

СКЛОПЛАСТИК –ЗАСТОСУВАННЯ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ГРАДИРЕНЬ

Огляд матеріалів журналу STI

*(на основі статті Кена Мортенсена –
співробітника SPX Technologies Inc.)*

50-ТІ РОКИ ХХ СТОЛІТТЯ – ПОЧАТОК ЕПОХИ ПЛАСТИКОВИХ ВИРОБІВ

- Перша пластикова пляшка Соса-Солa
- Пластик на основі вінілових полімерів
- Поліефірне волокно для одягу
- Впровадження формування виробів з поліпропілену

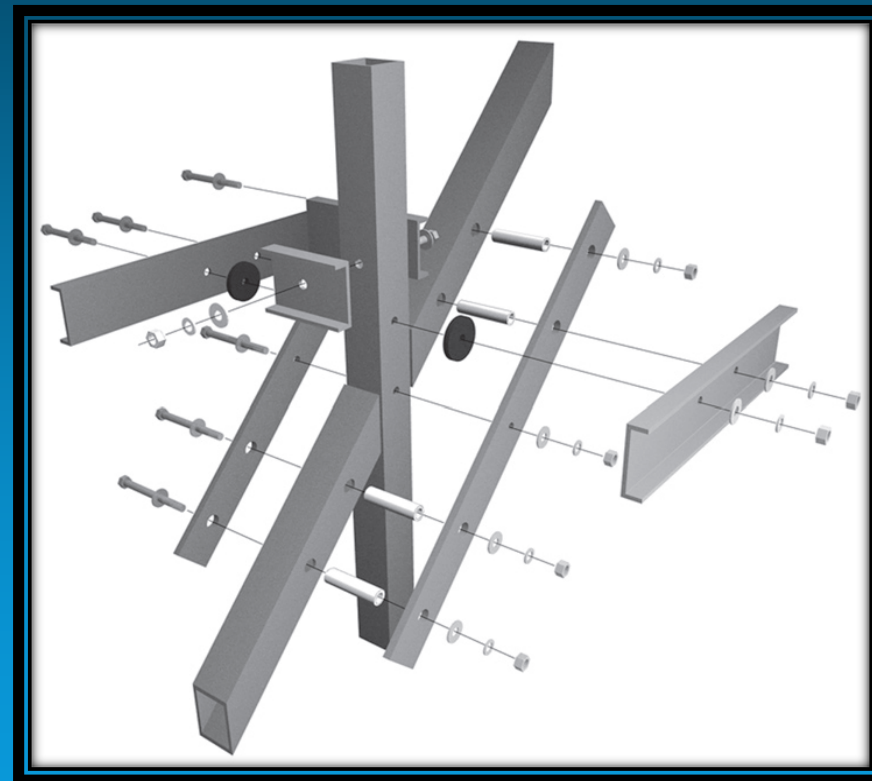
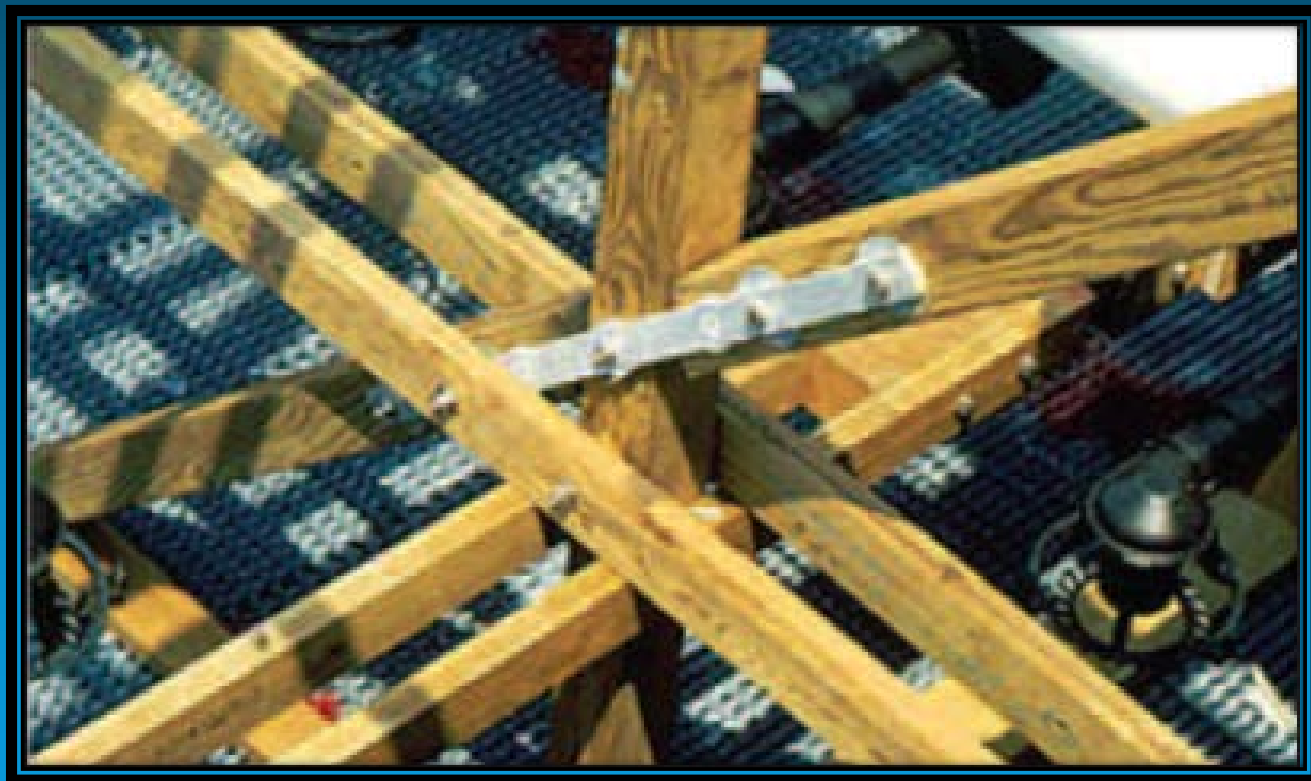
ПЕРШІ СКЛОПЛАСТИКОВІ ВИРОБИ 60-70 Р.Р. ХХ СТОЛІТТЯ

- Вудки для риболовлі
- Автомобілі Corvette та аксесуари для автомобілів від інших компаній
- Маленькі човни та яхти
- Клапани та труби
- Ємності та ізоляційні матеріали

MARLEY – ЛІДЕР ВПРОВАДЖЕННЯ СКЛОПЛАСТИКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ГРАДИРЕНЬ

- Marley - перша компанія яка помітила унікальні характеристики склопластику.
- В 1960 році Marley зареєструвала назву GRP як торгову марку.
- Marley - перша компанія, яка почала використовувати склопластик в конструкції градирень.
- Marley - перша компанія, яка запустила в серію виробництво склопластикових каркасів градирень.

1957 – З'ЄДНУВАЧ ДІАГОНАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КАРКАСУ ГРАДИРНІ



ВПРОВАДЖЕННЯ СКЛОПЛАСТИКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ ГРАДИРЕНЬ **MARLEY**



- 1961 рік – виготовлення першого робочого колеса зі склопластику
- 1977 рік – перше робоче колесо зі склопластику діаметром 10 метрів
- 1968 рік – перший дифузор зі склопластику з реберенням

ГРАДИРНІ СКЛОПЛАСТИКОВІ **MARLEY** СЕРІЇ F400



Починаючи з 1992 року компанія MARLEY виготовила та відвантажила 400+ градирень серії F400 та 1700+ секцій склопластикових градирень

ГРАДИРНІ СКЛОПЛАСТИКОВІ **MARLEY** СЕРІЇ F400



ГРАДИРНІ СКЛОПЛАСТИКОВІ **MARLEY** СЕРІЇ F400



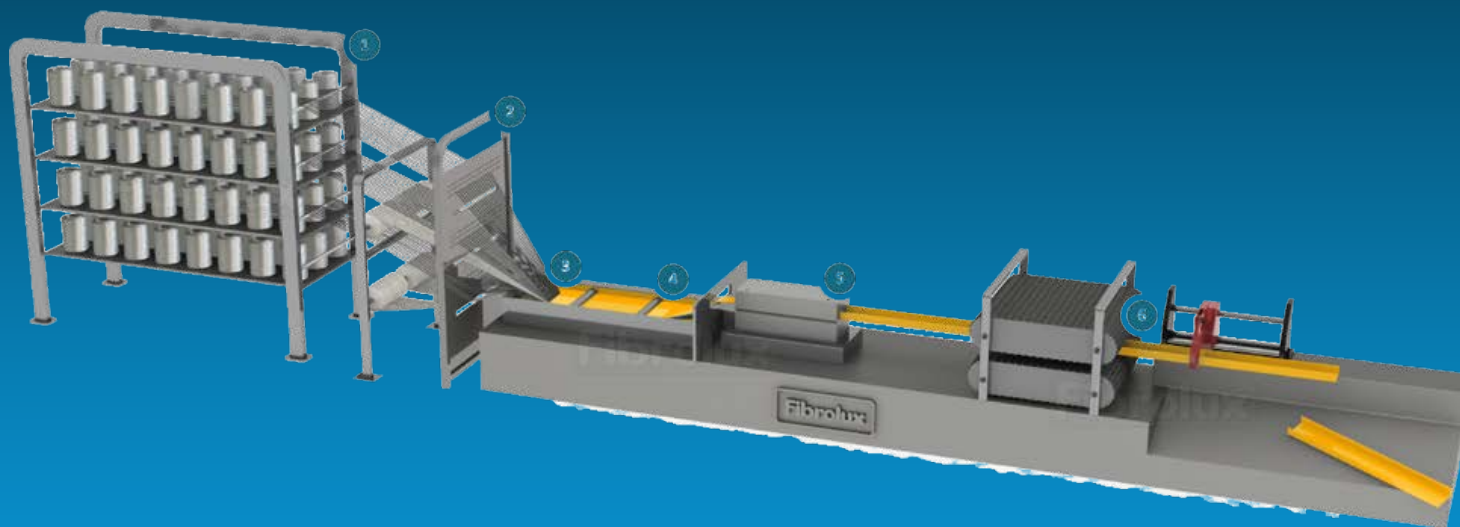
**ОДНА З ПЕРШИХ СКЛОПЛАСТИКОВИХ
ГРАДИРЕНЬ *MARLEY* СЕРІЇ F400**



**СТАН ГРАДИРНІ *MARLEY F400*
ПІСЛЯ 20-ТИ РОКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**



ВИРОБНИЦТВО СКЛОПЛАСТИКУ



Метод пультрузії використовують для виробництва різноманітних склопластикових профілів з постійним поперечним перерізом.

В процесі виробництва армуючий матеріал у формі прутків, сіток або матів насичується смолою в спеціальній ванні, полімеризується при термічній обробці у філь'єрі, протягується пристроєм зі зворотно-поступальними рухами та обрізається при досягненні визначеної довжини.



БУДОВА СКЛОПЛАСТИКОВОГО ПРОФІЛЮ



- Стандартно для виробництва профілів використовується ізофталполіефірна смола.
- Для особливих цілей застосовуються спеціальні смоли:
 - вінілефірна смола – екстремальні умови корозії
 - фенолова смола- покращує пожежобезпечність та температурну стійкість
 - епоксидна смола – особливі діелектричні властивості
 - акрилова смола – низьке димоутворення у випадку пожегу

ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА СКЛОПЛАСТИКОВОГО ПРОФІЛЮ

FIBER GLASS:

- NATHAN ANDERSEN
- KEVIN BANNER
- KEVIN LIANG
- STAYNER RICHARDS

СТАНДАРТИЗАЦІЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СКЛОПЛАСТИКУ

- **CTI STD-137: Fiberglass Pultruded Structural Products for Use in Cooling Towers**
- Рекомендації по класифікації, складові компоненти, допуски, дефекти, якість вироблення, контрольна перевірка, фізичні, механічні та конструктивні властивості пультродованих склопластикових профілів призначених для використання як конструктивних елементів градирень
- **CTI STD-152: Structural Design of FRP Components**
- Норматив, що встановлює мінімальні проектно-конструкторські стандарти та застережливі рекомендації для проєктантів, що займаються розробкою склопластикових градирень.

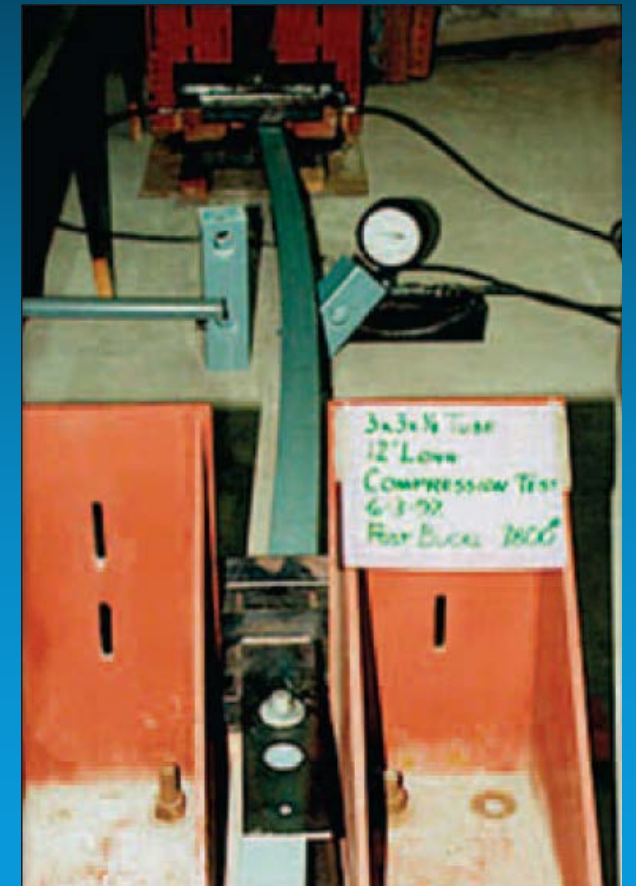
ВИПРОБОВУВАННЯ СКЛОПЛАСТИКОВИХ ПРОФІЛІВ КОМПАНІЄЮ **MARLEY**

- Компанія Marley здійснила 5-ть випробувань склопластикових профілів на міцність під впливом гарячої води протягом періоду 1988-2008 р.р.
- Початкова середня міцність на згин – 379 МПа
- Початкова середня міцність на розрив – 455 МПа



ВИПРОБУВАННЯ СКЛОПЛАСТИКОВИХ ПРОФІЛІВ ПРИ ПІДГОТОВЦІ СТАНДАРТУ СТІ STD 137

- Випробування на стиск (роздавлювання країв)
- Зразок 305 мм – 492 МПа
- Збереження властивостей – 80% за 2 роки
- Випробування на повздожній згин
- Зразок 1220 мм – 303 МПа
- Збереження властивостей – 95% за 2 роки
- В даний час велика кількість промислових стандартів щодо використання пультрудованого склопластику знаходяться на етапі розробки



ЯКІСТЬ МАТЕРІАЛУ ТА КОНСТРУКТИВНА ЦІЛІСНІСТЬ

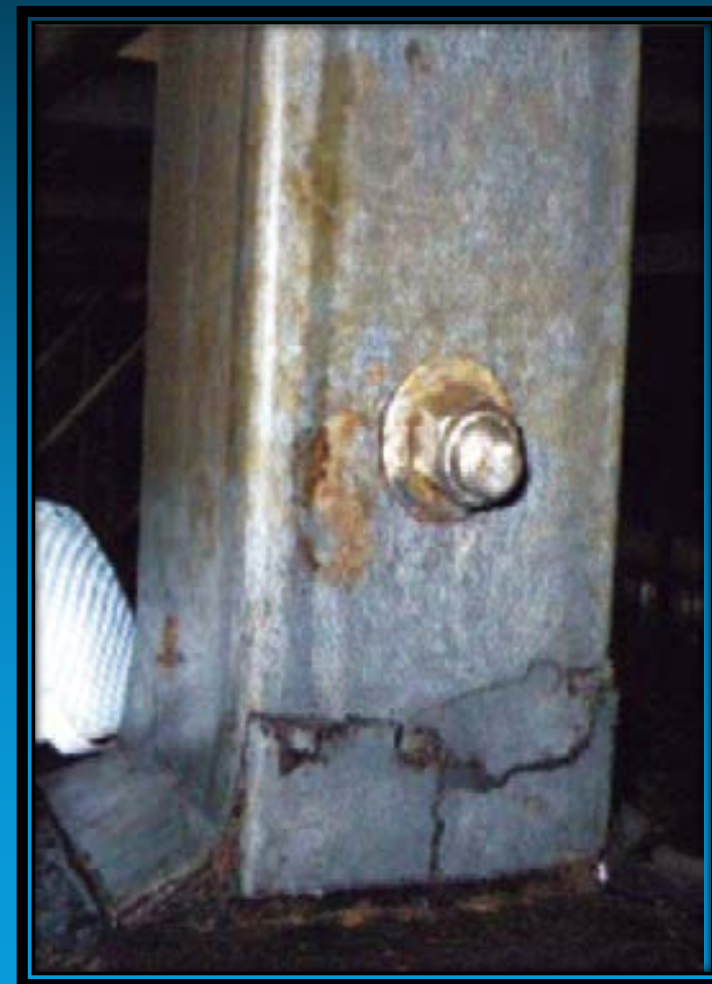
- Основні показники якості знаходяться в середині структури склопластика та, зазвичай, не можуть бути визначені при зовнішньому обстеженні.
- Зовнішній вигляд дозволяє оцінити культуру виготовлення склопластика.
- Опис дефектів зазначений в Американському стандарті ASTM4385 - (параграф 1.1.1.) «Критерії візуального контролю при прийомці пультродованого склопластику».
- Дефекти склопластику - пазиріння, щілини, мікротріщини, розшарування, сухе волокно, складкоутворення армуючого матеріалу, недостатнє пропікання, внутрішнє усадкове розтріскування.
- У відповідності до ASTM4385 (параграф 4) оцінка дефектів повинна відбуватися у відповідності до специфікації Постачальника.

ПРОБЛЕМИ СКЛОПЛАСТИКОВИХ ВИРОБІВ

- Всі проблеми можливо розділити на дві основні групи:
- 1) Структурні вади – структурні елементи (колони, ригелі, діагоналі) зміщуються на помірну величину протягом короткого періоду часу.
- 2) Неструктурні вади - візуальні дефекти неперевантажених склопластикових елементів.

СТРУКТУРНІ ВАДИ

- Відбувається перебудова каркасу з метою розподілення та утримання навантаження до встановлення внутрішньої рівноваги каркасу.
- Елементи каркасу не в змозі витримати передбачене навантаження зважаючи на вихідну міцність, розташування елементів та запобіжні фактори передбачені проектом.
- Структурні проблеми проявляються миттєво та являються винятковими, зважаючи на історію розвитку градирень.

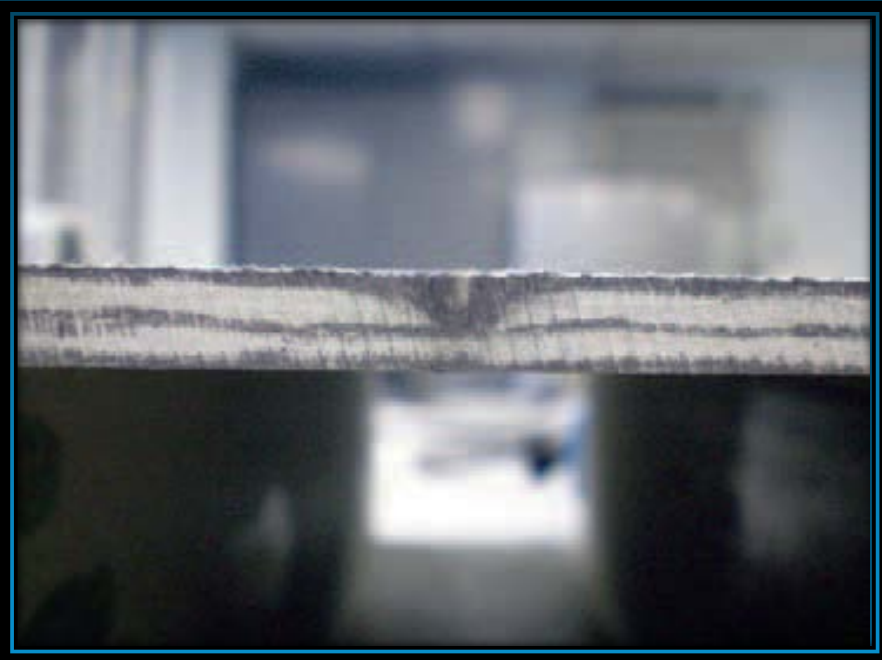


НЕСТРУКТУРНІ ВАДИ

- За умов якісного виробництва профілю, кваліфікованого проектування та належного монтажу, ризик погіршення стану конструкції мінімальний.
- Методи вирішення – спостереження, перевірка проектних розрахунків та розгляд факторів безпеки з метою визначення проблеми та її наслідків для конструкції градирні.
- Оцінка дефектів може бути проаналізована тільки шляхом внутрішнього дослідження та тестових випробувань.



АНАЛІЗ МІЦНОСТІ КВАДРАТНОЇ ТРУБИ 90x90x8



- Чотири зразки з розшаруванням та складкоутворенням були досліджені на предмет втрати конструктивної міцності.
- Випробування зразків дефектної труби на згин – 213 МПа
- Випробування на стиск зразків колони без дефектів – 203 МПа
- У відповідності до стандарту ASTM колона може знаходитися в експлуатації без обмежень

ПУЗИРІННЯ НА ПОВЕРХНІ КОЛОНИ



▪ На момент встановлення



▪ Через два роки експлуатації



▪ Прогресуюче пузиріння

ВИСНОВКИ

- 1) Склопластик – це матеріал з найкращими властивостями для градирень та надзвичайно довговічний в умовах вологого середовища.
- 2) Компетентний виробник:
 - 2.1. має кваліфікований персонал для розробки обґрунтованих проектів склопластикових градирень;
 - 2.2. має систему якості, для підтвердження властивостей склопластикових матеріалів;
 - 2.3. має розроблену процедуру монтажу склопластикових елементів;
 - 2.4. гарантує якість проектування, контроль якості, відповідність показників на практиці;
 - 2.5. має суттєвий список досягнень у виробництві склопластикової продукції.
- 3) Замовник повинен проявити надзвичайну пильність при визначенні вимог до каркасу градирні.
- 4) Замовник повинен працювати с Виробником в практичному напрямі з метою створення конструкцій градирень з довгим терміном експлуатації та обґрунтованою вартістю.

ПРОГРАМА ДЛЯ РОЗРАХУНКУ СКЛОПЛАСТИКОВИХ ПРОФІЛІВ

BendIT v1.2.5

Deutsch English

Profiles

- Rod
- Tube
- Flat Profile
- rect. Tube
- I-Profile
- H-Profile
- U-Profile
- U-Profile head
- U-Profile side
- Angle
- T-Profile
- T-Profile head

Dimensions

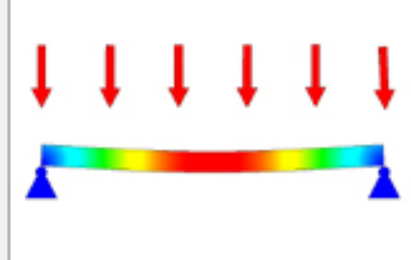
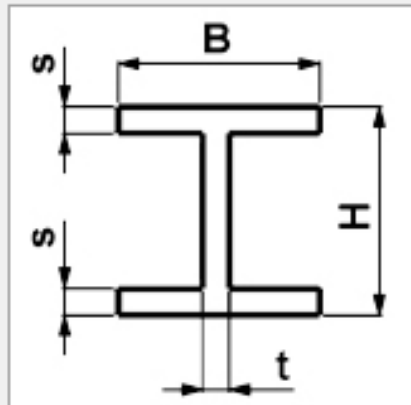
H (mm)	h (mm)
100	40
B (mm)	b (mm)
50	40
s (mm)	t (mm)
6	6
D (mm)	d (mm)
10	5

Conditions

Dist.Load q (N/m)	Uni.Load F (N)
1500	100
Density (g/cm ³)	E-Modulus (MPa)
2	25000
Length (mm)	
2250	
Precision	
6	

Results

Bending (mm)	Flex.Moment (Nm)	Tension (MPa)	Elongation (%)
12,004407	949,21875	28,454891	0,11382
W (mm ²)	I (mm ⁴)	Mass (kg)	Area (mm ²)
33358,72	1667936	5,076	1128



Loading Case 2