 Slutskede (C1-C4)

I detta skede ingår rivning av den nya byggnaden för nybyggnadsalternativet och rivning av den befintliga byggnaden för nollalternativet. Rivningen av den befintliga byggnaden

inom ramen för nybyggnadsalternativet ingår i byggprocesskedet (A5) då den befintliga byggnaden i det alternativet rivs i samband med byggnation av den nya byggnaden.

För rivningsprocesserna i slutskedet har schablondata från One Click LCA använts för rivning, transport, avfallshantering och sluthantering.

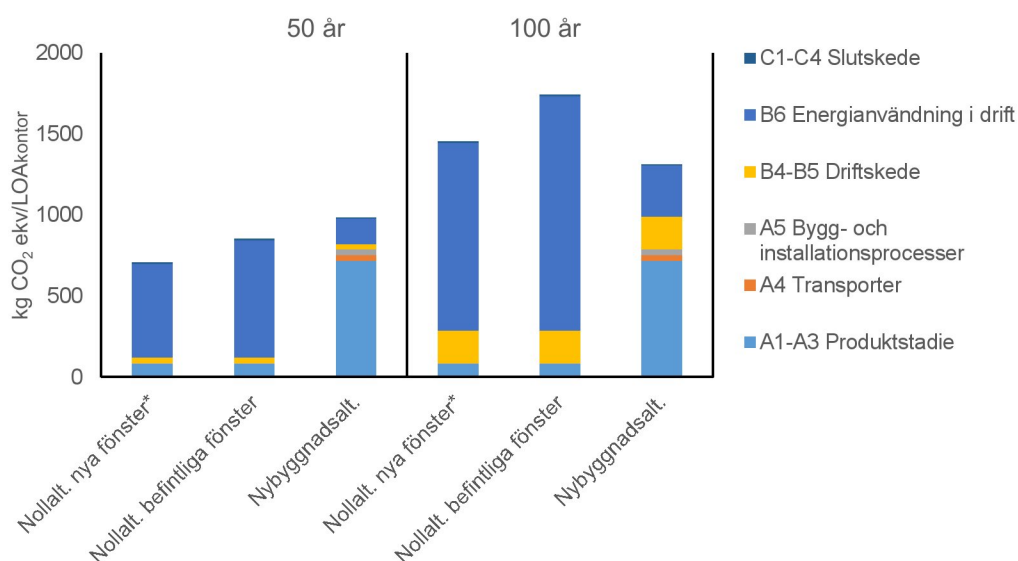
4 Resultat

I detta kapitel presenteras resultatet av livscykelanalysen med avseende på miljöpåverkan. I det inledande stycket, 4.1, presenteras resultat relaterade till den funktionella enheten kvadratmeter kontorsyta, för samma funktion i enlighet med standarden SS-EN 15978. I stycke 4.2 presenteras resultaten för de två alternativen avseende total klimatpåverkan samt klimatpåverkan per bruttoarea (BTA), dvs. för blandad funktion vilket inte är enligt standarden. I stycke 4.3 presenteras brytpunkten för de två alternativen, dvs. efter hur många år som nybyggnadsalternativet resulterar i en lägre klimatpåverkan jämfört med nollalternativet.

I stycke 4.4 presenteras resultaten av den referensberäkning som genomförts för att utvärdera hur resultaten påverkas av väsentligt lägre emissionsvärden från fjärrvärme samt med el från förnybara energikällor.

4.1 Klimatpåverkan per kvadratmeter kontorsyta

Nedan visas jämförelse mellan nollalternativet med och utan antaget fönsterbyte, samt nybyggnation, per kvadratmeter lokalarea för kontor (LOA_{kontor}) som funktionell enhet, ur ett 50- och 100-årsperspektiv.



Figur 5. Klimatpåverkan i kg CO₂-ekvivalenter per kvadratmeter lokal area kontor (LOA_{kontor}). *Nya fönster som minskar energianvändningen med 20 %.

Nybyggnadsalternativet resulterar i en högre klimatpåverkan jämfört med nollalternativet ur ett perspektiv på 50 år. Nybyggnadsalternativet har högre klimatpåverkan under produktstadiet (A1-A3) och bygg- och installationsprocessen (A4-A5) eftersom modulerna omfattar byggnation av ett helt nytt hus samt rivning av det befintliga huset, jämfört med nollalternativet som endast omfattar mindre renoveringar. Nybyggnadsalternativet har dock mycket lägre klimatpåverkan under stadiet B6 energianvändning i drift, detta då energiprestandan är bättre än för nollalternativet. Nollalternativet utan fönsterbyte har

under en 50-årsperiod 13 % lägre klimatpåverkan jämfört med nybyggnadsalternativet. Med antaget fönsterbyte har nollalternativet 28 % lägre klimatpåverkan jämfört med nybyggnadsalternativet under en period på 50 år.

Ur ett tidsperspektiv på 100 år resulterar nybyggnadsalternativet i en lägre klimatpåverkan jämfört med nollalternativet, eftersom nybyggnadsalternativet har lägre energianvändning under driftskedet (B6). Under en 100-årsperiod har nybyggnadsalternativet en 17 % lägre klimatpåverkan jämfört med nollalternativet med fönsterbyte, samt 25 % lägre klimatpåverkan jämfört med nollalternativet med befintliga fönster, se figur 5.

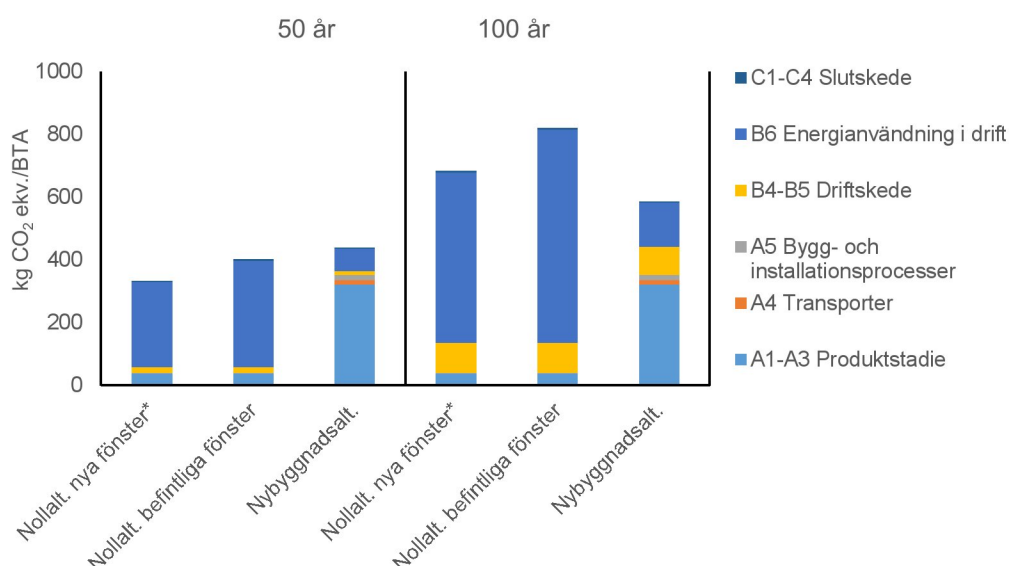
För nollalternativet är det materialen för att byta rörsystem för vatten som bidrar till nära 80 % av utsläppen härledda till byggmaterial (A1-A3), då inga stora konstruktioner behöver uppföras i detta alternativ. För nyproduktionsalternativet är det däremot stål och betong som enskilt står för ca 60 % av det totala utsläppet av växthusgaser som härleds till byggmaterialen (A1-A3).

Av resultaten relaterade till energianvändningen i drift (B6) genereras 64 % av utsläppen av fjärrvärme och 4 % av fjärrkyla för nybyggnadsalternativet. Elförbrukningen genererar 32 % av växthusgaserna för B6. För nollalternativet utgörs energianvändningen i drift (B6) till 77 % av utsläpp som genereras vid nyttjande av fjärrvärme, 2 % av fjärrkyla samt 21 % av elförbrukning.

4.2 Klimatpåverkan hela byggnaden

I detta avsnitt presenteras en jämförelse mellan nollalternativet med och utan antaget fönsterbyte, samt nybyggnadsalternativet med avseende på bruttoarea och totalt utsläpp av växthusgaser. Denna jämförelse uppfyller inte metodkraven för funktionell enhet enligt standarden då de två alternativen har olika funktioner; nollalternativet omfattar endast lokaler och nybyggnadsalternativet omfattar både lokaler och bostäder.

Nedan visas jämförelse mellan nollalternativet med och utan antaget fönsterbyte, samt nybyggnation per kvadratmeter bruttoarea, ur 50- och 100-årsperspektiv.



Figur 6. Klimatpåverkan i kg CO₂-ekvivalenter per kvadratmeter bruttoarea (BTA). *Nya fönster som minskar energianvändningen med 20 %.

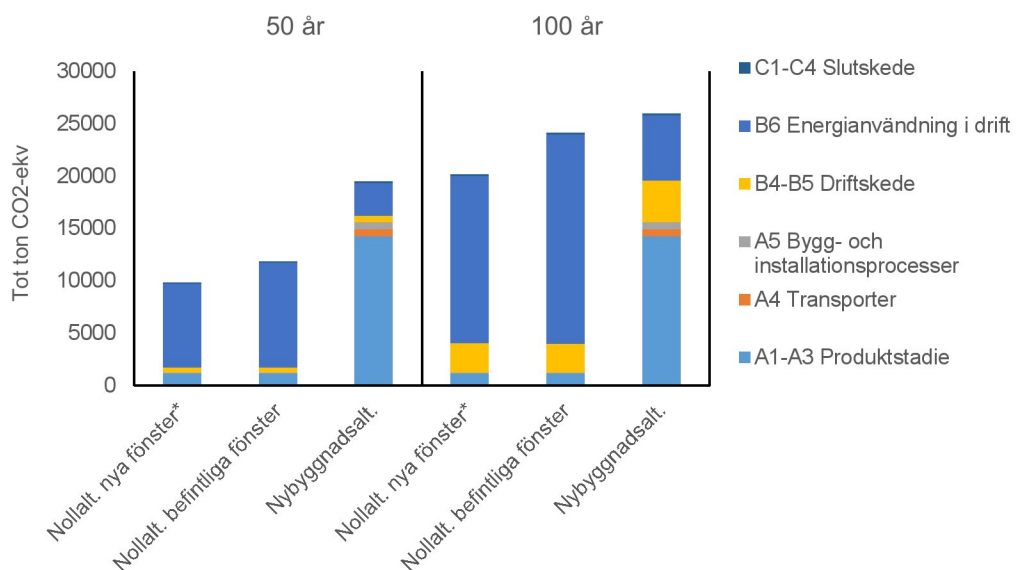
Under en period på 50 år visar resultaten att klimatpåverkan per BTA är högst för nybyggnadsalternativet, i likhet med resultaten relaterade till kvadratmeter LOA_{kontor} (se

stycke 4.1), eftersom klimatpåverkan under produktstadiet är högre vid byggnationen av den nya byggnaden jämfört med renovering av det befintliga huset.

Nollalternativet med nya fönster resulterar i en 24 % lägre klimatpåverkan jämfört med nybyggnadsalternativet på 50 års sikt. Utan fönsterbyte resulterar nollalternativet i en 9 % lägre klimatpåverkan.

Ur ett 100-års perspektiv resulterar nybyggnadsalternativet i 17 respektive 29 % lägre klimatpåverkan än nollalternativet med nya fönster respektive utan fönsterbyte, eftersom nybyggnadsalternativet har lägre energianvändning under driftskedet (B6).

Nedan visas jämförelse mellan nollalternativet med och utan antaget fönsterbyte, samt nybyggnation med avseende på totalt utsläpp av CO₂-ekvivalenter per alternativ, ur 50- och 100-årsperspektiv.



Figur 7. Total klimatpåverkan i ton CO₂-ekvivalenter för respektive scenario. *Nya fönster som minskar energianvändningen med 20 %.

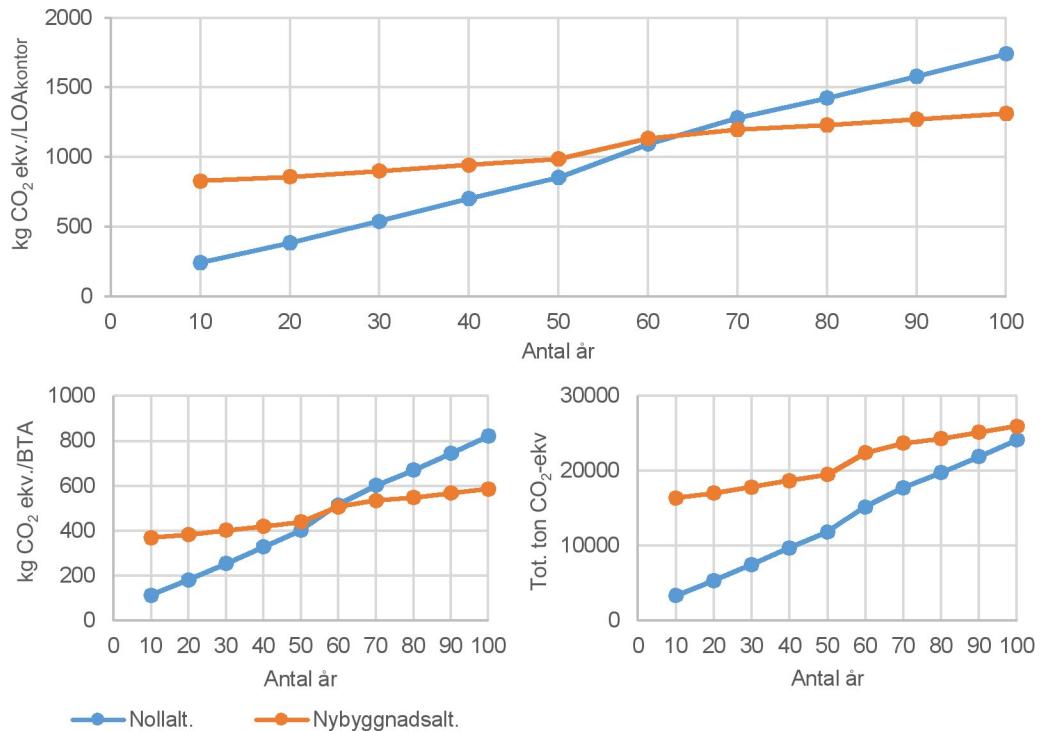
På 50 och 100 års sikt är den totala klimatpåverkan i absoluta tal högst för nybyggnadsalternativet, följt av nollalternativet utan fönsterbyte. I jämförelse med nybyggnadsalternativet resulterar nollalternativet med nya fönster i en 49 % lägre klimatpåverkan under en period på 50 år. På 100 års sikt genererar nollalternativet med nya fönster 22 % lägre mängd växthusgaser jämfört med nybyggnadsalternativet.

I likhet med resultaten med avseende på LOA_{kontor} och BTA (se stycke 4.1 och 4.2) så är det energianvändningen i drift samt produktstadiet som är de faktorer som till störst del påverkar resultatet, se figur 7. För resultaten med avseende på den totala klimatpåverkan påverkar dock utsläppen av växthusgaser under produktstadiet (A1-A3) resultaten så att nybyggnadsalternativet, trots sin låga energianvändning, har högre klimatpåverkan både ur ett perspektiv på 50 och 100 år jämfört med nollalternativet både med och utan fönsterbyte.

4.3 Jämförelse ur ett kontinuerligt perspektiv

För att undersöka när brytpunkten för de två alternativen inträffar, dvs. efter hur många år som nybyggnadsalternativet resulterar i en lägre klimatpåverkan jämfört med nollalternativet, har klimatpåverkan för nybyggnadsalternativet samt nollalternativet (utan

fönsterbyte) beräknats utifrån ett tidsperspektiv på 10-100 år. Nollalternativet utan fönsterbyte har valts på grund av att det är det alternativ som representerar den befintliga byggnaden så som den ser ut idag. Resultaten presenteras i figur 8. Klimatpåverkan i CO₂-ekvivalenter avser summan av klimatpåverkan från de inkluderade modulerna A1-A5, B4-B6 och C1-C4.



Figur 8. CO₂-ekvivalenter per respektive enhet (LOA_{kontor}, BTA och totalt) relaterat till antagna byggnadslivslängder på 10-100 år.

Brytpunkten för när nybyggnadsalternativet resulterar i en lägre klimatpåverkan per LOA_{kontor} sker efter en beräkningsperiod på 63 år. Relaterat till BTA sker brytpunkten efter en beräkningsperiod på 58 år. Efter en beräkningsperiod på 117 år resulterar nybyggnadsalternativet i en lägre klimatpåverkan totalt sett.

4.4 Resultat referensberäkning

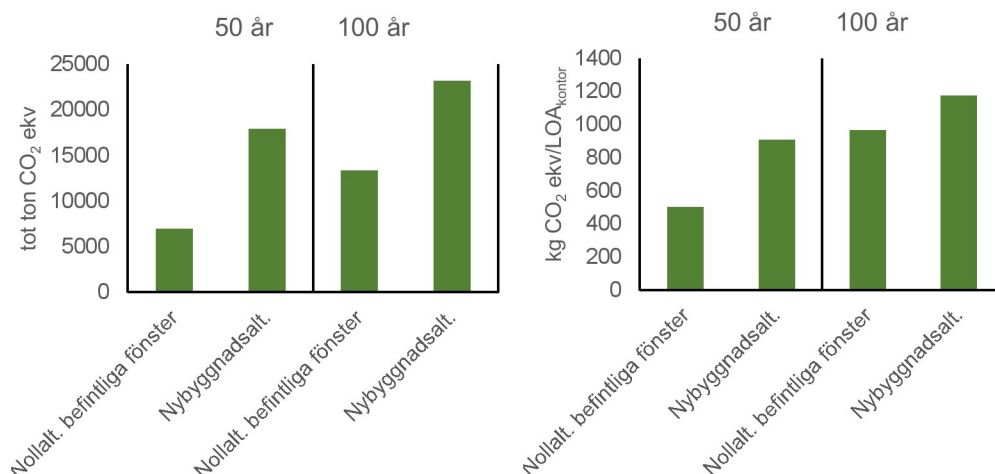
Energiförbrukningen i driftskedet (B6) har stor inverkan på resultaten, varav denna referensberäkning har genomförts. Referensberäkningen är genomförd med en framtida fjärrvärme respektive med el från förnyelsebara källor, nedan kallad grön el.

4.4.1 Framtida fjärrvärme

Fjärrvärmens utgör majoriteten av klimatpåverkan i driftskedet. Detta i kombination med att Fortums gamla anläggning Värtaverket kommer att tas ur bruk, vilket påverkar emissionsvärdena för fjärrvärmens, kommer att ha inverkan på byggnadernas klimatpåverkan på sikt.

Enligt referens [28] kommer emissionsvärdena för Fortums fjärrvärme i Stockholm år 2022 vara cirka 0,04 kg CO₂ekv./kWh. Resultaten i ovan stycken 4.1 - 4.3 är beräknade med Fortum Värme s m Stockholms stad för år 2016 (0,07 kg CO₂ekv./kWh). Figur 9, nedan, visar en översikt över resultat beräknade med ett referensvärde för fjärrvärme med ett lägre emissionsvärde (0,03 kg CO₂ekv./kWh) än Fortum Värme 2016. Detta

värde (Statkraft Värme AS Trondheim 2014) är valt då det är det närmsta verifierade värde för emissioner som finns tillgängligt i verktyget för LCA analys, One Click LCA.



Figur 9. Referensberäkning med fjärrvärme med emissionsvärde 0,03 kgCO₂/kWh, med avseende på totalt utsläpp av växthusgaser samt med avseende på m² kontorsyta.

Beräkningarna visar att vid lägre emissioner från fjärrvärmens släpper nollalternativen ut mindre växthusgaser än nybyggnadsalternativet både med avseende på LOA_{kontor} samt totalt sett på 50 och 100 år.

4.4.2 Grön el

I syfte att undersöka hur utfallet av resultaten påverkas av val av eltyp utfördes beräkningarna även med antagandet att båda alternativen förbrukar så kallad grön el, dvs. från förnyelsebara energikällor (0,01 kg CO₂ekv./kWh). Ur ett perspektiv på 50 år visade de alternativa beräkningarna att den totala klimatpåverkan minskar med ca 16 % för nollalternativet med befintliga fönster samt med ca 4 % för nybyggnadsalternativet. Motsvarande siffror för en 100-års period visade att klimatpåverkan minskar med 15 % för nollalternativet med befintliga fönster och 6 % för nybyggnadsalternativet. Förhållandet mellan alternativens klimatpåverkan per LOA_{kontor}, BTA och totalt är dock samma med grön el som med svensk medel el, som visas i resultatkapitel 4.1-4.3.

5 Diskussion

Det som främst påverkar resultaten under byggnadernas livscykel är energianvändningen under driftskedet (B6) samt produktstadiet (A1-A3), dvs. utvinning och framställning av material vid nybyggnationen. Utsläppen från energianvändningen i driftskedet beror dels på den specifika energianvändningen för byggnaden samt på vilket energityp som används. Olika typer av el och fjärrvärme ger olika höga utsläpp av växthusgaser per köpt kWh. I livscykelberäkningarna har fjärrvärme från Fortum Värme Stockholm 2016 och svensk medel el antagits för båda alternativen.

Energianvändningen och vilka energilösningar som kommer att väljas för nybyggnadsalternativet är ännu inte helt fastställt i projektet. I denna rapport har konservativa antaganden gjorts avseende energianvändningen och energilösningarna för detta alternativ. Projektets mål är 25 kWh/m² A-temp,år, se referens [24] och analysen är utförd med 45 kWh/m² A-temp,år. Med en lägre energianvändning och exempelvis en bergvärme- och värmepump skulle nybyggnadsalternativet ha en ännu lägre klimatpåverkan än vad resultaten visar i denna rapport.

Något som också påverkar resultaten under byggnadens livscykel är utsläppen härledda till byggmaterialet (A1-A3). Här kan man påverka främst nyproduktionsalternativets resultat i hög grad genom att utreda vilka material som ska användas för t.ex. stommen. Alternativ till konventionell betong kan minska klimatpåverkan nämnvärt.

Analysen ger inte en heltäckande bild av all miljöpåverkan då endast klimatpåverkan har analyserats och presenterats för de olika alternativen.

5.1 Referensberäkning

Energiprestandan för nybyggnadsalternativet R42 är betydligt bättre än för den befintliga byggnaden Hästen 21. Trots detta så är det typ av energi och vilka emissioner som denna har som påverkar resultaten i störst utsträckning. Vid höga emissionsvärden för värme, kyla och el gynnas nybyggnadsalternativet med dess bättre energiprestanda. Med låga emissionsvärden blir denna skillnad väsentligt mindre och till och med gynnar nollalternativet, vilket visas i referensberäkningen (se stycke 4.4).

Den bränslemix som används vid produktion av fjärrvärme är styrande för emissionsvärdet. I dagsläget finns inga framtidsscenarier framtagna men beräkning av emissionsvärden för framtidsscenarier för 2022 pågår. Det värde på 0,04 kg CO₂/kWh som erhållits i denna rapport är ett osäkert värde, detta då Fortum Värmes arbete med framtidsscenarier fortfarande pågår. Resultatet av referensberäkningen visar dock att emissionsvärdet för fjärrvärme har en stor inverkan på byggnadernas klimatpåverkan. Resultaten från referensberäkningen ska dock inte ses som absoluta värden utan endast som indikationer, detta på grund av ovan fört resonemang angående osäkerhet.

Analysen med grön el visade att val av elavtal inte är styrande för resultaten då förhållandet mellan alternativens klimatpåverkan per LOA_{kontor}, BTA och totalt är samma med grön el som med svensk medel el. I likhet med resultaten för framtida fjärrvärme gynnas nollalternativet mer än nybyggnadsalternativet vid användande av grön el på grund av byggandets sämre energiprestanda.

5.2 Utvärdering

I nedanstående tabell visas en jämförelse av resultatet för nybyggnadsalternativet från denna studie med andra svenska LCA-studier för byggnader, presenterat som kg CO₂ekv./m² A-temp för en kalkylperiod på 50 år. Det är viktigt att betona att metodval som exempelvis systemgränser, livslängder för olika material och antaganden om emissionsfaktorer för energi påverkar resultatet vilket gör det är svårt att göra direkta jämförelser.

Nedanstående tabell kan ge en indikation på hur resultatet från denna studie förhåller sig mot två andra svenska LCA-studier; Strandparken, se referens [2] och Blå Jungfrun, se referens [1]. Strandparken är ett nyproducerat flerbostadshus med en massiv stomme i trä. Byggnaden värms med fjärrvärme och har en specifik energianvändning på 63 kWh/m² A-temp,år, i originalutförande respektive 55 kWh/m² A-temp,år i ett av scenarierna. Blå Jungfrun är ett nyproducerat energieffektivt flerbostadshus i betong, byggnaden värms med fjärrvärme och har en specifik energianvändning på 54 kWh/m² A-temp,år i originalutförande. I beräkningarna för Strandparken och Blå Jungfrun har emissionsdata använts för svensk fjärrvärmemedel och nordisk medel elmix.

Tabell 7. Jämförelse av klimatpåverkan ($\text{CO}_2\text{-ekv./m}^2 \text{ A-temp,år}$) mellan Nybyggnadsalternativet, Strandparken, se referens [2] och Blå Jungfrun, se referens [1].

Modul	Strandparken i originalutförande med garage 63 kWh/m ² ,år	Strandparken fristående utan garage 55 kWh/m ² ,år	Blå Jungfrun i originalutförande 54 kWh/m ² ,år	Nybyggnadsalternativet 45 kWh/m ² ,år
Produktskede (A1-A3)	226	134	304	385
Transporter till byggarbetsplats (A4)	16	12	12	19
Byggproduktion (A5)	23	18	43	18
A1-A5 exkl. markarbeten	265	163	359	423
Mark och grundarbeten (A1-A5)	24	okänt	okänt	okänt
Underhåll och utbyte (B2, B4)	53	58	61	-
Utbyte och reparation (B4, B5)	-	-	-	16
Driftenergi (B6)	367	288	301	85
Slutskede (C1-C4)	9	8	23	5
Totalt $\text{CO}_2\text{-ekv./m}^2 \text{ A-temp,år}$ (exkl. mark och grundarbeten)	694	518	744	529

Tabellen visar att resultaten för klimatpåverkan för nybyggnadsalternativet per $\text{m}^2 \text{ A-temp,år}$ i denna rapport ligger i linje med resultaten för Strandparken och Blå Jungfrun. Klimatpåverkan är fördelad mellan de olika modulerna på ett liknande sätt som i de andra studierna.

5.3 Osäkerheter

Flera osäkerheter finns avseende de data som samlats in för livscykelberäkningarna. Detta har dock hanterats på ett så likartat sätt som möjligt för de analyserade alternativen. Följande osäkerheter har identifierats:

- Projektet har vid denna rapports färdigställande inte bestämt energilösningar, planlösningar och fasad justeras löpande för nybyggnadsalternativet. LCA-beräkningarna har utgått från mängder erhållna från BIM-modell och uppskattningar för energianvändning baserat på tidiga energiberäkningar för typplan. Mängden byggmaterial är baserad på en utformning med elva våningar reducerad med 1,8 % för att motsvara den utformning med tio våningar som är gällande vid denna rapports färdigställande. Samma energilösningar har antagits för nybyggnadsalternativet som för nollalternativet för ökad jämförbarhet.
- I analysen har samma energibärare valts för båda alternativen (fjärrvärme från Fortum Stockholm och svensk medel el). Referensberäkningar har visat att val av elavtal och fjärrvärme påverkar resultaten. Då val av energibärare för fastigheterna inte är fastställt för nybyggnadsalternativet ses detta som en osäkerhet.
- Avseende nollalternativet, renovering av befintlig byggnad till normal kontorsstandard, så finns inga beslut tagna kring vilka åtgärder detta skulle omfatta. I denna studie har lämpliga renoveringsåtgärder tagits fram baserat på platsbesök och i dialog med fastighetsskötaren. Endast nödvändiga relativt restriktiva renoveringar för att möta dagens kommersiella praxis för kontorsmiljö har inkluderats för att inte överskatta renoveringsbehovet. En mer omfattande

renovering av den befintliga byggnaden skulle kräva mer material och energi vilket skulle bidra till en högre klimatpåverkan för nollalternativet.

- För odefinierade material, exempelvis innerdörrar, har samma resurs valts för båda alternativen. I praktiken kommer dessa material att skilja sig åt, vilket kan påverka resultaten.
- Branschstatistik för uppgifter om energianvändning under byggprocessen, rivning och renovering saknas i dagsläget i Sverige. I analysen har referenser hämtats från nyligen genomförda LCA för flerbostadshus, se referenser [21, 2].
- I livscykelberäkningarna har samma emissionsvärden för material och energi antagits för hela beräkningsperioden, detta är dock en förenkling. En analysperiod på 100 år är lång tid, under denna period kommer sannolikt emissioner från material- och energiproduktion att förändras. Förändringarna i emissioner för energi diskuteras dock i rapporten.
- I analysen har generella antaganden använts för beräkningarna exempelvis när det gäller val av emissionsfaktorer och antaganden om transportsträckor. Detta gör att osäkerheterna i analysen är liknande för de två alternativen.

Skillnaden mellan alternativen är i många fall inom ca 10-20 %. Vid tolkning av resultaten är det viktigt att ta hänsyn till ovan nämnda osäkerheter. Det är viktigt att betona att analysen inte ger några exakta siffror på klimatpåverkan, men att den bedöms kunna fånga upp skillnaden mellan de två alternativen.

6 Slutsatser

Resultaten från analysen, utifrån de antaganden som gjorts, visar att nollalternativet är mer fördelaktigt än nybyggnadsalternativet sett ur ett perspektiv på 50 år avseende lokalarea kontor per bruttoarea. Ut ett perspektiv på 100 år när det gäller klimatpåverkan per lokalarea kontor (LOA_{kontor}), och per bruttoarea (BTA), där per LOA_{kontor} är enligt standard, är nybyggnadsalternativet mer fördelaktigt jämfört med nollalternativet.

Den totala klimatpåverkan per alternativ, dvs. utan att relatera utsläppen till någon funktionell enhet, visar att på både 50 och 100-års sikt så har de två scenarierna för nollalternativet lägst klimatpåverkan, störst klimatpåverkan har nybyggnadsalternativet. Denna jämförelse av total klimatpåverkan för respektive alternativ uppfyller dock inte metodkraven enligt standarden för LCA.

Klimatpåverkan från material och byggprocessen är betydligt högre för nybyggnadsalternativet än för nollalternativet, detta beror på att en stor mängd material behövs då det nya huset ska byggas, parallellt med att den befintliga byggnaden ska rivas i samband med nybyggnationen.

Klimatpåverkan från energianvändning i driftskedet påverkar resultaten i stor utsträckning. Vid höga emissionsvärden för värme, kyla och el gynnas nybyggnadsalternativet på grund av byggnadens bättre energiprestanda. Med låga emissionsvärden blir skillnaden mellan alternativen väsentligt mindre och gynnar nollalternativet.

Sammanfattningsvis kan nybyggnadsalternativets klimatpåverkan härledas till val av material (typ av betong, stål etc.) och typ av energi för värme (ex. fjärrvärme, bergvärme), kyla och el (val av elavtal). Nollalternativets klimatpåverkan kan härledas till husets energiprestanda (fönsterbyte etc.) samt val av energi för el (typ av elavtal).

Bjerking AB

Upprättad av:

Elin Salomonsson
Åsa Gustafsson
Johanna Fredén
Per-Olov Rosén
Lisa Öborn

Verifierad av:

Jacob Paulsen, Engenheiro Civil, Ph.D.
Paulsen Consultoria

Granskad av:

Pia Andersson, El Niño Kommunikation
Robert af Wetterstedt

Kontakt:

Robert af Wetterstedt
010-211 85 95
Robert.af.wetterstedt@bjerking.se

Åsa Gustafsson

Digitalt signerad av Åsa Gustafsson
DN: E=asa.gustafsson@bjerking.se,
CN=Åsa Gustafsson, OU=STH,
OU=Users, OU=Bjerking, DC=bjenet,
DC=local
Datum: 2017.04.27 18:02:31+02'00'

Elin Salomonsson

Digitalt signerad av Elin
Salomonsson
DN:
E=elin.salomonsson@bjerking.se,
CN=Elin Salomonsson, OU=STH,
OU=Users, OU=Bjerking,
DC=bjenet, DC=local
Datum: 2017.04.27 17:58:45+02'00'

7 Referenser

- [1] C. Liljenström, T. Malmqvist, M. Erlandsson, J. Fredén, I. Adolfsson, G. Larsson och M. Brogren, "Byggandets klimatpåverkan: Livscykelberäkning av klimatpåverkan för ett nyproducerat energieffektivt flerbostadshus i betong, rapport C68," IVL, 2015.
- [2] M. Larsson, M. Erlandsson, T. Malmqvist och J. Kellner, "Byggandets klimatpåverkan: Livscykelberäkning av klimatpåverkan för ett nyproducerat flerbostadshus med massiv stomme av trä, rapport B2260," IVL, 2016.
- [3] R. Af Wetterstedt, M. Klint, C. Lindqvist, E. Salomonsson, T. Lindholm, A. Asker och O. Pearcer, "Hållbarhetsanalys Kv Riddaren 18," WSP, 2015.
- [4] P. Törnblom, "Utlåtande Kv. Hästen 21 uppdrag 258657," Tyréns, 2016-08-31.
- [5] M. Antell, "En jämförelse mellan uppmätt och beräknad A-temp," Institutionen för teknikvetenskaper, Byggnadsteknik, Uppsala Universitet, 2013.
- [6] "Energideklaration ID 38301, version 1.4," Boverket, 2009-01-16.
- [7] "Uppgifter från Shimizu Akira, Pembroke real estate," 2016-08-18.
- [8] SKA 095/Massing options/Rev X, Apricon, 2017-01-16.
- [9] SKA 106 Rev B/Current drawings, Apricon, 2017-01-17+18.
- [10] M. Svedlund, *Mejlkonversation Areor*, 2017-04-26.
- [11] N. Krystek, *Mailkonversation Nicole Krystek Areor*, 2017-04-27.
- [12] "SS-EN15978 Hållbarhet hos byggnadsverk - Värdering av byggnaders miljöprestanda".
- [13] "Kostnadsbedömning för Kv Hästen R42 Kontor - retail- parkering – bostäder," 2015-12-17.
- [14] *Mängder och areor erhållna via mail 2017-01-31*, newCAD, 2017.
- [15] "Lagfart Stockholm Hästen 21, 010127788," Lantmäteriet, 2016.
- [16] "Planritning Kv Hästen 21, A 304 03- A 304 05," Roman Waznlak arkitekter.
- [17] S. S. I. I. Tyrens, "Att minska byggavfallet, En metod för att förebygga avfall vid byggande," 2012.
- [18] *Granskning mängder newCAD*, newCAD, 2017-03-09.
- [19] "http://www.begroup.com/sv/BE-Group-sverige/Produkter/Stal_ror/Sortiment/Halprofiler-VKRKRVCKR/Halprofiler_VKR/".
- [20] *Planritningar daterade 2017-01-16*, Apricon.
- [21] M. Pettersson och D. Pettersson, "U5176 Klimatpåverkan för byggnader med olika energiprestanda - Underlagsrapport till kontrollstation 2015," IVL, 2015.
- [22] "<http://www.energifonster.nu/sv/fakta/rakna-ut-din-energibesparing.aspx>".
- [23] "Kv. Hästen_R42 Förstudie fasad och systemuppbyggnad. Kort sammanfattning," 2015-05-20.
- [24] *Mejlkonversation Börje Johansson 45kWh*, 2016-08-05.
- [25] *Mejlkonversation Börje Johansson Fördelning*, 2016-08-05.
- [26] Fortum, Stockholms stad, "Fortum Värmes miljövärden 2016".
- [27] Fortum Värme, "Frågor och svar om Fortum Värmes avveckling av kolet till 2022," 2017-03-13.
- [28] *Mailkonversation Ulrika Kvartoft Kruså*, 2017-03-21.
- [29] "Concept design V2," Apricon, 2015-10-13.
- [30] *Area Schedule (BTA)*, 2017-01-31.
- [31] "Planritning Typplan plan 3, Kv Hästen 21," Reflex Arkitekter AB, 2015-11-22.
- [32] "Planritningar," Apricon, 2016-06-30.
- [33] "Structural," Tyréns, 2015-11-11.
- [34] "Hållbarhet Kv. Hästen 24/42," WSP, 2016-02-10.