

التصميم الإنشائي والكهربائي وحدائقها
والتصميم الميكانيكي للحركات المائية

فريق العمل

مي الحداد

ايناس شويكي

اروى بريغيت

. خليل كرامة

. جمال الشويكي



دائرة الهندسة المدنية والمعمارية
كلية الهندسة والتكنولوجيا
جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل- الضفة الغربية
فلسطين

حزيران - 2007

شهادة تقييم مشروع التخرج

جامعة بوليتيكنك فلسطين

الخليل – فلسطين

وحداتها والتصميم الميكانيكي للحركات المائية

التصميم الإنشائي والكهربائي

فريق العمل

مي الحداد

ايناس شويكي

اروى بريغيت

بناء على توجيهات الأستاذ المشرف على المشروع
تم تقديم هذا المشروع لدائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا
لوفاء الجزئي بمتطلبات الدائرة لدرجة البكالوريوس.

توقيع رئيس الدا

: . نبيل الجولاني.

.....

توقيع مشرف المشروع

: . خليل كرامة.

. جمال الشويكي

.....

حزيران - 2007

الإهداء

..... والداي الحبيبين

إلى أغلى من في الحياة

إلى من أهدتني بهم السماء.....

...

إلى كل اللحظات السعيدة التي قضيناها داخل أسوار هذه الجامعة الغراء

إلى أرواح كل الشهداء إلى فلسطين الإباء

إلى كل شئٍ ظاهر جميل في هذا الوطن المعطاء

إلى كل هؤلاء أهدي ما جنيت بعناء

التصميم الإنشائي والكهربائي وحدائقها
والتصميم الميكانيكي للحركات المائية

فريق العمل

مي الحداد

ايناس شويكي

اروى بريغيت

. خليل كرامة
. جمال الشويكي

مقدم إلى دائرة الهندسة المدنية والمعمارية في كلية الهندسة والتكنولوجيا
جامعة بوليتكنك فلسطين

درجة البكالوريوس في الهندسة/

دائرة الهندسة المدنية والمعمارية
كلية الهندسة والتكنولوجيا
جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل- الضفة الغربية
فلسطين

حزيران- 2007

الشكر والتقدير

نتقدم بجزيل الشكر والعرفان الى جامعتنا العزيزة التي نفتخر باننا تخرجنا تحت كنفها ورعايتها
كما نتقدم برفع اسمى ايات الشكر والتقدير الى كلية الهندسة ونخص بالذكر دائرة الهندسة المدنية
والمعمارية .

ونتقدم بجزيل الشكر وعظيم الامتنان إلى الأستاذ م. خليل كرامة . جمال الشويكي
ما بوسعه لإنجاز هذا العمل وتقديم النصح والارشاد وما لديه من خبرة الينا.

كما نتقدم بالشكر والامتنان إلى رئيس دائرة الهندسة المدنية والمعمارية د. نبيل الجولاني

ونشكر جميع أفراد الهيئة التدريسية في دائرة الهندسة المدنية والمعمارية وكافة العاملين في جامعة
بوليتكنك فلسطين

ونتقدم بجميل الشكر والامتنان الى كل من ساهم معنا في انجاز هذا العمل ونخص بالذكر الـ
هيثم عياد قدم ما بوسعه ولم يبخل علينا باي معلومة.

التصميم الإنشائي والكهربائي وحدائقها

والتصميم الميكانيكي للحركات المائية

فريق العمل

مي الحداد

ايناس شويكي

اروى بريغيت

جامعة بوليتكنك فلسطين-2007

. خليل كرامة

. جمال الشويكي

تتلخص فكرة هذا المشروع في عمل يم الإنشائي والكهربائي لفيللا سكنية وحدائقها، بالإضافة الى التصميم الميكانيكي والكهربائي للحركات المائية المتواجدة حول هذه الفيللا.

تقع هذه الفيللا في . مدينة رام الله ، حيث انها تتكون من أربع طوابق ، تحتوي في مجملها على العديد من الفعاليات التي يحتاجها الفرد في حياته، وقد صممت هذه الفيللا على أحدث الطرز المعمارية مما يحقق متطلبات الراحة والأمان والرفاهية.

تم تصميم هذا المبنى إنشائياً اعتماداً على الكود الأميركي ، وتم اعتماد عدة كتلوجات في التصميم الميكانيكي والكهربائي، حيث احتوى المشروع في مجمله على التحليل الإنشائي والميكانيكي والكهربائي للمبنى، والطرق المتبعة في التصميم لكل منها، بالإضافة الى المخططات التنفيذية الخاصة بكل قسم من الأقسام التي تمت دراسته وتصميمه .

Abstract

التصميم الإنشائي والكهربائي
وحداتها
والتصميم الميكانيكي للحركات المائية

Project Team

Arwa breight

Inas Shweiki

May Haddad

Palestine Polytechnic University-2007

Supervisors

Eng. Khaleel Karamah

Eng. Jamal Shweiki

The purpose of this project is the structural & electrical design of a vella, & the mechanical design for the swimming pool.

The structural design of the vella will be carried out according to the ACI-02 Code, in addition, many catalogues was used in the mechanical & electrical design.

The project composed of analysis & design of the structural electrical& mechanical parts of the vella, & all of the plans needed to complete the construction.

6.4 Design of Topping.....	72
6.5 Design of Rib (4).....	74
6.5.1 Design for Positive Moment.....	75
6.5.2 Design for Negative Moment.....	77
6.5.3 Shear Design of Rib (R4).....	81
6.6 Design of Beam (22).....	84
6.6.1 Load calculations.....	84
6.6.2 Design for Positive Moment.....	86
6.6.3 Design for Negative Moment.....	89
6.6.4 Shear Design of Beam (22).....	91
6.7 Design of Columns.....	99
6.7.1 Design of (C1).....	99
6.7.2 Design of the Longitudinal Reinforcement.....	101
6.7.3 Check slenderness effect.....	101
6.7.4 Design of Ties.....	105
6.8 Design of Stairs.....	108
6.8.1 Design of Interior Stair (1).....	108
6.8.2 Design of Interior Stair (2).....	114
6.9 Design of Footings.....	124
6.10 Design of Strip Footing Under Exterior Columns.....	131
6.11 Design of Pool.....	134
6.11.1 Design of the Pool's Walls.....	135
6.11.1.1 Design for the Hydrostatic Pressure.....	135
6.11.1.2 Design for the Soil Load.....	137
6.11.2 Design of Corners of the Pool.....	140
6.11.3 Design of the Pool's base.....	141
6.12 Design of Retaining Wall.....	144
6.13 Shear Wall.....	154
6.13.1 General definitions.....	154
6.13.2 Load calculations.....	156
6.14 Design the Base of Shear Wall.....	161
6.14.1 Design of Base of Shear Wall (1).....	161
6.14.2 Design of Base of Shear Wall (2).....	165

Chapter 7: Mechanical Design

7.1 Introductions.....	169
7.2 Swimming pool design.....	170
7.2.1 Pool Capacity Calculation.....	170
7.2.2 Calculation of Turnover.....	171
7.2.3 Filter Sizing and Selection.....	173
7.2.4 Skimmers & Main Drains Selection.....	177
7.2.5 Return Inlets Selection.....	178
7.2.6 Pool Pipe Sizing.....	180
7.2.6.1 Discharge Line Pipe Sizing.....	181
7.2.6.2 Suction Line.....	182
7.2.7 Selection of Pump.....	184
7.2.7.1 Pump Head Calculations.....	185
7.2.7.2 Pump Selection.....	186
7.3 Spa Design.....	187
7.3.1 Turbo charge Jet System.....	187
7.3.2 Filtering System.....	191
7.4 Water Features.....	196
7.4.1 Design of curtain waterfall.....	197
7.4.2 Design of Cascade jets (Beside the pool).....	198
7.4.3 Design of outer waterfall with its features.....	200
7.4.3.1 Design of Hemispherical Nozzle.....	200
7.4.3.2 Design of Cascade jets.....	200
7.4.3.3 Calculations of the required well for the fountains.....	201

Chapter 8: Lighting& Electrical Wiring Design

8.1 Introductions.....	204
8.2 Lighting Design.....	205
8.3 Design of Lighting Circuits.....	211
8.4 Design of Power Circuits.....	220

النتائج والتوصيات :

.....
..... التوصيات
.....
..... الملاحق.....

فهرس الجداول

..... (.)
..... (1.3)
..... النوعية

Table (-1) Beams Tables.....	94
Table (-) Rectangular Columns Tables.....	106
Table (6-3) Circular Columns Tables	107
Table (6-4) Isolated Footings.....	130
Table (-) Combined Footings.....	130
Table (7.1) Typical examples of Turnover times for different types of pools.....	172
Table (7.2) Differences between Spa and Swimming pool.....	187
Table (7.3) Air blower selection,(According to manufacture recommendation)...	189
Table (8.1) effectiveness of lighting.....	206
Table (8.2) Table of Illumination	207
Table (8.3) Table of maxi.current.....	212
Table (8.4) Average power ratings of electrical appliances.....	220
Table (8.5)Devises may be used in each room	221

فهرس الأشكال

8.....	صورة ثلاثية الأبعاد للفيلا.....	(1-2):
17.....	الواجهة الرئيسية.....	(2-2):
20.....	أصر الإنشائية المكونة للفيلا.....	(1-3):
23.....	العناصر الإنشائية.....	(2-3):
31.....	الطبقات الإنشائية لبركة السباحة.....	(3-3):
35.....	.....	(4-3):
23.....	دهان المادة العازلة فوق البلاط.....	(5-3):
40.....	الدورة الميكانيكية لبركة السباحة.....	(1-4):
42.....	Skimmer	(2-4):
42.....	Return inlet	(3-4):
44.....	.....	(4-4):
45.....	.....	(5-4):
46.....	PVC pipe and fittings	(6-4):
47.....	.....	(7-4):
49.....	Cascade jets	(8-4):
49.....	Hemisphere Nozzle	(9-4):
50.....	.....	(10-4):
51.....	.....	(10-4):
Fig (6-1): Rib (4) moment envelope		75

Fig (6-2): Rib (4) shear envelope	81
Fig (6-3): Section of beam (22)	84
Fig (6-4): Beam (22) moment envelope	86
Fig (6-5): Beam (22) shear envelope	91
Fig (6-6): Horizontal plan with columns	99
Fig (6-7): Column (C1) detail	106
Fig (6-8): Top view of stair (1).....	108
Fig (6-9): Top view of stair (2).....	113
Fig (6-10): Horizontal plan with footings	123
Fig (6-11): One way & two ways shear sections.....	124
Fig (6-12): Footing (4) detail.....	128
Fig (6-13): Strip footing detail.....	132
Fig (6-14): Swimming pool dimensions.....	133
Fig (6-15): Retaining wall.....	143
Fig (6-16): Ideal shape of retaining wall foundation.....	145
Fig (7-1): Swimming pools plan.....	170
Fig (7-2): Swimming pools section (1-1).....	171
Fig (7-3): High rate sand filter (1-1).....	175
Fig (7-4): Typical performance curves for pool pump.....	185
Fig (7-5): Outer waterfall.....	200
Fig (7-6): Required well for the outer waterfall.....	201

List Of Abbreviation

- **A_c** = area of concrete section resisting shear transfer.
- **A_s** = area of nonprestressed tension reinforcement.
- **A_g** = gross area of section.
- **A_v** = area of shear reinforcement within a distance (S).
- **A_t** = area of one leg of a closed stirrup resisting tension within a (S).
- **b** = width of compression face of member.
- **b_w** = web width, or diameter of circular section.
- **DL** = dead loads.
- **d** = distance from extreme compression fiber to centroid of tension reinforcement.
- **E_c** = modulus of elasticity of concrete.
- **F_y** = specified yield strength of non-prestressed reinforcement.
- **h** = overall thickness of member.
- **I** = moment of inertia of section resisting externally applied factored loads.

- **L_n** = length of clear span in long direction of two- way construction, measured face-to-face of supports in slabs without beams and face to face of beam or other supports in other cases.
- **LL** = live loads.
- **L_d** = development length.
- **M** = bending moment.
- **M_u** = factored moment at section.
- **M_n** = nominal moment.
- **P_n** = nominal axial load.
- **S** = Spacing of shear or in direction parallel to longitudinal reinforcement.
- **T_c** = nominal tensional concrete moment strength provided by concrete.
- **T_n** = nominal torsional moment strength.
- **T_s** = nominal torsional moment strength provided by torsion reinforcement.
- **V_c** = nominal shear strength provided by concrete.
- **V_n** = nominal shear stress.
- **V_s** = nominal shear strength provided by shear reinforcement.
- **V_u** = factored shear force at section.
- **W_c** = weight of concrete. (Kg/m³).
- **W** = width of beam or rib.
- **W_u** = factored load per unit area.
- = strength reduction factor.

. :-

سكن ... أمان ... واستقرار، كلمات لم يبرح الإنسان تحقيقها عبر الأزمنة الغابرة. فمنذ فجر التاريخ بحث الإنسان عن مأوى يقيه برد الشتاء وحرارة الصيف، فاتخذ من الجبال والوديان والكهوف بيوتاً، واستخدم الشجر والحجر ليبنى مسكنه المتواضع، ولكن طموح الإنسان لم يقف عند هذا الحد، فكلما كانت عجلة الزمن تسير إلى الأمام، كان الإنسان يخطو خطوات متسارعة في تطوير الإعمار والبناء.

ومن منطلق التطور العمراني و الإنشائي المستمر في فلسطين، وخصوصاً مع توفر أنواع الحجارة المختلفة، ووجود الفنين المهرة القادرين على تشكيل الحجارة بصورة فنية في غاية الدقة والروعة والجمال، ورغبة فئة غير قليلة من الشعب الفلسطيني وخصوصاً في منطقتي الخليل ورام الله في توفير فلل سكنية تتميز بالضخامة وتعدد المناسيب والحدائق المحيطة، كان توجهنا في هذا المشروع لاختيار تصميم فيلا سكنية تتميز بتعدد المداخل والمناسيب والشكل غير المنتظم، وما يحيط بها من حدائق و أدراج وجدران استنادية ضخمة وحركات مائية. لنكون قادرين على تغطية جميع متطلبات الأعمال الإنشائية التي سيتم

استخدامها في هذا المنشأ وحدائقه، بما يضمن تحقيق تصميم إنشائي سليم لمقاومة القوى الواقعة عليه بما يحقق المواصفات والمعايير الهندسية المطلوبة.

. التمهيد:-

تقع الفيلا في قضاء مدينة رام الله، وهي ذات شكل شبه دائري مع درج داخلي مركزي، تتكون من أربع طوابق، تصميمها المعماري اعتمد على عدم وجود الأعمدة الداخلية، مما يتطلب تصميمًا إنشائياً مميزاً، وفناً في توزيع الجسور والأعصاب، كما أن هناك تراجمات في البناء مما يتطلب المزيد من الدقة في التوزيع والتصميم.

كما وتتميز هذه الفيلا بارتفاعها عن منسوب الشارع، فكان لا بد من معالجة فرق الارتفاع هذا، وكان الاقتراح عبارة عن أدراج يتخللها حركات مائية. فالمدخل كان عبارة عن نافورة، ينحدر منها شلال بمستويات متدرجة ويتخلل هذا الشلال أشجار، وعلى طرفي الشلال يوجد أدراج، وعلى جانبي الدرج يوجد جدار استنادي ضخم.

ومما تميزت به هذه الفيلا وجود بركة السباحة مع جاكوزي متصل بها، مع وجود نوافير تصب في هذه البركة، بالإضافة إلى الحديقة الخضراء التي تحتضن الفيلا من جميع الاتجاهات، ووجود أماكن للجلوس والراحة مما أضفى على الفيلا جمالاً خارجياً يضاف إلى جمالها وروعة تصميمها الداخلي.

-:

الحاجة إلى تصميم إنشائي لفيللا سكنية وما يحيط بها من حدائق وشلالات وبرك، بالإضافة إلى إعداد المخططات الميكانيكية والكهربائية لما تشتمل عليه الحدائق – شلالات ونوافير وبركة سباحة - لتحقيق الهدف من تخصص مهندس المباني بأن تكون لديه قدرات ومعرفة جيدة في أعمال الميكانيك والكهرباء.

. الهدف من المشروع:-

- ١- الوفاء بجزء من متطلبات الحصول على درجة البكالوريوس في الهندسة تخصص مباني .
- ٢- التعمق في فهم جانب من جوانب التخصص والمحاولة لتحقيق فائدة علمية بناءة.
- ٣- ربط المعلومات التي تمت دراستها في مساقات مختلفة بعضها ببعض، والتعامل مع المشروع كوحدة واحدة.
- ٤- التدريب على إعداد المخططات التنفيذية.
- ٥- إتمام الدراسات والتصاميم الإنشائية والميكانيكية والكهربائية التي تخدم المخطط المعماري لهذه الفيلا والحدائق المحيطة بها وطبيعة الأرض المقامة عليها.
- ٦- التفرد والتميز في هذا المشروع بما يشتمل عليه من حركات مائية أخذت حديثاً في الانتشار في المباني السكنية الحديثة لتوفير أسباب الرفاهية داخل المنزل لعدم توفر الأماكن العامة الخاصة بذلك.

-:

- 1- تحليل المشروع معماریا.
- ٢ _ تحديد العناصر الإنشائية.
- ٣ _ تحديد الأحمال المختلفة.
- ٤ _ التحليل الإنشائي للعناصر.
- ٥ _ التصميم الإنشائي للعناصر.
- ٦ _ التصميم الميكانيكي للشالات والبرك.
- ٧ _ التصميم الكهربائي للشالات والبرك.
- ٨ _ إعداد المخططات التنفيذية.

-:

- سوف يشتمل هذا المشروع على ثمانية فصول وهي:-
- _ يحتوي على شرح مبسط للمشروع حيث يشمل المقدمة ومشكلة المشروع وأسباب اختيار المشروع وأهميته.
 - _ يصف التصاميم المعمارية .
 - _ يحتوي على الدراسات الإنشائية .
 - _ يحتوي على الدراسات الميكانيكية للبركة والشالات.
 - _ يحتوي على الدراسات الكهربائية للفيلا والحدائق المحيطة.
 - _ يحتوي على التحاليل والتصاميم الإنشائية.
 - _ يحتوي التصميم الميكانيكي للشالات والبركة.

_ يحتوي التصميم الكهربائي للفيلا والحدائق المحيطة.

_ إعداد المخططات التنفيذية .

_ النتائج والتوصيلات .

:-

.

بالنسبة للجدول الزمني الذي تم إتباعه لإنجاز المشروع في الفصل الثاني:-

(بالأسابيع)																	
																التصميم الإنشائي للفيلا والحديقة الخارجية	
																التصميم الميكانيكي والكهربائي للبركة والشلالات	
																اعداد المخططات التنفيذية	
																تقديم المشروع للمشرف للمراجعة	
																اعداد النسخة النهائية للمشروع وتسليمها للمناقشة النهائية	

جدول (١-١) الجدول الزمني للمشروع

. :-

بعد فترة الثورة المعمارية، ومع دخول العالم في نظام الحياة الحديث وبتزايد الحاجة إلى توفير وتوسيع آفاق الحياة وبالاعتماد على الميل النفسي البشري الطامع إلى زيادة الراحة في مختلف نشاطاته وممارساته بدأت القلل السكنية في التوسع والانتقال من منطقة إلى أخرى ومن شكل إلى آخر مع تعدد العناصر المعمارية الجذابة التي تستدعي الاهتمام بها.

. :-

إن إنشاء فيلا سكنية خاص بعائلة أو أكثر سوف يساهم في توفير جميع عناصر الراحة للإنسان والعمل على اختزال الوقت والجهد المبذول للحصول على المتطلبات الحياتية، ومن المعروف أن مشروع من هذا النوع يهدف إلى توفير جميع متطلبات الفرد اليومية من خلال

توفير جميع احتياجاته من صالة معيشة وغرف نوم ومطبخ ووحدات صحية إضافة إلى جميع الملحقات الترفيهية والخدماتية.

• :-

يقع المشروع على قطعة ارض غير منتظمة الشكل تطل على شارعين في قضاء مدينة رام الله ويتميز الموقع بما يلي:-

- ١- توفر المساحة الكافية للمشروع.
- ٢- سهولة الوصول إلى الموقع.
- ٣- توفر الخدمات والمرافق العامة من شوارع -كهرباء-مواصلات---الخ.

والشكل على الصفحة التالية يبين صورة ثلاثية الأبعاد للفيلا توضح الموقع العام لها.



الشكل (١-٢) صورة ثلاثية الأبعاد للفيلا

. المعمارية:-

.. :-

تعتبر عملية التصميم المعماري الخطوة الرئيسية للوصول إلى الشكل المناسب لأي مبنى، حيث تهدف بدورها الى توفير الاحتياجات الإنسانية ويأتي ذلك من خلال التعرف على العلاقات الوظيفية والمساحات والنواحي التصميمية المتبعة حيث يجري التوزيع الأولي لمرافق المبنى بهدف تحقيق الفراغات والأبعاد المطلوبة للخروج بمشروع ناجح ومتميز.

.. العناصر المعمارية:-

وتشمل على:

- ١- العناصر المعمارية الداخلية.
- ٢- العناصر المعمارية الخارجية.

* العناصر المعمارية الداخلية:-

إن المشروع المقترح مكون من أربعة طوابق تشمل طابق التسوية والأرضي والأول والرووف وفي ما يلي تفصيل كل طابق:-

(طابق التسوية:-

تبلغ مساحته (٤٦.١) م² بمنسوب (٤,٧٨) م، ويشكل الطم ثلثي الطابق أما الثلث المتبقي يشمل على:

١- غرفة بويلر وغرفة :-

حيث تعتبر هذه الغرفة المصدر الرئيسي لتغذية شبكة التدفئة المركزية ووجود هذه الغرف في طابق التسوية يسهل عملية الصيانة ويوفر الخصوصية لأفراد العائلة.

مساحته ٢٥ م² يفى بأغراض متعددة أهمها يحفظ بداخله ما تملكه العائلة من وسيلة نقل (سيارة) وغيرها.

- :-

يشكل نقطة اتصال عمودي في البناء يبدأ من طابق التسوية وينتهي في طابق الرووف ويقع في الجهة الشمالية الشرقية.

(:-

تبلغ مساحته (٢٤٣) م² بمنسوب (٨.١٢) م، ويعتبر الطابق الرئيسي لممارسة جميع النشاطات اليومية للعائلة ويشمل على:-

- مدخلين:-

أحدها رئيسي والآخر ثانوي.

- صالونين:-

أحدها رئيسي والآخر ثانوي حيث يتسع لإحدى عشر شخصا والثانوي لتسعة أشخاص وكلاهما يفتح بباب زجاجي على بلكونة تطل على مساحات خضراء ومناظر جميلة في الحديقة الخارجية ، ويتصل الرئيسي بغرفة طعام ويلاحظ وجود سلاسة في الحركة للضيوف وخصوصية لأفراد البيت.

- :-

تتوسط المطبخ والصالون وذلك لتسهيل الحركة على ربة البيت.

- صالة معيشة:-

وهي صالة متعددة الأغراض تقع في الجزء الجنوبي الغربي، ترتبط بها خدمات ضرورية مثل المطبخ ووحدات صحية ومدخل بالإضافة إلى ممارسة العائلة لنشاطاتهم اليومية.

- :-

يتصل مباشرة مع صالة المعيشة بنظام مفتوح ويرافقه بلكونة يفصل بينهما باب زجاجي يوفر إضاءة طبيعية أثناء النهار.

- :-

تقع في قسم المعيشة اليومية بالقرب من المدخل، مرفقة بحمام و بلكونة تعتبر هذه الغرفة رئيسية للضيوف.

- :-

يتوسط الفيلا مقابل المدخل الرئيسي، شكله دائري يمتد بين الطابق الأرضي والأول يحيط به جدار خرساني مسلح لتوفير الخصوصية لأفراد العائلة ووظيفته تقتصر على تسهيل الحركة بين الطابق الأرضي والأول.

- الداخلية والوحدات الصحية:-

وزعت الممرات على الطوابق واعتمدت الممرات الواسعة المفتوحة التي تسمح بالتنقل والحركة بشكل دائري. ووزعت الدورات الصحية بأعداد كافية تخدم أفراد العائلة والضيوف.

(:-

تبلغ مساحته (239) م² بمنسوب (١١.٥) م، ويعتبر هذا الطابق خاص بأفراد العائلة ويشمل على:-

- :-

موزعة في جميع أنحاء البيت، الرئيسية منهم بمساحة (٢٦) م² ملحقة بحمام خاص وبلكونة وجميع الغرف تطل على مساحات خضراء ومناظر جميلة.

- صالة معيشة مع بوفيه صغير

- وحدات صحية:-

تتوزع الحمامات بأعداد كافية تخدم الجنسين وبشكل منفصل.

(:-

تبلغ مساحته (٨١.٢) م² بمنسوب (١٤.٦٢) م، ويشمل على:-

- :-

تبلغ مساحتها (١٧) م².

- صالة كبيرة:-

تشكل هذه الصالة ثلاثي طابق الرووف حيث تشمل على قسم للجلوس وقسم مطبخ (بوفيه) وتفتح على بلكونة غير مسقوفة من جهتين بباب زجاجي لتوفير الإضاءة الكافية أثناء النهار وتشمل كذلك على وحدة صحية .

* العناصر المعمارية الخارجية:-

وتشتمل على الحديقة الخارجية والحركات المائية التي توفر المتعة والجمال بما تحتوي

عليه من:-

١- :-

تتميز هذه البركة بمساحتها الكبيرة والتدرج في الأعماق. حيث تبلغ مساحتها (٧٢ م^٢) كما إن البركة مرفقة بجاكوزي بمساحة ٢ م^٢ مشترك مع البركة مع جداره الداخلي ، والى اليسار من هذه البركة يوجد نوافير والتي تصب في البركة الرئيسية وهناك درج ملحق بالبركة في المنطقة الضحلة منها .

٢- :-

وهو عبارة عن شلال معلق فوق الدرجات التي تؤدي إلى البركة (٢.٧م X ١.٦م) مرتكز على أعمدة عند بداية الدرجات، ويصب في بركة السباحة.

٣- :-

على المدخل الرئيسي للفيللا توجد نافورة على ارتفاع (٧.٣٤) م عن الشارع الرئيسي والتي تصب في مستويات مختلفة صانعة شلالات ممتدة الى جهة الشارع، وعلى جانبي هذا الشلال توجد الأدراج التي تصل ما بين منسوب الصفر إلى المنسوب العالي. وعلى جانبي هذا الشلال يوجد أشجار صغيرة مزروعة في أحواض خاصة ضمن الشلال.

٤- الأدراج الخارجية:-

نظرا للاختلاف الكبير في المناسيب ما بين الشارع الرئيسي والفيللا، فقد تم معالجة ذلك بتصميم الأدراج الخارجية الرئيسية ويتوسط هذه الأدراج الشلالات والنوافير المتعددة المستويات التي تضفي مظهرا جماليا على هذه الأدراج. وبسبب هذه المناسيب الكبيرة كان لابد من إنشاء جدران استنادية ضخمة على جانبي الدرج، كما أن هناك أدراج خارجية حول الفيللا لتعطي منظرا جماليا في تعدد المناسيب.

٥- مدخلين خارجيين:-

تتميز هذه الحديقة بتعدد مداخلها لأنها تقع على شارعين الأول بمنسوب ٠.٠٠ والآخر بمنسوب ١٥,٤م فكانت رغبة صاحب المنشأ بوجود مدخلين على هذين الشارعين.

٦- العناصر الخدمائية :-

إن الشكل غير المنتظم والمساحة الكبيرة لقطعة الأرض ساعدت في توفير مساحات خضراء لجلسات عائلية جميلة وأماكن اللعب وكراج خارجي للسيارة.

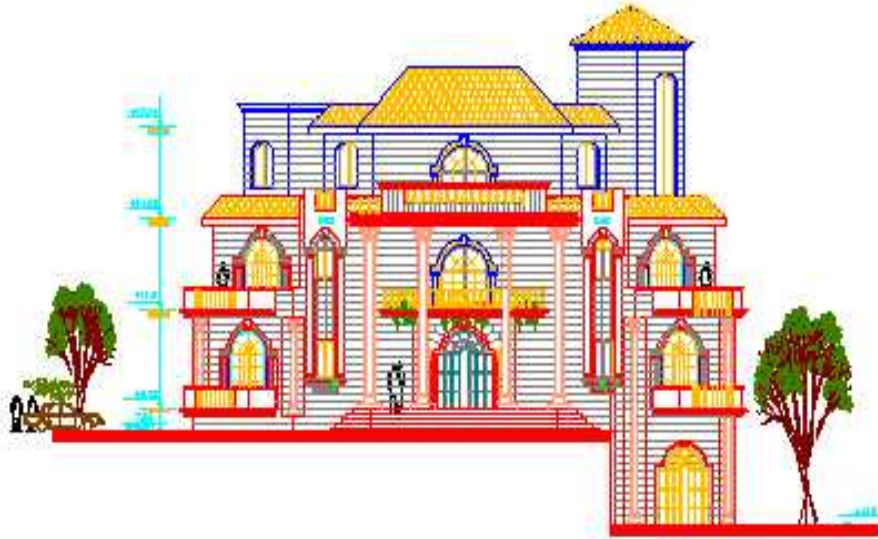
. . وصف الواجهات:-

تتميز واجهات المبنى بالإطلالة مما وفر إضاءة طبيعية أثناء النهار من خلال الشبابيك الموزعة على الواجهات الأربعة بالإضافة إلى إبراز عنصر الجمال المعماري من خلال الكتل المعمارية البارزة والممتدة في جميع الطوابق والحركات المعمارية التي تظهر من خلال التراجع في مساحة الطوابق.

وفي ما يلي إبراز العناصر المعمارية في كل واجهة:-

- الواجهة الرئيسي :-

تتكون الواجهة من عدة كتل بارزة تعطي مظهر معماري جميل، وعدم الاستمرارية في عرض الواجهة جعلها أكثر جمالا وروعة، ويظهر في الواجهة عدد من الأعمدة الخرسانية الملبسة بالحجر ذات أطوال مختلفة، كما يظهر تنوع في حجم وشكل الأبواب والشبابيك، كما تم استخدام الدريزونات الحجرية في تصويينة البلاكين على طول الواجهة وهذا يزيد الواجهة جمالا. كما أن وجود القرميد على سطح الفيلا أضفى عنصر معماري جميل كما في الشكل (٢-٢) :-



الشكل (٢-٢) الواجهة الرئيسية

- الواجهة الجنوبية الشرقية:-

في هذه الواجهة نلاحظ وجود تراجع في استخدام الكتل البارزة كما هو في الواجهة الرئيسية وأصبح هنا استمرار في عرض الواجهة وقلة استخدام الأعمدة الحجرية ولكن اختلاف حجم وشكل الفتحات على طول الواجهة ووجود درز بزينات الحجرية والأسطح القرميدية على بعض الكتل أضفى للواجهة جمالا وروعة.

- الواجهة الشمالية الغربية:-

واجهة حجرية تميزت بنفس مميزات الواجهة الرئيسية من وجود الكتل المعمارية البارزة وعدم الاستمرارية في عرض الواجهة ووجود عدد من الأعمدة الحجرية كما يظهر وجود التصوينات الحجرية للبلاكين، وتتميز هذه الواجهة عن غيرها بوجود بعض الفتحات ذات الطول الكبير التي تمتد على طول الواجهة مع وجود تنوع في حجم وشكل الفتحات الأخرى.

- الواجهة الغربية الجنوبية:-

تتميز هذه الواجهة ب بروز الكتل الدائرية في البلاكين مع وجود الأعمدة الحجرية الممتدة بين البلاكين، أيضا وجود تنوع واختلاف في أحجام الأبواب والشبابيك ووجود الأسطح القرميدية زاد الواجهة روعة وجمالا، وتعتبر هذه الواجهة الخلفية للمبنى.

الدراسات الإنشائية

:- .

يتمثل التصميم الإنشائي بالمخططات الهندسية التي تعنى بتطبيق التصميم المعماري للمبنى بشكل مستقر، أخذاً في الاعتبار أحمال المبنى من منشآت ومعدات وأجهزة وأثاث وأشخاص، وكذلك قوة تحمل التربة التي يقام عليها المبنى- و في المباني العالية يراعى أيضاً دراسة تأثير الزلازل والرياح على المبنى ووضع الحلول الهندسية اللازمة لاستقرار المبنى.

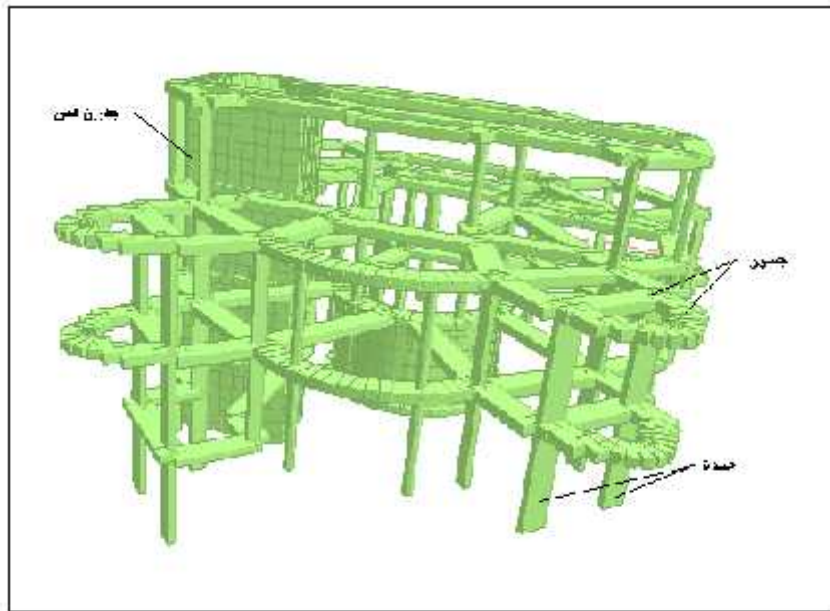
تشمل التصاميم الإنشائية مخطط القواعد، مخطط الأعمدة، مخطط الجسور والهيكل الإنشائي، مخطط التفاصيل والتسليح والبلاطات.

تعتبر الخرسانة المسلحة من أكثر المواد المستخدمة في التصميم، لذلك أصبح لدى الكثير من المهندسين الإنشائيين خبرة باحتياجات تصميم المباني ذات الطوابق المحدودة، فأصبحوا يتساهلون بعمل التصميم الإنشائي بحيث لا تبنى تصاميمهم على دراسة علمية لخصائص وقوة تحمل التربة في الموقع وأحمال المبنى، مما يجعل التصميم الإنشائي يقوم على

فرضيات محافظة جداً، الأمر الذي يؤدي إلى مبالغات في الإحتياجات المكلفة والتي يتحملها صاحب المبنى دون أن يشعر بحجم المبالغ المهدرة والتي قد تصل إلى ٥٠% من تكلفة الهيكل الإنشائي.

ولكننا اليوم ومن خلال مشروعنا سوف نعمل على دراسة وتحليل العناصر الإنشائية في المبنى، والعمل على تصميمها على أسس علمية- قائمة على استخدام الكود الأمريكي- من أجل الوصول إلى أفضل تصميم إنشائي للمبنى وبأقل التكاليف.

الشكل التالي يبين رسمه ثلاثية الأبعاد للعناصر الإنشائية المكونة للفيلا التي سوف نعمل على تصميمها في مشروعنا هذا.



الشكل ١.٣ : العناصر الإنشائية المكونة للفيلا

. هدف التصميم الإنشائي:-

ان تحديد النظام الإنشائي وتحديد العناصر الإنشائية المناسبة واختيار الأبعاد والمقاطع الاقتصادية والامنة للعناصر الإنشائية – هو الهدف الأساسي من عملية التصميم الإنشائي، أما عوامل الأمان فيتم تحقيقها عبر اختيار مقاطع للعناصر الإنشائية قادرة على تحمل الأوزان والأحمال الأخرى، والإجهادات الناتجة عنها، أما عنصر التكلفة فيتم تحقيقه عن طريق مواد البناء المستخدمة، وتصميم مقاطع منخفضة التكلفة.

. العملية:-

قبل البدء في عملية التصميم الإنشائي للمشروع، يجب اعداد تقرير جيوتقني للموقع من اجل التعرف على قدرة تحمل ونوع ومواصفات التربة، وللقيام بهذا التقرير يتم زيارة موقع الإنشاء، وعمل ثقب استكشاف في التربة (Boreholes) بأعداد وارتفاعات مدروسة، ثم أخذ عينات للتربة والصخور، وبعد ذلك تجري الفحوصات اللازمة على العينات المأخوذة. إن عملية استكشاف التربة مهمة جداً في عملية التصميم، فمنها يتم تحديد:

- (١) عمق طبقة التأسيس.
- (٢) قدرة تحمل التربة.
- (٣) منسوب المياه الجوفية(ان وجدت).
- (٤) مقدار هبوط تربة الموقع.
- (٥) مقدار الضغط الجانبي المؤثر على الجدران الإستنادية، والذي يعتمد على نوع التربة.

وقد تم الحصول على نتائج هذا الاختبار من المهندس الذي قام بعمل هذا الاختبار على تربة الموقع، حيث أن التربة كانت صلبة وتقدر قدرة تحملها تساوي ٣.٥ كغم/سم². وتجدر الإشارة هنا، الى انه يجب القيام باعادة تحديد قدرة تحمل التربة ، ان لوحظ ان خواص التربة بعد الحفر تختلف عن خواص التربة الواردة في التقرير الجيوتقني.

وهناك بعض الاختبارات التي يجب القيام بها أثناء تنفيذ المشروع، مثل:-

- فحص الباطون أثناء التنفيذ.
- فحص الحديد قبل الاستخدام.

انية والتحليل وطريقة العمل:-

يعتبر تحديد النظام الإنشائي والعناصر الإنشائية المناسبة ، الخطوة الأساسية في عملية التحليل والتصميم، وذلك. والشكل التالي يوضح العناصر الإنشائية التي سوف يتم دراستها وتصميمها.

(الأحمال الميتة:-

وهي عبارة عن وزن المنشأ، وزن الأرضيات، بالإضافة إلى وزن الحوائط والتشطيبات من دهانات وتكسيات وخلافه، وهي ثابتة في مقدارها وموقعها.

NO.	Material	Quality Density
١	Tile	22 (KN/m ³)
٢	Sand	٢٠ (KN/m ³)
٣	Reinforced Concrete	٢٥ (KN/m ³)
٤	Block	9 (KN/m ³)
٥	Plaster	22 (KN/m ³)
٦	Partition	1.25 (KN/m ²)

جدول (٣-١) الكثافة النوعية

(الأحمال الحية:-

وهي الأحمال الناتجة من شغل هذه المباني بالسكان والأثاث المختلف، والقواطع المتحركة، حيث تتغير هذه الأحمال في مقدارها وموقعها، وقد تم اعتماد الكود الأردني في تحديد قيمة هذه الأحمال اعتمادا على نوع الاستخدام للمبنى، حيث حصلنا على قيمة تساوي ٢٠٠ كغم/م² لهذا النوع من البناء.

(:-

وهي عبارة عن أحمال أفقية تؤثر على المنشأ، وتؤدي إلى تولد عزوم تعرف بعزوم الانقلاب وعزوم اللي، وقوى أفقية هي قوى القص، لذلك يجب أن يكون المبنى مصمماً لمقاومة هذه الأحمال الأفقية وجعله ثابتاً وذلك عن طريق استخدام جدران القص.

(أحمال الرياح:-

هذه الأحمال تعتبر من الأحمال الرئيسية في الكثير من دول العالم، وتعتبر من الأحمال الثانوية في بعض الدول الأخرى، وذلك يعتمد على قوة ضغط الرياح في هذه الدول.

.. :-

- تم استخدام ثلاث أنواع من العقود في هذا المشروع وهي على النحو التالي:-
- عقدة (One Way Ribbed Slab) : تم استخدامها في جميع الطوابق.
 - عقدة (Two Way Ribbed Slab) : تم استخدامها في جزء من عقدة طابق التسوية.
 - عقدة (solid slab) : تم استخدامها في عقدة بيت الدرج.

حيث تم استخدام النوع الاول من العقدات في جميع الطوابق تقريبا بسبب قصر المسافات بين الأعمدة، حيث أنه من الأجدى اقتصاديا في هذه الحالة استخدام هذا النوع من العقدات.

.. :-

من سماكة العقدات ونوع الطوب المستخدم يتم تحديد سماكة وعرض الأعصاب، وقد كانت في مشروعنا على النحو التالي:-

- طابق التسوية : تم استخدام طوب عادي بسماكة ١٧ سم، عرض الاعصاب ٢١ سم.

- الطابق الأرضي و الأول : تم استخدام طوب عادي بسماكة ٢٤ سم، عرض الأعصاب ١٥ سم وذلك للتغلب على (high deflection) والذي نتج من وجود (cantilevers) في هاذين الطابقين.

- طابق الرووف : تم استخدام طوب عادي بسماكة ٢٤ سم، عرض الأعصاب ٢١ سم.

.. :-

تعتمد عملية تصميم الجسور على الأحمال الواقعة عليها من العقدات، حيث تقوم الأعصاب بعملية نقل هذه الأحمال من العقدات إلى الجسور، وفي هذا المشروع لم يظهر عندنا سوى نوع واحد من الجسور هي الجسور المسحورة داخل العقدات، والتي يشكل الدافع المعماري أيضا الدور الكبير في استخدامها بدلاً من غيرها.

.. :-

العمدة هي العنصر الرئيسي في نقل الأحمال من العقدات والجسور إلى الأساسات، حيث يعتمد عليها استقرار المبنى وثباته، وانهيار الأعمدة يعني انهيار المبنى كاملاً.

فمن هنا وبعد أن تم تصميم العقدات والجسور تصميماً كاملاً، تم نقل الأحمال من هذه العناصر إلى الأعمدة بشكل دقيق، وهذه الأحمال الناتجة عن العقدات والجسور تم تجميعها من كل طوابق المبنى لمعرفة الحمل على عمدة الطابق الأرضي، حيث أنه في تصميم الأعمدة تم تصميم أعمدة الطابق الأرضي صعوداً إلى باقي الطوابق.

.. :-

إن أول ما يبدأ بتنفيذه عند إنشاء البناء هي الأساسات، إلا أن تصميمها يأتي بعد الانتهاء من تصميم كافة العناصر الإنشائية في المبنى، حيث تقوم بنقل وتوزيع الأحمال المنقولة من الجدران والأعمدة إلى التربة وبناءً على الأحمال الواقعة عليها وطبيعة الموقع، تم تحديد نوع الأساسات المستخدمة.

.. :-

نظراً لوجود الجدران المستمرة والتي تبدأ من أساسات المبنى حتى أعلى منسوب في المبنى، والمتمثلة بجدران مطالع الدرج، كان اختيارنا استخدام نظام جدران القص في مقاومة القوى الأفقية. وفي هذه الحالة ولكي تكون الجدران كافية لمنع أو تقليل تولد عزوم اللي و آثاره على جدران المبنى المقاومة للقوى الأفقية، يفضل أن يكون الفرق بين مركز ثقل المبنى ومركز ثقل جدران القص لا يتجاوز (1/6) من الطول الكلي للمبنى في ذلك الاتجاه.

هي مجسم مائي منشأ اصطناعياً أياً كان داخلياً أو خارجياً، مزود بأنابيب مياه يمكن التحكم بها، حكومية كانت أم خاصة، تستخدم أو يعزم استخدامها للسباحة، للغطس أو الاستحمام لغرض الاستمتاع أو لغرض العلاج الطبيعي.

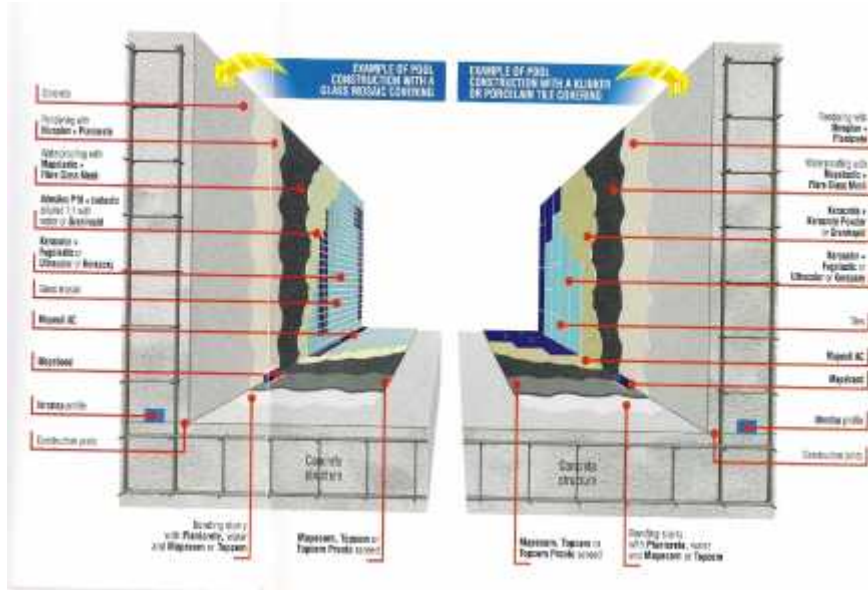
يجب أن تصمم البركة و تبنى من الخرسانة المسلحة أو أي مادة أخرى لها نفس المقاومة، مانعة لتسرب المياه، وقادرة على مقاومة الإجهاد المتوقع تحت تأثير ظروف كونها مملوءة بالمياه أو كونها فارغة، آخذين بعين الاعتبار التأثيرات المناخية، والظروف الجيولوجية، وتأثير المنشآت المجاورة على البركة و العوامل المشابهة الأخرى.

يفضل أن تصب جدران البركة وأرضيتها على مرحلة واحدة، وبعد صب جدران وأرضية البركة يفضل القيام بعمل مدة ميلان لأرضية البركة مع دهان بمواد مانعة لتسرب المياه، مثل مادة السيليكا، لتكون أرضية البركة ملساء ومستوية، أو بميل متجانس نحو القعر للقيام بعملية لصق البلاط، وهي أفضل من وضع طمم تحت البلاط، ويجب الأخذ بعين الاعتبار عدم وجود زوايا حادة بين أرضية البركة وجدرانها، ويتم ذلك بعمل تنمينة على جميع الحواف عند التقاء الجدران بالأرضية. وبعد ذلك يتم تبليط جدران البركة على أن يكون البلاط من النوع الأملس وقادر على تحمل ضغوط المياه، وتحمل الظروف المناخية آخذا بعين الاعتبار كون البركة مملوءة بالمياه أو فارغة، ويجب أن يتحمل البلاط التنظيف المتكرر بالفرشاة والحك، وإجراءات التنظيف الأخرى.

- ويمكن تلخيص متطلبات مبنى البركة - حسب ما ورد في نشرة (الدلائل الإرشادية لإنشاء وترخيص المسابح، إعداد اللجنة الوطنية للمسباح، فلسطين، ١٩٩٩م) بما يلي:
١. أن تحتوي البركة على منطقتين : الأولى عمق منخفض ، والأخرى ذات عمق كبير.
 ٢. أن تكون جميع جدران البركة الجانبية والأمامية عمودية لمسافة متر واحد على الأقل.
 ٣. أن لا يقل عمق البركة عن متر واحد وأن لا يزيد عمقها عن ٢.٨ م.
 ٤. أن ينحدر السطح السفلي للبركة بميلان لا يزيد عن ١:١٢ من المنطقة ذات العمق المنخفض إلى العمق المرتفع ، ويراعى عدم وجود تغير مفاجئ في الميلان.
 ٥. أن يكون ٦٠% - ٨٠% من مساحة البركة ذا عمق لا يزيد عن ١.٥ م.
 ٦. وضع سلم أو درجات للصعود عند الحافة العميقة للبركة.
 ٧. وضع سلم أو درجات للصعود على جوانب البركة لكل ٢٥م من محيط البركة.
 ٨. يراعى عدم بروز السلم أو الدرجات داخل البركة.
 ٩. أن تكون جميع الأسطح الداخلية للبركة ملساء وسهلة التنظيف.
 ١٠. أن يكون اتصال الجدران الداخلية للبركة مع الأرضية مقعرا (بدون زوايا حادة).

لخرسانة البركة ومعالجتها:-

الشكل التالي يبين الطبقات الإنشائية لبركة السباحة .



الشكل (٣-٣) : الطبقات الإنشائية لبركة السباحة.

-: (

من أجل الحصول على باطون قادر على حجز الماء ، ومراعاة عدم تسريب

الماء قدر الامكان، يراعى أن تكون الخلطة الخرسانية تحقق الشروط التالية:

- * قوة تحمل الباطون B30 فأكثر.
- * القدرة على تحمل الضغوط الهيدروستاتيكية التي فوقه
- * تقليل النسبة المئوية للماء في الخلطة الخرسانية ($w/c > 0.55$)، فتصبح الخرسانة قابليتها لنفاذ الماء أقل.

* قابلية عالية للتشغيل ، ويكون ذلك عن طريق اضافات كيميائية تعمل على تمييع

الخرسانة نذكر عليها امثلة لاسماء مواد موجودة في السوق منها :

Super plasticisers Mapi fluid line-

Acrylic-base dhyper plasticisers Dynamon line-

* سمك طبقة الخرسانة المغطية لحديد التسليح لا تقل عن ٣ سم.

* الإيناع بالماء لمدة ٧ أيام على الأقل بعد صب الخرسانة.

* إضافة fiber mesh إلى الطبقة المعالجة ، سوف يتم الحديث عنها لاحقا.

(معالجة الفواصل الانشائية بين الجدران والقاعدة:-)

لتجنب تسرب الماء من خلال الفاصل الإنشائي بين الجدران والأرضية

يستعمل أحد العازلين :

- Water Stop: وهو عبارة عن شريط مطاطي يكون وجهه الداخلي املس ، ووجهه

الخارجي عليه نتوءات لتسهيل التصاقه مع الباطون . يتوفر بعدة أبعاد في السوق ، يستخدم في

برك السباحة ما يكون بعرض ٣٠ سم ، وسماكة ١ سم. يثبت بأسلاك بحديد التسليح قيل صب

الأرضية ، بحيث يثبت نصفه في الأرضية ، والنصف الآخر يصب عليه باطون الجدران.

- IndroStop: عبارة عن حبل مطاط، مستطيل المقطع (20x15mm) ،

(20x10mm) يثبت بأرضية البركة بعد صبها باستخدام مادة لاصقة خاصة (drostop astic)

(أو أسلاك لتثبيتها بحديد التسليح للجدران. ينتفخ بالماء (٤٥% بعد ٢٤ ساعة) ، (٧٠% بعد

يومين) ، (١٢٠% بعد ٧ أيام) ، حتى يمنع تسرب المياه.

(:-

عن طريق إزالة النتوءات والزيادات من باطون الجدران ، ومعالجتها بطبقة من المونة الإسمنتية العازلة ، بإضافة مواد معالجة مثل (Planicrete & Nivoplan) محلولة بالماء بنسبة (١:٤).

- * يراعى في الطبقة المعالجة هذه تحقق ما يلي:
- * فترة العمل (من بداية خلط المونة) ← ٢-٣ ساعات.
- * سمك الطبقة ٢-٣٠ مم.
- * قوة تحمل المونة الإسمنتية في الشد < ٣.٥ MPa.
- * قوة تحمل المونة الإسمنتية في الضغط < ٦.٠ MPa.

(معالجة الأرضية:-

إزالة النتوءات والزيادات من باطون الأرضية ، وإزالة آثار الغبار والمساحيق والزيوت التي تؤثر على قوة التصاق طبقة المعالجة الإسمنتية بطبقة الخرسانة المسلحة ، ومعالجة الأرضية بطبقة من المونة الإسمنتية العازلة ، بإضافة مواد معالجة مثل (Planicrete & Topcen or Mapecem binders) .

- يراعى في الطبقة المعالجة هذه تحقق ما يلي:
- الفترة الزمنية حتى البدء بالتبليط ٢٤ ساعة.
- قوة تحمل المونة الإسمنتية في الضغط < ٢٥ MPa.

يضاف طبقة من الباطون فوق الأرضية ، لوجود عيوب في الصبة الخرسانية ،
ويستخدم في هذه الطبقة مواد عازلة، أكثر هذه المواد توفرا في السوق المحلي :

● Fiber Mesh: مادة تتكون من حزم من الألياف، تتفكك الحزم المتماسكة بفعل
الخلط وتتحول إلى ملايين من الألياف المنفصلة. هذه الألياف تتوزع بانتظام
داخل الخرسانة في جميع الإتجاهات مكونة تقوية إضافية ضد الشروخ التي
تنتج عن الإنكماش أثناء عملية الشك، وكلما أخذت الخرسانة في الشك
والإنكماش وبدأت الشروخ الدقيقة جدا في التكون قابلتها ألياف الفايبر مش
لتسدها وتمنع تأثيرها وتطورها وإيقاف المشاكل التي من الممكن أن تترتب
عليها.

● Microselica : مادة كيميائية تكون على شكل مسحوق ، تعمل على تحسين
مقاومات ومواصفات الخرسانة و تطبيقاتها في الأعمال الإنشائية . حيث لدى
الجزيئات الصغيرة جدا المكونة لمادة " المايكرو سيليكيا" المقدرة على اختراق
الفراغات بين جزيئات الاسمنت المعجون والحصى مما يعمل على تحسين
خواص الحشوة . كما يتفاعل ثاني أكسيد السيليكون مع هيدروكسيد الكالسيوم
ليخص منه بشكل هيدرات اسمنتية لتشكل الكثير من هيدرات سيليكات
الكالسيوم Csh والتي تضم الاسمنت معاً حيث يؤدي ذلك لزيادة قوة الخرسانة
وجعلها اقل نفاذية .

توضح خطة المونة الخرسانية المستخدمة للطبقة العازلة ، حيث يظهر فيها وجود ألياف
الفايبر مش.



الشكل (٤.٣) : طبقة الخرسانة العازلة في البركة.

Source: building speciality line – Mapei Cataloge.

(تركيب البلاط و الموزايكو الزجاجي:

إضافة مواد لاصقة للمونة الإسمنتية المستخدمة في تركيب البلاط، مثل مادة (keracrete Powder) ، وفي تركيب الموزايكو الزجاجي ، مثل مادة (Adesilex P10 & Isolastic (elastic latex)) .

الخصائص التي تتميز بها هذه المونة عند درجة حرارة 23°C :

- الفترة الزمنية من فتح المادة حتى خلطها يجب أن لا تتجاوز ٢٠ دقيقة .
- فترة العمل (من بداية خلط المونة) يجب أن لا تتجاوز ٣٠ دقيقة .
- الأرضية جاهزة للاستعمال بعد أربع أسابيع .

(التركيب السريع :-)

- وذلك باستخدام مواد لاصقة تسمح باستخدام البركة بعد زمن قليل ، مثل مادة Granirapid ، التي تضاف إلى مونة بلاط الموزايكو أو البورسلان أو الكلنكر الخصائص التي تتميز بها هذه المونة عند درجة حرارة 23°C :
- الفترة الزمنية من فتح المادة حتى خلطها يجب أن لا تتجاوز ٢٠ دقيقة .
 - فترة العمل (من بداية خلط المونة) يجب أن لا تتجاوز ٤٥ دقيقة .
 - الأرضية جاهزة للاستعمال بعد ثلاثة أيام .

(:-)

وتمثل طبقة أخرى عازلة تدهن فوق البلاط ، حيث تعمل على ملاء الفراغات والفواصل بين البلاطات ، ويستخدم في هذه الطبقة مواد عازلة مثل (Keracolor & Fugolastic or ultracoloar) ، ويمكن ملاء البركة بالماء بعد فترة زمنية لا تقل عن ٤٨ ساعة من دهن هذه المادة . الصورة التالية تبين اضافة هذه المادة على بلاط الأرضية بالدهن .



الشكل (٥.٣) : دهان المادة العازلة فوق البلاط.

Source : Innovative , Concrete Restoration Systems 2007– Mapei

-:

.

هناك عدة برامج حاسوب تم استخدامها في هذا المشروع، هي:-

- ❖ أتوكاد ٢٠٠٦ : لعمل الرسومات المفصلة للعناصر الإنشائية .
- ❖ STADD Pro : لإجراء التحاليل الإنشائية لبعض أجزاء المبنى.
- ❖ Proken : لإجراء التحاليل الإنشائية لبعض أجزاء المبنى.
- ❖ Atir : لإجراء بعض التحاليل والتصاميم الإنشائية لبعض أجزاء المبنى.
- ❖ مجموعة من برامج: Microsoft Office.

الميكانيكية للشلالات

-: .

تعتبر برك السباحة من أكثر الأماكن التي تضيء جمالاً على البيت وإحساساً بالبهجة والاسترخاء خصوصاً في فصل الصيف، ولا سيما في البلدان التي يكون جوها حاراً معظم أيام السنة. لذا أصبح من البديهيات في هذه البلدان عند بناء أو شراء منزل وجود بركة سباحة، نظراً للفوائد الصحية التي تعود على من يسكنه عند ممارستها رياضة السباحة، وكذلك الفوائد الاجتماعية حيث يجتمع معظم أفراد الأسرة حول المسبح في جو مفعم بالمتعة والبهجة.

ويزيد من جمال منطقة المسبح أن يحاط بمساحة خضراء طبيعية أو يضاف إليه بعض مصبات المياه كالشلالات والنوافير، كما يمكن تزيين الجدران المكونة لمنطقة المسبح ببعض تشكيلات السيراميك الملون بألوان مختلفة مبهجة .

وعلاوة على ذلك، فإن الحصار الذي تفرضه قوات الاحتلال على شعبنا الفلسطيني، وسيطرتها على معظم الأماكن الجميلة التي يقصدها الناس للراحة والترفيه عن النفس، بدأ الناس

بالتوجه لإنشاء برك السباحة في منازلهم ليوفروا لأبنائهم بعضاً من مظاهر الترفيه والمتعة التي طالما حرم منها أطفالنا في فلسطين.

ولأن ظاهرة إنشاء برك السباحة في المنازل – سواء كانت داخلية أو خارجية- تعتبر حديثة في بلادنا، نجد أن خبرة المهندسين قليلة في هذا المجال أو تكاد حتى تكون معدومة.

لذلك ومن خلال مشروعنا، سوف نعمل على تصميم بركة السباحة والشلالات والنوافير المحيطة بالفيلات ميكانيكياً، وذلك من أجل اكتساب بعض الخبرة والتي تميز مهندس المباني عن غيره من المهندسين المدنيين في سوق العمل.

وقد تم الاعتماد على عدة كتالوجات في التصميم الميكانيكي وهي:-

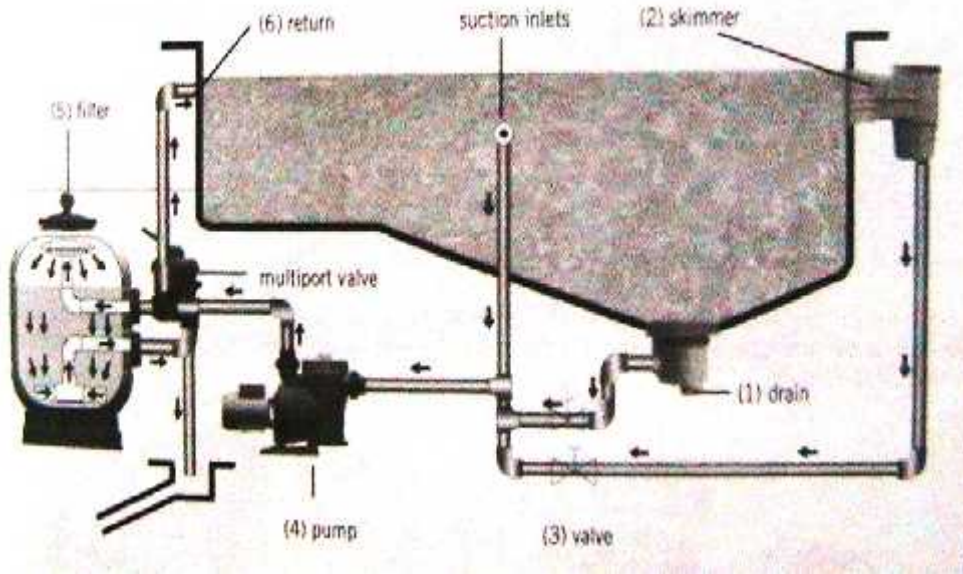
- ١- كتالوج "Astral" ← لاختيار المعدات الميكانيكية وتصميمها.
- ٢- كتالوج "PEM" ← وقد استخدمت في اختيار رؤوس النوافير وطريقة تركيبها.
- ٣- كتالوج "Jacuzzi" ← استخدمت لتحديد الأبعاد والميلانات والأعماق داخل البركة.
- ٤- كتالوج "Hydro Air" ← لاختيار بعض المعدات الميكانيكية وتصميمها.

. الدائرة الميكانيكية للبركة:-

يتم سحب مياه البركة من خلال المصارف الأرضية (١) في أخفض نقطة في البركة، وال skimmers (٢) على سطح المياه من خلال أنابيب منفصلة على أن يتوفر محبس (٣) لكل من خط آل skimmers وخط المصرف الأرضي، بواسطة المضخة (٤) إلى المرشح (٥).

وبعد عملية الفلترة خلال المرشح يتم إرجاع المياه المفلترة إلى البركة من خلال مخارج المياه الراجعة (٦)، والتي تركيب في الجهة المقابلة لـ skimmers والمصارف الأرضية، كما هو موضح في الشكل (٤-١)

عندما تدفع المضخة المياه إلى الفلتر يتم تدوير المياه خلال الفلتر من الأعلى إلى الأسفل خلال رمل ذو أقطار مختلفة، وبالتالي فإن العوالق التي تكون مصاحبة للمياه يتم حجزها بين حبيبات رمل الفلتر. وهذا يتطلب غسل رمل الفلتر على فترات محددة للتخلص من تلك العوالق من خلال عملية تسمى back wash (الغسيل العكسي) وهذا يتم من خلال المحبس السداسي للفلتر والذي يعمل على عكس اتجاه المياه داخل الفلتر من الأسفل إلى الأعلى وتوجيه المياه التي تحتوي على العوالق داخل الفلتر إلى المجاري العامة.



الشكل (٤-١) : الدورة الميكانيكية لبركة السباحة.

(Ref. → Astral pool, cantabric, " installation & maintenance manual")

. النظام الميكانيكي للبركة:-

-:Skimmer 1.3.4

تستخدم لإزالة الأوساخ والأوراق العائمة على وجه المياه وبالتالي يجب أن تكون في الموقع المواجه لاتجاه الرياح وباتجاه معاكس لل return inlets، وبشكل عام يتم تركيب أل Skimmer على الجدار الذي يشكل عرض البركة في الجهة العميقة بحيث يكون منتصف أل Skimmer يشكل منسوب سطح المياه في البركة. لإيجاد معدل تدفق المياه خلالها يتم الرجوع إلى كتالوج الشركة الصانعة. ول Skimmer أغراض أخرى إذ يمكن ربط المكنسة الأرضية للبركة بواسطتها لتوفير مصدر شطف للمياه لتكريرها من خلال المكنسة الأرضية.

. . المصارف الأرضية:-

توضع في المنطقة العميقة من البركة ومن خلالها يتم سحب المياه من البركة بواسطة المضخة ودفعها باتجاه الفلتر، تعمل على سحب مياه البركة من الأجزاء العميقة في عملية الفلتر.



الشكل (٢-٤) : Skimmer ، ومصرف أرضي .

-. Return inlets . .

تقوم بإعادة المياه المفلترة من الفلتر إلى البركة وتوضع في جدار المقابل لمكان وجود ال Skimmer , بمنسوب ٢٥-٤٠ سم تحت منسوب سطح المياه.



الشكل (٣-٤) : Return inlet .

تقوم المضخات بدورين أساسيين في بركة السباحة الأول يتضمن تصفية مبدئية لمياه البركة حيث تقوم المضخة بحجز العوالق الصلبة بواسطة الفلتر المبدئي المزود بالمضخة وتمنعها من الدخول إلى النظام الهيدروليكي للبركة. أما بالنسبة للدور الأساسي الذي نقوم به فهو تدوير المياه في البركة ، حيث تقوم بشفط المياه من البركة من خلال المصارف الأرضية وال Skimmer ودفعها باتجاه الفلتر الذي يقوم بتنقية المياه ومن ثم إعادتها إلى البركة من خلال .return inlets.

وتكون هذه المضخات مصنوعة من البلاستيك للتخلص من مشكلة الصدأ بينما تكون الأجزاء الداخلية الملامسة للمياه مصنوعة من الستانلس ستيل المقاوم للأحماض ويجب اختيار هذه المضخة المناسبة للبركة من كتالوج الشركة الصانعة بعد تحديد معدل تدفق المياه للمضخة والضغط اللازم للتغلب على Friction head & static head والذي يعادل في معظم الأحيان ١٠ م .

أما بالنسبة للتدفق المطلوب فيتم حسابه على النحو التالي:

$$\text{معدل التدفق المطلوب} = \frac{\text{حجم مياه البركة}}{\text{عدد ساعات الفلتره}}$$

ويجب أن تكون المضخة قادرة على تدوير المياه خلال الفلتر مرة واحدة كل ٢-٤ ساعات حسب تصميم البركة.



الشكل (٤-٤) : مضخة .

.. :-

يصنع عادة جسم المرشح أو الفلتر من مادة UPVC المقاومة للأحماض والمواد الكيماوية. وفي داخله يكون الخط العلوي مزود بمرشات للمياه التي تقوم برش المياه على الرمل داخل الفلتر، ويتم سحب المياه المفلترة من داخل الفلتر بواسطة أنابيب مثقبة بأقطار صغيرة جدا لتسمح للمياه بالخروج منها ولا تسمح لحبيبات الرمل بذلك.

يتم تحديد قدرة المرشح من خلال كتالوج الشركة الصانعة، بحيث يكون معدل تدفق المياه المسموح بها خلال الفلتر مساوي لمعدل تدفق المياه من خلال المضخة المصاحبة للنظام.

ولابد من الإشارة إلى ضرورة توفر أجهزة لقياس الضغط على مدخل ومخرج كل مرشح، بالإضافة إلى أجهزة لتنقيس الهواء من الفلتر في أعلى نقطة من المرشح.

يتم تركيب محبس سداسي على كل مرشح يتم من خلاله تنفيذ العمليات التالية:

١. Filtration: والتي من خلالها تسمح للمياه بالدخول للفلتر من الأعلى إلى الأسفل ليتم إزالة العوالق من المياه.
٢. Back wash: ويتم من خلالها تدوير المياه داخل الفلتر من الأسفل على الأعلى ليتم تنظيف الرمل من العوالق ودفعها إلى المجاري العامة.
٣. Rinse: والتي تعمل من خلالها على شطف وجه الفلتر للتخلص من كل العوالق التي تجمعت على سطح الرمل داخل الفلتر من خلال عملية back wash ودفعها إلى المجاري العامة.
٤. Waste: وهي عملية يتم من خلالها تفريغ جميع مياه البركة إلى المجاري العامة في حالة الرغبة في تفريغ البركة.
٥. Recirculation: وفي هذه الحالة يتم تدوير المياه من المضخة إلى الخط الراجع في البركة دون المرور من خلال الفلتر، ويتم استغلال هذه العملية خصوصا إذا كان هنالك نوافير بجانب البركة.
٦. Closed: في هذه الوضعية يتم إغلاق جميع مداخل ومخارج الفلتر لأغراض الصيانة.



الشكل (٤-٥) : فلتر ، ومحبس سداسي .

. . أنابيب الشبكة:-

يتم الربط بين جميع أجزاء الدائرة الميكانيكية للبركة بواسطة مواسير مصنوعة من مادة UPVC، وهي أنابيب تقاوم الأحماض والمواد الكيماوية، وتتحمل ضغوط مياه عالية تصل إلى ١٦ بار. وهناك نوعان من الخطوط في الشبكة:

- خط السحب: والذي يربط بين المصارف الأرضية و skimmers مع خط سحب المضخة.
- خط الراجع: والذي يقوم بنقل المياه المفلترة من الفلتر إلى مخارج المياه في البركة.

وتجدر الإشارة إلى أن أقطار تلك الأنابيب يتم تحديدها من كتالوج الشركة الصانعة بناء على معدلات تدفق المياه المطلوبة في النظام.



الشكل (٤-٦) : PVC pipe and fittings .

-:

..

ويتم تركيب ذلك المخرج على منسوب ٢٠ سم من سطح المياه، وعلى الجدار المجاور للمصرف الأرضي. ويتم ربطها بواسطة أنبوب بلاستيكي مع خط سحب البركة. ويستخدم هذا المخرج كخط سحب لمكنسة الشفط لتنظيف أرضية البركة من الأتربة والرمال، وفي هذه الحالة يجب إغلاق محابس المصرف الأرضي و skimmers.



الشكل (٧-٤) : مكنسة الشفط .

. نوافير المياه:-

في مشروعنا هذا يوجد لدينا نوعين من النوافير:

❖ نوافير بجانب البركة وهي من نوع cascade jets أنظر الشكل (٨-٥) والتي تتميز بتدفق مياه عالي ذو رغوة وعلى ارتفاعات لا تتجاوز ٠.٥ م. وهذه النوافير تستخدم المصارف الأرضية للبركة كخط سحب لمضخة خاصة بها يتم تركيبها بجانب مضخة البركة، ويجب الأخذ بعين الاعتبار أن يكون معدل تدفق مياه المضخة الخاصة بالنوافير مساوياً لمجموع تدفق مخارج النوافير حسب كتالوج الشركة الصانعة، ولا ننسى اعتبار الضغط المطلوب لتشغيل تلك النوافير بشكل سليم حسب كتالوج الشركة الصانعة.

❖ نافورة على أعلى الأدرج الرئيسية في المدخل الرئيسي للفيلا، وهي من نوع hemisphere crystal nozzle أنظر الشكل (٩-٥) ، وتتكون من طبقة معدنية مركب عليها مجموعة كبيرة من مرشات المياه ، والتي تعمل على رش المياه من ذلك الحوض إلى أحواض متتالية على بسطات الدرج المتتالية على شكل شلال ، إلى حوض تجميع في أسفل الأدرج ، حيث يتم ربط ذلك الحوض مع مضخة خاصة بهذه النافورة والشلالات ، بواسطة أنابيب بلاستيكية وإعادة تدويرها بواسطة تلك المضخة إلى أعلى الأدرج. ويتم تحديد قدرة تلك المضخة حسب معدل تدفق مياه النافورة في أعلى الأدرج، مع الأخذ بعين الاعتبار الضغط اللازم لذلك.



الشكل (٨-٥) : cascade jets

Source

[:http://www.bbc.co.uk/tyne/content/images/2005/02/11/bottom_cascade_400x300.jp](http://www.bbc.co.uk/tyne/content/images/2005/02/11/bottom_cascade_400x300.jp)

g



الشكل (٩-٥) : Hemisphere nozzle

(Ref. → PEM," specialized equipment for fountains & water features")

• :-

الدائرة الميكانيكية للجاكوزي والتي تعمل على تدوير المياه في النظام، هي نفسها أجزاء البركة من مصارف أرضية، إلى خط السحب أو مضخة لتمرير المياه إلى المرشح وخط الراجع. ولكن يختلف بأن مخارج المياه تحتوي على خط تزويد الهواء وتعمل على خلط الهواء مع الماء قبل إعادته إلى الجاكوزي. وهذا يتطلب أن يتوفر في غرفة المعدات جهاز air blower .

وفي حالة استخدام الجاكوزي للعلاج يتم إضافة مضخة أخرى (massage pump)، تعمل على دفع المياه إلى الجاكوزي بمخارج خاصة تعمل على دغدغة أعضاء الجسم لغرض المساج.

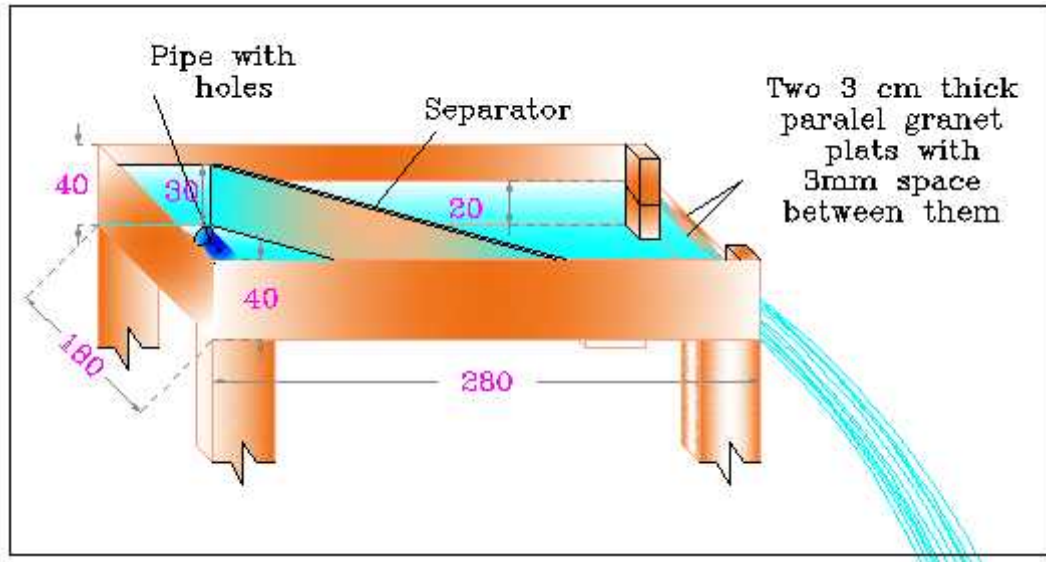
وسوف تتم عملية تسخين مياه الجاكوزي باستخدام مرجل مياه ساخنة بالإضافة إلى مبادل حراري.



الشكل (٥-١٠): حوض جاكوزي.

في مشروعنا هذا سوف نقوم بتصميم شلال معلق فوق الدرجات التي تصل بين حديقة الفيلا ومنطقة البركة، وهو عبارة عن حوض مائي معلق من الخرسانة المسلحة.

والدائرة الميكانيكية للشلال يتكون من مضخة في غرفة معدات البركة، وهذه المضخة تسحب المياه من خلال مصرف أرضي في أرضية البركة، ويتم ضخها إلى الحوض المائي بواسطة أنبوب بلاستيكي يتم تركيبه على عرض الحوض المائي الخاص بالشلال، وهذا الأنبوب مثقب بثقوب قطر ٤ ملم، بمعدل ثقب/٥سم. أنظر الشكل (٣)، ويتم من خلال هذه الثقوب ضخ المياه بشكل متوازي في الحوض المائي وفي نهاية الحوض يتم خروج المياه من خلال بلاطتي جرانيت بينهما فراغ ٤ ملم على شكل ستارة إلى البركة .



الشكل (٥- ١١): الحوض المائي لشلال الستارة.

الدراسة الكهربائية للفيلا والحدائق المحيطة

:- .

الأعمال الكهربائية.... عمل لطالما ارتبط بتصميمه بالمهندس الكهربائي، فقد اعتاد الناس على فصل اقسام الهندسة كل حسب تخصصه، ولكننا اليوم ومن خلال مشروعنا، سوف نعمل على تحقيق هدفنا من دراسة الهندسة المدنية- فرع هندسة المباني- وهو القدرة على عمل التصاميم والمخططات الكهربائية اللازمة لأي مبنى ، سعياً منا لربط أقسام الهندسة مع بعضها البعض، بحيث نصبح قادرين على فهم الهندسة كوحدة واحدة مترابطة،دون فصل او تجزئة لأقسامها.

وفي هذا الفصل سوف نقوم بإعداد جميع المخططات اللازمة للفيلا، كل حسب الشروط الخاصة به ويمكن تقسيم ذلك على النحو التالي :-

- (١) إجراء الحسابات اللازمة لتوزيع الإنارة وتوزيع اللمبات والمصابيح على المخططات المرفقة في هذا المشروع
- (٢) أعمال التمديدات من حيث أظهر خط تزويد الكهرباء الرئيسي الممتد من خط البلدية إلى داخل المنزل والهاتف والخدمات الخارجية الأخرى على مخطط الموقع العام.
- (٣) مخططات الجهد المنخفض اللازمة والتي تشمل التلفون والتلفزيون.
- (٤) لوحة التوزيع وموقعها والعداد والمفاتيح الخاصة بكل غرفة في الأماكن المخصصة لذلك.
- (٥) مخطط التأريض الخاص بالمبنى .
- (٦) مخطط تصاعدي للتلفزيون والتلفون.

وفي فيما يلي دراسة مبسطة لكل من الإنارة المنزلية وأهميتها، والتمديدات الكهربائية اللازمة:-

. الإنارة المنزلية:-

يمكن اعتبار الإنارة المنزلية من أهم العناصر المؤثرة في مستوى الراحة في كل منزل، وتعتبر الغرفة المضاءة بشكل جيد، جزءاً من التخطيط السليم للمنزل بما في ذلك أنواع أجهزة الإنارة المستخدمة نفسها والتي تؤلف لخلق تأثير جميل ودائم، مما يسمح بالتركيز على الأشياء التي يسقط عليها الضوء، لا على الضوء نفسه.

إن الحس والذوق والأناقة والموهبة بالإضافة إلى مبادئ تقنيات الإنارة هي من العناصر الأساسية في تصميم الإنارة المنزلية الجيدة، ولعل أفضل تصميم للإنارة هو الذي يضع الضوء في المكان الصحيح، و فقط في المكان الذي يتطلب ضوءاً، وكما للمهندس المعماري من أهمية في تخطيط المنزل فإن لمهندس الإنارة أهمية مكافئة، لما لعمله من تأثير على المهندس المعماري، فكم من إنارة جيدة أبرزت المعالم المعمارية الجميلة، وشكلت ببريقها وظلالها وانعكاساتها تأثيرات خلّاقة تتكامل مع الإبداع المعماري ليبدو التشكيل الفني بأبهى صورته ، وكم من إنارة سيئة شوهدت العمل المعماري وجعلته بعيداً عن صورته الأصلية. وإن أفضل ما يقال في هذا السياق أن الصياغة الجيدة للإنارة هي التي تجعل النسيج والمعالم المعمارية أجمل وأروع ليلاً عما عليه في ضوء النهار. لأن الإنارة ليست علم فحسب بل هو عمل خلاق يتطلب وجود مهندس إنارة مختص ذو خبرة عالية في التصميم المنزلي لوضع التصاميم اللازمة بالتنسيق مع المهندس المعماري.

ونحن ومن خلال مشروعنا، سوف نعمل على تصميم الإنارة الداخلية للفيلا، بالإضافة إلى تصميم إنارة الواجهات وإنارة الشلالات والبرك، وسوف نعمل قدر الامكان على أن تكون الإنارة داخل الفيلا وخارجها متناغمة مع بعضها البعض ، مما يزيد الفيلا بريقاً وجاذبية.

. . امور يجب مراعاتها عند التصميم لاختيار وحدات الانارة المناسبة :-

(١) توفير الفيض الضوئي المطلوب من خلال المصابيح المختارة لتوفير مستوى اضاءة مناسب للعمل الذي يتم بالمكان .

٢) ان تكون الاضاءة متجانسة بقدر الامكان بمعنى ان يكون مستوى الاضاءة متقارب جدا في جميع انحاء المكان.

٣) الا يوجد مصدر توهج يسبب الانبهار في مستوى البصر للانسان العادي .

٤) الابتعاد قدر الامكان عن وجود ظلال ناتجة عن سوء توزيع المصادر الضوئية بالمكان.

. . تعاريف تهتم المصمم:-

* الفيض الضوئي Φ (Luminous Flux):-

وهو عبارة عن كمية الضوء المنبعث من مصدر ضوئي في وحدة الزمن وفي جميع الاتجاهات. و يقاس الفيض الضوئي بوحدة اللومن (Lumen).

* (illumination) E :-

وهي عبارة عن معدل توزيع الضوء على السطح المضاء. وتقاس شدة الإضاءة بوحدة قدم شمعة أو لوكس.

$$E = \frac{\Phi}{A}$$

* (Luminous intensity) I :-

وهي عبارة عن كمية الضوء المنبعث من مصدر ضوئي من خلال زاوية مجسمة قدرها (ω) .
تقاس شدة الاستضاءة بوحدة الشمعة (candle power) .

$$I = \frac{\Phi}{A}$$

* β (Brightness) :-

وهو عبارة عن شدة الاستضاءة المنبعثة من مصدر في اتجاه معين.

ووحدة السطوع هي (Stilb).

$$=I/A$$

المنزلية:-

..

تقسم الإنارة المنزلية إلى ثلاث فئات:-

١_ الإنارة الوظيفية: وتستعمل لإنارة المناطق التي تحتوي فعالية بصرية مثل: القراءة، تحضير الطعام، ويتم الحصول عليها غالباً بواسطة أجهزة إنارة مستقلة، والتي توجه الضوء إلى سطح العمل ويتم تأمينها بواسطة أجهزة إنارة قريبة جداً من سطح العمل و بمتناول اليد، تكون هذه الإنارة عادة قوية إلى حد كبير ومن خلال ضوء موجه.

٢_ الإنارة التشكيلية: مشابهة للإنارة الوظيفية من حيث كونها تعتمد على الضوء الموجه، إلا أن هذه الإنارة للديكور وتستخدم لتركيز الانتباه على الأعمال الفنية، أو على العناصر المعمارية

المهمة، أو لضبط المزاج. وتستعمل لعرض المقتنيات الخاصة أو لإنارة اللوحات والأعمال الفنية والمنحوتات، أو لتعديل المزاج. ويكون هذا النوع من الإنارة عادة سهل التركيب والتعديل.

٣_ الإنارة المحيطية: وتدعى أيضاً الإنارة العامة ، ويتم الحصول من هذه الإنارة على مستويات ناعمة من الإنارة المخصصة لبعض الفعاليات ، مثل مشاهدة التلفزيون ، أو التسلية . ويمكن الحصول عليها من أجهزة الإنارة التي تعطي انتشاراً متناثراً من الضوء ، أو من أجهزة الإنارة التي توجه الضوء إلى الجدار فتغمره مما يعطي انتشاراً ناعماً من الضوء . إذاً الإنارة المحيطية هي الإنارة العامة في الغرفة ، وتعتبر الإنارة المحيطية الأكثر تعدداً للاستعمالات فيما لو تم استخدام معتمات ، بحيث يمكن رفع أو خفض مستوى الإنارة وفقاً للمزاج أو وفقاً لأوقات النهار أو وفقاً للفعاليات المستخدمة في الغرفة

. . ضاءة البركة الخارجية:-

:

هناك

❖ الإضاءة المغمورة:

يجب أن تزود البرك التي تستخدم في الليل بمصابيح إنارة غاطسة مثبتة بصورة مناسبة لإنارة كل مساحات البركة الموجودة تحت سطح الماء بدون أن تسبب عمى وقتي. و يجب أن تمكن الإنارة عمال الإنقاذ أو الأشخاص الآخرين لتحديد إذا ما كان السباح لا يزال في قاع البركة. ويجب أن لا تقل قدرة هذه المصابيح عن ٠.٥ واط لكل قدم مربع من مساحة البركة.

❖ إضاءة سطح البركة:

يجب أن تزود البرك التي تستخدم في الليل بمصابيح إنارة لسطحها لكي يتمكن الأشخاص الذين يمشون على السطح من تمييز المخاطر. ويجب أن تثبت المصابيح بحيث لا تكون موجهة بعيداً عن سطح ماء البركة على نحو عملي. ويجب أن لا تقل قدرة هذه المصابيح عن ٠.٦ واط قدم مربع من المساحة الكلية لمحيط البركة في حال استخدام الإضاءة المغمورة التي ذكرت في السابق ، أما في حالة عدم استخدام الإضاءة المغمورة يجب أن لا تقل قدرة المصابيح المستخدمة لإنارة سطح البركة عن ٢ واط لكل قدم مربع من المساحة الكلية لمحيط البركة.

وتتواجد هذه الأضواء بألوان وأشكال مختلفة، ويتم اختيارها حسب احتياجات البركة والمنظر الذي يرغب فيه، ويتم اختيار هذه الأضواء من كتالوجات خاصة. وفي مشروعنا هذا سونقوم بحساب الإضاءة اللازمة للبركة والشلال. وكيفية توزيع هذه الأضواء على جدران البركة ، والجدران الخارجية للشلال والتوصيلات الكهربائية اللازمة لذلك.

.. أنواع المصابيح :-

سوف نقوم في ما يلي بتوضيح وتقديم فكرة بسيطة عن نوع المصابيح المستخدمة في هذا المشروع.

- المصابيح الفلورية:-

يتكون المصباح الفلوري عادة من أنبوبة زجاجية طويلة سطحها الداخلي مكسو بمسحوق فلوري و طرفاها محكمان تماما وكل منهم مزود بالكترود. ويعتمد مبدأ التشغيل على التفريغ الغازي الذي يتم بين الالكترودين ويتولد نتيجة لهذا التفريغ إشعاع يقع أغلبه في الجزء ما فوق البنفسجي من الطيف 254nm .
← وقد تم استخدام هذا النوع من المصابيح في الانارة داخل الفيلا.

- **SPOTS**: استخدمت في إنارة محيط الكرميد، وذلك من أجل إعطاء منظر جميل وقد تم توزيعهم كل 1m .

- مصابيح إنارة البركة: وهي مصابيح محمية ضد الرطوبة (IP 68)، وتم استخدام كتالوج Astral في اختيارها .

_ مصابيح حول الفيلا لإعطائها المظهر الجميل.

. التمديدات الكهربائية:-

نتناول في هذا المشروع أسس تصميم وشروط تنفيذ التركيبات الكهربائية في المباني والتي تعتبر الحد الأدنى الواجب اتباعه في التصميم والتنفيذ، لتحقيق وسائل الأمن للأشخاص والتركيبات الكهربائية ولكنها قد لا تحقق كفاية التركيبات لتأدية مختلف الأغراض وهذه يجب أن تدخل في اعتبار المهندس المصمم الذي يحددها عند عمل دراسة للمبنى الحالية ومستقبلية بحيث يعمل الترتيب اللازم لتحقيقها .

وتعني التمديدات الكهربائية ما يقوم به المستهلك بعمله من جهته من التركيبات الداخلية بالمبنى ابتداء من نقطة التغذية من الشبكة العامة للكهرباء .
وتشكل التمديدات الكهربائية المواد والأدوات وكذلك تصميم الدوائر الرئيسية والفرعية النهائية وتصميم اللوحات الرئيسية والفرعية للتوزيع .

وقد لا يكون مناسباً عمل تركيبات مبالغ فيها لتغطية احتمالات الزيادة المستقبلية في حال عمل تركيبات إضافية للمبنى خاصة في المباني العامة حيث أن ذلك سيسبب مصاريف إضافية لا داعي لها ، ولكن يمكن عمل مجاري راسية وافقية في أماكن مناسبة لتركيب الكابلات داخله مستقبلاً اقتصاداً للتكسير في المباني عند عمل إضافات مستقبلية .

. . الشروط الواجب مراعاتها عند تصميم التغذية الرئيسية للمباني :-

: :-

- ١- أن تكون التغذية من عند نقطة متوسطة بالنسبة للأحمال بالمبنى .
- ٢- إستيفاء احتياجات الكهرباء من حجرات المحولات ولوحات توزيع الخ.....
- ٣- الحصول على موافقة من الجهات المسؤولة عن توريد التيار الكهربائي فيما يختص بموقع حجرة المحولات وتصميمها.

ثانيا : شروط فنية :-

- ١- يجب أن يحكم جميع التركيبات الكهربائية بالمبنى قاطع عمومي فاصل للتيار .
- ٢- يجوز أن يحكم التركيبات مفتاح ومصهر كما يجوز في الأحوال العادية الإكتفاء بفصل التيار بواسطة المصهرات فقط .
- ٣- تكون القواطع والمفاتيح والمصهرات مزدوجة أو ثلاثية حسب عدد أقطاب التيار .
- ٤- يحظر في جميع الأحوال تركيب مصهرات على خط التعادل في حالة التغذية ٣ فاز وخط وتعادل كما يحظر تركيب مصهرات على الخط المتوسط في حالة تغذية ال ١ فاز .

. . توفرها لكل من مخططات الإنارة ولاباريز:-

عند القيام بعملية تصميم لدوائر الإنارة والأباريز في أي حيز يجب إتباع ما يلي:-

١- تحديد موقع مناسب للوحة التوزيع الرئيسية وبراغى عند اختيار هذا الموقع عدة أمور منها:

- أن يكون في مركز متوسط للبعد المسافي وللحمل الكهربائي.
- أن يكون سهل الوصول إليه.
- يفضل أن تكون على جدار ثابت.

- ٢- يتم تحديد أبعاد ومساحات الفراغات المختلفة وكذلك تحديد وظيفة كل فراغ منها.
- ٣- توزيع قطع الأثاث في كل شقة لأخذ فكرة عن أماكن توزيع المفاتيح والأباريز بحيث لا تتعارض مع قطع الأثاث.

مراعاتها عند إعداد مخططات الإنارة :-

..

- ١- كل حيز يحتاج إلى كمية من شدة الإضاءة يتم حسابها .
- ٢- أن يكون المصمم عالما بأنواع مختلفة من وحدات الإنارة ومواصفاتها وذلك بمعرفة شدة الإضاءة الناتجة عن هذه الوحدات وكمية القدرة اللازمة لها .
- ٣- أن يكون اختيار هذه الوحدات بحيث تلبى حاجات الحيز المراد إنارته ، فمثلا يجب أن يراعي المصمم أن الممرات بحاجة إلى إضاءة فورية وسريعة ولذلك يلجأ إلى استخدام وحدات إنارة سريعة التشغيل مثل مصباح التنجستون على العكس من المصابيح الفلورية التي تحتاج إلى فترة معينة حتى تبدأ بالاشتعال

مراعاتها عند إعداد مخططات الأباريز :-

. .

١- أن يكون المصمم على علم بالأجهزة الكهربائية وأنواعها وما يلزمها من طاقة لتشغيلها .

٢- أن يكون المصمم على علم بمقاطع الأسلاك ووجود العلاقة بين مقطع السلك ومقدار التيار الأقصى الذي يمر في كل مقطع . وبالتالي يتلافى مشكلة تحميل الدائرة بأحمال كهربائية (أجهزة كهربائية) أكثر مما تتحمل ، أو أكثر مما يتحمله مقطع السلك المستخدم في الدائرة .

. الهبوط في الجهد :-

عند مرور التيار الكهربائي في موصل فإن جزءاً من الطاقة يفقد في ذلك الموصل وتعتمد قيمة الفقد على نوعية الموصل واختلاف مقاومته ، ونتيجة لذلك يحدث هبوط في الجهد في خط مسار الكهرباء وهذا الهبوط يتسبب في اختلاف قيمة الجهد الكهربائي عند المنبع عنها عند النهاية .

وهذا الهبوط في الجهد يظهر على شكل ارتفاع في درجة حرارة الموصلات مما يؤدي إلى فقدان الطاقة نتيجة لذلك وأيضاً يؤثر على تشغيل الأجهزة بدرجة خطيرة. لذلك فإن الهبوط في

الجهد يجب أن يبقى أصغر ما يمكن ويتحقق هذا باختيار مقطع الموصلات المناسب ولا يجب أن يزيد الهبوط في الجهد فيما بين المحول وأبعد نقطة عن 2.5 %.

وقد عملنا من خلال مشروعنا على حساب الهبوط في الجهد لكل خط كهربائي، للتأكد من ان التصميم امن ولا يوجد اي معوقات أو أخطاء.

. التأريض :-

التأريض Earthing في النظم الكهربائية هو احدى الوسائل الفعالة المستخدمة في تحقيق سلامة الأشخاص وحماية الاجهزة والمعدات الكهربائية. والتأريض هو التوصيل الكهربائي بين الاجزاء المعدنية غير الحاملة للتيار الكهربائي في الحالة العادية Normal Condition والارض. والارض كتلة ضخمة تساوي كتلتها صفرا ، والأشخاص على اتصال بالارض ، والاجزاء المعدنية التي تظهر عليها شحنة كهربائية (تكون هذه الاجزاء متعادلة كهربائيا في حالة التشغيل العادية ، وتصبح مشحونة نتيجة حدوث اعطال فيها كاهتراء العازل مثلا) تصبح خطرة على الانسان اذا لمسها ، لظهور فرق في الفولطية على جسم الانسان لذلك فتوصيل هذه الاجزاء المعدنية بالارض هو من اساليب الحماية الفعالة في النظم الكهربائية، ويسمى هذا الاسلوب بالتأريض.

ويتكون النظام الكهربائي بشكل عام من مصدر الطاقة الكهربائية ومستهلك هذه الطاقة مع ما يربط بينهما كهربائيا، لذلك لا بد ان ننظر الى التاريض في كلا الطرفين ، مصدر الطاقة

ومستهلكها . وتستخدم ترتيبات من حروف معينة للدلالة على ترتيبات التاريض في كلا الطرفين وترمز هذه الاحرف الى ما يلي:-

يرمز الحرف الاول الى ترتيبات التاريض لمصدر الطاقة ويستخدم حرفان لهذا الغرض وهما:

T – يشير هذا الحرف الى نقطة او اكثر متصلة اتصالا مباشرا مع الارض .
I – يشير هذا الحرف الى مصدر الطاقة الكهربائية اما غير متصل بالارض، او يتصل بالارض من خلال ممانعة تحديد العطل $fault\ limiting\ Impedance$.

ويشير الحرف الثاني الى ترتيبات التاريض عند مستهلك الطاقة الكهربائية. ويستخدم حرفان للدلالة عليها وهما:

T – يشير هذا الحرف الى جميع الاجزاء المعدنية المكشوفة تتصل بالارض اتصالا مباشرا.
N – يشير الى جميع الاجزاء المعدنية المكشوفة تتصل مباشرة بنظام التاريض عند مصدر الطاقة .

وشير الحرف الثالث والرابع الى ترتيبات موصل التاريض عند المصدر، ويستخدم حرفان لهذا الغرض وهما:

S - يشير لاي ان الحيادي والارضي منفصلان.
C - يشير الى ان الحيادي والارضي يشكلان موصلا واحدا.

. . نظام التأسيس في النظم الكهربائية:-

ويتكون نظام التأسيس من الاجزاء الرئيسية التالية :-

- مكهر ارضي او مجموعة مكاهر ارضية مدفونة تحت الارض.
 - قيادة التأسيس، وهو الموصل الذي يربط طرف المكهر بطرف التأسيس لنظام الارض
 - موصلات الوقاية ، وهي التي تصل طرف التأسيس بالاجزاء المعدنية المكشوفة .
 - موصلات ربط تساوي الجهد الرئيسية .
 - موصلات ربط تساوي الجهد الثانوية.
- ونلاحظ أن أي نظام لا بد أن يحتوي على الثلاثة الآتية:-
- الارض.
 - المكاهر.
 - الموصلات.

CHAPTER SIX

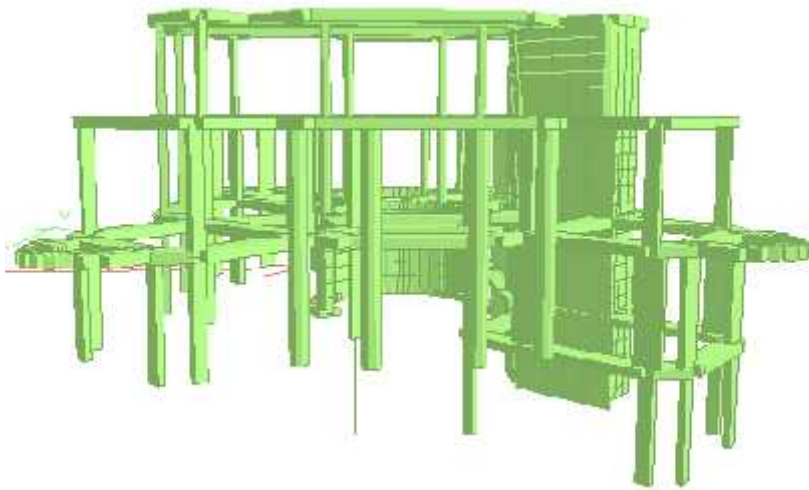
Structural & Analysis Design

6.1 Introduction:-

In this chapter, we will present the design procedure for some of the structural elements, so we will show the design steps (step by step) of Ribs, beams, slabs, columns, retaining wall, foundations, stairs & shear walls.

This chapter will contain a sample calculation related to one of the preceding members contained in this project.

All of these members will be designed according to (ACI – code-318M-02).



6.2 Determination of the slab's Thickness:-

The main loads acting on the structure are dead & live loads. Dead load calculations based on the density of materials used in the slab.

The overall depth of the slab must satisfy (ACI – code-318M-02).

In our project - According to (ACI – code-318M-02) - the minimum thickness of the one way slab is calculated as follows:-

Min $h = L / 21$, for interior span.

Min $h = L/18.5$, for Exterior span.

Min $h = L/16$, for simply supported beam.

Min $h = L/8$, for cantilever.

Where:-

L: is the clear span length (from the face of support to the face of next support).

1) Basement Floor:-

Deflection is controlled by the longest rib (1).

Min $h = L/16$ (simply supported beam).

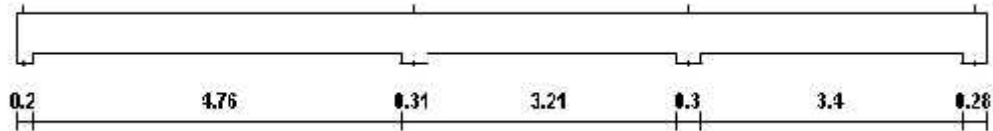
Min $h = 370.84 / 16 = 23.17$.

→ Select h min for this floor= 25 cm.

So we will use (Block size (17x40x20), thickness of topping slab= 8cm.

2) Ground & First Floor:-

Deflection is controlled by the longest beam B39.



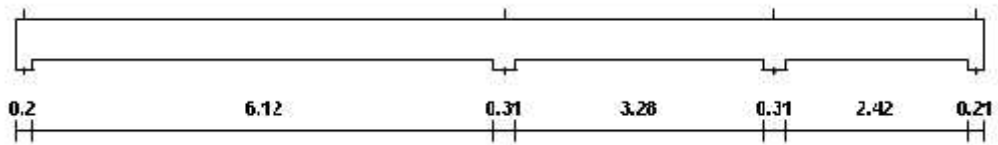
$$\text{Min } h = L/18.5(\text{for exterior span}) = 476/18.5 = 25.7 \text{ cm.}$$

$$\text{Min } h = L / 21 (\text{for interior span}) = 321.08/21 = 15.3 \text{ cm.}$$

→ Select Min $h = 32$. For ground & first floor, Block size (24x40x20), thickness of Topping slab= 8.

3) Roof Floor:-

Deflection is controlled by the longest beam B64.



$$\text{Min } h = L/18.5(\text{for exterior span}) = 612/16 = 30.25 \text{ cm.}$$

$$\text{Min } h = L / 21 (\text{for interior span}) = 328 / 21 = 17.7 \text{ cm.}$$

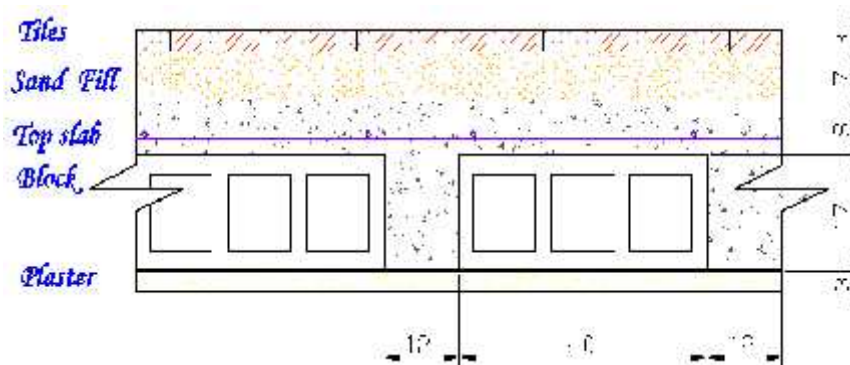
→ Select Min $h = 32$. For roof floor, Block size (24x40x20), thickness of topping Slab= 8cm

6.3 Determination of Loads:-

We decided to use a (15cm) rib in the Ground & First floor to solve deflection problem, owing to long span cantilever ribs. However, we use a (12 cm) rib in the Basement & Roof floor.

1) Basement Floor:-

(Ribbed slab → h = 25 cm, Rib width = 12 cm)



- Tiles = 2.2 x 0.52 x 0.03 = 0.034 ton/m of rib
- Sand Fill = 2.0 x 0.52 x 0.07 = 0.073 ton/m of rib
- Top slab = 2.5 x 0.52 x 0.08 = 0.104 ton /m of rib
- Block = 0.9 x 0.40 x 0.17 = 0.061 ton /m of rib
- Rib = 2.5 x 0.12 x 0.17 = 0.051 ton /m of rib
- Plaster = 2.2 x 0.52 x 0.03 = 0.034 ton /m of rib
- Partitions = 0.125 x 0.52 = 0.065 ton /m of rib

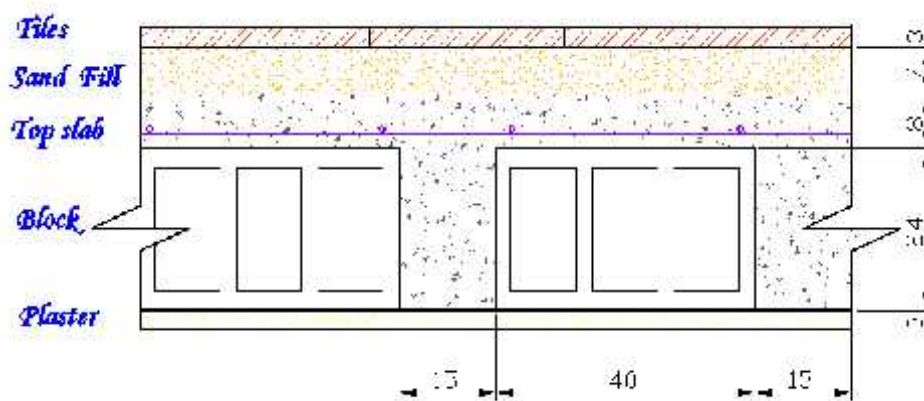
- **Nominal Total Dead Load** = 0.422 ton /m of rib.

- **Nominal Total live Load** = 0.2 ton/ m² = 0.2 *0.52 = 0.104 ton/m.

- $W_u = 1.2 (0.422) + 1.6 (0.104) = 0.673 \text{ ton / m.}$

2) Ground and First Floor:-

(Ribbed slab \rightarrow h = 32 cm, Rib width = 15 cm)



- **Nominal Total Dead Load** = 0.505 ton /m of rib.

- **Nominal Total live Load** = $0.2 \text{ ton/ m}^2 = 0.2 * 0.55 = 0.11 \text{ ton/m}$.

- $W_u = 1.2 (0.505) + 1.6 (0.11) = 0.782 \text{ ton / m}$.

3) Roof Floor:-

(Ribbed slab \rightarrow h = 32 cm, Rib width = 12 cm)

- **Nominal Total Dead Load** = 0.468 ton /m of rib.

- **Nominal Total live Load** = $0.2 \text{ ton/ m}^2 = 0.2 * 0.52 = 0.104 \text{ ton/m}$.

- $W_u = 1.2 (0.468) + 1.6 (0.104) = 0.728 \text{ ton / m}$.

6.4 Design of Topping:-

1) Basement Floor:-

(Ribbed slab → h = 25 cm, Rib width = 12 cm)

Live load = 0.2 ton/m^2 (For residential).

Dead load = $(0.422 / 0.52) - (0.051 / 0.52) = 0.713 \text{ ton/ m}^2$.

$$W_u = 1.2 (0.713) + 1.6 (0.2) = 1.17 \text{ ton / m}^2 .$$

→ Assume slab is fixed at support point (ribs).

$$Mu = \left(\frac{Wu \times L^2}{12} \right)$$

$$Mu = \left(\frac{1.17 \times 0.4^2}{12} \right) = 0.0155 \text{ ton.m, for 1 m wide strip}$$

2) Ground and First Floor:-

(Ribbed slab → h = 32 cm, Rib width = 12 cm).

Live load = 0.2 ton/m^2 (For residential).

Dead load = $(0.505 / 0.55) - (0.09 / 0.55) = 0.754 \text{ ton/ m}^2$.

$$W_u = 1.2(0.754) + 1.6(0.2) = 1.225 \text{ ton / m}^2 .$$

→ Assume slab is fixed at support point (ribs).

$$Mu = \left(\frac{Wu \times L^2}{12} \right)$$

$$M_u = \left(\frac{1.23 \times 0.4^2}{12} \right) = 0.0164 \text{ ton.m, for 1 m wide strip.}$$

3) Roof Floor:-

(Ribbed slab \rightarrow h = 32 cm, Rib width = 12 cm)

Live load = 0.2 ton/m^2 (For residential).

Dead load = $(0.468 / 0.52) - (0.072 / 0.52) = 0.761 \text{ ton/m}^2$.

$$W_u = 1.2(0.761) + 1.6(0.2) = 1.23 \text{ ton/m}^2.$$

\rightarrow Assume slab is fixed at support point (ribs).

$$M_u = \left(\frac{W_u \times L^2}{12} \right)$$

$$M_u = \left(\frac{1.23 \times 0.4^2}{12} \right) = 0.0164 \text{ ton.m, for 1 m wide strip.}$$

- According to ACI (9.5.2.3)

$$F_c = 0.80 \times f_{cu} = 0.80 \times 30 = 24 \text{ MPa}$$

$$f_r = (5/12)\sqrt{f'_c} (\text{MPa}) = (5/12)\sqrt{24} = 2.04 (\text{MPa}) = 0.02 (\text{ton/cm}^2)$$

$$M_n = (f_r)(s)$$

$$s = \frac{bh^2}{6} = \frac{100 \times 8^2}{6} = 1066.7 \text{ cm}^3 \quad \dots\dots\dots \text{ For a rectangular X-section}$$

$$\Phi M_n = 0.55 (0.02)(1066.7) = 11.73 \text{ ton.cm} = 0.12 \text{ ton.m}$$

Note \rightarrow $\Phi = 0.55$ for plain concrete.

$$\Phi M_n = 0.12 \text{ ton.m} > M_u = 0.0164 \text{ ton.m}$$

\rightarrow Reinforcement is not required for structural reasons.

→ Provide Shrinkage & Temperature Reinforcement:

- Referring to (ACI-7.12.2.1).

The steel used in our region has a yielding stress = 420 MPa.

$$\rho = 0.0018.$$

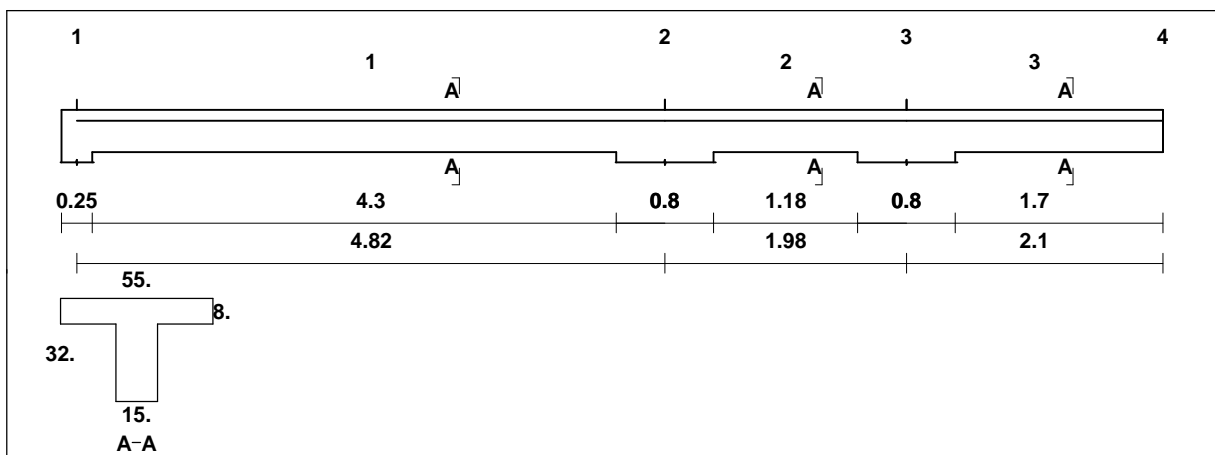
$$A_s \text{ req} = (0.0018)(100)(8) = 1.44 \text{ cm}^2 / \text{m}.$$

Use $\Phi 8 @ 20 \text{ cm}$ in both directions.

$$100/20 = 5 \text{ bars}.$$

$$\text{Provided } A_s = 5 * 0.503 = 2.5 \text{ cm}^2$$

6.5 Design of Rib (4):-



By using Atir program, we found that the envelope of moment for this rib (R4) is as follows:-

$$\text{Dead load} = 0.505 \text{ t/m}.$$

$$\text{Live load} = 0.11 \text{ t/m}.$$

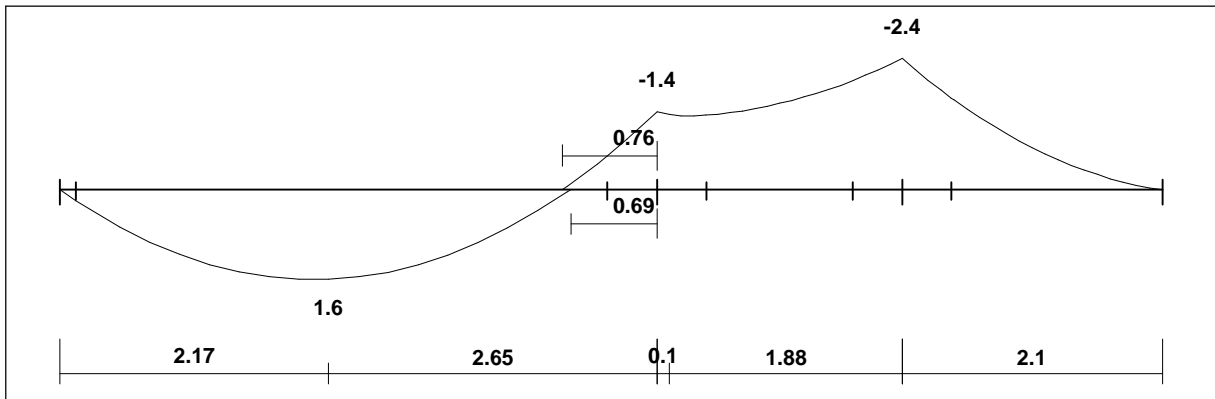


Figure (6.1): rib (4) moment envelope.

6.5.1 Design for Positive Moment:-

Effective Flange width (b_E) according to ACI code (8.10.2)

(b_E) For T- section is the smallest of the following:-

$$b_E = L / 4 = 483 / 4 = 120.95 \text{ cm.}$$

$$b_E = b_w + 16 t = 15 + 16 (8) = 143 \text{ cm}$$

$$b_E = C/C \text{ spacing} = 55 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{Control}$$

$$b_E = 55 \text{ cm.}$$

* Design of Span (1):-

Maximum (M_u) for this span = 1.6 ton. m.

$$M_n = \left(\frac{M_u}{\Phi} \right) = \left(\frac{1.6}{0.9} \right) = 1.78 \text{ ton.m.}$$

Determine whether the rib will act as rectangular or T – section.

$$\begin{aligned} \text{Take } a = t = 8 \text{ cm. } \Rightarrow C &= 0.85 f_c t b_E \\ &= 0.85 (0.24) (8) (55) = 89.76 \text{ ton.} \end{aligned}$$

$$d = h - \text{Cover} - \frac{d_b}{2} - d_b \text{ (stirrups)} = 32 - 2 - \frac{1.2}{2} - 1 = 28.4 \text{ cm.}$$

$$M_n = (T) \text{ or } (C) \frac{\left(d - \frac{a}{2}\right)}{100} = 89.76 \frac{\left(28.4 - \frac{8}{2}\right)}{100} = 21.9 \text{ ton.m.}$$

$M_n \text{ available} = 21.9 \text{ ton.m} > M_n \text{ required} = 1.78 \text{ ton.m}$

⇒ Design as a rectangular with $b_E = 55 \text{ cm}$.

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (b_w)(d) \geq \frac{1.4}{f_y} (b_w)(d) \dots\dots\dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (15)(28.4) \geq \frac{1.4}{420} (15)(28.4) \rightarrow 1.24 \geq 1.42$$

$A_s \text{ min} = 1.42 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots \text{Control.}$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85(24)} = 20.59$$

$$R_n = \frac{M_n}{\Phi b d^2} = \frac{1.6 \times 10^5}{0.9 \times 55 \times 28.4^2} = 4.01 \text{ kg / cm}^2$$

$$\dots = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 4.01}{4200}} \right) = 0.000964$$

$A_s \text{ (req)} = 0.000964 (55) (28.4) = 1.51 \text{ cm}^2 > A_s \text{ min} = 1.42 \text{ cm}^2$.

$$\text{Number of required bars} = \frac{A_s \text{ (req)}}{A(\text{bar}\Phi 12)} = \frac{1.51}{1.13} = 1.33 \text{ bar.}$$

⇒ Use2 12.

As provided (2 Φ12) = 2.26cm².

As provided > As min.

⇒ **Check of yielding:-**

$$T = A_s \text{ provided} \times F_y \Rightarrow 2.26 \times 4.2 = 9.492$$

$$C = 0.85 f'_c ab \Rightarrow 0.85 \times 0.24 \times 15 \times a = 3.06 a.$$

$$T = C$$

$$a = \frac{9.492}{3.06} = 3.102 \text{ cm.}$$

$$X = \frac{a}{\rho} = \frac{3.102}{0.85} = 3.65 \text{ cm.}$$

$$\frac{0.003}{X} = \frac{v_s + 0.003}{28.4} \Rightarrow \frac{0.003}{3.65} = \frac{v_s + 0.003}{28.4}$$

$$v_s = 0.0203 > 0.005 \dots \dots \dots \text{OK.}$$

6.5.2 Design for Negative Moment:-

Design of T-section for negative moment as rectangular section with (b=bw).

The minimum reinforcement is determined according to ACI (10-5.2)

as follows:-

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{2(f_y)} (bw)(d) \leq \frac{\sqrt{f'_c}}{4(f_y)} (bf)(d) \dots \dots \dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{2(420)} (15)(28.4) \leq \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (55)(28.4) \rightarrow 2.48 \leq 4.55$$

$$A_s \text{ min} = 2.48 \text{ cm}^2 \dots \dots \dots \text{Control.}$$

*** Design of Span (2), Span (3), and Support (3):-**

All of span (2), span (3), and support (3), will be designed for the maximum negative moment as shown in Fig (6.1) that is equal to 2.4 ton.m.

$$M_u = 2.4 \text{ ton.m.}$$

$$m = 20.59$$

$$R_n = \frac{M_n}{\Phi b d^2} = \frac{2.4 \times 10^5}{0.9 \times 15 \times 28.4^2} = 22.04 \text{ kg / cm}^2$$

$$\dots = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right)$$

$$\dots = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 22.04}{4200}} \right) = 0.00557$$

$$A_s(\text{req}) = 0.00557 \times 15 \times 28.4 = 2.37 \text{ cm}^2.$$

$$A_s(\text{req}) = 2.37 \text{ cm}^2 < A_s \text{ min} = 2.48 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Take } A_s = A_s \text{ min} = 2.48 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Number of required bars} = \frac{A_s(\text{req})}{A(\text{bar}\Phi 14)} = \frac{2.48}{1.54} = 1.61 \text{ bar.}$$

⇒ Use 2 $\Phi 14$.

$$A_s \text{ provided } (2 \Phi 14) = 3.08 \text{ cm}^2.$$

$$A_s \text{ provided} > A_s \text{ min.}$$

⇒ Check of yielding:-

$$T = A_s \text{ provided} \times F_y \Rightarrow 3.08 \times 4.2 = 12.94 \text{ ton.}$$

$$C = 0.85 f'_c ab \Rightarrow 0.85 \times 0.24 \times 15 \times a = 3.06 a.$$

$$T = C$$

$$a = \frac{12.94}{3.06} = 4.23 \text{ cm.}$$

$$X = \frac{a}{s} = \frac{4.23}{0.85} = 4.97 \text{ cm.}$$

$$\frac{0.003}{X} = \frac{v_s + 0.003}{28.4} \Rightarrow \frac{0.003}{4.97} = \frac{v_s + 0.003}{28.4}$$

$$v_s = 0.0141 > 0.005 \dots \dots \dots \text{OK.}$$

*** Design of Support (2):-**

$$M_u = 1.4 \text{ ton.m.}$$

$$m = 20.59$$

$$R_n = \frac{M_n}{\Phi b d^2} = \frac{1.4 \times 10^5}{0.9 \times 15 \times 28.4^2} = 12.86 \text{ kg / cm}^2$$

$$\dots = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right)$$

$$\dots = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 12.86}{4200}} \right) = 0.00316 \dots$$

$$A_s(\text{req}) = 0.00316 \times 15 \times 28.4 = 1.35 \text{ cm}^2.$$

$$A_s(\text{req}) = 1.35 \text{ cm}^2 < A_s \text{ min} = 2.48 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Take } A_s = A_s \text{ min} = 2.48 \text{ cm}^2.$$

$$\text{Number of required bars} = \frac{A_s(\text{req})}{A(\text{bar}\Phi 14)} = \frac{2.48}{1.54} = 1.61 \text{ bar.}$$

⇒ Use 2 14.

$$A_s \text{ provided for } 2 \Phi 14 = 3.08 \text{ cm}^2.$$

$$A_s \text{ provided} > A_s \text{ min.}$$

⇒ **Check of yielding:-**

$$T = A_s \text{ provided} \times F_y \Rightarrow 3.08 \times 4.2 = 12.94 \text{ ton.}$$

$$C = 0.85 f'_c ab \Rightarrow 0.85 \times 0.24 \times 15 \times a = 3.06 a.$$

$$T = C$$

$$a = \frac{12.94}{3.06} = 4.23 \text{ cm.}$$

$$X = \frac{a}{\rho} = \frac{4.23}{0.85} = 4.97 \text{ cm.}$$

$$\frac{0.003}{X} = \frac{v_s + 0.003}{28.4} \Rightarrow \frac{0.003}{4.97} = \frac{v_s + 0.003}{28.4}$$

$$v_s = 0.0141 > 0.005 \dots \dots \dots \text{OK.}$$

⇒ Apply minimum reinforcement at the top of the edge support... (Support 1).

$$A_s \text{ min} = 2.48 \text{ cm}^2.$$

⇒ **Use2 14.**

$$A_s \text{ provided for } 2 \Phi 14 = 3.08 \text{ cm}^2.$$

6.5.3 Shear Design of Rib (R4):-

By using Atir program, we found that the envelope for shear Diagram, as follows:-

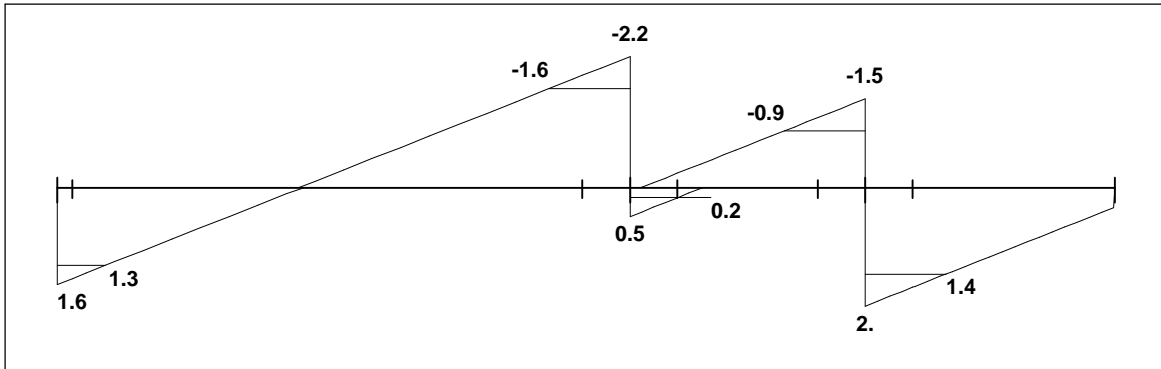


Figure (6.2) rib (4) shear envelope.

* Span (1):-

$V_u = 2.2$ ton As shown in Fig. (6.2)

(V_u) at Critical point = 1.6 ton.

$$V_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) bd = \left(\frac{\sqrt{24}}{6} \right) (15)(28.4) \left(\frac{10}{1000} \right) = 3.48 \text{ ton.}$$

⇒ Check (Item 2):-

$$V_c > \frac{V_u}{w} > \frac{V_c}{2}$$

$$3.48 > \frac{1.6}{0.75} > \frac{3.48}{2}$$

So, minimum shear reinforcement is required, except:-

- Slabs & footings.
- Floor joist constructions. (Ribs).

- Beams with total depth $h \leq 25\text{cm}$.
- $\leq 2.5 \text{ tf}$.
- $\leq 0.5bw$.

Exception #2 is satisfied because we design a rib. \Rightarrow so no need for minimum shear reinforcement, but we will apply $\Phi 10@40 \text{ cm}$, for construction requirement.

*** Span (2):-**

$V_u = 1.5 \text{ ton}$ As shown in Fig. (6.2)

(Vu) at Critical point = 0.9 ton.

$$V_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) bd = \left(\frac{\sqrt{24}}{6} \right) (15)(28.4) \left(\frac{10}{1000} \right) = 3.48 \text{ ton.}$$

\Rightarrow Check (Item 1):-

$$\frac{V_u}{w} \leq \frac{V_c}{2}$$

$$\frac{.9}{0.75} \leq \frac{3.48}{2}$$

$$1.20 \leq 1.74$$

\Rightarrow So no need for shear reinforcement, but we will apply $\Phi 10@40 \text{ cm}$, for construction requirement.

*** Span (3):-**

$V_u = 2 \text{ ton}$ As shown in Fig. (6.2)

(Vu) at Critical point = 1.4 ton.

$$V_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) bd = \left(\frac{\sqrt{24}}{6} \right) (15)(28.4) \left(\frac{10}{1000} \right) = 3.48 \text{ ton.}$$

⇒ Check (Item 2):-

$$V_c > \frac{Vu}{w} > \frac{V_c}{2}$$

$$3.48 > \frac{1.4}{0.75} > \frac{3.48}{2}$$

$$3.48 > 1.87 > 1.74$$

So, minimum shear reinforcement is required, Except:-

- Slabs & footings.
- Floor joist constructions.(Ribs).
- Beams with total depth $h \leq 25\text{cm}$.
 $\leq 2.5 \text{ tf}$.
 $\leq 0.5b_w$.

Exception #2 is satisfied because we design a rib. ⇒ So no need for minimum shears reinforcement, but we will apply $\Phi 10@40 \text{ cm}$, for construction requirement.

6.6 Design of Beam (22):-

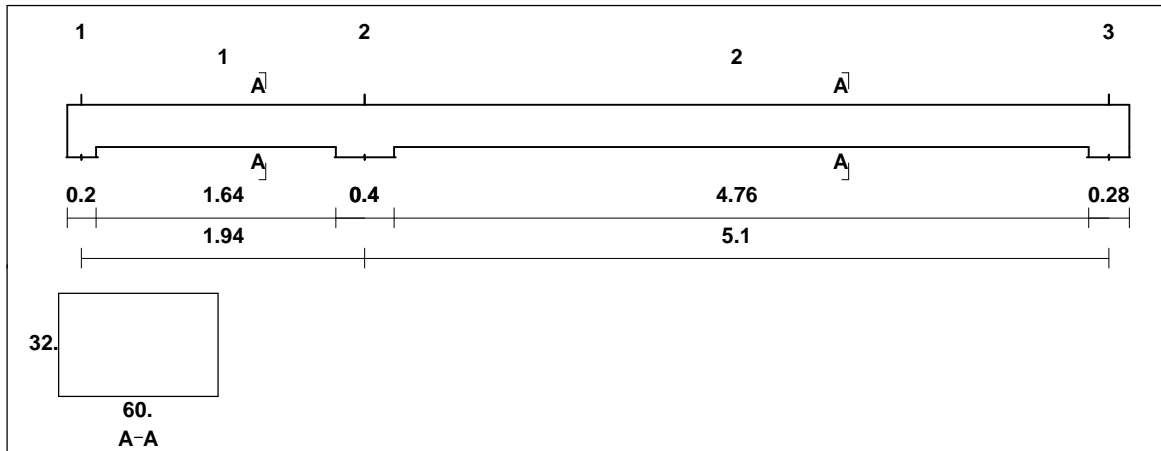


Figure (6.3) section of beam (22)

6.6.1 Load calculations:-

⇒ For span (1) ⇒ only the weight of the above wall acting on it.

The weight of the wall per 1 m of the wall length = $\gamma \cdot b \cdot h$.

And equals = $2.4 \times 0.3 \times 3 = 2.16 \text{ ton/m}$.

⇒ For span (2) ⇒ Reaction from R (6) acting on it.

By using Atir program to find the reaction of Rib (6)

On this beam (the longest rib). The result was as follows:-

From R (6) ⇒ Service dead reaction = 1.3 ton.

Service live reaction = 0.28 ton.

By dividing the reaction by the rib width (55 cm), we can get the uniform linear load on each span of the beam

→ Dead load = $1.30/0.55 = 2.36 \text{ t/m}$.

→ Live load = $0.28/0.55 = 0.509 \text{ t/m}$.

→ Assume beam width = 60 cm, beam thickness is 32 cm.

Dead and live load are as explained before.

$$\beta_1 = 0.85.$$

$$\rho = \frac{(0.35)(0.85) f_c' s_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y}$$

$$\rho = \frac{(0.35)(0.85)(24)(0.85) \left(\frac{600}{600 + 420} \right)}{420} = 0.0085.$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85(24)} = 20.59$$

$$R_n = \rho f_y \left(1 - \frac{\rho m}{2} \right)$$

$$R_n = (0.0085)(420) \left(1 - \frac{(0.0085)(20.59)}{2} \right) = 3.26 \text{ kg} / \text{cm}^2.$$

→ Assuming $\Phi 20$ for main reinforcement.

$$d = h - \text{cover} - db(\text{stirrups}) - (Db / 2) = 32 - 4 - 1 - 1 = 26 \text{ cm}.$$

$$b = 60 \text{ cm}.$$

$$h = 32 \text{ cm}.$$

6.6.2 Design for Positive Moment:-

The bending moment envelope for this beam is as shown below:-

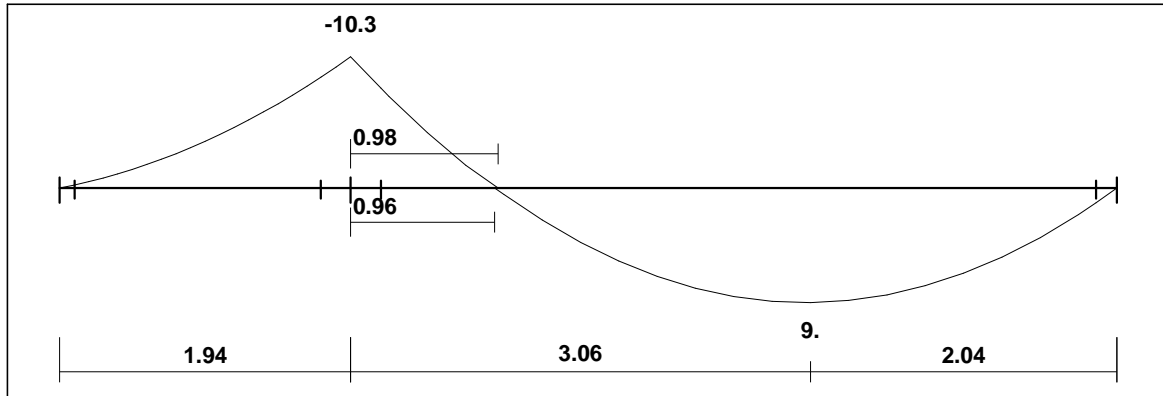


Figure (6.4) beam (22) moment envelope.

* Design of Span (1):-

No positive moment on this span. But minimum steel should be used at the bottom of the span.

Assume $b = 60$ cm.

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (bw)(d) \geq \frac{1.4}{f_y} (bw)(d) \dots\dots\dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (60)(26) \geq \frac{1.4}{420} (60)(26) \rightarrow 4.55 \geq 5.20$$

$$A_s \text{ min} = 1.42 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots \text{Control.}$$

\rightarrow Use 4 Φ 14 mm, A_s provided = 6.16 cm^2 .

⇒ **Check of yielding:-**

$$T = A_s \text{ provided} \times F_y \Rightarrow 6.16 \times 4.2 = 25.87 \text{ ton.}$$

$$C = 0.85 f'_c ab \Rightarrow 0.85 \times 0.24 \times 60 \times a = 12.24 a.$$

$$T = C$$

$$a = \frac{25.87}{12.24} = 2.11 \text{ cm.}$$

$$X = \frac{a}{s} = \frac{2.11}{0.85} = 2.49 \text{ cm.}$$

$$\frac{0.003}{X} = \frac{v_s + 0.003}{26} \Rightarrow \frac{0.003}{2.49} = \frac{v_s + 0.003}{26}$$

$$v_s = 0.028 > 0.005 \dots \dots \dots \text{OK.}$$

*** Design of Span (2):-**

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} = R_n b d^2$$

$$\frac{90 \times 10^{-3}}{0.9} = 3.26 b (0.26)^2$$

B = 0.45 m, and we will take b = 60 cm, (for deflection reasons & and to be the same as the width of span (2) section).

⇒ Check if the beam is singly or doubly reinforced:

⇒ Determination of required steel:-

$$m = 20.59.$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{9.0 \times 10^5}{0.9 \times 60 \times 26^2} = 24.65 \text{ (Kg / cm}^2\text{)}$$

$$\dots = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 24.65}{4200}} \right) = 0.00628$$

$$A_s = 0.00625 (60) (26) = 9.79 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 5.2 \text{ cm}^2 .$$

$$A_{s \text{ req}} > A_{s \text{ min}}$$

$$\text{Use } 4 \Phi 18, A_s \text{ provided} = 10.16 \text{ cm}^2 .$$

But we use 11 $\Phi 18$, for deflection reasons, as results just from Atir program, as shown in beams detailing in the appendix.

⇒ Check of yielding:-

$$T = A_s \text{ provided} \times F_y \Rightarrow 10.16 \times 4.2 = 42.67 \text{ ton.}$$

$$C = 0.85 f'_c ab \Rightarrow 0.85 \times 0.24 \times 60 \times a = 12.24 a.$$

$$T = C$$

$$a = \frac{42.67}{12.24} = 3.49 \text{ cm.}$$

$$X = \frac{a}{\beta} = \frac{3.49}{0.85} = 4.10 \text{ cm.}$$

$$\frac{0.003}{X} = \frac{v_s + 0.003}{26} \Rightarrow \frac{0.003}{4.10} = \frac{v_s + 0.003}{26}$$

$$v_s = 0.016 > 0.005 \dots \dots \dots \text{OK.}$$

$$M_n = (T) \text{ or } (C) \left(\frac{d - a}{2} \right) = 42.67 \left(\frac{26 - \frac{3.49}{2}}{2} \right) = 10.35 \text{ ton.m.}$$

6.6.3 Design for Negative Moment:-

* Span (2):-

Check whether the assumed beam width is correct or not

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = Rn \cdot b \cdot d^2$$

$$\frac{10.3 \times 10^{-3}}{0.9} = 3.26 \cdot b \cdot (0.26)^2$$

B = 0.52 m , and we will take b = 60 cm .

→ Determination of required steel

$$m = 19.35.$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{10.3 \times 10^5}{0.9 \times 60 \times 26^2} = 28.22 (\text{Kg} / \text{cm}^2)$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 28.22}{4200}} \right)$$

$$\rho = 0.00726.$$

$$As = 0.00726 (60) (26) = 11.33 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = 5.20 \text{ cm}^2 .$$

$$As_{\text{req}} > As_{\min}$$

$$\text{Use } 5 \Phi 18 \text{ mm} , As_{\text{provided}} = 12.7 \text{ cm}^2 .$$

⇒ **Check of yielding:-**

$$T = A_s \text{ provided} \times F_y \Rightarrow 12.7 \times 4.2 = 53.34 \text{ ton.}$$

$$C = 0.85 f'_c ab \Rightarrow 0.85 \times 0.24 \times 60 \times a = 12.24 a.$$

$$T = C$$

$$a = \frac{53.34}{12.24} = 4.36 \text{ cm.}$$

$$X = \frac{a}{\beta} = \frac{4.36}{0.85} = 5.13 \text{ cm.}$$

$$\frac{0.003}{X} = \frac{v_s + 0.003}{26} \Rightarrow \frac{0.003}{5.13} = \frac{v_s + 0.003}{26}$$

$$v_s = 0.0122 > 0.005 \dots \dots \dots \text{OK.}$$

$$M_n = (T) \text{ or } (C) \frac{\left(d - \frac{a}{2}\right)}{100} = 53.34 \frac{\left(26 - \frac{4.36}{2}\right)}{100} = 12.71 \text{ ton.m.}$$

⇒ Providing minimum positive steel at the bottom of the span

⇒ Apply minimum steel at the end supports.

$$\text{Use } 4 \Phi 14 \text{ mm, } A_s \text{ provided} = 6.16 \text{ cm}^2$$

6.6.4 Shear Design of Beam (22):-

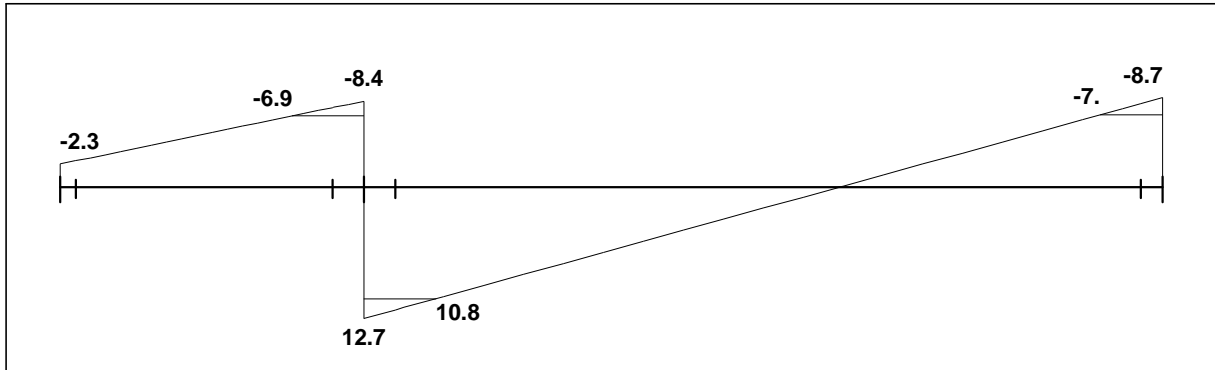


Figure (6.5) beam (22) shear envelope.

*** Span (1):-**

$V_u = 8.4$ ton As shown in Fig. (6.8)

V_u @ Critical point = 6.9 ton

$$V_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) bd = \left(\frac{\sqrt{24}}{6} \right) (60)(26) \left(\frac{10}{1000} \right) = 12.74 \text{ ton.}$$

⇒ Check (Item 2):-

$$V_c > \frac{V_u}{w} > \frac{V_c}{2}$$

$$12.74 > \frac{6.9}{0.75} > \frac{12.74}{2}$$

$$12.74 > 9.2 > 6.37$$

So, minimum shear reinforcement is required, Except:-

- Slabs & footings.
- Floor joist constructions.(Ribs).
- Beams with total depth $h \leq 25\text{cm.}$
 $\leq 2.5 \text{ tf} = 2.5(8) = 20 \text{ cm.}$
 $\leq 0.5bw = 0.5(60) = 30 \text{ cm.}$

Exceptions are not available, so we need the minimum shear reinforcement.

⇒ According to ACI-code-318 ⇒ minimum number of stirrups is:

(1) Stirrup ⇒ for beams with ($b \leq 40$ cm).

(2) Stirrups ⇒ for beams with ($40\text{cm} < b \leq 80\text{cm}$).

(3) Stirrups ⇒ for beams with ($b > 80\text{cm}$).

⇒ So, we will use (2) stirrups (4- legs) for a 60 cm beam width.

$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{\min} \geq \frac{1}{16} \frac{\sqrt{f_c'}}{f_{yt}} bw = \frac{1}{16} \frac{\sqrt{24}}{420} (60) = 0.0437\text{cm.}$$
$$\geq \frac{1}{3} \left(\frac{bw}{f_{yt}}\right) = \frac{1}{3} \left(\frac{60}{420}\right) = 0.0476\text{cm.}$$

$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{\min} = 0.0476\text{cm controls.}$$

⇒ Assume $\Phi 10$ stirrups ⇒ $A_v = 0.79$ cm².

$$\frac{A_v}{s} = \frac{4(0.79)}{S} = 0.0437.$$

$$S = 66.39 \text{ cm.}$$

$$S \leq \left(\frac{d}{2} = \frac{26}{2} = 13\text{cm.}\right)$$

$$\leq 60\text{cm.}$$

$$S = 13 \text{ cm controls.}$$

⇒ Use $\Phi 10$ @ 13 cm.

*** Span (2):-**

$$V_u = 12.7 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{As shown in Fig. (6.8)}$$

$$V_u @ \text{Critical point} = 10.8 \text{ ton.}$$

⇒ Check (Item 3):-

$$\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{6}\right) \sqrt{f_c'} b d > \frac{V_u}{w} > V_c$$

$$\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{6}\right) \sqrt{24} (60)(26) \left(\frac{10}{1000}\right) > \frac{12.7}{0.75} > 12.74$$

$$38.21 > 16.93 > 12.74$$

⇒ Complies with Item (3).

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_{yt} \cdot d}$$

$$\text{Where: } V_s = \frac{V_u}{w} - V_c = 16.93 - 12.74 = 4.19 \text{ ton.}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_{yt} \cdot d}{V_s}$$

Use 2 stirrups (4- legs) for a 60 cm beam width.

⇒ Assume $\Phi 10$ stirrups ⇒ $A_v = 0.79 \text{ cm}^2$.

$$S = \frac{4 \times 0.79 \times 4.2 \times 26}{4.19} = 82.36 \text{ cm.}$$

$$S \leq \left(\frac{d}{2} = \frac{26}{2} = 13 \text{ cm.}\right)$$

$$\leq 60 \text{ cm.}$$

$S = 13 \text{ cm}$ controls.

⇒ Use $\Phi 10 @ 13 \text{ cm}$.

Table (6.1): beams Table

Basement floor:-

beam No.	Beam section (cm)	Span length (cm)	Positive steel		Negative steel		stirrup		
			No. Of Bars	Diam. (mm)	No. Of Bars	Diam. (mm)	No. Of stirrup	Diam. (mm)	Spacing (cm)
B1	25*50	200	4	12	4	12	38	10	10
B2	25*50	300	6	20	5	20	59	10	10
B3	25*50	235	4	14	9	12	46	10	10
B4	25*50	80	4	14	4	16	14	10	10
	25*50	320	4	14	4	16	63	10	10
B5	25*50	330	6	12	4	14	64	10	10
B6	25*50	100	4	14	4	16	18	10	10
	25*50	340	4	14	4	16	67	10	10

Ground floor:-

beam No.	Beam section (cm)	Span length (cm)	Positive steel		Negative steel		stirrup		
			No. Of Bars	Diam. (mm)	No. Of Bars	Diam. (mm)	No. Of stirrup	Diam. (mm)	Spacing (cm)
B7	32*50	150	4	12	4	12	15	10	10
	32*50	365	4	12	4	12	36	10	10
	32*50	150	4	12	4	12	15	10	10
B8	32*70	490	10	20	6	20	49	10	10
	32*70	215	6	12	6	12	21	10	10
B9	32*50	490	4	12	4	12	49	10	10
	32*50	215	4	12	4	12	21	10	10

B10	32*50	20	4	12	4	12	2	10	10
	32*50	215	4	12	4	12	21	10	10
	32*50	20	4	12	4	12	2	10	10
B11	32*80	260	14	18	8	18	26	10	10
B12	32*80	385	14	18	6	10	38	10	10
B13	32*50	240	4	12	4	12	23	10	10
B14	32*50	305	6	12	4	14	30	10	10
B15	32*70	200	4	14	4	14	20	10	10
	32*70	475	12	18	6	18	47	10	10
B16	32*50	350	4	12	5	12	35	10	10
B17	32*121	475	18	20	17	20	47	10	10
B18	32*50	330	4	14	5	18	32	10	10
B19	32*50	315	8	18	4	12	31	10	10
B20	32*80	470	12	20	8	20	47	10	10
B21	32*50	240	4	12	4	12	23	10	10
B22	32*60	165	4	14	4	14	16	10	10
	32*60	475	11	18	4	14	47	10	10
B32	32*100	400	15	20	10	20	40	10	10
B24	32*50	230	4	12	4	12	22	10	10
B25	32*50	165	16	10	9	14	16	10	10
B26	32*50	475	4	12	4	12	47	10	10
	32*50	340	4	12	4	12	33	10	10
	32*50	85	4	12	4	12	8	10	10
B27	32*50	330	4	12	4	12	33	10	10
	32*50	180	4	12	5	16	18	10	10
	32*50	330	4	12	4	12	15	10	10
	32*50	160	4	12	4	12	8	10	10
	32*50	160	4	12	4	12	8	10	10
B28	32*50	330	4	12	4	12	15	10	10
B28	32*50	330	4	12	4	12	15	10	10
	32*50	160	4	12	4	12	8	10	10

First Floor:

beam No.	Beam section (cm)	Span length (cm)	Positive steel		Negative steel		Stirrup		
			No. Of Bars	Diam. (mm)	No. Of Bars	Diam. (mm)	No. Of stirrup	Diam. (mm)	Spacing (cm)
B30	32*80	260	14	18	6	14	26	10	10
B31	32*50	210	4	12	4	12	21	10	10
B32	32*110	335	16	20	12	20	33	10	10
B33	32*60	285	11	18	4	14	28	10	10
B34	32*50	300	10	18	4	12	29	10	10
	32*50	165	4	18	4	12	16	10	10
B35	32*50	235	4	12	4	12	23	10	10
B36	32*50	130	4	12	4	12	12	10	10
B37	32*50	190	5	12	4	12	19	10	10
B38	32*80	420	6	14	5	14	42	10	10
	32*80	370	5	14	7	14	36	10	10
	32*80	420	6	14	5	14	42	10	10
B39	32*120	475	18	20	17	16	47	10	10
	32*120	320	6	16	13	16	32	10	10
	32*120	340	18	20	12	16	34	10	10
B40	32*120	470	18	20	8	14	46	10	10
	32*120	320	17	20	10	20	32	10	10
B41	32*110	475	16	20	15	20	47	10	10

B42	32*50	125	4	12	4	12	12	10	10
B43	32*90	530	13	20	10	20	52	10	10
B44	32*110	165	8	14	10	20	16	10	10
	32*110	655	15	20	8	20	65	10	10
	32*110	340	11	20	8	14	33	10	10
B45	32*50	235	4	12	4	12	23	10	10
B46	32*50	305	8	20	5	20	30	10	10
B47	32*60	200	11	14	11	14	20	10	10
	32*60	175	5	14	6	18	47	10	10
B48	32*50	340	5	12	4	12	33	10	10
B49	32*70	10	6	12	6	12	3	10	10
	32*70	135	6	12	6	12	13	10	10
	32*70	235	6	12	6	12	23	10	10
	32*70	135	6	12	6	12	13	10	10
	32*70	10	6	12	6	12	3	10	10
B50	32*50	310	4	12	4	12	15	10	10
	32*50	160	4	12	4	12	27	10	10
B51	32*50	270	4	12	4	12	27	10	10
B52	32*80	475	12	20	10	20	47	10	10
B53	32*50	20	4	12	4	12	2	10	10
	32*50	215	4	12	4	12	21	10	10
	32*50	20	4	12	4	12	2	10	10
B54	32*80	385	12	16	6	12	38	10	10
B55	32*70	285	10	20	6	20	28	10	10
B56	32*50	150	4	12	4	12	15	10	10
	32*50	305	4	12	4	12	36	10	10
	32*50	150	4	12	4	12	14	10	10
B57	32*50	180	4	12	5	16	18	10	10

Roof floor:-

beam No.	Beam section (cm)	Span length (cm)	Positive steel		Negative steel		Stirrup		
			No. Of Bars	Diam. (mm)	No. Of Bars	Diam. (mm)	No. Of stirrup	Diam. (mm)	Spacing (cm)
B58	32*50	200	4	12	4	12	20	10	10
B59	32*50	100	4	12	4	12	10	10	10
B60	32*110	525	13	20	10	20	52	10	10
	32*60	500	7	12	6	12	47	10	10
	32*50	230	8	14	7	14	22	10	10
B61	32*50	200	4	12	4	12	20	10	10
	32*50	605	4	12	4	12	60	10	10
B62	32*50	235	4	12	4	12	23	10	10
B63	32*50	230	4	12	4	12	22	10	10
	32*50	195	4	12	4	12	19	10	10
	32*50	200	4	12	4	12	5	10	10
	32*50	230	4	12	4	12	22	10	10
B64	32*100	610	17	320	11	20	61	10	10
	32*100	330	7	14	8	14	32	10	10
	32*100	242	7	14	7	20	24	10	10
B65	32*50	235	4	12	4	12	23	10	10
B66	32*50	305	4	12	4	12	30	10	10

6.7 Design of Columns:-

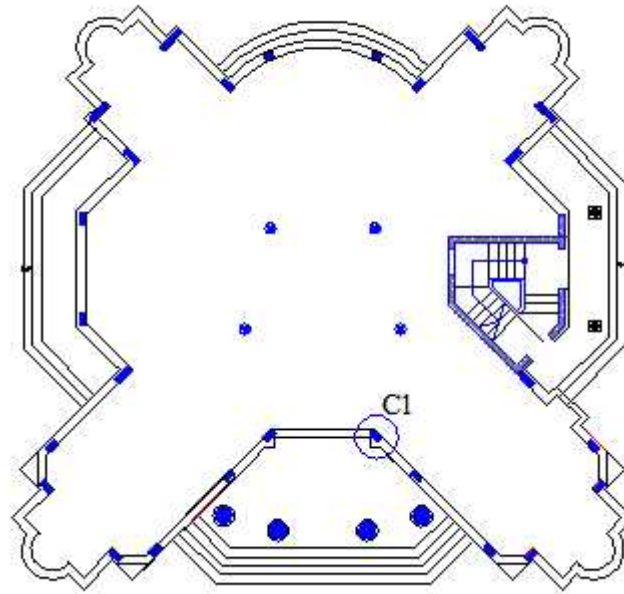


Fig (6-6) horizontal plan with columns

6.7.1 Design of (C1):-

Exterior rectangular column.

- Loads on the Column:-

Loads acting on columns are obtained from support reaction when analyzing the supported beams.

Loads acting on column (c1) are as follows:-

* From the First Floor \Rightarrow From B 39 \Rightarrow Service Dead reaction = 18.2 ton.

Service Live reaction = 2.69 ton.

From B 48 \Rightarrow Service Dead reaction = 3.43 ton.

Service Live reaction = 0.59 ton.

From B 50 \Rightarrow Service Dead reaction = 0.48 ton.

Service Live reaction = 0.00 ton.

* From the Ground Floor \Rightarrow From B19 \Rightarrow Service Dead reaction = 4.85 ton.

Service Live reaction = 0.76 ton.

From B 26 \Rightarrow Service Dead reaction = 3.61 ton.

Service Live reaction = 0.54 ton.

From B28 \Rightarrow Service Dead reaction = 1.17 ton.

Service Live reaction = 0.00 ton.

Column dimension will be the same and design in all the floors, because we are designing a vella with 4 floors only. So the load will not have a large variation that requires changing the dimensions.

As we design a Vella that means that no expectations to construct additional floors in future, so we will design only for the required columns.

Self weight of the column for three floors = $A \times h \times \rho \times \#$ of floors

$$= (0.4 \times 0.2) \times 3 \times 2.4 \times 2 = 1.152 \text{ Ton.}$$

By summation of the above reactions and the self weight

- Total dead load = 32.892 ton.

- Total live load = 4.58 ton.

6.7.2 Design of the Longitudinal Reinforcement:

$$\begin{aligned} \text{Total load (Pu)} &= 1.2 \text{ DL} + 1.6 \text{ LL} \\ &= (1.2 \times 32.89) + (1.6 \times 4.58) \\ &= 46.80 \text{ ton.} \end{aligned}$$

$$P_n(\text{req}) = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{46.8}{0.65} = 72.0 \text{ ton}$$

$$P_n = 0.8A_g(0.85f_c'(1 - \rho_g) + 4.2\rho_g).$$

Take $\rho_g = 0.015$.

$$72 = 0.8A_g(0.85(0.24)(1 - 0.015) + 4.2(0.015)).$$

$$A_g = 341 \text{ cm}^2.$$

$$A_g = b \times h.$$

Take $b = 20 \text{ cm} \rightarrow h = 17.05 \text{ cm}$.

Select $\rightarrow 20 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} = 800 \text{ cm}^2$.

* Determination of required ρ_g :

$$72 = 0.8(800)(0.85(0.24)(1 - \rho_{g \text{ req}}) + 4.2\rho_{g \text{ req}}).$$

$$\rho_g(\text{req}) = -0.0229 < \rho(\text{min}) = 0.01.$$

Use $\rho_g = \rho(\text{min}) = 0.01$.

$$A_s(\text{req}) = \rho_g \times A_g = 0.01 \times 800 = 8 \text{ cm}^2.$$

Use 6 $\Phi 14 = 9.24 \text{ cm}^2$.

6.7.3 Check slenderness effect:-

$$\begin{aligned} (KL_u/r) &\leq (34 - 12[M_1/M_2]) \\ &\leq 40 \dots\dots\dots \text{ACI 10-12-2} \end{aligned}$$

Lu: Actual unsupported (unbraced) length.

K: effective length factor (K= 1 for braced frame)

r: radius of gyration = $0.3 * h = \sqrt{I/A}$.

M1/M2 = 1 for transverse loading.

Lu= 3 m.

$$(1 * 3 / (0.3 * 0.4m)) \leq (34 - 12[1])$$

$$25 \geq 22.$$

$$\leq 40$$

Slenderness effect must be considered.

$$u_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75 * P_c}} \geq 1.0 \dots\dots\dots \text{A.C.I (10.12.3) eq (10.9).}$$

$$C_m = 1.0 \text{ (for single curvature – braced frame) } \dots\dots\dots \text{A.C.I (10.12.3.1).}$$

$$P_u = (1.2 * DL) + (1.6 * LL).$$

$$P_u = 46.8 \text{ ton.}$$

$$P_c = \frac{f^2 EI}{(Kl_u)^2} \dots\dots\dots \text{A.C.I (10.12.3) eq (10.10).}$$

EI = large of:

$$EI = \frac{(0.2E_c I_g + E_s I_{se})}{1 + Sd} \dots\dots\dots \text{eq (1)}$$

Or

$$EI = \frac{0.4E_c I_g}{1 + Sd} \dots\dots\dots \text{eq (2)}$$

$$E_c = 15000 \sqrt{f'c} \leftarrow \text{Kg / cm}^2$$

$$E_c = \frac{15000 \sqrt{240}}{1000} = 232.38 \text{ ton / cm}^2.$$

I_g =moment of inertia of gross concrete section about centroidal axis, neglecting reinforcement, cm^4 .

$$I_g = \frac{b * h^3}{12} = \frac{20 * 40^3}{12} = 106666.67 \text{ cm}^4.$$

I_{se} = Moment of inertia of reinforcement about centroidal axis of member cross section, cm^4 .

$$I_{se} = 2(A_s * x^2) = 2(2 * 1.54 * 14.3^2) = 1259.66 \text{ cm}^4.$$

$$E_s = 200000 \text{ MPa} = 2000 \text{ ton/cm}^2.$$

$$S_d = \frac{\text{factored axial dead load}}{\text{factored axial total load}} = \frac{39.47}{46.8} = .8433.$$

From equation 1 and 2 we select the large value:

$$EI = \frac{((0.2 * 232.38 * 106666.67) + (2000 * 1259.66))}{1 + 0.8433} = 4056181.93 \text{ ton.cm}^2$$

$$EI = \frac{0.4 * 232.38 * 106666.67}{1 + 0.8433} = 5378875.012 \text{ ton.cm}^2 \text{ (control).}$$

$$P_c = \frac{f^2 * 5378875.01}{(1.0 * 3.00 * 100)^2} = 589.86 \text{ ton}.$$

$$u_{ns} = \frac{1.0}{1 - \frac{46.8}{0.75 * 589.86}} = 1.12 \geq 1.0 \dots\dots\dots \text{OK}.$$

$$e_{\min} = 15 + (0.03 * h) = 15 + (0.03 * 400) = 27 \text{ mm}$$

$$e \text{ used for the design} = 1.12 * 27 = 30.24 \text{ mm} = 3.02 \text{ cm}.$$

Because M negligible we use the equation above.

$$e \text{ used} = 3.02 \text{ cm}.$$

We calculate eb (balance) to check e used if small or greater than eb.

$$v_y = \frac{420}{200000} = 0.0021$$

$$\frac{x_b}{d} = \frac{0.003}{0.003 + 0.0021} \Rightarrow \frac{x_b}{34.3} = \frac{0.003}{0.003 + 0.0021} \Rightarrow x_b = 20.18 \text{ cm}$$

$$a_b = 0.85 * x_b \Rightarrow a_b = 0.85 * 20.18 = 17.15 \text{ cm}$$

Compression steel –yield?

$$\frac{v_s'}{0.003} = \frac{x_b - d'}{x_b} \Rightarrow \frac{v_s'}{0.003} = \frac{20.18 - 5.7}{20.18} \Rightarrow v_s' = 0.0021 \geq v_y \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$C_c = 0.85 * f_c' * b * a_b \Rightarrow C_c = 0.85 * 0.24 * 20 * 17.15 \Rightarrow C_c = 70 \text{ ton}$$

$$C_s = A_s * (f_y - 0.85 f_c') \Rightarrow C_s = (2 * 1.54) \{4.2 - (0.85 * 0.24)\} \Rightarrow C_s = 12.31 \text{ ton}$$

$$T = A_s * f_y \Rightarrow T = 2 * 1.54 * 4.2 \Rightarrow T = 12.94 \text{ ton}$$

$$\sum f_y = 0 \uparrow +$$

$$C_c + C_s - T - P_b = 0.0$$

$$70 + 12.31 - 12.94 - P_b = 0.0 \Rightarrow P_b = 44.75 \text{ ton}$$

Take moment about center axis of column:

$$\sum m \text{ at C.A} = 0.0 + \text{Clock wise}$$

$$(-T * 14.3) - C_c \left(\frac{h}{2} - \frac{a_b}{2} \right) - C_s (14.3) + (P_b * e_b) = 0.0$$

$$(-12.94 * 14.3) - 70 \left(\frac{40}{2} - \frac{17.15}{2} \right) - 12.31 (14.3) + (44.75 * e_b) = 0.0$$

$$\Rightarrow e_b = 25.94 \text{ cm}$$

e used < e_b ⇒ 3.02 < 25.94 ∴ compression control.

$$E = 200000 \text{ MPa} \Rightarrow E = 2000 \text{ t} / \text{cm}^2$$

$$C_s = 12.31 \text{ ton}$$

$$C_c = 0.85 * f_c' * b * a_b \Rightarrow C_c = 0.85 * 0.24 * 20 * 0.85 * x \Rightarrow C_c = 3.47 * x$$

T = ?????

$$v_s = \left(\frac{d - x}{x} \right) * 0.003$$

$$f_s = v_s * E \Rightarrow f_s = \left(\frac{34.3 - x}{x} \right) * 0.003 * 2000 \Rightarrow f_s = 6 * \left(\frac{34.3 - x}{x} \right)$$

$$T = A_s * f_s \Rightarrow T = f_s = 6 * \left(\frac{34.3 - x}{x}\right) * (2 * 1.54)$$

$$T = \left(\frac{633.86 - 18.48 * x}{x}\right)$$

$$P_n = C_c + C_s - T$$

$$\sum m \quad \text{at} \quad P_n = 0.0 + \text{Clock wise.}$$

$$-\left\{\frac{633.86 - 18.48 * x}{x}\right\} \{17.11\} + \left\{3.47 * x \left(\frac{0.85 * x}{2} - 17.19\right)\right\} - (12.31 * 11.49) = 0.0$$

$$X^3 - 40.54X^2 + 118.88X - 7377.76 = 0.0$$

$$X = 41.9 \text{ cm.}$$

We used $X = h = 40 \text{ cm.}$

$$C_c = 3.47 * 40 = 138.8 \text{ ton}$$

$$T = \left(\frac{633.86 - 18.48 * 40}{40}\right) = -2.63 \text{ ton.}$$

$$P_n = 138.8 + 12.31 - -2.63 \Rightarrow P_n = 153.74 \text{ ton.}$$

$$w * P_n \geq P_u \Rightarrow 0.65 * 153.74 = 99.93 \text{ ton} \geq 46.8 \dots \dots \dots \text{OK}$$

Use 6 Ø 14 bar

6.7.4 Design of Ties

Use Φ 10 mm ties for longitudinal bars diameter < Φ 10 mm: ACI – 7.10.5.2

$$S \leq 16db \text{ (Longitudinal diameter bar)} = 16(1.60) = 19.2 \text{ cm.} \dots \dots \dots \text{ (Control)}$$

$$S \leq 48dties \text{ (Ties bar diameter)} = 48(1.00) = 48 \text{ cm.}$$

$$S \leq \text{Least dimension} = 20 \text{ cm.}$$

∴ Use Φ10 mm rectangular ties @ 19 cm spacing.

→ Use 40x20 with 6Φ 14 bar with Φ 10 ties @ 19 cm spacing.

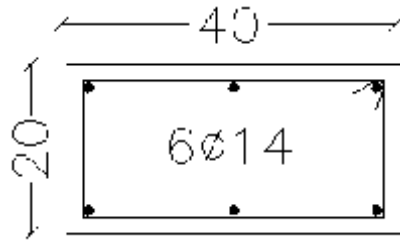


Fig (6-7) column (C1) detail

Table (6.2): Rectangular Columns Table

Column No.	Floor No.	Column Dimension (cm)	Vertical Reinforcement		Ties	
			No. Of Bars	Diam. (mm)	Size (mm)	Diam. (cm)
C1	Base.	20*40	6	14	10	20
	Ground	20*40	6	14	10	20
	First	20*40	6	14	10	20
	Roof	20*40	6	14	10	20
C2	Base.	20*60	8	14	10	20
	Ground	20*60	8	14	10	20
	First	20*60	8	14	10	20
	Roof	20*60	8	14	10	20
C3	Base.	20*80	8	16	10	20
	Ground	20*80	8	16	10	20
	First	20*80	8	16	10	20
	Roof	20*80	8	16	10	20

Table (6.3): Circular Columns Table

Column No.	Floor No.	Column Diameter (cm)	Vertical Reinforcement		Ties	
			No. Of Bars	Diam. (mm)	Diam. (mm)	Spacing (cm)
C4	Exterior column	D=55	6	22	10	20
C5	Base.	----	----	----	----	----
	Ground	----	----	----	----	----
	First	D=35	6	16	10	25
	Roof	D=35	6	16	10	25
C6	Exterior column	D=30	6	14	10	20

6.8 Design of Stairs:-

6.8.1 Design of Interior Stair (1):-

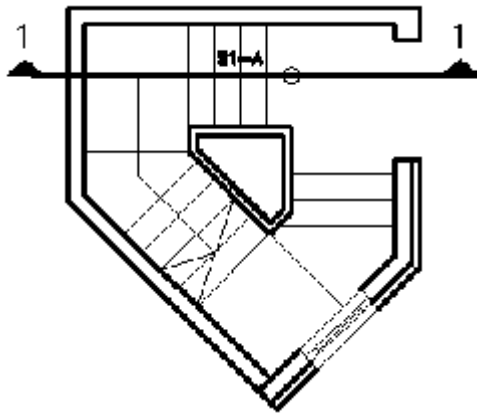


Fig (6.8) Top view of stair 1

as shown in section (1 – 1) above: -

1) Determination of thickness:-

$$h \geq L/20 \Rightarrow 1.5/20 = 7.5\text{cm}$$

\Rightarrow Select $h = 15\text{cm}$.

2) Loads Calculation:-

$$\theta = \tan^{-1}(16/30) = 28^\circ$$

* Dead load:-

$$\text{Plaster} = \frac{(0.03\text{m})(2.2\text{ton}/\text{m}^3)(1\text{m})}{\cos 28} = 0.075\text{ton}/\text{m}$$

$$\text{Concrete} = \frac{(0.15m)(2.4\text{ton}/m^3)(1m)}{\cos 28} = 0.0408\text{on}/m$$

$$\text{Mortar} = \left(\frac{0.3m + 0.16m}{0.3m} \right) (0.02m \times 2.2\text{ton}/m^3 \times 1m) = 0.067\text{ton}/m$$

$$= \left(\frac{0.33m + 0.16m}{0.3m} \right) (0.03m \times 2.2\text{ton}/m^3 \times 1m) = 0.107\text{ton}/m \text{ Tile}$$

$$\text{Step} = 0.5 (0.16m)(2.4\text{ton}/m^3)(1m) = 0.192 \text{ ton}/m.$$

$$\text{Sand} = (0.08m)(1.8 \text{ ton}/m^3)(1m) = 0.144 \text{ ton}/m.$$

$$\text{Total dead load} = 0.99 \text{ ton}/m.$$

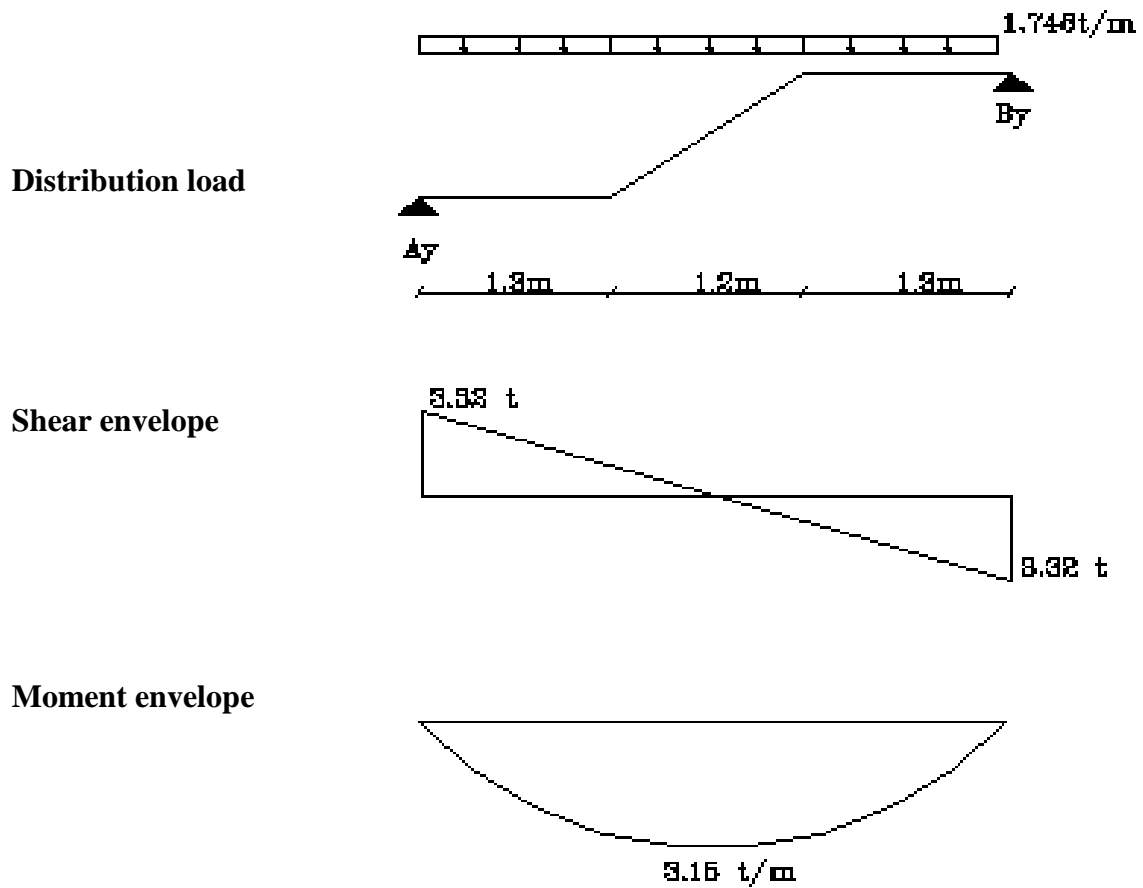
*** Live load:**

$$\text{Live load} = 350 \text{ Kg}/m^2.$$

$$\text{Factored load} = 1.2(0.99) + 1.6(0.35) = 1.748 \text{ ton}/m.$$

$$W_u = 1.748 \text{ ton}/m.$$

3) Internal force:



$$A_y = B_y = \frac{W_u \cdot L}{2}$$

$$= \frac{1.748 \cdot 3.8}{2} = 3.32 \text{ ton} = 33.2 \text{ KN}$$

$$M_u = (0.5 \cdot 1.9 \cdot 3.32) = 3.15 \text{ t.m}$$

* Design for Positive Moment:

$$M_u = 3.15 \text{ t.m}$$

$$M_n = 3.15 / 0.9 = 3.5 \text{ t.m}$$

$$m = 20.58$$

→ Select $\Phi 12$

$$d = 15 - 2(\text{cover}) - 0.6 = 12.4 \text{ cm.}$$

Use $d = 12.4 \text{ cm.}$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{35(10)^6}{(1000)(124)^2} = 2.33 \text{ Kg / cm}^2$$

$$\begin{aligned} \dots &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 2.33}{420}} \right) = 0.0061 \end{aligned}$$

$$\dots = 0.0061$$

$$\text{As req} = 0.0061(100)(12) = 7.4 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy}(bw)(d)$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(100)(12) \geq \frac{1.4}{420}(100)(12)$$

$$3.5 \text{ cm}^2 < 4 \text{ cm}^2$$

we take $A_s \text{ min} = 4 \text{ cm}^2$

$A_s \text{ req} > A_s \text{ min}$

⇒ We use $A_s \text{ req} = 7.4 \text{ cm}^2 / \text{m}$

$$\text{As shrinkage \& temp} = 0.0018 * 100 * 12.4 = 2.23 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$A_s \text{ req} = 7.4 > A_s \text{ shrinkage \& tem.}$

Use $\Phi 12 @ 15$

$$\text{As provided} = 1.13 * (100/15) = 7.5 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Of bare = 7 $\Phi 12$

→ Secondary reinforcement

$$\begin{aligned} A_s &= 0.2 A_{s \text{ req}} \\ &= 0.2 * 7.4 = 1.5 < A_{s \text{ shrinkage}} \end{aligned}$$

Select $\Phi 8 @ 15$

$$A_s \text{ provided} = 0.502 * (100/15) = 3.35 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

*** Design Shear Reinforcement**

$$wV_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) bd = 0.75 \left(\frac{\sqrt{24}}{6} \right) (100)(12)(10) = 7.3 \text{ Ton.}$$

$$V_u = 3.32 \text{ ton}$$

⇒ Check (Item 1):-

$$\frac{V_u}{w} \leq \frac{V_c}{2}$$

$$\frac{3.32}{0.75} \leq \frac{9.73}{2}$$

$$4.42 \leq 4.86 \quad \dots \quad \text{Ok}$$

No shear reinforcement required

6.8.2 Design of Interior Stair (2):-

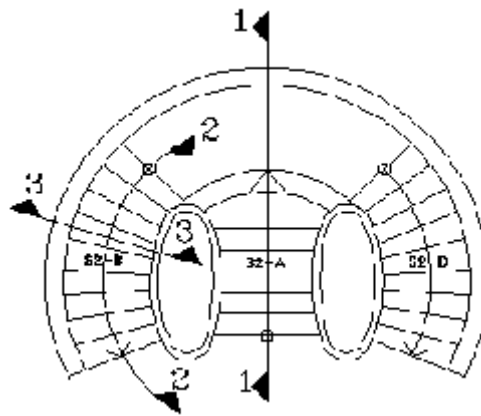


Fig (6.9) Top view of stair 2

- Stair (2-A)

as shown in section (1 – 1)

1) Determination of thickness:-

$$h \geq L/20 \Rightarrow 276/20 = 13.8\text{cm.}$$

\Rightarrow Select $h = 15\text{cm.}$

2) Loads Calculation:-

$$\theta = \tan^{-1}(18.8/30) = 32^\circ$$

* Dead load:

$$\text{Plaster} = \frac{(0.03\text{m})(2.2\text{ton}/\text{m}^3)(1\text{m})}{\cos 32} = 0.077\text{ton}/\text{m}$$

$$\text{Concrete} = \frac{(0.15m)(2.4\text{ton}/m^3)(1m)}{\cos 32} = 0.424\text{on}/m$$

$$\text{Mortar} = \left(\frac{0.3m + 0.188m}{0.3m} \right) (0.02m \times 2.2\text{ton}/m^3 \times 1m) = 0.071\text{ton}/m$$

$$= \left(\frac{0.33m + 0.188m}{0.3m} \right) (0.03m \times 2.2\text{ton}/m^3 \times 1m) = 0.11\text{ton}/m \text{ Tile}$$

$$\text{Step} = 0.5 (0.188m)(2.4\text{ton}/m^3)(1m) = 0.225 \text{ ton}/m$$

$$\text{Sand} = (0.08m)(1.8 \text{ ton}/m^3)(1m) = 0.144 \text{ ton}/m$$

$$\text{Total dead load} = 1.05 \text{ ton}/m$$

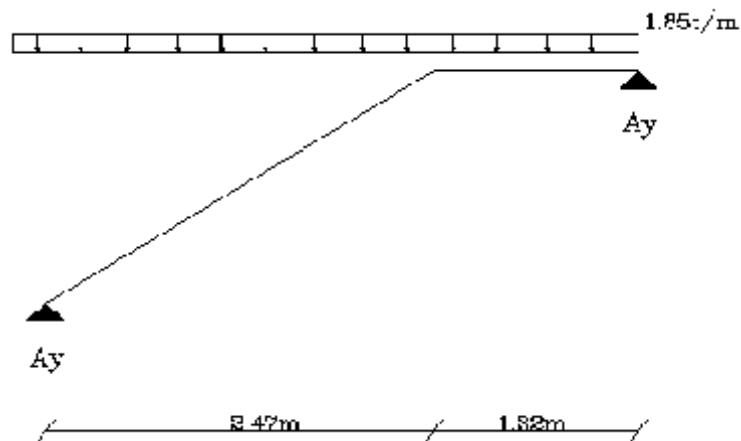
***Live load:**

$$\text{Live load} = 350 \text{ Kg}/m^2$$

$$\text{Factored load} = 1.2(1.05) + 1.6(0.35) = 1.82 \text{ ton}/m$$

$$W_u = 1.82 \text{ ton}/m$$

***Internal force:**



Distribution load

$$A_y = B_y = \frac{W_u * L}{2}$$

$$= \frac{1.82 * 3.82}{2} = 3.47 \text{ ton} = 34.7 \text{ KN}$$

$$M_u = (0.5 * 1.91 * 3.47) = 3.31 \text{ t.m}$$

*** Design for Positive Moment:**

$$M_u = 3.31 \text{ t.m}$$

$$M_n = 3.31 / 0.9 = 3.67 \text{ t.m}$$

$$m = 20.58$$

select $\Phi 12$

$$d = 15 - 2(\text{cover}) - 0.6 = 12.4 \text{ cm.}$$

Use $d = 12.4 \text{ cm.}$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{36.7(10)^6}{(1000)(124)^2} = 2.4 \text{ Kg / cm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 2.55}{420}} \right) = 0.0060$$

$$\rho = 0.0060$$

$$A_s \text{ req} = 0.0060(100)(12.4) = 7.44 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (bw)(d) \geq \frac{1.4}{f_y} (bw)(d)$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (100)(12) \geq \frac{1.4}{420} (100)(12)$$

$$3.5 \text{ cm}^2 < 4 \text{ cm}^2 .$$

We take $A_s \text{ min} = 4 \text{ cm}^2$.

$A_s \text{ req} > A_s \text{ min}$

⇒ We use $A_s \text{ req} = 7.44 \text{ cm}^2 / \text{m}$.

→ $A_s \text{ shrinkage \& temp} = 0.0018 * 100 * 12.4 = 2.23 \text{ cm}^2 / \text{m}$.

$A_s \text{ req} = 7.44 > A_s \text{ shrinkage \& temperature}$,

Use $\Phi 12 @ 15$

⇒ $A_s \text{ provided} = 1.13 * (100/15) = 7.5 \text{ cm}^2 / \text{m}$

of bare = 7 $\Phi 12$

→ Secondary reinforcement

$A_s = 0.2 \text{ as req}$

$$= 0.2 * 7.44 = 1.5 < A_s \text{ shrinkage}$$

Select $\Phi 8 @ 15$

$A_s \text{ provided} = 0.502 * (100/15) = 3.35 \text{ cm}^2 / \text{m}$

***Design shear reinforcement:-**

$$wV_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) bd = 0.75 \left(\frac{\sqrt{24}}{6} \right) (100)(12)(10) = 7.3 \text{ Ton}.$$

$V_u = 3.47 \text{ ton}$

⇒ Check (Item 1):-

$$\frac{V_u}{w} \leq \frac{V_c}{2}$$

$$\frac{3.47}{0.75} \leq \frac{9.73}{2}$$

$4.62 \leq 4.86 \dots \text{Ok}$
No shear reinforcement required

*** Design of stair's beam:-**

DL = 1.36
LL = 0.406

Factored load = $1.2(1.36) + 1.6(0.406) = 2.28 \text{ ton/m}$

$W_u = 2.28 \text{ ton/m}$

By using atir program, we found that:-

$V_u = 1.596 \text{ t}$
 $M_u = 0.558 \text{ t.m}$

***Design for Positive Moment:**

$M_u = 0.558 \text{ t.m}$

$M_n = 0.588 / 0.9 = 0.62 \text{ t.m}$

$m = 20.58$

Select $\Phi 12$

$d = 15 - 4(\text{cover}) - 0.8 - 0.6 = 9.6 \text{ cm.}$

Use $d = 9.6 \text{ cm.}$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{6.2(10)^6}{(1000)(96)^2} = 0.67 \text{ Kg / cm}^2$$

$$\begin{aligned} \dots &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 0.67}{420}} \right) = 0.0065 \end{aligned}$$

$\dots = 0.002$

$$A_s \text{ req} = 0.002(100)(9.6) = 1.92 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)}(bw)(d) \geq \frac{1.4}{f_y}(bw)(d)$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)}(100)(12) \geq \frac{1.4}{420}(100)(12)$$

$$3.5 \text{ cm}^2 < 4 \text{ cm}^2$$

we take $A_s \text{ min} = 4 \text{ cm}^2$

$A_s \text{ req} < A_s \text{ min}$

We use $A_s \text{ req} = 4 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Use $\Phi 12 @ 15$

$$\# \text{ of bars} = \frac{A_s(\text{req})}{A(\text{bar}\Phi 14)} = \frac{4}{1.13} = 3.5 \text{ bars}$$

Use 4 $\Phi 12$

A_s provided for 4 $\Phi 12 = 4.52 \text{ cm}^2$.

***Stair (2-B):**

1) Determination of thickness:-

$$h \geq L/20 \Rightarrow 270/20 = 13.5 \text{ cm.}$$

\Rightarrow Select $h = 15 \text{ cm.}$

2) Loads Calculation:-

$$\theta = \tan^{-1}(18.8/30) = 32^\circ$$

***Dead load:**

$$\text{Plaster} = \frac{(0.03m)(2.2\text{ton}/m^3)(0.3)}{\cos 32} = 0.023\text{ton}/m$$

$$\text{Concrete} = \frac{(0.263m)(2.4\text{ton}/m^3)(0.3)}{\cos 32} = 0.22\text{ton}/m$$

$$\text{Mortar} = \left(\frac{0.3m + 0.188m}{0.3m} \right) (0.02m \times 2.2\text{ton}/m^3 \times 0.3) = 0.021\text{ton}/m$$

$$= \left(\frac{0.33m + 0.188m}{0.3m} \right) (0.03m \times 2.2\text{ton}/m^3 \times 0.3) = 0.034\text{ton}/m \text{ Tile}$$

$$\text{Step} = 0.5 (0.188m)(2.4\text{ton}/m^3)(0.3) = 0.067 \text{ ton}/m$$

$$\text{Sand} = (0.08m)(1.8 \text{ ton}/m^3)(0.3) = 0.043 \text{ ton}/m$$

$$\text{Total dead load} = 0.41\text{ton}/m$$

***Live load:**

$$\text{Live load} = 350 \text{ Kg}/m^2$$

$$\text{Factored load} = 1.2(0.41) + 1.6(0.35) = 1.05\text{ton}/m$$

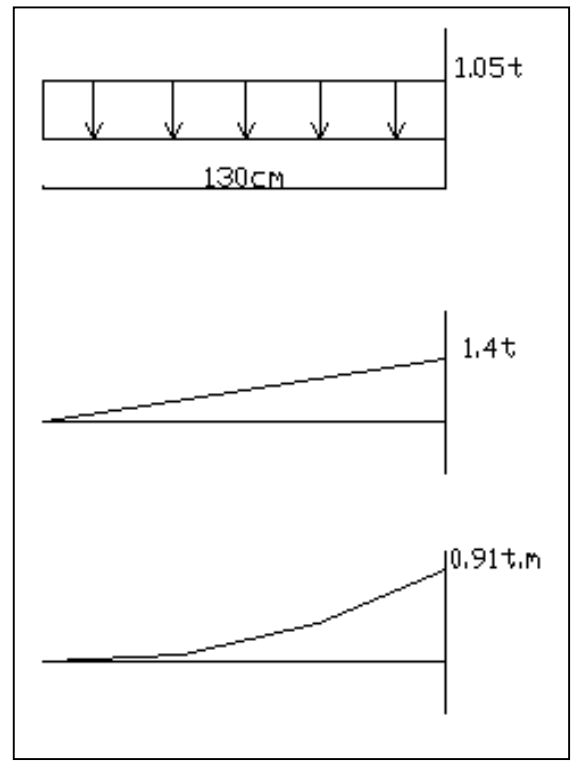
$$W_u = 1.05 \text{ ton}/m$$

***Internal force:**

Distribution load

Shear envelope

Moment envelope



$$A_y = 1.05 \cdot 1.3 = 1.4 \text{ ton} = 14 \text{ kN}$$

$$V_u = 1.4 \text{ ton}$$

$$M_u = (0.5 \cdot 1.3 \cdot 1.4) = 0.91 \text{ t.m}$$

*** Design for Positive Moment:**

$$M_u = 0.91 \text{ t.m}$$

$$M_n = 0.91 / 0.9 = 1.01 \text{ t.m}$$

$$m = 20.58$$

Select $\Phi 12$

$$d = 26 - 2(\text{cover}) - 0.6 = 23.4 \text{ cm.}$$

Use $d = 23.4 \text{ cm.}$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{10.1(10)^6}{(300)(234)^2} = 0.61 \text{ Kg / cm}^2$$

$$\begin{aligned} \dots &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 0.61}{420}} \right) = 0.0014 \end{aligned}$$

$$\dots = 0.0014$$

$$As_{req} = 0.0014(30)(23.7) = 1.05 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)} (bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy} (bw)(d)$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (30)(23.4) \geq \frac{1.4}{420} (30)(23.4)$$

$$2.04 \text{ cm}^2 < 2.34 \text{ cm}^2$$

$$\text{we take } A_s \text{ min} = 2.34 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ req} < A_s \text{ min}$$

$$\Rightarrow \text{We use } A_s \text{ req} = 2.34 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

Use $\Phi 12 @ 15$

$$\# \text{ of bars} = \frac{A_s(\text{req})}{A(\text{bar}\Phi 12)} = \frac{2.4}{1.13} = 2 \text{ bars}$$

$$\Rightarrow A_s \text{ provided} = 1.13 * 2 = 2.26 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

-Secondary reinforcement

$$\begin{aligned} A_s &= 0.2 A_s \text{ req} \\ &= 0.2 * 2.34 = 0.468 < A_s \text{ shrinkage} \end{aligned}$$

→ As shrinkage & temp. = $0.0018 \cdot 100 \cdot 23.4 = 4.2 \text{ cm}^2/\text{m}$

As req = 2.34 < As shrinkage & tem

Select $\Phi 8 @ 15$

As provided = $0.502 \cdot (100/15) = 3.35 \text{ cm}^2/\text{m}$

of bare = $7\Phi 8/\text{m}$

***Design shear reinforcement:-**

$$wV_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) bd = 0.75 \left(\frac{\sqrt{24}}{6} \right) (100)(12)(10) = 7.3 \text{ Ton.}$$

$V_u = 1.85 \text{ ton}$

⇒ Check (Item 1):-

$$\frac{V_u}{w} \leq \frac{V_c}{2}$$

$$\frac{1.85}{0.75} \leq \frac{9.73}{2}$$

$2.46 \leq 4.86 \dots\dots\dots \text{Ok}$

No shear reinforcement required

6.9 Design of Footings:-

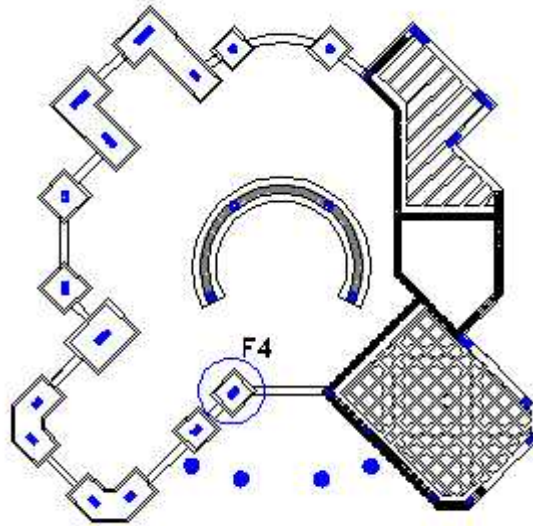


Fig (6-10) horizontal plan with footings

→ Load:

From Column (C 1) (40*20)

Dead load: 26.13 ton

Live load : 3.9 ton

Service load => $D + L = 30.03$ ton.

Factored load => $P_u = 37.60$ ton

The footing will carry 1m of overburden soil, weighing about 1.6 ton /m^3

Allowable soil pressure = 3.5 kg/cm^2

*** Design:**

→ Estimate footing to be about 50 cm thick, in addition to about 10 cm of blinding concrete.

- Footing Weight = $(0.10+0.50) (2.4) = 1.44 \text{ ton/m}^2$

- $x_s \times d = (1.60) (1.00) = 1.60 \text{ ton/m}^2$

→ $P_{\text{net}} = 35 - 1.60 - 1.44 = 31.96 \text{ ton/m}^2$

→ Area (A) = Service Load / P_{net}

= $30.03 \text{ ton} / 31.96 \text{ ton/m}^2 = 0.94 \text{ m}^2$

→ Select : $L = 1.10 \text{ m}$, $W = 1.00 \text{ m}$, $A = 1.1 \text{ m}^2$

→ $P_{\text{net}} (\text{factor}) = P_u / \text{area} = 37.6 / 1.1 = 34.2 \text{ ton /m}^2$

- **Determine depth based on shear strength :-**

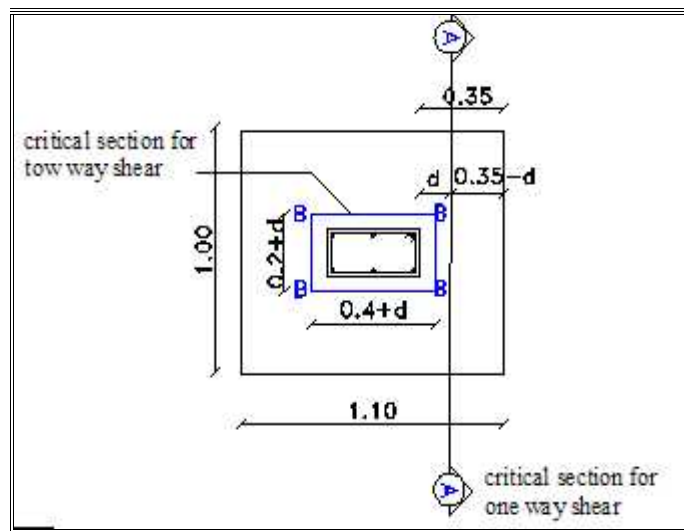


Fig. (6-11) one way & two ways shear sections.

Using section (A – A) and making the nominal strength $V_n = V_c$.

$$V_u = (P_{net})(\text{one way shear area}) = (3.42)(100)(35-d) = 342(35-d)$$

$$\Phi V_c = \Phi \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_w d = 0.75 \times \frac{1}{6} \sqrt{24} \times (110) \times (d) \times 10 = 673.61d$$

$$\Phi V_c = V_u$$

$$673.61 d = 342 (35 - d)$$

$$d (\text{req}) = 11.79 \text{ cm}$$

∴ Use $d = 30 \text{ cm}$

$$\begin{aligned} \text{Total depth of footing} &= 30 + 8 + 2 \\ &= 40 \text{ cm} \end{aligned}$$

*** Check this depth for two way shear action (punching):-**

Using critical section (B-B-B-B) with $d = 30 \text{ cm}$.

$$\begin{aligned} V_u &= P_{net} \times ((W) \times (L) - (a + d)(b + d)) \\ &= 3.42 [(110)(100) - (40+30)(20+30)]/1000 = 25.65 \text{ ton} \end{aligned}$$

The punching shear strength is the smallest of:

$$V_c = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{S_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d = 0.33 \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_c = \frac{1}{12} \left(\frac{r_s}{b_o / d} + 2 \right) \sqrt{f'_c} b_o d = 0.38 \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_o d = 0.33 \sqrt{f'_c} b_o d \dots\dots\dots \text{Control}$$

Where:

S_c = ratio between the long side of column & the short side.

$$= a / b \rightarrow 40 / 20 = 2$$

b_o = Perimeter of critical section taken at $(d/2)$ from the loaded area

$$= 2\{(40+30)+(20+30)\} = 240 \text{ cm}$$

$r_s = 40 \text{ mm}$, for interior column
30 mm , for edge column
20 mm , for corner column

→ Use $r_s = 20 \text{ mm}$, for corner column

$$V_c = 0.33\sqrt{24}(2400)(300) = 117.58 \text{ ton}$$

$$\Phi V_c = (0.75)(117.58) = 88.18 \text{ ton.}$$

$$\Phi V_c > V_u \quad 88.18 \text{ ton} > 25.65 \text{ ton} \quad \text{OK}$$

*** Check transfer of load at base of column:-**

$$\Phi P_n = \Phi(0.85 f_c' A_g)$$

$$\Phi P_n = 0.7(0.85)(0.24)(40 \times 20) = 114.24 \text{ ton} > 37.61 \text{ ton} = P_u$$

∴ Dowels are not required for load transfer.

Minimum required A_s :

$$A_s \text{ min} = 0.005 A_g = (0.005)(40)(20) = 4 \text{ cm}^2$$

Use 4 ϕ 12 bars as dowels , $A_s = 4.52 \text{ cm}^2$.

∴ But we will use 6 ϕ 14 which is just like the (A_s) of the column.

*** Development length in compression:**

Here we will calculate Development length (between the reinforcement of column & the dowels) using the following equation (12.3.2)

Ld shall be taken the larger of:

$$- Ld = 0.24 \frac{f_y}{\sqrt{f_c'}} db = 0.24 \frac{420}{\sqrt{24}} (1.4) = 28.8 \text{ cm.}$$

$$- Ld = 0.043 \frac{f_y}{db} = 0.043 \frac{420}{(1.4)} = 25.28 \text{ cm.}$$

But not less than $\rightarrow Ld = 200 \text{ mm}$

\rightarrow Select (Ld) = 30 cm.

*** Design for Bending Moment:**

By using section (A-A)

$$Mu = 34.2(1\text{m})(.4)^2/2 = 2.74 \text{ t.m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{2.74}{0.9} = 3.04 \text{ ton}$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{3.04 \times 10^5}{110 \times 30^2} = 3.07 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\dots = 0.000733 < \dots_{\min} = 0.002$$

$$\text{Req. } A_s = 0.002 (110)(30) = 6.6 \text{ cm}^2$$

Use 6 Φ 14 $\rightarrow A_s = 9.24 \text{ cm}^2$ (In each way)

Development Length (L_d):

Ld for $\Phi 14$

$$L_d = \frac{420}{4\sqrt{24}} \times d_b = 30\text{cm.}$$

Available embedment = $40 - 8 = 32\text{cm} > 30\text{cm} \quad \therefore \text{OK.}$

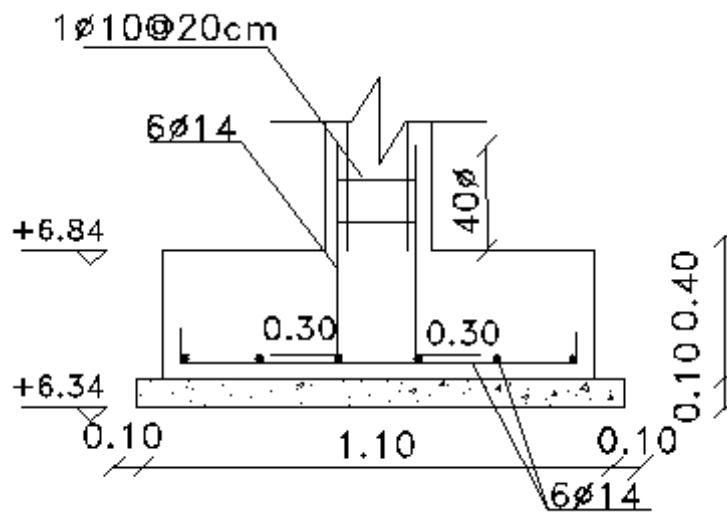


Fig. (6-12) Footing (4) detail.

Table (6 –4): Isolated Footings

Footing No.	Dimensions (cm)			Reinforcement (Each way)		
	Width(W) (cm)	Length(L) (cm)	Height (H) (cm)	No of Bar (short)	No of. Bars (long)	Diameter (mm)
F1	100	100	40	6	6	14
F2	150	200	40	11	8	14
F3	120	120	40	7	7	14
F4	100	110	40	6	6	14

Table (6 –5): Combined Footings

Footing No.	Dimensions (cm)			Reinforcement (Each way)	
	Width(W) (cm)	Length(L) (cm)	Height (H) (cm)	(short)	(long)
F5	100	400	40	6 ϕ 12/m	4 ϕ 14/m
F6	110	400	40	6 ϕ 12/m	4 ϕ 14/m
F7	120	322	40	6 ϕ 12/m	4 ϕ 14/m

6.10 Design of Strip Footing Under Exterior Columns:-

→ Assume base depth to be 30 cm & width = 80 cm.

- Weight of concrete footing = $0.8 * 0.3 * 2.4 = 0.576$ ton/m

- Service dead load from columns = 33.96 t.

- Service live load from columns = 2.88 t.

→ Total length of strip footing = 8.13 m.

- Service dead load = $(33.96 \text{ t} / 8.13) + 0.576 = 4.75$ t/m

- Service live load = $2.88 \text{ t} / 8.13 = .35$ t/m.

- (D+L) service = 5.1 t/m.

- Pu (factored) = 6.26 t/m.

→ Footing width = Service Load / (B/C)

$$= \frac{5.1 \text{ ton} / \text{m}}{35 \text{ ton} / \text{m}^2} = 0.146 \text{ m}$$

→ Select 80 cm width of strip footing, because the diameter of column supported is 55 cm.

q net factored = Pu/Area

$$= (6.26 \text{ ton/m}) / (0.8 \text{ m}) (1 \text{ m}) = 7.83 \text{ ton/m for 1 m wide strip}$$

*** Depth calculation to satisfy shear strength:**

$$V_u = \Phi V_c$$

$$(q_{net}) \left(\frac{\text{width} - \text{wallthickness}}{2} - d \right) = \frac{1}{6} \times 0.75 \sqrt{f_c'} \times b w \times d$$

$$(78.25) \left(\frac{0.8 - 0}{2} - d \right) = \frac{1}{6} \times 0.75 \sqrt{24} \times 800 \times d$$

$$d = 0.062 \text{ m} = 6.2 \text{ cm}$$

∴ Take h = 30 cm as assumed

$$d_{act} = 30 - 8 - 1.2 - .6 = 20.2 \text{ cm}$$

*** Reinforcement for flexure:**

$$M_u = (q_{net}) \left(\frac{\text{width} - \text{wallthickness}}{2} \right) \times \left(\frac{1}{2} \times \frac{\text{width} - \text{wallthickness}}{2} \right)$$

$$M_u = (7.83) \left(\frac{0.80 - 0}{2} \right) \times \left(\frac{1}{2} \times \frac{0.80 - 0}{2} \right) = .626 \text{ ton.m .}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{0.626}{0.9} = 0.696 \text{ ton.m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b d^2} = \frac{.696 \times 10^5}{80 \times 20.2^2} = 2.13 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\dots = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{F_y}} \right) = 0.00051 < 0.0018$$

$$\text{As req} = (0.0018)(100)(20.20) = 3.64 \text{ cm}^2 / \text{m.}$$

$$\text{Use } 4\Phi 12 / \text{m} , \text{As} = 4.52 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

→ In the other direction provide shrinkage and temperature reinforcement

$$\text{As} = \rho (b) (H)$$

$$= 0.0018 (80) (30)$$

$$= 4.32 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 4 \Phi 12 = 4.52 \text{ cm}^2$$

*** Check Development length:**

Ld for $\Phi 12$:

$$Ld = \frac{F_y}{2\sqrt{f_c'}} r_s db \geq 30cm$$

$$Ld = \frac{420}{2\sqrt{24}} (1)(1)(1)(1.2) = 51.4cm > 30cm.$$

$$\text{Available embedment} = \frac{80 - 0}{2} - 8 \text{ cover} = 32 < 51.4cm$$

Standard 90° hook should be used.

Inside diameter of bent = 6 db = (6) (1.2) = 7.2 cm

Straight extension = 12 db = (12) (1.2) = 14.4 cm

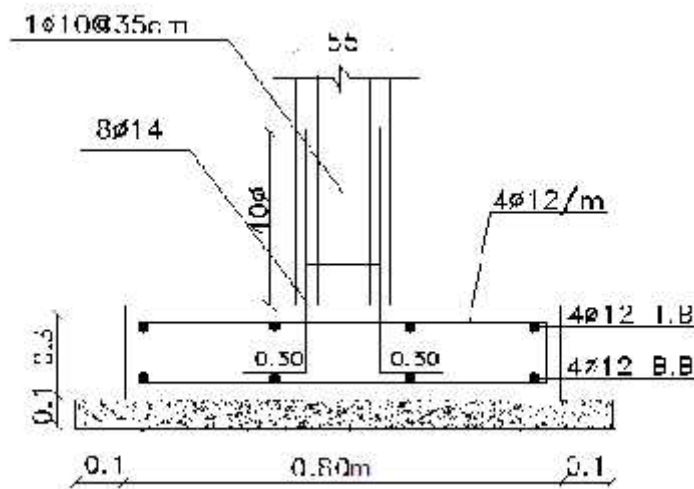


Fig. (6-13) Strip footing detail.

6.11 Design of Pool:-

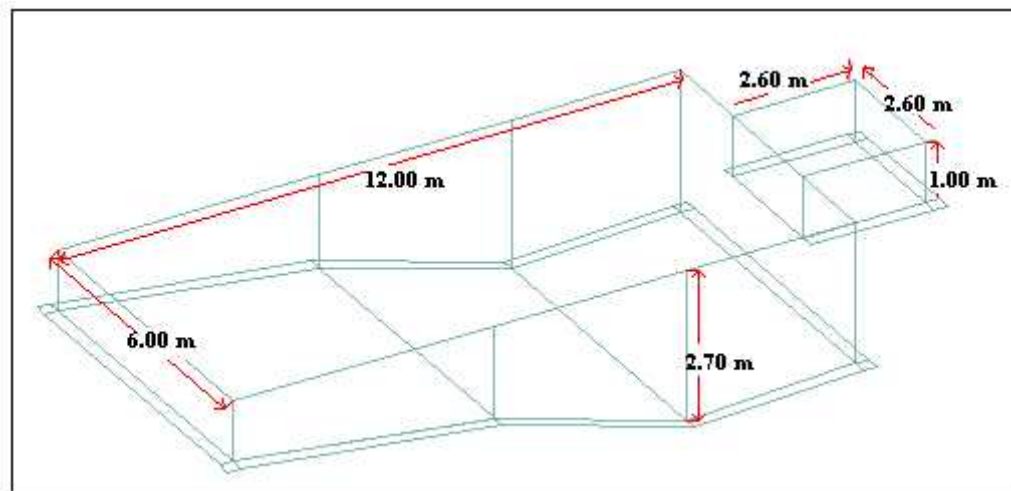


Figure (6.14): swimming pool dimensions

According to the dimension of the pool, the hydrostatic water pressure & the soil pressure will act in the vertical direction.

Two cases of loading will be considered:-

- 1) The pool is full & no soil around the pool.
- 2) The pool is empty & the soil surrounding the pool walls.

According to critical case, we decide the width of walls & required thickness of the floor.

In designing the pool we will consider Rankin theory for the triangular and trapezoidal loads on the pool walls. The following parameters will be considered in the solution:-

⇒ Take $\gamma_{\text{soil}} = 1.6 \text{ KN/m}^3$.

$$\gamma_{\text{water}} = 9.81 \text{ KN/m}^3.$$

$$\Phi = 25^\circ.$$

$$q_{\text{all}} = 3.5 \text{ KN/m}^2.$$

$$F_c = 0.8 f_{cu} = 0.80 \times 30 = 24 \text{ Mpa}.$$

$$F_y = 420 \text{ Mpa}.$$

$$H = 2.70 \text{ m. (The highest dimension of the pool).}$$

6. 11 .1 Design of the Pool's Walls:-

The design of the wall will be considered as one way solid slab for

$$\left(\frac{L}{B}\right) > 2 \rightarrow \left(\frac{6}{02.70}\right) = 2.22 > 2.$$

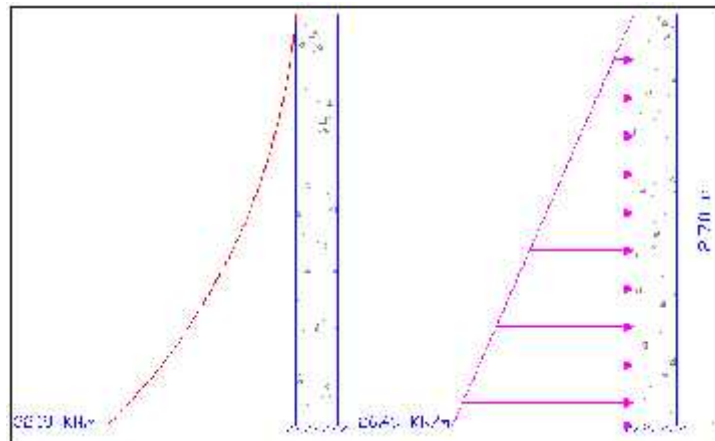
6. 11 .1.1 Design for the Hydrostatic Pressure:-

⇒ Main Reinforcement

For a 1 m strip

$$\uparrow v = u \times h = 9.81 \times 2.70 = 26.49 \text{ KN / m}.$$

$$Mu = \frac{uh^3}{6} = \frac{9.81 \times 2.70^3}{6} = 32.18 \text{ KN.m}.$$



Water load is considered to be a live hydrostatic load

$$Mu_{\text{factored}} = 1.6Mu_{\text{service}} = 1.6 \times 32.18 = 51.49 \text{ KN.m}.$$

***Determine thickness of wall**

$$\dots = \frac{(0.35)(0.85)fc' \leq 1 \left(\frac{600}{600 + fy} \right)}{fy}$$

$$\dots = \frac{(0.35)(0.85)(24)(0.85) \left(\frac{600}{600 + 420} \right)}{420} = 0.0085.$$

$$m = \frac{fy}{0.85 fc'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

$$Rn = \dots \cdot fy \cdot \left(1 - \frac{\dots m}{2} \right)$$

$$Rn = (0.0085)(420) \left(1 - \frac{(0.0085)(20.59)}{2} \right) = 3.26 \text{ kg / cm}^2.$$

$$Mn = \frac{Mu}{w} = Rn \cdot b \cdot d^2$$

$$\frac{51.49 \times 10^{-3}}{0.9} = 3.26 \times 1 \times d^2$$

$$d = 0.132 \text{ m.}$$

→ Use h = 30 cm.

If ϕ 14 bars are used for main reinforcement (vertical), and ϕ 12 are used for secondary reinforcement (horizontal).

Then:-

$$d = h - \text{cover} - db(\text{secondary}) - (db(\text{main}) / 2).$$

$$d = 30 - 5 - 1.2 - (1.4/2) = 23.1 \text{ cm.}$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{5.15 \times 10^5}{0.9 \times 100 \times 23.1^2} = 10.72 (\text{Kg / cm}^2)$$

$$\dots = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{f_y}} \right)$$

$$\dots = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 10.72}{4200}} \right) = 0.00262$$

As required = 0.00262 x 100 x 23.1 = 6.05 cm².

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (bw)(d) \geq \frac{1.4}{f_y} (bw)(d) \dots \dots \dots \text{(ACI-10.5.1)}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (100)(23.1) \geq \frac{1.4}{420} (100)(23.1) \rightarrow 6.74 \geq 7.69.$$

$A_s \text{ min} = 7.69 \text{ cm}^2$ Control.

→ Use minimum steel reinforcement for vertical bars

Use 5 Φ 14 mm for a 1m strip → Φ 14 mm@ 20cm.

As provided = 7.70 cm² .

⇒ Secondary Reinforcement

Apply secondary reinforcement that is perpendicular to the main reinforcement for crack requirements ,and equals fifth the main reinforcement , so as poisons ratio for concrete equals 0.02, and the area of the secondary steel must not be less than the shrinkage requirements.

$$A_s \perp = 0.2 A_s(\text{req}) = 0.2 \times 7.70 = 1.54 \text{ cm}^2/\text{m}.$$

$$A_s \perp > \rho(\text{shrinkage}) \times b \times h = 0.0018 \times 100 \times 30 = 5.4 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \dots \text{Controls.}$$

Use 5 Φ 12 mm for a 1m strip → Φ 12 mm@ 20cm.

As provided = 5.65 cm² .

6. 11 .1.2 Design for the Soil Load:-

⇒ Main Reinforcement

By applying static soil pressure (triangular vertical distributed load) and the live load out of the pool (uniform horizontal distributed load).

For a 1m stripe of the wall length

$$\dagger v = k_o \cdot u \cdot h$$

$$\dagger h = k_o \cdot w_l$$

From Table (1) see Appendix (A) , obtain k_o (for static earth pressure)

$$\rightarrow \text{for } \Phi = 25^\circ \rightarrow k_o = 0.58 .$$

Take live load around the swimming pool to be 5.00 KN/m^2 .

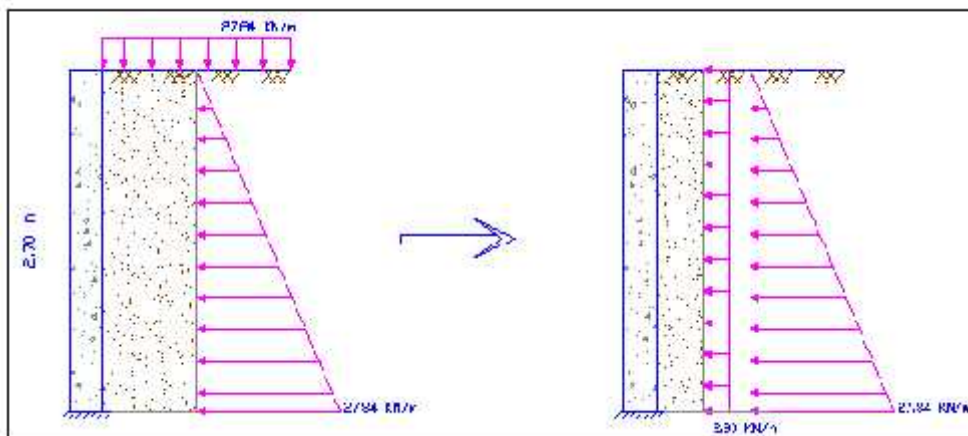
$$\dagger v = 0.58 \times 16 \times 3.00 = 27.84 \text{ KN} / \text{m}.$$

$$\dagger h = 0.58 \times 5.00 = 2.90 \text{ KN} / \text{m}.$$

$$Mu = \left[\left(\frac{1}{2} \right) \dagger v \cdot H \cdot \left(\frac{1}{3} H \right) \right] + \left[\dagger h \cdot H \cdot \left(\frac{H}{2} \right) \right].$$

$$Mu = \left[\left(\frac{1}{2} \right) 27.84 \times 3 \times \left(\frac{1}{3} (3) \right) \right] + \left[2.90 \times 3 \left(\frac{3}{2} \right) \right] = 54.81 \text{ KN.m}.$$

$$\text{Factored live moment} = 1.6 \times 54.81 = 87.70 \text{ KN.m}.$$



***Determine thickness of wall**

$$\dots = \frac{(0.35)(0.85) f_c' \leq 1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y}$$

$$\dots = \frac{(0.35)(0.85)(24)(0.85)}{420} \left(\frac{600}{600 + 420} \right) = 0.0085.$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{420}{0.85 \times 24} = 20.59$$

$$R_n = \dots \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{\dots m}{2} \right)$$

$$R_n = (0.0085)(420) \left(1 - \frac{(0.0085)(20.59)}{2} \right) = 3.26 \text{ kg/cm}^2.$$

$$M_n = \frac{M_u}{w} = R_n \cdot b \cdot d^2$$

$$\frac{87.70 \times 10^{-3}}{0.9} = 3.26 \times 1 \times d^2$$

$$d = 0.173 \text{ m.}$$

→ Use h = 30 cm.

If ϕ 14 bars are used for main reinforcement (vertical), and ϕ 12 are used for secondary reinforcement (horizontal).

Then:-

$$d = h - \text{cover} - d_b (\text{secondary}) - (d_b (\text{main}) / 2).$$

$$d = 30 - 5 - 1.2 - (1.4/2) = 23.1 \text{ cm.}$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{8.77 \times 10^5}{0.9 \times 100 \times 23.1^2} = 18.26 (\text{Kg/cm}^2)$$

$$\dots = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right)$$

$$\dots = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 18.26}{4200}} \right) = 0.00457 .$$

$$\text{As required} = 0.00456 \times 100 \times 23.1 = 10.54 \text{ cm}^2 > A_s \text{ min.}$$

$$A_s \text{ min} = 7.69 \text{ cm}^2$$

Use 7 Φ 14 mm for a 1m strip → Φ 14 mm @ 14cm.

$$A_s \text{ provided} = 10.77 \text{ cm}^2.$$

⇒ Secondary Reinforcement

$$A_s \perp = 0.2 A_s (\text{req}) = 0.2 \times 10.77 = 2.16 \text{ cm}^2/\text{m}.$$

$$A_s \perp > \rho(\text{shrinkage}) \times b \times h = 0.0018 \times 100 \times 30 = 5.4 \text{ cm}^2/\text{m} \dots \text{Controls.}$$

Use 5 Φ 12 mm for a 1m strip → Φ 12 mm @ 20cm.

$$A_s \text{ provided} = 5.65 \text{ cm}^2.$$

6.11.2 Design of Corners of the Pool:-

Joints of the pool are very critical parts, so that separation of two adjacent walls may occur, so water can seepage through cracks.

$$T_c = \frac{u h^2}{4.4} = \frac{9.81 \times 2.70^2}{4.4} = 1.625 \text{ KN}.$$

$$M_u = \frac{u h^3}{8.8} = \frac{9.81 \times 2.70^3}{8.8} = 21.94 \text{ KN.m}.$$

$$M_u \text{ factored} = 1.6 M_u \text{ service} = 1.6 \times 21.94 = 35.10 \text{ KN.m}.$$

*Determine thickness of wall

$$\dots = 0.0085$$

$$m = 20.59$$

$$R_n = 3.26 \text{ kg/cm}^2.$$

$$M_n = \frac{M_u}{w} = R_n \cdot b \cdot d^2$$

$$\frac{35.1 \times 10^{-3}}{0.9} = 3.26 \times 1 \times d^2$$

$$d = 0.120 \text{ m}.$$

$$\text{Use } h = 30 \text{ cm} \rightarrow d = 23.1 \text{ cm}.$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{3.51 \times 10^5}{0.9 \times 100 \times 23.1^2} = 7.309 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 7.309}{4200}} \right) = 0.00177$$

As required = 0.00177 x 100 x 23.1 = 4.09 cm².

A_s min = 7.69 cm²Control.

use minimum steel reinforcement for vertical bars

Use 5 Φ 14 mm for a 1m strip → Φ 14 mm @ 20cm.

As provided = 7.70 cm².

⇒ Secondary Reinforcement

As[⊥] = 0.2 As(req) = 0.2 x 7.69 = 1.54 cm²/m.

As[⊥] > ρ(shrinkage) x b x h = 0.0018 x 100 x 30 = 5.4 cm²/m..... Controls.

Use 5 Φ 12 mm for a 1m strip → Φ 12 mm @ 20cm.

As provided = 5.65 cm².

6.11.3 Design of the Pool's base:-

The moment at edges of the swimming pool base and for a distance of about 0.7h (thickness of the basement) will be the same as the maximum moment that is from the pool walls due to the soil load. So we will design the basement (for the bottom reinforcement) for the maximum moment as from the walls that equals to 87.70 KN.m. And we will use minimum reinforcement at the top reinforcement). Take thickness of 30cm for the basement.

Two layers of reinforcement are used in at the pool base .

***Design of the reinforcement at the bottom**

⇒ In the short direction (6m).

$$H = 30\text{cm.}$$

$$\dots = 0.0085.$$

$$m = 20.59$$

$$Rn = 3.26\text{kg} / \text{cm}^2.$$

$$Mn = \frac{Mu}{W} = Rn.b.d^2$$

$$\frac{87.70 \times 10^{-3}}{0.9} = 3.26 \times 1 \times d^2$$

$$d = 0.173 \text{ m.}$$

→ Use h = 30 cm.

If ϕ 14 bars are used for main reinforcement (vertical), and ϕ 12 are used for secondary reinforcement (horizontal).

Then:-

$$d = h - \text{cover} - db \text{ (secondary)} - (db \text{ (main)} / 2).$$

$$d = 30 - 5 - 1.2 - (1.4/2) = 23.1 \text{ cm.}$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{8.77 \times 10^5}{0.9 \times 100 \times 23.1^2} = 18.26 (\text{Kg} / \text{cm}^2)$$

$$\dots = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}} \right)$$

$$\dots = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 18.26}{4200}} \right) = 0.00457 .$$

As required = $0.00456 \times 100 \times 23.1 = 10.54 \text{ cm}^2 > A_s \text{ min.}$

$$A_s \text{ min} = 7.69 \text{ cm}^2$$

Use 7 Φ 14 mm for a 1m strip $\rightarrow \Phi$ 14 mm@ 14cm.

As provided = 10.77 cm^2 .

\Rightarrow In the long direction (12m).

Apply minimum steel at this direction, because the load is transferred in the short direction.

ρ (min) = 0.0018

As (req) = ρ (min) x b x h = $0.0018 \times 100 \times 30 = 5.4 \text{ cm}^2/\text{m}$ Controls.

Use 5 Φ 12 mm for a 1m strip $\rightarrow \Phi$ 12 mm@ 20cm.

As provided = 5.65 cm^2 .

*** Design of the reinforcement at the bottom**

No requirement for reinforcement at the top so we will apply minimum steel there.

Apply minimum steel in both directions.

ρ (min) = 0.0018

As (req) = ρ (min) x b x h = $0.0018 \times 100 \times 30 = 5.4 \text{ cm}^2/\text{m}$ Controls.

Use 5 Φ 12 mm for a 1m strip $\rightarrow \Phi$ 12 mm@ 20cm.

\rightarrow As provided = 5.65 cm^2 .

6.12 Design of Retaining Wall:-

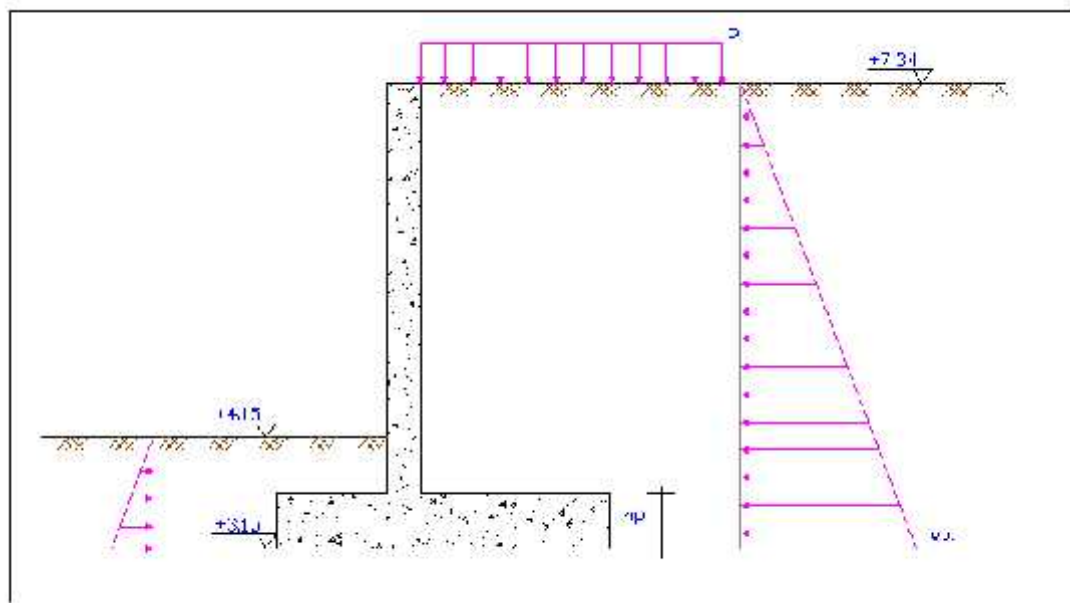


Figure (6.15): Retaining wall

P : live load (KN/m).

f_c' : 24 MPa.

f_y : 400 MPa.

Φ : 25°.

γ soil : 16 KN/m³.

⇒ **Estimation of the depth of the footing:**

$$h_p = (0.1 - 0.12) H.$$

$$H = 3.19 + 1.0 = 4.19 \text{ m.}$$

$$h_p = 0.1 \times 4.19 = 0.419 \text{ m.}$$

Take $h_p = 0.5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$.

⇒ **Estimation of the thickness of the wall:**

→ Unloading pressure (passive earth pressure will be neglected).

$$e_{ap} = k_a \cdot p.$$

Where k_a (from Table (1), In Appendix (A) for $\Phi = 25^\circ$) = 0.41.

$$e_{ap} = 0.41 \times 5 = 2.05 \text{ KN/m}^2 .$$

$$e_a = k_a \cdot \gamma \cdot h = 0.41 \times 16 \times 3.69 = 24.21 \text{ KN/m}^2.$$

For a 1m strip

$$E_{ap} = e_{ap} \cdot h = 2.05 \times 3.69 = 7.56 \text{ KN}.$$

$$E_a = 0.5 \cdot e_a \cdot h = 0.5 \times 24.21 \times 3.69 = 44.67 \text{ KN}.$$

***Internal forces:**

$$M_u = E_{ap} \left(\frac{h}{2} \right) + E_a \left(\frac{h}{3} \right)$$

$$M_u = 7.56 \left(\frac{3.69}{2} \right) + 44.67 \left(\frac{3.69}{3} \right) = 68.89 \text{ KN.m}.$$

$$\text{Factored } M_u = 1.6 (68.89) = 110.23 \text{ KN.m}.$$

Assume $\rho = 0.35$ $\rho_b = 0.0085$.

Then → $m = 20.59$

$$\rightarrow R_n = 3.26 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$M_n = \frac{M_u}{w} = R_n \cdot b \cdot d^2$$

$$\frac{110.23 \times 10^{-3}}{0.9} = 3.26 \times 1 \times d^2$$

$$d = 0.194 \text{ m} .$$

$$h_{erq} = d (erq) + \text{cover} + d_b/2$$

$$= 19.4 + 5 + 2.0/2 = 25.4 \text{ cm} .$$

Take $h = 30$ cm.

⇒ **Estimation of the thickness of the wall:**

⇒ Design against overturning affects the length of foundation

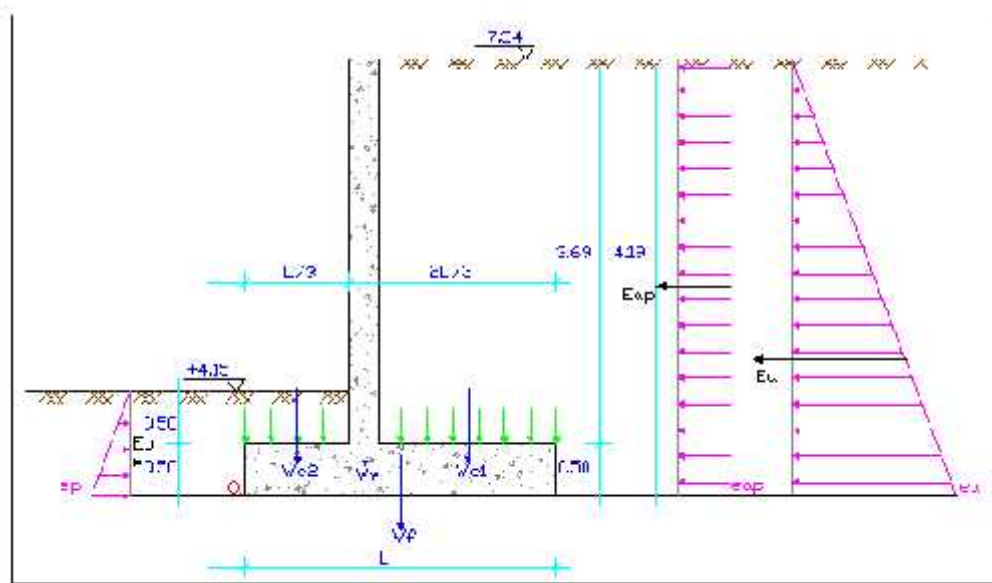


Figure (6.16): ideal shape of retaining wall foundation

⇒ Design against overturning affects the length of foundation

$$E_{ap} = e_{ap} \cdot H = 0.41 \times 5 \times 4.19 = 8.59 \text{ KN.}$$

$$E_a = e_a (H/2) = 0.41 \times 16 \times 4.19 \times 4.19/2 = 57.58 \text{ KN.}$$

$$W_w = 0.3 \times 3.69 \times 1 \times 24 = 26.57 \text{ KN.}$$

$$W_f = 0.5 \times L \times 24 = 12 L.$$

$$W_{e1} = \gamma \cdot h \cdot (2/3 L - 0.3) = 16 \times 3.69 \times (2/3 L - 0.3) = 39.36 L - 17.71 .$$

$$W_{e2} = \gamma \cdot h^* \cdot (L/3) = 16 \times 0.5 \times (L/3) = 2.67 L.$$

$$E_p = k_p \cdot \gamma \cdot H^* \cdot (H^*/2)$$

$$\rightarrow k_p \text{ for } (\Phi=25^\circ) \rightarrow 2.46 \text{ (see Table (1) in Appendix (A)).}$$

$$E_p = 2.46 \times 16 \times 1 \times (1/2) = 19.68 \text{ KN.}$$

→ Overturning moment M_o about point (a) :

$$M_u = Eap\left(\frac{h}{2}\right) + Ea\left(\frac{h}{3}\right)$$

$$M_u = 8.59\left(\frac{4.19}{2}\right) + 57.58\left(\frac{4.19}{3}\right) = 98.42 \text{ KN.m.}$$

→ Standing moment M_s about point (a):

$$M_s = W_w\left(\frac{1}{3}L + 0.15\right) + W_f\left(\frac{1}{2}L\right) + Ep\left(\frac{H}{3}\right) + We_1\left(\frac{1}{3}L + 0.3 + \frac{1}{2}\left[\frac{2}{3}L - 0.3\right]\right) + We_2\left(\frac{1}{2}\left[\frac{1}{3}L\right]\right)$$

$$M_s = 26.57\left(\frac{1}{3}L + 0.15\right) + 12L\left(\frac{1}{2}L\right) + 19.68\left(\frac{1}{3}\right) + (39.36L - 17.71)\left(\frac{1}{3}L + 0.3 + \frac{1}{3}L - 0.15\right) + 2.67L\left(\frac{1}{6}L\right)$$

$$M_s = 32.69L^2 + 2.95L + 7.89$$

→ To satisfy over turning → $\frac{M_s}{M_o} = y \geq 2$.

$$\text{Take } \Rightarrow \frac{M_s}{M_o} = 2.$$

$$32.69L^2 + 2.95L + 7.89 = 2 \times 98.42$$

By solving the previous equation → $L = 2.36 \text{ m} \Rightarrow \text{Take } L = 2.4 \text{ m} >$

⇒ Overturning is satisfied.

⇒ Designs against overturning affect the length of foundation

$$\epsilon = \frac{\text{Reaction forces}}{\text{Active forces}} \geq 1.5$$

$$\epsilon = \frac{F_R}{F_A} \geq 1.5$$

$$F_R = F_F + E_p$$

Where: $F_F = (W_E + W_W + W_F) \tan \Phi$

$$W_E = W_{E1} + W_{E2}$$

$$W_E = 16(3.69) \left(\frac{2}{3}(2.4) - 0.3 \right) + 16(0.5) \left(\frac{2.4}{3} \right) = 83.15 \text{ KN.}$$

$$F_F = (83.15 + 26.57 + 0.5 \times 2.4 \times 24) \tan 25 = 64.59 \text{ KN.}$$

$$F_R = 67.11 + 19.68 = 84.27 \text{ KN.}$$

$$F_A = E_{ap} + E_a = 8.59 + 57.58 = 66.17 \text{ KN.}$$

$$\epsilon = \frac{84.27}{66.17} = 1.27 < 1.5 \dots \text{Sliding is not Satisfied.}$$

So take $L = 3\text{m}$.

$$W_E = 16(3.69) \left(\frac{2}{3}(3) - 0.3 \right) + 16(0.5) \left(\frac{3}{3} \right) = 108.37 \text{ KN.}$$

$$F_F = (108.37 + 26.57 + 0.5 \times 3 \times 24) \tan 25 = 79.71 \text{ KN.}$$

$$F_R = 79.71 + 19.68 = 99.39 \text{ KN.}$$

$$\epsilon = \frac{99.39}{66.17} = 1.502 \geq 1.5 \dots \text{Sliding is Satisfied .}$$

⇒ Design against Bearing Capacity:

vertical forces $\Rightarrow V = \Sigma fy \downarrow^+$

$$V = W_W + W_F + W_{E1} + W_{E2}$$

Where:

$$W_{E1} = 16(3.69)(1.7) = 100.37 \text{ KN.}$$

$$W_{E2} = 16(0.5)(1) = 8.0 \text{ KN.}$$

horizontal forces $\Rightarrow H = \Sigma fx \leftarrow^+$

$$H = -Ep + Eap + Ea \\ = -19.68 + 8.59 + 57.58 = 46.49 \text{ KN.}$$

$Mr = \Sigma M$ @ base mid point:

$$Mr = Ea\left(\frac{4.19}{2}\right) + Eap\left(\frac{4.19}{3}\right) - Ep\left(\frac{1}{3}\right) + Ww(0.35) + We_2\left(\frac{1}{2} + 0.5\right) - We_1\left(1.5 - \frac{1.7}{2}\right) \\ Mr = 57.58\left(\frac{4.19}{2}\right) + 8.59\left(\frac{4.19}{3}\right) - 19.58\left(\frac{1}{3}\right) + 26.57(0.35) + 8(1) - 100.37\left(1.5 - \frac{1.7}{2}\right) \\ = 43.92 \text{ KN.m}$$

$$e = \frac{M}{V} = \frac{43.92}{170.94} = 0.257 \text{ m.}$$

$$e \leq \frac{b}{6} = \frac{3}{6} = 0.5 \text{ m.} \quad \dots \text{O.K.}$$

$$\dagger_B = \frac{2V}{3.C.by}$$

Where $C = b/2 - e = 3/2 - 0.257 = 1.243 \text{ m.}$

$$\dagger_B = \frac{2 \times 170.94}{3 \times 1.243 \times 1} = 91.69 \text{ KN/m}^2.$$

$$\dagger_{all} = 350 \text{ KN/m}^2.$$

$$\dagger_B \leq \dagger_{all} \quad \dots \text{O.K.}$$

\Rightarrow Design of footing:

Resultant of vertical force:

$$V = \Sigma fy \downarrow^+ = 1.2(Ww + Wf) + 1.6(We_1 + We_2) \\ = 1.2(26.57 + 36) + 1.6(100.37 + 8) = 248.5 \text{ KN.}$$

* Resultant of Horizontal force:

$$Hu = 1.6(46.49) = 74.38 \text{ KN.}$$

* Resultant factored moment:

$Mr = \Sigma M$ @ base mid point:

$$Mr = 57.58\left(\frac{4.19}{2}\right)(1.6) + 8.59\left(\frac{4.19}{3}\right)(1.6) - 19.58\left(\frac{1}{3}\right)(1.6) + 26.57(0.35)(1.6) + 8(1)(1.6) - 100.37\left(1.5 - \frac{1.7}{2}\right)(1.6) = 66.54 \text{ KN.m}$$

⇒ Calculation of Bearing Pressure:

$$ex = \frac{Mu}{Vu} = \frac{66.54}{248.5} = 0.268 \text{ m.}$$

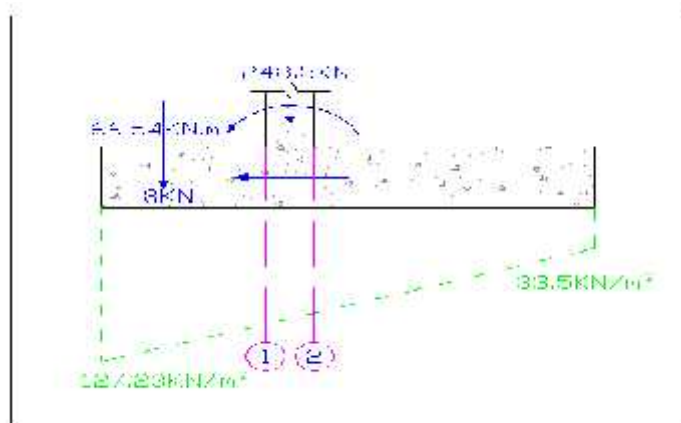
$$ex \leq \frac{bx}{6} = \frac{3}{6} = 0.5 \text{ m.}$$

$$\dagger_{b1} = \frac{Vu}{b.by} \left(1 - 6 \frac{ex}{bx}\right)$$

$$\dagger_{b1} = \frac{248.5}{3(1)} \left(1 - 6 \frac{0.268}{3}\right) = 33.5 \text{ KN/m}^2.$$

$$\dagger_{b2} = \frac{Vu}{b.by} \left(1 + 6 \frac{ex}{bx}\right)$$

$$\dagger_{b2} = \frac{248.5}{3(1)} \left(1 + 6 \frac{0.268}{3}\right) = 127.23 \text{ KN/m}^2.$$



⇒ Design of section (1-1):

Bearing Pressure coordinates at section (1-1) (By interpolation):

$$(127.23 - 33.5)(2.0/3.0) + 33.5 = 95.99 \text{ KN/m}^2.$$

At section (2-2):

$$(127.23 - 33.5)(1.7/3.0) + 33.5 = 86.61 \text{ KN/m}^2.$$

Mu at section (1-1):

$$M_u = 95.99 (1) (1/2) + (127.23 - 95.99) (1) (2/3) (1) - 8 (1/2) = 64.82 \text{ KN.m.}$$

$$h = 50 \text{ cm} \rightarrow d = 50 - 5 - 1 = 44 \text{ cm.}$$

$$m = 20.59$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{6.482 \times 10^5}{0.9 \times 100 \times 44^2} = 3.72 (\text{Kg} / \text{cm}^2)$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 3.72}{4200}} \right) = 0.000894$$

$$A_s \text{ required} = 0.000894 \times 100 \times 44 = 3.933 \text{ cm}^2.$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4(f_y)} (bw)(d) \geq \frac{1.4}{f_y} (bw)(d) \dots\dots\dots (\text{ACI-10.5.1})$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (100)(44) \geq \frac{1.4}{420} (100)(44) \rightarrow 12.84 \geq 14.66$$

$$A_s \text{ min} = 12.84 \text{ cm}^2 \dots\dots\dots \text{Control.}$$

$$(1/3)A_s \text{ (req)} = 1.3 \times 3.933 = 5.113 < A_s \text{ min}$$

Use minimum steel reinforcement for vertical bars

Use 7 Φ 16 mm for a 1m strip → Φ 16 mm @ 14cm.

$$A_s \text{ provided} = 15.27 \text{ cm}^2$$

⇒ **Secondary Reinforcement**

As (shrinkage) = 0.0018 x 100 x 50 = 9 cm²/m.

As (shrinkage) > (1/3) As (req)... ok.

Use 5 Φ 12 mm for a 1m strip → Φ 12 mm@ 20cm.

As provided = 5.65 cm².

⇒ **Design of walls:**

$$Mu = e_{ap} \cdot h \cdot \left(\frac{h}{2}\right) + \frac{1}{2} e_a \cdot h \cdot \left(\frac{h}{3}\right)$$

$$Mu = 2.05(3.69) \left(\frac{3.69}{2}\right) + \frac{1}{2} (24.21)(3.69) \left(\frac{3.69}{3}\right) = 68.89 \text{ KN.m.}$$

Factored Mu = 1.6 (68.89) = 110.23 KN.m.

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{11.023 \times 10^5}{0.9 \times 100 \times 25.4^2} = 18.98 \text{ (Kg / cm}^2\text{)}$$

$$\dots = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{fy}} \right)$$

$$\dots = \frac{1}{20.59} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20.59 \times 18.98}{4200}} \right) = 0.00475 \dots$$

As required = 0.00475 x 100 x 25.4 = 12.07 cm².

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4(fy)} (bw)(d) \geq \frac{1.4}{fy} (bw)(d) \dots\dots\dots \text{(ACI-10.5.1)}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{24}}{4(420)} (100)(25.4) \geq \frac{1.4}{420} (100)(25.4) \rightarrow 7.41 \geq 8.47$$

A_s min = 8.47 cm²Control.

As (req) > A_s min

Use 6 Φ 16 mm for a 1m strip → Φ 16 mm@ 17cm.

As provided = 12.07 cm².

⇒ **Secondary Reinforcement**

$$A_s = 0.2 A_s (\text{req}) = 0.2 \times 12.07 = 2.414 \text{ cm}^2/\text{m}.$$

$$A_s (\text{shrinkage}) = 0.0018 \times 100 \times 30 = 5.4 \text{ cm}^2/\text{m}.$$

$$A_s (\text{shrinkage}) > (0.2)A_s(\text{req}) \dots \text{ok}.$$

Use 5 Φ 12 mm for a 1m strip → Φ 12 mm @ 20cm.

$$A_s \text{ provided} = 5.65 \text{ cm}^2.$$

6.13 Shear Wall

6.13.1 General definitions:

The horizontal force on shear wall is given by:

$$V = \frac{ZICWI}{R_w}$$

Where:

V : Base Shear.

Z : Seismic Zone coefficient, which equal (0.20) for zone 2B.

I : Important coefficient depending upon occupancy category, we will take it Equals (1.25).

R_w: System quality factor, which is a numerical coefficient depends on the Structural system. Values of R_w for concrete structure range from 4 to 12 .
Take R_w=8.

W : Total Weight of building, including partitions of other load according to (ACI 11.10.9.3.)

$$C = \frac{1.25S}{T^{2/3}} \leq 2.75.$$

Where:

C : Seismic response coefficient.

S : Site response coefficient, and it depends on soil profile type and equals 1.0 For rock like or stiff soil.

T : Fundamental period, and calculated according to :

$$T = C_t \times H_n^{3/4}$$

Where: - C_t: equals 0.02 for all reinforced concrete buildings.

H_n: Height of the structure above the base level.

The total design base shear V is distributed over the height of the structure
According to the equation.

$$V = F_t + \sum_{i=1}^n F_i$$

Where: - F_t : The Lateral force concentrated applied at the top of the structure.

$$F_t = 0.07 \times T \times V$$

The remaining portion of the base is distributed over the height of the structure
Including the top level n , according to the expression.

$$F_x = \left(\frac{(V - F_t)W_x \times H_x}{\sum_{x=1}^n W_x H_x} \right)$$

Where: - F_x : Lateral force at x floor .

W_x : Weight of floor .

H_x : Heigh of one floor.

The design of shear at any story V_x , equals the sum of the forces F_t and F_x ,
Above that story.

Horizontal shear reinforcement spacing shall not exceed (S2):

$$S = \frac{A_v \times F_y \times d}{V_s}$$

Where $V_s = V_n - V_c$

$$S \leq \left(\frac{L_w}{5} \right)$$

$$S \leq 3h$$

$$S \leq 18" = 450mm.$$

Note:

S minimum value controls.

$$...h(\min) = 0.0025 \quad \dots ACI 11.10.9.2$$

Vertical shear reinforcement spacing shall not exceed (S1):

$$S \leq \left(\frac{Lw}{3} \right)$$

$$S \leq 3h$$

$$S \leq 18" = 450mm.$$

Note: S minimum value controls.

...n Of vertical shear reinforcement shall not be less than:

$$...n(\min) = 0.0025 + 0.5 \left(2.5 - \frac{hw}{lw} \right) (\dots h - 0.0025)$$

$$...n(\min) = 0.0025. \quad \dots \text{ACI 11.10.9.4}$$

6.13.2 Load calculations:

$$V = \frac{ZICWI}{Rw}$$

Take $Z = 0.2$, $I = 1.25.Hn = 13.05$ m.

$$W = \sum W_x.$$

Where: W_x : The total dead load for each floor including the weight of the slab, and the weight of the connected columns, half weight of columns on both sides above and below the slab.

$W_x = \text{Floor area} \times \text{dead load of the slab} + \text{weight of the connected columns.}$

$$W_x \text{ (for the roof floor)} = 81.2 \times 0.9 + 3.258 = 76.3 \text{ Ton.}$$

$$W_x \text{ (for the first floor)} = 234.5 \times 0.918 + 16.26 = 231.53 \text{ Ton.}$$

$$W_x \text{ (for the Ground floor)} = 243 \times 0.918 + 12.64 = 235.7 \text{ Ton.}$$

$$W_x \text{ (for the base floor)} = 46.1 \times 0.816 + 13.33 = 50.95 \text{ Ton.}$$

Floor level	Hx (m)	Wx (t)	Wx.Hx (t.m)	Fx (t)
4	13.05	76.34	996.24	9.42
3	9.73	231.53	2252.79	21.38
2	6.41	235.7	1510.84	14.46
1	3.125	50.95	159.22	1.55
Total		594.52	4949.09	

$$T = 0.02 \left(\frac{13.05}{0.3048} \right)^{3/4} = 0.335$$

$$C = \frac{(1.25)(1)}{(0.335)^{2/3}} = 2.59 < 2.75$$

$$V = \frac{(0.20)(1.25)(2.59)(594.52)}{8} = 48.17 \text{ ton}$$

$$F_t = (0.07)(0.335)(48.17) = 1.130$$

Force acts horizontally at every floor is determine by :

$$F_x = \left(\frac{(V - F_t)W_x \times H_x}{\sum_{x=1}^n W_x H_x} \right)$$

$$F_1 = \left(\frac{(48.17 - 1.13) \times 159.22}{4919.09} \right) = 1.52 \text{ Ton.}$$

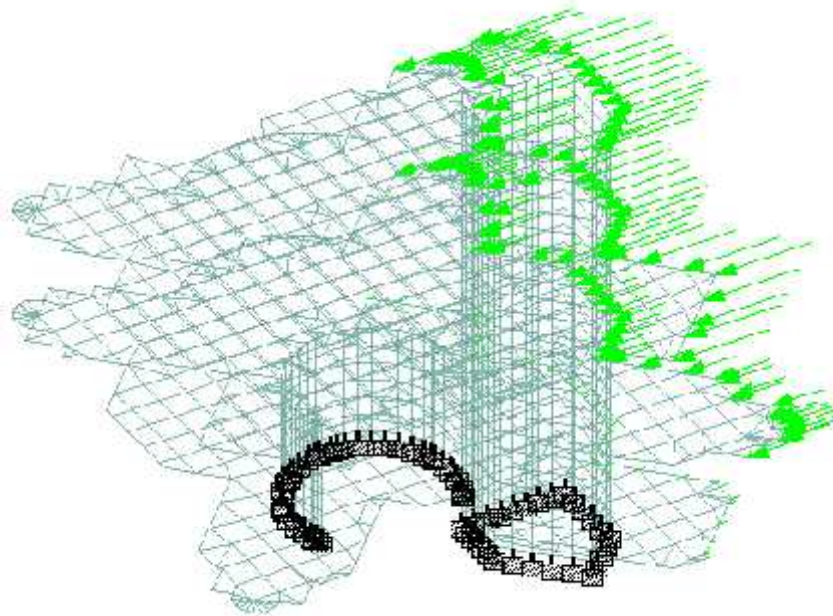
$$F_2 = \left(\frac{(48.17 - 1.13) \times 1510.84}{4919.09} \right) = 14.45 \text{ Ton.}$$

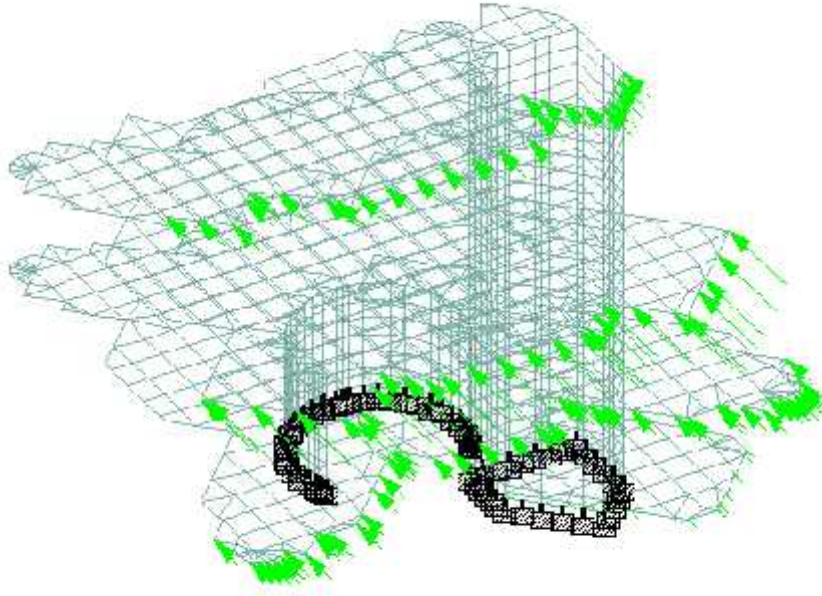
$$F_3 = \left(\frac{(48.17 - 1.13) \times 2252.79}{4919.09} \right) = 21.54 \text{ Ton.}$$

$$F_4 = \left(\frac{(48.17 - 1.13) \times 996.24}{4919.09} \right) = 9.53 \text{ Ton.}$$

Our structure contained two shear walls; one of them is a curved shear wall, so hand calculations can't be done, so we use the stadpro 2004 program to determine the required reinforcement.

To obtain this we draw the structure (only slabs and shear walls), and we distribute the axial forces on the nodes of each floor. The load distribution was made on two sides of the structure to get the critical case.





The Results from Stadpro 2004 for reinforcement taken at the surface that has the maximum value of shear are as follows:

Note : The pages of results that we obtain from Stadpro program, for both the first and second shear walls are provided in Appendix (A).

→ For the first shear wall (that has straight walls):

→ For horizontal reinforcement

Use #3@ 4.04"

$$\rho = 0.00346 > \rho (\text{min}) = 0.0025.$$

That equals to $\Phi 10 @ 10.3 \text{cm}$.

Use $2\Phi 10 @ 20 \text{cm}$.

→ For vertical reinforcement

Use #3@ 6.73"

$$\rho = 0.00207 > \rho (\text{min}) = 0.0015.$$

That equals to $\Phi 10 @ 17.1 \text{ cm}$.

Use $2\Phi 10 @ 30 \text{ cm}$.

→ For the second shear wall (that has a curved wall):

→ For horizontal reinforcement

Use #3 @ 3.46"

$$\rho = 0.00269 > \rho (\text{min}) = 0.0025.$$

That equals to $\Phi 10 @ 8.79 \text{ cm}$.

Use $2\Phi 10 @ 20 \text{ cm}$

→ For vertical reinforcement

Use #3 @ 5.77"

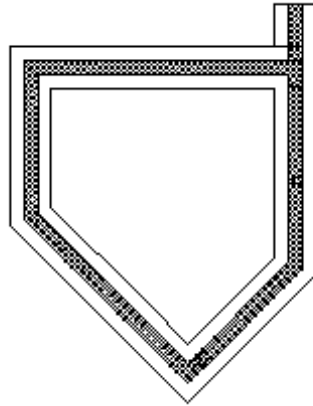
$$\rho = 0.00161 > \rho (\text{min}) = 0.0015.$$

That equals to $\Phi 10 @ 14.6 \text{ cm}$.

Use $2\Phi 10 @ 30 \text{ cm}$.

6.14 Design the Base of Shear Wall:-

6.14.1 Design of Base of Shear Wall (1):-



→ Determination of loads:-

1) Loads from stairs:-

- Total dead load of stairs = 1.03 t/m²
- Total area of stairs = 42.28 m².
- Total dead load = 1.03* 42.28 = 43.55 t.
- dividing by shear wall length = 43.55 t/ 14.93 → 2.92 t/m

- Total live load of stairs = 0.35 t/m²
- Total live load = 0.35* 42.28 = 14.8 t.
- dividing by shear wall length = 14.8 t/ 14.93 → 0.99 t/m

2) Beams reaction on the shear wall:-

- From B24 ⇒ Service Dead reaction = 4.42 ton.
Service Live reaction = 0.78 ton.
- From B34 ⇒ Service Dead reaction = 7.17 ton.
Service Live reaction = 1.02 ton.
- From B37 ⇒ Service Dead reaction = 5.89 ton.
Service Live reaction = .53 ton.
- From B64 ⇒ Service Dead reaction = 4.82 ton.
Service Live reaction = 0.74 ton.

- From B60 \Rightarrow Service Dead reaction = 3.0 ton.

Service Live reaction = 0.78 ton

- Total dead load = $25.3/14.93 = 1.69$ t.

- Total live load = $3.84/14.93 = 0.257$ t.

3) Loads from shear wall:-

- Total dead load of shear wall = $b * h * 2.4$
 $= 13.05 * 0.2 * 2.4 = 6.26$ t/m

) self weight :-

\rightarrow Assume base depth to be 30 cm & width = 60 cm.

-Weight of concrete base = $0.6 * 0.3 * 2.4 = 0.432$ ton/m

- **Total Service dead load** = $2.92 + 1.69 + 6.26 + 0.432 = 11.31$ t/m

- **Total Service live load** = 1.25 t/m = $.35$ t/m.

- **(D+L) service** = 12.56 t/m.

- **Pu (factored)** = 15.57 t/m.

\rightarrow **Footing width** = Service Load / (B/C)

$$= \frac{12.56 \text{ ton/m}}{35 \text{ ton/m}^2} = 0.36 \text{ m}$$

\rightarrow Select 60 cm width of strip footing.

q net factored = P_u / Area

$$= (15.57 \text{ ton/m}) / (0.6 \text{ m}) (1 \text{ m}) = 25.95 \text{ ton/m for 1 m wide strip}$$

*** Depth calculation to satisfy shear strength:**

$$V_u = \Phi V_c$$

$$(q_{net}) \left(\frac{\text{width} - \text{wallthickness}}{2} - d \right) = \frac{1}{6} \times 0.85 \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$(259.5) \left(\frac{0.6 - 0.2}{2} \right) = \frac{1}{6} \times 0.75 \sqrt{24} \times 600 \times d$$

$$d = 0.14 \text{ m} = 14 \text{ cm}$$

∴ Take h = 30 cm as assumed

$$d_{act} = 30 - 8 - 1.2 \cdot .6 = 20.2 \text{ cm}$$

*** Reinforcement for flexure:**

$$M_u = (q_{net}) \left(\frac{\text{width} - \text{wallthickness}}{2} \right) \times \left(\frac{1}{2} \times \frac{\text{width} - \text{wallthickness}}{2} \right)$$

$$M_u = (25.95) \left(\frac{0.60 - 0.2}{2} \right) \times \left(\frac{1}{2} \times \frac{0.60 - 0.2}{2} \right) = 0.519 \text{ ton.m.}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{0.519}{0.9} = 0.577 \text{ ton.m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{0.577 \times 10^5}{60 \times 20.2^2} = 2.36 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\dots = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{F_y}} \right) = 0.00057 < 0.0018$$

$$A_s \text{ req} = (0.0018)(100)(20.20) = 3.64 \text{ cm}^2 / \text{m.}$$

→ Use 4Φ 12 /m , A_s = 4.52 cm²/m

→In the other direction provide shrinkage and temperature reinforcement

$$A_s = \rho (b) (H)$$

$$= 0.0018 (60) (30)$$

$$= 3.24 \text{ cm}^2$$

$$\text{Use } 4 \Phi 12 = 4.52 \text{ cm}^2$$

* Check Development length:

Ld for $\Phi 12$:

$$L_d = \frac{F_y}{2\sqrt{f_c'}} \{r_s\} db \geq 30 \text{ cm}$$

$$L_d = \frac{420}{2\sqrt{24}} (1)(1)(1)(1.2) = 51.4 \text{ cm} > 30 \text{ cm.}$$

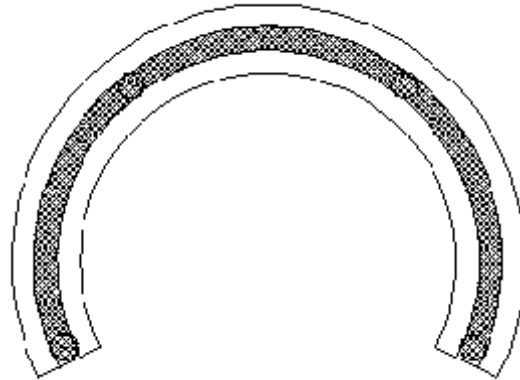
$$\text{Available embedment} = \frac{60 - 20}{2} - 8 \text{ cover} = 12 < 51.4 \text{ cm}$$

Standard 90° hook should be used.

$$\text{Inside diameter of bent} = 6 db = (6) (1.2) = 7.2 \text{ cm}$$

$$\text{Straight extension} = 12 db = (12) (1.2) = 14.4 \text{ cm}$$

6.14.2 Design of Base of Shear Wall (2):-



→ **Determination of loads:-**

1) Loads from stairs:-

* From the straight stair:

- Total dead load of stairs = 1.05 t/m^2
- Total area of stairs = 6.64 m^2 .
- Total dead load = $1.05 * 6.64 = 6.97 \text{ t}$.
- dividing by shear wall length = $43.55 \text{ t} / 12.27 \rightarrow 0.568 \text{ t/m}$

* From the curved stair:

- Total dead load of stairs = 0.41 t/m^2
- This stair is cantilever, with step width = 30cm
- .
- Total dead load = $0.41 / 0.3 = 1.37 \text{ t/m}$.
- Total area of stairs = $2 * 3.19 = 6.38 \text{ m}^2$.
- Total dead load divided by shear wall strength = $(1.37 * 6.38) / 12.27$
= 0.71 t/m

- Total live load of stairs $= 0.35*(6.64+2(3.19))/12.27$
 $= 0.37 \text{ t/m}^2$

2) Beams reaction on the shear wall:-

- From B8 \Rightarrow Service Dead reaction = 7.52 ton.
 Service Live reaction = 1.1 ton.
- From B9 \Rightarrow Service Dead reaction = 2.05 ton.
 Service Live reaction = 0.29 ton.

- Total dead load = 0.78 t.

- Total live load = 0.113 t.

3) Loads from Columns:-

-Total dead load from columns = $255.03\text{t} / 12.27 = 20.7\text{t/m}$

-Total live load from columns = $40.94\text{t} / 12.27 = 3.3\text{t/m}$

4) Loads from shear wall:-

- Total dead load of shear wall = $b * h * 2.4$
 $= 3.29 * 0.3 * 2.4 = 2.37 \text{ t/m}$

5) Self weight:-

\rightarrow Assume base depth to be 40 cm & width = 90 cm.

-Weight of concrete base = $0.9 * 0.4 * 2.4 = 0.864 \text{ ton/m}$

- **Total Service dead load = 25.6 t/m**

- **Total Service live load** = 3.78 t/m.

- **(D+L) service** = 29.54 t/m.

- **Pu (factored)** = 36.76 t/m.

→ **Footing width** = Service Load / (B/C)

$$= \frac{29.54 \text{ ton/m}}{35 \text{ ton/m}^2} = 0.844 \text{ m}$$

→ Select 90 cm width of strip footing.

q net factored = Pu/Area

$$= (36.76 \text{ ton/m}) / (0.9\text{m}) (1\text{m}) = 40.84 \text{ ton/m for 1 m wide strip}$$

*** Depth calculation to satisfy shear strength:**

$$V_u = \Phi V_c$$

$$(q_{net}) \left(\frac{\text{width} - \text{wallthickness}}{2} - d \right) = \frac{1}{6} \times 0.75 \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$(408.4) \left(\frac{0.9 - 0.3}{2} - d \right) = \frac{1}{6} \times 0.75 \sqrt{24} \times 900 \times d$$

$$d = 0.22 \text{ m} = 22 \text{ cm}$$

∴ → Take h = 40 cm as assumed

$$d_{act} = 40 - 8 - 1.2 - .6 = 30.2 \text{ cm}$$

*** Reinforcement for flexure:**

$$M_u = (q_{net}) \left(\frac{\text{width} - \text{wallthickness}}{2} \right) \times \left(\frac{1}{2} \times \frac{\text{width} - \text{wallthickness}}{2} \right)$$

$$M_u = (40.84) \left(\frac{0.90 - 0.3}{2} \right) \times \left(\frac{1}{2} \times \frac{0.90 - 0.3}{2} \right) = 1.84 \text{ ton.m.}$$

$$M_n = \frac{Mu}{\Phi} = \frac{1.84}{0.9} = 2.04 \text{ ton.m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{2.04 \times 10^5}{90 \times 30.2^2} = 2.49 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{F_y}} \right) = 0.0006 < 0.0018$$

$$A_s \text{ req} = (0.0018) (100) (30.20) = 5.44 \text{ cm}^2 / \text{m.}$$

Use 6Φ 12 /m, $A_s = 6.78 \text{ cm}^2/\text{m}$

→ In the other direction provide shrinkage and temperature reinforcement

$$A_s = \rho (b) (H)$$

$$= 0.0018 (90) (40)$$

$$= 6.48 \text{ cm}^2$$

Use 6 Φ 12 = 6.48 cm²

*** Check Development length:**

Ld for Φ 12:

$$L_d = \frac{F_y}{2\sqrt{f_c'}} \{ r_s \} db \geq 30 \text{ cm}$$

$$L_d = \frac{420}{2\sqrt{24}} (1)(1)(1)(1.2) = 51.4 \text{ cm} > 30 \text{ cm.}$$

$$\text{Available embedment} = \frac{90 - 30}{2} - 8 \text{ cover} = 22 < 51.4 \text{ cm}$$

Standard 90° hook should be used.

$$\text{Inside diameter of bent} = 6 db = (6) (1.2) = 7.2 \text{ cm}$$

$$\text{Straight extension} = 12 db = (12) (1.2) = 14.4 \text{ cm}$$

CHAPTER SEVEN

Mechanical Design

7.1 Introductions:-

The design of swimming pools and other water features is actually quite simple and the math involved is very basic . It only looks tough because there are so many factors to consider. Such as number and kind of bathers, the degree of atmosphere pollution, wind velocity and direction, the location of swimming pool and the weather changeover .

The selection of the pool equipment size is more art than science, because of all of the factors that can affect the selection. Such as, the increase of the head as dirt builds up in filter, the variable resistance of heater to water flow with time, the change of pump flow rate with the change of head ...etc.



7.2 Swimming pool design:-

7.2.1 Pool Capacity Calculation:-

The first step in pool design is the calculation of the volume of water in the pool.

Volume of water = Surface area of the pool x average depth.

The average depth = $\frac{\text{Shallow end depth} + \text{deep end depth}}{2}$

2

The formula used above for the calculation of average depth can be used if the slope of the bottom of the pool is gradual and even. If the slope of the bottom is not gradual as it is the case in our project, then we have to treat the pool as two or three parts each with gradual bottom slope, and calculate the volume of each part and then add these volumes together to determine the total water volume of the pool.

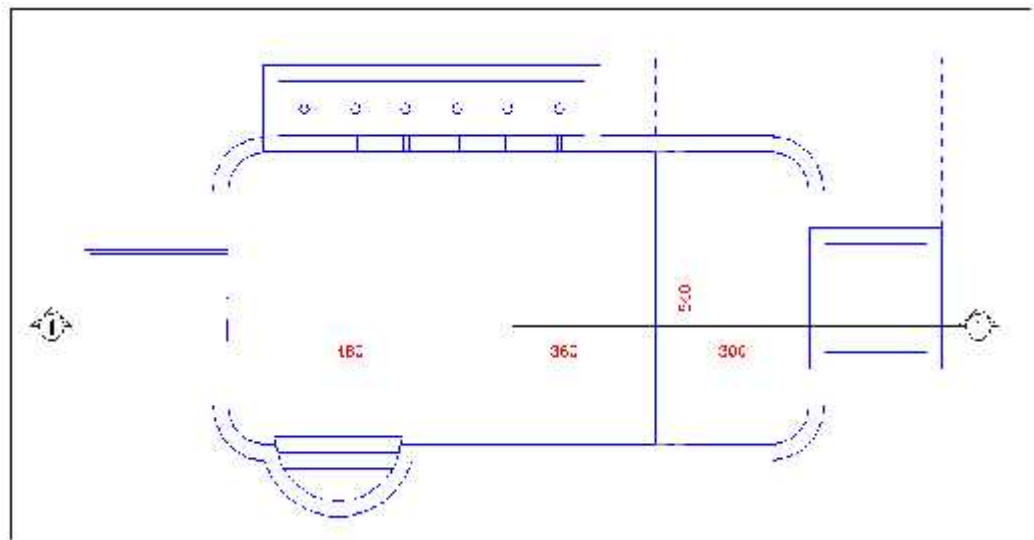


Figure (7.1) : swimming pools plan.

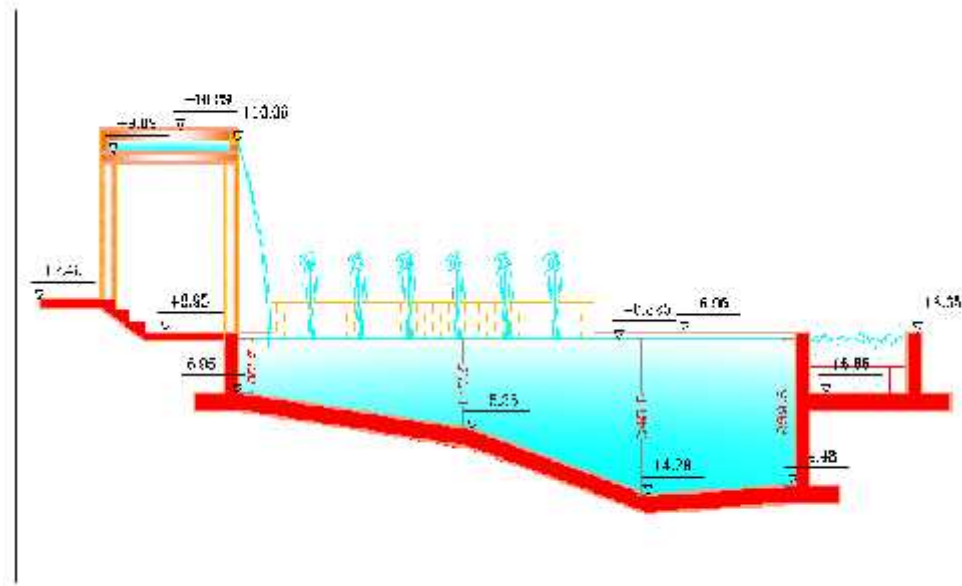


Figure (7.2) : swimming pool section (1-1).

Volume of the water in the pool :

$$\begin{aligned}
 &= 4.8 \times 5.4 \times \left(\frac{0.875 + 1.475}{2} \right) + 3.6 \times 5.4 \times \left(\frac{1.475 + 2.545}{2} \right) + 3.0 \times 5.4 \times \left(\frac{2.545 + 2.395}{2} \right) \\
 &= 109.54 m^3
 \end{aligned}$$

7.2.2 Calculation of Turnover:

The turnover time represents the number of hours required to recirculate the total capacity of the pool water (total water volume) through the filter.

Pools become polluted at different rates. Generally the shallower the water, the faster it become turbid, simply because more people wash off more dirt, occupying less water.

Turnover times are subject to local regulation, but typical examples are given in Table (7.1) based on the usage and location of the different types of pools. The intensively used pools require a far higher turnover than rarely used or decorative pools.

Class of pool	contamination	Turnover time(hour)
spas	Extra heavy	0.5-1
Wading pools	Extra heavy	1-2
School and Olympic, institutional and public	Very heavy	3-4
Hotel and community	Moderate	5-6
Diving and light private	Light	6-7
Indoor residential	Extra Light	8-10

Table (7.1): Typical examples of Turnover times for different types of pools.

The Palestinian National Community for swimming pools, requiring that the filter turnover cycle shall be of a capacity to completely filter the entire pool body in not more than 6 hours.

So many variables make calculations of turnover time complex and unreal. Hence turnover time is best taken from Engineers having a practical experience in the field of swimming pools in our country. According to our supervision (Eng. Jamal Shweiki) The turn over time for outdoor residential pools as it is the case in our project should be taken 4-hours for the following reasons:-

1. The bathing load (number of bathers) is more than the recommended which is one bather per four meter square of pool surface area according to the Palestinian National Community..
2. The environmental air in our Country is highly polluted.
3. More dirt is carried by each bather. Since we don't use pre-cleanse facilities.
4. Most of the bathers do not use swimming pools Clothes.
5. The hardness of the water in our country is very high (Amount of dissolved minerals such as calcium and magnesium). Poor Chemical treatment disinfection rates and pool owners do not wish to operate the pump for long time.

Basic turn over with filter at clean running pressure & full working head.

$$\begin{aligned} \text{Turnover Time (hr)} &= \left(\frac{\text{Pool capacity (m}^3\text{)}}{\text{Filter Rate (m}^3\text{/hr)}} \right) \\ &= \left(\frac{\text{Volume of water in pool (m}^3\text{)}}{\text{rate of water flow through recirculation system (m}^3\text{/hr)}} \right) \\ 4 &= \left(\frac{109.54}{\text{filtration rate}} \right) = 27.39 \text{m}^3 / \text{hr.} \\ \Rightarrow \text{Filtration Rate} &= 27.39 \text{m}^3 / \text{hr.} \end{aligned}$$

7.2.3 Filter Sizing and Selection:-

The filter removes insoluble, suspended solids from the recirculated water in order to retain water clarity. It doesn't remove dissolved salts nor does it deal with micro-organisms. Filtration combined with disinfection produces effective water purification treatment that keeps water:

- ❖ Clean and non-toxic.
- ❖ Odorless and tasteless.
- ❖ Free of bacteria and algae.
- ❖ balanced to prevent corrosion or scale formation.

A clean filter usually create 3psi head loss (difference between the input and output pressure) as water is circulated downward through silica sand. As the dirt accumulates within the filter, the resistance to flow also increases, the filter pump cannot maintain the required rate of flow against the increased resistance (head) . Consequently the filter requires regular cleaning, or Backwash to maintain it's efficiency. Most filter manufactures recommends that this backwashing should be done when the pressure gauge indicates an increase of 0.5kg/cm², that equals (7.1psi)

with respect to the initial pressure of the filter (clean filter). Therefore the maximum head resistance of filter is:-

$$3\text{psi} + 7.1 \text{ psi} = 10.1 \text{ psi (6.7m head loss).}$$

which should be used as the design pressure loss through filter.

We selected to use high rate sand filter which contains a deep bed of very fine silica sand supported on a mechanical under drain, as shown in Figure (7.3). The filter pump forces water down through the filter bed at a high rate ($12\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ - $50\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$), where the dirt penetrates the sand to a considerable depth. This gives the high-rate sand filter greater dirt-holding capacity than other filter types of equal size. These popular filters save space, maintenance, installation and running costs, and are very versatile and easy to operate. They offer short working runs, and (2 - 3) minutes backwashing cycle at normal flow rate reducing waste water to a minimum. The Back washing is carried out about the same rate as filtering, which makes pump selection much easier than for a rapid sand filter.

The Palestinian code recommends a filtration velocity of $8\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ as a minimum, and a maximum of $40\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$. By referring to Manufactures Catalogues, we find that the filter efficiency is nearly 100% at a velocity of $20 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$, and 70% at a velocity of $30 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$. Therefore in our project we decided to choose filtration velocity of $25\text{m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$ to have crystal clean water, with a filter that is acceptable in size & price.

- 1 Air relief valve
- 2 Adapter
- 3 Pressure gauge
- 4 O-ring
- 5 Nut
- 6 Lid
- 7 O-ring
- 8 Strainer
- 9 Air relief tube
- 10 Diffuser assembly
- 11 Upper pipe assembly
- 12 Air relief tube connector
- 13 Lower pipe assembly
- 14 Tank and foot assembly
- 15 Laterals
- 16 Lateral hub
- 17 Drain spigot
- 18 Drain plug
- 19 Lid wrench
- 20 Lock nut
- 21 Spacer
- 22 O-ring
- 23 Spacer
- 24 Gasket
- 25 Bulkhead
- 26 O-ring
- 27 Washer
- 28 Base
- 29 O-ring
- 30 2" threaded adapter kit
- 31 1.5" threaded adapter kit
- 32 (See 30, 31)
- 33 Closure kit
- 34 Fitting package
- 35 Spacer
- 36 Bulkhead kit

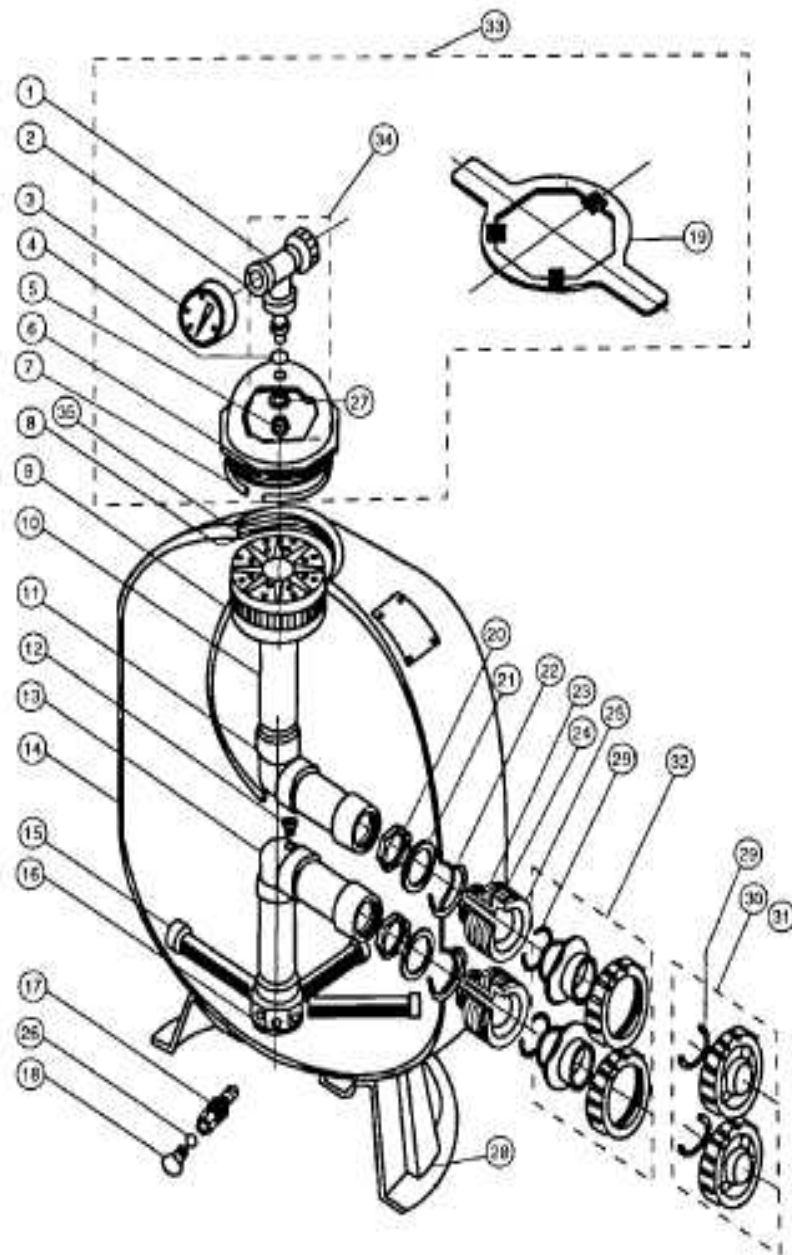


Figure (7.3) : High rate sand filter.

Reference : The Ultimate Pool Maintenance Manual, Terry Tamminen.

Filter sizing and selection:-

- Pool capacity is : 109.54m³
- Turn over rate is : 4 hours
- From pool capacity and turnover rate ,we find how many m³/hr the filter must be able to handle.

$$\begin{aligned} \text{Filter flow rate} &= \text{Total water Circulation rate (m}^3/\text{hr)} \\ &= \left(\frac{\text{Pool water volume (m}^3\text{)}}{\text{Pool turnover period (hr)}} \right) = \left(\frac{109.54}{4} \right) = 27.39\text{m}^3/\text{hr}. \end{aligned}$$

- The design filtration velocity is 25m³/hr/m² of filter surface area.

$$\begin{aligned} \text{Filter surface area (m}^2\text{)} &= \left(\frac{\text{Filtration flow rate (m}^3/\text{hr)}}{\text{Filtration velocity (m}^3/\text{hr/m}^2\text{)}} \right) \\ &= \left(\frac{27.39}{25} \right) = 1.089\text{m}^2. \end{aligned}$$

- From Astral company catalogue, we fined that the filter of code No 28458, with the following specifications match our design requirements:-

- ❖ Filter Name : Volcano Industrial filter.
- ❖ Filtration surface area : 1.13 m².
- ❖ Filter diameter : 1200 mm.
- ❖ Filter flow rate = Velocity of filtration x filter surface area
= 25 x 1.13 = 28.25 m³/hr.
- ❖ Gravel sand (1-2 mm) : 275 Kg.
- ❖ Sand (0.4 – 0.8 mm) : 1350 Kg.

7.2.4 Skimmers & Main Drains Selection:-

The skimmer and main drain selection which form the suction equipment from the pool should be based on the following:-

1. The main drain is always situated at the lowest point in the pool , main drain aperture should be at least 4-times outlet pipe working area with a recommended maximum grill flow velocity of 0.5m/sec, but 0.2m/sec or lower is better.
2. In practice main drain grill must be designed never to allow excess suction or to be removable by swimmers.
3. Usually try to install more than one main drain, so that if one is blocked the other takes the full flow.
4. Drain & skimmers must be tough and durable. They must not trap fingers nor toes, nor catch skin nor in any way corrodible.
5. Skimmers must face the main drift from inlets and the prevailing wind out doors.
6. For private pools, it is recommended to install one skimmer for every 25m² of pool surface area. Taking into account that the total capacity of all skimmers should be approximately 50% of the required filter flow rate.

Selection of Skimmers:-

The calculated total water circulation rate is 27.4m³/hr, therefore the suction flow rate through skimmers which should be 50% of the total flow rate is about:

$$\left(\frac{50}{100}\right) \text{ of filtration flow Rate} = \left(\frac{50}{100}\right) \times 27.4 = 13.7 \text{ m}^3 / \text{hr}.$$

By referring to Astral catalogue we selected three concrete pool skimmers of code No 00249 each of the following specifications:

- ❖ Skimmer Name : Concrete Pools-15 L Skimmers with standard throat.

- ❖ Recommended flow rate : 5000 l/hr which equals 5 m³/hr.
- ❖ Suction threaded connections : Φ50 mm.

To check that rule No.6 is satisfied, calculate the pool surface area, which is
 $5.4 \times 11.4 = 61.56 \text{ m}^2$.

$$\text{Then, number of required skimmer} = \frac{\text{Pool surface area}}{25\text{m}^2} = \frac{61.56}{25} = 2.46$$

So it is Ok to select 3 skimmers.

Selection of main drains:-

From Astral catalogue we selected two concrete pool main drains of code No 00258 each of the following specifications:

- ❖ Main Drain Name : Concrete Pools-Main Drains ,Square main drain with grille, outlet of 2".
- ❖ Recommended flow rate : 13 m³/hr.
- ❖ Side connection : 2".

- ✓ We select two main drains rather one main drain:-
 - To keep the main drain grill velocity lower than 0.5m/sec.
 - To avoid extra suction through main drain if one is blocked.
 - To reduce suction head to a minimum which enhances pump efficiency.

7.2.5 Return Inlets Selection:-

The return inlet in the pool wall below water level control the flow rate and direction of the filtered water entering the pool. So that there arrangement on small outdoor pool is usually provided in sufficient quantity and shall be properly spaced to provide a maximum circulation of the main body and water surface in conjunction with the skimmers and the prevailing winds.

The selection of the return inlets is based on the following :-

1. They must have large enough apertures to prevent back pressure into filters.
2. Adjustable or eyeball are used for directional currents in free form pools. So that they spread returned water to the side, up & down to mix with all shallow end levels.
3. High level inlets help push surface debris skimming system. Whilst low level inlets improve heat circulation. Best arrangement is a mixture of floor wall level and wall downward flow returns.
4. Set wall grills of return inlets 0.4m below water surface.
5. To ensure good water circulation through the pool a common practice requiring one return inlet per 5m of pool perimeter.
6. Flow velocity through residential pool floor inlets should be in the range of (0.3-1.25)m/sec.

Selection of Return Inlet

The calculated total circulation rate is 27.4 m³/sec, and by referring to Astral cataloger we choose Concrete Pools return inlet of code No 00295 each of the following specifications:

- ❖ Return Inlet Name : Concrete Pools-ABS Inlets .Return inlet "Multiflow" for threading.
- ❖ Flow rate :Φ20 mm = 4.5 m³/hr.
- ❖ 2" external thread, Φ50 mm.
- ❖ Recommended max flow velocity : 4 m/sec.

$$\begin{aligned} \text{No of required return inlets} &= \left(\frac{\text{Filtration flow rate (m}^3\text{/hr)}}{\text{Flow rate for each inlet}} \right) \\ &= \left(\frac{27.39}{4.5} \right) = 6.18. \end{aligned}$$

Select 7 return inlets of this type.

To check that rule No.5 is applied, calculate the pool perimeter, which is

Pool perimeter = $11.4(2) + 5.4(2) = 33.6\text{m}$

$$\text{Number of required return inlets} = \left(\frac{33.6}{5} \right) = 6.72.$$

So its Ok to select 7 return inlets.

7.2.6 Pool Pipe Sizing

Pool piping shall be sized to permit the rated flows for filtering & cleaning without exceeding the maximum head at which the pump will provide such flows.

Today the most common type of piping used in pool and spa plumping is PVC plastic pipe (polyvinyl chloride). Which is simple of installation, resistance to corrosion and economy for labour and materials.

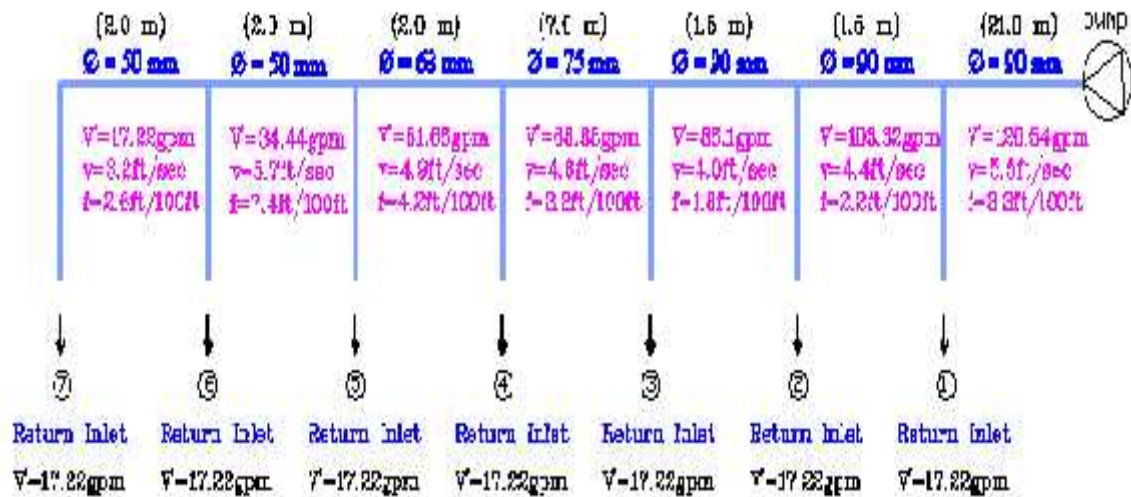
Pipe Sizing considerations:-

1. Required flow rate of water, measured in gpm or m^3/hr .
2. Length of plumping runs and equivalent length of fittings.
3. The main suction line plays a critical part in the wear and efficiency of the pump. This pipe line should be short, straight and full-pored, allowing a water flow of between ($0.5 - 1 \text{ m/sec}$), which equals ($1.6 - 3.3 \text{ ft/sec}$), with maximum friction losses $6\text{ft}/100\text{ft}$.
4. All piping on the discharge side of the pump for filtration shall have pipe sizes determined so that the velocity in any pipe should be between ($1.0 - 3.0 \text{ m/sec}$), which equals ($3.3 - 10.0 \text{ ft/sec}$), with maximum friction losses $12\text{ft}/100\text{ft}$.
5. Pump is weakest at suction side, therefore ensure shortest possible suction runs.
6. In the determination of pipe sizes required ,the criteria which could call for the largest pipe size shall govern. The larger the pipe the better, there is less restriction and therefore less strain on all equipment and plumbing. Use the largest diameter pipe and fitting for the job.
7. Use full flow valves and large inlets.

8. Pool pipe work is a low pressure, low temperature recirculation system (0°C - 28°C). If we need specially in spas higher temperatures we should use CPVC pipe (chlorinated polyvinyl chloride).
9. All discharge and suction lines shall have a uniform slope in one direction of not less than 3in/100ft.

$$10. \text{Water flow velocity (m/sec)} = \left(\frac{\text{Pump flow (m}^3/\text{sec)}}{\text{Pipe cross sectional area (m}^2\text{)}} \right)$$

7.2.6.1 Discharge Line Pipe Sizing



The discharge line from the pump to the various return inlets is shown in the schematic diagram above. In this diagram the required flow rate for each part of the discharge line is shown. Also the selected pipe size, pipe velocity and pipe friction loss are shown.

Sample of selection:

For the pipe section from the pump outlet to the first return inlet.

❖ The total flow rate required is 27.4m³/hr, which equals 120.54 gpm,

$$\begin{aligned} \text{each return inlet flow rate} &= \left(\frac{\text{Total flow rate (m}^3/\text{sec)}}{\text{Number of return inlets}} \right) \\ &= \left(\frac{27.4}{7} \right) = 4.04 \text{m}^3/\text{hr} = 17.22 \text{gpm} \end{aligned}$$

⇒ Note :- 1 m³/hr = 4.4 gpm.

- ❖ From chart (1) in Appendix (B) at a flow rate of 125 gpm.
 - 75 mm pipe diameter have ... velocity of 8.6 ft/sec.
 - ... friction loss of 9.6 ft/100ft.

While :-

- 90 mm pipe diameter have ... velocity of 5.5 ft/sec.
- ... friction loss of 3.3 ft/100ft.

We select 90 mm pipe diameter to have lower friction loss, which satisfy Pipe Sizing Considerations.

To calculate the total pressure drop in the discharge line, we have to calculate the total equivalent length of the pipes which is the pipe length and the equivalent length of fittings.

Total equivalent length = pipe length x 2

The total friction head from discharge line is

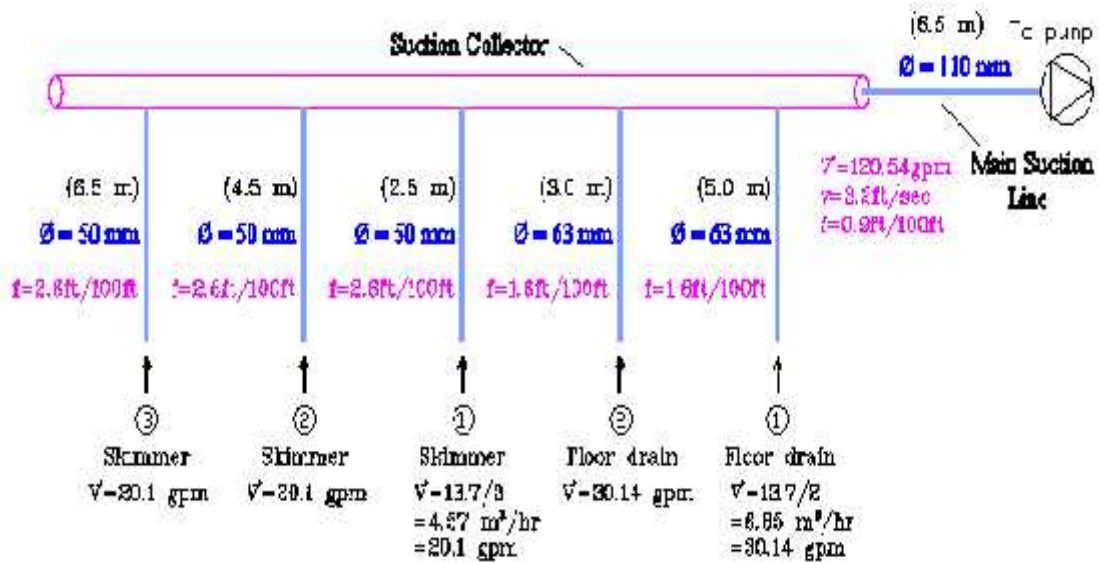
$$\begin{aligned}
 &= \Sigma(\text{Total equivalent length of each pipe (ft) x friction head for each (ft/100ft)}) \\
 &= 21 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{3.3}{100}\right) + 1.5 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{2.2}{100}\right) + 1.5 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{1.8}{100}\right) + 7 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{3.3}{100}\right) \\
 &+ 2 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{4.2}{100}\right) + 2 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{7.4}{100}\right) + 2 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{2.6}{100}\right) = 8.32 \text{ ft} = \frac{8.32}{3.28} = 2.54 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

⇒ Notes :-

- 1 m pipe length = 3.28 ft.
- The pipe diameter from the discharge line to each return inlet is 50mm, because the selected return inlets connections equal $\Phi 50$ mm.

7.2.6.2 Suction Line:

The suction line from skimmers and main drains to the pump is shown in the schematic diagram below. In this diagram the required flow rate for each part of the suction line are shown. Also the selected pipe size and pipe friction loss are shown.



Sample of selection:

For the main suction line.

- ❖ The total flow rate required is 27.4m³/hr, which equals 120.54 gpm.
- ❖ From chart (1) in Appendix (B) at a flow rate of 125 gpm.
 - 110 mm pipe diameter have ... velocity of 3.2 ft/sec.
 - ... friction loss of 0.9 ft/100ft.

We select Φ110 mm pipe diameter so as to satisfy rule No 3 of the Pipe Sizing Considerations.

The total friction head from suction line equals

$$\begin{aligned}
 &= \Sigma(\text{Total equivalent length of each pipe (ft) x friction head for each (ft/100ft)}) \\
 &= 6.5 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{2.6}{100}\right) + 4.5 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{2.6}{100}\right) + 2.5 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{2.6}{100}\right) + 3.0 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{1.6}{100}\right) \\
 &+ 5.0 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{1.6}{100}\right) + 6.5 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{0.9}{100}\right) = 3.53 \text{ ft} = \frac{3.53}{3.28} = 1.075 \text{ m.}
 \end{aligned}$$

⇒ Notes :-

- The collector size is the same as the main suction line, which equals Φ110 mm .
- The pipe diameter from each skimmer to the suction collector is Φ50mm according to the selected skimmer, also the pipe diameter

from each main drain to the suction collector is Φ 63mm according to the selected main drain threaded diameter.

7.2.7 Selection of Pump

The pump is the heart of swimming pool .It must operate economically and reliably, reasonably quietly and be compact . The pool filter pumps are centrifugal type, powered by a close-coupled electric motor; they usually include an integral strainer basket before the impeller and volute . Most pool pumps are self-priming, they still best suited just below water level with a direct flooded suction line rising evenly and slowly to the pump. Most self priming pumps can extract air from the circulation system even with suction line full of air, providing there is some water in the pump chamber to lubricate the pump seal.

The recirculating pump shall be selected to meet the conditions of flow rate required for filtering and cleaning the filters with the total dynamic head developed by the recirculation system (The recirculation system includes all the pipes, fittings and equipment concerned with filtering , heating and disinfecting the pool water). Head is the resistance of water flow through plumbing and equipment created by friction ,resistance, distance or lift expressed in meters.

Figure (7.4) shows typical performance curves for pool pump. Therefore to select the suitable pump ,we should calculate the amount of head (resistance) in our pool and desired flow rate.

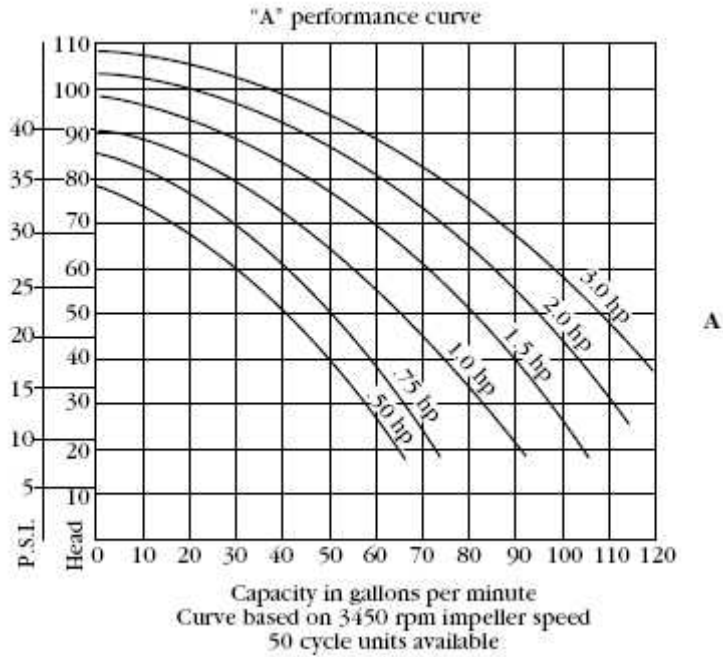


Figure (7.4) : Typical performance curves for pool pump.
Reference : The Ultimate Pool Maintenance Manual, Terry Tamminen.

7.2.7.1 Pump Head Calculations:-

The total pump head = static head + dynamic head

Where:

- Static Head equals zero, because the pump suction and delivery below water surface , and according to Bernoulli's equation the static head will be zero.

- Dynamic Head:

Is the friction resistance of water flowing through suction lines, discharge lines, valves and equipment, but mainly from within the filter.

The friction head (dynamic head) calculations include :

- a. Friction head losses in piping (both suction and discharge piping), fittings and valves.
- b. Friction head losses within filter.
- c. Friction head losses through main drains, skimmers and return inlets.

Where:

- Friction head in pipes = friction head loss in suction line + friction head loss in discharge line
$$= 2.54 + 1.075 = 3.615 \text{ m.}$$
- Friction head in filter = 6.7m.
- Friction head through main drains, skimmers and return inlets, should be taken from manufacture specifications for each one. However general rule of thumb is to add 1.5 m of head to allow for the total of such component of the system.

Total head = friction head in suction line + friction head in discharge line
+ friction head in filter + friction head in main drains, skimmer,
and return inlets.
$$= 2.54+1.075+6.7+1.5= 11.89\text{m.}$$

7.2.7.2 Pump Selection:

Required specifications of the pump are:-

- Total head = 11.89 m.
- Flow rate = 27.4 m³/hr.

By referring to Astral catalogue, we select maximum pump of code No 08003, which have the following specifications:-

- ❖ Pump Name : Maxim pump 2,860 rpm.
- ❖ Power : (3.5 HP), 230/400 V III.
- ❖ Inlet and outlet diameter : $\Phi 90$ mm.
- ❖ At a head of 12 m , have a flow rate of 42 m³/hr.

7.3 Spa Design:

Many people simply regard a spa as a small swimming pool and though, the two tanks of water have much in common, they are in practice very different. The spa is used mainly for relaxation and has series of water and air jets provide a therapeutic massage effect, whereas the swimming pool is mainly used for exercise and has on such features.

Table (7.2) shows the differences between spas and swimming pools.

Spa	Typical parameter	Swimming pool
0.5 – 5 m ³	Size	10 –10,000 m ³
10 – 15 minutes	Turn over	1 – 8 hours
3 mg/L	Sanitizer level	1.5 mg/L
32 – 40 °C	Temperature	23 – 32 °C
Daily	Backwash regularity	Weekly
Every second day	Total drain	Only for repairs
2.5 person/m ³	Bathers / m ³	1 person/m ³

Table (7.2): Differences between Spa and Swimming pool.

Spa design is divided into two parts. One system to power the turbo charge jets. The second system to filter and heat the spa water.

7.3.1 Turbo charge Jet System:

a. Turbo charge jets:

It is required to decide on the number and location of the jets. Our residential spa have 4 jets located at the middle of the seats. According to Hydro Air Catalogue, we selected Gunite jets of code No 10-4320, which have the following specifications:-

- ❖ Jet Name : Gunite Jet.
- ❖ Flow rate : 5 m³/hr.
- ❖ At a head of 9 m H_2O .

Therefore the total water flow rate for the four Gunite Jets equals

$$4 \times 5 = 20 \text{ m}^3/\text{hr}.$$

⇒ Note that Gunite jets are turbo charge jets (i.e. need air flow mixed with water flow).

b. Air blowers:

Air blower is an electric powered mechanical device that forces air into spa. The air blower is plumbed into the air line of spa jets to turbo charge the jet massage.

Air blower sizing is calculated on the depth of water through which the air must be forced. The resistance created by horizontal plumbing of angled fitting is expressed as depth, so you can determine the total depth that the blower must overcome.

The calculation procedure is as follows:-

1. Measure the actual depth of the water above the air outlet. Remember that water displacement by bathers will raise the water level between (15-20 cm). In our spa the depth of the turbo charge jets is 30 cm below the skimmer level, we add another 15 cm for the rise of the water level due to the bathes, therefore the maximum depth is 45 cm.
2. Blowers are plumbed with 50 mm PVC. Measure the total length of all pipes between the blower and the spa, For every 300 cm of pipe length add 2.5 cm to the total water depth, and add 1.25 cm to the total water depth for every 90° fitting. In our spa the total length of air pipes (from the blower outlet to the farthest turbo jet) is 2234 cm, and the number of 90° fittings are 9.
3. Then the total depth is equals

$$= \text{Actual depth of turbo charge jets (cm)} + \text{Length of pipe (cm)} \times \left(\frac{2.5}{300(\text{cm})} \right)$$

$$+ \text{Number of } 90^\circ \text{ fittings} \times 1.25$$

$$= 45 + \left(\frac{2234 \times 2.5}{300} \right) + 9 \times 1.25 = 74.87 \text{ cm} = \left(\frac{74.87}{2.54} \right) = 29.48''.$$

Note : Pipe length was taken according to the swimming pool piping drawing (Appendix D).

The selection of air blower is according to the following table:

Total water depth (cm)	Blower size
Less than 36"	1 -hp
36" - 48"	1.5 -hp
48" - 55"	2 -hp

Table (7.3) : Air blower selection,(According to manufacture recommendation).

For a total water depth of 29.48" , the required blower size is 1 hp. According to Astral catalogue , we selected air blower of code No 04089, which have the following specifications:-

- ❖ Power : 0.74 kW.
- ❖ Flow rate : 65 m³/hr.
- ❖ 1 m water head .

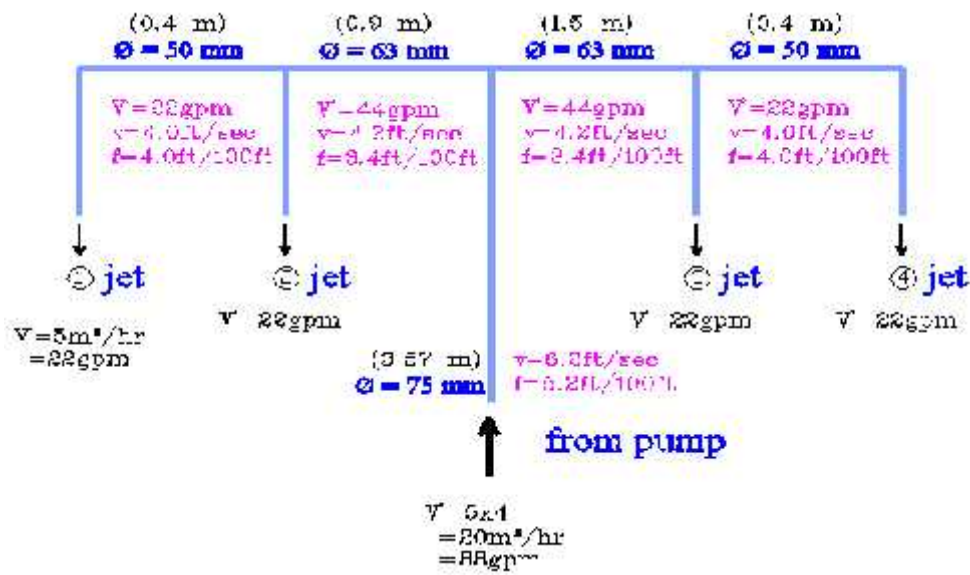
4. From Astral catalogue we selected floor drain with code No 22359 with the following specifications:-

- ❖ Main Drain Name : Concrete Pools-Main Drains ,In polyester and fiberglass.
- ❖ Recommended flow rate : 18 m³/hr.
- ❖ Outlet connection : Φ 75 mm.
- ❖ Main drain dimensions : 355 x 355 mm.

5. Pipe selection

Pipe selection procedure is the same that we followed in pool pipe selection.

The discharge line from the pump to the various Turbo charge jets is shown in the next schematic diagram. In this diagram the required flow rate for each part of the discharge line are shown. Also the selected pipe size, pipe velocity and pipe friction loss are shown.



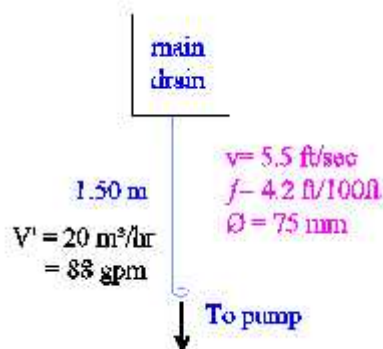
Total friction head of discharge line =

$$= \Sigma (\text{Total equivalent length of each pipe (ft)} \times \text{friction head for each (ft/100ft)})$$

$$= 0.4 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{4}{100}\right) + 0.9 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{3.4}{100}\right) + 1.5 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{3.4}{100}\right) + 0.4 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{4}{100}\right)$$

$$= 0.745 \text{ ft} = \frac{0.745}{3.28} = 0.227 \text{ m.}$$

The suction line from the main drain to the pump is shown in the schematic diagram below. In this diagram the required flow rate of the suction line is shown. Also the selected pipe size and pipe friction loss are shown.



Total friction head of the suction line =

$$= 1.5 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{4.2}{100} \right) = 0.413 \text{ ft} = \frac{0.413}{3.28} = 0.126 \text{ m.}$$

$$\begin{aligned} \text{Total head} &= \text{friction head in suction line} + \text{friction head in discharge line} \\ &\quad + \text{friction head in air blower} + \text{friction head in Gunit jets} \\ &= 0.126 + 0.277 + 1.0 + 9 = 10.40 \text{ m.} \end{aligned}$$

6. Pump Selection

Required specifications of the pump are:-

- Total head = 10.40 m.
- Flow rate = 20 m³/hr.

By referring to Astral catalogue, we selected Victoria pump of code No 20605, which have the following specifications:-

- ❖ Pump Name : Victoria.
- ❖ Power : (2 HP), 230V II.
- ❖ Inlet and outlet diameter : Φ63 mm.
- ❖ At a head of 10 m , have a flow rate of 26 m³/hr.

7.3.2 Filtering System:

1. The spa capacity is:

(The volume of the water in the spa) = 4m³.

2. Turn over:

The spa is the most likely place where sanitizers level can be quickly lost, because of unintentional contamination by users. Higher water temperature encourage bacteria multiplication and the close proximities of fellow bathers make cross contamination more likely. Therefore we select a turnover of 15minutes.

3. Flow rate:

$$\text{Flow rate} = \frac{\text{Spa Capacity}}{\text{Turn over rate}} = \frac{4}{(15/60)} = 16 \text{ m}^3 / \text{hr.}$$

4. Filter:

Cartridge filters are the preferred choice for spas, from Astral catalogue we choose cartridge filter, code No 18220 with the following specifications match our design requirements:-

- ❖ Filter Name : Cartridge filters, Terra series.
- ❖ Filtration surface area : 14 m².
- ❖ Filter diameter : 400 mm.
- ❖ Filter flow rate = 25 m³/hr.
- ❖ Head : 2m.

5. Circulating pump :

The circulating pump flow rate = filter flow rate = 16 m³/hr.

The circulating pump head equals

= suction line head + discharge line head + filter head + heater head + static head + friction through main drain, skimmer, and return inlets.

a) Main drain and Skimmer selection.

- Use one skimmer for every 25m² of water surface.
- Spa water surface area = 2x2 = 4m² → use one skimmer.
- Skimmer capacity = 50% of filter flow rate = 50% x 16 = 8 m³/hr.
- From Astral catalogue we selected a Skimmer of code No 05589, each of the following specifications:
 - ❖ Skimmer Name : Concrete Pools-17.5 L Skimmers with standard throat.
 - ❖ Recommended flow rate : 7.5 m³/hr.
 - ❖ Suction threaded connections : Φ50 mm.
- And we selected Main drain of code No 00258 with the following specifications:
 - ❖ Main Drain Name : Concrete Pools-Main Drains , Square main drain with grille, outlet of 2".
 - ❖ Recommended flow rate : 13 m³/hr.
 - ❖ Side connection : Φ63 mm.
- Total flow rate through Skimmer and main drain = 7.5 + 13 = 20.5 m³/hr.

b) Return inlets selection

- Use return inlets of code No 15863, each of the following specifications:

- ❖ Return Inlet Name : Concrete Pools-ABS Inlets. Return inlet.
- ❖ Max Flow rate : 13.5 m³/hr.
- ❖ Connection thread : Φ50 mm.

$$\begin{aligned} \text{No of required return inlets} &= \left(\frac{\text{Filtration flow rate (m}^3/\text{hr)}}{\text{Flow rate fore each inlet}} \right) \\ &= \left(\frac{16}{13.5} \right) = 1.2. \end{aligned}$$

- Use 2 Return inlets of this type.
- Calculate the Spa perimeter, which is

$$\text{Spa perimeter} = 2 \times 4 = 8\text{m.}$$

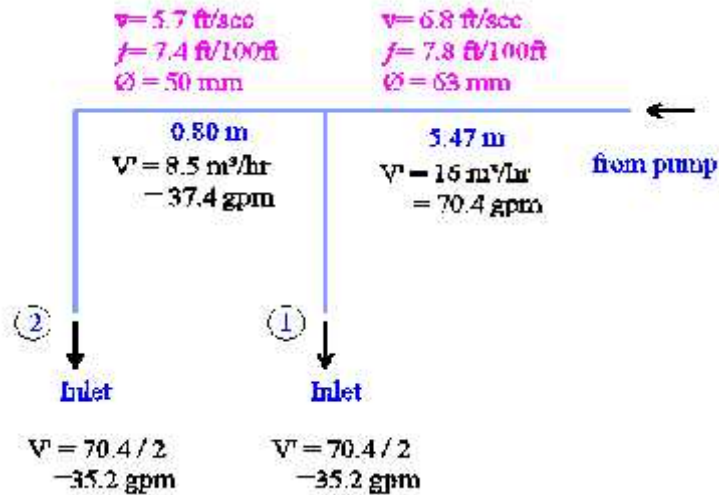
$$\text{Number of required return inlets} = \left(\frac{8}{5} \right) = 1.6.$$

So its Ok to select 2 return inlets.

c) Pipe sizing

- o Discharge line

The discharge line from the pump to the inlets is shown in the next schematic diagram. In this diagram the required flow rate for each part of the discharge line are shown. Also the selected pipe size, pipe velocity and pipe friction loss are shown.

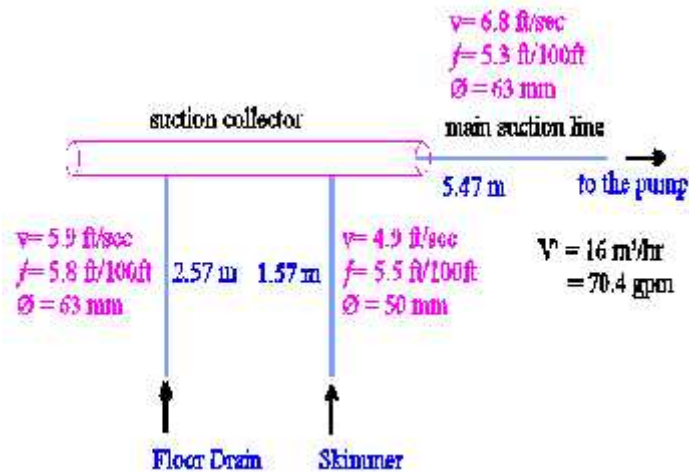


The total friction head from the discharge line =

$$= 5.47 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{7.8}{100} \right) + 0.8 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{7.4}{100} \right) = 3.19 \text{ ft} = \frac{3.19}{3.28} = 0.972 \text{ m}.$$

o Suction line

The suction line from the skimmer and the main drain to the pump is shown in the schematic diagram below. In this diagram the required flow rate of the suction line is shown. Also the selected pipe size, velocity and pipe friction loss are shown.



Total friction head of the suction line =

$$= 2.57 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{5.8}{100} \right) + 1.57 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{5.5}{100} \right) + 1.5 \times 2 \times 3.28 \times \left(\frac{5.3}{100} \right)$$

$$= 2.06 \text{ ft} = \frac{2.06}{3.28} = 0.63 \text{ m}.$$

The total friction head for the circulating pump equals
= suction line head + discharge line head + filter head + heater head + static
head + friction through main drain, skimmer, and return inlets
= $0.63 + 0.97 + 2 + 4 + 0 + 1.5 = 9.1$ m .

d) Pump selection

Required specifications of the pump are:-

- Total head = 9.1 m.
- Flow rate = 16 m³/hr.

By referring to Astral catalogue, we selected Victoria pump of code
No 20601, which have the following specifications:-

- ❖ Pump Name : Victoria.
- ❖ Power : (1 HP), 230V II.
- ❖ Inlet and outlet diameter : $\Phi 50$ mm.
- ❖ At a head of 10 m , have a flow rate of 16 m³/hr.

e) Heater Sizing

Estimating heater size is more art than science, because of the many
factors affect the selection process (i.e.) :

- The wind velocity which causes rapid cooling of the water .
- Surface area of the spa (the greater the surface exposure , the faster heat
loss).
- What average temperature will you start at, and how much temperature
rise is needed.
- How fast do you want to heat the spa.

All these factors and changes over the years in them will determine
how large a heater you need.

However, the following guidelines will help to give a rough estimation
of heater size:

One Btu : is the amount of heat needed to raise the temperature of 1 pound of water 1 °F.

- The spa water volume is $4\text{m}^3 = 1059.3$ gallon.
- The weight of water = $1059.3 \times 8 = 8474.4$ Ib.
- If we need to raise the spa temperature from 70°F up to 100°F, then the heater size = weight of water $\times \Delta T = 8474.4 \times 30 = 254232$ Btu.

Usually heaters are rated in Btu capacity per one hour. Therefore if we want to heat the spa in one hour, then the selected heater should have at least a capacity of 254232 Btu/hr, and if we want to heat the spa in 2 hours , then the heater should have a capacity of ($254232 / 2 = 127116$) Btu/hr.

7.4 Water Features

Fountains and water falls are grouped together under the collective term (Water Features) .

Manufactures of each fountain head or water fall weir provide data sheets explaining flow requirements, resistance, plumbing size requirements and spray characteristics. Of course , flow and head change as the height, volume, and diameter of discharge changes.

Pump sizing is then a matter of following the calculations of total dynamic head of the system, and using a pump that can overcome that resistance and still deliver the desired flow rates.

7.4.1 Design of curtain waterfall

According to PEM manufacture, for a waterfall with free fall height of 3m, as it is the case in our project, requires a weir of 40mm, with a flow rate of 1100L/min, which equals $66 \text{ m}^3/\text{hr} = 290 \text{ gpm}$, at a head of 6m.

1. Pipe sizing

For flow rate of 290 gpm , and according to the pipe chart (1) in Appendix (B) , we need pipe diameter of $\Phi 110$ with velocity at flow rate 290 gpm equals 7.7 ft/sec.

2. Main drains selection

According to Astral catalogue we selected two Main drains of code No 22361 with the following specifications:

- ❖ Main Drain Name : Concrete Pools-Main Drains , In polyester and fiber glass.
- ❖ Recommended flow rate : $42 \text{ m}^3/\text{hr}$.
- ❖ Side connection : $\Phi 110 \text{ mm}$.
- ❖ Main drain dimensions : $355 \times 355 \text{ mm}$.

3. Pump selection

- Calculation of total head.

Total head = waterfall head + dynamic head + static head

- Dynamic head:

The pipe length from the pump up to the weir level is 20 m.

According to PEM manufacture, each 30m long of pipe requires 3 m head (pressure drop).

For a 30 m (pipe length) → 3 m (head)

For a 20 m (pipe length) → ? m (head)

Then the dynamic loss equals 2m.

- Static head:

The static head in this case equals the distance between the outlets of the water fall and the pool water surface , which equals 3m.

$$\begin{aligned}\text{Total head} &= \text{waterfall head} + \text{dynamic head} + \text{static head} \\ &= 6 + 2 + 3 = 11 \text{ m.}\end{aligned}$$

By referring to Astral catalogue, we selected Maxim pump of code No 08005, which have the following specifications:-

- ❖ Pump Name : Maxim pump 2,860 rpm.
- ❖ Power : (5.5 HP), 230/400V III.
- ❖ Inlet and outlet diameter : $\Phi 110$ mm.
- ❖ At a head of 12 m , have a flow rate of 67 m³/hr.

7.4.2 Design of Cascade jets (Beside the pool)

According to PEM catalogue, we selected 6 Cast Bronze Cascade jets of code No PEM 53A, with the following specifications for each:-

- ❖ Flow rate = 93 L/min, that equals 5.58 m³/hr .
- ❖ Nozzle pressure : 2.2 m.
- ❖ Outlet diameter : $\Phi 50$ mm.

$$\begin{aligned}\text{The total flow rate} &= \text{Number of nozzles} \times \text{flow rate for each} \\ &= 6 \times 5.58 = 33.5 \text{ m}^3/\text{hr.}\end{aligned}$$

1. Pipe sizing

For flow rate of 33.5 m³/hr , which equals 147.4 gpm , and according to the pipe Chart (1) in appendix (B) we need pipe diameter of $\Phi 110$ with velocity at flow rate 150 gpm equals 3.8 ft/sec.

2. Main drain selection

According to Astral catalogue we selected Main drain of code No 22361 with the following specifications:

- ❖ Main Drain Name : Concrete Pools-Main Drains , In polyester and fiber glass.
- ❖ Recommended flow rate : 42 m³/hr.
- ❖ Side connection : $\Phi 110$ mm.
- ❖ Main drain dimensions : 355 x 355 mm.

3. Pump selection

- Total head = nozzle head + dynamic head+ static head
- Dynamic head
Total length of pipes = 26.
Dynamic head = $(26 / 30) \times 3 = 2.6$ m head
- Static head = 0.62 m (The difference between the outlet of the nozzle and the pool surface area).

$$\begin{aligned} \text{Total head} &= \text{nozzle head} + \text{dynamic head} + \text{static head} \\ &= 2.2 + 2.6 + 0.62 = 5.42 \text{ m.} \end{aligned}$$

By referring to Astral catalogue, we selected Victoria pump of code No 23045, which have the following specifications:-

- ❖ Pump Name : Victoria pump.
- ❖ Power : (3 HP), 230V II.
- ❖ Inlet and outlet diameter : $\Phi 110$ mm.
- ❖ At a head of 10 m , have a flow rate of 34 m³/hr.

7.4.3 Design of outer waterfall with its features

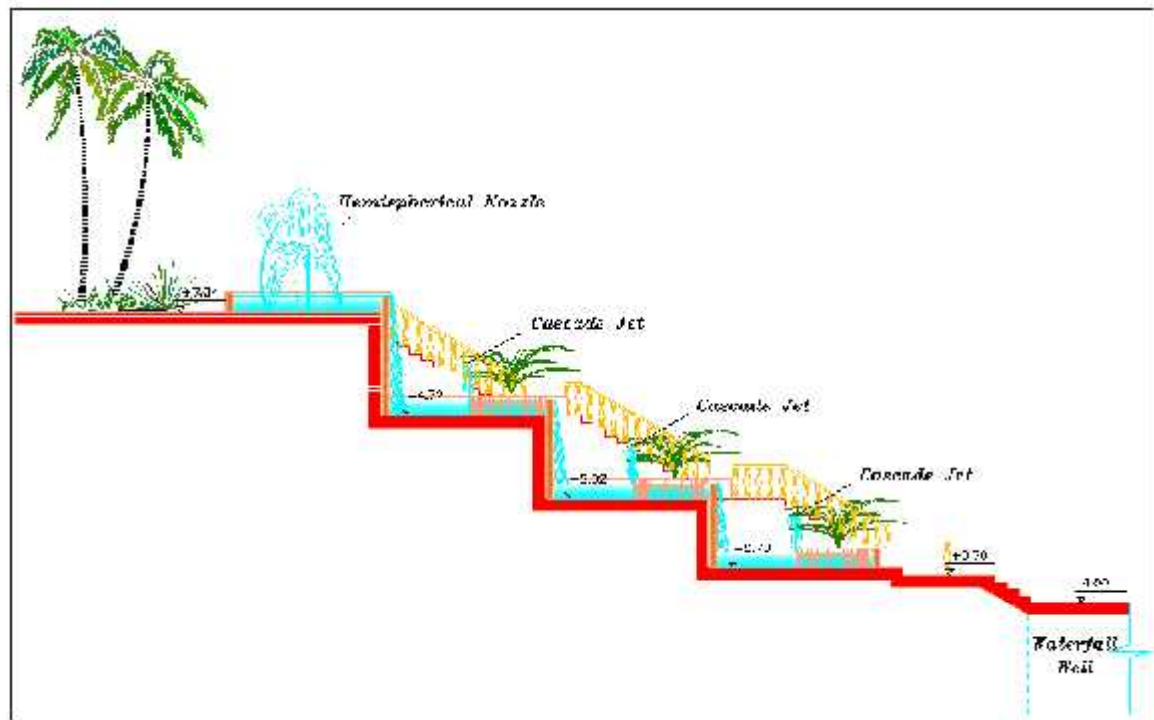


Figure (7.5) : Outer waterfall.

7.4.3.1 Design of Hemispherical Nozzle

According to PEM, we selected Dandelion Hemispheres of code No 1233 which have with the following specifications:-

- ❖ Flow rate = 330 L/min, that equals 19.8 m³/hr .
- ❖ Nozzle pressure : 2.8 m.
- ❖ Thread pipe size : Φ 63 mm.

7.4.3.2 Design of Cascade jets

According to PEM catalogue, we selected 3 Cast Bronze Cascade jets of code No PEM 53A, with the following specifications for each:-

- ❖ Flow rate = 93 L/min, that equals 5.58 m³/hr .
- ❖ Nozzle pressure : 2.2 m.
- ❖ Outlet diameter : Φ 50 mm.

7.4.3.3 Calculations of the required well for the fountains

The designed well must be enough to obtain all the water volumes in the basins of Hemispherical and cascade Nozzles when required to empty them.

The water volume in these basins equals the summation of each basin surface area multiplying by the water depth in each, that equals 20.04m³.

The well must be designed to obtain additional 30% of water volume as a safety factor. Then the required well volume = 1.3 x 20.04 = 26.05 m³.

Select well dimensions = 4x4x3 , then the total well capacity equals 48m³.

The next Figure showing the well, the required volumes classifications are shown in this figure.

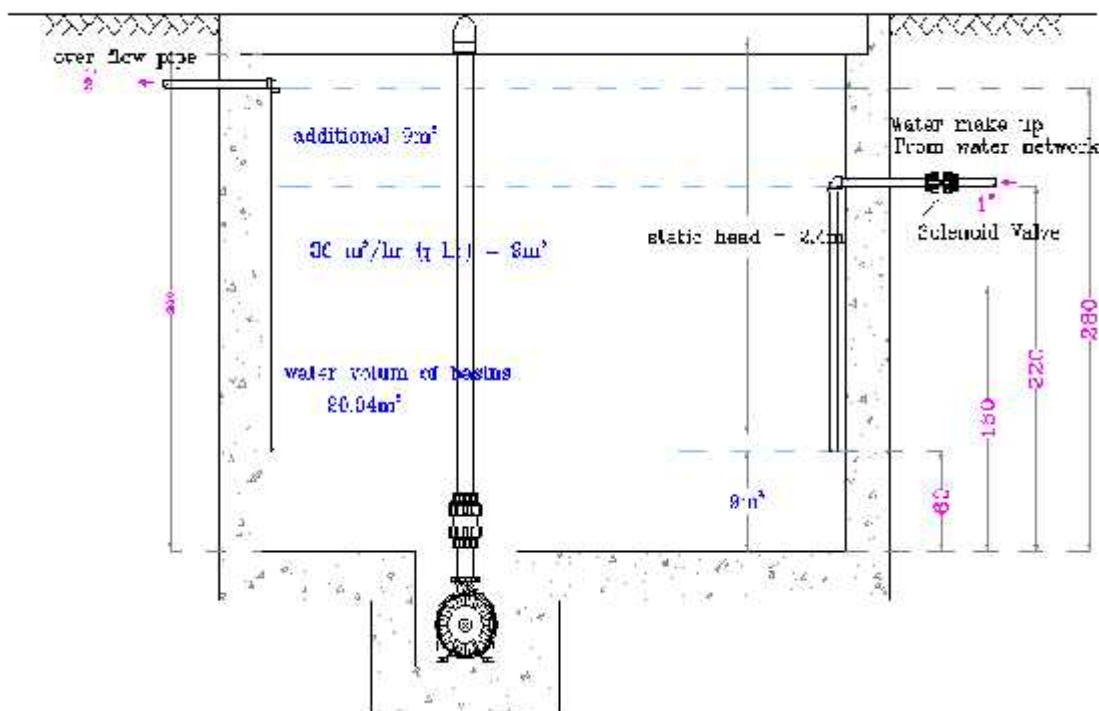


Figure (7.6) : Required well for the outdoor waterfall.

- Pump selection

The total flow rate for the hemispherical nozzle and the cascade jets
= No. of each nozzles x flow rate for each = $1 \times 19.8 + 3 \times 5.58 = 36.5 \text{ m}^3/\text{hr}$.

Total head = head of the highest nozzle (hemispherical) + dynamic head
+ static head

Total length of pipes = 20m .

- dynamic head = $(20 / 30) \times 3 = 2.0 \text{ m head}$.
- static head = height of water in the well + height between the well surface and the highest fountain = $2.4 + 7.34 = 9.8 \text{ m}$.

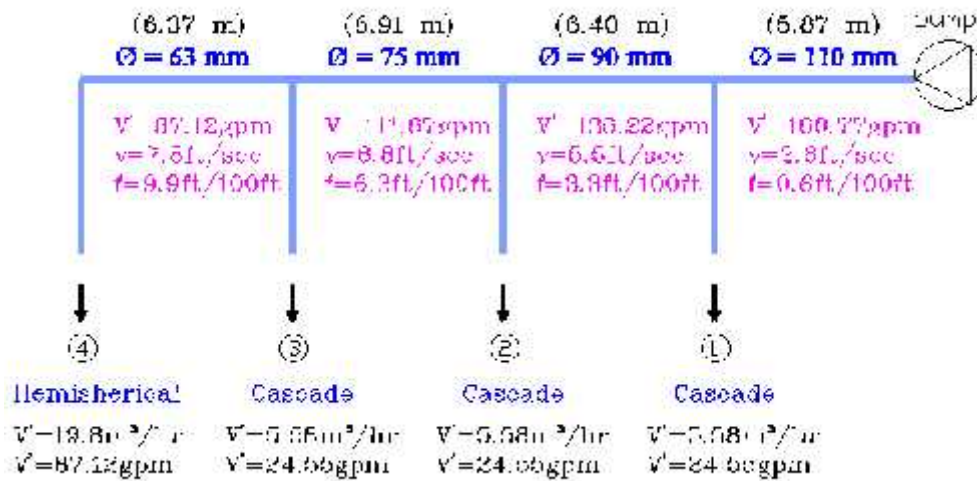
Total head = static head + dynamic head + head of the highest fountain
= $9.8 + 2.0 + 2.8 = 14.6 \text{ m}$.

Select Submersible pump, which have the following specifications:-

- ❖ Pump Name : Hung pump.
- ❖ Power : (7.5 HP), 230/400V III.
- ❖ Inlet and outlet diameter : $\Phi 110 \text{ mm}$.
- ❖ At a head of 18 m , have a flow rate of $36 \text{ m}^3/\text{hr}$.

- Pipe selection as the following figure

The discharge line from the pump to the nozzles is shown in the below schematic diagram. In this diagram the required flow rate for each part of the discharge line are shown. Also the selected pipe size, velocity and pipe friction loss are shown.



CHAPTER EIGHT

Lighting & Electrical Wiring Design

8.1 Introductions:-

In this chapter, we will present the design procedure for the lighting & electrical wiring of our project, so we will discuss the steps using samples of calculations.



8.2 Lighting Design:-

Let's take the storage room in the basement floor, its dimensions are as follows:-

Length = 6.48 m.

Wide = 4.76 m.

Height = 3.03 m).

The ceiling made from concrete with coefficient of reflection = 50%, color of ceiling and wall is white.

Required:

The number of lamp and distribute with suitable and regular shape and avoid glare and shadows.

Solution:

* Area of Store:

Area of store = long*wide

$$\text{Area} = 4.76 * 6.48 = 30.78\text{m}^2$$

* Effective Height:

Height of utilization surface on the ground = 80cm

$$\text{Effective height (He)} = 3.02 - 0.8 = 2.22\text{m}$$

* Calculation of Room Factor:

Room factor

$$K = \frac{0.8 W + 0.2 L}{he}$$

$$K = \frac{0.8 * 4.76 + 0.2 * 6.48}{2.22} \rightarrow 2.29$$

* Calculation of effectiveness of Lighting

-We will choose single florescent lamp, With Luminous flux= 5000 lumen

-Kind of lighting: direct lighting

From table (1) in appendix

→ Found effectiveness of lighting

Using florescent table, direct lighting, color of wall ceiling is white
 Also the coefficient of reflection (ceiling) = 70% , wall = 50%

8	0,67	0,63	0,59	0,58	0,55	0,52	0,49	0,47	0,45	0,43
10	0,69	0,66	0,63	0,61	0,58	0,56	0,52	0,50	0,48	0,46
1,0	0,26	0,21	0,17	0,26	0,21	0,17	0,25	0,20	0,17	0,14
1,2	0,31	0,25	0,21	0,30	0,25	0,21	0,29	0,25	0,21	0,17
1,5	0,36	0,30	0,27	0,35	0,30	0,27	0,34	0,30	0,27	0,23
2,0	0,42	0,37	0,33	0,42	0,37	0,33	0,41	0,37	0,33	0,29
2,5	0,47	0,42	0,39	0,46	0,42	0,38	0,45	0,41	0,38	0,34
3	0,51	0,46	0,42	0,50	0,46	0,42	0,49	0,45	0,42	0,38
4	0,56	0,52	0,49	0,55	0,52	0,49	0,55	0,52	0,49	0,45
5	0,60	0,57	0,54	0,59	0,56	0,54	0,58	0,56	0,53	0,50
6	0,62	0,59	0,57	0,61	0,59	0,56	0,61	0,58	0,56	0,53
8	0,66	0,64	0,62	0,65	0,64	0,62	0,65	0,63	0,62	0,60
10	0,68	0,67	0,65	0,68	0,66	0,65	0,67	0,66	0,65	0,64
1,0	0,22	0,18	0,14	0,20	0,16	0,13	0,18	0,15	0,12	0,09
1,2	0,26	0,21	0,17	0,24	0,20	0,17	0,21	0,18	0,15	0,12

Table (1) effectiveness of lighting

Ref→(التمديدات الكهربائية في المباني، د.علي رفعت حمدي)

Use interpolation between 0.47 & 0.43 when $K=2.30$

→ We found $\eta = 0.45$

*** Determination of Illumination (E):**

Using the following table, we found that:

جدول مستويات إضاءة الأباريق في فلسطين

ارتفاع نوع السقف	مستوى الاستخدام	مستوى إضاءة الأباريق (الوكسل)
-1	مستوى العمل	320-220
	المساحات	320-250
	مخارج الطوارئ	300-200
	المطابخ	380-240
	مخارج النوم	300-120
	الحمام	160-100
	الممرات	140-70
	كباري الجسر	100-50
	المساحات	120-60
	مخارج المصالح	800-150
-2	المخارج	120-80
	الأبواب	120-50
	مخارج	100-50
	كباري الجسر	100-50
	المساحات	850-500
	المساحات الجوية	3000-600
	مخارج الترفيه	800-500
	المساحات	150-80
	المساحات الجوية	350-210
	المساحات	250-200
	المساحات	500-200
	مخارج الأباريق	350-250
	مخارج الأباريق	500-400
	مخارج المساحات الجوية	300-400
	المساحات	350-250
	مخارج الأباريق	300-200
	المساحات	150-80

Table (2) Table of Illumination

The Illumination for storage room (from table) = 60-110 lux

→ Choose luminous flux (E) = 80 lux

For assume maintenance factor (p) = 0.8

***Calculation of Luminous flux:**

We can calculate required luminous flux by use

$$\begin{aligned} \Phi &= E A / \eta p \\ &= (80) (30.78) / (0.45) (0.8) \\ &= 6840.0 \text{ lumen.} \end{aligned}$$

*** Calculation of Number of Lamps:**

of lamps = required lumen/ lumen per unit lamp

of lamps = 6840.0/5000 = 1.4lamp

→ Select #of lamp = 2

***Calculate total power of lamp**

$$\begin{aligned} \text{Total power of lamp} &= \# \text{ of lamp} * \text{power of one lamp} \\ &= 2 * 58 = 116 \text{ watt} \end{aligned}$$

***Calculation of effectiveness of lamp:**

Effective of lamps [Lumen/watt]

$$= \frac{\text{total luminous flux}}{\text{Consumption power}}$$

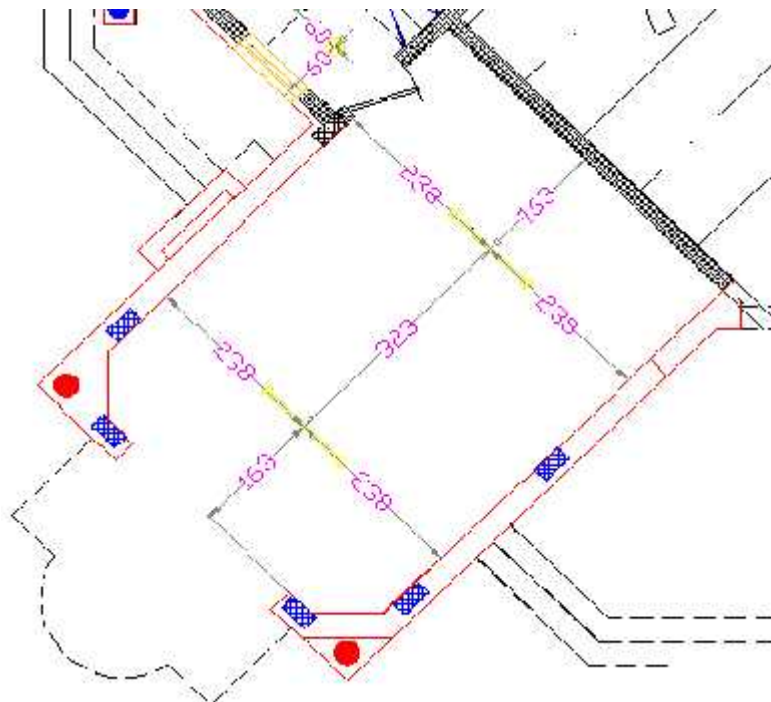
$$= \frac{5000 * 2}{108} = 93 \text{ lum/w}$$

***Calculation of lighting load:**

$$\begin{aligned} \text{Load lighting (watt)} &= (\text{power of each lamp} * \# \text{ of lamp}) / \text{area of room} \\ &= (58 * 2) / 30.78 = 3.87 \text{ watt/m}^2 \end{aligned}$$

***Distribution of lighting units:**

We distribute lighting units in two rows as figure below



***Calculation of shadow ratio:**

Shadow ratio values must be between (0.5 -2)

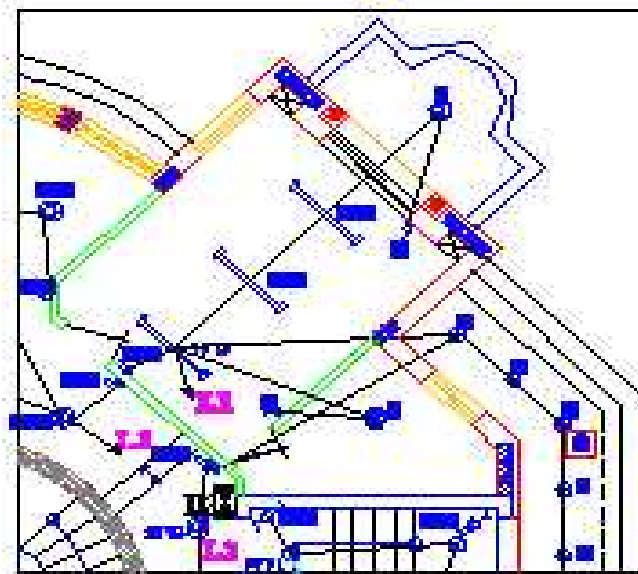
Shadow ratio = distance between lamp / effective height

Shadow ratio in horizontal line = $3.24 / 2.22 = 1.5$

Shadow ratio in vertical line = $2.38 / 2.22 = 1.1$

Connect unit lighting

After distribute lamp on the plan we connect lamp to gather in each room and connect with keys after that we explain by drawing how to connect lamp with distribution board in each floor as in figure below



***Design of pool lighting:-**

Pool lighting can be divided into two kind of illumination:

1- Submerged light:

-Power of lamps chosen should not be less than 0.5 watt per foot square of the Pool.

2- Parameterized light :

-use Power of lamps chosen should not be less than 2 watt per foot square of the Pool when not used submerged light or

-use Power of lamps chosen should not be less than 0.6 watt per foot square of the Pool when used submerged light.

1- Submerged light:

-We choose lamps protected against humidity (IP=68) → (Using Astral catalogue)

-Power of lamps chosen should not be less than 0.5 watt per foot square of the Pool.

To determine number of lamp use in the pool:-

Area of pool = $61.56 \text{ m}^2 = 662.3 \text{ ft}^2$.

To determine number of watt required for 662.3 ft^2 :-

0.5 watt → 1 ft^2

of watt → 662.3

of watt required = 331

From Astral Cataloged we select lamp with power = 300 watt

Number of lamp required = $331/300 = 1.10$

So take 2 lamps

According to Astral cataloged:-

Use one lamp for each 20 m^2 of pool surface

Number of lamp required = $61.56/20 = 3$

So we select 3 lamps put the under water in the pool

2- Parameterized light :

-Power of lamps chosen should not be less than 0.6 watt per foot square of the Pool.

To determine number of lamp use around parameter of pool:-

Parameter of pool = $226.4 \text{ m}^2 = 2435.7 \text{ ft}^2$.

To determine number of watt required for 2435.7 ft^2 :-

0.6 watt $\rightarrow 1 \text{ ft}^2$

of watt $\rightarrow 2435.7$

of watt required = 1461.4

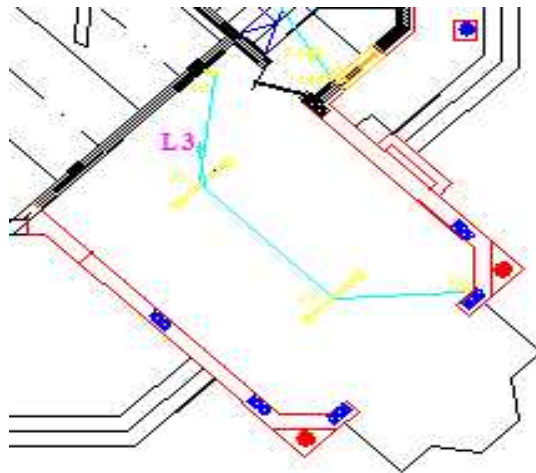
From Gewissl Cataloged of code number GW88793 we select lamp with power = 120 watt

Number of lamp required = $1461.4/120 = 12$

So we select 12 lamps put on parameterized of the pool

8. Design of Lighting Circuits:-

Let's take the storage room in the basement floor (L3), as shown in the following figure:



From the lighting design, we present previously, we can notes that:

\rightarrow We select 2 Single florescent lamp with power = 58 watt

Solution:

-Total power for L3= 2*58 = 116watt

To determine currant, use the following equation:

$$P = V * I * \cos \phi$$

Where:

P: power = 116 w

V: voltage = 220

$\cos \phi$: power factor = 1

By sub. In the previous equation

$$116 = 220 * I * 1 \rightarrow I = 0.57 \text{Amber}$$

→ Using the following table, we found that:

جدول (١) - المقنن الأقصى المسموح به للتيار في الكبلات الأرضية المسلحة ذات الثلاثة أقطاب أو الأربعة أقطاب

أقصى مقنن التيار				المقطع
(٢) ✓ كبلات معزولة بالبلاستيك		(١) كبلات معزولة بالورق		
ألومنيوم	نحاس	ألومنيوم	نحاس	
...	١٠	...	١٣	١٥
...	١٦	...	٢٠	٢٤

التيار الاقصى المسموح به (3) Table

Ref→(التمديدات الكهربائية في المباني، د. علي رفعت حمدي)

(Use cable isolated with plastic)

$$I = 0.57 < 10 \text{ Amber so we take area of cable section} = 1.5 \text{ mm}^2$$

→ We do the same calculations for all the lines we have in each floor; finally we can draw the lighting circuit of this floor. As shown below

*** Determination of section area of lighting wiring in basement floor:**

Number	Symbol of circuit	Load of circuit (W)	Currents of circuit (A)	Cut Currents (A)	Thickness of cable (mm ²)
1	L1	126	0.57	10	1.5
2	L2	312	1.42	10	1.5
3	L3	116	0.53	10	1.5

*After we found the load of each line:

- Total power of this floor= 0.55 Kw.
- Diversity factor = 0.9
- Total power = 0.9* 0.55 = 0.5 Kw

→ To select the section area of the wire feeding this floor, we use the following equation:

$$\text{Power} = \sqrt{3} * V * I * \cos \phi$$

Where:

P: power = 554 W

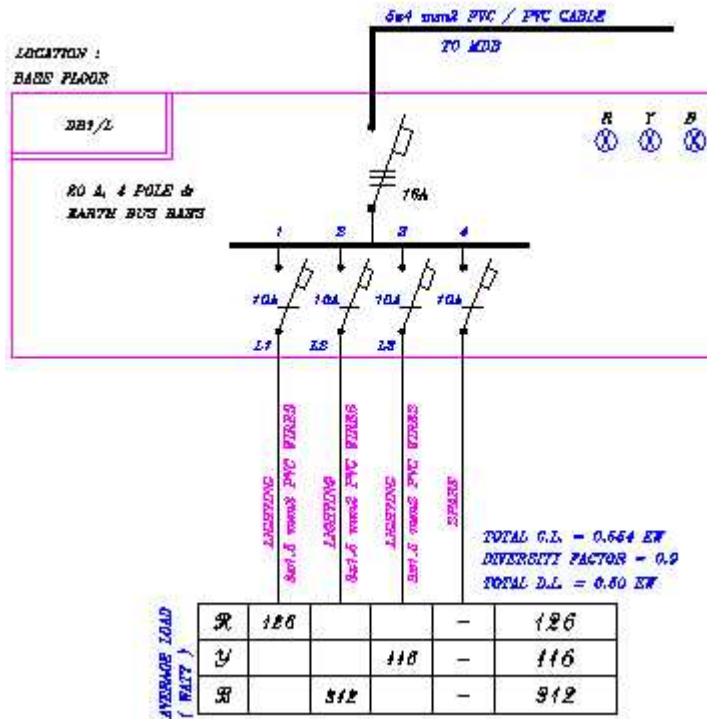
V: voltage = 380 v

cos ϕ : power factor = 1

$$554 = 380 * I * \sqrt{3} * 1 \rightarrow I = 0.84 \text{ Amper}$$

So we take area of cable section = 2.5mm².

→ But we will use (4mm²) as a standard in feeding wiring.



Lighting circuit of basement floor

* Determination of section area of lighting wiring in ground floor:

Number	Symbol of circuit	Load of circuit (W)	Currents of circuit (A)	Cut Currents (W)	Thickness of cable (mm ²)
1	L1	406	1.84	10	1.5
3	L3	336	1.52	10	1.5
4	L4	274	1.25	10	1.5
5	L5	34	1.38	10	1.5
6	L6	404	1.84	10	1.5
7	L7	178	0.81	10	1.5
8	L8	404	0.42	10	1.5
9	L9	84	0.38	10	1.5

*** Determination of section area of lighting wiring in first floor:**

Number	Symbol of circuit	Load of circuit (W)	Currents of circuit (A)	Cut Currents (W)	Thickness of cable (mm ²)
1	L1	226	1.03	10	1.5
3	L3	336	1.53	10	1.5
4	L4	274	1.25	10	1.5
5	L5	252	1.15	10	1.5
6	L6	254	1.15	10	1.5
7	L7	252	1.15	10	1.5
8	L8	254	1.15	10	1.5
9	L9	84	0.38	10	1.5

*** Determination of section area of lighting wiring in roof floor**

Number	Symbol of circuit	Load of circuit (W)	Currents of circuit (A)	Cut Currents (W)	Thickness of cable (mm ²)
1	L1	274	1.25	10	1.5
3	L3	472	2.15	10	1.5
4	L4	374	1.7	10	1.5

*** Determination of section area of lighting wiring in swimming pool:**

Number	Symbol of circuit	Load of circuit (W)	Currents of circuit (A)	Cut Currents (A)	Thickness of cable (mm ²)
1	L1	720	3.3	10	1.5
2	L2	84	0.23	10	1.5
3	L3	900	4.1	10	1.5
4	L4	720	3.3	10	1.5

*** Calculation of Voltage Drop:**

A- Voltage drop between far appliance and distribution board:

Let us take (L3) in the basement floor:

$$\%e = 0.074 * L * P / A$$

$$\%e = 0.074 * 5.87 * 0.116 / 1.5$$

$$\%e = 0.05\%$$

If %e < 2.5% so the cross section area is suitable.

The following tables present the voltage drop in each floor:

Basement floor:-

Kind of room	Max power (W)	Length of cable (m)	Area of section (mm ²)	E%
Boiler L1	126	5.87	1.5	0.05
Stair L2	312	25	1.5	0.38
Store L3	116	9.7	1.5	0.06

Ground floor:-

Kind of room	Max power (W)	Length of cable (m)	Area of section (mm ²)	E%
Bed room L1	406	8.1	1.5	0.16
Living L3	336	8.2	1.5	0.14
Kitchen L4	274	13.36	1.5	0.18
Dinning L5	304	11.55	1.5	0.17
Saloon L6	404	16.58	1.5	0.33
Path L7	178	13.13	1.5	0.12
Saloon L8	404	12.28	1.5	0.24

First floor:-

Kind of room	Max power (W)	Length of cable (m)	Area of section (mm ²)	E%
Bed room L1	226	8.1	1.5	0.10
Living L3	336	8.06	1.5	0.13
Bed room L4	274	13.1	1.5	0.18
Bathroom L5	252	11.73	1.5	0.15
Bed room L6	254	18.64	1.5	0.23
Path L7	252	9.01	1.5	0.11
Bed room L8	254	14.38	1.5	0.18
Bath L9	84	3.11	1.5	0.01

Roof floor:-

Kind of room	Max power (W)	Length of cable (m)	Area of section (mm ²)	E%
Living L1	274	7.14	1.5	0.10
Living L3	472	15.47	1.5	0.36
Bed room L4	374	26.93	1.5	0.5

Swimming pool:-

Kind of room	Max power (W)	Length of cable (m)	Area of section (mm ²)	E%
L1	720	11.2	1.5	0.39
L2	84	2.5	1.5	0.01
L3	900	7.8	1.5	0.34
L4	720	23.3	1.5	0.83

B- Between M.D.B to D.B

Let's take D.B.1 in the Basement floor:

Max power from turn on these devices (D.B.1) = 554 w

Length of cable 1m

Voltage drop can be calculated by use:

$$\%e = 0.024 * L * P / A$$

$$\%e = 0.024 * 1 * 0.554 / 4$$

$$\%e = 0.003\%$$

If $\%e < 2.5\%$ so the cross section area is suitable.

Kind of D.B	Max power (W)	Length of cable (m)	Area of section (mm ²)	E%
D.B.1	500	1	4	0.003
D.B.2	2150	5.77	4	0.07
D.B.3	1740	8	4	0.08
D.B.4	1000	11.3	4	0.06
D.B.M	2181	36.3	4	0.48

C- Calculation of voltage drop between electric column & M.D.B

Max power from all distribution boards = 7.264 Kw

Length of cable 14.3m

Voltage drop can be calculated by use:

$$\%e = 0.024 * L * P / A$$

$$\%e = 0.024 * 14.3 * 7.264 / 4$$

$$\%e = 0.48\%$$

If %e < 2.5% so the cross section area is suitable.

Current can be calculated by use:

$$\text{Power} = \sqrt{3} * V * I * \cos \phi$$

$$7264 = \sqrt{3} * 380 * I * 1 \Rightarrow I = 19.1 \text{ Ampere.}$$

so we take cut current = 25Amper

8.4 Design of Power Circuits:-

Table (4) - Average power ratings of electrical appliances

Appliance	Kind of device	Power (W)
Hair Dryer	Supers trio	1000
Iron	Philips	1500
Night owl		40
Refrigerator/Freezer	Whirlpool	160
Blender	Kenwood	300
Microwave	Bike	1500
Dishwasher		1400
Radio	Sharp	5
شفاط		120
Electrical sweeper		360
Oven	Universal	1700
Toaster	Philips	1100
غلاية ماء		1500
فراامة لحمة	Moulinex	50
منظر كهربائي		40
Stereo		127
Shaver	Philips	15
Color Television	Gold star	200
فيديو		40
Satellite receiver		30
Tel		50
Washing machine	Gold star	580
نشافة	Gold star	1500
Coffee Maker		800
Printer	Hp laser	55
Computer	Pentium	200
بطانية كهربائية		200
Vacuum Press	sistema	1900
Central heating boiler		2500
Central heating pump		2500
Heater	luxten	1800

*** Working Conditions for each floor:-**

Table (5) - Devises may be used in each room

Basement floor:-

Kind of room	Kind of device	Power of circuit (W)	Max power (W)	Currant of circuit (A)	Area of section (mm2)	Cut Currant (A)
Boiler P1 P2	Boiler pump	2500	2500	11.3	2.5	16
		2500	2500	11.3	2.5	16
Store P3	Vacuum pump	1900	1900	8.6	2.5	19

Ground floor:-

Kind of room	Kind of device	Power of circuit (W)	Max power (W)	Currant of circuit (A)	Area of section (mm2)	Cut Currant (A)
Saloon P1	electrical sweeper Night owl stereo منظر كهربائي	360	487	2.2	2.5	16
		40				
		127				
		40				
Saloon P2	electrical sweeper Night owl stereo منظر كهربائي	360	487	2.2	2.5	16
		40				
		127				
		40				
dining P3	electrical sweeper stereo منظر كهربائي	360	487	2.2	2.5	16
		127				
		40				
Kitction P4	Refrigerator Blender Microwave Dishwasher Radio Oven toster غلاية ماء فرامة لحمة شفاط بخار	160	3085	14	2.5	16
		300				
		1500				
		1400				
		5				
		1700				
		1000				
		700				
		50				
		120				

Living P5	Night owl T.V TEL Satellite iron فيديو	40 200 50 30 1500 40	1830	8.3	2.5	16
Bed room P6	Hair dry Night owl Shaver iron	1000 40 15 1500	2515	11.4	2.5	16

First floor:-

Kind of room	Kind of device	Power of circuit (W)	Max power (W)	Currant of circuit (A)	Area of section (mm2)	Cut Currant (A)
Bed room P1	Night owl Heater Computer Printer Stereo بطانية كهربائية	40 1800 200 55 127 200	2000	9	2.5	16
Bed room main P2	Night owl Heater Shaver Iron Hair dry بطانية كهربائية	40 1800 15 1500 1000 200	2040	9.2	2.5	16
Bed room P3	Night owl Heater stereo shaver بطانية كهربائية	40 1800 127 15 200	2127	9.6	2.5	16
Living P4	Night owl T.V TEL Satellite iron غلاية ماء صانع قهوة فيديو	40 200 50 30 1500 700 800 40	2050	9.3	2.5	16

Bed room P5	Hair dry Night owl Heater Computer Printer بطانية كهربائية	1000 40 1800 200 55 200	2440	11.1	2.5	16
----------------	---	--	------	------	-----	----

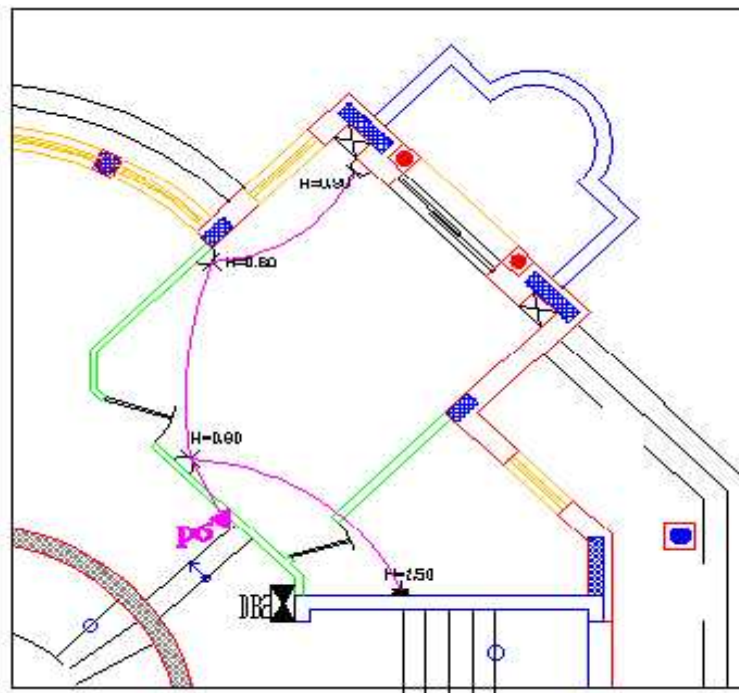
Roof floor:-

Kind of room	Kind of device	Power of circuit (W)	Max power (W)	Currant of circuit (A)	Area of section (mm ²)	Cut Currant (A)
Bath room P1	Shaver Washing machine نشافة	15 580 1500	2095	9.5	2.5	16
Bed room P2	Hair dry Night owl Heater بطانية كهربائية	1000 40 1800 200	2040	9.2	2.5	16
Living P3	T.V TEL Satellite iron Night owl فيديو	200 50 30 1500 40 40	1830	8.3	2.5	16
kitction P4	غلاية ماء صانع قهوة Microwave toster	700 800 1500 1000	3000	13.6	2.5	16

Kind of room	Kind of device	Power of circuit (W)	Max power (W)	Currant of circuit (A)	Area of section (mm ²)	Cut Currant (A)
P1	Pump	4103	4103	6.2	2.5	16
P2	Pump	2238	2238	10.2	2.5	16
P3	Pump	2611	2611	3.9	2.5	16
P4	Pump	746	746	3.4	2.5	16
P5	Pump	1492	1492	7	2.5	16
P6	Air device	746	746	3.4	2.5	16
P7	Pump	5595	5595	8.5	2.5	16

* Lets now take an Example:

→ Take the Bed room(P6) in Ground floor as shown in figure below:



Kind of device maybe used:

device:-	Power (w)
Night owl	40
shaver	15
hair dry	1000
iron	1500

Max power from turn on of these devices = 2515 w.

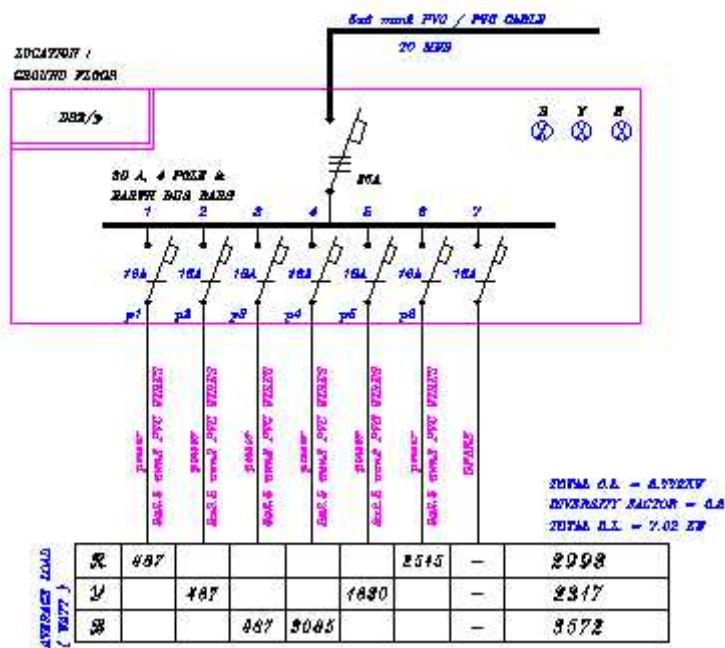
Currant can be calculated by use:

$$P = V.I \cos \phi$$

2515 = 220. I. 1 = 11.4 Ampere.

I = 11.4 < 16 Amber so we take area of cable section = 2.5 mm²

→ We do the same calculations for all the lines we have in each floor; finally we can draw the lighting circuit of this floor. As shown below



Power circuit of Ground floor

→ To select the section area of the wire feeding this floor, we use the following equation:

$$\text{Power} = (3)^{1/2} * V * I * \cos \phi$$

Where:

P: power = 8.7 0 KW

V: voltage = 380 V

cos φ : power factor = 1

8700 = 380 * I * (3)^{1/2} * 1 → I = 13.2 Amber

So we take area of cable section = 2.5mm².

→ But we will use (4mm²) as a standard in feeding wiring.

*** Calculation of Voltage Drop:**

A- Voltage drop between far appliance and distribution board:

Let us take (P6) in the Ground floor:

Voltage drop between far appliance and distribution board can be calculated by use:

$$\%e = 0.074 * L * P / A$$

$$\%e = 0.074 * 7.7 * 2.515 / 2.5$$

$$\%e = 0.57\%$$

If %e < 2.5% So the cross section area is suitable.

The following tables present the voltage drop in each floor:

Basement floor:-

Kind of room	Max power (W)	Length of cable (m)	Area of section (mm ²)	E%
Boiler P1	2500	6.6	2.5	0.48
P2	2500	2.6	2.5	0.2
Store P3	1900	10.4	2.5	0.58

Ground floor:-

Kind of room	Max power (W)	Length of cable (m)	Area of section (mm ²)	E%
Saloon P1	487	12.7	2.5	0.2
Saloon P2	487	17.8	2.5	0.25
dining P3	487	13.4	2.5	0.20
Kitction P4	3085	15	2.5	1.4
Living P5	1830	6	2.5	0.24

Bed room P6	2515	7.7	2.5	0.57
----------------	------	-----	-----	------

First floor:-

Kind of room	Max power (W)	Length of cable (m)	Area of section (mm ²)	E%
Bed room P1	2000	9.2	2.5	0.54
Bed room main P2	2040	15.4	2.5	0.93
Bed room P3	2127	11	2.5	0.69
Living P4	2050	8.4	2.5	0.51
Bed room P5	2440	7.7	2.5	0.56

Roof floor:-

Kind of room	Max power (W)	Length of cable (m)	Area of section (mm ²)	E%
Bath room P1	2095	5.3	2.5	0.32
Bed room P2	2090	4	2.5	0.24
Living P3	1830	9.2	2.5	0.50
Kitchen P4	3000	15	2.5	1.3

Swimming pool:-

Kind of room	Max power (W)	Length of cable (m)	Area of section (mm ²)	E%
P1	4103	1	2.5	0.03
P2	2238	1.2	2.5	0.07

P3	2611	1.7	2.5	0.04
P4	746	2.8	2.5	0.06
P5	1492	4.4	2.5	0.19
P6	746	3.5	2.5	0.07
P7	5595	34.8	2.5	1.86

B- Between M.D.B to D.B

Let's take D.B.1 in the Basement floor

:

Max power from turn on these devices (D.B.1) = 5520w

Length of cable 1m

Voltage drop can be calculated by use:

$$\%e = 0.024 * L * P / A$$

$$\%e = 0.024 * 1 * 5.52 / 4$$

$$\%e = 0.03\%$$

If $\%e < 2.5\%$ so the cross section area is suitable.

Kind of D.B	Max power (W)	Length of cable (m)	Area of section (mm ²)	E%
D.B.1	5520	1	4	0.03
D.B.2	7020	5.77	4	0.24
D.B.3	8525	8	4	0.41
D.B.4	7212	11.3	4	0.48
D.B.M	14000	36.3	6	2.0

C- Calculation of voltage drop between electric column & M.D.B

Max power from all distribution boards = 33.812 Kw

Length of cable 14.3m

Voltage drop can be calculated by use:

$$\%e = 0.024 * L * P / A$$

$$\%e = 0.024 * 14.3 * 33.812 / 6$$

$$\%e = 1.9\%$$

If $\%e < 2.5\%$ so the cross section area is suitable.

Current can be calculated by use:

$$\text{Power} = \sqrt{3} * V * I * \cos \phi$$

$$33812 = \sqrt{3} * 380 * I * 1 = 51.4 \text{ Ampere.}$$

so we take cut current = 80Amper

النتائج والتوصيات

. :-

١- طريقة ربط التصميم الإنشائي بشكل مباشر بالتصميم المعماري للمبنى حيث أن الجهود التصميمية من قبل المصمم الإنشائي في طريقة التغلب على المشكلات التي يمكن أن تظهر من التصميم المعماري.

٢- تعد إحدى أهم خطوات التصميم الإنشائي هي كيفية الربط بين العناصر الإنشائية المختلفة من خلال النظرة الشمولية للمبنى و من ثم تجزئة هذه العناصر للتصميم بشكل منفرد .

٣- يجب على أي مصمم إنشائي تصميم العناصر بشكل يدوي حتى يستطيع امتلاك الخبرة والقدرة على استخدام البرامج التصميمية المحوسبة .

٤- من الصفات التي يجب أن يتصف بها المصمم هي الحس الهندسي الذي يقوم من خلاله بتجاوز أية مشكله ممكن أن تعترضه في المشروع وبشكل مقنع ومدروس.

٥- يتميز مهندس المباني عن المهندس المدني بأن لديه قدرات فنية في مجال الميكانيك والكهرباء، وكفاءة في قراءة المخططات والقدرة على تنفيذها.

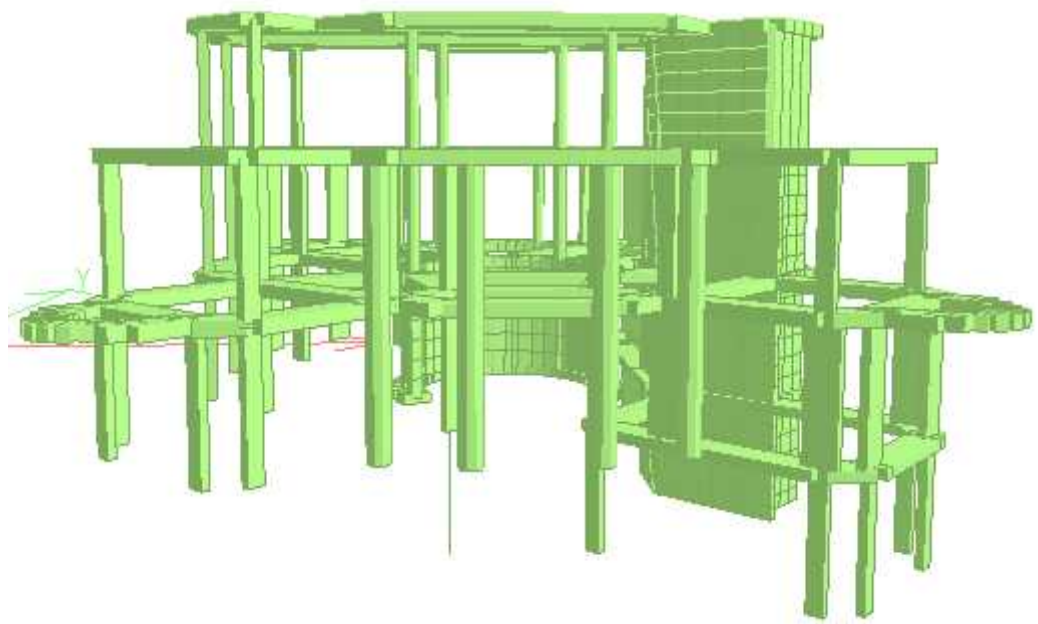
٦- تزايد الرغبة لدى الناس في فلسطين لإنشاء برك السباحة في منازلهم، ادى الى الحاجة الى مهندس مباني قادر على الربط بين المتطلبات الإنشائية والشروط الميكانيكية لبرك السباحة.

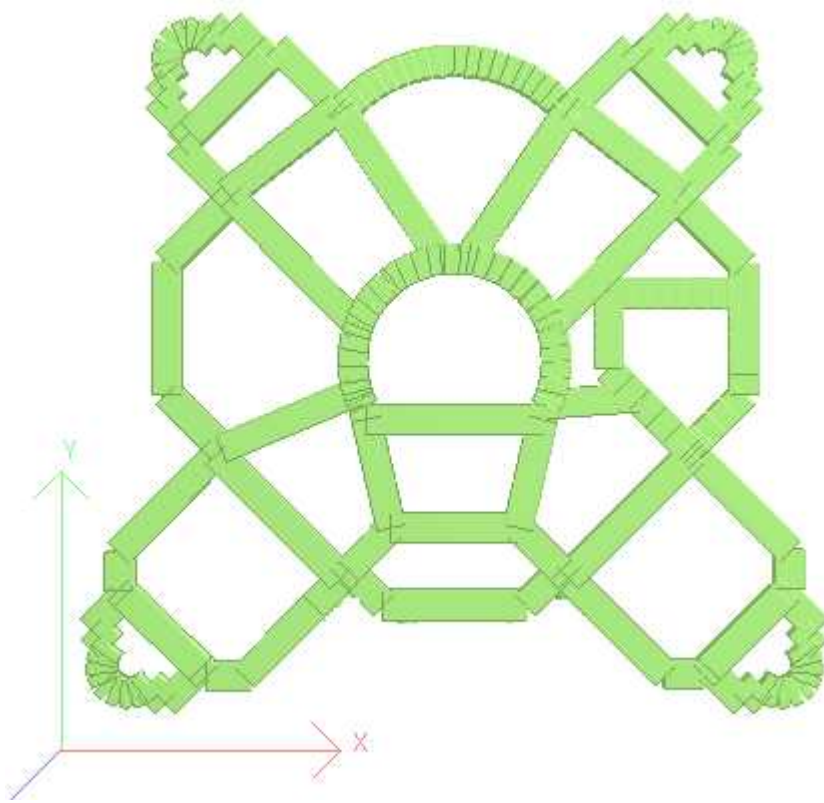
. التوصيات:-

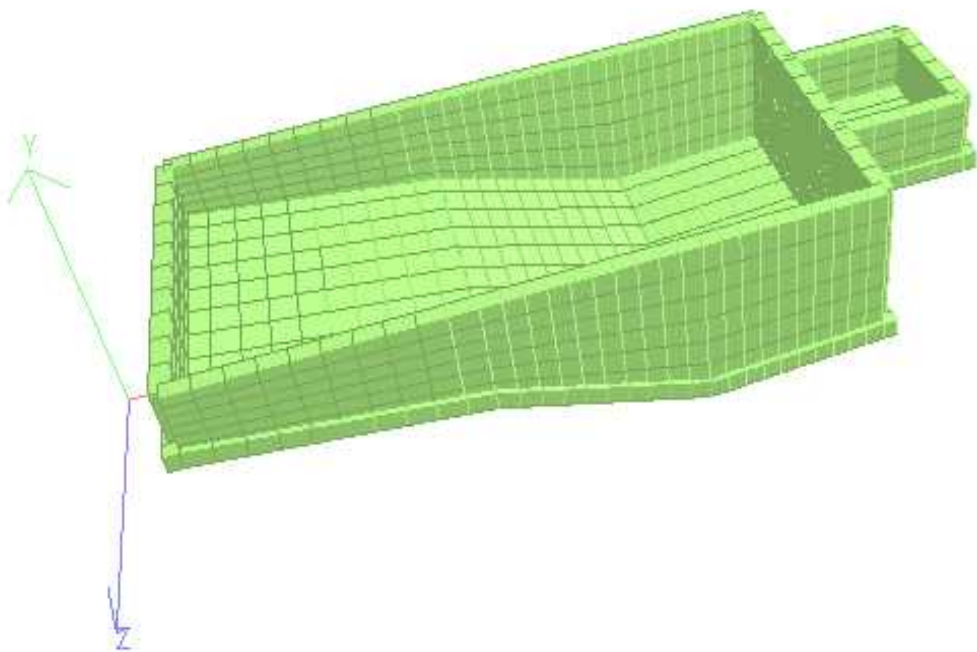
- ١- يوصى بتنفيذ المشروع حسب المخططات المرفقة بالمشروع.
- ٢- ينصح بوجود مهندس مشرف للإشراف على التنفيذ ، وان يلتزم بالمخططات والشروط لضمان التنفيذ الأفضل للمشروع.
- ٣- تم تصميم المبنى لأربع طوابق، ولا يسمح ببناء اي طوابق إضافية في المستقبل.
- ٤- تم تصميم هذا المبنى انشائياً وكهربائياً، بالإضافة الى التصميم الميكانيكي للبركة، لذا ينصح بعمل التصاميم الميكانيكية للمبنى من الداخل (تمديدات صحية، تدفئة.....) حتى يكون المشروع متكامل.
- ٥- اذا اختلفت قوة تحمل التربة²(35kg/cm) يجب اعادة تصميم الأساس حسب القيمة الجديدة الناتجة عن الفحوصات المخبرية.
- ٦- بعد المراجعة الشاملة للمخططات التنفيذية، يعتبر المشروع جاهزاً للتنفيذ معمارياً

وإنشائياً.

- ❖ ابتسام شطريت تسنيم ناجرة () التصميم الإنشائي لمجمع تجاري
بكالوريوس غير منشورة جامعة بوليتكنك فلسطين الخليل فلسطين.
- ❖ اللجنة الوطنية للمساح () الدلائل الإرشادية لإنشاء وترخيص المساح
- . .
- A dive in the pool with Mapie Catalogue, MAPEI S.p.A. ❖
- ASTRAL POOL, (2001), catalogues, Spain. ❖
- GEWISS, Trade catalogue, 2005. ❖
- Hydro Air. ITT Hydro Air International, The catalogue, 2003- ❖
2004.
- PEM FOUNTAIN COMPANY, (2005),specialized equipment for ❖
fountains and water features, Canada, USA.
- The Ultimate Pool Maintenance Manual, pools, spas, hot tubes, and ❖
other water features, second edition, Terry Tamminin, McGraw-
Hill,2001.







Shear wall number (1) Staddpro results page.

STAAD Output Viewer

FILE VIEW

RESULTS

SHEARWALLS

DEP EXPORT OF 10.03.2017 PAGE NO. 000

SHEARWALL NO. : 3 DESIGN CODE : ACI 318-02

WIDTH : 1.68 FT FC : 4.48 KSI
 HEIGHT : 1.25 FT FY : 60.92 KSI
 THICKNESS : 7.87 IN CONC. COVER : 1.181 IN

BOUNDARY ELEMENTS : NOT REQUIRED
 REINFORCING SUMMARY (REBAR SPACING/AREA UNITS: IN/IN²)

TRUNC (%)	CONC. FOR EDGE REBAR	HORIZONTAL RATIO (MIN. RATIO)	VERTICAL RATIO (MIN. RATIO)	FLAG/ AREA/RATIO
-0.12	1/	4.38	4.34/	1.38
	1/	0.00345	0.00207	0.0007/ 0.00173
	1	0.00207	0.00150	0.00150/
0.00	1/	4.38	4.34/	1.38
	1/	0.00345	0.00207	0.0007/ 0.00173
	1	0.00207	0.00150	0.00150/
-0.12	1/	4.38	4.34/	1.38
	1/	0.00345	0.00207	0.0007/ 0.00173

Total Page: 132

Shear wall number (2) Stadpro results page.

z4 - STAAD Output Viewer

File Edit View Help

FES_LTS

REINFORCING SUMMARY

SHEARWALL NO. : 1 DESIGN CODE : ACI 318-02

WIDTH : 1.44 FT FC : 3.48 KSI

HEIGHT : 1.77 FT FY : 60.99 KSI

THICKNESS : 11.81 IN CONC. COVER : 1.181 IN

BOUNDARY ELEMENTS : NOT REQUIRED

REINFORCING SUMMARY (REBAR SPACING/AREA UNITS: IN/IN²)

LEVEL (FT)	CONC. RATIO	HORIZONTAL RATIO (MIN. RATIO)	VERTICAL RATIO (MIN. RATIO)	EDGE AREA/RATIO (MIN. RATIO)
-1.39	1/	# 3 @ 3.46"	# 3 @ 3.77"	2 - # 3/
	1/	0.00289	0.00161	0.0020/ 0.00100
	1	(0.00578)	(0.00322)	(0.00400)†
1.42	1/	# 3 @ 3.46"	# 3 @ 3.77"	2 - # 3/
	1/	0.00289	0.00161	0.0020/ 0.00100
	1	(0.00578)	(0.00322)	(0.00400)†
-1.24	1/	# 3 @ 3.46"	# 3 @ 3.77"	2 - # 3/
	1/	0.00289	0.00161	0.0020/ 0.00100
	1	(0.00578)	(0.00322)	(0.00400)†
-1.05	1/	# 3 @ 3.46"	# 3 @ 3.77"	2 - # 3/
	1/	0.00289	0.00161	0.0020/ 0.00100

For Help, press F1

Total Page: 88 HJH

Table (1): Active Passive and Static pressure

$-\varphi \leq \rho \leq \gamma$ und eingeschränkt ebene Gleitflächen angenommen werden (Einschränkungen für größere Wandneigungen siehe DIN 4085, Ziffer 5.1.2). Dagegen muß die Annahme ebener Gleitflächen für die Ermittlung der passiven Erddruckbeiwerte weiter eingeschränkt werden. Den Tabellenwerten für K_p und K_{ps} liegen deshalb gekrümmte Gleitflächen zugrunde, und zwar für $0 \geq \delta_2 \geq -\delta_2^{(1)}$ nach der Theorie von *Streckl-Weissenbach* [11.3], für $\delta_2 = -\varphi$ nach *Caquot-Kérisel* [11.10]. Das sind nach einer vergleichenden Untersuchung [11.4] die jeweils kleinsten Werte. Die Beiwerte $K_{ah,p}$ werden für die Ermittlung des Erddrucks aus Streifen- und Einzellasten gebraucht (siehe Seite 11.13) und ergeben sich für $\alpha = \beta = 0$ aus dem Ansatz $K_{ah,p} = \sin(\delta_1 - \varphi) \cdot \cos \delta_2 / \cos(\delta_1 - \varphi - \delta_2)$ [11.3]. Zur Ermittlung des Ruheerddruckbeiwertes K_0 siehe Abschnitt 4.4. Weitere Erddruckbeiwerte siehe [11.2], [11.3], [11.9], [11.10].

Erddruckbeiwerte K und Gleitflächenwinkel δ_2 für $\alpha = 0, \beta = 0$ (Zwischenwerte geradl. einschalten)

	δ \ φ	15°	17,5°	20°	22,5°	25°	27,5°	30°	32,5°	35°	37,5°	40°
K_a	0	0,59	0,54	0,49	0,45	0,41	0,37	0,33	0,30	0,27	0,24	0,22
K_{ah}	$+\frac{1}{2}\varphi$	0,55	0,50	0,46	0,41	0,37	0,34	0,30	0,27	0,25	0,22	0,20
K_{ah}	$+\frac{3}{4}\varphi$	0,52	0,47	0,43	0,38	0,35	0,31	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18
$K_{ah,p}$	0	0,77	0,73	0,70	0,67	0,64	0,61	0,58	0,55	0,52	0,49	0,47
$K_{ah,p}$	$+\frac{1}{2}\varphi$	0,65	0,62	0,59	0,56	0,53	0,51	0,48	0,46	0,44	0,41	0,39
$K_{ah,p}$	$+\frac{3}{4}\varphi$	0,56	0,54	0,51	0,48	0,46	0,44	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33
K_{ech}	0	1,53	1,46	1,40	1,34	1,27	1,21	1,15	1,10	1,04	0,99	0,93
K_{ech}	$+\frac{1}{2}\varphi$	1,43	1,36	1,29	1,22	1,15	1,10	1,04	0,98	0,93	0,88	0,83
K_{ech}	$+\frac{3}{4}\varphi$	1,34	1,26	1,18	1,11	1,04	0,98	0,92	0,87	0,81	0,76	0,71
K_p	0	1,70	1,86	2,04	2,24	2,46	2,72	3,00	3,32	3,69	4,11	4,60
K_{ph}	$\frac{1}{2}\varphi$	1,94	2,18	2,48	2,81	3,22	3,68	4,27	4,95	5,80	6,85	8,15
K_{ph}	$-\delta^{(1)}$	2,11	2,38	2,77	3,23	3,81	4,51	5,46	6,15	7,12	8,27	9,64
K_{ph}	$-\alpha$	2,13	2,46	2,85	3,39	3,93	4,68	5,63	6,86	8,48	10,67	13,67
K_0	0	0,74	0,70	0,66	0,62	0,58	0,54	0,50	0,46	0,43	0,39	0,36
δ_2^a	0	52,5	53,8	55,0	56,3	57,5	58,8	60,0	61,3	62,5	63,8	65,0
δ_2^b	$+\frac{1}{2}\varphi$	49,4	50,8	52,2	53,6	55,0	56,4	57,8	59,2	60,6	62,0	63,3
δ_2^c	$+\frac{3}{4}\varphi$	47,0	48,5	50,0	51,5	53,0	54,5	56,0	57,5	58,9	60,4	61,9

Ersatzlasten für Eisenbahnlasten neben Stützbauwerken nach DS 804

Lotrechte Ersatzlast als unbegrenzte „schmale Streifenlast“ mit $p = 52 \text{ kN/m}^2$ und $b = 3,00 \text{ m}$ (siehe vereinfachtes Lastbild UIC 71, S. 3.31);

Fliehkraft p_H auf der Grundlage einer Streckenlast von 80 kN/m ;

Seitenstoß $S' = 100/(2 \cdot a + 4) \text{ kN/m}$ mit $a =$ leichter Abstand in m zwischen Schwellenkopf und Wand (siehe Abb. „schmale Streifenlast“ auf Seite 11.13).

¹⁾ $\delta_2^a = \varphi - 2,5^\circ$, aber höchstens $27,5^\circ$.