

近零碳建築

跨領域人才培育培訓活動

台灣住宅能效標示制度

本簡報僅供淨零建築跨領域人才培育及青年學生相關人員講習培訓活動使用



近零碳建築
產學研推廣宣導平台

課程大綱

2024版

- 新建住宅能效評估系統
- 新建集合住宅如何進行評估
- 實際案例演練
- 如何提升建築能效

本簡報僅供淨零建築跨領域人才培育及青年學生相關人員講習培訓活動使用

新建住宅能效評估系統

R-BERSn (Building Energy-efficiency Rating
System for New Residential Buildings)

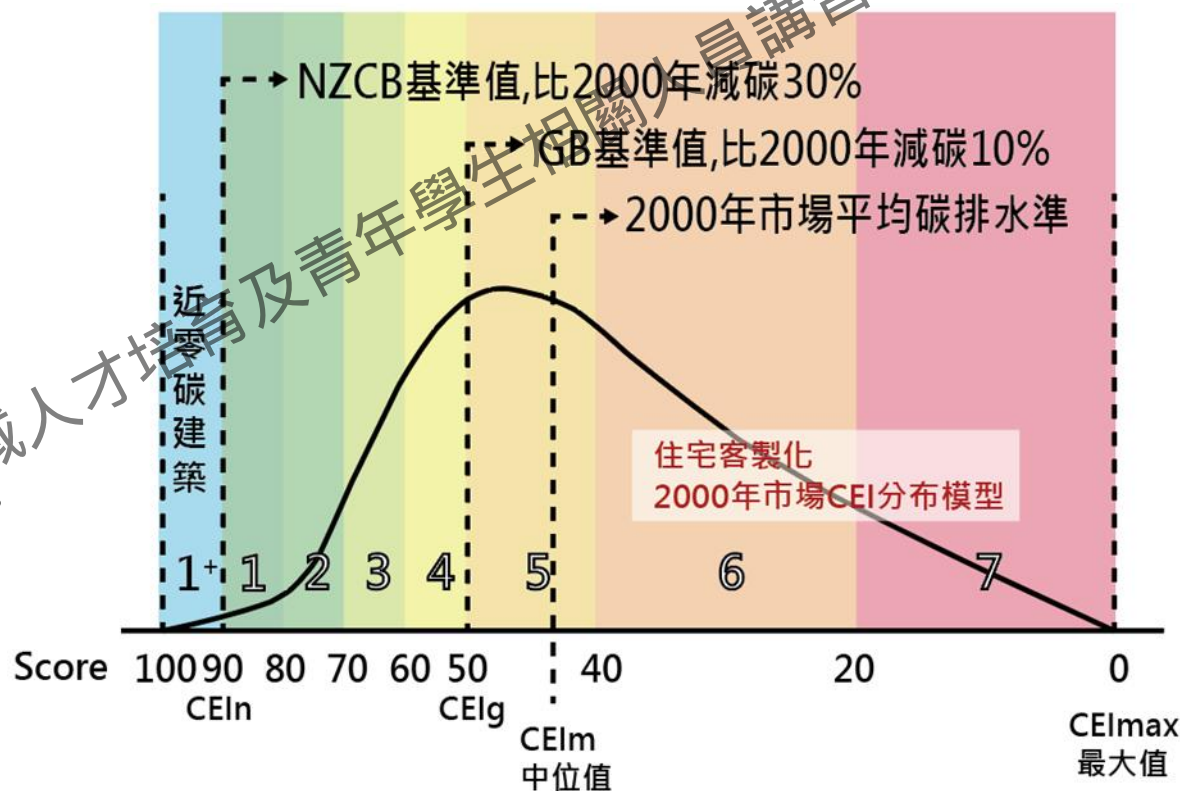
本簡報僅供淨零建築跨領域人才培育及青年學生相關人員講習培訓活動使用

新建住宅評分尺度

2024版

- 新建住宅能效評估系統
R-BERS (Building Energy-efficiency Rating System for New Residential Buildings)

- 以能效計算邊界
ECB(Energy-Efficiency Calculation Boundary)
之減碳率**CRR(Carbon Reduction Rate)**來定義，
住宅之零碳建築**NZCB**基
準定義為相對於能效計
算邊界**ECB**，減碳率
CRR30%以上之住宅建
築。



住宅建築能效評估制度BERS分類

大系統		次系統	適用建築類組	能效計算邊界 ECB
住宅能效評估系統	新建	新建住宅能效評估系統 R-BERSn	低於海拔八百公尺地區之 H-2 透天住宅 與 非透天集合住宅	住宿單元為外殼、空調、照明、熱水器、爐台等五項。 非透天集合住宅為外殼、空調、照明、熱水器、爐台、電梯、水塔揚水泵、地下停車場送排風機等八項
		新建集合住宅公用空間能效評估系統 RP-BERSn	低於海拔八百公尺地區，且住戶單元 毛胚屋交屋 而難以適用 R-BERSn 之非透天集合住宅(只評估共用空間，不評住戶單元空間)	共用空間之空調、照明、電梯、水塔揚水泵、地下停車場送排風機等五項

新建住宅建築能效標示

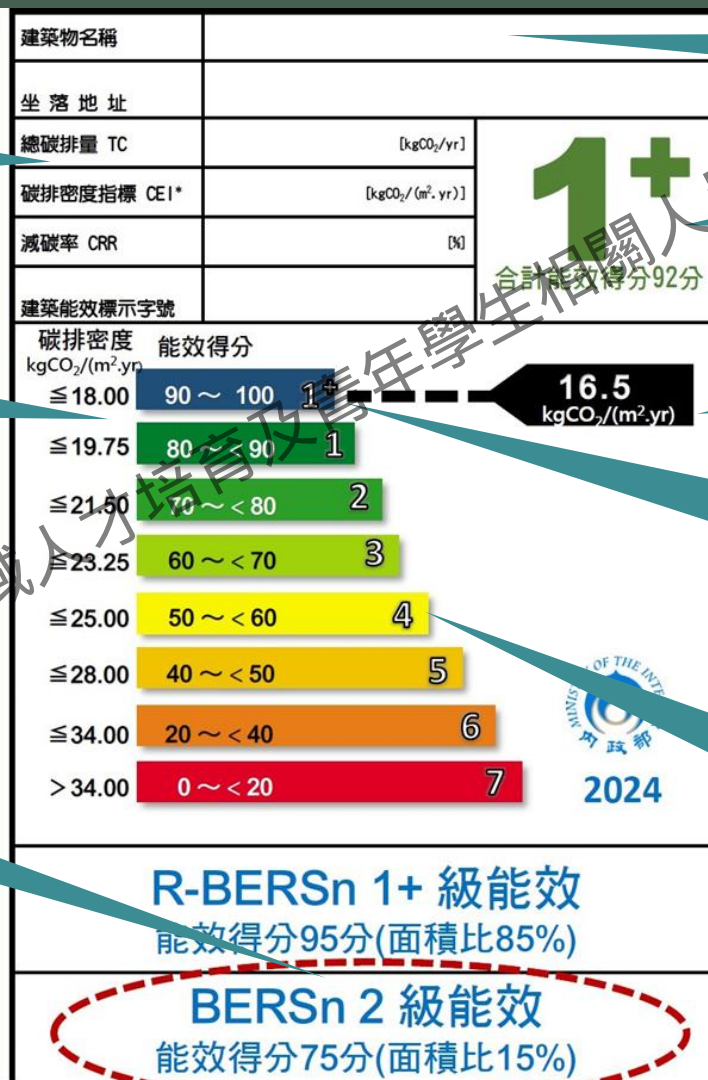
評估案件：
TC、EUI*、CEI*
、ESR、編號等資訊

排碳密度根據案件
所計算出來之數據
(非定值)

住宅建築能效採用
種類與版本

以新建集合建築R-BERSn為例，兩類能效評估系統混合使用案件之能效標示法

新建住宅建築能效標示



評估案件的名稱與地址

評估案件的能效等級

排碳密度標示

1+級為近零
碳建築，比
2000年的建
築減碳≥
30%水準

4級為綠建築
合格等級，
比2000年的
建築減碳≥
10%水準

次系統標示

R-BERS計算理論/動態分區EUI法

基準案與設計案 碳排量相比

R3 住戶專用分區單元
P2 梯廳 / 走廊
P3 共用分區
P1 大廳

因應各案例特性
能效評估尺度

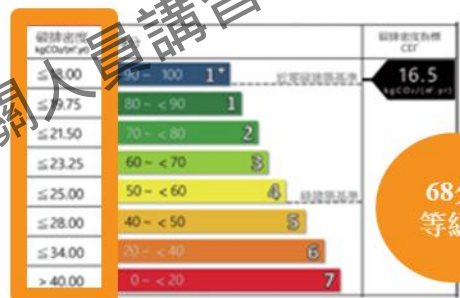
R3 住戶專用分區單元
P2 梯廳 / 走廊
P1 大廳

基準案與設計案 碳排量相比

空調
+
照明

固定
設備

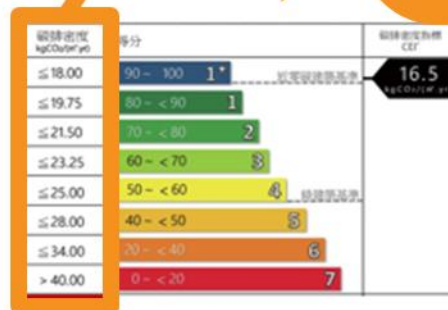
公用
機械



68分
等級3

各自案例
CEI*碳排密度基準

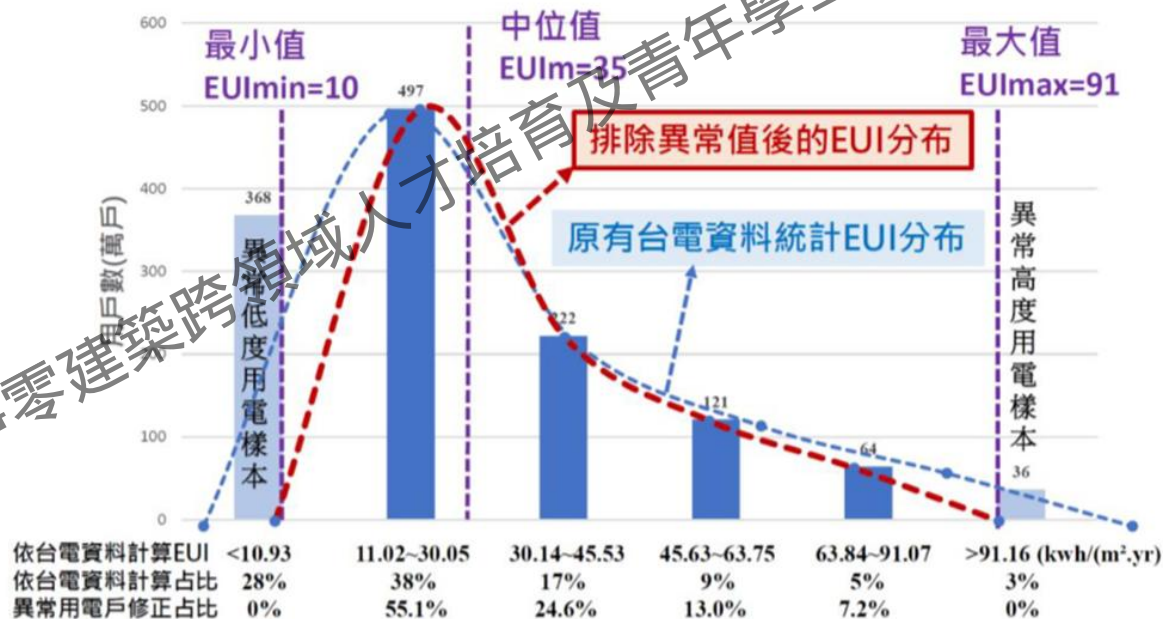
58分
等級4



不同設計效率、不同設備效率
之碳排量差異

R-BERS計算理論/EUI右偏分佈法

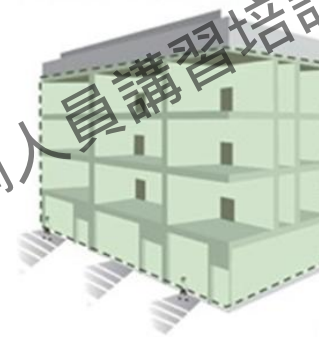
- 該理論假設任何一種建築類型之建築樣本母體之**EUI**分布均呈現右偏分布的特性，同時某建築物之能效優劣水準，可由該建築實際**EUI**數據位於其樣本母體**EUI**右偏分布之高低次序來辨識評估，已獲國內外諸多關於**EUI**分布研究諸多文獻的證實。



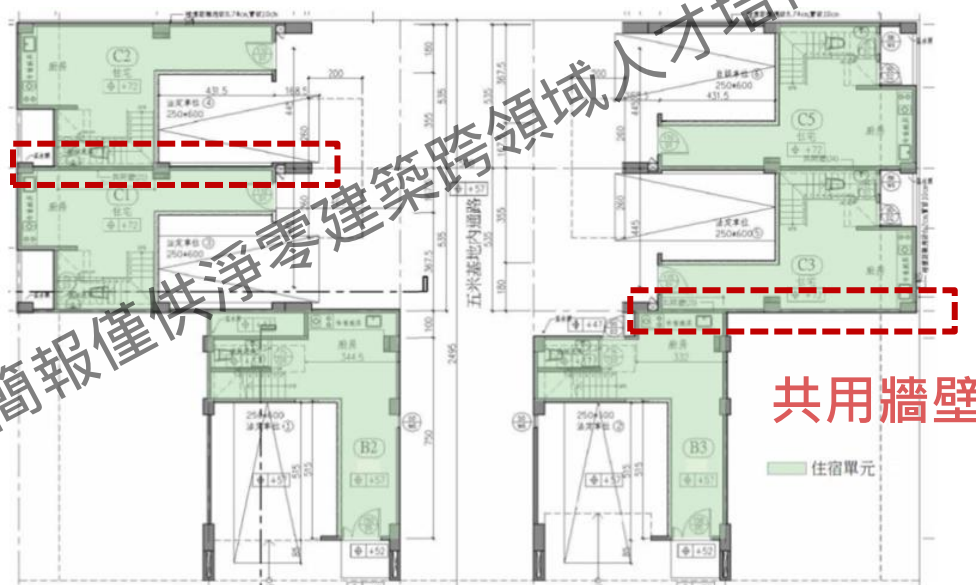
(2022 年台電「公用售電業電價費率檢討方案」公布全國住宅用電度數統計(EUI 為研究團隊以住宅平均面積 131.77m² 換算而得)

透天住宅之空調、照明耗電密度 2000 年 EUI 基準

	耗能分區	照明 LEUI LEUImin LEUI LEUImax	間歇空調 EUI(Kwh /m ² ·yr)		
			北部 AEUImin AEUI AEUImax	中部 AEUImin AEUI AEUImax	南部 AEUImin AEUI AEUImax
R. 住宿 單元	R1. 透天獨棟住宅	5.87 9.78	7.02 8.69 20.74	8.12 10.06 24.20	9.91 12.36 29.65
	R2. 透天連棟住宅	19.54	5.13 6.48 15.48	5.93 7.52 18.36	7.22 9.23 24.66



透天住宅



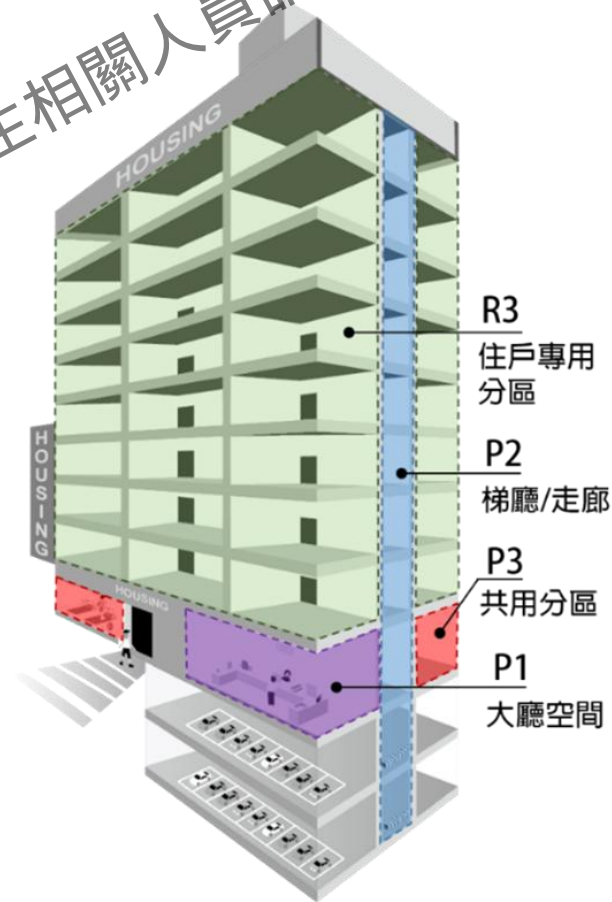
- 因連棟住宅之共用牆壁降低空調負荷。
- 僅計算單一分區
- 電梯、水泵不納入評估

集合住宅耗能分區之 空調、照明耗電密度 2000 年 EUI 基準

- 不同公設比、不同戶數、不同樓高度所組成的住宅建築物的耗能預測能力與評分的公平性
- 將全棟住宅建築拆解成數種耗能模式相近的耗能分區(energy zone)，並建置各分區的EUI基準值，再以此EUI基準值與其建築外殼與設備效率之設計條件來預測整體建築耗能的方法。

	耗能分區	照明 LEUI	間歇空調 EUI (Kwh/m ² yr)		
		LEUIImin LEUIIm LEUIImax	北部 AEUIImin AEUIIm AEUIImax	中部 AEUIImin AEUIIm AEUIImax	南部 AEUIImin AEUIIm AEUIImax
R.住宿單元	R3. 非透天集合住宅住戶專用分區	6.9 11.51 23.04	8.25 10.22 24.38	9.97 12.35 29.7	10.11 12.61 30.26
P.共用空間 (透天住宅不在此評估)	P1. 非透天集合住宅大廳分區(大廳空間)	22.13 44.05 73.42	9.95 15.78 24.49	11.15 18.85 28.03	14.26 22.62 32.67
	P2. 非透天集合住宅梯廳分區(梯廳與住戶連通走廊)	3.78 7.57 12.60	0	0	0
	P3. 非透天集合住宅之一般共用分區(健身房、閱覽室、兒童遊戲室、KTV、會議室、視聽室、社區辦公室、活動中心等)	13.06 25.93 43.27	14.15 21.79 32.69	16.44 26.91 38.98	21.34 32.97 46.40

本表 EUI 基準為研究團隊設定人員標準起居生活模式與照明、空調營運時程標準情境以 eQuest 軟體與 TMY3 氣象資料模擬而得



R-BERS與綠建築標章接軌

以住宅參數模型與營運情境
模擬六類耗能分區EUI基準值

住宅專用EUI基準資料庫

空調EUI最大、中位、最小值
照明EUI最大、中位、最小值

依建築圖說計算電梯、送風
揚水泵之碳排基準值

依建築圖說
建置R-BERSn
評分尺度

評分尺度最小值

評分尺度GB值

評分尺度最大值

能效計算邊境之碳排右偏分佈

CEIn
90分基線

CEIg
50分基線
得分

CEImax
0分基線

與綠建築標章接軌

1. 依建築圖說計算EEV、EAC、EL三指標
2. 依設備圖說計算熱水器、爐台、電梯、送風、揚水泵效率
3. 依前述資料計算能效得分 $SCORE_{EE}$

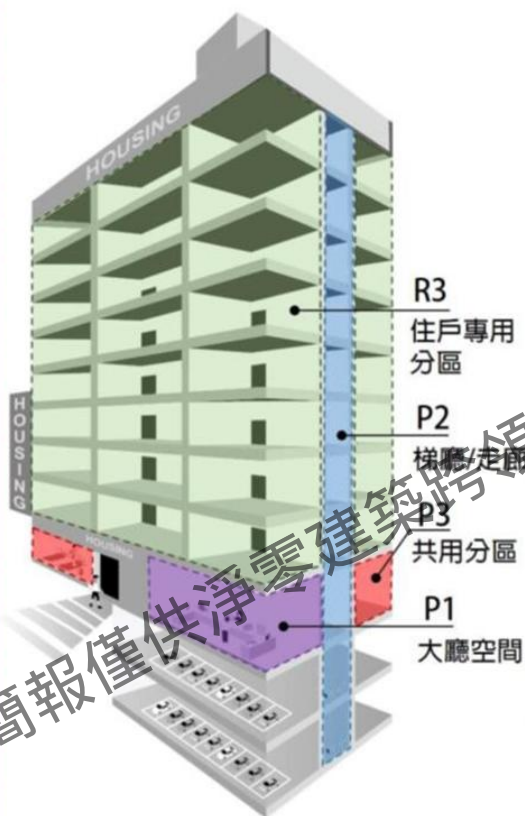
新建集合住宅 如何進行評估

How to evaluate new residential buildings

本簡報僅供淨零建築跨領域人力培育及青年學生相關人員講習培訓活動使用

適用對象

新建住宅能效評估系統R-BERSn



非透天集合住宅



透天住宅

新建建築能效評估系統BERSn



宿舍/民宿

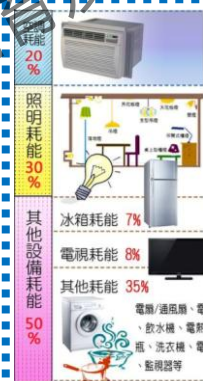


護理機構

- 低於海拔八百公尺地區且建築使用分類為**H-2住宅、集合住宅**(不含**民宿、農舍**)等二住宿類別之新建建築物。
- 若內含住宅、集合住宅以外之**非住宅空間**時，則非住宅空間部分應依**BERSn**規定執行**建築分類**，當各建築分類面積未達**1000m²**，且未達全案總樓地板面積**5%**時，可免除該建築分類部分之評估，凡是符合面積達**1000m²**以上，或達全案總樓地板面積**5%**以上條件之各建築分類，均應分別執行**BERSn**評估。

Step1 住宅建築能效計算範疇

	評估耗能分區	耗能計算邊界ECB
透天住宅	全棟單一分區(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	住宅單元部分	空調、照明、熱水、爐台等四項設備
	共用分區部分	空調、照明、電梯、揚水、地下停車場送排風機等五項設備



住戶用電
(雖有電梯、水泵也不評估)

四項用電
空調、照明
熱水、爐台

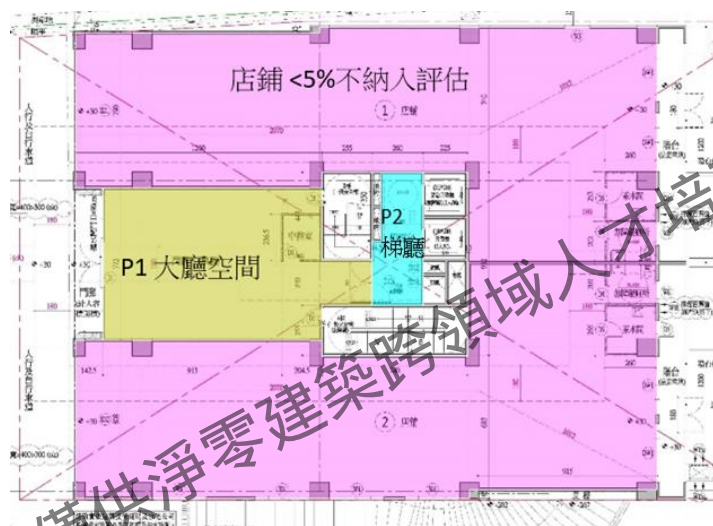


共用機械用電

Step2 執行耗能分區、排除免評估分區

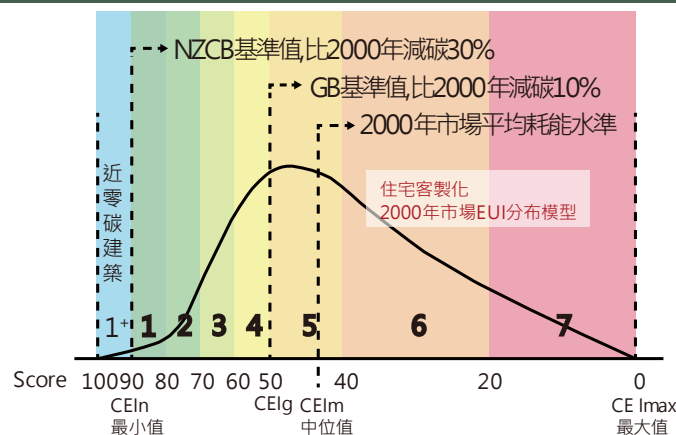
Step1 排除免評估分區、執行耗能分區

公用空間之停車場、儲藏室、機械室、屋突、電梯間、安全避難樓梯間、游泳池、SPA&三溫暖設施等雜項公用空間，則不列入評估範疇；



若內含住宅、集合住宅以外之非住宅空間時，則非住宅空間部分應依 BERSn 規定執行建築分類，當各建築分類面積未達 1000m^2 ，且未達全案總樓地板面積 5% 時，可免除該建築分類部分之評估，凡是符合面積達 1000m^2 以上，或達全案總樓地板面積 5% 以上條件之各建築分類，均應分別執行 BERSn 評估。

Step3 建立碳排密度CEI評估尺度



減碳30%為近零碳基準CEIn--90分
減碳10%為GB基準CEIg--50分
最大碳排值CEImax---0分
以四級為綠建築合格線
以「1+」標示近零碳建築

$$CEIn = 0.7 \times \left[\frac{(AEUIm1 + LEUIm1) \times \text{面積} \times \beta 1 + \sum j (AEUImj + LEUImj) \times \text{面積} \times \beta 1}{\text{住宿空調\&照明碳排中位值} + \text{公用空間空調\&照明碳排中位值}} + \frac{FCE}{\text{固定設備碳排基準}} + \frac{MCE}{\text{公用機械碳排}} \right] \div \text{評估總樓地板面積 TAF}$$

NZCB基準值

$$CEIg = 0.9 \times \left[\frac{(AEUIm1 + LEUIm1) \times \text{面積} \times \beta 1 + \sum j (AEUImj + LEUImj) \times \text{面積} \times \beta 1}{\text{住宿空調\&照明碳排中位值} + \text{公用空間空調\&照明碳排中位值}} + \frac{FCE}{\text{固定設備碳排基準}} + \frac{MCE}{\text{公用機械碳排}} \right] \div \text{評估總樓地板面積 TAF}$$

GB基準值

$$CEImax = \left[\frac{(AEUImax + LEUImax) \times \text{面積} \times \beta 1 + \sum j (AEUImaxj + LEUImaxj) \times \text{面積} \times \beta 1}{\text{住宿空調\&照明碳排最大值} + \text{公用空間空調\&照明碳排最大值}} + \frac{FCE}{\text{固定設備碳排基準}} + \frac{MCE}{\text{公用機械碳排}} \right] \div \text{評估總樓地板面積 TAF}$$

最大值

Step4 計算申請案碳排密度指標CEI*

CEI*

碳排密度指標

=

ETC

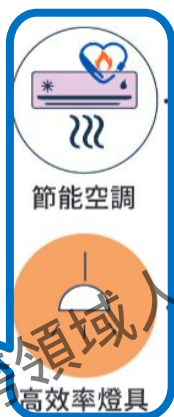
評估總碳排量

÷

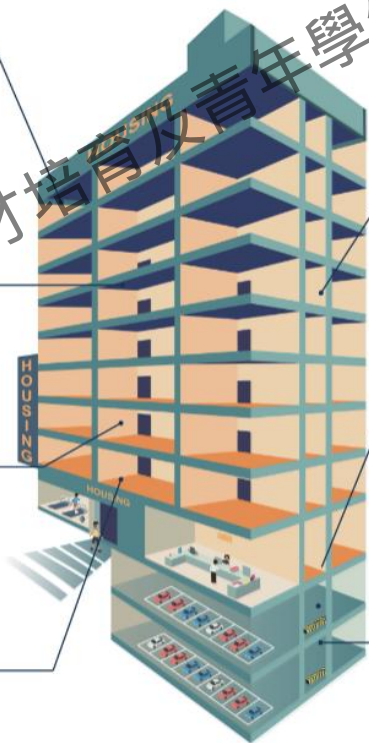
TAF

評估總樓地板面積

空調碳排量
照明碳排量



固定設備碳排量



公用機械碳
排量

空調碳排量/照明碳排量

2024版

耗能分區(查表)

面積

空調系統節能效率

EL 空調若因毛胚屋申請
無資料時逕令 0.9

$$ACE^* = ((AEU_{Im1} \times TAF1 \times (EAC1 - 0.12 \times EEV))$$

空調碳排

住宿區空調耗電計算

外殼節能效率對空調負荷最高減少12%

耗能分區(查表)

$$+ \sum j (AEU_{Imj} \times AFj) \times (EAC2 - 0.12 \times EEV) \times \beta 1$$

碳排係數

公用空間空調耗電計算

耗能分區(查表)

EL無資料時逕令 0.56

照明系統節能效率

耗能分區(查表)

照明系統節能效率

$$LCE^* = [(LEU_{Im1} \times EL1 \times TAF1 + \sum j (LEU_{Imj} \times AFj) \times EL2] \times \beta 1$$

照明碳排

面積

碳排係數

住宿區照明耗電計算

公用空間照明耗電計算

固定家電碳排量/公用機械碳排量

2024版

固定家電碳排

查表 碳排基準 戶數 效率 保溫效率 查表

$$\begin{aligned} \text{FCE}^* = & \text{MP} \times \text{每戶平均居住人數 (小套房+2房以上住戶)} \\ & \times (\text{YCE1} \times \text{NF1} \times \text{E1n} \times \text{If} + \text{YCE2} \times \text{NF2} \times \text{E2n} \times \text{If} \\ & + \text{YCE3} \times \text{NF3} \times \text{E3n} + \text{YCE4} \times \text{NF4} \times \text{E4n}) \\ & \times \text{瓦斯熱水器碳排} \times \text{用電熱水器碳排} \\ & \times \text{瓦斯爐台碳排} \times \text{用電爐台碳排} \end{aligned}$$

公用機械設計碳排

風機節能率 電梯效率 能源成本效率

$$\text{MCE}^* = (\sum_j \text{Vecj} \times \text{Afpj} \times \text{EV} + \text{EEc} \times \text{Ne} \times \text{EE} + 0.0183 \times \text{Q} \times \text{PHc} \times \text{PEB}) \times \beta_1$$

停車場通風設計耗電 電梯設計耗電 揚水設計耗電 碳排係數

固定設備碳排基準

2024版

固定設備碳排FCE = 每戶平均居住人數MP × 設備效率E × Σ 碳排基準YCE × 戶數 NF

設備類別參數 m		耗能設備效率係數 Em ^{m1}					碳排基準 YCEm ^{*4} (kgCO ₂ /人.yr)
		一級能效 Em1	二級能效 Em2	三級能效 Em3	四級能效 Em4	五級能效 Em5	
1.即熱式燃氣熱水器 ^{*3}		E11=0.80	E12=0.91	E13=0.95	E14=1.0	無此類	北、中、南 氣候區各為 74.9、72.5 、70.1
2.用電熱水器 ^{*2}	2.1 貯備型熱水器	E21=0.94	E22=0.95	E23=0.97	E24=0.98	E25=1.00	北、中、南 氣候區各為 149.8、 145.0、140.1
	2.2 瞬熱蓄熱式熱水器	E26=0.89	E27=0.90	E28=0.92	E29=0.93	E210=0.95	
	2.3 熱泵熱水器	節能標章 E211=0.26、無標章 E212=0.30					
	2.4 瞬熱型熱水器	E213=1.0					
3.燃氣爐台 ^{*3}		E31=0.85	E32=0.90	E33=0.95	E34=1.00	無此類	78.5
4.用電爐台 ^{*3}		IH 電磁爐，E41=0.78，鹵素爐/電陶爐，E42= 1.0					70.1



基準值為1.0
(無減碳作為)

公用機械設備碳排基準

2024版

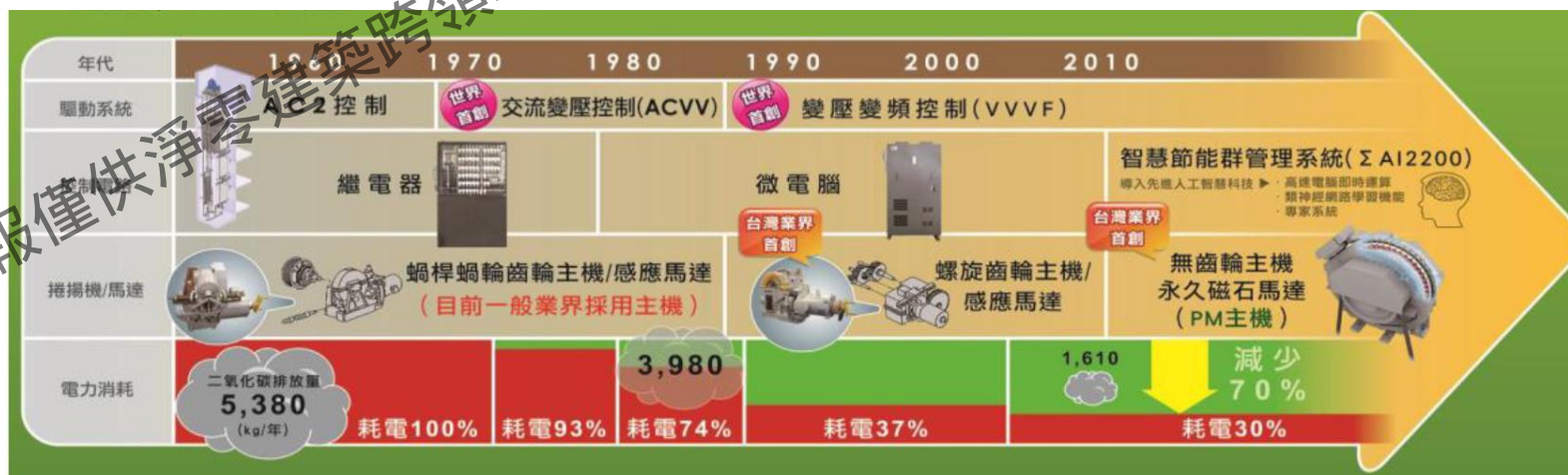
電梯碳排=電梯年耗電基準EEc × 電梯台數Ne
 × 電梯節能率EE × 碳排係數β₁

基準值為1.0
 (無減碳作為)

電梯效率EE

- 一般電梯1.0
- 變頻電梯0.6
- 永磁變壓變頻電梯0.5
- 變壓變頻+電力回生0.5
- 永磁變壓變頻+電力回生0.4

樓高	額定人數 (人/台)	額定載重 (kg/台)	額定速度 (m/min)	一般電梯全負荷耗 電量 FLE (kWh/(台 hr))	年耗能基準 EEc (kWh/(台 yr))
透天住宅	6	450	45	1.18	2062
7F 以下	12	800	60	2.79	4889
8F~16F	15	1000	105	6.10	10695
17~30F	15	1000	120	6.98	12223
30F 以上	15	1000	150	8.72	15279



(圖片來源:經濟部能源局, 2016, 電梯電力回生裝置節能應用技術手冊)

送排風機兩種節能效率EV評估

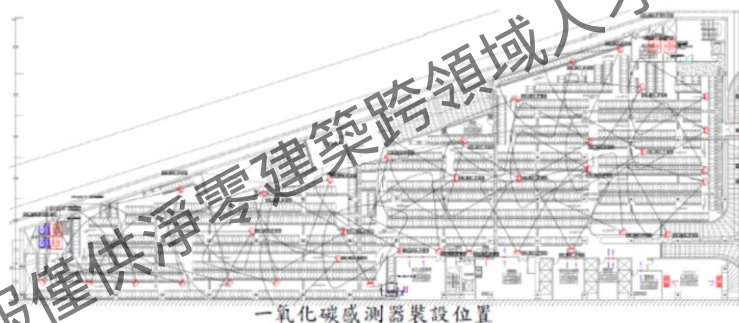
2024版

送排風機碳排=送排風機年耗電基準 VEc × 停車場面積 AFp

基準值為1.0 × 送排風機節能率 EV × 碳排數 β_1
(無減碳作為)

停車場地下樓層數	年耗電基準(kWh / (m ² yr))
地下一樓樓層停車區 $VEc1$	7.6
地下二樓以下樓層停車區 $VEc2$	13.3

本數據依專業設計業者四件集合住宅送風機設計功率，以每日運轉3.0小時模擬而得，其中地下一層僅設置排風機，地下二樓以下樓層設置排風機與強制外氣送風機。



已取得節能標章風機

能源效率比國家標準(CNS)高10%至50%
高居市售產品能源效率之前10%~30%



證書編號 103073 證書編號 103254
證書編號 103255 證書編號 103704
證書編號 103705 證書編號 103706
證書編號 103707 證書編號 103708
證書編號 103709 證書編號 103710

智昌專業送排風機製造廠
CHC Exhauster & Ventilator Manufacturer

CO偵測變頻風機控制 節能率 $EV=0.7$

CO濃度 $\geq 9PPM$ 啟動送風每400m²面積至少
設置一個高度0.9~ 1.8m間之CO感知器

節能標章風機
節能率 $EV=0.8$

計算能源成本效率PEB

2024版

$$\text{能源成本效率PEB} = \frac{\text{設計揚水量 } Q_d \times \text{設計揚程 } PH_d}{\text{水量} \times (2.0 \times \text{揚水量基準 } Q_c \times \text{揚程基準 } PH_c)}$$

兩日用水量為法規最大設計量

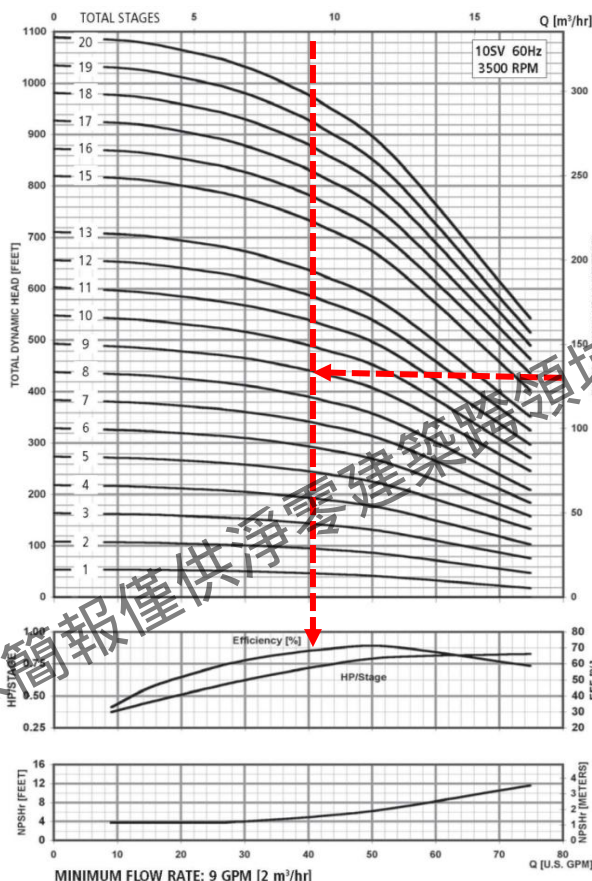
水量

揚程

揚水泵設計者必須依其自來水塔昇位圖計算揚程、水量，再提供水泵選機性能曲線算出揚水泵能源成本效率PEB。

以PEB指標評估揚水泵耗能的目的是在於防止揚水泵的低效率、過大功率、過大揚程設計。

PEB越小表示越節能；必須取得水泵選機性能取線表，可節省大量水泵設置成本並節約四成之流動電費與契約電費



揚水碳排計算

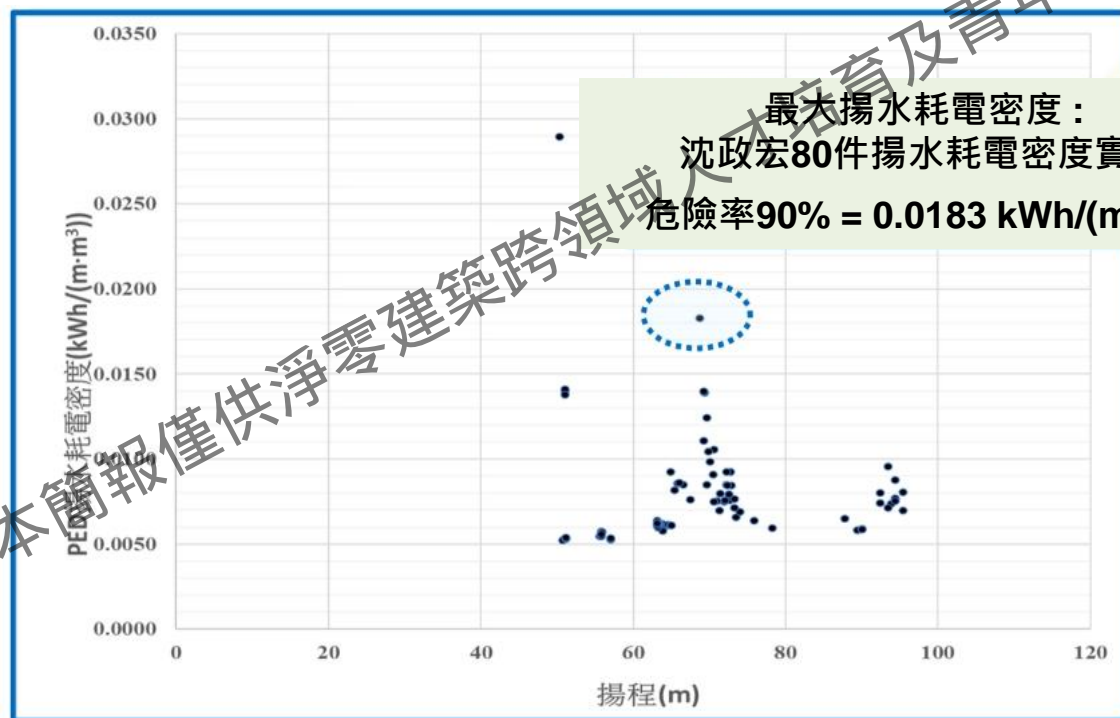
2024版

揚水碳排 = $\frac{0.0183 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{m})}{\text{最大揚水耗電密度}} \times \text{年用水量} Q(\text{m}^3) \times \text{揚程基準}(\text{m})$

× 水泵能源成本效率 **PEB** × 碳排係數 β_1

PEB 越小表示越節能

非住宅分區用水量要計算!!!



Step5 住宅減碳率與得分

2024版

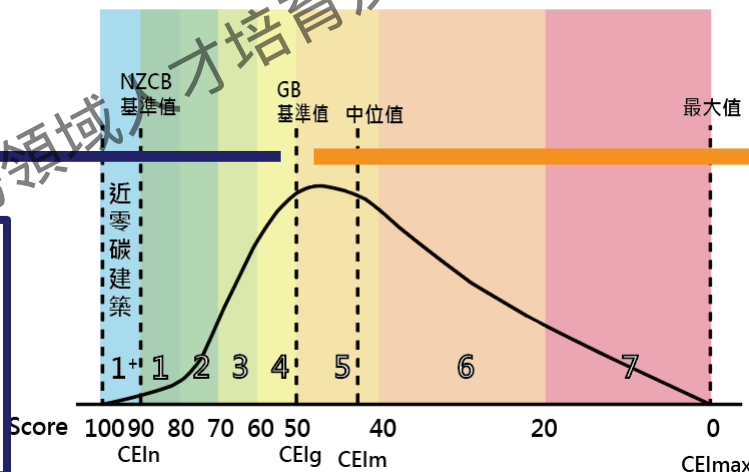
$$\text{CRR} = (\text{CEIm} - \text{CEI}^*) / \text{CEIm} \times 100\%$$

減碳率

評估案碳排密度指標

當 $\text{CEI}^* \leq \text{CEIg}$ 時

$$\text{當 } \text{CEI}^* \leq \text{CEIg} \text{ 時 } \text{SCORE}_{\text{EE}} = 50 + 40 \times (\text{CEIg} - \text{CEI}^*) / (\text{CEIg} - \text{CEIn})$$



當 $\text{CEIg} < \text{CEI}^*$ 時

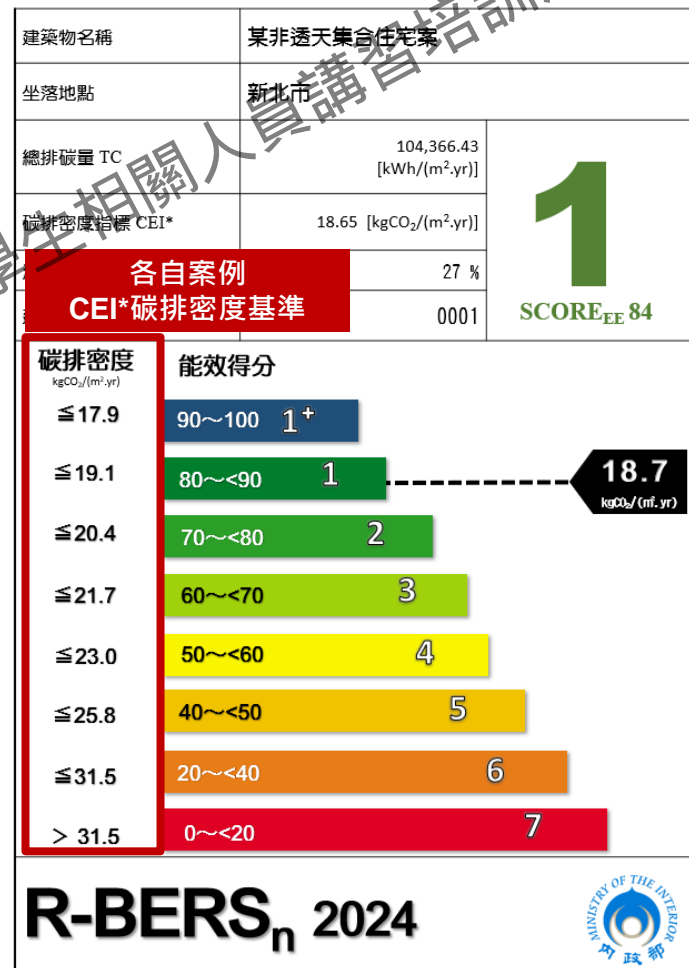
$$\text{當 } \text{CEIg} < \text{CEI}^* \text{ 時 } \text{SCORE}_{\text{EE}} = 50 \times (\text{CEImax} - \text{CEI}^*) / (\text{CEImax} - \text{CEIg})$$

Step6 能效標示與分級認證

2024版

等級 標示	能效得分 標示	CEI 範圍判斷 數學標示符號	能效等級 CEI 基準值計算法
1+	90~100	\leq	CEI_{In}
1	80~<90	\leq	$CEI_{In} + (10/40) \times (CEI_g - CEI_{In})$
2	70~<80	\leq	$CEI_{In} + (20/40) \times (CEI_g - CEI_{In})$
3	60~<70	\leq	$CEI_{In} + (30/40) \times (CEI_g - CEI_{In})$
4	50~<60	\leq	CEI_g
5	40~<50	\leq	$CEI_g + (10/50) \times (CEI_{max} - CEI_g)$
6	20~<40	\leq	$CEI_g + (30/50) \times (CEI_{max} - CEI_g)$
7	0~<20	$>$	$CEI_g + (30/50) \times (CEI_{max} - CEI_g)$

新建住宅能效標示



Step7 R-BERS的淨零建築NZB評估法

2024版

只提供透天住宅的 **NZB** 評估法。

透天住宅的 **NZB** 評估不評估液態燃料，只以用電能源為評估邊界。

- ✓ 必須取得前述近零碳建築「1+」等級之認證
- ✓ 具備採購綠能量與該案專屬基地內外設施之綠能生產量合計之總綠能碳抵換量 **TGCO** 大於或等於該案總碳排量 **TC**

$$\text{TC} = \frac{(\text{ACE}^* + \text{LCE}^*)}{0.4} + \text{FCE}^{**}$$

總碳排量 空調、照明、家電合計碳排 用電固定設備碳排

(ACE*+LCE*)/0.4 住宅單元的家電用電占總用電六成之研究(王榮進、郭柏巖，2023)
以空調與照明之碳排來換算總碳排之計算

$$\text{TGCO} = \text{TGE} \times \beta_1 \geq \text{TC}$$

總綠能碳抵換量 採購綠能量與該案專屬基地內外設施
(kgCO₂/yr) 之綠能生產量合計之總發電(kWh /yr)

實例演練

Practical examples

本簡報僅供淨零建築跨領域人才培育及青年學生相關人員講習培訓活動使用

建築物基本資料

2024版

- 本案例以民間集合住宅為例，坐落於新北市
- 為地下4層，地上12層之建築，62戶住戶，有2部電梯

公共區域與住戶單元均安裝一級能源效率空調EAC為0.61

照明節能效率公共區域EL為0.6
；住戶單元無資料逕令0.56

二級能源效率燃氣
爐台($E_{1n}=0.9$)

二級能源效率瓦斯熱水
器($E_{3n}=0.91$)



節能空調



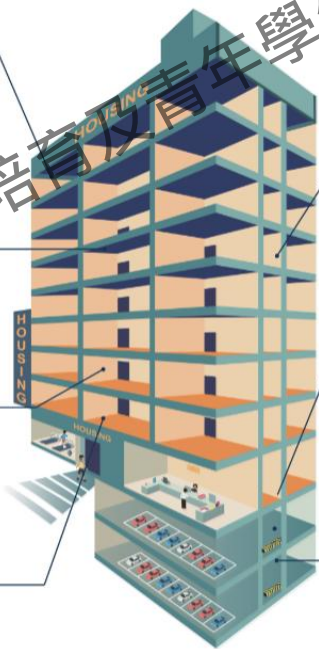
高效率燈具



節能爐台



節能熱水器



建築外殼節能效率EEV為0.5



節能電梯



節能送排風機



節能水泵系統

電梯採用永磁變頻變壓
馬達EE=0.5

地下停車抽排風扇無節
能設計EV=1

能源效率成本
PEB=0.81

111年電力碳排係數 β_1 為0.495 CO₂e/度電

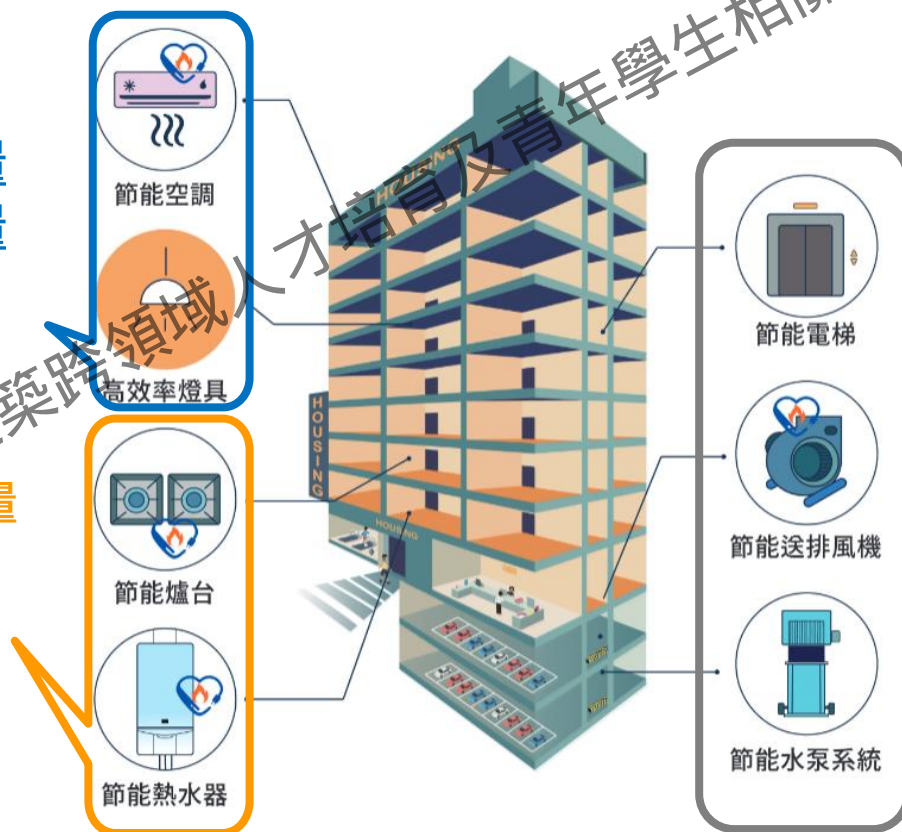
Step1 住宅建築能效計算範疇

2024版

	評估耗能分區	耗能計算邊界ECB
非透天集合住宅	住宅單元部分	空調、照明、熱水、爐台等四項設備
	共用分區部分	空調、照明、電梯、揚水、地下停車場送排風機等五項設備

空調碳排量
照明碳排量

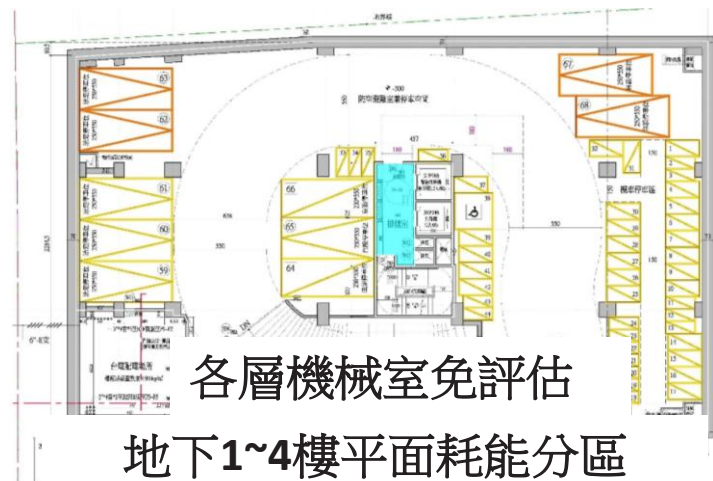
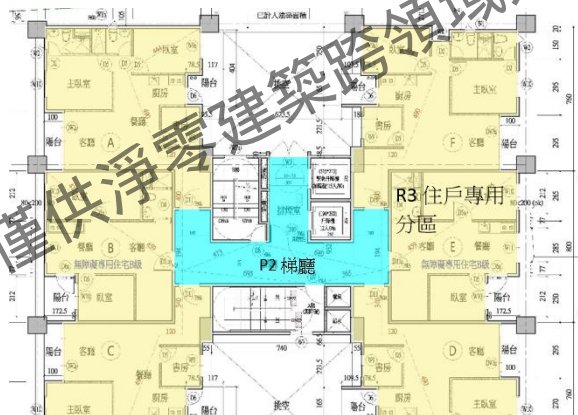
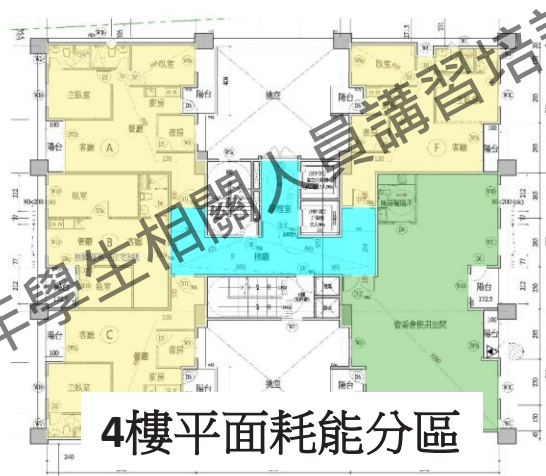
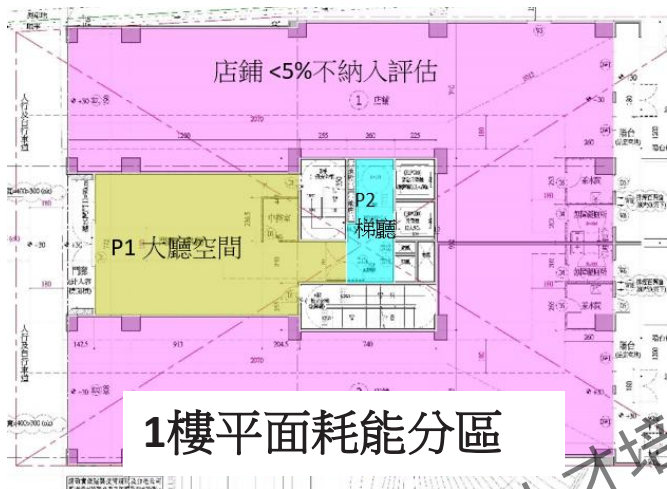
固定設備碳排量



公用機械碳
排量

Step2 排除免評估分區、執行耗能分區

2024版



2、3樓、5樓~12樓平面耗能分區

地下1~4樓平面耗能分區

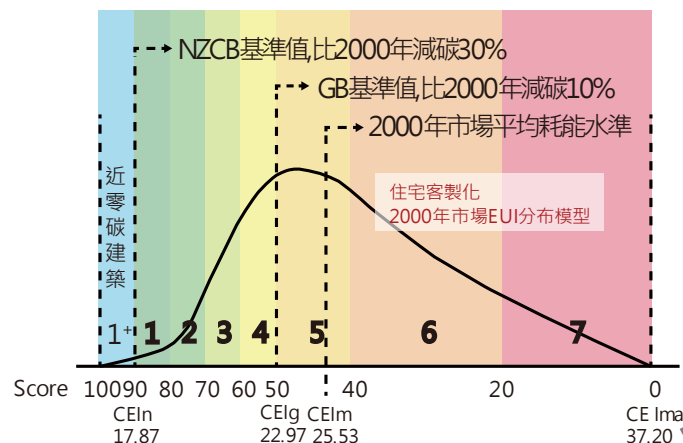
耗能分區與面積計算表

2024版

耗能分區	樓層	空間名稱	面積(m ²)
R3. 非透天集合住宅住戶專用分區	2F~12F	住戶 (2F、3F、5-11F每層各6戶 、4樓、12樓每層各4戶) 總計62戶	3530.78
P1. 非透天集合住宅共用分區 (大廳空間)	1F	大廳 (扣除梯廳空間)	108.55
P2. 非透天集合住宅共用分區 (梯廳與住戶連通走廊)	1F~9F B1F~B4F	梯廳空間	525.17
P3. 非透天集合住宅之一般共用分區 (健身房、閱覽室、兒童遊戲室、KTV、會議室、視聽室、社區辦公室、活動中心等)	1F	管委會空間	152.77
總評估樓地板面積(m ²)			4317.27

Step3 建立申請案專用碳排密度CEI評分尺度

2024版



耗能分區	AEUImaxj	LEUImaxj	AEUImj	LEUImj	AFj
R3.非透天集合住宅住戶專用分區	24.38	23.04	10.22	11.51	3530.78
P1. 非透天集合住宅共用分區(大廳空間)	24.49	104.89	15.78	62.93	108.55
P2. 非透天集合住宅共用分區(梯廳與住戶連通走廊)	0	18.00	0	10.81	525.17
P3. 非透天集合住宅之一般共用分區(健身房、閱覽室、兒童遊戲室、KTV、會議室、視聽室、社區辦公室、活動中心等)	32.69	61.82	21.79	37.04	152.77
總評估樓地板面積					4317.27

以CEIn為例:

$$\begin{aligned}
 CEIn &= 0.7 \times \left[\frac{(10.22+11.51) \times 3530.78}{2} \times 0.495 + \frac{28,532.40}{2} + \right. \\
 &\quad (1) \text{住宿空調\&照明碳排中位值} \qquad \qquad \qquad (2) \text{固定設備碳排基準} \\
 &\quad \left. \frac{((15.78+62.93) \times 108.55 + (0+10.86) \times 525.17 + (21.79+37.04) \times 152.77)}{2} \right. \\
 &\quad (3) \text{公用空間空調\&照明碳排中位值} \\
 &\quad \left. \times 0.495 + \frac{36,091.28}{2} \right] \div 4317.27 = 17.87 \\
 &\quad (4) \text{公用機械碳排 評估總樓板面積}
 \end{aligned}$$

固定設備碳排基準

2024版

$$\text{FCE} = \frac{\text{MP}}{\text{每戶平均居住人數}} \times \left(\frac{\text{YCE1} \times \text{NF1}}{\text{瓦斯或用電熱水器碳排基準}} + \frac{\text{YCE2} \times \text{NF2}}{\text{瓦斯或用電爐台碳排基準}} + \frac{\text{YCE3} \times \text{NF3}}{\text{瓦斯或用電爐台碳排基準}} + \frac{\text{YCE4} \times \text{NF4}}{\text{瓦斯或用電爐台碳排基準}} \right)$$

$$\text{NF} = \frac{\text{NFs}}{\text{總住戶數}} + \frac{\text{NFm}}{\text{小套房住戶數}} + \frac{\text{NFm}}{\text{二房以上住戶數}}$$

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

每戶平均居住人數

$$\text{FCE} = 3.0 \times (74.90 \times 62) + 78.5 \times 62 = 28,532.40$$

瓦斯熱水器碳排基準

瓦斯爐台碳排基準

公用機械碳排

2024版

$$\underline{MCE} = (\underbrace{\sum_j V E_{cj} \times A F_{pj}}_{\text{公用機械碳排基準}} + \underbrace{E E_c \times N_e}_{\text{停車場通風耗電基準}} + \underbrace{0.0183 \times Q \times P H_c}_{\text{電梯耗電基準}}) \times \beta 1$$

揚水耗電基準

$$\underline{Q} = \underline{0.6} \times \underline{(225/1000)} \times 365 \times \underline{MP} \times \underline{NF} + \underline{Q_n}$$

年用水量 使用率 住戶用水量 非住宅分區用水量

$$\underline{Q_n} = \underline{0.6} \times 365 \times \underbrace{\sum_k (0.5 \times A F_k \times P_k \times q_k)}_{\text{非住宅分區用水量面積加權計算}} / 1000$$

使用率 非住宅共用住宅區水塔之樓地板面積 人員密度 (人/m²) 用水密度 (L/(人日))

本案例非住宅分區用水量為 店舖

$$Q_n = 0.6 \times 365 \times 0.5 \times 537.32 \times 0.6 \times 0.16 \times 100 = 565.23$$

$$MCE = ((7.6 \times 777.91 + 13.3 \times 2333.73) + 10685 \times 2 +$$

$$0.0183 \times 9,730.38 \times 68.5) \times 0.495 = 34,906.53$$

Step4 本案碳排密度指標CEI*

空調碳排量 2024版

耗能分區(查表) 面積 空調系統節能效率

$$ACE^* = ((AEU_{Im1} \times TAF1 \times (EAC1 - 0.12 \times EEV))$$

空調碳排 住宿區空調耗電計算 外殼節能效率對空調負荷最高減少12%

耗能分區(查表)

$$+ \sum j (AEU_{Imj} \times AFj) \times (EAC2 - 0.12 \times EEV) \times \beta 1$$

公用空間空調耗電計算 碳排係數

$$ACE^* = (10.22 \times 3530.78 \times (0.61 - 0.12 \times 0.5) + (15.78 \times 10.8.55 + 0 \times 525.17 + 21.79 \times 152.77) \times (0.61 - 0.12 \times 0.5)) \times 0.495$$

$$= 11,196.65 \text{ kgCO}_2/\text{yr}$$

耗能分區(查表)

EL無資料時逕令 0.56

照明系統節能效率

耗能分區(查表)

照明系統節能效率

$$LCE^* = [(LEUIm1 \times EL1 \times TAF1 + \sum j(LEUImj \times AFj) \times EL2) \times \beta 1$$

照明碳排

碳排係數

住宿區照明耗電計算

公用空間照明耗電計算

$$\begin{aligned} LCE^* &= (11.51 \times 0.56 \times 3530.78 + (62.93 \times 10.8.55 + 10.86 \times \\ &525.17 + 37.04 \times 152.77) \times 0.6) \times 0.495 \\ &= 15,042.60 \text{ kgCO}_2/\text{yr} \end{aligned}$$

固定家電碳排

$$\begin{aligned}
 \text{FCE}^* = & \text{MP} \times \left(\text{YCE1} \times \text{NF1} \times \text{E1n} \times \text{If} + \text{YCE2} \times \text{NF2} \times \text{E2n} \times \text{If} \right. \\
 & \left. + \text{YCE3} \times \text{NF3} \times \text{E3n} + \text{YCE4} \times \text{NF4} \times \text{E4n} \right) \\
 & \text{每戶平均居住人數 (小套房+2房以上住戶)} \quad \text{碳排基準} \quad \text{戶數} \quad \text{效率} \quad \text{保溫效率} \quad \text{查表} \quad \text{查表} \\
 & \text{瓦斯熱水器碳排} \quad \text{用電熱水器碳排} \\
 & \text{瓦斯爐台碳排} \quad \text{用電爐台碳排}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{FCE}^* &= 3.00 \times (74.9 \times 62 \times 0.91 \times 1 + 78.4 \times 62 \times 0.90) \\
 &= 50,540.33 \text{ kgCO}_2/\text{yr}
 \end{aligned}$$

有保溫披覆材達 U 值 < 4.1 W/m²K 時 If = 0.97

公用機械設計碳排

$$MCE^* = (\sum_j Vec_j \times Afpj \times \overset{\text{風機節能率}}{EV} + \overset{\text{電梯效率}}{EEc} \times Nex \overset{\text{能源成本效率}}{EE} + 0.0183 \times Q \times PHc \times \overset{\text{揚水設計耗電}}{PEB}) \times \underset{\text{碳排係數}}{\beta 1}$$

停車場通風設計耗電 電梯設計耗電 揚水設計耗電 碳排係數

$$MCE^* = (7.6 \times 777.91 \times 1 + 13.3 \times 2333.73 \times 1 + 10685 \times 2 \times 0.5 + 0.0183 \times 9,730.38 \times 68.5 \times 0.81) \times 0.495 = 28,470.28 \text{ kgCO}_2/\text{yr}$$

能源成本效率PEB計算

2024版

步驟1 計算一日用水量 V_d

新北市，以每戶4人、
每人每日用水量
250L 計

$$4 \times 250 \times 62 (\text{戶}) / 1000 \\ \times \text{安全係數} \\ (1.2) = 74.4$$

(查內線審查計算表)

步驟2 計算揚水量基準 $Q_c(\text{CMH})$

定揚水泵每小時揚水量(CMH)之設計應滿足每小時可揚水一日用水量 V_d 的 20% (原規定為 30 分鐘流量要滿足 $V_d 10\%$) 之規格

$$0.2 \times V_d = 0.2 \times 74.7 = 14.88$$

步驟3 計算揚水管垂直長度 L

依給水昇位圖計算
61.95m

步驟4 計算揚程基準 $PH_c(\text{m})$

揚程基準 PH_c 應加計管垂直長度 L 之 10% 作為抵抗管路摩擦損失

$$1.1 \times L = 1.1 \times 61.95 = 68.1$$

步驟5 水泵選機以決定設計揚水量 $Q_d(\text{CMH})$ 與設計揚程 $PH_d(\text{m})$

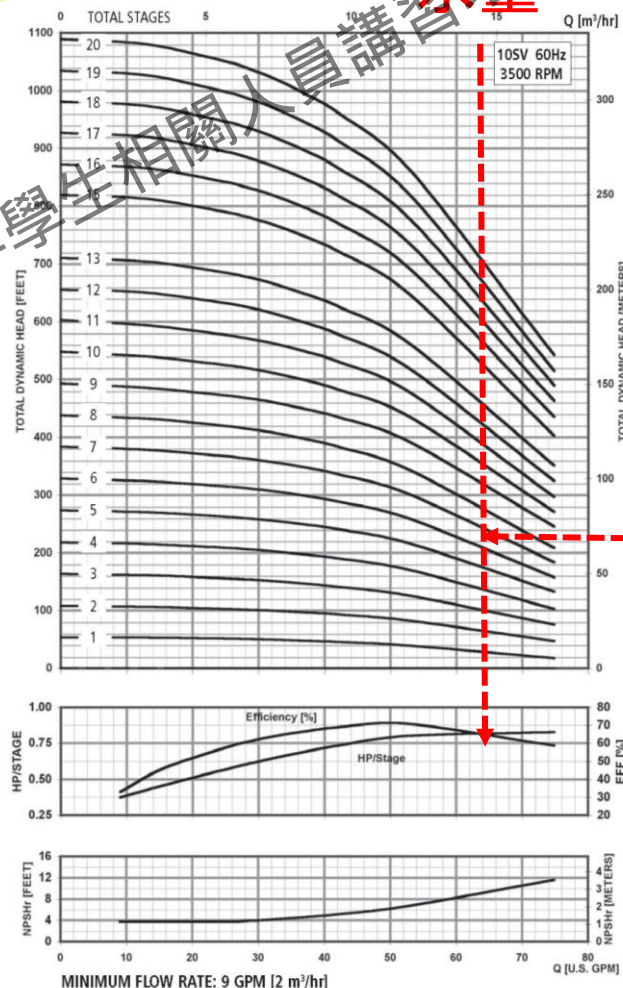
由設計者提供水泵性能曲線圖選用水泵

設計揚水量 $Q_d = 22(\text{CMH})$
與設計揚程 $PH_d = 75(\text{m})$

步驟6 計算揚水能源成本效率 PEB (Pump Energy Budget Efficiency)

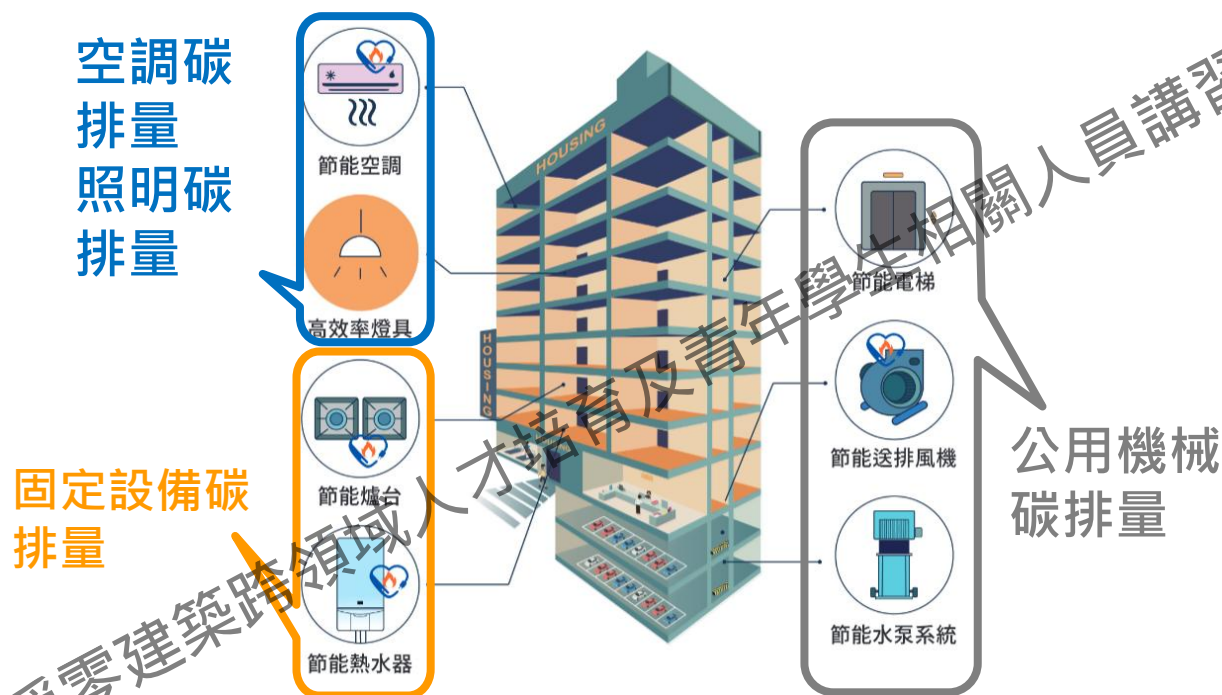
(設計揚水量 $Q_d \times$ 設計揚程 $PH_d \div (2.0 \times$ 揚水量基準 $Q_c \times$ 揚程基準 $PH_c) \text{ ---}$

$$(22 \times 75) \div (2.0 \times 14.88 \times 68.1) = 0.81$$



碳排密度指標CEI*

2024版



$$\text{CEI}^* = \frac{(\text{ACE}^* + \text{LCE}^* + \text{FCE}^* + \text{MCE}^*)}{\text{TAF}}$$

碳排密度指標 = (空調碳排 + 照明碳排 + 固定設備碳排 + 公用機械碳排) ÷ 評估總樓地板面積

$$\text{CEI}^* = (11,196.65 + 15,042.60 + 25,818.47 + 28,470.28) \div 4317.27 = 18.65 \text{ kgCO}_2 / (\text{m}^2.\text{yr})$$

Step5 住宅減碳率與得分

2024版

$$\text{CRR} = (\text{CEIm} - \text{CEI}^*) / \text{CEIm} \times 100\%$$

$$\text{CRR} = (22.97 - 18.65) / 18.65 \times 100\% = 27\%$$

亦即減碳27%之意。

當 $\text{CEI}^* \leq \text{CEIg}$ 時

$$\text{SCORE}_{\text{EE}} = 50 + 40 \times (\text{CEIg} - \text{CEI}^*) / (\text{CEIg} - \text{CEIn})$$

$$\text{本案CEI}^* = 18.65 \leq \text{CEIg} = 22.97$$

$$\text{SCORE}_{\text{EE}} = 50 + 40 \times (22.97 - 18.65) / (22.97 - 17.87) = 83.86 \text{ 分}$$

依本案R-BERSn評分尺度，可判定本案建築能效標示為1等級。


Step6 能效標示與分級認證

等級標示	得分標示	CEI範圍判斷標示符號	建築能效等級刻度之CEI標示算法
1+	90~100	\leq	$CEI_n = 17.9$
1	80~<90	\leq	$CEI_n + (10/40) \times (CEI_g - CEI_n) = 19.1$
2	70~<80	\leq	$CEI_n + (20/40) \times (CEI_g - CEI_n) = 20.4$
3	60~<70	\leq	$CEI_n + (30/40) \times (CEI_g - CEI_n) = 21.7$
4	50~<60	\leq	$CEI_g = 23.0$
5	40~<50	\leq	$CEI_g + (10/50) \times (CEI_{max} - CEI_g) = 25.8$
6	20~<40	\leq	$CEI_g + (30/50) \times (CEI_{max} - CEI_g) = 31.5$
7	0~<20	>	$CEI_g + (30/50) \times (CEI_{max} - CEI_g) = 31.5$

新建住宅能效標示

建築物名稱	某非透天集合住宅案	
坐落地點	新北市	
總碳排放量 TC	104,366.43 [kWh/(m ² .yr)]	<div>1</div> <div>SCORE_{EE} 84</div>
碳排密度指標 CEI*	18.65 [kgCO ₂ /(m ² .yr)]	
減碳率 CRR	27 %	
建築能效標示字號	0001	
碳排密度 kgCO ₂ /(m ² .yr)	案例CEI*碳排密度基準	
≤ 17.9	90~100 1 ⁺	<div>18.7</div> <div>kgCO₂/(m².yr)</div>
≤ 19.1	80~<90 1	
≤ 20.4	70~<80 2	
≤ 21.7	60~<70 3	
≤ 23.0	50~<60 4	
≤ 25.8	40~<50 5	
≤ 31.5	20~<40 6	
> 31.5	0~<20 7	

R-BERS_n 2024



如何提升建築能效

How to improve building energy efficiency

本簡報僅供淨零建築跨領域人才培育及建築學生相關人員講習培訓活動使用

住宅能效評估系統敏感度因子一覽表

參數代號	EAC1、 EAC2	EEV	EL1、 EL2	E1n	E2n	E3n	E4n	EV	EE	PEB	得分	等級	單項得分 提升
基準案	0.8	0.2	0.8	1	-	1	-	1	1	1	49.0	5	0.0
公共區域與住宅單元 均採用一級能效空調	0.61	0.2	0.8	1	-	1	-	1	1	1	54.9	4	5.9
優良外殼設計	0.8	0.8	0.8	1	-	1	-	1	1	1	50.5	4	1.5
公共區域與住宅單元 均採用高效率照明	0.8	0.2	0.5	1	-	1	-	1	1	1	62.2	3	13.2
住宅單元均採用一級 能效瓦斯熱水器	0.8	0.2	0.8	0.8	-	1	-	1	1	1	52.9	4	3.9
住宅單元均採用熱泵 熱水器	0.8	0.2	0.8	-	0.26	1	-	1	1	1	79.1	2	30.1
住宅單元均採用一級 能效瓦斯爐台	0.8	0.2	0.8	1	-	0.85	-	1	1	1	51.8	4	2.8
住宅單元均採用瓦斯 爐台	0.8	0.2	0.8	1	-	-	0.78	1	1	1	53.4	4	4.4
地下抽排風扇採用CO 偵測變頻風機控制系 統	0.8	0.2	0.8	1	-	1	-	0.7	1	1	57.8	4	8.8
採用電力回生電梯	0.8	0.2	0.8	1	1	1	1	1	0.5	1	57.5	4	8.5
優良的揚水泵能源效 率成本PEB	0.8	0.2	0.8	1	1	1	1	1	1	0.6	52.2	4	3.2

提升外殼節能設計

2024版

外殼等價開窗率(Req, Ratio of Equivalent Transparency)係指建築物各方位外殼透光部位，經標準化之日射、遮陽及通風修正計算後之開窗面積，對建築外殼總面積之比值。



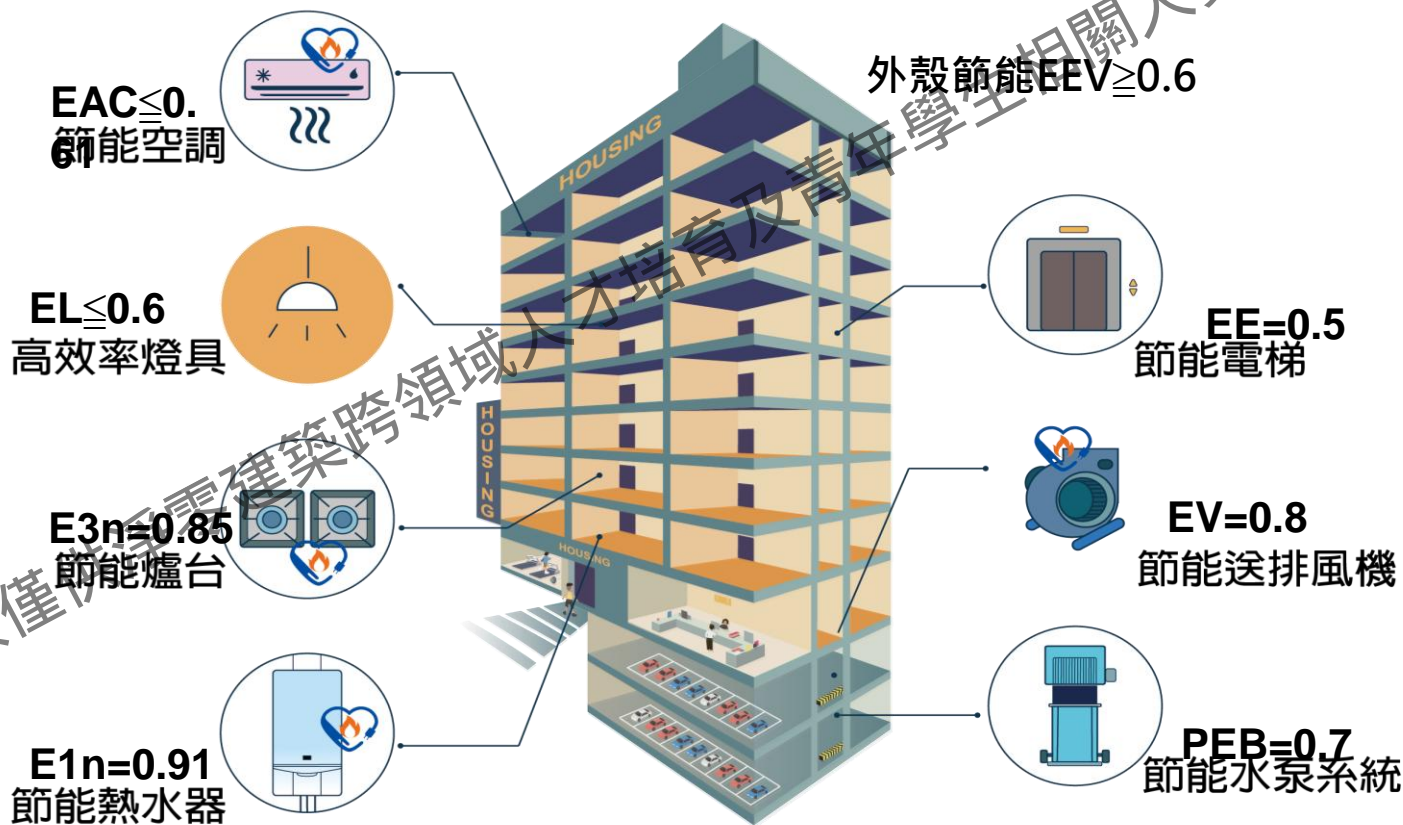
公式參數		公式用意	可操作設計策略
f_k	K 方位日射修正係數	以北部氣候區來看，南面日射量為1，則水平面日射量為2.31倍，東面為0.9、西面為1，北面為0.71，應該特別注意方位日射取得量。	<ul style="list-style-type: none">水平面(屋頂)盡量不設置水平天窗，若要設天窗請採高凸狀北向垂直面天窗，若設水平天窗，其開窗率應抑制於10%以下，且必須採用外遮陽。減少外牆開窗率，降低日射量切忌採用大玻璃造型設計
K_i	開窗部分之外遮陽係數	K_i 值為考慮日射量的遮陰效益； $K_i=1.0$ 表示沒有任何遮陽效果， $K_i=0.8$ 表示可阻擋20%陽光進入室內， K_i 值越小表示遮陰效益越佳。	<ul style="list-style-type: none">開窗部位需有足夠深度的外遮陽或陽台依照不同方位設置水平、垂直或水平+垂直遮陽
V_{ac}	自然通風空調節能率	具有因自然通風設計條件讓使用者可減少空調運轉時間而減少空調耗能的比例	<ul style="list-style-type: none">空間設計以自然通風設計為主

在北部氣候區應低於13%、中部氣候區應低於15%與南部氣候區應低於18%之基準值。
依據建築技術規則第315條，「建築物節約能源設計技術規範」。

住宅建築能效1+

2024版

- 非透天集合住宅取得**1+**各項設備效率參數參考圖(得分**92.0**分)



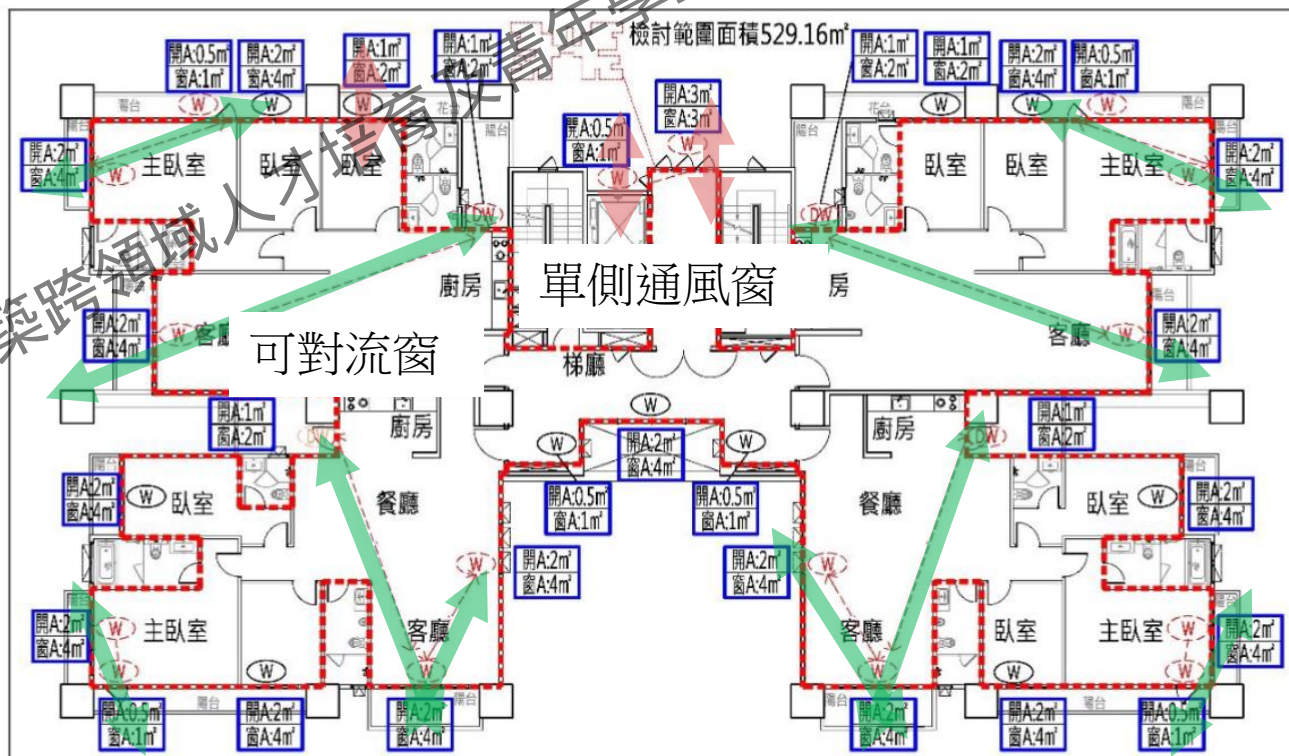
建築物自然通風空調節能評估法

2024版

僅限於可自然通風類建築物，亦即在涼爽季節中可停止空調而採用自然通風的建築類型，**自然通風空調節能率 V_{ac}** 在可自然通風建築物中，因自然通風設計條件讓使用者可減少空調運轉時間而減少空調耗能的比例。

$V_{ac} = 0.87$ ，其意義為因自然通風條件良好而可節約空調能源 13% 之意(相對於通風最差的間歇空調住宅)

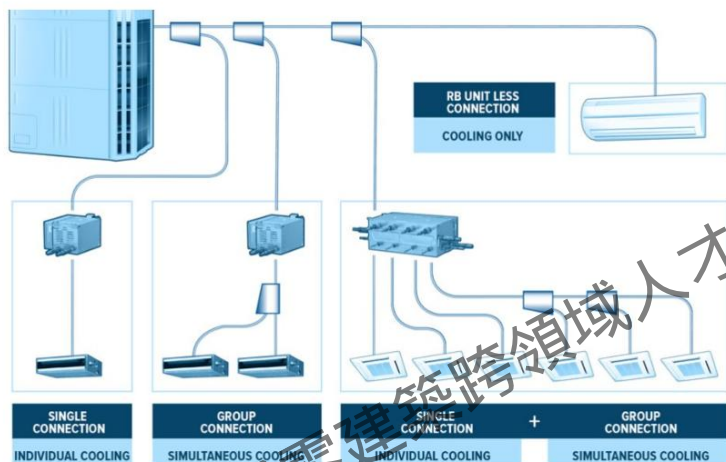
可對流窗面積
比單側通風窗
有3倍之自然
通風效益



提升空調節能設計

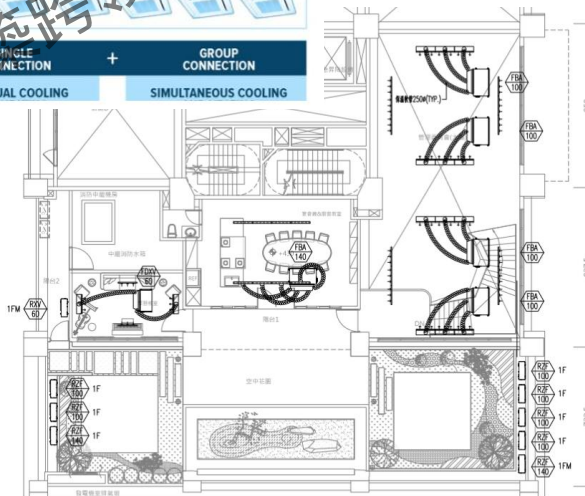
2024版

- 公共空間若採用中央空調系統時，應嚴格執行空調熱負荷計算，避免空調超量設計，並選用高效率冷凍主機或個別空調機
- 住宅單元應採用具有一級能源效率分級標示的個別空調機



圖片來源:

<https://www.linkedin.com/pulse/global-vrf-system-market-expected-see-growth-rate-1244-toshit-bhawsar>



圖片來源:<https://www.mhih-ac.com/tc/products/split-type-air-conditioner>

提升照明節能設計

2024版

- 照明應達到最高等級的節能設計。所有居室應可自然採光、在滿足照度之下降低燈具數量、採用最高效率的光源及燈具。空間內宜區分背景照明及重點照明、做好分區開關控制並配合自動感知與調光
- 儘量採用**LED**燈



背景照明及重點照明



高效率的光源及燈具

提升固定設備節能設計

2024版

- 熱水系統應盡量使用一級能源效率分級標示的熱水器，或使用熱泵熱水器或太陽能熱水系統，且應採用有保溫披覆層的熱水管路系統。
- 廚房烹飪設備避免採電熱爐，應使用有一級能源效率分級標示的瓦斯爐台或IH爐。



CK-06 單位: mm

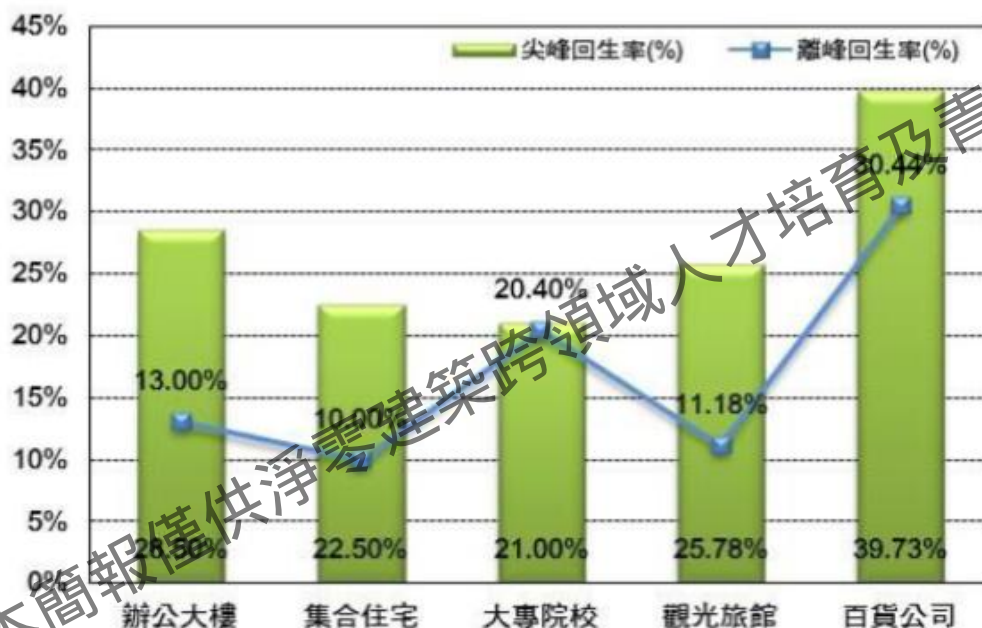
尺寸	不銹鋼管		披覆層		總長度
	厚度	外徑	厚度	外徑	
1/2"	0.8	15.88	6.0	27.88	6公尺
3/4"	1.0	22.22	6.0	34.22	6公尺
1"	1.0	28.58	6.0	40.58	6公尺

熱水器採用發泡披覆不銹鋼管材質

提升公用機械設備節能設計

2024版

- 電梯採用變壓變頻永磁同步馬達電梯即可達到良好節能效率
- 電力回收電梯等節能電梯，主要是回收電能；當主機運轉於發電(動)機狀態(如空載上行、滿載下行)時才有最好效果，可視案場考量。



依據各建築類型取樣結果得知其尖離峰使用頻率與回饋電量之回生率成正比關係即電梯系統使用率越高者，其節能潛力越佳電梯樓層越高，機械位能差越大，越節能

各建築類型電梯電力回生裝置尖離峰節能率比較

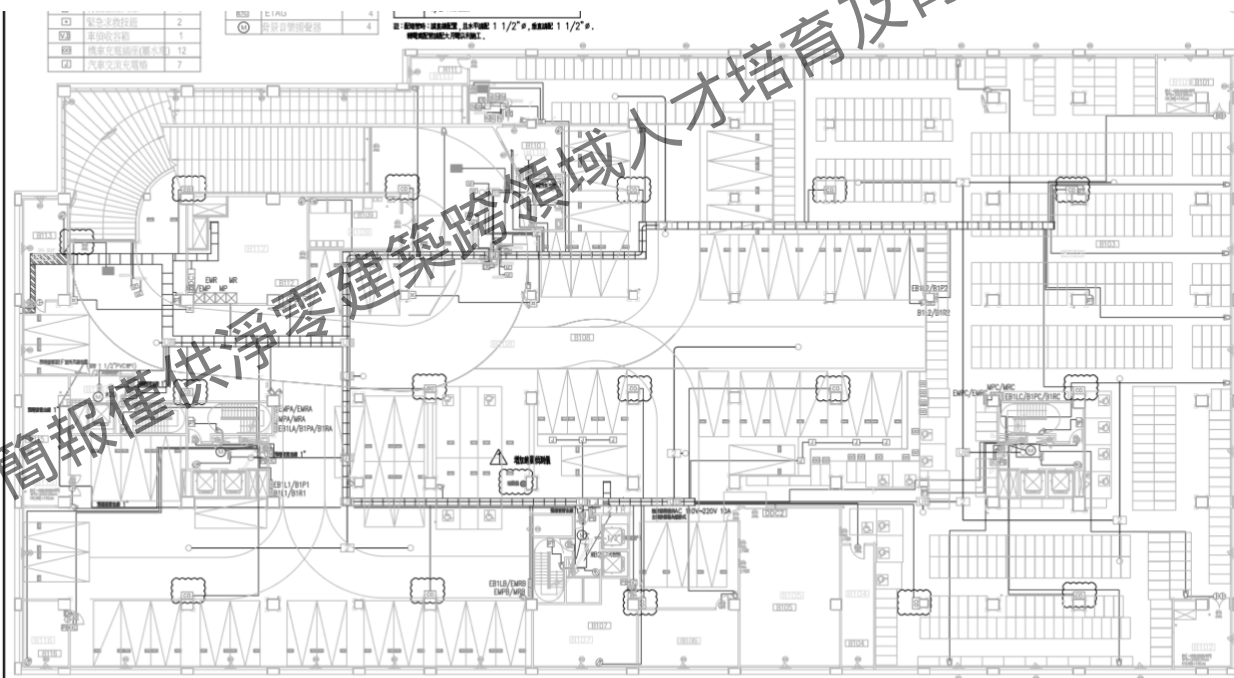
(財團法人台灣綠色生產力基金會，2016，電梯電力回生裝置節能應用技術手冊)

地下停車抽排風扇

2024版

採用CO偵測變頻風機控制系統

(停車場每400m²面積至少設置一個安裝在距地面高度 0.9~ 1.8m間且連動變頻風機控制系統之CO感知器，且應有CO濃度大於9ppm時連動啟動抽排風機制之設定



節能標章風扇

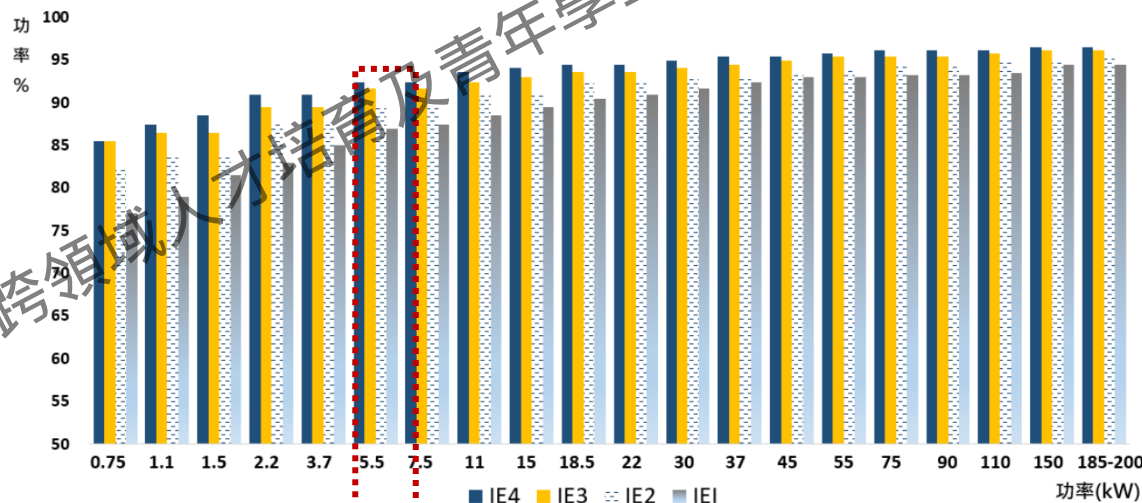


揚水泵

2024版

- 水塔送水系統應選用合適揚程與送水量之揚水泵(不應超量設計)，應選用**IE3**或**IE4**之節能水泵。

以7.5 kW之電動機為例，IE2比IE1效率高2.5%，IE3比IE2效率高2.2%，IE4比IE3效率高0.7%
顯示出馬達越往高效率，效率提升的幅度越小，技術難度增大



電動機自105.7.1起實施IE3效率基準，目前國際上如歐盟已率先於112.7實施75kW以上電動機IE4效率基準，美國亦預定於116.6實施75kW以上電動機IE4效率基準，為與國際接軌，並引導產業研發生產高效率產品供國內使用，**114.7.1 經濟部提升75kW以上電動機之能源效率基準至IE4。**

國際電工委員會制定 IEC 60034-30-1 中4P，60 Hz，0.75~200 kW馬達各級效率間的差異

總結

2024版

低於**800m**住宅
全面可採用住宅能效標示

目前**R-BERS**只供
新建築住宅評估

透天住宅評估
外殼、空調、照明、熱水器、爐台
集合住宅須再評估
地下排送風機、電梯、揚水
泵
共八項設備

照明與熱水器節能設計
是取得高分之關鍵

採用最高等級設備**80%**
應可達到近零碳**1+**等級
不難達成內政部的淨零目標

感謝聆聽、敬請指教

本簡報僅供淨零建築跨領域人才培訓青年學生相關人員講習培訓活動使用