

社會住宅近零建築技術導入分析報告

- 鶯陶安居 -



110 年度

經濟部能源局委託研究

中華民國 110 年 12 月

(本報告內容純係作者個人之觀點，不應引申為本機關之意見)

經濟部能源局



110年度

目錄

目錄.....	I
圖目錄.....	III
表目錄.....	V
壹、 前言.....	1
一、 國際近零建築發展趨勢.....	1
二、 我國近零建築願景規劃.....	2
三、 住都中心偕同建築中心建構近零示範社宅.....	3
貳、 我國近零住宅建築標準發展.....	5
一、 我國近零住宅建築標準發展.....	5
二、 住宅建築能效評估系統(R-BERS) [草案].....	7
參、 新北市鶯陶安居社會住宅.....	11
一、 基地條件.....	11
二、 興建時程與團隊組成.....	13
三、 鶯陶安居社會住宅基本設計資訊摘錄.....	14
四、 鶯陶安居社會住宅近零建築標準值.....	15
肆、 近零建築技術導入分析評估.....	17
一、 近零耗能建築技術導入操作流程.....	17
二、 興建統包需求書基本檢視.....	18
(一) 外殼節能設計.....	21
(二) 空調節能設計.....	21
(三) 照明節能設計.....	21
三、 基本設計階段近零建築技術導入分析評估.....	23
(一) 綠建築規劃設計值假設評估.....	23
(二) 固定設備與機械設備基本設置假設評估.....	25
(三) 固定設備與機械設備進階設置假設評估.....	26
四、 再生能源(太陽能光電板)建置與碳中和.....	30
伍、 結論與建議.....	31
一、 結論.....	31
二、 建議.....	31

經濟部能源局



110年度

圖目錄

圖 1 住都中心與建築中心簽署技術性諮商合作備忘錄(MOU)	4
圖 2 新建住宅節能標是系統(R-BERS) 1 ⁺ 近零能源住宅建築(樣張).....	9
圖 3 新建住宅節能標是系統(R-BERS)計算概念說明圖	9
圖 4 新建住宅節能標是系統(R-BERS)計算公式說明 CEIn.....	10
圖 5 新建住宅節能標是系統(R-BERS)計算公式說明 CEI*.....	10
圖 6 新北市鶯陶安居社會住宅基地位置	11
圖 7 新北市鶯陶安居社會住宅使用分區圖	12
圖 8 興建中社會住宅導入近零耗能建築指標項目之流程	13
圖 9 近零耗能建築評估指標導入興建社宅之操作流程	17



110 年度

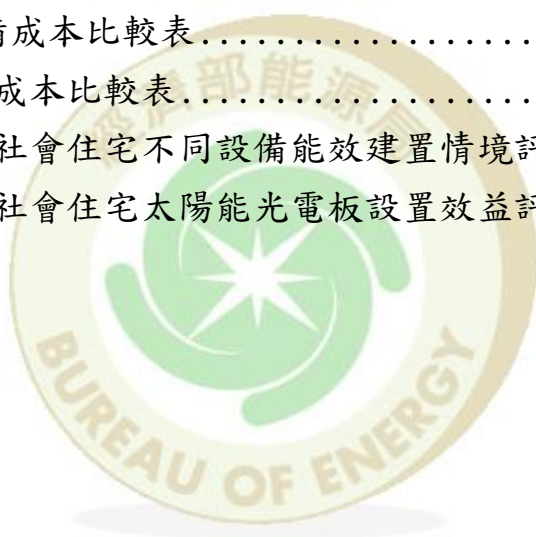
經濟部能源局



110年度

表目錄

表 1 我國建築能效評估系統 BERS 的系統分類.....	6
表 2 透天住宅與非透天集合住宅的耗能計算邊境 ECB	8
表 3 新北市鶯陶安居社會住宅基地條件說明表.....	11
表 4 新北市鶯陶安居社會住宅基本設計資訊摘錄表.....	14
表 5 新北市鶯陶安居社會住宅近零耗能建築評估相關的項目摘錄表	19
表 6 新北市鶯陶安居社會住宅統包需求書近零耗能建築評估初始得分表 ..	22
表 7 住宿建築之綠建築設計值與節能水準評估表(個別空調).....	24
表 8 住宿建築之綠建築設計值與節能水準評估表(中央空調).....	24
表 9 熱水器分級與設備成本比較表.....	27
表 10 爐臺分級與設備成本比較表.....	28
表 11 新北市鶯陶安居社會住宅不同設備能效建置情境評估表	29
表 12 新北市鶯陶安居社會住宅太陽能光電板設置效益評估表	30



110 年度

經濟部能源局



110年度

壹、前言

一、國際近零建築發展趨勢

科技日益進步，隨之而來地球氣候狀況日益惡化，永續發展、節能環保為現今重要之議題。2015 年聯合國氣候高峰會通過《巴黎氣候協定》（Paris Agreement），並於 2016 年 11 月 4 日正式生效，目標為將全球氣溫控制於工業革命前不超過攝氏 2°C，努力維持不超過攝氏 1.5°C，為急迫的暖化問題提出有效的對應。除了工業、電力、運輸之外，世界各國也針對零排放建築訂定相關法規，例如：溫哥華於 2011 年通過溫哥華綠色城市行動計畫（Greenest City action plan），2014 年正式將能效設計原則納入法規中，目標於 2030 年之前將所有新建建物轉為零排放建築；歐盟於 2020 年通過《建築能源效率指令》（Energy Performance of Buildings Directive, EPBD），要求成員國必須提出明確政策及修正法規，以符合 2050 年前全建築達低排放或零排放溫室氣體之標準。

近零耗能建築（Nearly Zero Energy Buildings, nZEB）是目前各國現階段因應地球暖化所訂定的目標。此議題於國際建築領域提出許多相關論述及目標，聯合國氣候變化專門委員會(IPCC) 發布一篇「全球建築部門邁向淨零」（Advances toward a Net-Zero Global Building Sector）之研究，內容提到建築設計善用主動和被動式節能設計或創能設計，是可以達到近零耗能建築。世界主要國家如歐盟、美國、日本及中國大陸等為

推廣新建建築物採節能設計並加速導入再生能源，已陸續就「近零耗能建築」研議發展相關規範，並規劃相關示範驗證計畫之推動。

二、我國近零建築願景規劃

地球暖化的狀況讓天氣極端化，臺灣也受到氣候變遷帶來的影響，為同步國際與落實節能減碳政策，我國也以實際行動降低溫室氣體之排放，行政院於 106 年核定「國家因應氣候變遷行動綱領」，明確擘劃我國推動溫室氣體減緩及氣候變遷調適政策總方針。其溫室氣體減量政策，係於 139 年（2050 年）溫室氣體排放量降為 94 年（2005 年）排放量 50% 以下；為表示我國淨零行動不落人後的決心，後又於 2020 年 12 月召開相關會議研商溫室氣體減量目標，同時加強規劃力度從原本 2050 年碳排放較基準年 2005 年減 50% 提升至 2050 年朝向淨零排放的目標邁進。

我國「能源管理法」第 17 條規定，新建建築物之設計與建造之有關節約能源標準，由建築主管機關（內政部）會同中央主管機關（經濟部）定之。為推動我國近零耗能建築發展，內政部建築研究所自 104 年度起，已針對近零耗能建築設計於國內導入之可行性及相關發展策略進行先期研究。而經濟部能源局則規劃以全程 4 年期間執行「近零耗能建築示範應用計畫」，就未來辦理近零耗能建築驗證事宜研議相關技術指標，並選定以「社會住宅類」作為示範研究對象，發展情境模型，進行其使用能源情形之模擬分析，俾後續配合內政部及國家住宅及都市更新中心

興建社會住宅之發包興建時程，進行近零耗能建築實場驗證。

三、住都中心偕同建築中心建構近零示範社宅

為落實社會住宅政策實踐居住正義，國家住宅及都市更新中心經內政部指示辦理社會住宅興建及營運，合理調配及循環利用公共資源，以照顧青年及弱勢族群居住需求為目標，興建「只租不售」社會住宅。

同時，為提升辦理社會住宅及都市更新業務等各項建築標章之規劃、設計品質及審議效能，國家住宅及都市更新中心與財團法人台灣建築中心於今(110)年 1 月 27 日簽署技術性諮商合作備忘錄(MOU)，其備忘錄內容主要是協助住都中心在社會住宅興建部分提供建築相關技術性諮詢，包含前期規劃、興建中、興建完成之維護管理等範疇，涉及之技術範圍包含綠建築、智慧建築、住宅性能評估、耐震標章、無障礙住宅標章、建築資訊建模 BIM 或其他建築專業領域部分事項，以期共同合作提升居住安全與生活品質，其中也包含目前正持續發展中之近零耗能建築技術導入。

為完成「近零耗能建築示範應用計畫」中針對興建中之社會住宅導入近零耗能建築評估指標項目，國家住宅及都市更新中心與財團法人台灣建築中心將偕同專業統包團隊一同打造近零耗能建築示範社會住宅。



圖 1 住都中心與建築中心簽署技術性諮商合作備忘錄(MOU)

貳、我國近零住宅建築標準發展

一、我國近零住宅建築標準發展

降低建築能源的使用，創造對環境友善的建築規劃，從早期的節能建築設計到近代的綠建築或被動建築設計，台灣在綠建築政策的推動不遺餘力，從新建建築到舊建築改善，從建築本體到社區整體規劃，從國內到境外版本的推出，由點到面持續推動，面對淨零排放的挑戰，未來還有建築能效分級評估第 1+級的近零碳建築可以做為努力的目標。

110 年 12 月 2 日內政部公告之「綠建築標章申請審核認可及使用作業要點」規定(修正)新增建築能效分級評估(Building Energy-Efficiency Rating System, BERS)，並將結果同步記載於綠建築標章或候選綠建築證書上。建築能效分級評估指針對建築物之能源使用效率，依綠建築評估手冊訂定之建築能效評估方法，評定建築能效等級，由高至低依序為第 1 級、第 2 級、第 3 級、第 4 級、第 5 級、第 6 級、第 7 級等七級。建築能效分級屬第 1 級之建築物，且能效評分尺度為前百分之五十者，為近零碳建築，以第 1+級標示之。取得近零碳建築，且其剩餘用電量採用再生能源碳中和至零排放者，為淨零建築，以零標示之。BERS 乃是為台灣亞熱帶氣候與空間複合化、多樣化建築特性所量身訂做的簡易有效的建築能效評估工具。由於它能提供民眾一個有感的建築能效標示方法，因此能引領民眾輿論與市場監督機制，以誘導政府、企業、消費者提升新建築能效水準，改善既有建築能效，具體落實建築節能減碳政策。

BERS 包含五類評估系統，R-BERS (Building Energy-Efficiency

Rating System for Residential Buildings)為其中次系統之一，為住宅類建築(住宅與集合住宅)專用的能效評估系統，R-BERS 為採用建築外殼與建築設備的設計能效評估，不含使用行為與營運管理的評估，因此只適用於新建住宅之設計能效評估，不適用於既有住宅之能效評估。為使社會住宅地興建能符合我國「近零碳建築」之標準，其應針對整體建築外殼，以及公、私領域空調設備與照明設備之設置進行節能規劃，同時針對私領域之固定耗能設備與公領域之高耗能機械設備予以相關之律定。因此，關於我國近零耗能社會住宅節能永續發展初步階段即是要以滿足我國「近零碳建築」基準為目標。

表 1 我國建築能效評估系統 BERS 的系統分類

主系統	次系統		評估依據	適用對象與功能
建築能效評估系統 BERS	新建建築能效評估系統 BERSn		建築外殼節能設計效率 EEV 空調系統設計效率 EAC 照明節能設計效率 EL	6 類 13 組新建建築之設計能效揭露
	既有建築能效評估系統	既有建築能效評估系統 BERSe	建物營運條件 建築圖說修正電費單資料	6 類 13 組既有建築之營運能效揭露
		機構建築能效評估系統 BERSi	以機構建築母體 EUI 統計， 與建物營運條件、建築圖說 修正電費單資料	辦公、旅館、百貨商場、醫院等四類建築 群組機構組織對旗下 既有建築之營運能效 揭露
		便利商店能效評估系統 BERSc	連鎖便利商店母體 EUI 統計 修正電費單資料	連鎖超商對旗下便利 商店分店之營運能效 揭露
	住宅能效評估系統 R-BERS		建築外殼節能設計效率 EEV 八項固定設備系統設計效率	只適用於新建住宅

二、住宅建築能效評估系統(R-BERS) [草案]

R-BERS 適用對象僅限用於低於海拔八百公尺地區，且建築使用分類為 H 類中之住宅、集合住宅等二住宿類別之新建建築物。同建照若內含總面積 5%以下之非屬住宅、集合住宅類別空間時，則該部分可被忽略而不予評估；同建照若內含大於總面積 5%之住宅、集合住宅以外之住宿類空間時(如照護機構、護理機構)，該部分之能效評估應另行以 EEWH-BERS 手冊之 BERSn 來評估，若內含大於總面積 5%之住宅、集合住宅以外之非住宿類空間時(如幼兒園、社區辦公室、里民中心、學校)，則該部分應依 EEWH-BC 手冊規定處理之。

世界各國的能效評估系統均設有能效計算邊界 ECB(Energy-Efficiency Calculation Boundary)以做為評估依據，例如歐盟的能效認證 EPC 在有些會員國不包含家電設備耗能，有些則包含家電設備耗能，又如日本的 BESL 也不評估家電設備耗能。R-BERS 以表 2 界定 ECB 於可操作之能效技術範疇，亦即設定透天住宅之 ECB 為空調、照明、熱水、爐台等四項設備之範疇，並設定非透天集合住宅的 ECB 應包括住宿單元的空調、照明、熱水、爐台等四項設備，以及公用空間之空調、照明、電梯、揚水、地下停車場送排風機等五項設備(共九項)之範疇。

由於前述九項設備之耗能可能包含電力能源與燃料能源，為了統一其單位並呼應政府的減碳政策，R-BERS 採用電力能源與燃料能源所換算的碳排密度 CEI(Carbon Emission Intensity，單位 $\text{KgCO}_2/(\text{m}^2.\text{yr})$)為最終能效評估指標。

表 2 透天住宅與非透天集合住宅的耗能計算邊境 ECB

	評估耗能分區	耗能計算邊境 ECB
透天住宅	全棟單一分區 (但不含地下室)	空調、照明、熱水、爐台等四項設備
非透天集合住宅	住宿單元部分	空調、照明、熱水、爐台等四項設備
	公用分區部分	空調、照明、電梯、揚水、地下停車場送排風機等五項設備

R-BERS 將住宿單元與公共空間中 70% AEUI_m(空調 EUI 中位值)與 70% LEUI_m(照明 EUI 中位值)，再加上住宿單元中 70% FCE (固定設備 FCE-熱水器、爐台)與公共空間中 70% MCE (機械設備 MCE-停車場通風、電梯、揚水泵)之和，作為近零碳建築基準(CEI_n)；在 R-BERS 中的 CEI*(碳排密度)是指建築物設計完成後之 CEI 推估值，而 CEI*計算方式為((AEUI_{mi} x (EAC-0.12 x EEV) + LEUI_{mi} x EL) x 住宿單元面積 x 電力排放係數 + FCE* + (Σ AEUI_{mj} x (EAC-0.12 x EEV) x 公共空間面積 + Σ LEUI_{mj} x EL x 公共空間面積) x 電力排放係數 + MCE*)÷總面積，其中 EEV(外殼設計節能率)、EAC(空調設備節能率)與 EL(照明設備節能率)皆為綠建築標章評估值，FCE*(固定設備設計一次耗能)與 MCE*(機械設備設計一次耗能)則依選用設備效率來進行耗能推導。當 CEI*小於 CEI_n 時，建築能效評估結果將給予第 1+的分級，並稱呼其為近零碳住宅建築。

R-BERS之CEI評分尺度 (nZEB基準值)

$$CEI_n = 0.7 \times \left(\frac{AEUI_{mi} + LEUI_{mi}}{\text{住宿空調及照明碳排中位值}} \times TAF_1 \times \beta_1 + FCE + \frac{\sum_j (AEUI_{mj} + LEUI_{mj}) \times AF_j \times \beta_1 + MCE}{\text{公用空間空調及照明碳排中位值} \times \text{公用空間機械碳排基準}} \right) \div TAF$$

住宅用電
公共用電
評估總樓板面積

$$FCE = MP \times (YCE1 \times NF1 + YCE2 \times NF2 + YCE3 \times NF3 + YCE4 \times NF4)$$

固定家電碳排基準 = 瓦斯或用電熱水器碳排基準 瓦斯或用電爐台碳排基準

$$MCE = (VEc \times AFp + EEc \times Ne + \frac{0.0074 \times Q \times PHc}{\text{揚水耗電基準}}) \times \beta_1$$

公用機械碳排基準 = 停車場通風耗電基準 電梯耗電基準

$$Q = 0.7 \times \frac{225}{1000} \times 365 \times NP + Qn$$

年用水量 = 使用率 住戶用水量 附屬非住宅空間用水量

$$NF = NFs \times NFm$$

總居住戶數 = 小套房居住戶數 兩房以上居住戶數

$$MP = (2.0 \times NFs + 3.0 \times NFm) / (NFs + NFm)$$

每戶平均居住人數

$$Qn = 0.7 \times 365 \times \sum_k Afk \times Rk \times Pk \times qk \times \frac{1}{1000}$$

附屬非住宅空間用水量 = 使用率 各類空間面積 有效面積(%) 人員數(人/m²) 每人每日用水量

$$TAF = \frac{\sum_i AFi}{\text{住宿單元樓板面積}} + \frac{\sum_j AFj}{\text{公用空間樓板面積}}$$

評估總樓板面積

圖 4 新建住宅節能標是系統(R-BERS)計算公式說明 CEIn

R-BERS之碳排密度指標CEI*計算法 (非透天集合住宅)

$$CEI^* = \left(\frac{AEUI_{mi} \times (EAC_1 - 0.12 \times EEV) + LEUI_{mi} \times EL_1}{\text{住宿空調及照明設計碳排}} \times TAF_1 \times \beta_1 + FCE^* + \frac{(\sum_j AEUI_{mj} \times (EAC_2 - 0.12 \times EEV) \times AF_j + \sum_j LEUI_{mj} \times EL_2 \times AF_j) \times \beta_1 + MCE^*}{\text{公用空間空調及照明設計碳排} \times \text{公用空間機械設計碳排}} \right) \div TAF$$

住宅用電
公共用電
評估總樓板面積

$$FCE = MP \times (YCE1 \times NF1 \times E1n \times If + YCE2 \times NF2 \times E2n \times If + YCE3 \times NF3 \times E3n \times If + YCE4 \times NF4 \times E4n)$$

固定家電設計碳排 = 瓦斯或用電熱水器設計碳排 瓦斯或用電爐台設計碳排

$$MPEU^* = (VE \times AFp \times EV + EE \times Ne \times EE + PE \times EP) \times \beta_1$$

公用機械設計碳排 = 停車場通風設計耗電 電梯設計耗電 揚水設計耗電

$$PE = 0.0074 \times Q \times PHc$$

揚程設計耗電密度 = 用水量 揚程基準

$$EP = (Qd \times PHd) / (2.0 \times Qc \times PHc)$$

揚水泵效率 = 設計流量 設計揚程 流量基準 揚程基準

- EAC : 空調設備節能率
- EEV : 外殼設計節能率
- EL : 照明設備節能率
- En : 住宅固定設備效率 (熱水、爐台設備)
- EV、EE、EP : 公用空間機械效率 (電梯、排風扇、揚水)

圖 5 新建住宅節能標是系統(R-BERS)計算公式說明 CEI*

參、新北市鶯陶安居社會住宅

一、基地條件



圖 6 新北市鶯陶安居社會住宅基地位置

表 3 新北市鶯陶安居社會住宅基地條件說明表

項目	說明
基地位置	鶯歌區尖山埔路二段旁
基地範圍	新北市鶯歌區陶瓷段 1018、1090、1091 及 1098-1 等 4 筆土地地號
基地面積	謄本面積:6,399.64 m ²
使用分區	住宅區(第一種住宅區)
法定建蔽率	50%
法定容積率	200%
基地產權	中華民國
管理者	國防部政治作戰局
基地現況	現況為永昌籃球場，臨尖山埔路二段道路側為綠地

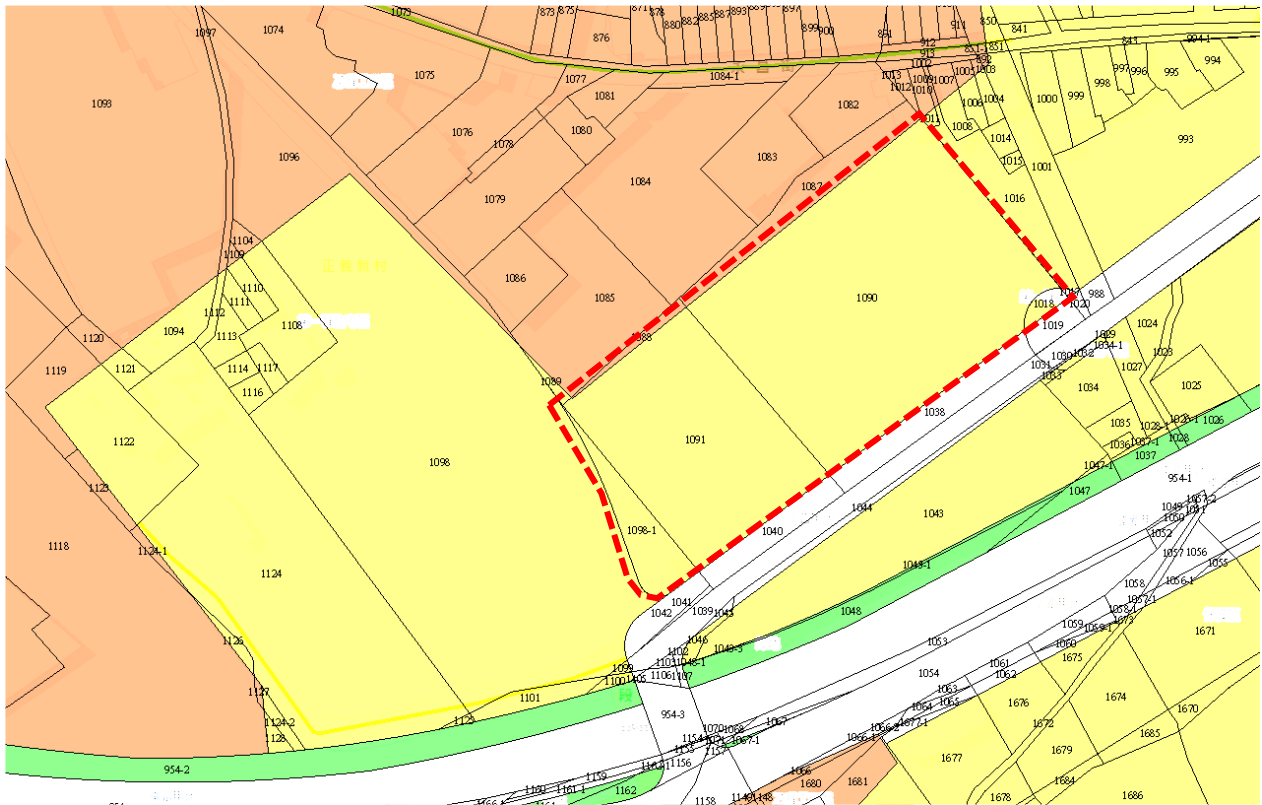


圖 7 新北市鶯陶安居社會住宅使用分區圖

二、興建時程與團隊組成

國家住都中心推動新北市鶯歌區「鶯陶安居」社會住宅統包工程，已由「瑞助營造股份有限公司、戴嘉惠建築師事務所」統包團隊得標，將興建 380 戶社會住宅，預計於 114 年完工。「鶯陶安居」社會住宅位於新北市鶯歌區，鄰近鶯歌老街，周邊校園林立，生活機能完善。而藉由即將開通之捷運三鶯線與社宅基地之地理優勢，將串聯北桃生活圈及周遭產業發展動能，不僅提升通勤便利性，更吸引青年返鄉創業。

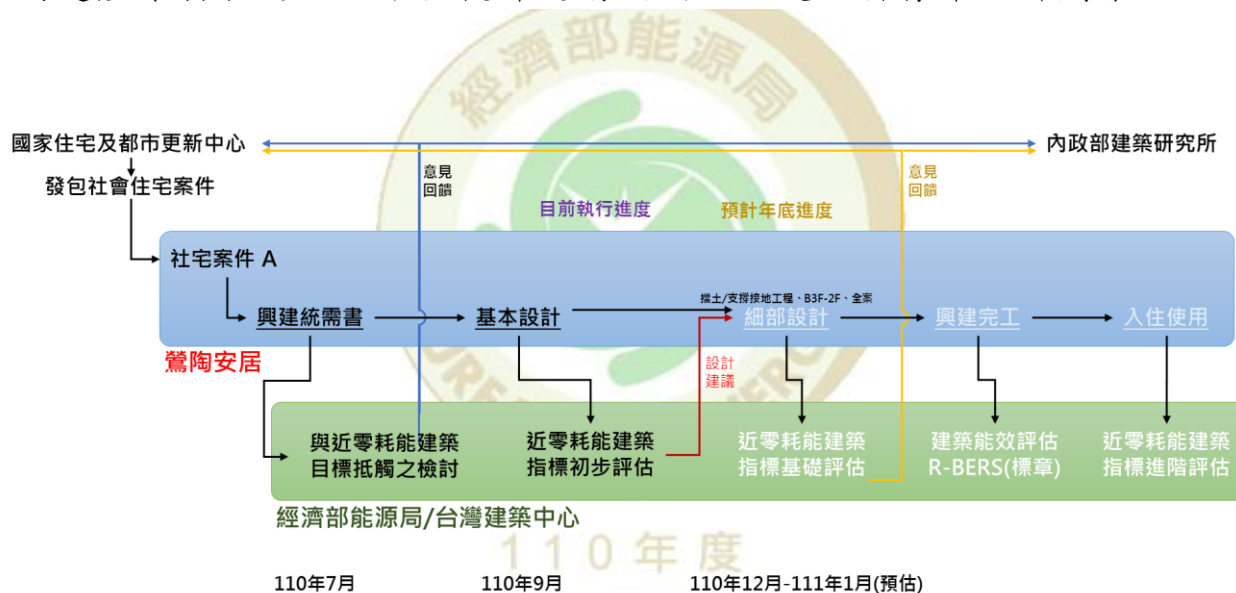


圖 8 興建中社會住宅導入近零耗能建築指標項目之流程

三、鶯陶安居社會住宅基本設計資訊摘錄

由於目前鶯陶安居社會住宅尚處於基礎設計階段，且設計內容也未完整定案，因此本報告僅就所需資訊進行內容摘錄，基本設計資訊摘錄如下表所示：

表 4 新北市鶯陶安居社會住宅基本設計資訊摘錄表

建築空間面積	
住宿面積	17,866.1 m ²
大廳面積	173.0 m ²
公設面積	151.0 m ²
梯廳面積	1,554.5 m ²
地下室面積	B1F：3,402.8 m ² B2F：6,472.7 m ²
店鋪面積	375.3 m ² (1.29%)
社福機構面積	413.9 m ² (1.42%)
屋頂面積	1,436.65 m ² (概估)
戶型數量	
一房型	247 戶
二房型	107 戶
三房型	26 戶
電梯行程	
7 樓以下	1 臺
8-16 樓	1 臺
17-30 樓	5 臺
30 樓以上	0 臺

四、鶯陶安居社會住宅近零建築標準值

建築能效評估中 R-BERS 乃是以標準化的分區耗電密度基準 EUI 來執行碳排模擬之方法，耗能分區之空調、照明是以 2000 年耗電密度 EUI 為基準。該基準是以一個非透天集合住宅的基準模型，採用 e-QUEST 軟體與 TMY3 標準氣象年資料所模擬出來的耗電密度基準 EUI。該 EUI 的最大值、中位值、最小值，乃是以 2000 年住宅市場上最差、一般、最佳的節能技術條件所模擬的耗電數值，例如該中位值是以 2000 年當時之建築與設備效率節能法令平均水準條件(外牆熱傳透率 U 值 $3.5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 、玻璃遮蔽係數(SC) 0.8、現行綠建築照明 LPD 標準的 120%)模擬而成，而最大值、最小值則另設最差、最佳條件模擬而成。

透過新北市鶯陶安居社會住宅現階段基本設計的資訊，與上述中位值，並假設水泵節能效率為 1 的前提下，可推估出新北市鶯陶安居社會住宅在未進行任何節能設計的規劃水準下，一般建築水準值 $\text{CEIm}=27.18 \text{ kg-CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{yr}$ ；而其近零建築標準值 $\text{CEIn}=19.03 \text{ kg-CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{yr}$ (相當於 70%的 CEIm)。

經濟部能源局



110年度

肆、近零建築技術導入分析評估

一、近零耗能建築技術導入操作流程

為確保近零耗能建築評估指標項目能確實落實導入興建中之社會住宅，透過建築中心與住都中心簽訂之 MOU 技術諮詢合作，依循住都中心社會住宅興建期程進行近零耗能建築技術導入規劃，並建立聯繫窗口，輔導規劃設計單位設立「近零耗能建築」規劃專責小組或人員，作為近零耗能建築設計導入社會住宅規劃設計溝通協調之窗口，同時確認專責小組或人員之架構、任務與功能、負責工作項目等。而近零耗能建築評估將從社會住宅興建統包需求書的檢視開始，再依基礎設計、細部設計等階段進行評估，同時於過程中建立近零耗能建築規劃設計檢核表，提供社會住宅規劃設計單位於設計規劃進行的同時能自主檢查管理，避免日後設計完成才發現嚴重落差，減少不必要的設計修改成本，過程中將整成 Q&A，供後續相關人員參採使用，最後將整體輔導過程製作成社會住宅之近零耗能建築技術導入分析報告。

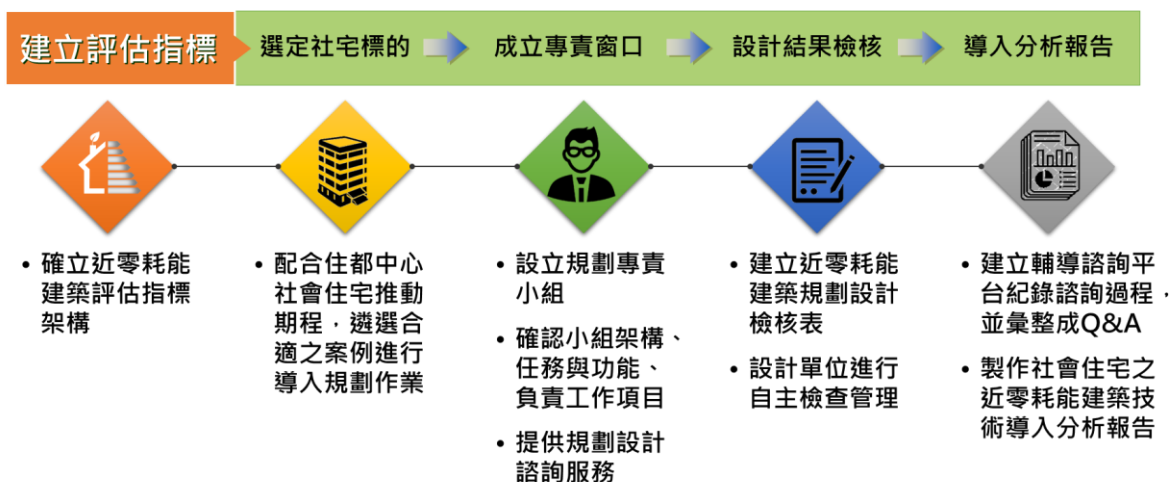


圖 9 近零耗能建築評估指標導入興建社宅之操作流程

二、興建統包需求書基本檢視

社會住宅新建統包需求書主要是說明「新北市鶯歌區「鶯陶安居」社會住宅新建統包工程」之基本作業需求，以及社會住宅之規劃、設計、施工…等工作，均應依據需求說明書辦理。並於社會住宅興建過程中統包商應依工程契約文件及國家住都中心提供之資料進行設計作業，設計成果應滿足統包需求說明書、統包工程規範及工程會綱要規範之最低要求(須參考工程會訂頒之公共工程製圖、編訂價格詳細表等)，並採「建築資訊模型」軟體整合及檢討設計。

而新北市鶯歌區「鶯陶安居」社會住宅新建統包工程在新建統包需求書內容包含：設計說明及概要、建築規劃設計原則、建材需求設計原則、建築設備需求說明、機電工程需求說明、結構與大地工程設計原則、BIM 作業準則及報告書，以及綱要規範等八個章節，其中與近零耗能建築評估相關的項目共有 12 大項，內容分述如下表 6。

同時透過新北市鶯陶安居社會住宅現階段基本設計的資訊，與綠建築規劃設計門檻值及統需書對材料設備要求規格，並假設水泵節能效率為 1 的前提下，可推估出新北市鶯陶安居社會住宅初始設計值
 $CEIs=25.44 \text{ kg-CO}_2/\text{m}_2 \cdot \text{yr}$ (相當於 93.6% 的 $CEIm$)。

表 5 新北市鶯陶安居社會住宅近零耗能建築評估相關的項目摘錄表

項次	統需書要求內容	頁數
一	本案須依契約要求，取得「 <u>銀級</u> 」(含)以上之 <u>綠建築</u> 等級。	P.20
二	系統節能： (一) 公共照明燈具可分區控制，充份利用<u>晝光</u>，減少照明用電。 (二) 配合需量控制裝置，達到負載最低需量之控制，使用照明<u>效率高之照明光源</u>，所有燈具採<u>LED 燈具</u>，<u>照度須符合 CNS 照度標準</u>，以符合政府節能減碳政策；停車場、公共區域照明等採<u>二線控照明控制</u>，並連接至中央監控室(防災中心)集中控制。 照明設計概要： 1. 各公共空間如(電梯廳、各層公共走道...等)窗戶，裝置<u>照度感知器</u>，當太陽能光線足夠時，可<u>自動調降或關閉靠窗的燈具</u>，在小型會議室等公用場所，裝置<u>紅外線感應裝置</u>，偵測是否有人自動關燈，連結<u>中央監控</u>並可設定時間(如白天、夜晚、半夜)設定各種模式，避免忘記關燈。 2. 依中華民國國家標準照度標準，及照明之要件需求，提供場所照度及輝度之正當性，室內燈具及室外景觀照明採 LED 燈具。	P.52
三	8. 各住宅單元：所有住宅單元之照明燈具，應以 <u>LED 節能燈具為主</u> ， <u>照度符合國家標準</u> 。	P.54
四	(八) 電梯多臺並聯，採智慧型聯控系統。	P.36
五	各戶冷、熱水管採上配管以明管設置，冷水管採用不銹鋼 (SUS 304) PE 披覆、 <u>熱水管採發泡 PE 被覆保溫</u> ，冷、熱水管接頭 2 吋以下採 20S 不銹鋼螺紋口接管，2-1/2 吋以上採 20S 不銹鋼管採氬氣焊接或機械接頭。	P.72
六	一、社宅入口門廳、信箱區、會客區、管理櫃檯等公共空間應依照使用用途及環境控制條件，設置 <u>多聯變頻空調機組</u> ，並妥善規劃室外機及室內機(設備規格須採用 <u>能源效率 1 級</u>)。	P.74

	二、 <u>住戶層須依建築設計空間、環境控制條件裝設分離式冷氣機組之室外機及室內機及應考慮裝設空間位置，設備規格須採用能源效率 1 級，並配設電源、排水、冷媒管及相關管線。</u>	
七	廚具設備：整體廚具(含料理檯、水槽、爐台、上下櫃)、 <u>瓦斯爐或或鹵素爐、抽油煙鹵素爐、抽油煙。</u> <u>套房型應採鹵素爐設計；二房及三房型單元應採瓦斯爐設計，並應與其他空間有適當區隔，避免炊事油煙的飄散。</u>	P.15
八	工作陽台深度（自牆心至外緣）1.5m 以上為原則，須預留安裝瓦斯表、 <u>強排防風型熱水器</u> 、洗衣機、曬衣架（應避免影響陽台燈具設置及照明亮度）及分離式空調主機等空間、欄杆及必要輔助行動不便出入之附屬設施。	P.16
九	三、停車場通風採機械送風及機械排風，輔以噴流導引風機系統。機械設備應配備防震座。 四、 <u>通風控制系統之操作方式可為溫度、時間(Timer)、CO 等方式自動起動及停止風機。</u>	P.73-74
十	本工程統包廠商申請候選智慧建築證書及智慧建築標章，至少需取得 <u>銅級以上智慧建築標章。</u>	P.22、74
十一	社會住宅係屬公有建築物， <u>太陽能系統應依各地縣市政府規定設置，如各地縣市政府無太陽能設置規定，應於各棟屋頂設置太陽能板，各棟太陽能板裝置容量至少須為 2 瓩。</u>	P.52
十二	(一) 揚水泵採兩台交替運轉方式，並設緩啟停裝置，以延長使用壽命。	P.65

從新北市鶯歌區「鶯陶安居」社會住宅統包需求書規定中，同時整合綠建築標章的外殼節能設計、空調節能設計、照明節能設計，以及建築能效評估公式來看近零耗能建築評估結果，本案的初始得分評如下：

(一) 外殼節能設計

本案外殼規劃設計須符合綠建築最低門檻，故 EEV 值須 ≥ 0.2 。

(二) 空調節能設計

本案於住宿單元或公共空間之空調主機皆須採用能源效率 1 級。

1. 個別空調：

$$EAC = 0.9 - (0.25 \times \text{一級能效空調採用面積比} + 0.13 \times \text{二級能效空調採用面積比} + 0.06 \times \text{三級能效空調採用面積比} + 0.03 \times \text{四級能效空調採用面積比}) \times (2.0 - V_{ac})$$

因為 $0.8 \leq V_{ac} \leq 1.0$ ，EAC 值 ≤ 0.65 。

2. 中央空調：

(當單一空調系統之主機容量 $\leq 50\text{USRT}$ 時)

$$EAC = [0.9 - (\text{COP}_i - \text{COP}_{ci}) / \text{COP}_{ci}]$$

(當單一空調系統之主機容量 $\geq 50\text{USRT}$ 時)

$$EAC = \{ PR_s \times [\sum (H_{Ci} \times \text{COP}_{ci}) / \sum (H_{Ci} \times \text{COP}_i)] + PR_f \times \sum (P_{Fi} / P_{Fci}) + PR_p \times \sum (P_{Pi} / P_{Pci}) + PR_t \} \times R$$

EAC 結果須依設備效率與系統節能設計進行空調節能計算書評估

(三) 照明節能設計

本案公共/住宅空間所有燈具採 LED 燈具，停車場、公共區域照明

等採二線控照明控制可分區控制，裝置照度感知器充份利用晝光，裝置紅外線感應，連結中央監控並可設定時間減少照明用電。

$$EL = IER \times IDR \times (1 - \beta_2 - \delta_1 - \delta_2)$$

$$= ((\sum n_i \times w_i \times D_i \times C_i) / (\sum n_i \times w_i))$$

$$\times ((\sum n_i \times w_i) / (LPD_{cj} \times A_j)) \times (1 - \beta_2 - \delta_1 - \delta_2)$$

1. 公共空間：Di =1.0(1.05)；Ci =0.9(0.8)；IER =0.8~0.95

2. 住宿單元：Di =1.0；Ci =0.95；IER =0.95

表 6 新北市鶯陶安居社會住宅統包需求書近零耗能建築評估初始得分表

區域	評估項目	統需書要求內容	已知結果	備註
住宿單元	外殼設計 EEV 值	綠建築「銀級」	EEV ≥ 0.2	-
	空調設計 EAC 值	住戶層設備規格 須採用能源效率 1 級	EAC ≤ 0.65	-
	照明設計 EL 值	室內燈具採 LED 燈具	Ci=0.95 Di=1.00 IER=0.95	假設住宿空間不採嵌 燈或層板燈設計
	固定設備 爐台	設置瓦斯爐或或鹵素爐 (未有規格要求)	-	-
	固定設備 熱水器	設置強排防風型熱水器 (未有規格要求)	-	-
公共空間	外殼設計 EEV 值	綠建築「銀級」	EEV ≥ 0.2	-
	空調設計 EAC 值	公共空間應設置 多聯變頻空調機組 (設備規格須採用 能源效率 1 級)	-	如採個別空調規劃， EAC ≤ 0.65 如採中央空調規劃則 須另行評估
	照明設計 EL 值	室內燈具採 LED 燈具裝置照度 感知器、紅外線感應裝置連結 中央監控並可設定時間	Ci ≤ 0.90 Di ≤ 1.05 IER ≤ 0.95	P.52 門廳、會客區、 櫃檯、梯廳、店鋪 配合天花板採用嵌燈 或層板燈(Di=1.05)
	機械設備 電梯	電梯多臺並聯，採智慧型聯控 系統	-	-
	機械設備 送排風機	停車場通風採自動起動及停止 之機械送風及機械排風(未有規 格要求)	-	-
	機械設備 揚水泵	採兩台交替運轉方式(未有規格 要求)	-	-

三、基本設計階段近零建築技術導入分析評估

於建築設計期程中可分為基本設計階段與細部設計階段，在基本設計階段中，主要是依照基地條件確認了建築空間配置、數量、屬性與面積，其對於立面設計與設備選購則尚未有完整確定的細部規劃，因此，於基本設計階段的近零建築技術導入分析評估中，我們必須進行一些假設，始得進行評估，而這些假設值也是後續可以切確達成之目標設計值。

藉由本技術報告的第參章節的第三單元，可以得知新北市鶯陶安居社會住宅現階段基本設計的資訊，透過這些資訊與統需書的要求，以及過去經驗分析的整合，在此階段可先進行新北市鶯陶安居社會住宅綠建築規劃設計值、住宿單元固定設備與公共空間機械設備基本設置，以及住宿單元固定設備與公共空間機械設備進階設置的假設評估。

(一) 綠建築規劃設計值假設評估

1. 建築外殼節能設計 EEV、空調設備節能設計 EAC 與通風設計 Vac

根據過去綠建築送審案件的設計經驗來看，住宿類建築外殼等價開窗率 Req 的設計水準多落於 8.5-10% 之間，而通風設計 Vac 水準則會依基地條件不同落在 0.9-0.99 之間。因此可以推斷一個具有基本綠建築設計概念的住宅，其建築外殼節能設計 EEV 值會落在 0.5-0.7 之間，若在搭配上社會住宅統包需求書中須採用一級能效空調的規定，其住宿單元的節能水準則有 0.56-0.59 的表現、其公共空間的節能水準也有 0.6-0.75 的表現；加上住宿單元的面積比例遠大於公共空間的面積比例，其平均下來也有優於 0.6 以下的節能表現。

(1) 個別空調：冷房能力 $\leq 14\text{KW}$

表 7 住宿建築之綠建築設計值與節能水準評估表(個別空調)

設備	外殼改變			通風改變					建議值
Vac	1	1	1	0.99	0.98	<u>0.97</u>	0.96	0.95	<u>0.97</u>
EAC	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.64	0.64	0.64	<u>0.64</u>
外殼 Req	10.00%	<u>9.40%</u>	8.80%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	<u>9.40%</u>
EEV	0.50	0.60	0.70	0.52	0.53	0.55	0.57	0.58	<u>0.65</u>
節能水準	0.59	0.58	0.57	0.59	0.58	0.58	0.57	0.57	<u>0.56</u>

(2) 中央空調：冷房能力 $\geq 14\text{KW}$

表 8 住宿建築之綠建築設計值與節能水準評估表(中央空調)

設備	外殼改變			通風改變			效率提高		建議值
Vac	1	1	1	0.95	0.9	0.8	1	1	0.95
CSPF	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.33	5.62	5.62
EAC	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.75	0.68	0.68
外殼 Req	10.00%	9.40%	8.80%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	10.00%	9.40%
EEV	0.50	0.60	0.70	0.58	0.67	0.83	0.50	0.50	0.68
節能水準	0.75	0.74	0.73	0.74	0.73	0.71	0.69	0.62	0.60

備註：藉由空間加權計算可稀釋結果提高節能水準

2. 照明節能設計 EL

由於 2000 年多半建築仍使用發光效率 70 lm/W 左右的 T8 或 T9 螢光等管，而較新的市場節能技術，則是選用發光效率 90 lm/W 左右的 T5 螢光燈或緊湊型螢光燈，且智慧節能控制的運用則相當有限。相較現行高效率的 140 lm/W 左右的 LED 燈與技術成熟的智慧照明控制技術來看，節能水準至少在 2 倍以上，因此新建社會住宅的 EL 值可假設在 0.5 以下。

(二) 固定設備與機械設備基本設置假設評估

考量社會住宅設備品質與避免日後維修之不確定，國家住都中心於投標須知中納入建材與設備選用之參考廠牌。而投標廠商依據「統包需求說明書」提出設計構想，並依國家住都中心建議廠牌或擇更優之廠牌進行規劃；且投標廠商於得標後，依所提列建材、設備廠牌之一，作為未來送審及使用之廠牌，非經國家住都中心同意，不得變更。若擬變更廠牌，應於不影響原有建材或設備之功能規格及總進度之前提下，提報國家住都中心審核，且須就品牌市價之差異辦理減帳，不得追加。

基於上述說明統包團隊於案件投標時，基本上已先行安排規劃好後續欲使用之設備廠牌與大致規格，除為滿足國家住都中心審核在招標時審核上的需求，同時也作為統包團隊成本安排的參考。因此，經由洽詢後，可以了解新北市鶯陶安居社會住宅在住宿單元的固定耗能設備中熱水器選擇：3 級能效瓦斯熱水器設備(含保溫管材)、爐臺選擇：二房以上為 3 級能效瓦斯爐臺，套房為鹵素爐(無能效分類)；公共空間的固定耗能設備中地下室停車場送排風機選擇：無節能標章之送排風機、電梯選擇：變頻永磁馬達捲揚機設備的電梯。

透過新北市鶯陶安居社會住宅現階段基本設計的資訊，整合前開綠建築規劃設計值假設評估與上述固定設備與機械設備基本設置假設評估，並假設水泵節能效率為 1 的前提下，可推估出新北市鶯陶安居社會住宅現階段設計值 $CEI^*=20.61 \text{ kg-CO}_2/\text{m}_2 \cdot \text{yr}$ (相當於 74.1% 的 CEI_m)。

(三) 固定設備與機械設備進階設置假設評估

從前段評估結果來看，若新北市鶯陶安居社會住宅想要達成近零碳建築目標，其平均樓地板二氧化碳排放量 CEI*需再降低 1.58 kg-CO₂/m²·yr，相當於 CUI_m 27.18 kg-CO₂/m²·yr 的 4.1%。

而在建築細部設計尚未確認的情況下，若想要朝向近零碳建築目標邁進，則可以先從提高固定設備與機械設備能效開始著手，進階檢討其各種建置情境之成本與評估結果。接下來本技術報告將針對固定設備與機械設備的選擇方案與成本進行分析，再依照不同設備能效情建置境比較分析評估結果。

1. 固定與機械設備之選擇方案與成本分析

本分析將先確立可選擇的設備能效範圍與設備廠牌，再依其範圍進行細部探究，其包含住宿單元之熱水設備與爐臺；而電梯設備因涉及各大廠之技術不同與建置成本差異，本技術報告僅能就現有公開資料進行探討；另地下排風設備與揚水泵則因部分設計內容礙於尚未確立與時間限制，則暫時無法深入探究，僅能先以可達成之假設值進行評估；而為求評估之正確性，後續也將再與業界設備廠商進行深度訪談與市場調查後，於下一年度更新評估資訊。

(1) 住宿空間固定設備：

- A. 熱水器：參考設備能效分級網站公開資訊可得知，1 級能效熱水器皆為 20 公升以上之設備，並不適用一般小家庭住宅或套房，而設備能效在 4 級以下的商品中又未見投標須知中的參考廠牌，再加上社會住宅統包需求書中規定，使用瓦斯熱水器；因此，本案瓦斯熱水器可選用的建議範圍為能效 2-3 級的瓦斯熱水器。

表 9 熱水器分級與設備成本比較表

	一級	二級	三級	四級	五級	無分級資料
瓦斯熱水器	0.80	0.91	0.95	1.00		
	-	\$ 17,000 (櫻花-16L) \$ 15,700 (和成-16L)	\$ 14,000 (櫻花-13L) \$ 19,000 (豪山-16L)	-	-	
電熱水器(儲備)	0.94	0.95	0.97	0.98	1.00	
	-	\$ 40,000 (怡心)	\$ 12,000 (凱薩)	\$ 18,000 (櫻花)		
電熱水器(末端)	0.89	0.90	0.92	0.93	0.95	
	-	-	-	-	-	\$ 8000 (櫻花)
熱泵	有標章	無標章				
	0.26	0.30				
	\$ 73,000 (日立)	\$ 60,000 (櫻花)				

備註：採用二級瓦斯熱水器取代三級瓦斯熱水器：3,000 元 x 380 戶 = 1,140,000 元

- B. 爐台：社會住宅統包需求書中規定，兩房以上之住宿單元需提供檯面型瓦斯爐檯；而套房型之住宿單元，在基於安全考量之下，與使用者的便利性下，須提供鹵素爐。因此，本案爐台可選用的建議範圍為能效 1-3 級的瓦斯爐台與鹵素爐。

表 10 爐臺分級與設備成本比較表

	一級	二級	三級	四級	五級	無分級資料
	0.85	0.90	0.95	1.00		
燃氣爐台	\$ 14,600 (櫻花-台面型) \$ 9,600 (櫻花-爐架型)	\$ 11,600 (櫻花-台面型) \$ 5,600 (櫻花-爐架型)	\$ 12,400 (櫻花-台面型) \$ 7,150 (櫻花-爐架型)	- \$ 7,640 (櫻花-爐架型)	-	
用電爐台	IH 爐 0.78 \$ 9,300 (櫻花) \$ 7,300 (豪山)	鹵素爐 1.00 \$ 9,900 (櫻花) \$ 8,300 (和成)				

備註：採用一級燃氣爐台取代二級燃氣爐台：3,000 元 x 133 戶 = 399,000 元
以導熱墊圈解決 IH 爐挑鍋問題：1,000 元 x 247 戶 = 247,000 元

(2) 公共空間動力設備

A. 地下室排風設備：由於社會住宅統包需求書中並未明確規定地下

室排風設備的能效，再加上 R-BERS 改版，除了有標章/無標章的

選擇外，尚增加採用 CO 偵測變頻風機控制系統，節能率 0.7 的選

擇，因此本設備項目還有多種可能變數，因此暫訂先僅採用有標

章/無標章的選擇進行比較分析。

B. 電梯行程：由於社會住宅統包需求書中並未明確規定電梯設備的

能效，但就現在新設電梯的節能水準來看永磁馬達 VVVF 搭配變頻

系統已是業界的標配設定，因此有無設置電力回生系統就是關鍵

了。電力回生系統成本各家不一，加上目前文獻所見每台電梯安

裝電力回生系統成本約 9-15 萬，其主要為舊有建築設備改裝，相

較於第一時間配合電梯進場設置時安裝，可大大降低設置成本與人工成本，差異甚大，因此，成本方面尚須再更進一步進行業者訪談與市場調查評估。

2. 不同設備能效建置情境評估結果分析

綜整上述內容可了解到，在新北市鶯陶安居社會住宅中固定設備與機械設備可選擇的組合有：住宿空間固定設備：瓦斯熱水器（能效 2 或 3 級）、兩房以上瓦斯爐臺（能效 1 或 2 級）、地下室排風設備（有標章/無標章）、永磁馬達 VVVF 變頻電梯（有電力回生/無電力回生）等組合，初步搭配起來共計有 16 種，其平均樓地板二氧化碳排放量 CEI*如下表，**最佳方案設計值 CEI*=19.52 kg-CO₂/m₂·yr (相當於 71.8%的 CEIm)。**

表 11 新北市鶯陶安居社會住宅不同設備能效建置情境評估表

	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	方案 6	方案 7	方案 8
瓦斯熱水器	2 級	2 級	2 級	2 級	2 級	2 級	2 級	2 級
瓦斯爐台	1 級	1 級	1 級	1 級	2 級	2 級	2 級	2 級
排風設備	有標章	有標章	無標章	無標章	有標章	有標章	無標章	無標章
電梯電力回生	有加裝	無加裝	有加裝	無加裝	有加裝	無加裝	有加裝	無加裝
CEIn	19.03							
CEI*	19.52	19.62	20.12	20.22	19.63	19.73	20.24	20.34
(71.8%)								
	方案 9	方案 10	方案 11	方案 12	方案 13	方案 14	方案 15	方案 16
瓦斯熱水器	3 級	3 級	3 級	3 級	3 級	3 級	3 級	3 級
瓦斯爐台	1 級	1 級	1 級	1 級	2 級	2 級	2 級	2 級
排風設備	有標章	有標章	無標章	無標章	有標章	有標章	無標章	無標章
電梯電力回生	有加裝	無加裝	有加裝	無加裝	有加裝	無加裝	有加裝	無加裝
CEIn	19.03							
CEI*	19.67	19.78	20.28	20.38	19.79	19.89	20.39	20.5

四、再生能源(太陽能光電板)建置與碳中和

藉由上述討論可得知，新北市鶯陶安居社會住宅在一般綠建築設計概念下，再搭配高能效的固定設備與機械設備後，離近零碳建築基準尚有最後 $0.49 \text{ kg-CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{yr}$ ，相當於 CUI_m $27.18 \text{ kg-CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{yr}$ 1.8%的距離。而從碳中和角度來考量，本案尚可藉由再生能源來取代一般市電的角度來進行碳排放量的抵扣，其中又以太陽能光電板的設置技術最為成熟。在新北市鶯陶安居社會住宅統包需求書中有提到：社會住宅係屬公有建築物，太陽能系統應依各地縣市政府規定設置，如各地縣市政府無太陽能設置規定，應於各棟屋頂設置太陽能板，各棟太陽能板裝置容量至少須為 2 瓩。而搭配現階段基本設計，我們可以推估若於屋頂層上設置約 21%面積的太陽能光電板，每年便可產生 27,412kWh，約為 $13,952.83 \text{ kg-CO}_2/\text{kWh}$ ，除以 $29,068.4 \text{ m}^2$ 的總樓地板面積，相當於 $0.48 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{yr}$ 的碳排量，如此便有機會讓新北市鶯陶安居社會住宅達到成為近零碳建築之目標。

表 12 新北市鶯陶安居社會住宅太陽能光電板設置效益評估表

設置範圍	設置面積	kWp	kWh	kg-CO ₂ /kWh	kgCO ₂ /m ² · yr
50%	718.3	71	67237	34223.63	1.18
30%	431.0	43	40721	20726.99	0.71
20%	287.3	28	26516	13496.64	0.46
10%	143.7	14	13258	6748.322	0.23
2 kWp	20	2	1894	964.046	0.03

備註：鶯陶安居屋頂面積約有 $1,436.65 \text{ m}^2$ ，TFA= $29,068.4 \text{ m}^2$

新北市太陽能光電板發電量約為 947 kWh/kWp

伍、結論與建議

一、結論

- (一) 近零耗能建築設計包含綠建築被動式建築設計與高效能設備選用，兩者必須兼備，缺一不可。
- (二) 在綠建築被動式建築設計中，於外殼 $Req < 9.4\%$ ，再配合通風設計 $Vac < 0.97$ ， EEV 值可 > 0.65 ，同時搭配一級能效空調設備 $EAC < 0.64$ ，其節能率可 $> 44\%$ ；另後續評估版本照明基準回歸 2000 年，以 LED 相較當年的 T8 燈管節能率皆大於 50%，若搭配智慧控制，其在節能上會有更好的表現。
- (三) 在高效能設備選用上，受限於邀標書及參考廠牌的限制，可以挑選的設備項目有限，經過比價與評估可知，於現有條件下，選擇高效產品的成本尚屬可接受之範圍，且主流商品多會有相對的優惠價格，挑選高能效商品時可參考選擇，更可以量制價，在選擇高能效產品的情況下，同時取得好價格。
- (四) 電梯於新設時即安裝電力回生設備，可較後續增設減少安裝費用，同時在人流頻繁的商場、辦公、廠辦都有不錯的節能效果，在住戶多的社宅中亦會有不錯之表現。

二、建議

- (一) 太陽能光電板可用來抵扣/降低剩餘用電碳排放量。
- (二) 地下室送排風機加裝 CO 變頻控制系統具有相當潛力降低碳排放量。
- (三) IH 爐與鹵素爐市價差異不大，惟挑鍋之疑慮亦可採用市價 800 元-1,000 元導熱墊圈獲得解決，但其節能效果表現優異，亦是建築能效評估得分關鍵，建議未來不受限於統需書規範時，可評估納入成為未來可採用的方案之一。
- (四) 中繼水塔的設計可避免低樓層用戶用水需打到最高樓層，可降低水泵揚程需求，但容易干擾建築設計方案與影響外觀造型，且於中繼轉換層容易產生噪音影響住戶生活品質，採用此方法時需謹慎。