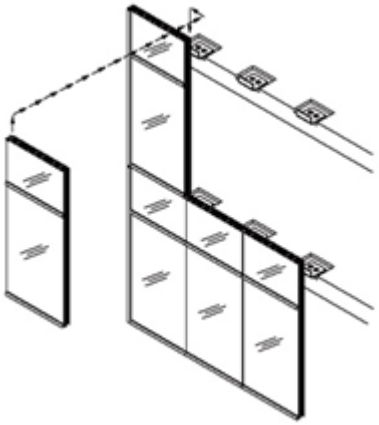
الحوائط الستائرية Curtain Wall
الهيكل الأساسي - Frame

هناك العديد من الأنظمة المتاحة في هذا العنصر وذلك علي حسب طبيعة المبنى وشكله الهندسي وملائمة كل نظام من هذه الأنظمة معه و نذكر منها علي سبيل المثال لا الحصر:-

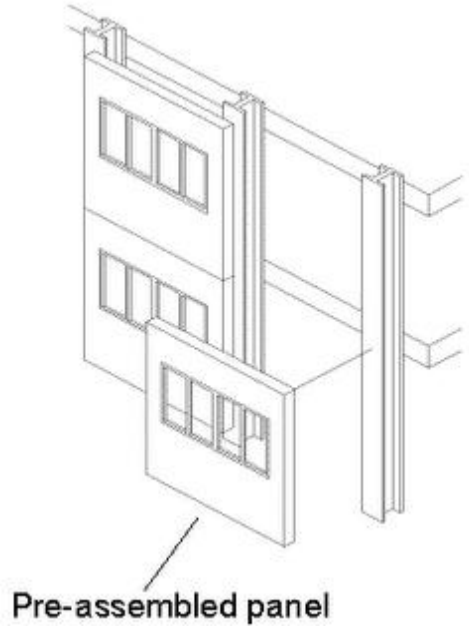
- **Panellised curtain wall**
- **Unitised curtain wall**
- **Stick system curtain wall**
- **Rainscreen**
- **Bolted glass assemblies - Spider system -**

ومن الممكن أن تجد نفس هذه الأنظمة بنفس هندستها ولكن بمصطلحات علمية مختلفة تختلف علي حسب المصنع أو المطور المختص بهذه التكنولوجيا وسنقوم بسرد بعض النقاط المهمة التي تفرق الأنظمة عن بعضها طبقاً للترتيب الموضح أعلاه علي النحو الآتي:-

- **Panellised curtain wall**



وفيه يمكن أن يصمم الحائط من لوحات كبيرة يتم تصنيعها خارج الموقع في المصانع في الغالب ويكون كل منها له عرض يحدد طبقا لعرض الهيكل الرأسي - Mullions - وارتفاع يصل الى ارتفاع طابق بالكامل للعناصر الأفقة -Transom- ،ويمكن أن يصل وزن القطعة منها إلى 15 طن علي حسب نوع المادة المغلفة للمبنى المستخدمة سواء كانت حجر او زجاج ،هذه الوحدات الضخمة يمكن أن تركب بسهولة مع بعضها البعض كما يمكن أيضا استبدالها بسهولة في حالة كسرها وتحتاج بالطبع هذه القطع إلى أوناش كبيرة ومثبتات لرفعها وتركيبها يتم عن طريق الفنيين يدوياً ويجب الاهتمام بالفواصل بين الوحدات حيث يتم ملئ الفراغات بما يمسى الاختام التي يتم عملها بمادة السيليكون عادة.



- **Unitised curtain wall**

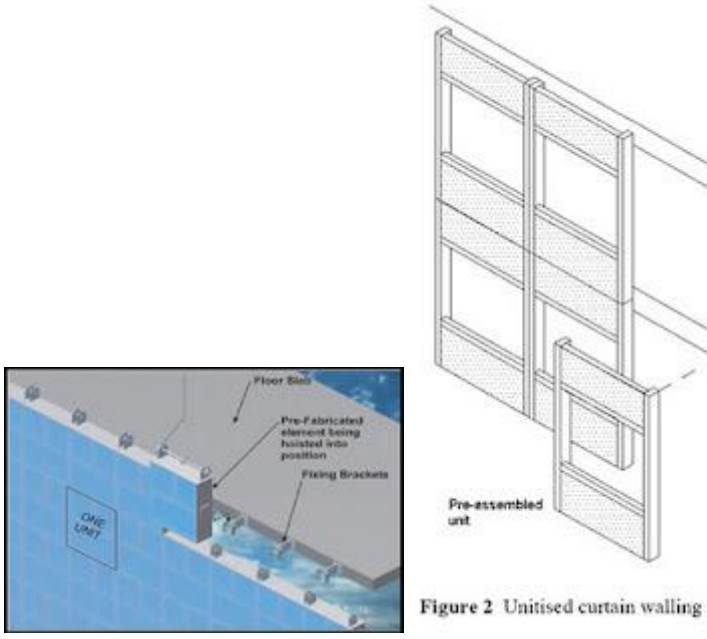


Figure 2 Unitised curtain walling

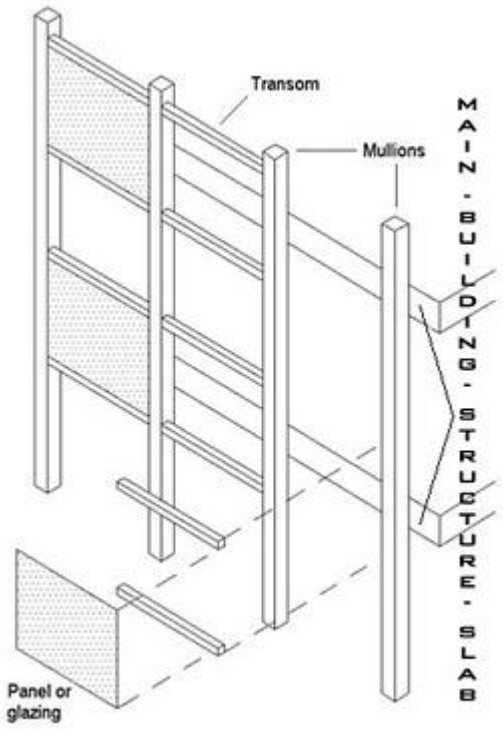
مماثل للنظام السابق ولكن تكون أحجام الوحدات فيه مختلفة ما بين صغيرة وكبيرة ولكن الفكرة العامة هي واحدة حيث وحدات سابقة التصنيع تحضر للموقع ليتم تركيبها علي الهياكل التي تم ربطها بالهيكل الانشائي للمنشأة وتختلف أطوال وعرض الوحدات في كلتا النظامين تبعاً للشركات المصنعة والقطاعات العرضية للألومنيوم وأيضاً للتصميم المعماري المطلوب.

panel installation

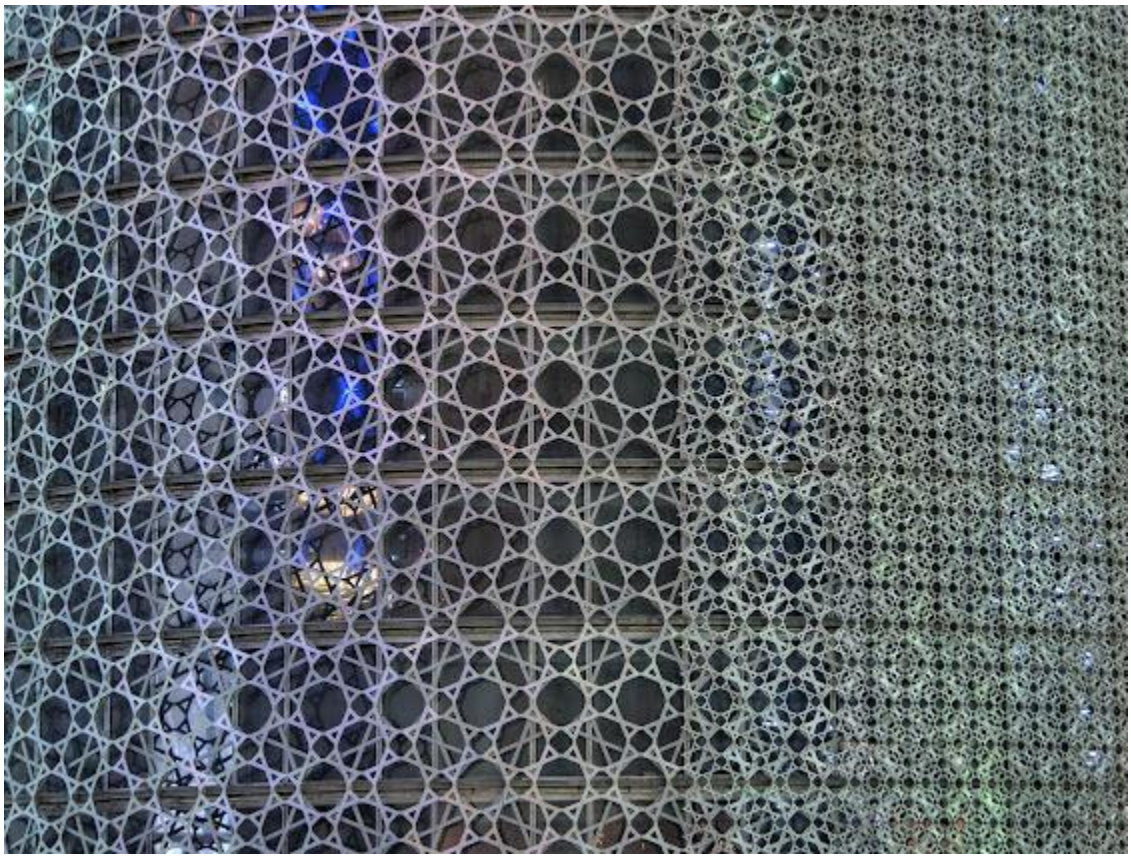
- **Stick system curtain wall**

Blinds

وفي هذا النظام يتكون الحائط من مجموعة من العناصر الرأسية - Mullions - والأفقية - Transoms - ويتم تركيبهم جميعا في الموقع ومن ثم يتكون موديول ثابت للحائط يتم ملئه بالمادة المطلوبة حيث الزجاج أو الألومنيوم أو الحجر أو أي مادة كانت تلاءم النظام بحيث يكون الاتصال عن طريق شبك هذه الوحدات بالهيكل الرئيسي سواء عن طريق الضغط أو عن طريق المسامير ويتم في كلتا الحالات الختم علي الفراغات بينها بمادة السيليكون كعملية إنهاء للواجهة.



ويعمل هذا النظام علي فتح المجال أمام التصميمات المختلفة الحرة وفيه يمكن اضافة اكسسوارات للمبنى - Architecture features - مثل الستائر والتشكيلات أمام الواجهات الزجاجية - Blinds & Brise Soleil - بسهولة وحرية أكثر من مثيلاتها من الأنظمة.

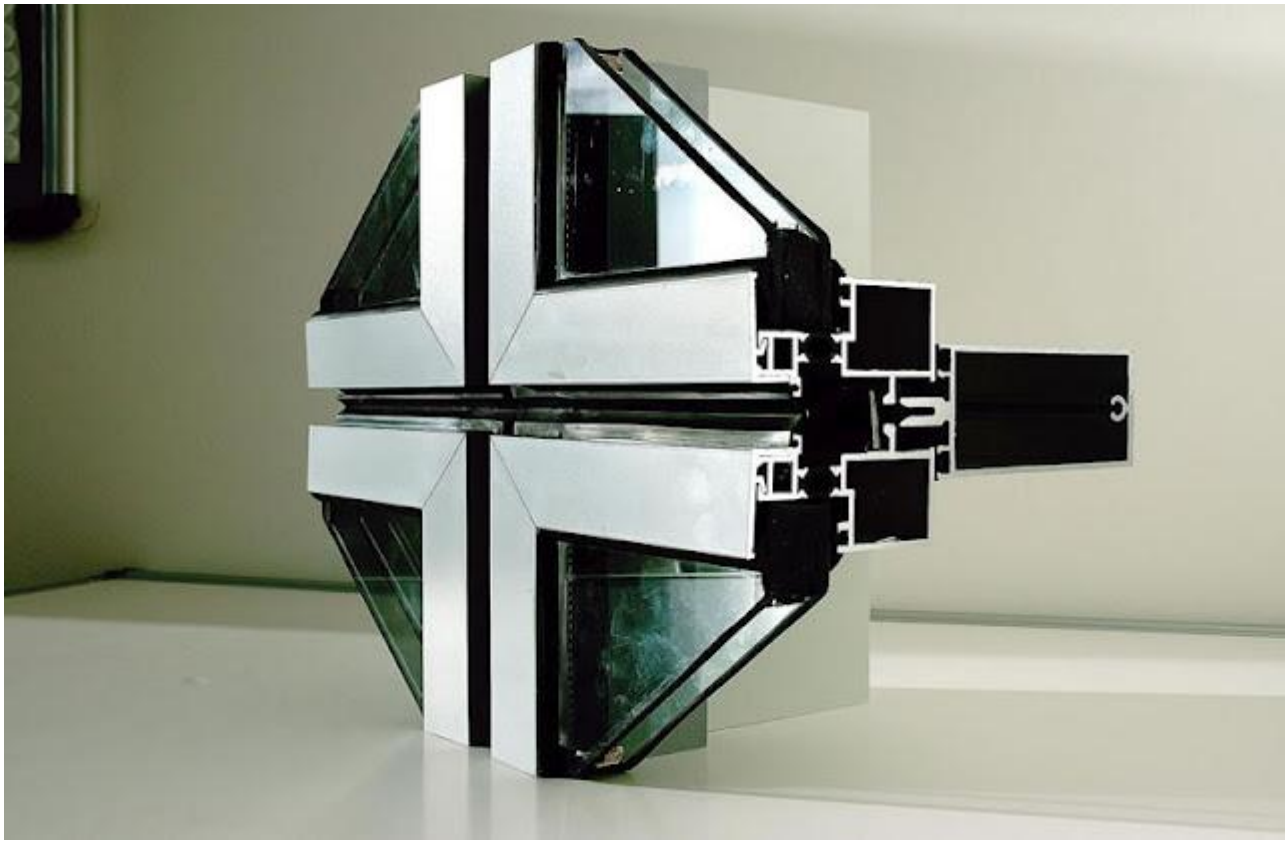


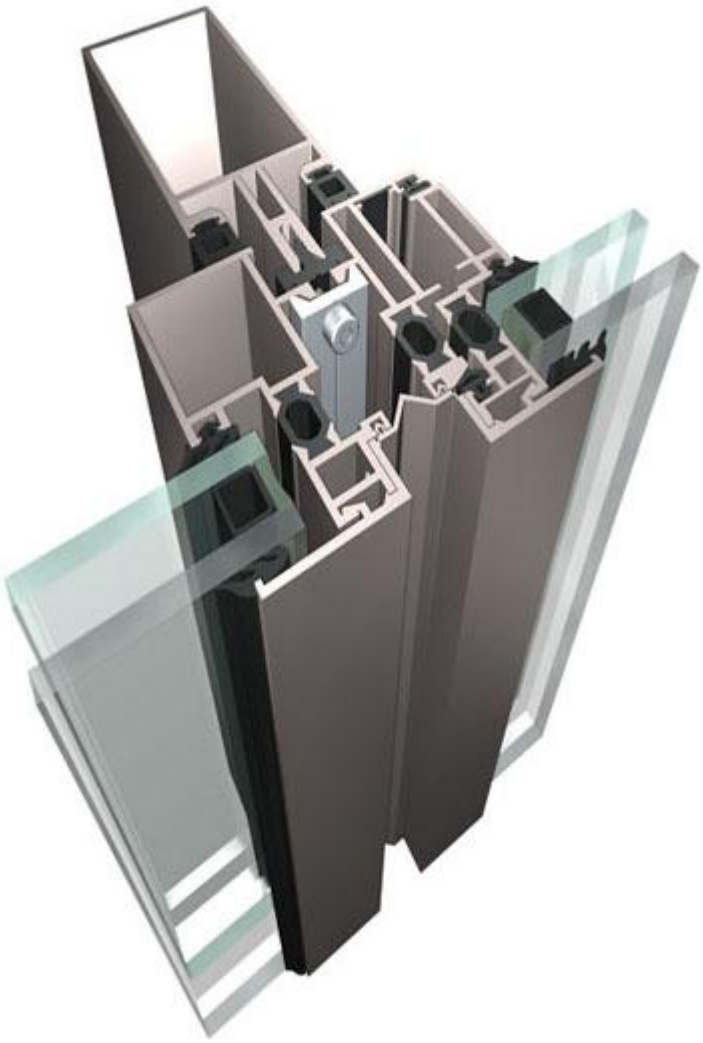
Brise Soleil

وبالنسبة لتركيبات هذا النظام كما وضح في الاسكتش السابق فكلها من الألومنيوم الذي يتم صبغه باللون المطلوب وتجمع مع بعضها وهنا نجد أكثر من طريقة للتجميع وتختلف طبقاً لعوامل عدة حيث أن تكنولوجيا صناعة القواطيع العرضية للألومنيوم - Aluminum Extrusion- المذكورة سلفاً فتحت مجالات عدة للشركات في التعدد والتفنن في تصميم هذه القطاعات وطريقة تجميعها فهنا لا حصر تقريباً لعدد هذه القطاعات ولا تصميمها ولكن علي سبيل المثال نسرد طريقتين للتجميع وهما :-

a) Bimodular curtain walling system

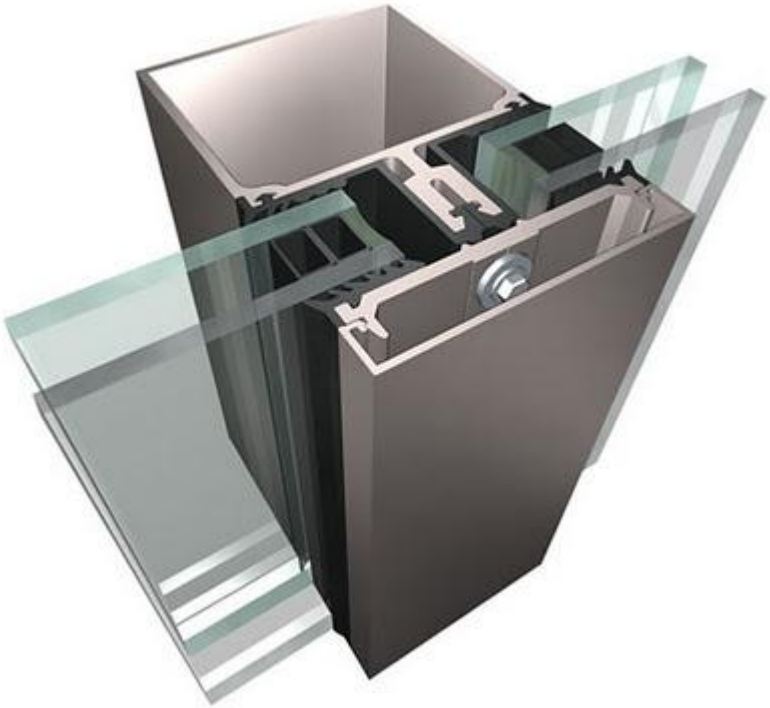
وهنا تجمع الوحدات المكونة للحائط الستائري - Panels - وتركب علي الهيكل ولكن تكون فواصل التجميع واضحة وظاهرة في الواجهة مما يؤدي إلي خلق خطوط أفقية ورأسية للواجهة وتكون هذه الخطوط في المستوى الأقل من مستوى الزجاج وتجمع بمادة السيليكون لملئ الفراغات بين الوحدات كما هو موضح في الصور.



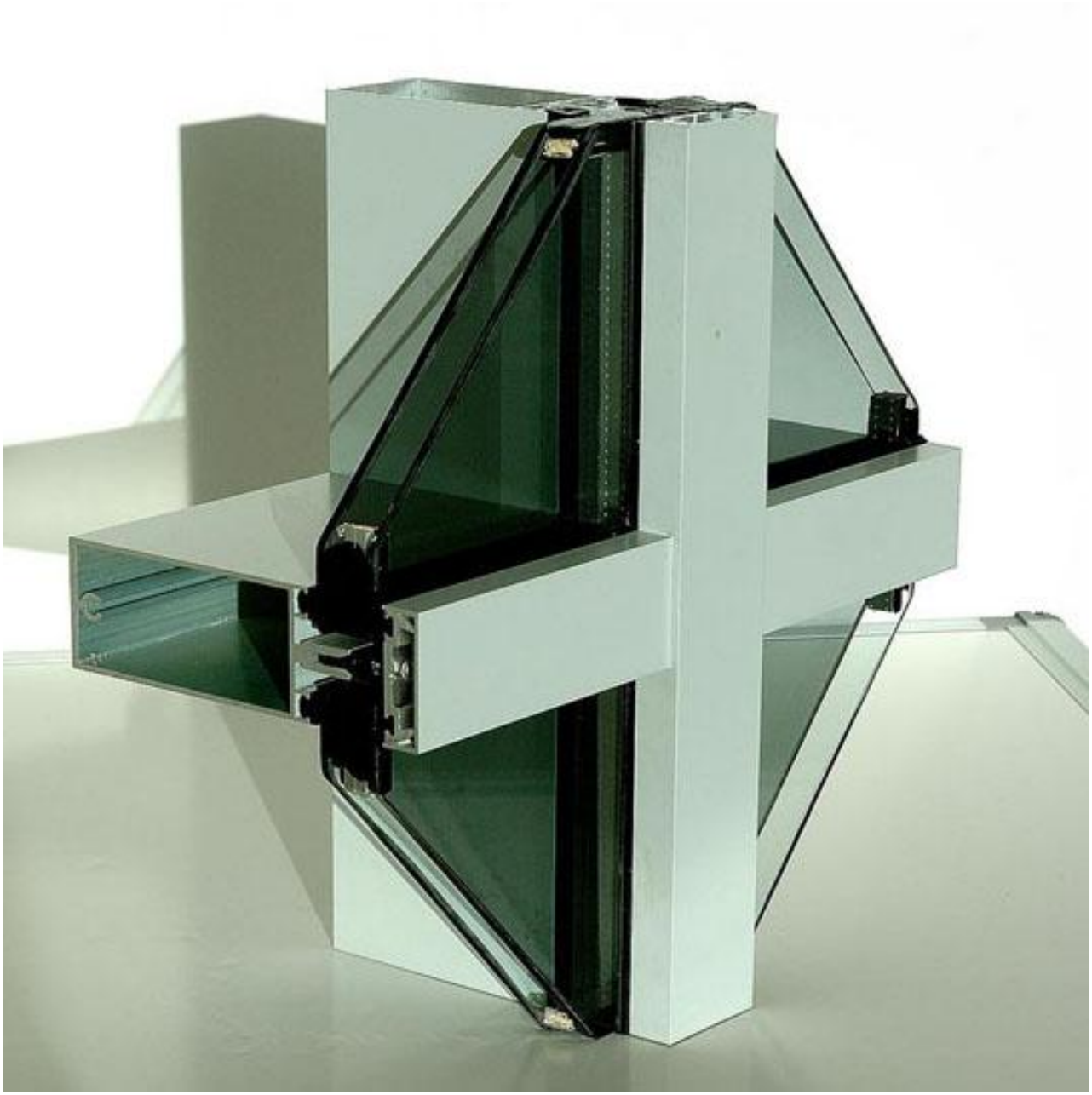


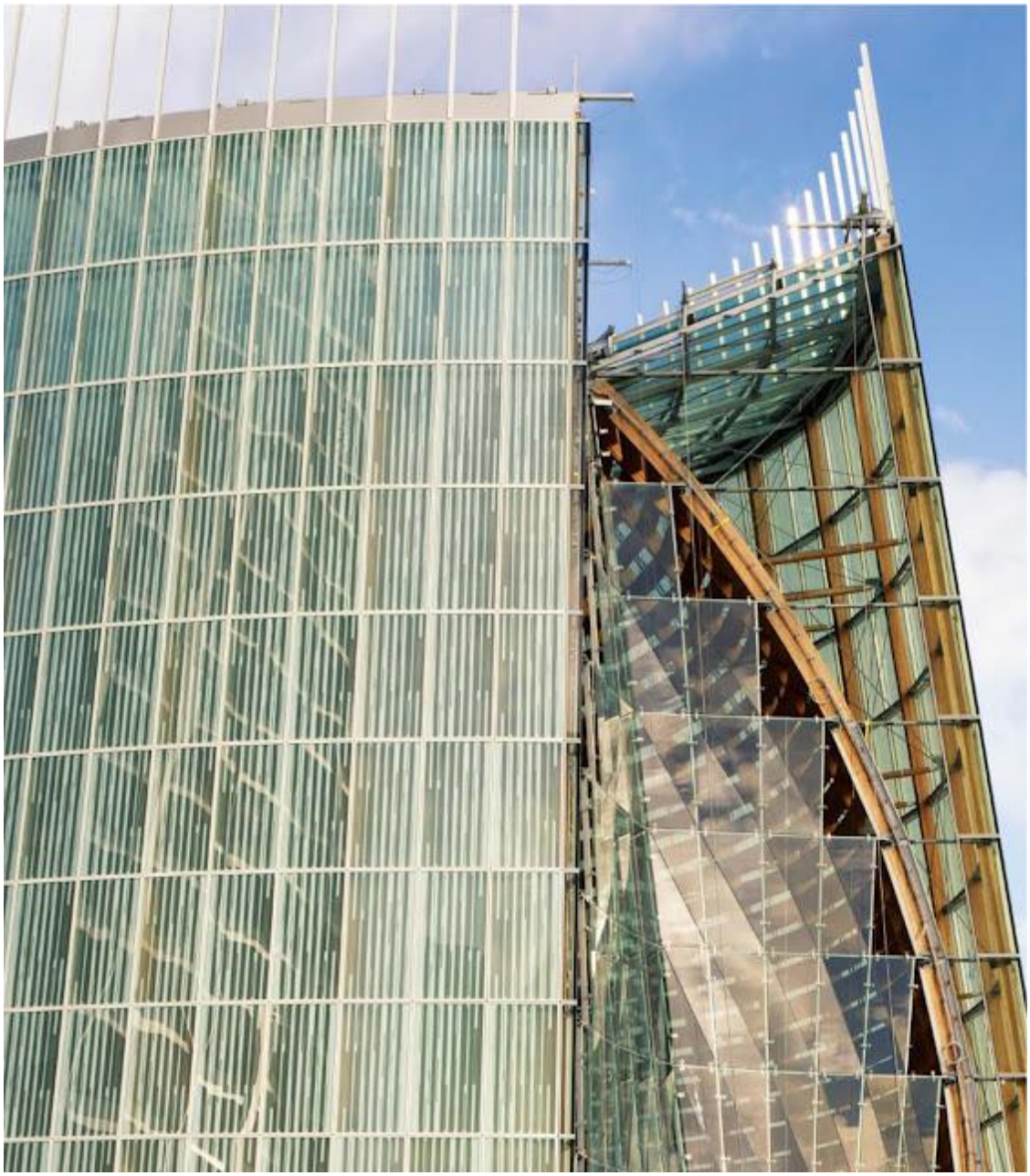
وبالطبع يتم تحديد الموديول الخاص بهذه الوحدات من حيث الطول والعرض وتكرار خطوط الفواصل هذه طبقا لتصميم المهندس المعماري المطلوب وطبيعة الواجهة حيث أن الواجهات الدائرية كما هو واضح تختلف عن الواجهات المسطحة التي لا تتطلب فواصل كثيرة لتشكيل الانحناء كما هو واضح.

b) Capped curtain walling system



وهنا أيضاً تجمع الوحدات المكونة للحائط الستائري - Panels - وتركب علي الهيكل وتكون أيضاً فواصل التجميع واضحة وظاهرة في الواجهة مما يؤدي إلي خلق خطوط أفقية ورأسية للواجهة وتكون هذه الخطوط في هذه الحالة في المستوى الأعلى من مستوى الزجاج نتيجة لتغطية فواصل التجميع بقطاعات ألومنيوم كما هو موضح في الصور.

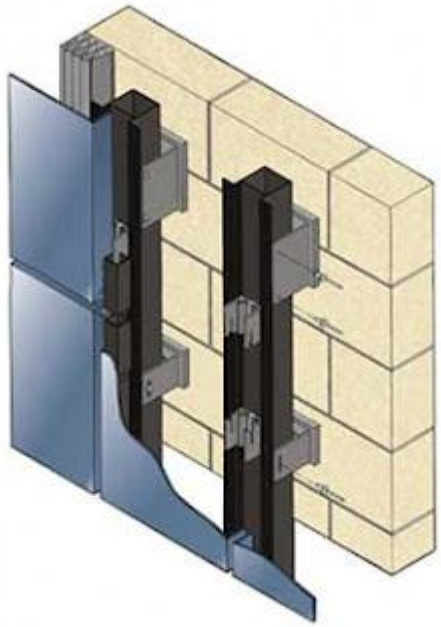




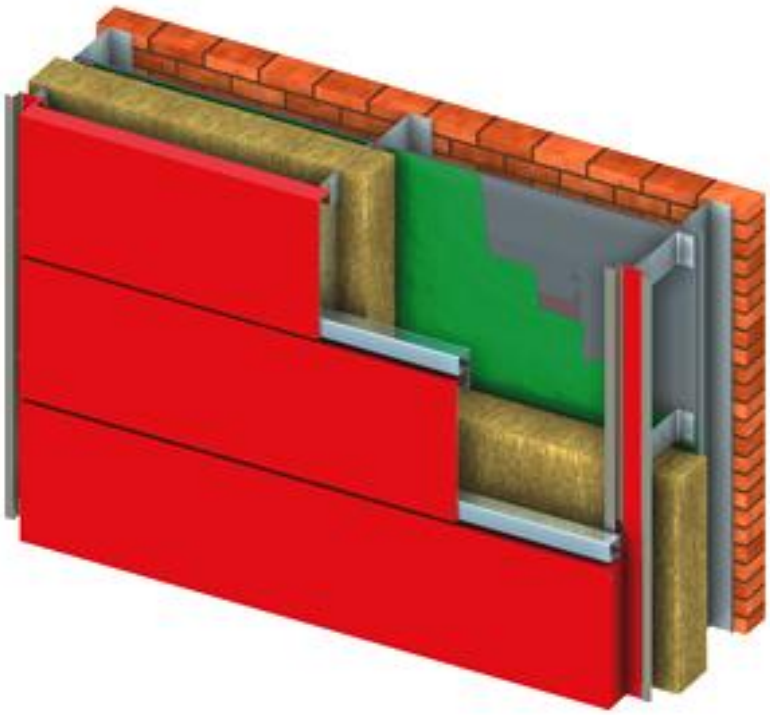
وغالباً ما تكون هذه الطريقة أكثر غلاءً من الأخرى بسبب زيادة استخدام الألومنيوم في تغطية فواصل التجميع في حين استخدم السيليكون فقط في تجميع الوحدات في النظام السابق هذا وبالطبع السبب الرئيسي في تعدد مثل تلك الأنظمة هو المهندس المعماري والتصميم الذي يريده في الواجهات.

ويعتبر نظام الـ Stick system هو النظام التقليدي لإنشاء الحوائط الستائرية وتندرج تحته أكثر من نوع أو بالمعني الأوضح هو النظام الذي استخدم في ايجاد باقي الطرق التي سندرجها تبعاً لقائمة أنظمة الهياكل المذكورة سلفاً.

- **Rainscreen system**



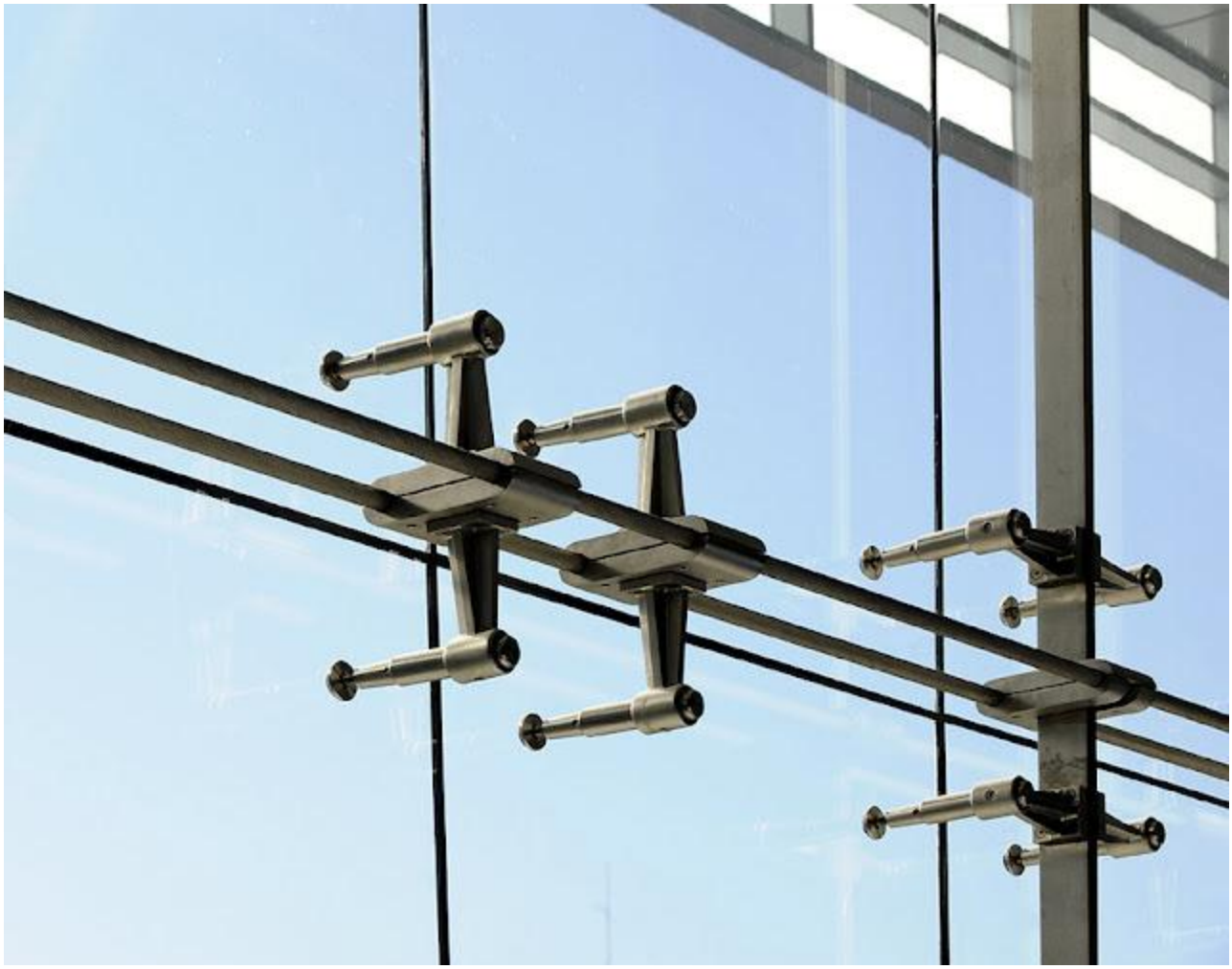
وكما ذكرنا يتبع هذا النظام أو ينسرد كنوع من أنواع نظام الـ Stick system ويكون فيه الوحدات الجاهزة - Panels - تصنع وتركب بحيث يكون بين كل منها تجويف هوائي وحاجز هوائي داخلي بينها وبين المنشأ حيث أن الفكرة الرئيسية هو توازن ضغط الهواء بين الداخل والخارج وهذا التوازن يمنع تسلل المياة من الخارج الى الداخل في حال من الاحوال وهذا النظام يستخدم لتركيب الحوائط الستائرية علي حوائط مبنية أصلا من الطوب أو أي مادة وغالباً ما تكون المادة المستخدمة في التجليد هنا هي الألومنيوم أو أي مادة أخرى.



DAKOTA

- **Bolted glass assemblies - Spider system -**

وفيه يتم تركيب ألواح من الزجاج وربطها مباشرة بمسامير في الهيكل الأساسي أو تجميع عدد أربع لوحات من الزجاج وربطها بمسامير في وحدة تجميع ومن ثم تربط هذه الوحدة بالهيكل المعدني للحائط ويتطلب هذا النظام دقة عالية جدا في التركيب والتصنيع وهذا النظام له العديد من المسميات أيضاً التي تختلف طبقاً لاختلاف المصنعين ولكن ينفرد هذا النظام بأن الهيكل الخاص به يكون رفيع بحيث لا يمكن الاحساس به مثل الأنظمة السابقة كلها مما يتيح فرصة أكبر للشفافية ويستخدم غالباً في المحال التجارية والمباني التي تتطلب الشفافية بين الداخل والخارج.



الحوائط الستائرية Curtain Wall الغلاف الخارجي للحائط - Panels or Glazing -

ألومنيوم وزجاج وتيراكوتا

وهي الوحدة المكونة للحوائط الستائرية والتي تكون في الأصل هي المؤثر الوحيد علي توزيع الهيكل والمسافات بين عناصره الأفقية والرأسية وذلك على حسب التصميم المطلوب أو إرتفاعات الأدوار والمبنى وتكون هذه الوحدة متكررة في كامل الواجهات علي حسب نوعها أو أبعادها حيث أنها من الممكن وأن تكون من أي مادة يتطلبها التصميم وتوسعت التكنولوجيا الحديثة في هذا الأمر كثيراً حيث تنوعت وتعددت المواد التي أصبح من الإمكان عمل الحوائط الستائرية منها مثل الزجاج Glass والألومنيوم Aluminum والحجر Stones وكذلك البلاستيك المقوى بالألياف FRP - Reinforced Plastic Fiber والحديد المقاوم للصدأ Stainless Steel والتيراكوتا Terracotta والتي تم تطويرها حديثاً منذ استخدامها في أوروبا وهي مادة مشابهة للسيراميك وبألوان وتشكيلات عدة.

وحدات التيراكوتا

وبالطبع أتاحت التشكيلات العديدة لهذه الوحدات والمواد التي يمكن تصنيعها منها إلى تعدد استخداماتها في المشروع الواحد حيث يمكن الجمع بين أكثر من أي نوع في واجهة واحدة وتركيبه معا كما موضح في الصورة للمبنى بأكثر من مادة تشطيب للواجهة مما أتاح الفرص العديدة لتنوع التصميم وسهولة التغيير.

(FRP)مبنى من وحدات البلاستيك المقوى لزها حديد

تصنع وحدات Panels في خارج مواقع التنفيذ ويتم تجميعها وتركيبها في الموقع علي الهيكل الألومنيوم للحائط بعد تركيبه علي المنشأة ويتيح نظام تركيب الوحدات هذه سهولة كبيرة في فك وتغيير أي منها في حالة فسدت أو تضررت بفعل أي عامل وتركيب وحدة جديدة تماماً بسرعة وبدون أي أضرار جانبية تذكر.

وصممت هذه الوحدات كغلاف خارجي للمبنى مشكلة التصميم النهائي للواجهات وكذلك صممت لتقاوم كافة العوامل التي ستتعرض لها بمجرد تركيبه علي واجهات المباني وتفاعلها مع كافة عوامل البيئة والمؤثرات الخارجية من خلال عدة نقاط

مقاومة الهواء والماء

تكون هذه الوحدات - Panels - مصممة لمقاومة الماء والهواء حيث تعمل علي تصريف المياة وعدم السماح باختراقها ووصولها إلى الحائط الداخلى للمبنى حيث إذا حدث ذلك سيتسبب حتماً في إفساد المادة العازلة للحرارة خلف الوحدات وفساد نقاط تثبيت الهيكل الألومنيوم بالمنشأة ولا تعتمد هندسة تصميمها علي منع الماء من الدخول ولكن الفكرة الرئيسية هي أن تجعل الماء يتسرب بسلام إلى خارج الحائط في حالة دخوله واختراقة لأجزاء الوحدة.
إختراق المياة للحائط يكون تحت أكثر من سبب حيث

عامل الجازبية الأرضية.
عوامل ضغط الرياح.
المياة المحمولة مع الهواء.
طاقة الحركة.
التوتر السطحي.
خاصية السوائل الشعرية.