

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

歐體單材耐燃 (SBI) 測評研究

The Evaluation and Assessment Research for Fire
Test Method of ISO Single Burning Item

計畫編號：NSC 91-CS-7-009-003

執行期間：91年1月1日至91年12月31日

主持人：陳俊勳 教授

執行單位：交通大學機械工程學系

歐體單材耐燃(SBI)測評研究

摘要

現今的建築材料種類繁多，而且火災防護性能效果不一，由於建築材料的防火性能會直接影響內部人員的安全，一旦著火，其衍生的火災及煙毒會造成直接或二次的傷害，所以需要建造具有快速進行實驗、操作簡便及節省測試成本等優點的測試方法，而由歐體所發展出的一套新的材料防火測試方法：Single Burning Item (SBI) 單材耐燃測試，便具有這些優點。

本計劃擬以自行組裝的方式來建立 SBI 材料耐燃性能測試儀器，方法如下：(1) 彙整國外相關資料及與相關發展專家聯絡以獲得相關資訊。(2) 與中科院四所討論如何建立該設備與提供技術諮詢及協助。(3) 組裝完成後進行材料防火性能 B、C、D 等三級的測試。(4) Euroclass 其他分類 A、E、F 等級，則由中科院四所的相關設備，如基材試驗爐、垂直試片引燃儀來進行。

完成設備建構後，藉由上述第 (3)、(4) 項結果來分析，以獲得材料分級背後所代表的防火性能資料，藉由資料整合並和我國目前材料防火分級制度作比較，藉以強化我國對於材料防火性能的相關研究，並且使我國的相關法令能夠更完備、更適用於真實情況。

目錄

摘要	III
目錄	III
表目錄	V
圖目錄	VII
使用符號	IX
計畫緣由與目的	1
計算原理	3
實驗儀器簡介	5
測試儀器說明	7
一、測試房間	7
二、樣品背板 (BACKING BOARD)	8
三、測試樣品	8
四、排煙系統	8
1. 集煙系統	8
2. 排煙管道	9

3. 排氣量.....	10
4. 在排煙管中一般量測段中所使用的儀器.....	11
參考文獻.....	13

表目錄

表 1 Euroclass 為六級 A~F 分類.....	14
-------------------------------	----

圖目錄

圖 1 : 整體實驗概圖.....	17
圖 2 : 整體實驗示意圖.....	17
圖 3 : 排煙管道概圖 (參照圖 19)	18
圖 4 : 樣品與推車	19
圖 5 : 外觀尺寸圖	19
圖 6 : SBI 測試房間設計的上視圖	20
圖 7 : 樣品與背板排列方式示意圖.....	21
圖 8 : 儀器可能採用的兩種形式.....	22
圖 9 : 排煙罩支架的右邊結構及尺寸簡單的示意圖	23
圖 10 : 排煙罩支架的左邊結構及尺寸簡單的示意圖	24
圖 11 : 排煙罩支架前、後及上部排煙罩框架結構及尺寸圖	25
圖 11-1 : 排煙罩支架前、後及上部排煙罩框架結構詳細圖.....	26
圖 12 : 排煙罩支架左、右兩邊完整詳細圖.....	27
圖 12-1 : 排煙罩支架的左、右兩邊完整詳細圖	28
圖 13 : 排煙罩前支架詳細圖	29
圖 14 : 燃燒器尺寸圖.....	30
圖 14-1 : 燃燒器位置圖	31

圖 15：推車底座尺寸圖	32
圖 15-1：推車底座板子框架尺寸圖	33
圖 15-2：推車底板尺寸圖	34
圖 16：推車框架尺寸圖	35
圖 16-1：推車框架固定門及前板前視詳細圖	36
圖 16-2：推車底座及底座框架尺寸圖	37
圖 16-3：推車底座上視圖	38
圖 16-4：推車底座上視詳細圖	39
圖 16-5：推車上架設燃燒器元件尺寸圖	40
圖 16-6：推車框架固定門及前板詳細尺寸圖	41
圖 16-7：推車上零件尺寸圖	42
圖 16-8：推車框架後視尺寸圖	43
圖 17：集煙管尺寸圖	44
圖 18：集煙罩的尺寸圖	45
圖 19：排煙管道尺寸圖	46
圖 19-1：排煙管道中 Section A 段詳細圖	47
圖 19-2：排煙管道中 Section E 段詳細圖	48
圖 19-3：排煙管道中 Section F 段詳細圖	49
圖 19-3.1：排煙管道中壓力量測儀器架設詳細圖	50

圖 19-3.2：排煙管道中壓力量測儀器詳細圖	51
圖 19-3.3：排煙管道中氣體取樣詳細圖	52
圖 19-3.4：排煙管道中煙量測系統詳細架設圖	53
圖 19-3.4-1：排煙管道中煙量測系統詳細架設圖	54
圖 19-3.4-2：排煙管道中煙量測系統詳細架設圖	55
圖 19-3.4-3：排煙管道中煙量測系統詳細架設圖	56

使用符號：

A	在一般量測區的排氣管面積
E_{O_2}	在溫度 298K 下，消耗每單位體積氧氣所產生的熱釋放值
$HRR_{total}(t)$	為樣品及燃燒器的總熱釋放率
k_t	flow profile factor
k_ρ	雙向皮托管的雷諾修正係數
$T_{ms}(t)$	在一般量測段的溫度
$V_{298}(t)$	在一般溫度 298K 時，排氣系統的體積流率
$X_{a_{O_2}}$	大氣中（包含水蒸氣）的氧氣莫耳分率
$\phi(t)$	氧氣消耗因子。
$\Delta p(t)$	壓力差

計畫緣由與目的：

歐體在建築材料防火測試方面，雖然在先前已達成共識，在小尺寸方面採用圓錐量熱儀（ISO 5660）【1】，在大尺寸方面採用火災房間測試（ISO 9705）【2】，但是經過數年的研究發現，兩者所獲得的測試數據，似乎很難有一致性的量化標準，當然火災房間的測試較能夠展現出材料在火場中真實對火反應的行為，但是測試耗時、耗費龐大及測試步驟繁雜的缺點卻是明顯的事實，這些缺點對於新材料尤其是軍品材料的發展著實不利，因此歐體標準委員會研發的新測試方法 SBI 便孕育而生。

Single Burning Item（SBI）單材耐燃測試【3】，是由歐體所發展出的一套新的材料防火測試方法，此測試方法可用於除了樓地板材料以外的建築材料，並且予以區分等級。它結合了小尺寸圓錐量熱儀測試（ISO 5660）【1】及大尺寸火災房間測試（ISO 9705）【2】的優點，具有快速進行實驗、操作簡便及節省成本等優點，而其測試樣品尺寸介於小尺寸與大尺寸之間，為中型尺寸的測試方法。在歐體中，將建築物材料的防火性能區分為六個等級，由 A 到 F 如表 1，此即為所謂的”Euroclass”【4】，其中 A 的等級最高、防火性能最好，屬於不燃材料；而 F 的等級最低、防火性能最差。其測試方

法依此可以分為四種，其中不燃材料爐（Non-combustibility furnace test；等同於我國的基材試驗爐）係用於不燃材料類的測試，通過者即為 A 級材料；另一種簡單的引燃試驗，其受測材料係垂直擺放，此測試方法則用於評定 E 和 F 等級的材料；而 B、C 和 D 三個等級的材料測試則使用 SBI 單材耐燃測試測來評定，所以 SBI 的使用範圍相當的廣泛。SBI 是一個中型尺寸的測試儀器，其主結構類似於 ISO 9705【2】，配置有集煙系統，該集煙系統的集煙罩連接有排煙管道用來量測燃燒產物的溫度、速度、氧濃度和煙濃度，其目的用以獲得相關的熱釋放率和煙遮蔽率的數據資料。SBI 測試方法可以量測的數據包括有：引燃時間、熱釋放、火焰延燒率、煙產生率及火焰微粒。

計算原理：

在 1917 年，Thornton 【5】發現大部分的有機液體與氣體在燃燒之後，消耗每單位氧氣的熱釋放率會趨於一個定值，隨後，Hugget 【6】發現有機固體也有此一相似的現象，此定值為 $E=13.1 \text{ MJ/kg O}_2$ ，由 Thornton 【5】的原理，可以藉由量測氧氣的消耗來計算一個燃燒系統所產生的淨熱釋放率；之後，Parker 【7】是第一個應用氧氣消耗原理來進行相關研究的人，後來這種方法被廣泛的應用在各種尺寸的房間測試中。在 1983 年，第一個關於此方法的國際標準為 ASTM E906-83 【8】，而 1990 年公佈了第一個圓錐量熱儀的試驗標準 ASTM E1354-90 【9】；1993 年，ISO 公佈了類似於圓錐量熱儀的測試標準 ISO 5660 【1】，其熱釋放率之量測和計算方法與 ISO 9705 【2】類似，而 SBI 【3】的熱釋放率及計算方法也是採用此原理，在 SBI 【3】的排煙管道中會有一個區段用來對燃燒過後的氣體做取樣，其中氧氣的消耗量就用來計算熱釋放率。

計算公式為：

$$HRR_{total}(t) = E_{O_2} \times V_{298}(t) \times X_{a-O_2} \times \left(\frac{\phi(t)}{1 + 0.105 \times \phi(t)} \right)$$

其中：

$HRR_{total}(t)$ = 為樣品及燃燒器的總熱釋放率，單位為 [kW]。

E_{O_2} = 在溫度 298K 下，消耗每單位體積氧氣所產生的熱釋放
值，其值為 17.2kJ/m^3 。

$V_{298}(t)$ = 在一般溫度 298K 時，排氣系統的體積流率，單位為
 $[\text{m}^3/\text{s}]$ 。

$X_{a_{-O_2}}$ = 大氣中（包含水蒸氣）的氧氣莫耳分率。

$\phi(t)$ = 氧氣消耗因子。

實驗儀器簡介：

SBI 測試的主要結構可以分為三個部分：火災測試房間（圖 1、圖 2）、排煙管道（圖 3）和樣品推車（圖 4）。測試房間的尺寸大小為長、寬各為 (3.0 ± 0.2) m，高為 (2.4 ± 0.1) m（圖 5），而為了方便樣品推車的置放，需要有一個寬為 1.47m、高為 2.45m 的開口，分別在和測試樣品相對的兩個方向要有窗戶，其作用是為了可以用來觀察測試樣品在實驗過程中的情況。在測試過程中所產生的燃燒產物則經由測試房間上方，開口為長 1.45m、寬 1.25m 的集煙罩收集之後，排入排氣管道內，而所有量測、取樣氣體的儀器皆架設在排氣管道之內，例如氣體取樣系統、溫度量測系統、氣體濃度量測系統及煙量測系統等...。樣品推車則是用於安裝測試樣品及燃燒器，SBI 的測試樣品分為長、短兩邊而且互相垂直成 90° ，樣品長邊的尺寸為：長 1.0m，高 1.5m；樣品短邊的尺寸為：長 0.5m，高 1.5m，而此測試方法採用了兩個燃燒器，一個架設在推車底板上，位置在兩個樣品互相垂直的角落上，此燃燒器稱為主燃燒器；另一個燃燒器則安裝在推車的框架上，位置在樣品垂直處的對角線位置上，距地板上方 (1.45 ± 0.005) m 或是從集煙罩起算垂直向下 1.0m 處，此燃燒器稱為輔助燃燒器，輔助燃燒器的作用主要在用於校正

燃燒器的熱釋放率，輔助燃燒器是架設在用來固定樣品推車及支撐排煙罩的固定框架上。推車底部的空氣進氣口應該使用多孔性的平板，使得空氣在進入測試房間之後產生均勻分佈的流動，燃燒器使用的燃料為純度至少 95%以上的商業用丙烷；另外使用樣品推車設計的另一個主要目的是為了節省時間，可以在實驗前準備多個推車，並安裝不同的測試樣品，藉由更換樣品推車的方式達到快速進行實驗，而不必在單一推車上持續進行安裝與拆卸樣品的動作。

測試儀器說明：

一、測試房間：

1. 房間內部尺寸應該為：高度 (2.4 ± 0.1) m

樓地板每邊長度 (3.0 ± 0.2) m

房間牆壁的材質應為磚造型式，如混凝土、石膏板、矽酸鈣板或是其他分類為歐洲等級 A1 或 A2 等級的材料。

2. 在測試房間的其中一面牆上，應該要有一個寬為 1.47m 和高為 2.45m（此為框架的尺寸）的開口，此開口是為了便利樣品推車的進出，為了方便觀察樣品，在與樣品被板互相垂直的兩個牆面上要有兩個窗戶，另外為了處理 SBI 的儀器或是當推車就定位之後可以對樣品進行調整，必須要有另一個對外的門，不過對於這個門的位置並無特別的規定。

3. 當樣品推車就定位之後，測試樣品長邊的那一部分與牆的垂直距離應該要有 (2.1 ± 0.1) m，整個房間的開口除了樣品推車底部的空氣入口和排煙罩的開口之外，其他的開口總面積不得超過 0.05m^2 。

二、樣品背板 (backing board) :

背板的位置是在推車上的樣品之後，材質應為矽酸鈣板，密度為 $(800 \pm 150) \frac{kg}{m^3}$ ，厚度為 $(0.012 \pm 0.003) m$ ，測試樣品尺寸如下：

(a). 在短翼上：(至少 570mm+樣品寬度) × (1500±5) mm。

(b). 在長翼上：(1000±5) mm × (1500±5) mm。

三、測試樣品：

測試樣品分為兩個翼，一個長翼一個短翼，兩片構成一個角落，樣品的最大厚度是 200mm，尺寸如下：

(a). 短翼：(495mm±5) × (1500±5) mm。

(b). 長翼：(1000±5) mm × (1500±5) mm。

樣品厚度限制：(200+0/-10)mm。

測試樣品在台車上的置放方式應該互為垂直。

四、排煙系統：

1. 集煙系統：

集煙系統又可細分為集煙管 (圖 17) 和集煙罩 (圖 18)，在集

煙罩尺寸為長 1.45m、寬 1.25m，詳細設計參照圖 18。

2. 排煙管道：

在排煙管道的部分（在流動方向）有一個量測管（外型為 J 型，內部直徑為 315mm，外部覆有 50mm 高的無機織品熱阻）：參考圖 3、圖 19

(1.) 連接集煙罩，後接 A 段。

(2.) 如圖 A 段，管長 500mm，在離集煙罩 400mm 之後架設四支熱電偶（用於任意溫度的測定），熱電偶安裝方式參照圖 19-1，後接 B 段。

(3.) 如圖 B 段，管長 1000mm，後接 C 段。

(4.) 如圖 C 段，一個 90° 的彎管（主軸曲率半徑為 400mm），後接 D 段。

(5.) 如圖 D 段，一個 90° 的彎管（主軸曲率半徑為 400mm），後接 E 段。

(6.) 如圖 E 段，管長 1625mm，內有引導葉片；引導葉片長 630mm，共有八片且厚度為 3mm，八片引導葉片排列成尺寸為直徑 315mm(半徑 157.5mm)的圓形狀，每片夾角互為 45° ，；從與 D 段彎曲連接處後 50mm 開始，在引導葉片之後直接有一個固定環，厚度在 2.0 ± 0.5 mm，內徑 265mm，外徑 314mm，詳細構

造如圖 19-2，後接 F 段。

(7.) 如圖 F 段，管長 2155mm，用於架設壓力探測器、四支熱電偶、氣體取樣管、白光熄滅系統（煙量測系統），這段區域稱為一般量測區，在與 E 段連接處後 1526mm 開始架設測試及取樣用的儀器，儀器間距為 100mm，以氣流流動方向由上游往下游依序為壓力探測器、熱電偶、氣體取樣管及煙測系統，詳細構造如圖 19-3，後接 G 段。

(8.) 如圖 G 段，管長 500mm，後接排氣管並連接抽風機，抽風機的規格並無規定，但是需要達到在測試條件之下，常態的標準 298K 下，排煙系統應該要能夠連續不斷的抽出 $0.5 \frac{m^3}{s}$ 到 $0.65 \frac{m^3}{s}$ 的體積流率，其計算公式如下面“排氣量”部分的說明。

注意：在固定量測管的部分除去管子部分的總重量之後應為 250kg。

3. 排氣量：

在測試條件之下，常態的標準 298K 下，排煙系統應該要能夠連續不斷的抽出 $0.5 \frac{m^3}{s}$ 到 $0.65 \frac{m^3}{s}$ 的體積流率。

計算 $V_{298}(t)$

$$V_{298} = c \cdot A \cdot \frac{k_t}{k_p} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p(t)}{T_{ms}(t)}}$$

其中

$V_{298}(t)$ = 在常態標準 298K 下，排氣系統的體積流率，單位為 $\frac{m^3}{s}$ 。

$$c = \sqrt{\frac{2 \cdot T_0}{\rho_0}} = 22.4, \text{ 單位為 } \sqrt{\frac{K \cdot m^3}{kg}}。$$

A = 在一般量測區的排氣管面積，單位為 m^2 。

k_t = flow profile factor，此為無因次。

k_ρ = 雙向皮托管的雷諾修正係數，取 1.08，此為無因次。

$\Delta p(t)$ = 壓力差，單位為 Pa。

$T_{ms}(t)$ = 在一般量測段的溫度，單位為 K。

4. 在排煙管中一般量測段中所使用的儀器：

(1.) 三個熱電偶應該被隔離，根據 EN-60584-1 一致採用 k-type 的熱電偶，直徑 0.5mm，插入鞘內並隔離，尖端的位置應該在軸向半徑 $87 \pm 5\text{mm}$ 並且各成 120° 。

(2.) 雙向皮托管 (bi-directional probe) 應該與一個範圍在 0Pa~100Pa 的壓力轉換器連接，且準確度為 2Pa，壓力轉換器的反應時間應該為 1 秒的 90% 以內或更好。

(3.) 氣體取樣管應該連接到氣體調整單元和 O_2 與 CO_2 分析器：

(a). 氧氣分析器應為順磁式 (paramagnetic type)，能夠量測的範圍應至少在 0% ~21% 的氧濃度 (V_{O_2}/V_{air})，反應時間應該不能超過 12 秒，在每 30 分鐘的週期內，分析

器的噪音和堆積物不能超過 100ppm，從分析器輸出到資料擷取系統的分辨率最大值應該為 100ppm。

- (b). 二氧化碳分析器應為 IR 式 (IR type)，能夠量測的範圍應至少在 0% ~10% 的二氧化碳濃度，分析器的準確度應該有全比例的 1% 或更好，反應時間應該不能超過 12 秒，在每 30 分鐘的週期內，分析器的噪音和堆積物不能超過 100ppm，從分析器輸出到資料擷取系統的分辨率最大值應該為 100ppm。

(4.) 排氣管道應該有邊管 (內直徑為 45mm 的圓形管)，與水平方向成直角，位置在排氣管的縱軸上，光學系統可以架設在一個可彎曲的邊管上，空氣可以被導入邊管來保持光學系統的清潔與需要稀薄要求的規定。在此，光學系統採用白光稀薄系統，白光稀薄系統應該採用白光形式 (white light type)，並遵守下列規定：

- (a). 燈泡應該是光亮的白熱絲形式，而且可在溫度為 $2900 \pm 100\text{k}$ 的條件下操作，應該供給燈泡穩定的直流電，穩定範圍在 0.5% (包括溫度、short-term 和 long-term 的穩定性)。
- (b). 透鏡系統應該排列在與光桿平行的地方，直徑至少 20mm，光電管的孔徑應該置於透鏡的前方焦點上，且直徑應該為 d ，選擇焦距為 f 的透鏡，而 d/f 應該少於 0.04。

參考文獻：

- 【1】 ISO 5660: “Fire tests Reaction-to-Fire-Rate of heat release from building Products”, 1995.
- 【2】 ISO 9705: “Room Fire Test in Full Scale for Surface Products”, 1993.
- 【3】 CEN/TC127 N1496: “Reaction to fire tests for buildings products – Building products excluding floorings – exposed to the thermal attack by a single burning item”, Draft, June 1999.
- 【4】 COOMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, implementing Council Directive 89/106/EEC as regards the classification of the reaction to fire performance of construction products (Text with EEA relevance), Positive opinion of Standing Committee on Construction – 8 April 1999.
- 【5】 Thornton, W., “The Relation of Oxygen to the Heat of Combustion of Organic Compounds”, Philosophical Magazine and J. of Science, Vol. 33, No. 196, 1917.
- 【6】 Huggett, C., “Estimation of Heat Release by Means of Oxygen Consumption Measurements”, Fire and Materials, Vol. 4, No. 2, 1980.
- 【7】 Parker, W. J., “An investigation of the Fire Environment in the ASTM E-84 Tunnel Test”, NBS Technical Note 945, 1997
- 【8】 ASTM E-906-83: “Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products”, 1983.
- 【9】 ASTM E-1354-90: “Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products Using an Oxygen Consumption”, 1990.

表 1 Euroclass 為六級 A~F 分類

分類等級	測試方法	測試標準	性能分類標準	另外分類標準
A1	不燃材料爐 (等同我國基 材試驗爐) & 單材耐燃測試 (中尺寸測試 方法)	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ ; &	$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ $\Delta m \leq 50\%$ $t_f = 0$ (亦即沒有持續的火焰)	
		EN ISO 1716	$\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ/kg}^{(1)}$ $\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ/kg}^{(2)(2a)}$ $\text{PCS} \leq 1.4 \text{ MJ/m}^{2(3)}$ $\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ/kg}^{(4)}$	
A2	不燃材料爐 (等同我國基 材試驗爐) & 單材耐燃測試 (中尺寸測試 方法)	EN ISO 1182 ⁽¹⁾ ; or	$\Delta T \leq 50^{\circ}\text{C}$ $\Delta m \leq 50\%$ $t_f \leq 20 \text{ s}$	煙產生 ⁽⁵⁾ 火焰微粒 ⁽⁶⁾
		EN ISO 1716 ; &	$\text{PCS} \leq 3.0 \text{ MJ/kg}^{(1)}$ $\text{PCS} \leq 4.0 \text{ MJ/m}^{2(2)}$ $\text{PCS} \leq 4.0 \text{ MJ/m}^{2(3)}$ $\text{PCS} \leq 3.0 \text{ MJ/kg}^{(4)}$	
		EN 13823 (SBI)	$\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W/s}$ $\text{LFS} < \text{樣品邊界}$ $\text{THR} \leq 7.5 \text{ MJ}$	
B	單材耐燃測試 (中尺寸測試 方法)	EN 13823 (SBI); &	$\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W/s}$ $\text{LFS} < \text{樣品邊界}$ $\text{THR} \leq 7.5 \text{ MJ}$	煙產生 ⁽⁵⁾ 火焰微粒 ⁽⁶⁾
		EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ ; Exposure = 30 s	在60秒內Fs ≤ 150 mm	
C	單材耐燃測試 (中尺寸測試 方法)	EN 13823 (SBI); &	$\text{FIGRA} \leq 250 \text{ W/s}$ $\text{LFS} < \text{樣品邊界}$ $\text{THR}_{600\text{S}} \leq 15 \text{ MJ}$	煙產生 ⁽⁵⁾ 火焰微粒 ⁽⁶⁾
		EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ ; Exposure = 30 s	在60秒內Fs ≤ 150mm	

D	單材耐燃測試 (中尺寸測試 方法)	EN 13823 (SBI); &	FIGRA ≤ 750 W/s	煙產生 ⁽⁵⁾
		EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Exposure = 30 s	在60秒內Fs ≤ 150 mm	火焰微粒 ⁽⁶⁾
E	引燃試驗(等 同我國垂直試 片引燃儀)	EN ISO 11925-2 ⁽⁸⁾ : Exposure = 15 s	在20秒內Fs ≤ 150 mm	火焰微粒 ⁽⁷⁾
F	引燃試驗(等 同我國垂直試 片引燃儀)	沒有性能限定		

在歐洲共同體，建築物材料防火性能測試等級依 Euroclass 分為六級 A~F，針對均質產品和非均質產品中堅固的成分：

1. 針對均質產品和非均質產品中堅固的成分。
2. 針對任何非均質產品外部的非堅固成分。
- 2a. 任何非均質產品外部的非堅固成分有 $PCS \leq 2.0 \text{ MJ/m}^2$ ，假如此產品滿足下列 EN 13823 (SBI) 規範：FIGRA ≤ 20 W/s，且 LFS < 樣品邊界；且 $THR_{600s} \leq 4.0 \text{ MJ}$ ；且 s1 和 d0。
3. 針對任何非均質產品內部非堅固成分。
4. 針對產品整體。
5. $s1 = SMOGRA \leq 30 \text{ m}^2/\text{s}^2$ 且 $TSP_{600s} \leq 50 \text{ m}^2$ ； $s2 = SMOGRA \leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ 且 $TSP_{600s} \leq 200 \text{ m}^2$ ；s3=s1 或 s2 以外。
6. d0=在 600 秒內 EN 13823 (SBI) 測試中沒有火焰微粒；d1=在 600 秒內 EN 13823 (SBI) 測試中沒有火焰微粒持續出現超過 10 秒；d2=d0 或 d1 以外；在 EN ISO 11925-2 的標準中引燃紙張的等級為 d2 級。
7. 通過=沒有引燃紙張（沒有分類）；失敗=引燃紙張（d2 等級）上述條件在表面火焰開始時且假如使用適當的產品，只會在邊緣有火焰產生。
8. 在上述表面火焰侵襲的條件下，且如果最終應用適當的產品與邊界火焰侵襲

ΔT	溫度上升
Δm	質量損失
t_f	火焰持續時間
PCS	熱能蔓延潛能
FIGRA	火勢成長率
THR_{600s}	總熱釋放
LFS	橫向火焰擴展
SMOGRA	煙產生率
TSP_{600s}	總煙產生
F_s	火焰擴散

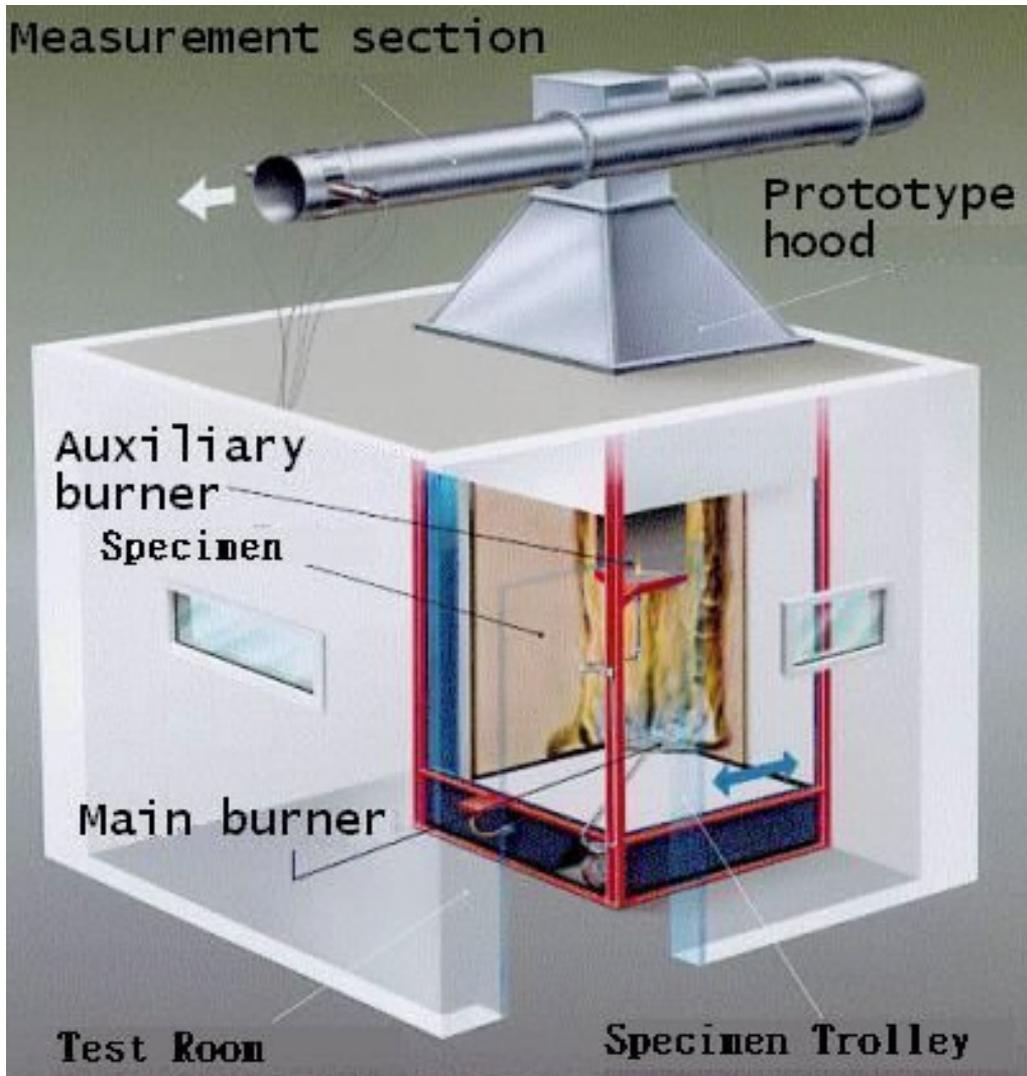


圖 1：整體實驗概圖

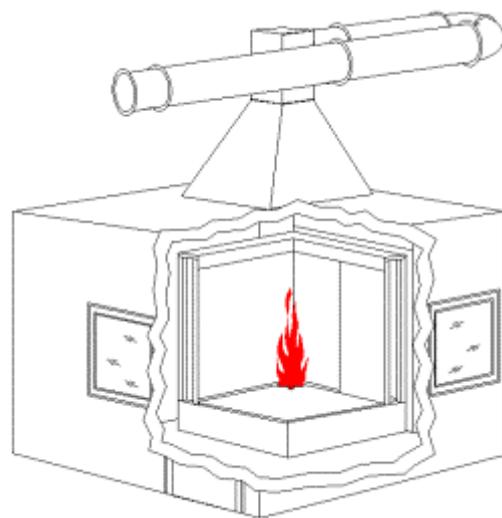


圖 2：整體實驗示意圖

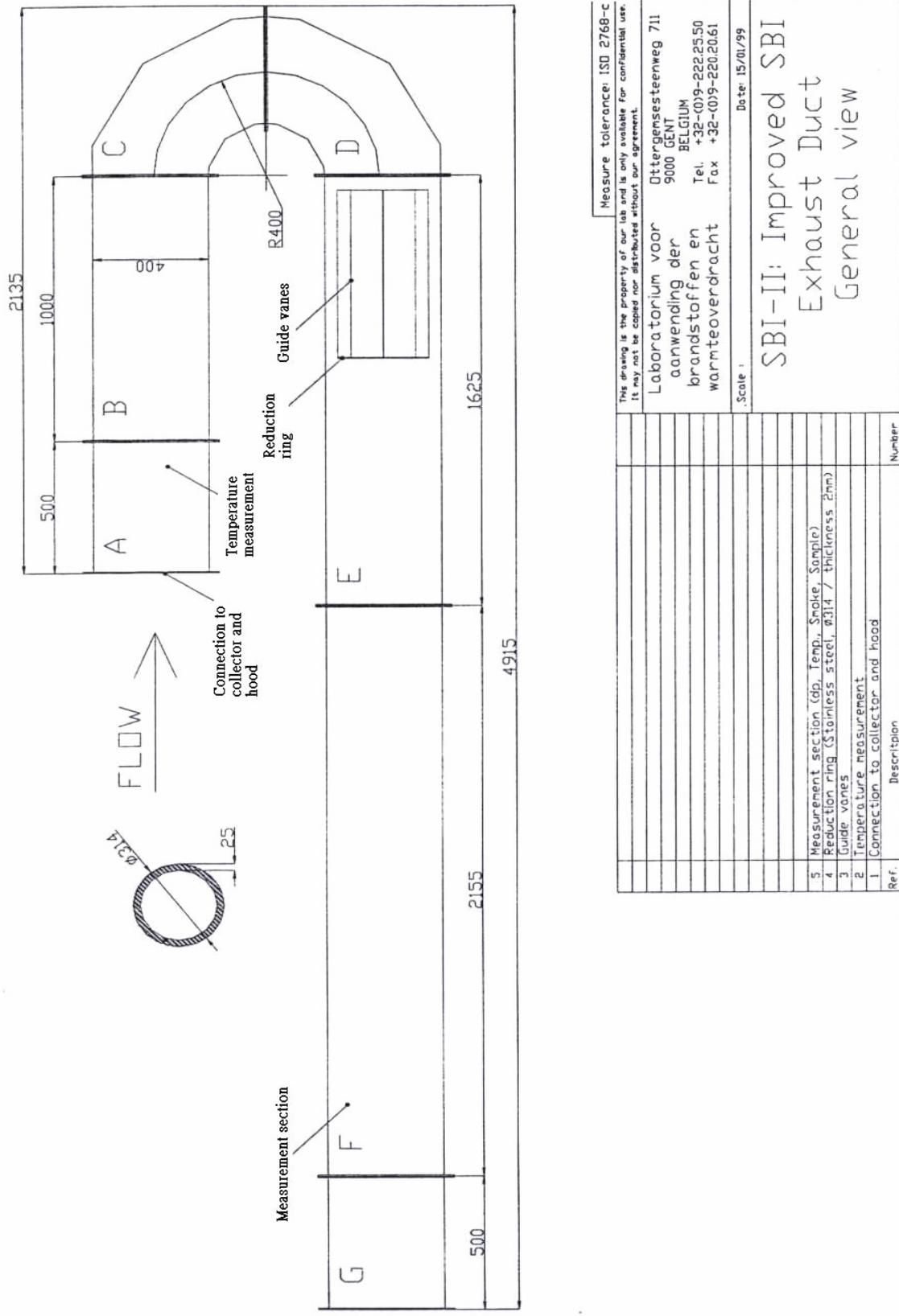


圖 3：排煙管道概圖（參照圖 19）

Measure tolerance: ISO 2768-c
 This drawing is the property of our lab and is only available for confidential use.
 It may not be copied nor distributed without our agreement.

Laboratorium voor
 aanwending der
 brandstoffen en
 warmteoverdracht
 9000 GENT
 BELGIUM
 Tel. +32-(0)9-222.25.50
 Fax +32-(0)9-220.20.61

Date: 15/01/99

SBI-II: Improved SBI
 Exhaust Duct
 General view

Ref.	Description	Number
5	Measurement section (dp, Temp, Smoke, Sample)	
4	Reduction ring (Stainless steel, Ø314 / thickness 2mm)	
3	Guide vanes	
2	Temperature measurement	
1	Connection to collector and hood	

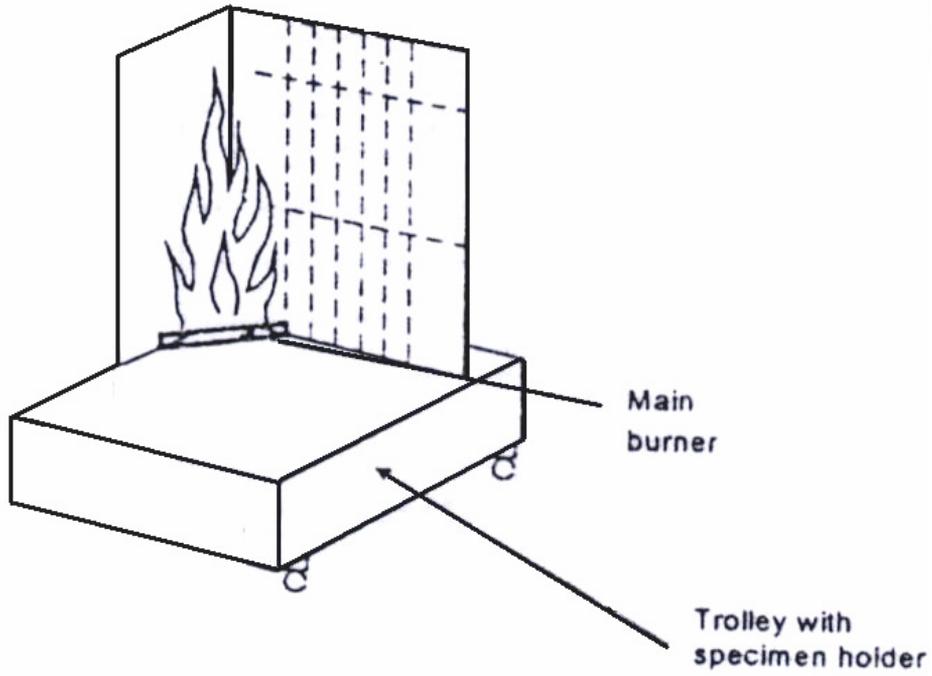


圖 4：樣品與推車

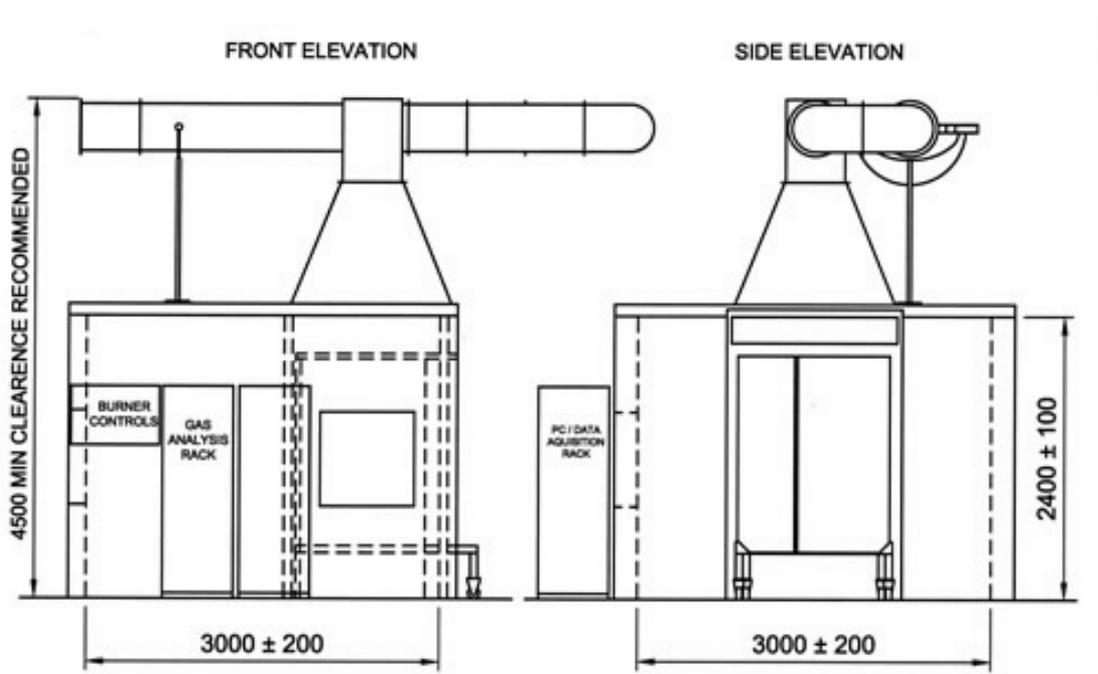


圖 5：外觀尺寸圖

The position of the door is undefined

visual observation
↓

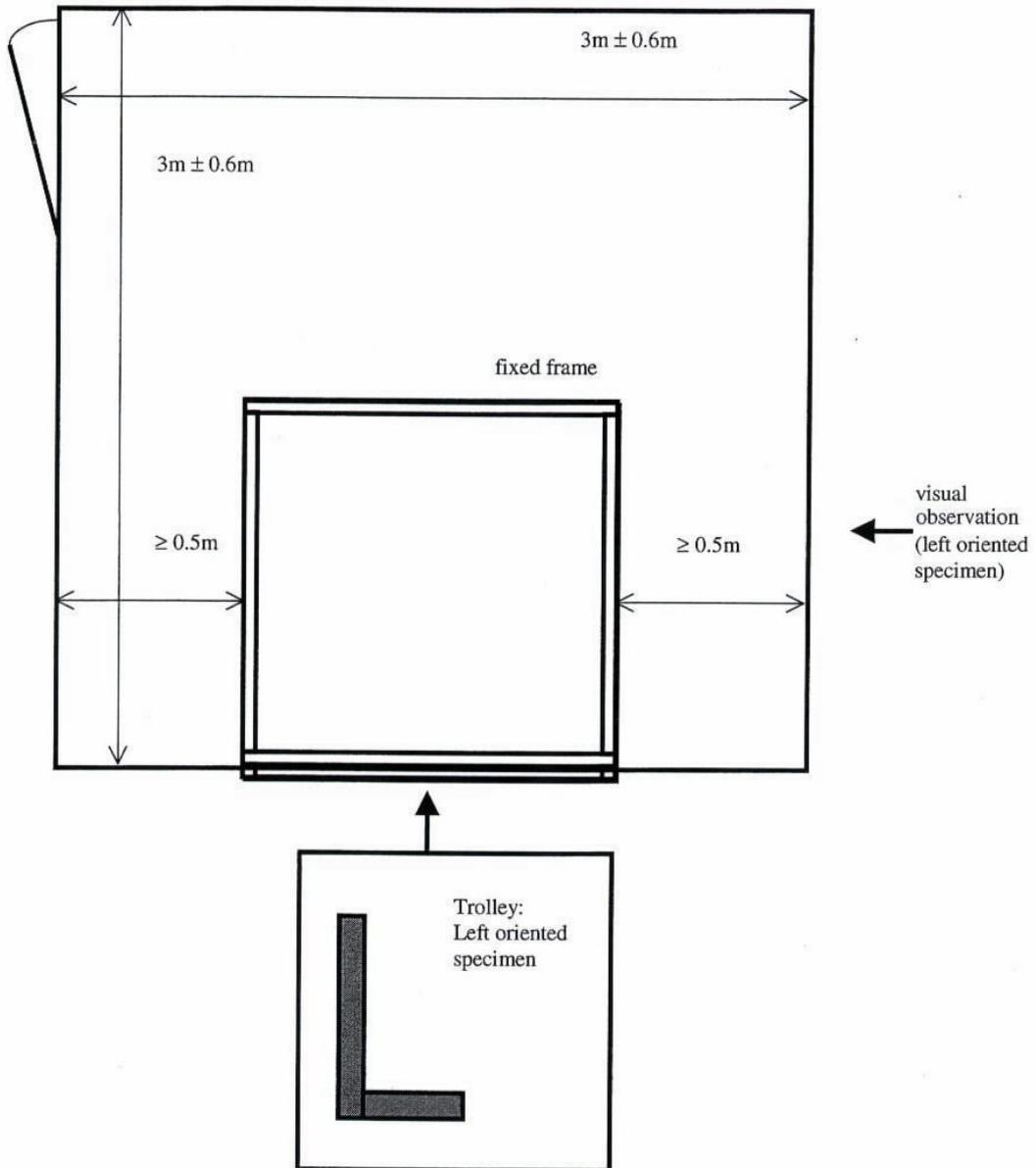


圖 6：此為一個可行的 SBI 測試房間設計的上視圖，樣品的架設方式可以採用左方向或右方向，在此圖是使用左方向，若要採用右方向則可將此圖沿著垂直線作左右鏡射即可。

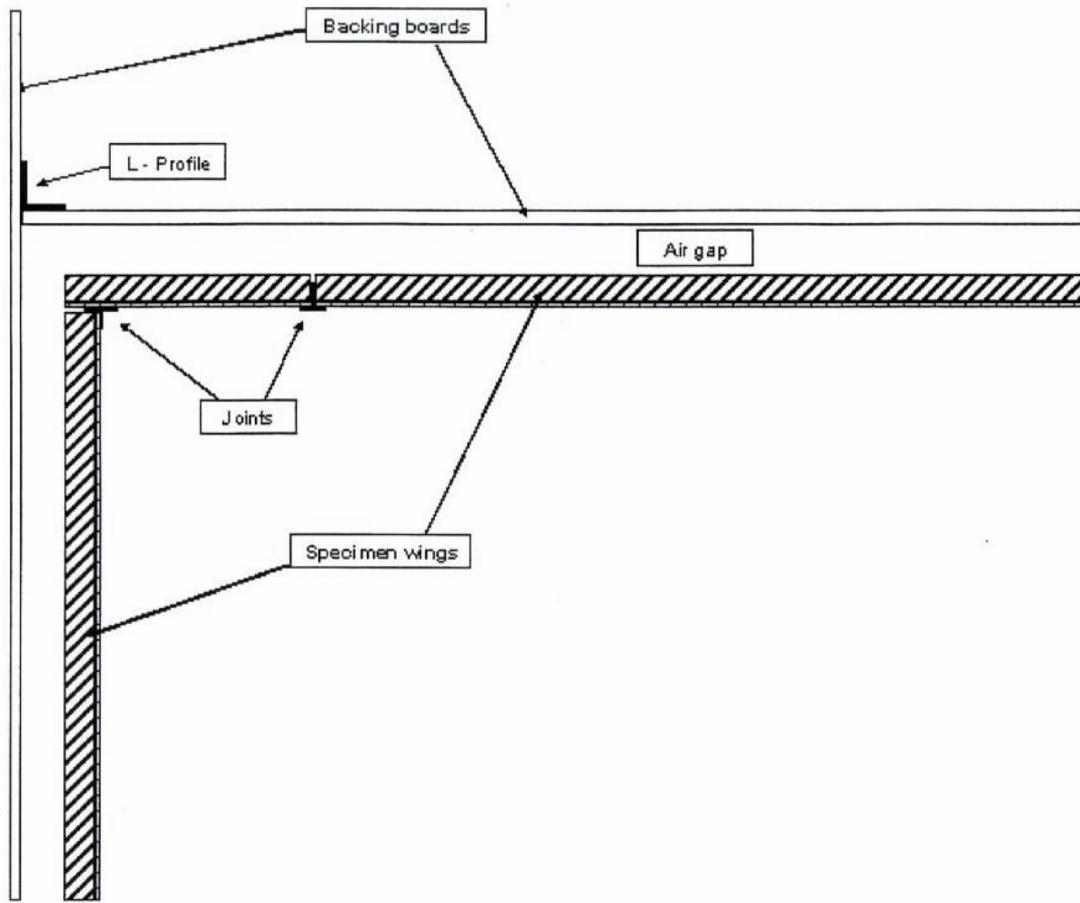
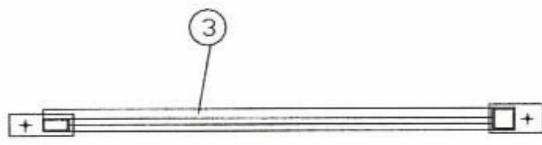
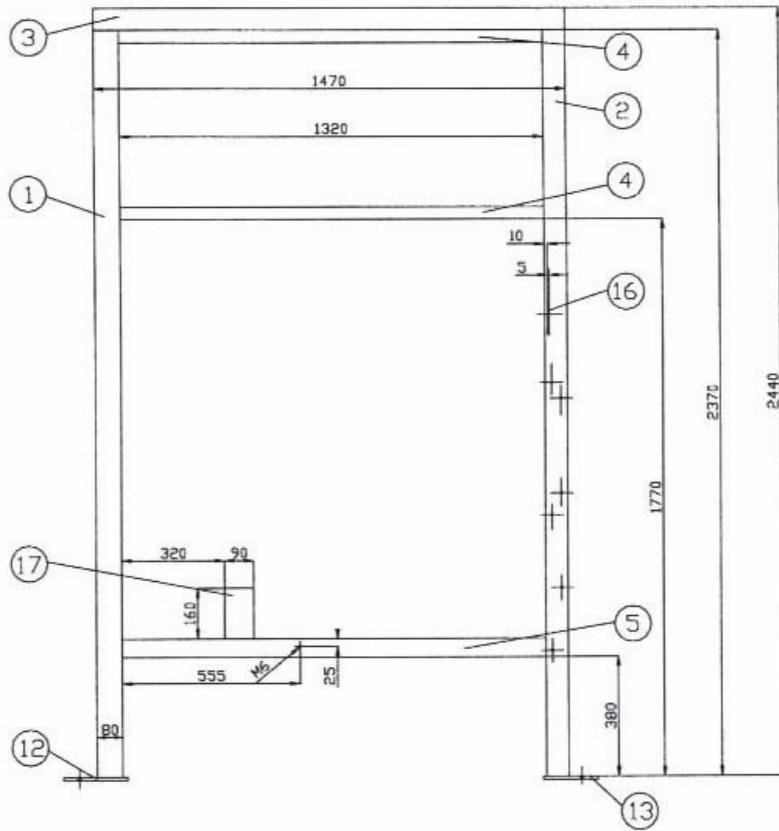


圖 7：此圖為樣品與背板的排列方式示意圖；背板的材質為矽酸鈣

板，裝設在測試樣品後面，用於保護測試儀器、測試房間結構和測試人員，另外，如果樣品為獨立式樣品，則背板可以安裝在直接靠著測試樣品的地方或者保持一些距離。

在測試樣品的部分，其結構為片狀，而且在將測試樣品架設到推車上時，必須根據測試樣品在一般狀況下的真實使用情形來進行架設步驟，以確保與真實情況接近的實驗結果，因此也許需要在樣品和背板之間留有空氣的間隙或者需要一個適當的基底，這都要根據樣品的真實使用狀況來決定。



Ref.	Description	Number
17	Steel plate 160x90x5	1
16	Steel plate 240x130x5	1
15	Tube profile 20x20x2 / l = 60	1
14	Tube profile 20x20x2 / l = 1200	1
13	Steel plate 170x90x10	2
12	Steel plate 200x70x10	2
9	Tube profile 60x40x4 / l = 1320	3
4	Tube profile 40x20x3 / l = 1320	2
3	Tube profile 70x70x5 / l = 1470	2
2	Tube profile 70x70x5 / l = 2370	2
1	Tube profile 80x40x4 / l = 2370	2

Measure tolerance: ISO 2768-c

This drawing is the property of our lab and is only available for confidential use. It may not be copied nor distributed without our agreement.

Laboratorium voor
aanwending der
brandstoffen en
warmteoverdracht

Ditergensesteenweg 711
9000 GENT
BELGIUM

Scale: Date: 08/02/99

SBI-II: Improved SBI
Frame - Welded parts
Right part

圖 9 : 此圖為排煙罩支架的右邊結構及尺寸圖，此為簡單的示意

圖，圖 12 中的 Section DD 為此圖的完整詳細圖。

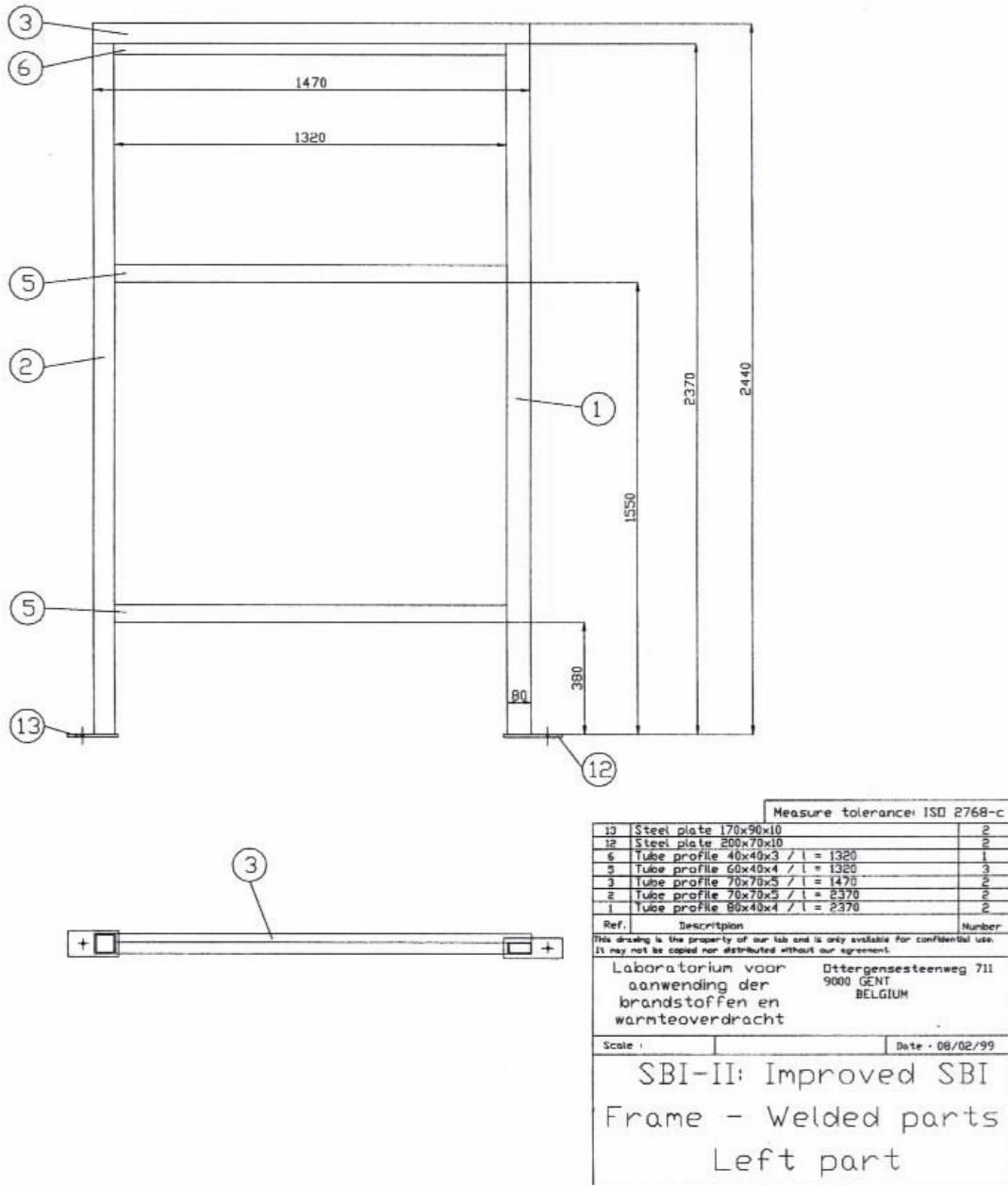


圖 10 : 此圖為排煙罩支架的左邊結構及尺寸圖，此為簡單的示意圖，圖 12 中的 Section CC 為此圖的完整詳細圖。

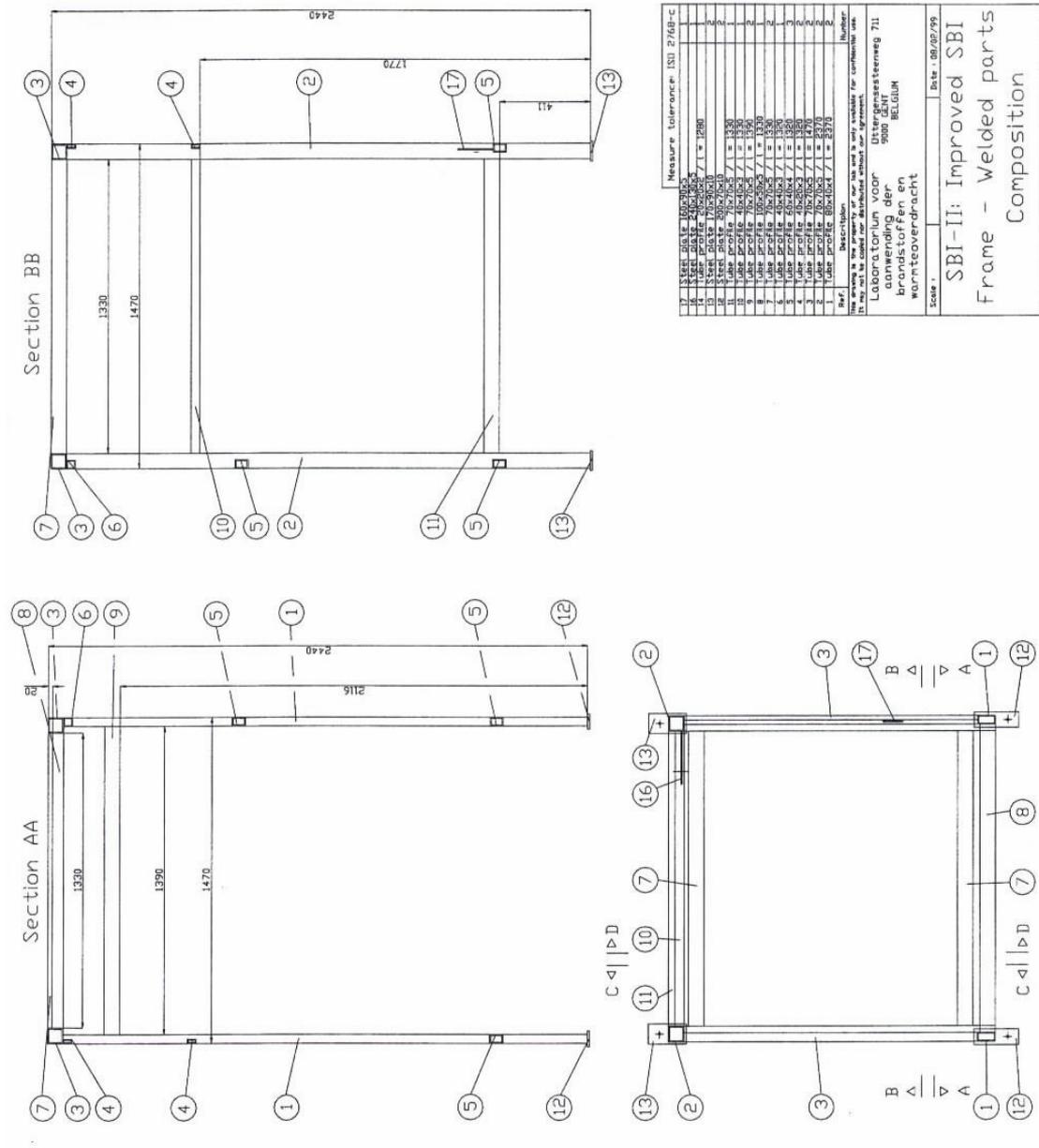
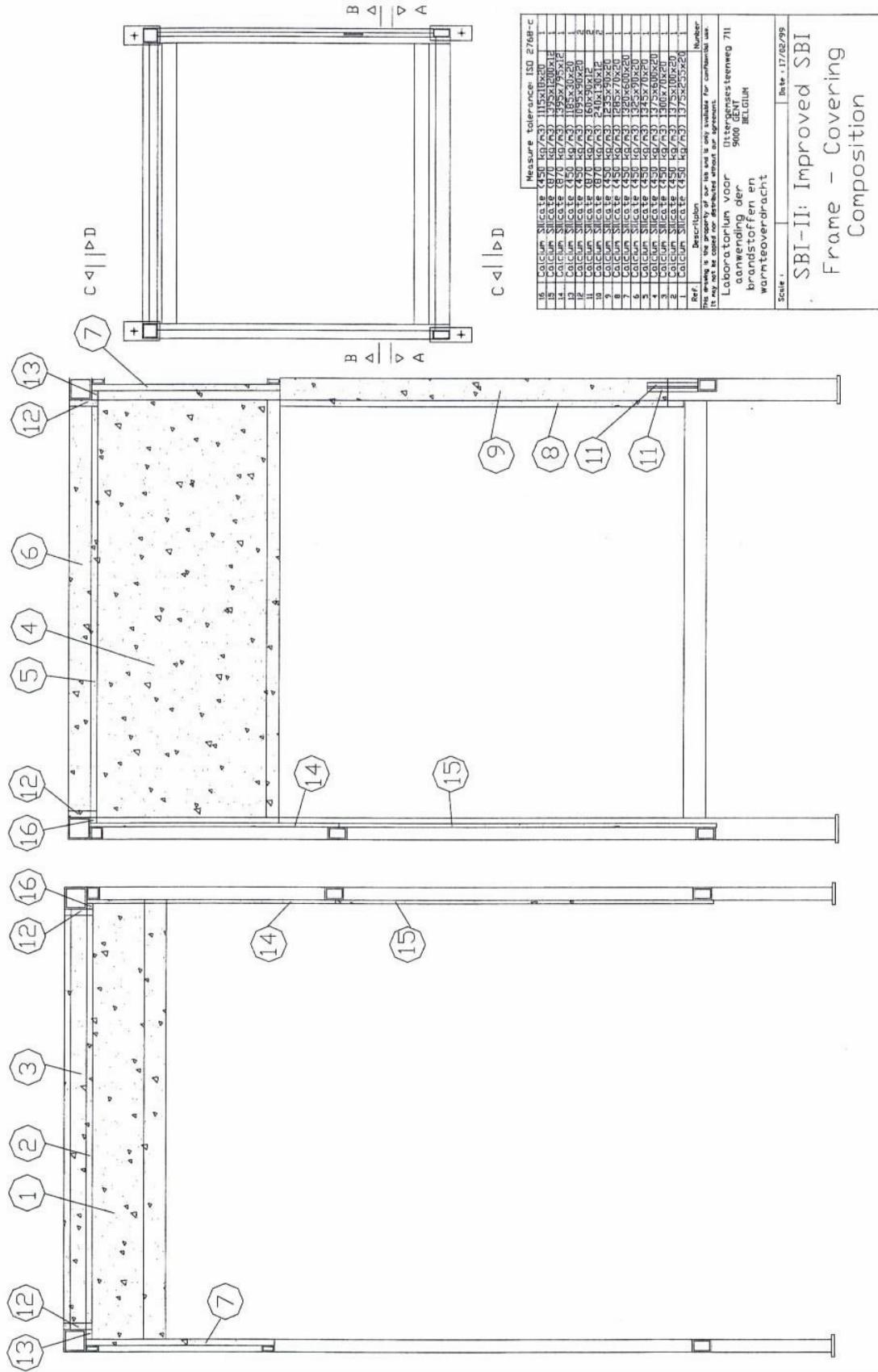


圖 11 : 此圖為排煙罩支架的前、後及上部排煙罩框架的結構及尺寸圖。



Ref.	Description	Measure	Tolerance	ISO 2768-C	Number
16	Calcium Silicate	450	150/±3	115X182X20	1
15	Calcium Silicate	470	150/±3	1395X1600X16	1
14	Calcium Silicate	470	150/±3	1395X785X16	1
13	Calcium Silicate	450	150/±3	1055X1052X20	2
12	Calcium Silicate	450	150/±3	1055X1052X20	2
11	Calcium Silicate	470	150/±3	1610X308X16	2
10	Calcium Silicate	470	150/±3	1610X308X16	2
9	Calcium Silicate	450	150/±3	1395X785X20	1
8	Calcium Silicate	450	150/±3	1395X785X20	1
7	Calcium Silicate	450	150/±3	1395X610X20	1
6	Calcium Silicate	450	150/±3	1395X785X20	1
5	Calcium Silicate	450	150/±3	1395X785X20	1
4	Calcium Silicate	450	150/±3	1395X610X20	1
3	Calcium Silicate	450	150/±3	1395X785X20	1
2	Calcium Silicate	450	150/±3	1395X785X20	1
1	Calcium Silicate	450	150/±3	1395X610X20	1

The drawing is the property of our lab and is only available for confidential use. It may not be copied or distributed without our agreement.

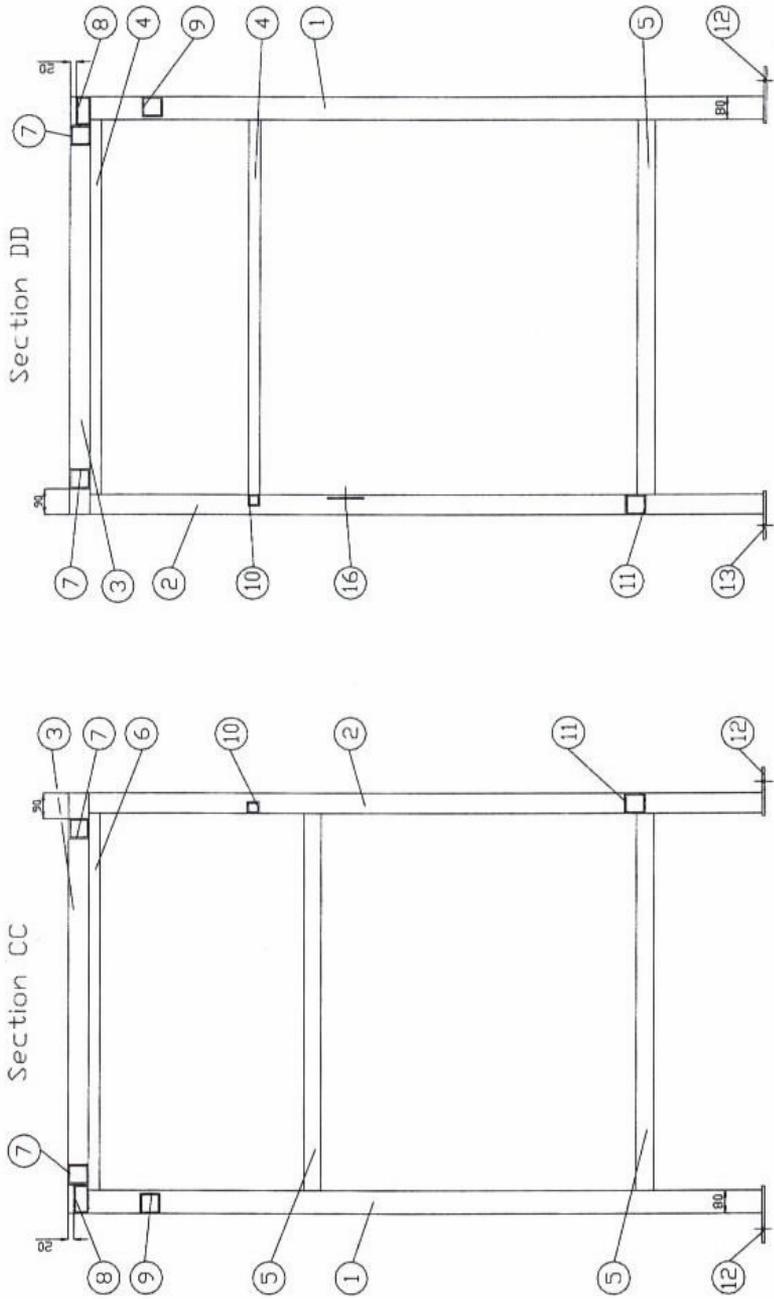
Laboora torium voor
 3000
 BELGIUM

aanwending der
 brandstoffen en
 warmteoverdracht

Scale 1:1 Date: 17/02/99

SBI-II: Improved SBI
 Frame - Covering
 Composition

圖 11-1 : 此圖為圖 11 的詳細圖。



Measure tolerances ISO 2768-c		Number
7	Steel plate 160x250x5	1
8	Steel plate 240x160x5	2
9	Steel profile 70x70x5	3
10	Steel profile 100x50x5	4
11	Steel plate 200x70x10	5
12	Steel plate 200x70x10	6
13	Tube profile 70x70x3	7
14	Tube profile 40x40x3	8
15	Tube profile 100x50x3	9
16	Tube profile 70x70x3	10
17	Tube profile 40x40x3	11
18	Tube profile 60x40x4	12
19	Tube profile 70x70x3	13
20	Tube profile 70x70x3	14
21	Tube profile 70x70x3	15
22	Tube profile 80x40x4	16

Ref. Description

This drawing is the property of our lab and is only available for contractual use.
It may not be copied or distributed without our agreement.

Laboratorium voor
 Olie-gemestestering 711
 aanwending der
 brandstoffen en
 warmteoverdracht
 BELGIUM

Scale: Date: 08/02/99

SBI-II: Improved SBI
 Frame - Welded parts
 Composition

圖 12 : 此圖為排煙罩支架的左右兩邊完整詳細圖。

Front view (fix front plate)

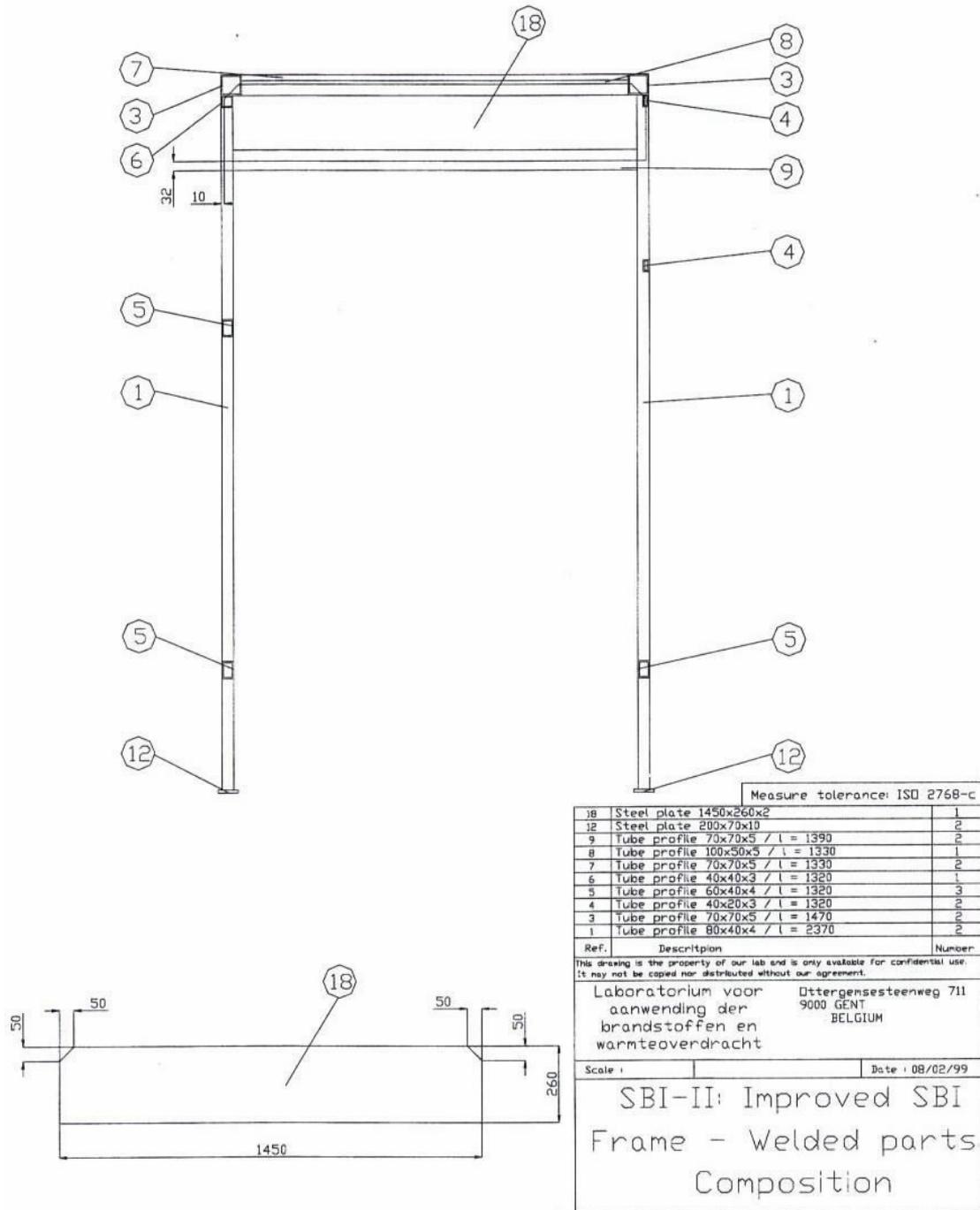
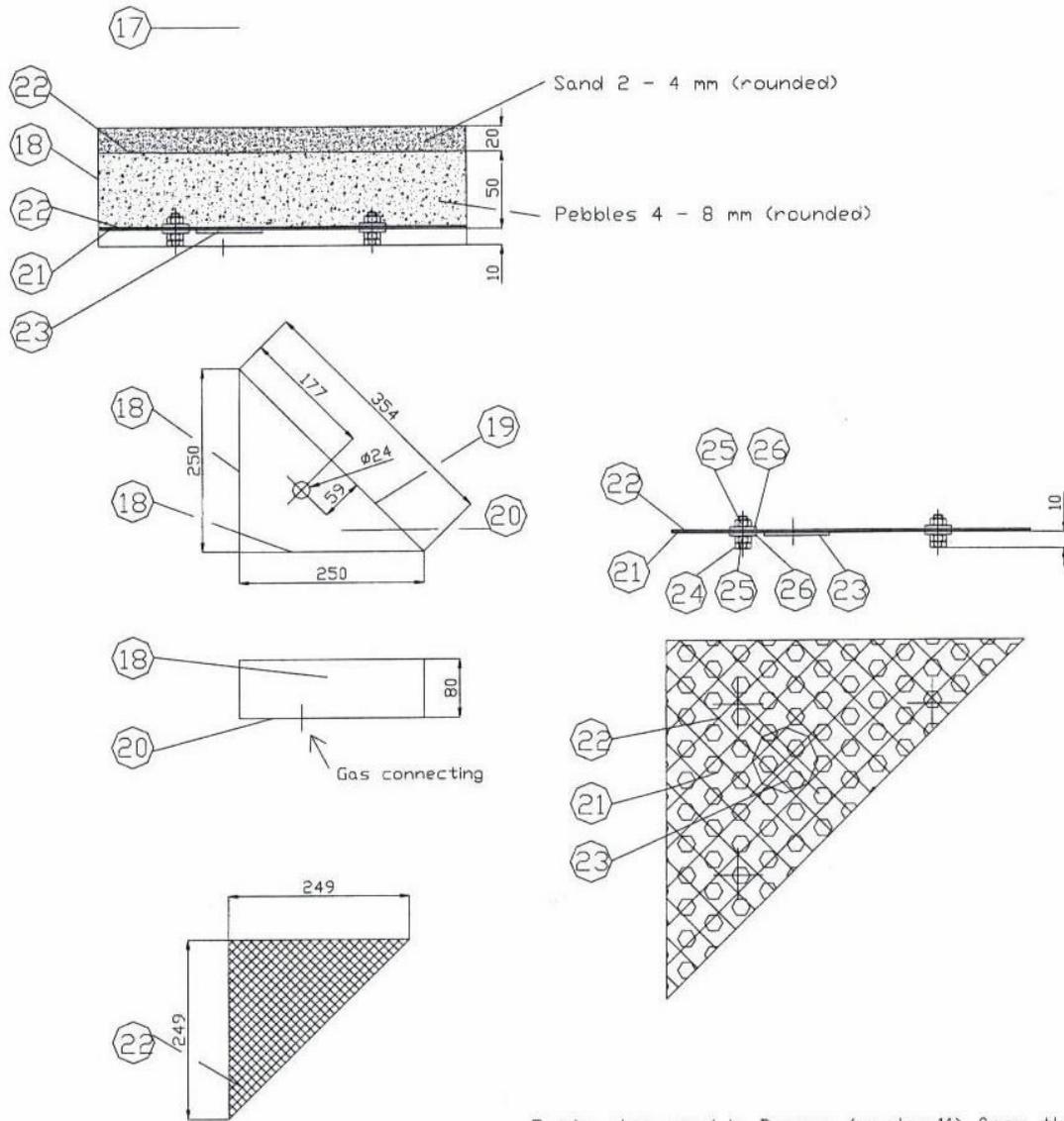


圖 13 : 此圖為排煙罩前支架的詳細圖，即為圖 11 中的 Section AA。



Parts also used in Burner (partnr:11) from the covering of the trolley: 23, 24, 25, 26, 27, 28

Measure tolerance: ISO 2768-c

Ref.	Description	Number
26	Pinion M6	6
25	Nut M6	6
24	Screw M6x15	3
23	Steel plate 25x2	1
22	Wire gauze (2 x 0,5) 249x249	2
21	Perforated (50% 10) steel plate 249x249x2	1
20	Steel plate 250x250x2	1
19	Steel plate 354x80x2	1
18	Steel plate 250x80x2	2
17	Burner	1

This drawing is the property of our lab and is only available for confidential use. It may not be copied nor distributed without our agreement.

Laboratorium voor
aanwending der
brandstoffen en
warmteoverdracht

Ottergemsesteenweg 711
9000 GENT
BELGIUM

Scale : Date : 22/02/99

SBI-II: Improved SBI
Frame - Covering
Burner

圖 14 : 此圖為燃燒器的尺寸圖。

Section AA

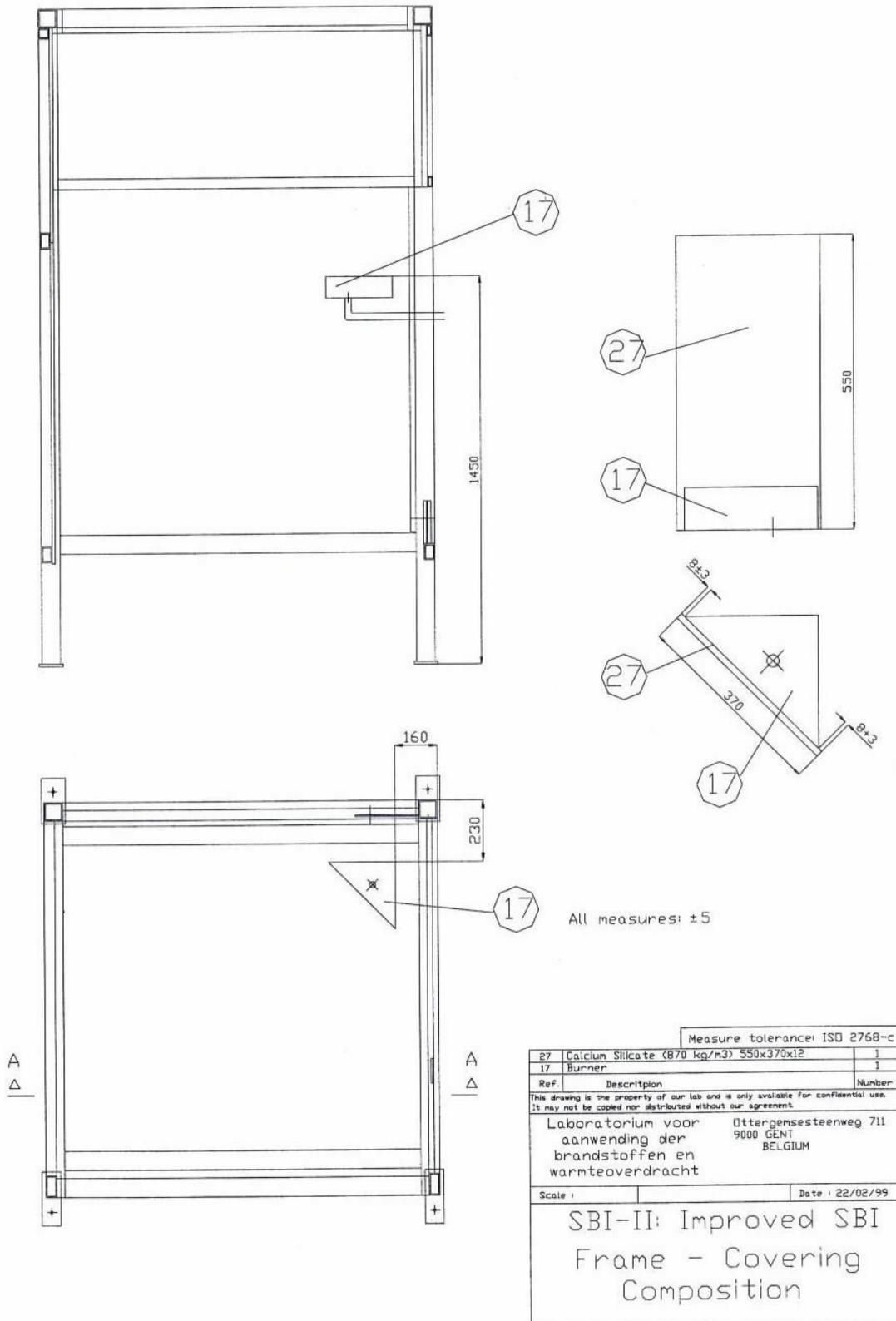


圖 14-1 : 此圖為燃燒器的位置圖。

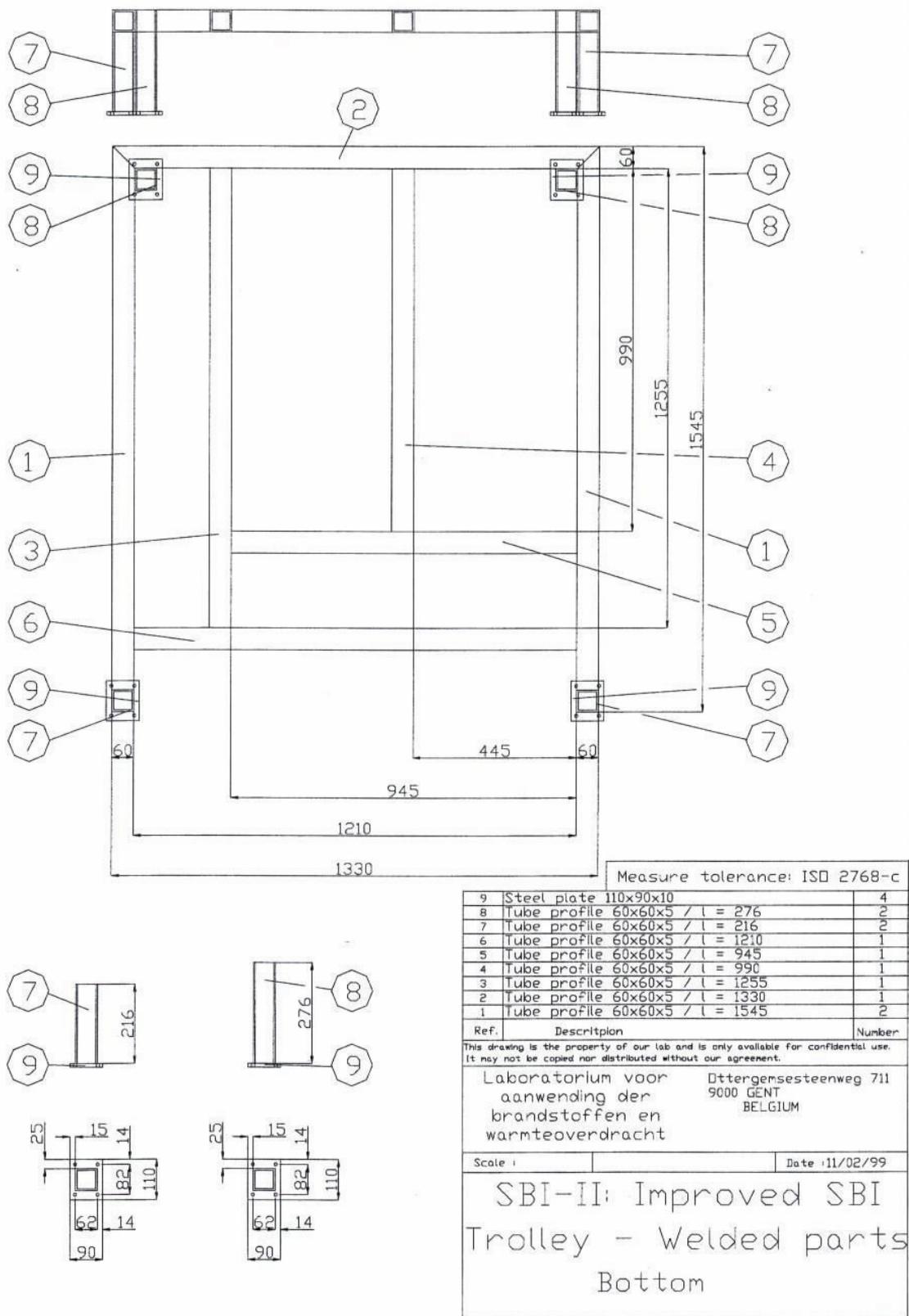
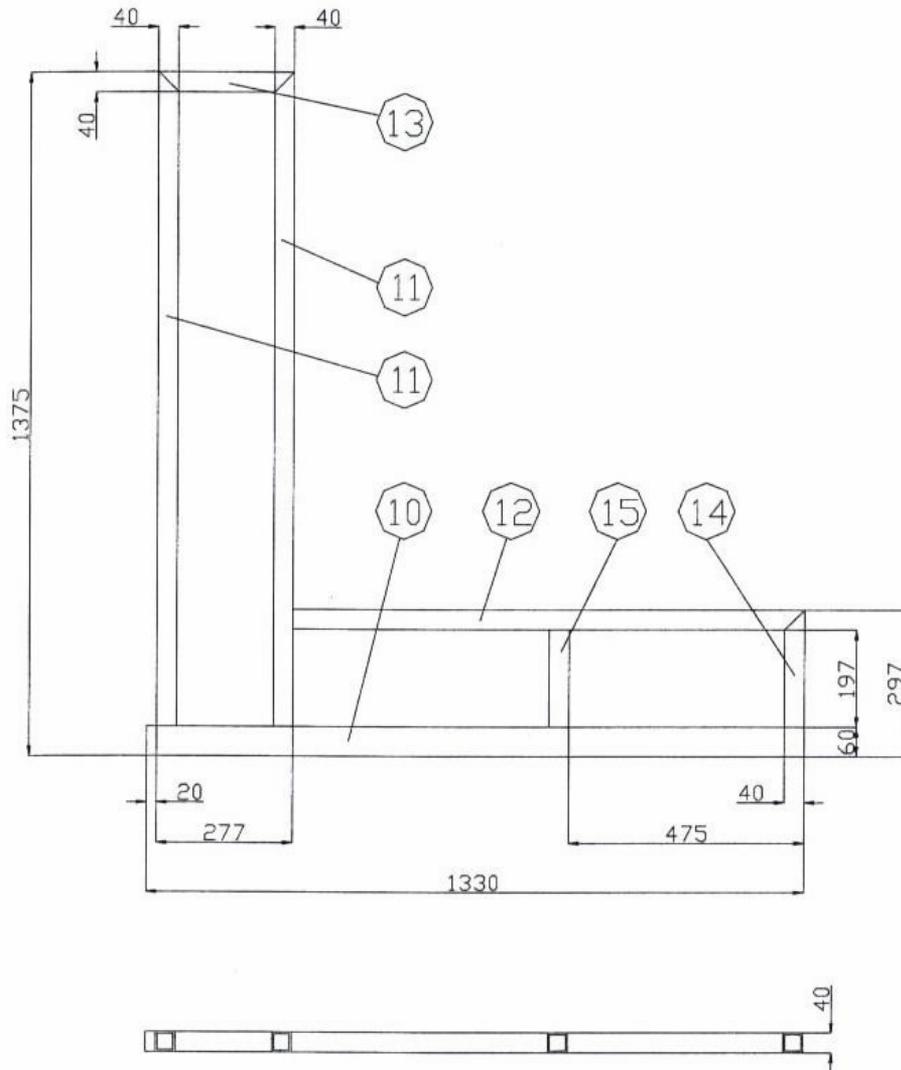


圖 15 : 此圖為推車底座的尺寸圖。



Measure tolerance: ISO 2768-c

15	Tube profile 40x40x4 / l = 197	1
14	Tube profile 40x40x4 / l = 237	1
13	Tube profile 40x40x4 / l = 277	1
12	Tube profile 40x40x4 / l = 1033	1
11	Tube profile 40x40x4 / l = 1315	2
10	Tube profile 60x40x4 / l = 1330	1

Ref.	Description	Number
------	-------------	--------

This drawing is the property of our lab and is only available for confidential use. It may not be copied nor distributed without our agreement.

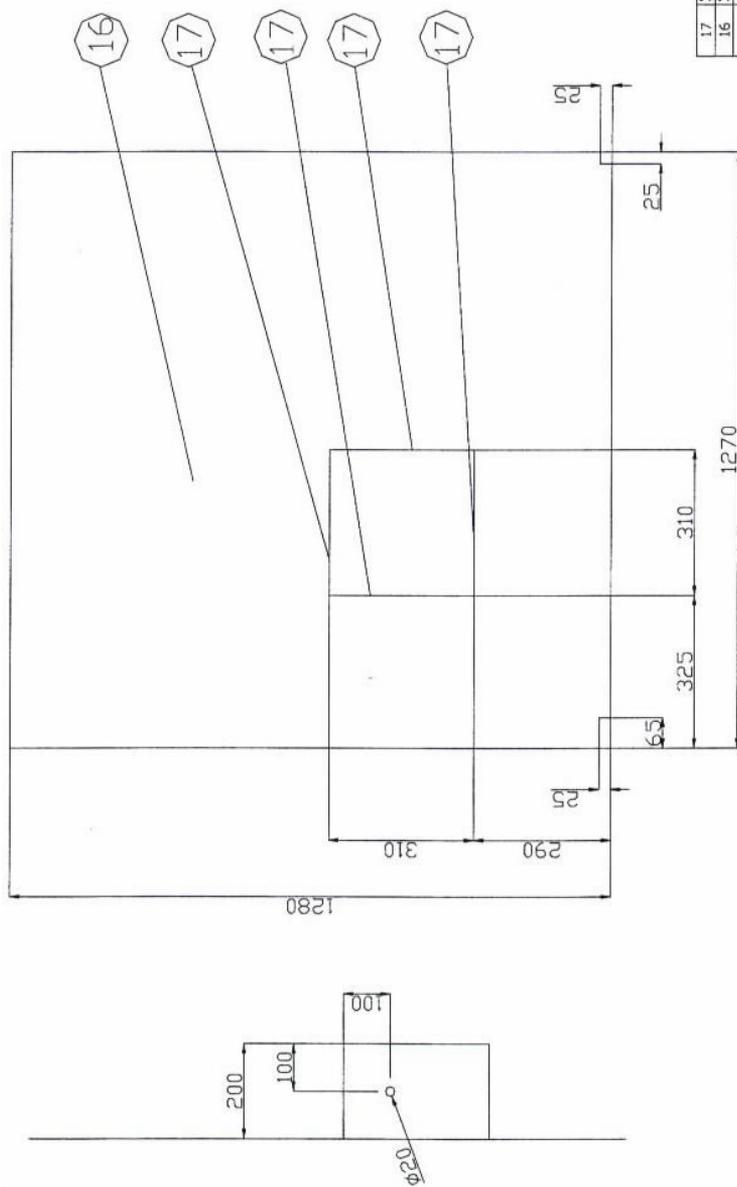
Laboratorium voor
aanwending der
brandstoffen en
wannteoverdracht

Ottergensesteenweg 711
9000 GENT
BELGIUM

Scale : _____ Date : 11/02/99

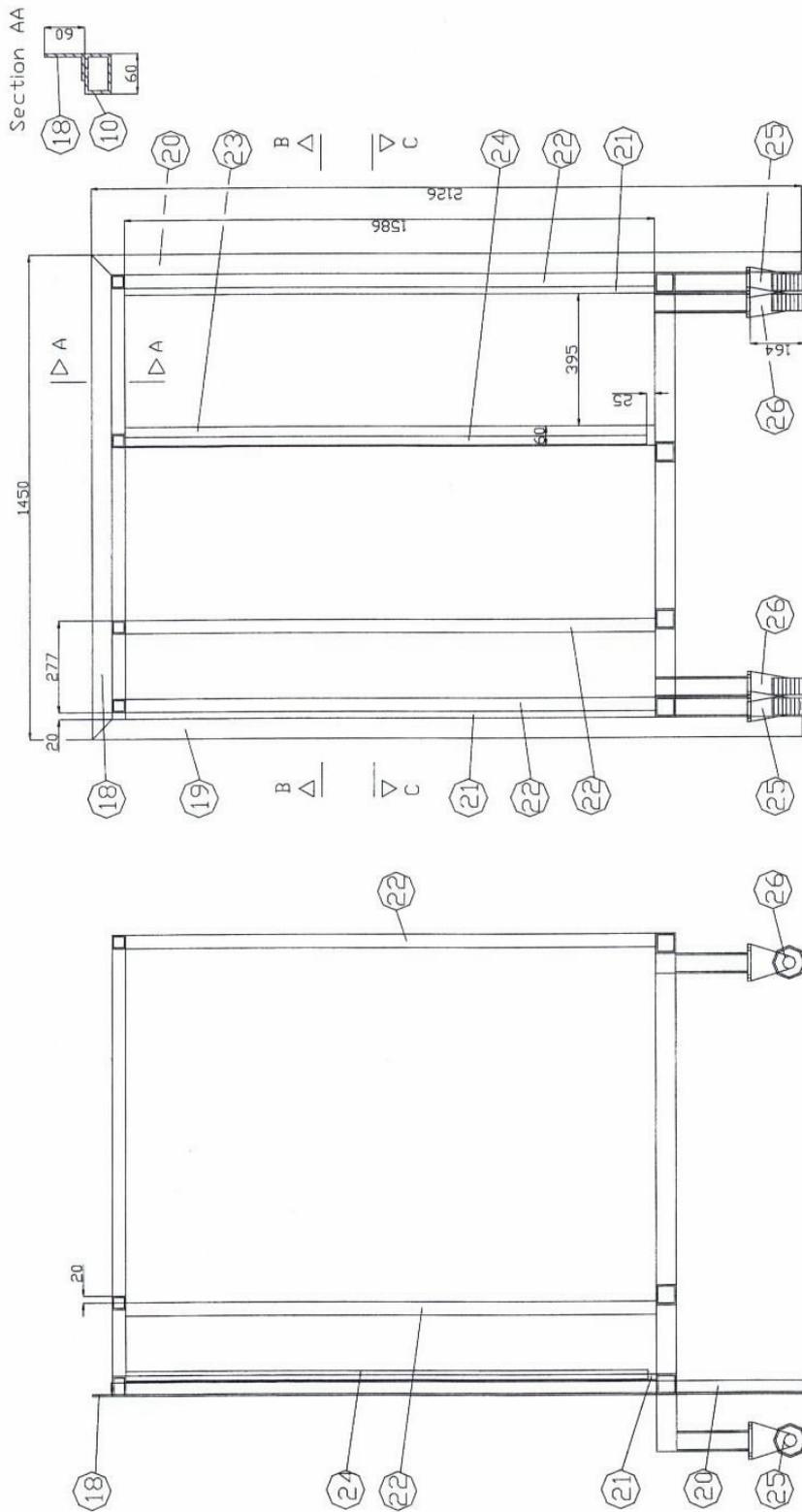
SBI-II: Improved SBI
Trolley - Welded parts
Upper frame

圖 15-1 : 此圖為推車底座板子上的框架尺寸圖。



Measure tolerance: ISO 2768-c		
Ref.	Description	Number
17	Steel plate 310x200x2	4
16	Steel plate 1280x1270x2	1
This drawing is the property of our lab and is only available for confidential use. It may not be copied nor distributed without our agreement.		
Laboratorium voor aanwending der brandstoffen en warmteoverdracht Otergensesteenweg 711 9000 GENT BELGIUM		
Scale :	Date :	11/02/99
SBI-II: Improved SBI Trolley -- Welded parts Bottom plate		

圖 15-2 : 此圖為推車底板的尺寸圖。



The drawing is the property of our lab and is only available for confidential use. It may not be copied nor distributed without our agreement.

Laboratorium voor
aanwending der
brandstoffen en
warmteoverdracht

Utergemesteeweg 711
9000 GENT
BELGIUM

Measure tolerances: ISO 2768-c

Scale: 1:1

Date: 11/02/99

SBI-II: Impro
Trolley - Wel
Composition

Ref.	Description	Number
26	Fixed wheel / h = 154	2
25	Turning wheel / h = 154	2
24	L profile 60x40x5 / l = 1541	1
23	L profile 60x40x5 / l = 1586	1
22	Tube profile 60x40x5 / l = 1586	3
21	Tube profile 60x40x5 / l = 1586	2
20	L profile 60x40x5 / l = 2126	1
19	L profile 60x40x5 / l = 2126	1
18	L profile 60x40x5 / l = 1450	1

圖 16 : 此圖為推車框架的尺寸圖。

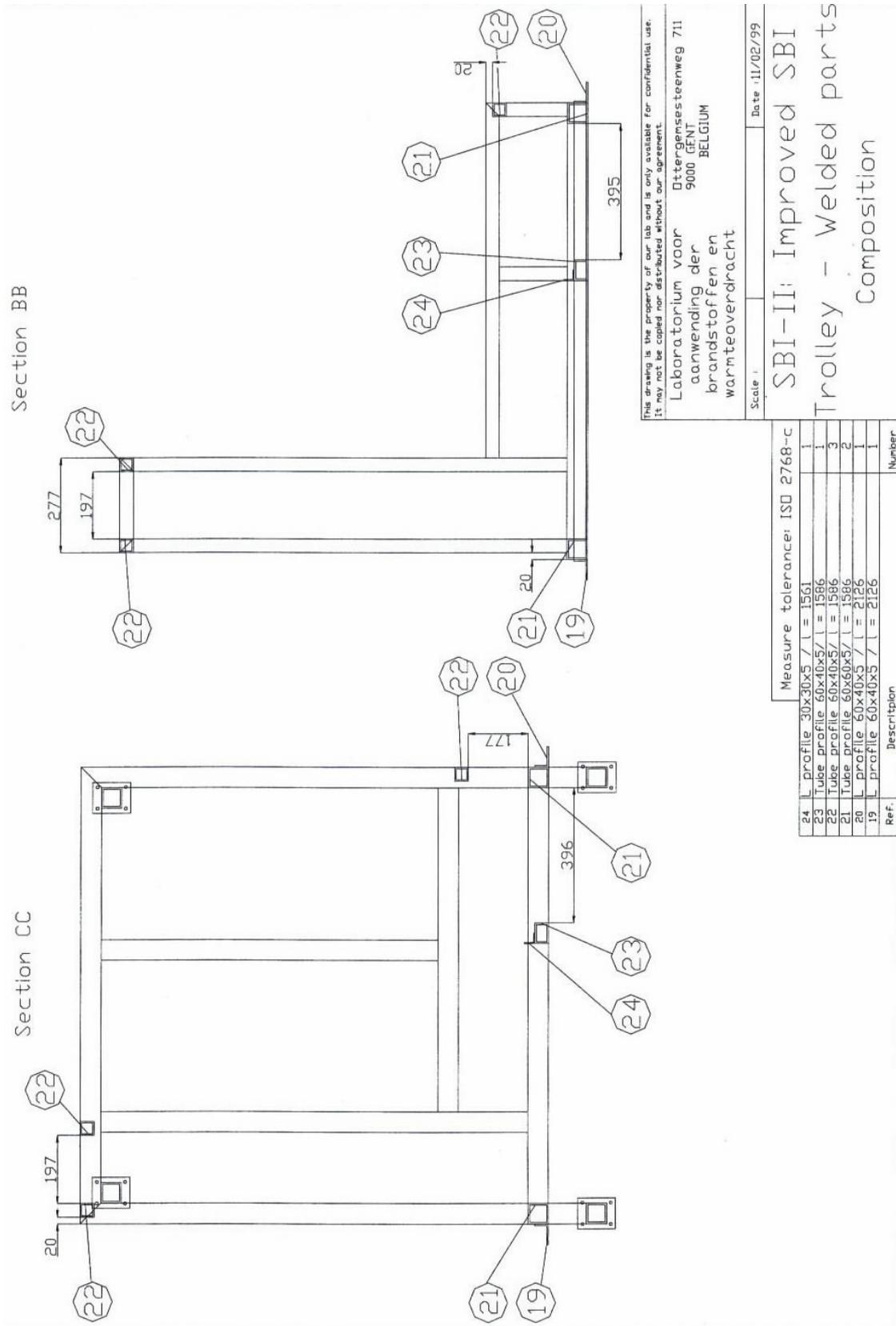


圖 16-2 : 此圖為推車底座及底座框架的尺寸圖，為圖 16 中 Section CC 及 Section BB 的詳細圖。

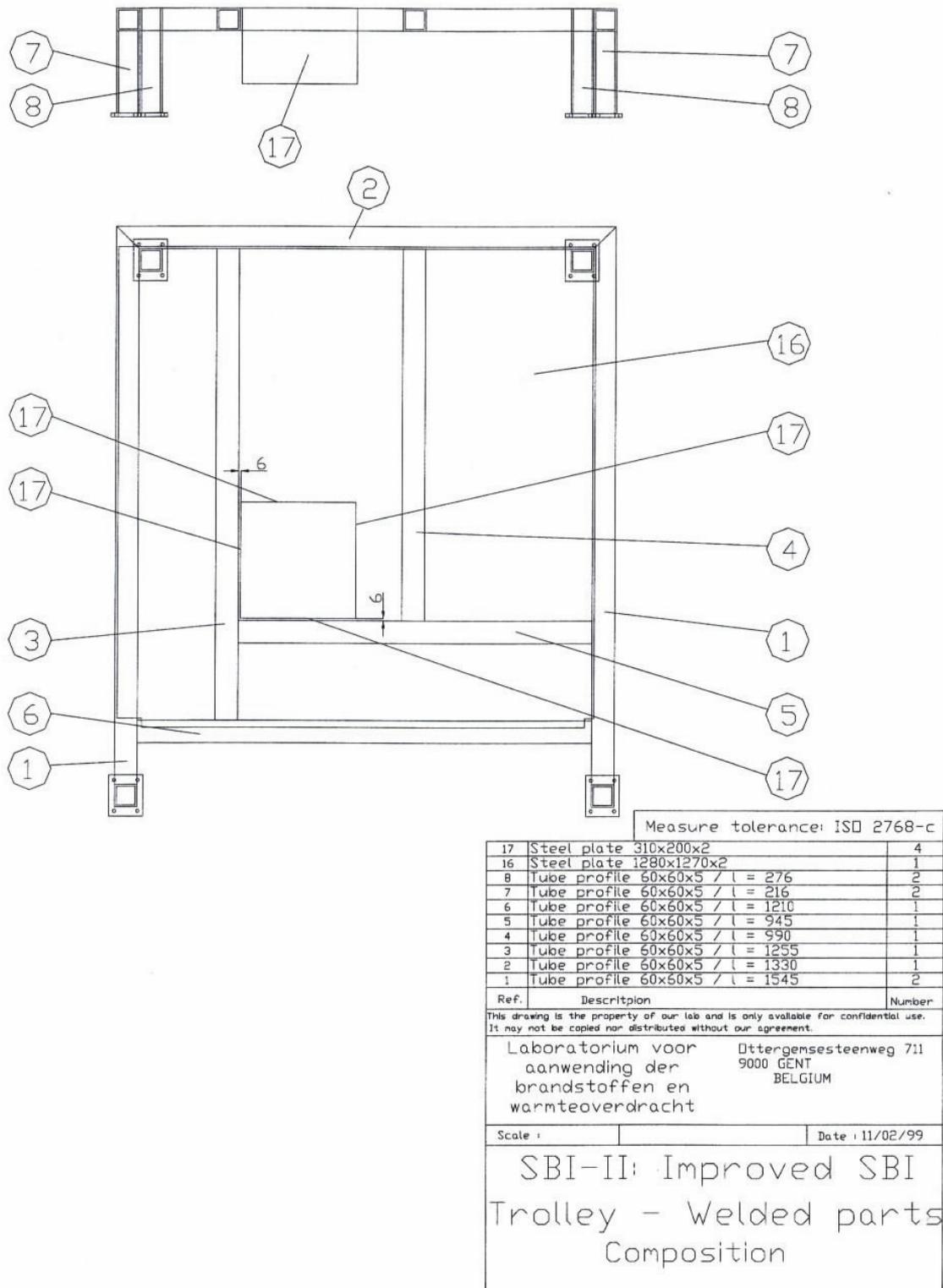
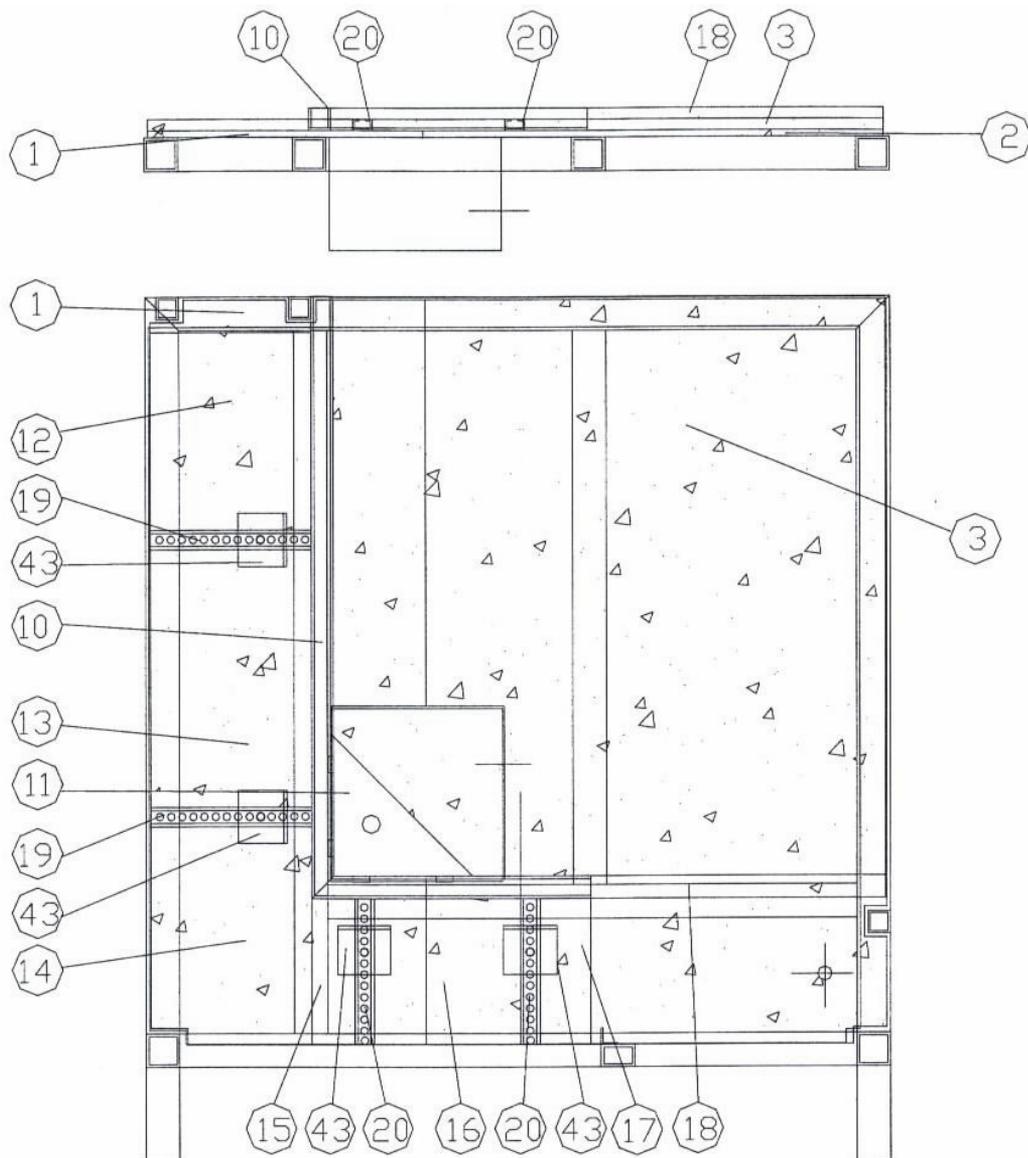


圖 16-3 : 此圖為推車底座的上視圖。



Measure tolerance: ISO 2768-c

This drawing is the property of our lab and is only available for confidential use. It may not be copied nor distributed without our agreement.

Laboratorium voor
aanwending der
brandstoffen en
warmteoverdracht

Ottergemsesteenweg 711
9000 GENT
BELGIUM

Scale : _____ Date : 18/02/99

SBI-II: Improved SBI
Trolley - Covering
Composition

Ref.	Description	Number
43	L Profile 55x55x4 / l = 60	8
18	Calcium Silicate (450 kg/m ³) 527x40x20	1
17	Calcium Silicate (450 kg/m ³) 86x257x20	1
16	Calcium Silicate (450 kg/m ³) 262x257x20	1
15	Calcium Silicate (450 kg/m ³) 80x257x20	1
14	Calcium Silicate (450 kg/m ³) 390x293x20	1
13	Calcium Silicate (450 kg/m ³) 460x293x20	1
12	Calcium Silicate (450 kg/m ³) 350x293x20	1
11	Burner	1
10	Welded U profiles	1
3	Calcium Silicate (450 kg/m ³) 1033x990x20	1
2	Calcium Silicate (870 kg/m ³) 1330x820x12	1
1	Calcium Silicate (870 kg/m ³) 1330x495x12	1

圖 16-4 : 此圖為推車底座圖 16-3 的上視詳細圖。

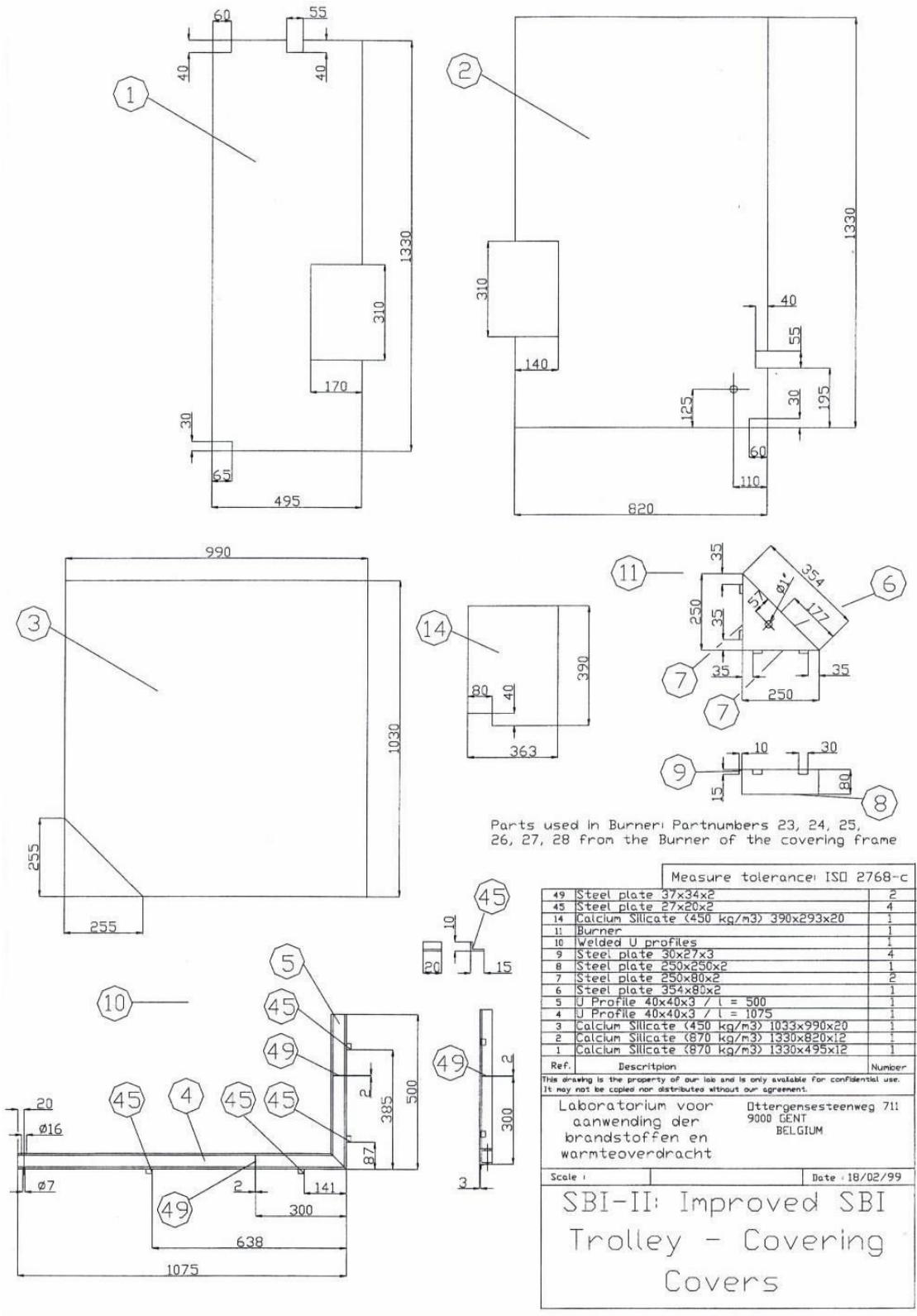


圖 16-5 : 此圖為推車上架設燃燒器的元件尺寸圖。

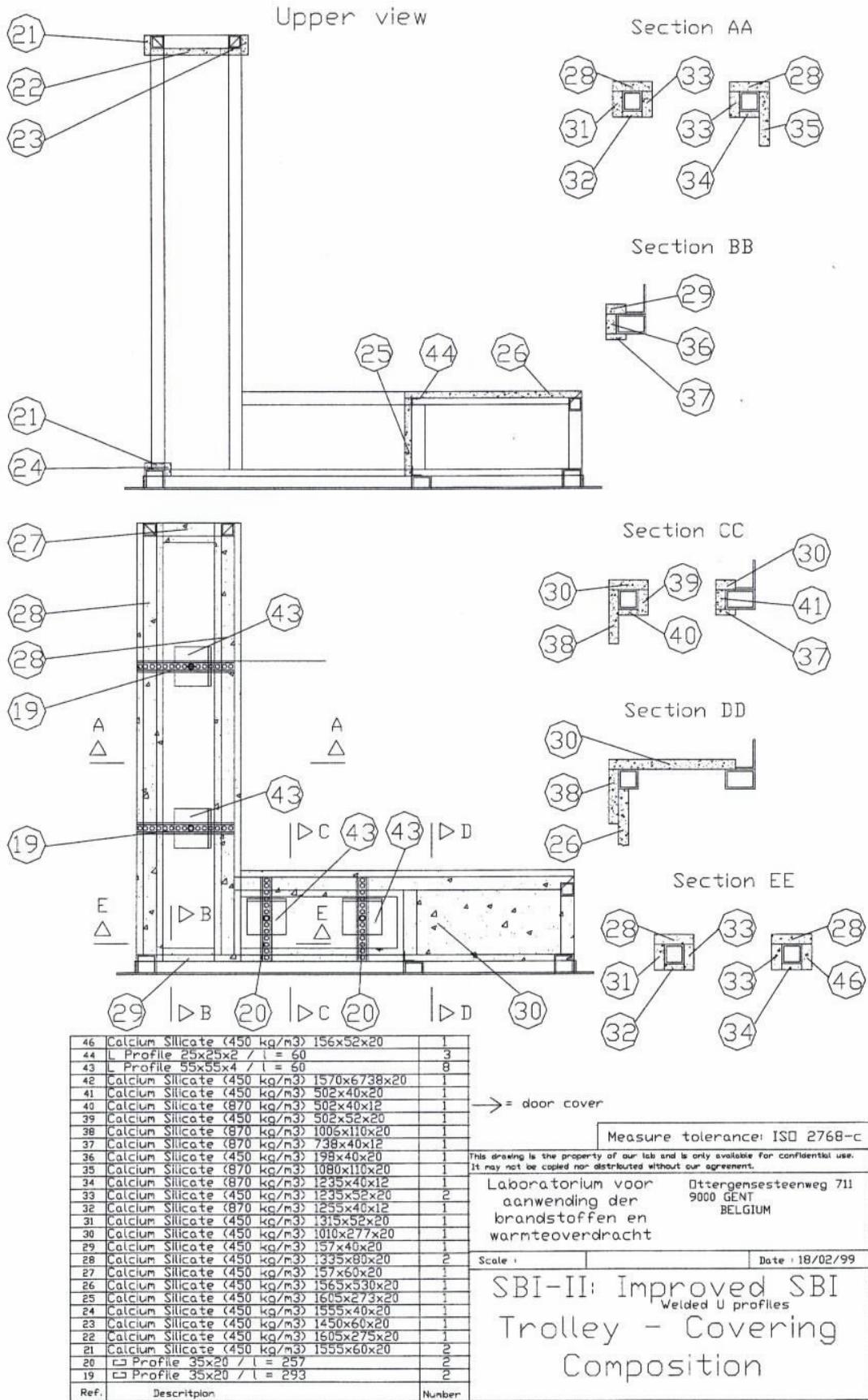
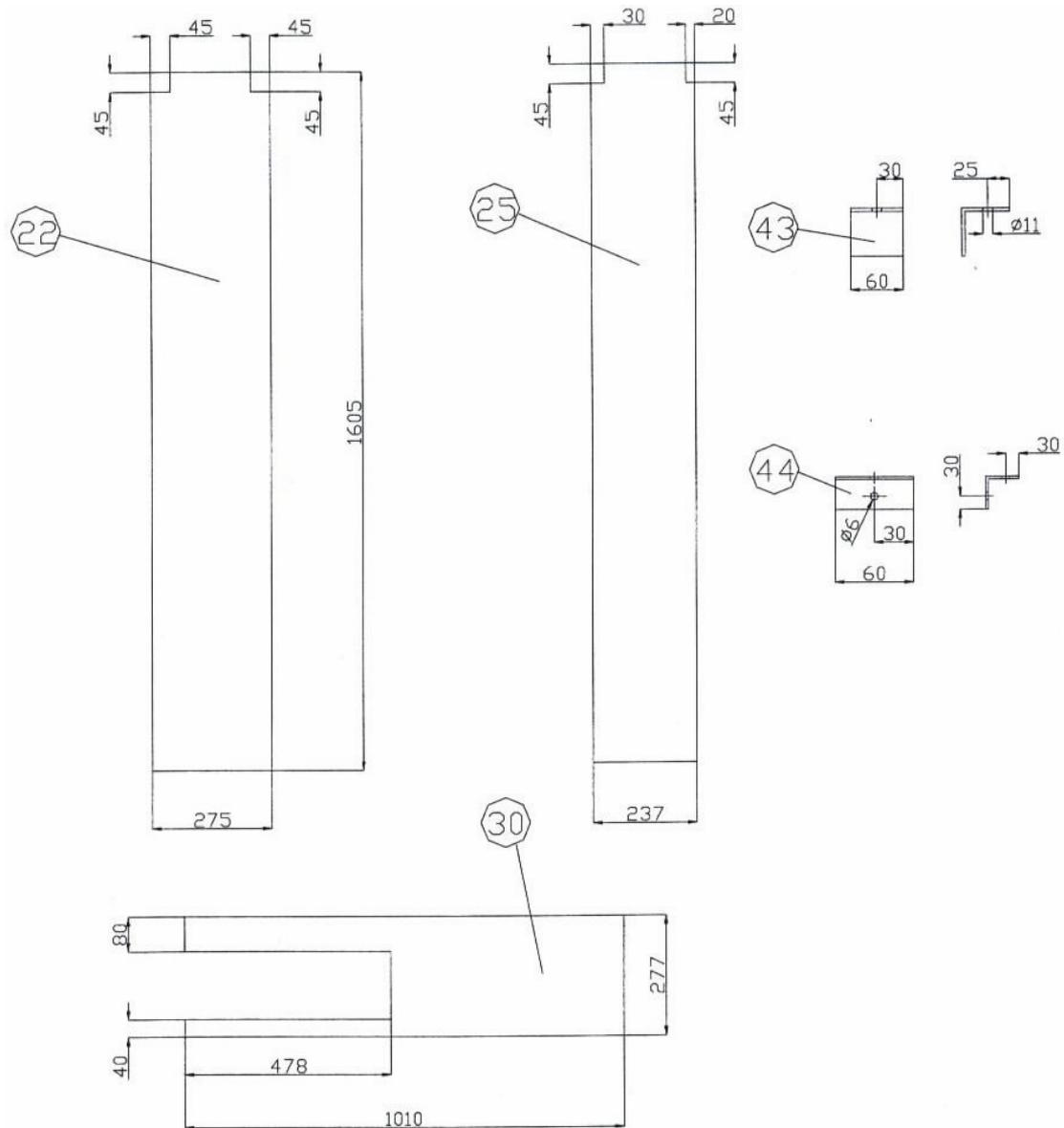


圖 16-6 : 此圖為圖 15-1 的詳細尺寸圖，亦為推車框架的上視圖。



Measure tolerance: ISO 2768-c

44	L Profile 25x25x2 / l = 60	3
43	L Profile 55x55x4 / l = 60	8
30	Calcium Silicate (450 kg/m ³) 1010x277x20	1
25	Calcium Silicate (450 kg/m ³) 1605x273x20	1
22	Calcium Silicate (450 kg/m ³) 1605x275x20	1

Ref.	Description	Number
------	-------------	--------

This drawing is the property of our lab and is only available for confidential use. It may not be copied nor distributed without our agreement.

Laboratorium voor
aanwending der
brandstoffen en
warmteoverdracht

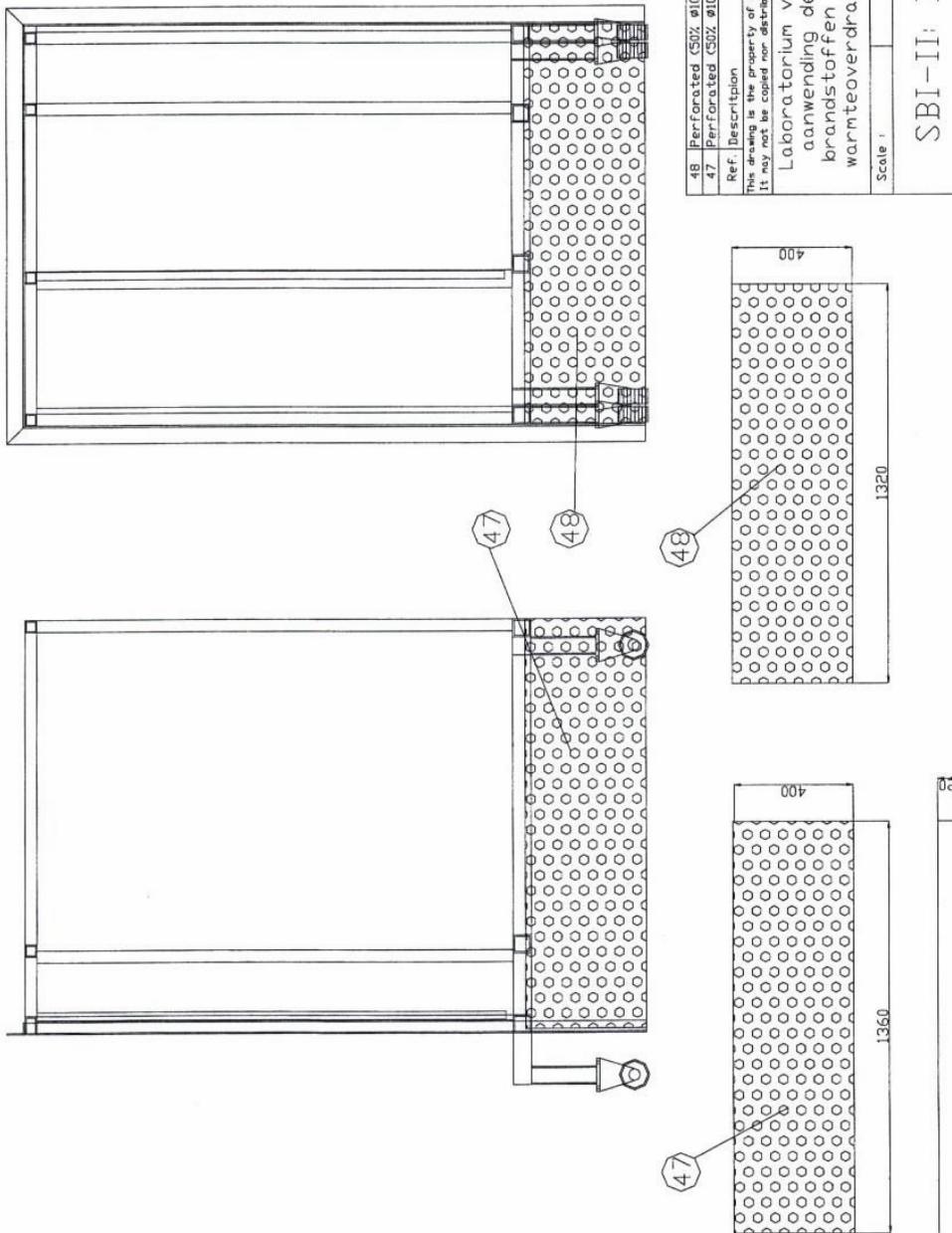
Ottergemsesteenweg 711
9000 GENT
BELGIUM

Scale: _____ Date: 18/02/99

SBI-II: Improved SBI
Trolley - Covering
Covers

圖 16-7 : 此圖為推車上使用的零件尺寸圖。

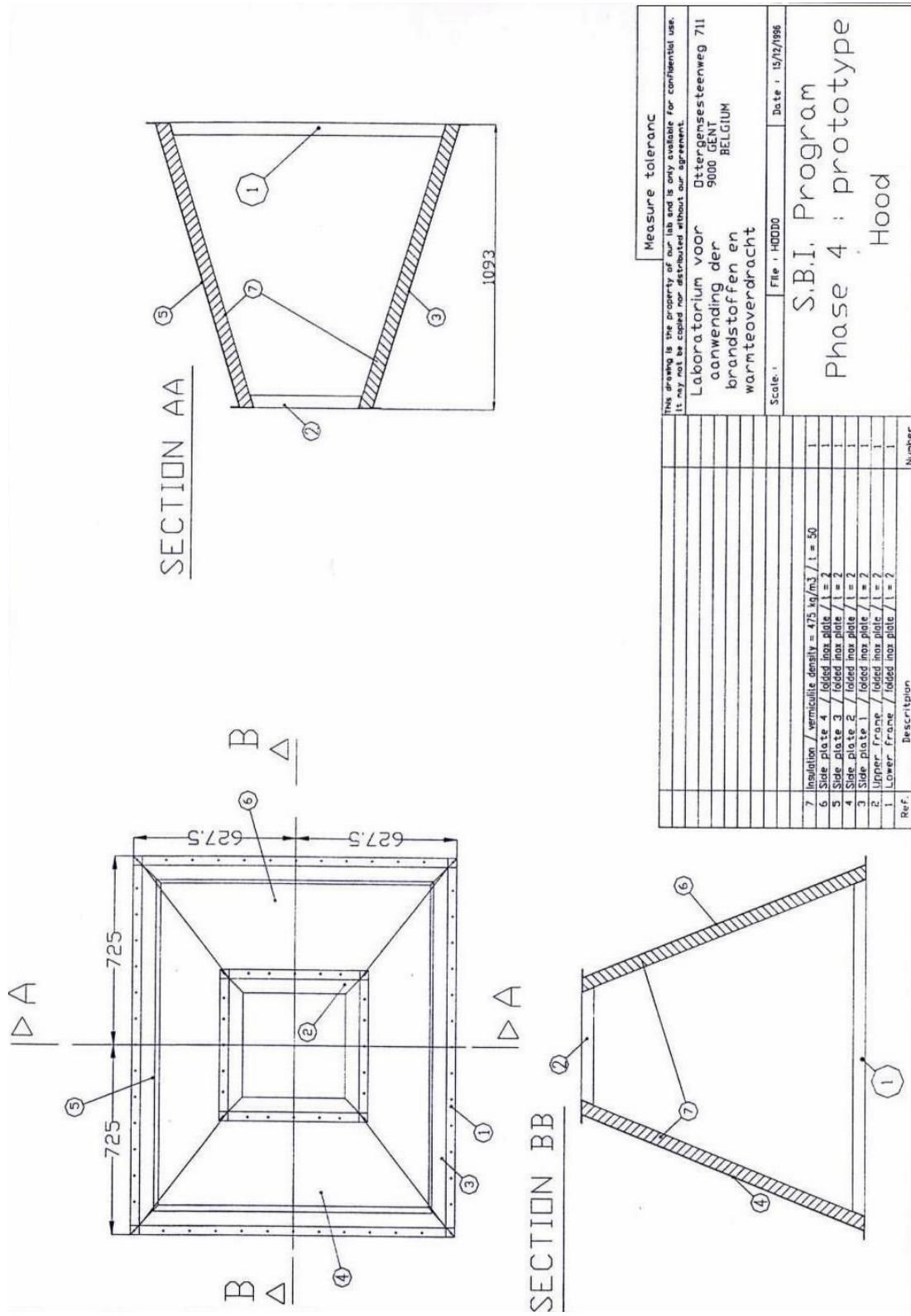
Backview



Measure tolerance: ISO 2768-c	
48 Perforated 50% Ø10, steel plate 1320x400x2	1
47 Perforated 50% Ø10, steel plate 1360x400x2	2
Ref.	Description
This drawing is the property of our lab and is only available for confidential use. It may not be copied nor distributed without our agreement.	
Laboratorium voor aanwending der brandstoffen en warmteverdracht	
Heterogenesteenweg 711 9000 GENT BELGIUM	
Scale 1	Date :11/02/99

SBI-II: Improved SBI
Trolley - Covering
Composition

圖 16-8 : 此圖為推車框架的後視尺寸圖。



Measure tolerance

This drawing is the property of our lab and is only available for confidential use. It may not be copied nor distributed without our agreement.

Laboratorium voor
aanwending der
brandstoffen en
warmteoverdracht

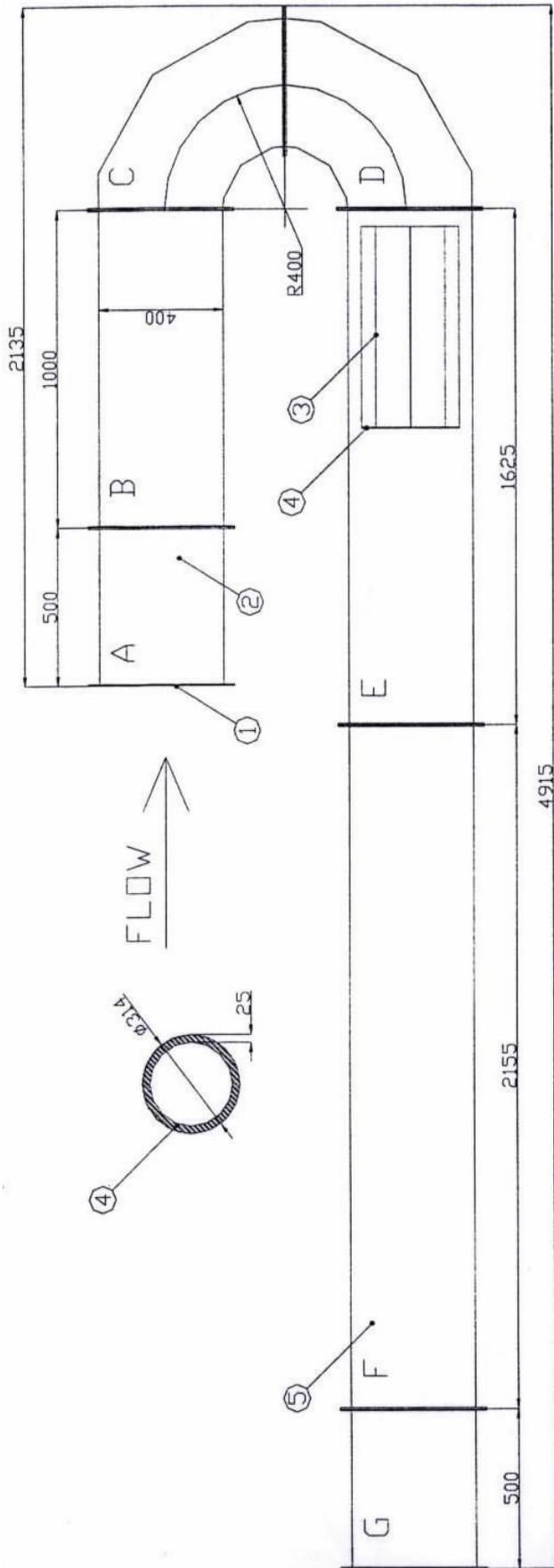
Ditergenssesteenweg 711
9000 GENT
BELGIUM

Scale: 1 | File: H0000 | Date: 15/12/1996

S.B.I. Program
Phase 4 : prototype
Hood

Ref.	Description	Number
7	Insulation / vermiculite density = 475 kg/m ³ / $\lambda = 50$	1
6	Side plate 4 / lidless inox plate / $\lambda = 2$	1
5	Side plate 3 / lidless inox plate / $\lambda = 2$	1
4	Side plate 2 / lidless inox plate / $\lambda = 2$	1
3	Side plate 1 / lidless inox plate / $\lambda = 2$	1
2	Upper frame / lidless inox plate / $\lambda = 2$	1
1	Lower frame / lidless inox plate / $\lambda = 2$	1

圖 18 : 此圖為集煙罩的尺寸圖。



Measure tolerance: ISO 2768-C This drawing is the property of our lab and is only available for confidential use. It may not be copied nor distributed without our agreement.		
Laboratorium voor aanwending der brandstoffen en warmteoverdracht		
Dittergensesteenweg 711 9000 GENT BELGIUM Tel. +32-(0)9-222.25.50 Fax +32-(0)9-220.20.61		
Date: 15/01/99		
SBI-II: Improved SBI Exhaust Duct General view		
Ref.	Description	Number
5	Measurement section (dp, Temp, Smoke, Sample)	
4	Reduction ring (Stainless steel, Ø314 / thickness 2mm)	
3	Guide vanes	
2	Temperature measurement	
1	Connection to collector and hood	

圖 19 : 此圖為排煙管道的尺寸圖。

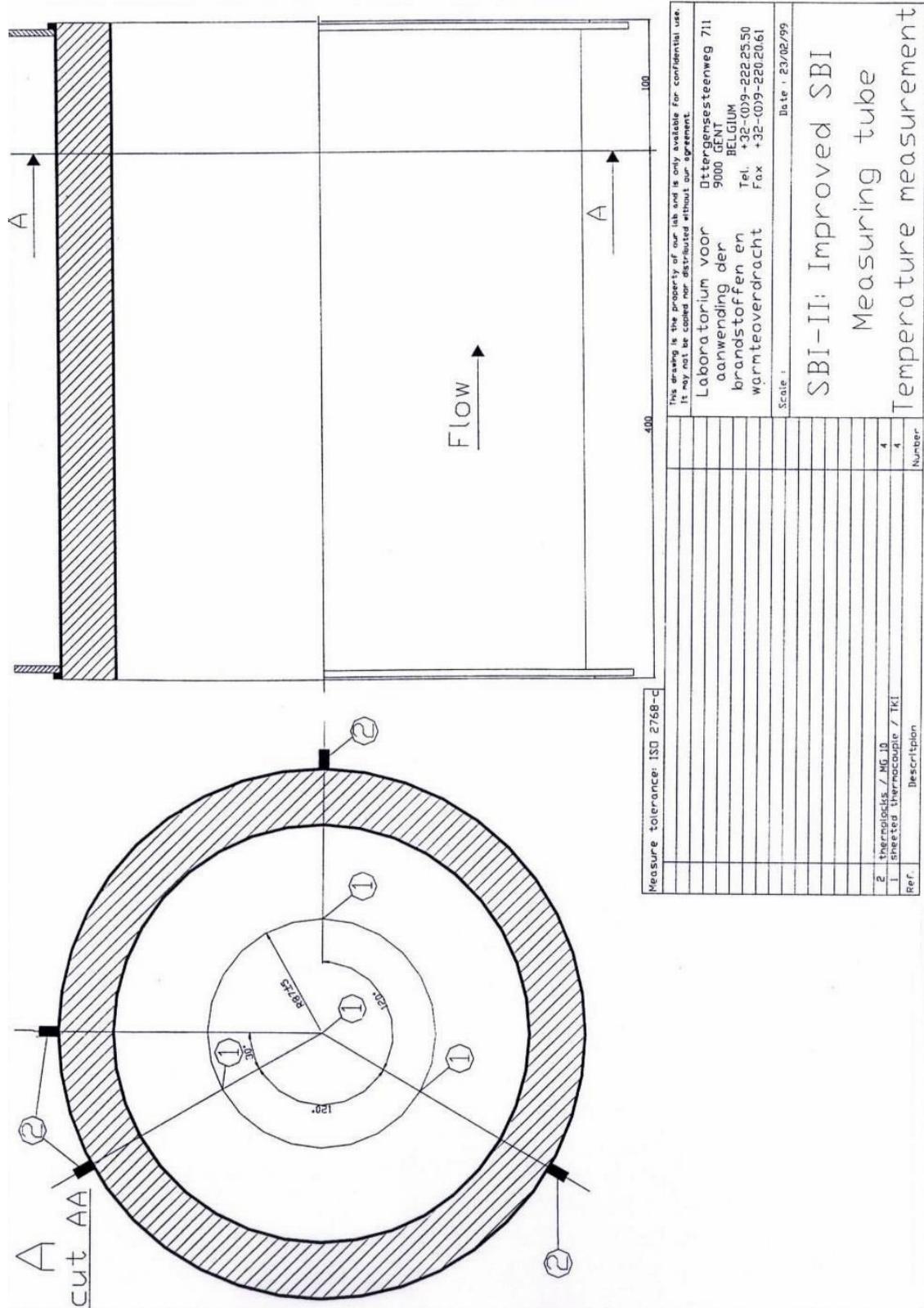


圖 19-1 : 此圖為圖 19 中 Section A 段的詳細圖，在此段中架設有 4 個熱電偶，其目的在量測燃燒產物的氣體溫度。

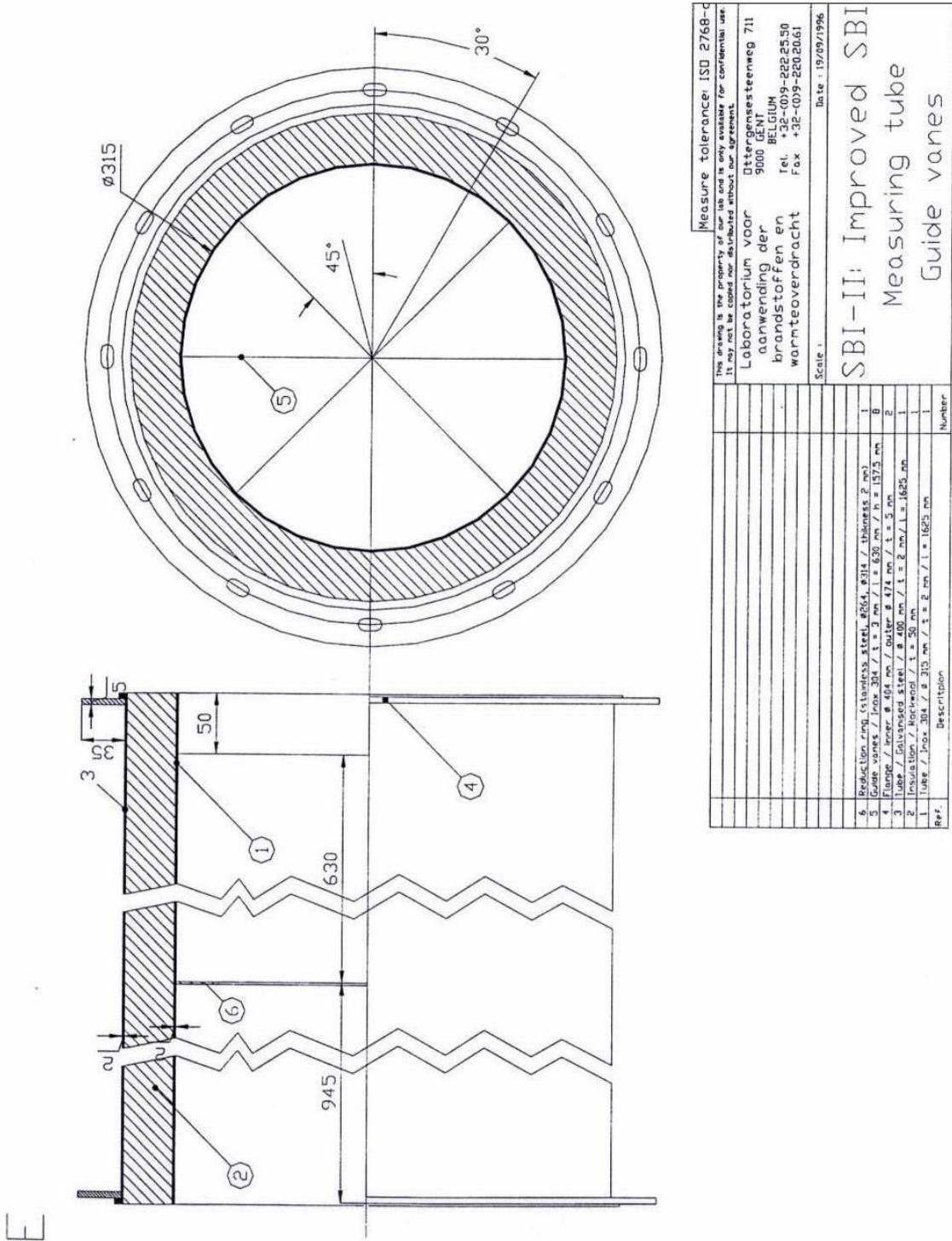


圖 19-2 : 此圖為圖 19 中 Section E 段的詳細圖，在此段中架設有 8 片引導葉片，此為導流作用，其目的在將燃燒後產生的氣流引導均勻，以利下一段的氣體量測及取樣。

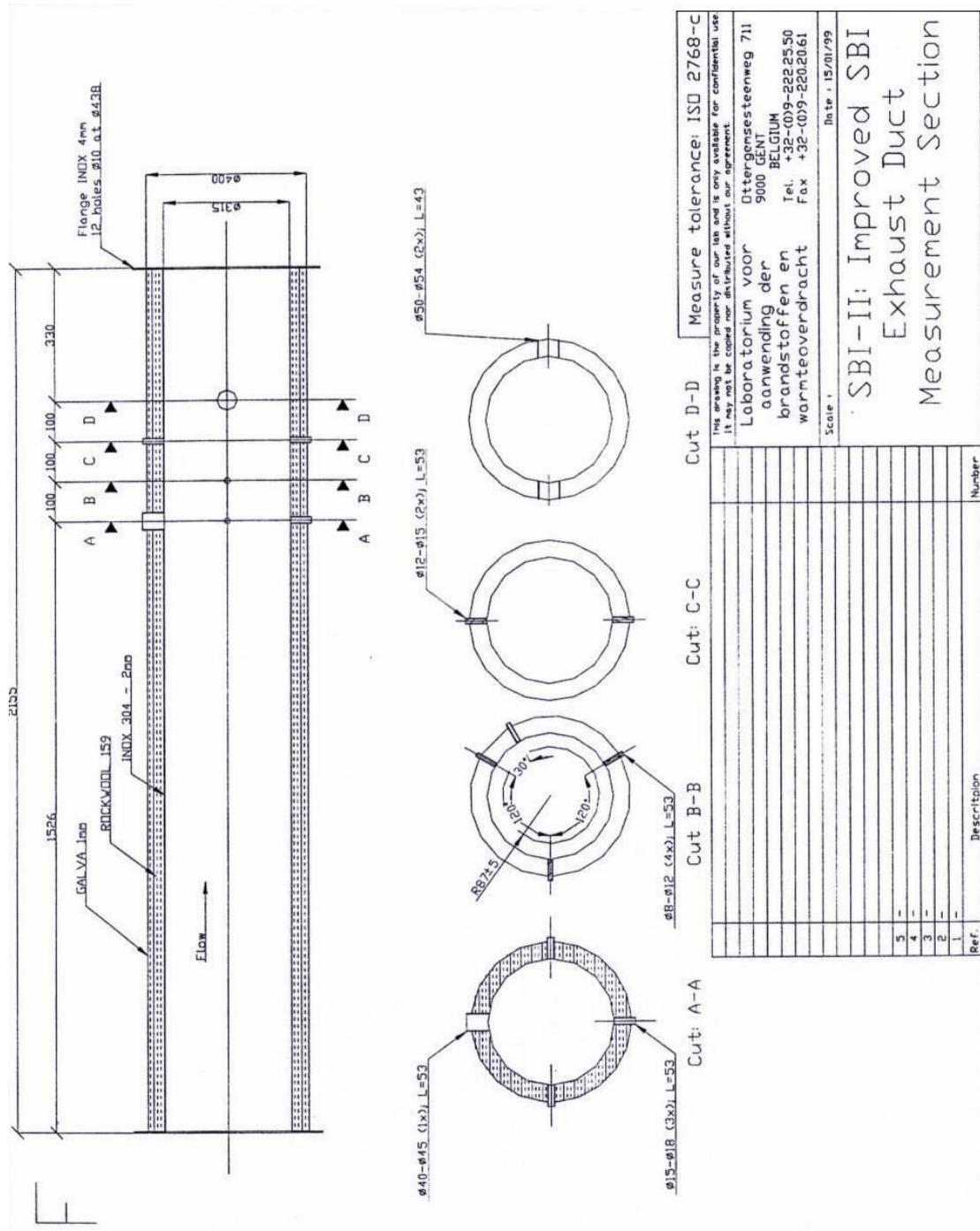
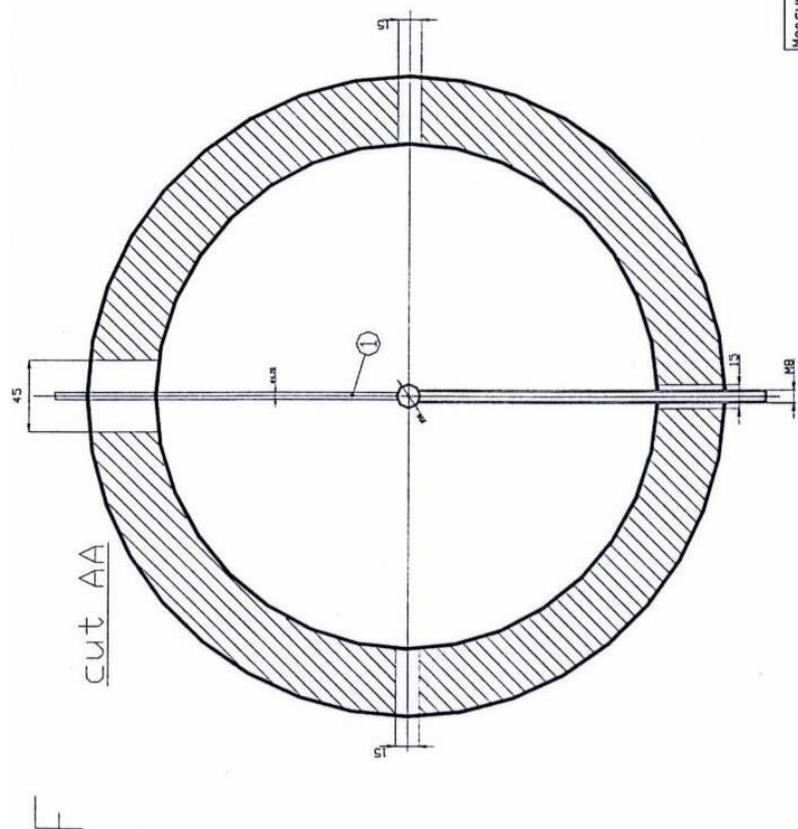


圖 19-3 : 此圖為圖 19 中 Section F 段的詳細圖，此段為排煙管道中

最重要的一段，大部分的量測儀器皆架設在此段中，所

以此段又稱為一般量測段，在此段中架設有壓力量測

器、熱電偶、氣體取樣管及煙量測系統。



Measure tolerance: ISO 2768-c	
This drawing is the property of our lab and is only available for confidential use. It may not be copied nor distributed without our agreement.	
Laboratorium voor Dittergensesteenweg 711 aanwending der 9000 GENT brandstoffen en BELGIUM warmeoverdracht Tel. +32-(0)9-222.25.50 Fax +32-(0)9-220.20.61	
Scale: 1	Date: 1
SBI-II: Improved SBI Measuring tube Bi-directional probe	
Ref	Number
1	1
Bi-directional probe	Description

圖 19-3.1 : 此圖為圖 19-3 中 Section AA 壓力量測儀器架設的詳細圖。

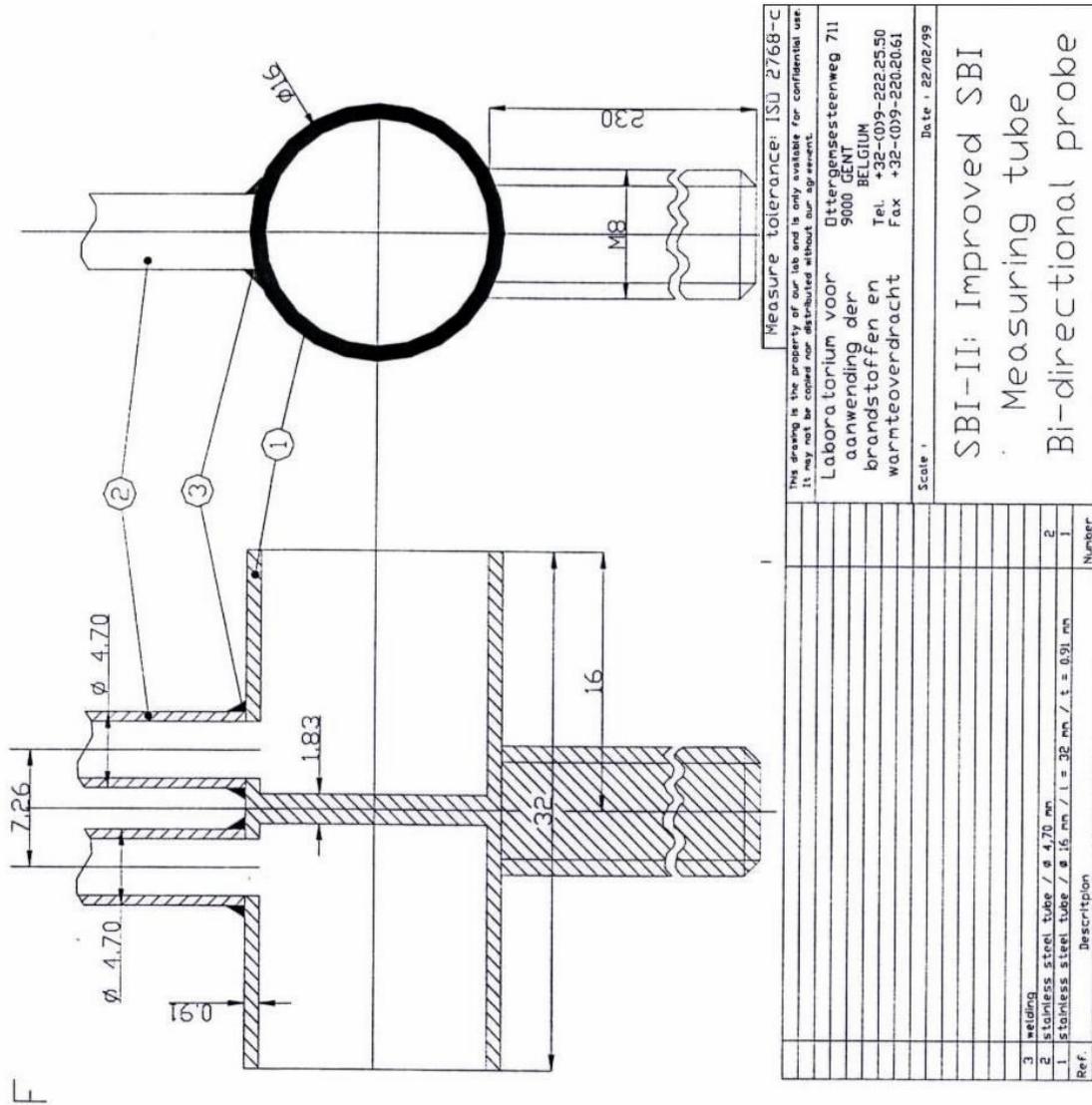


圖 19-3.2 : 此圖為圖 19-3.1 中壓力量測儀器的詳細圖，此即為雙

向皮托管，利用雙向皮托管來量測氣體的壓力差並且

利用壓力差計算出氣體流速，便可利用氣體流速代入

適當的公式求出我們要的數據。

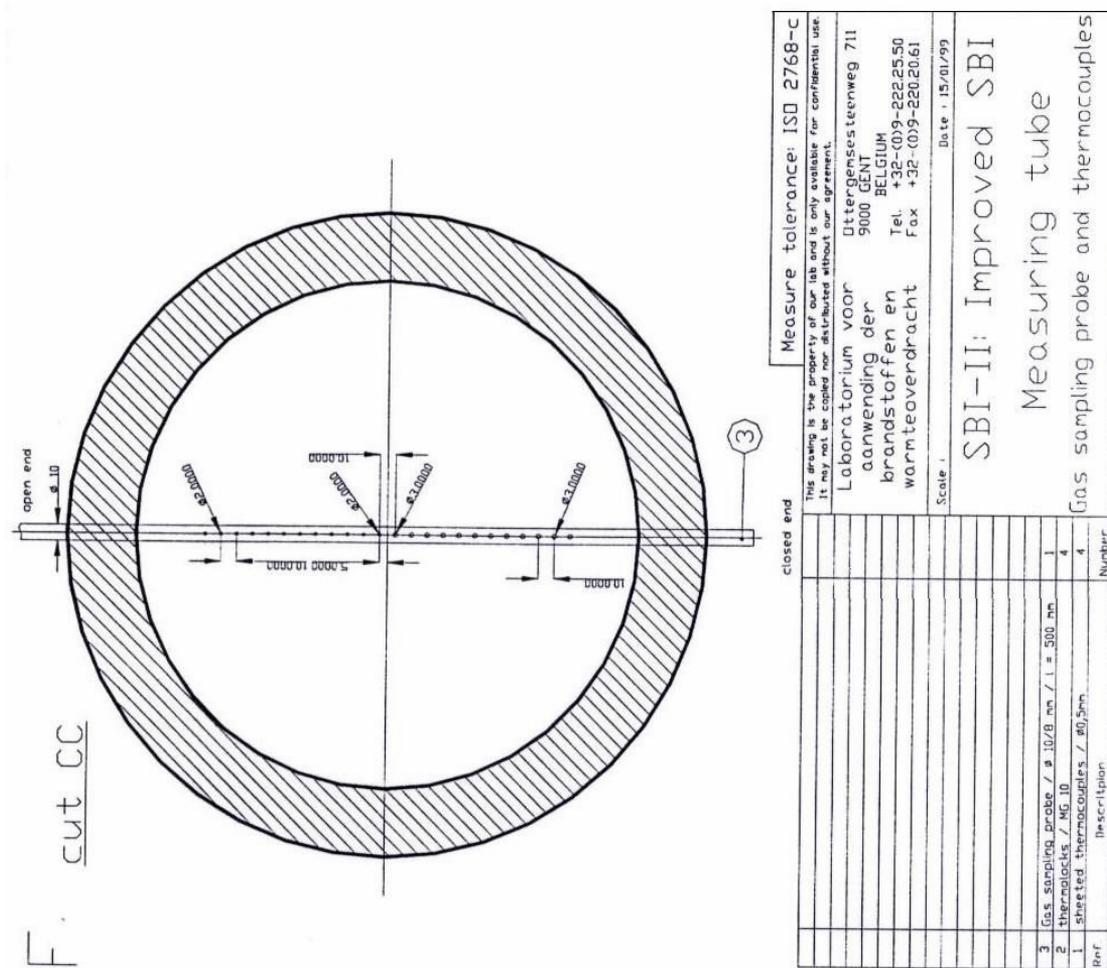
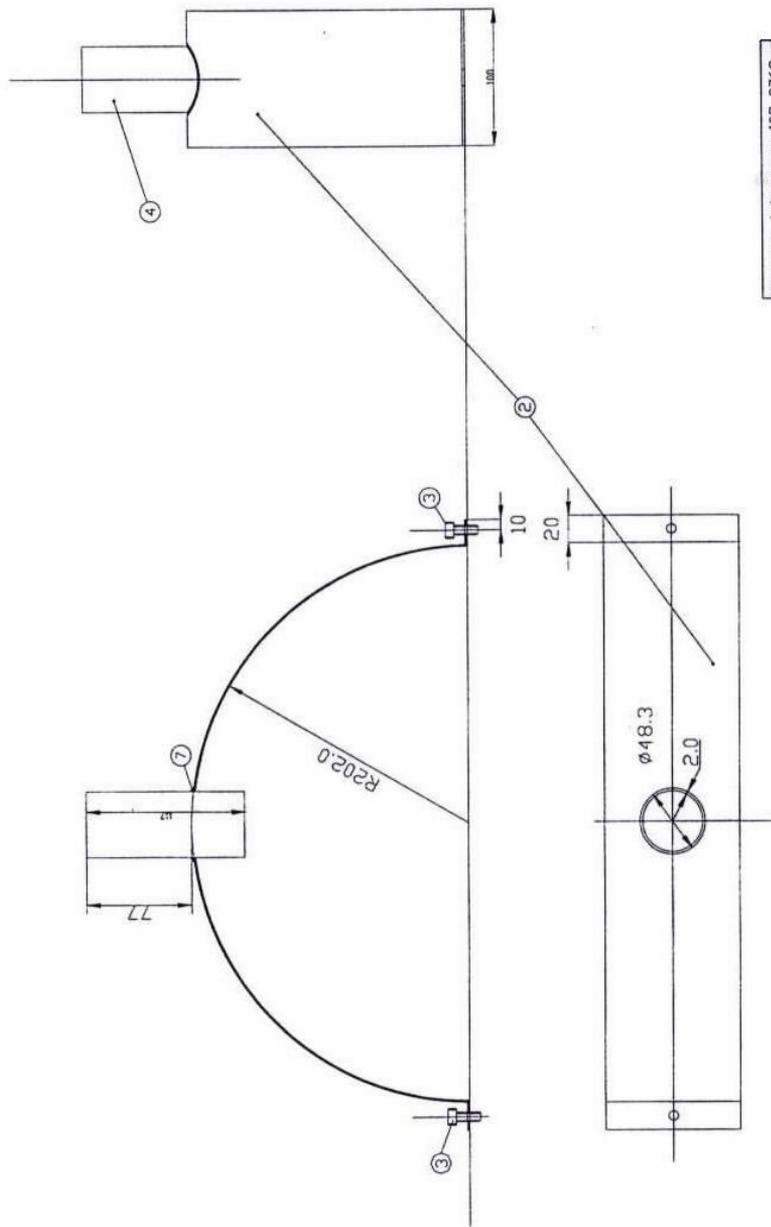


圖 19-3.3 : 此圖為圖 19-3 中 Section CC 氣體取樣的詳細圖，在

此將氣體抽出，並傳送到其他儀器進行更進一步的量

測，其量測主要有氧濃度、一氧化碳濃度和二氧化碳

濃度等，其中氧氣消耗量為計算熱釋放率的重要參數。



Measure tolerance: ISO 2768-C

This drawing is the property of our lab and is only available for confidential use. It may not be copied nor distributed without our agreement.

Laboratorium voor
aanwending der
brandstoffen en
warmteoverdracht

9000 GENT
BELGIUM
Tel. +32-(0)9-222.25.50
Fax +32-(0)9-220.20.61

Scale: FILE : Beugell Date : 15/01/99

SBI-II: Improved SBI
Measuring tube
part SMS

Ref.	Description	Number
7	welding	
6	-	
5	-	
4	stainless steel tube / ø 48.3/46.3 / l = 117 mm	1
3	stainless steel bolt and nut / M10 / l = 40 mm	2
2	steel band / ø104 / l = 119 mm / b = 100 mm	2
1	-	

圖 19-3.4-1 : 此圖為圖 19-3.4 中煙量測系統的詳細架設圖。

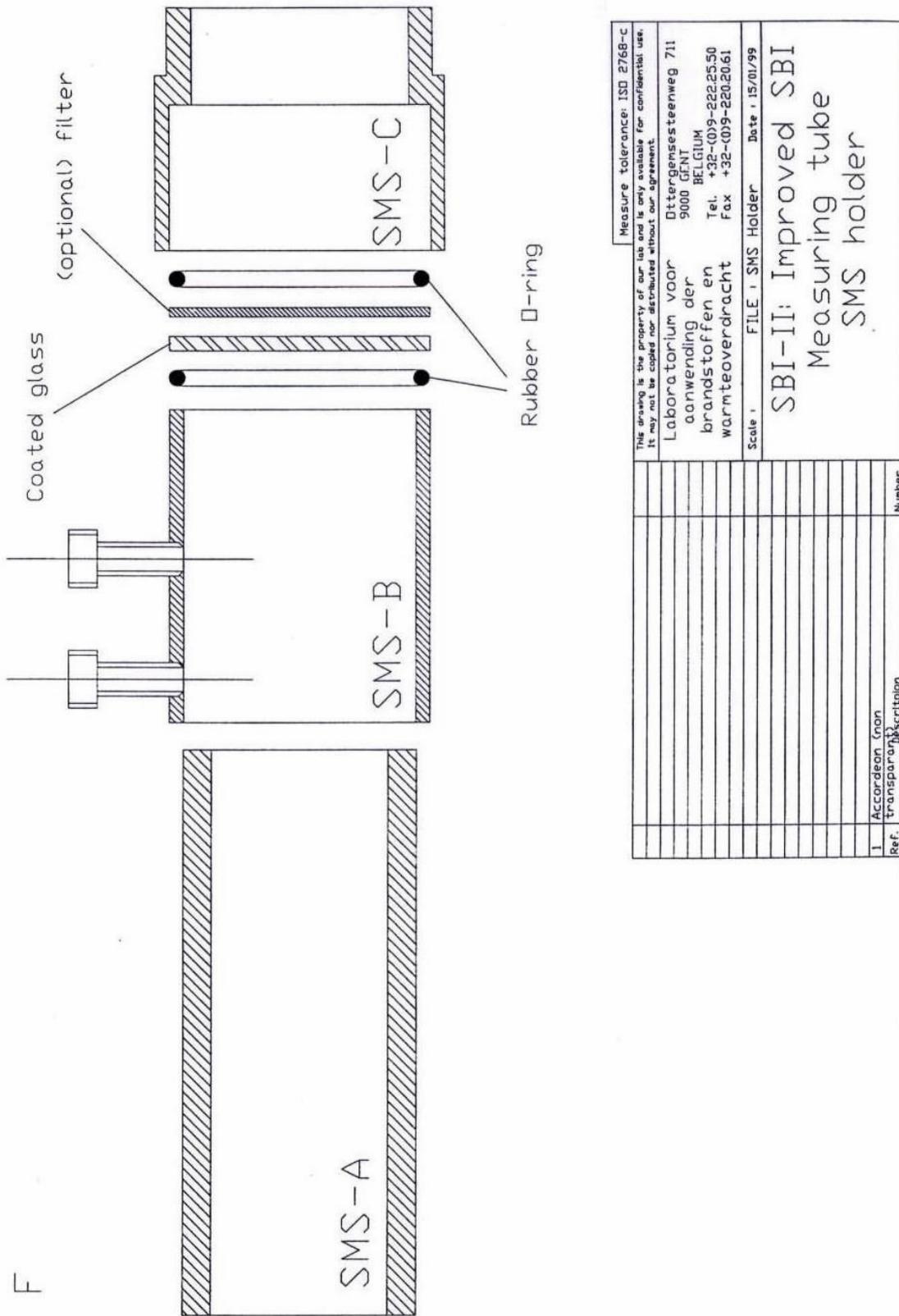


圖 19-3.4-3 : 此圖為圖 19-3.4 中煙量測系統的詳細架設圖。