Retrofitting and Reconstruction of the Earthquake effected Pagodas and Historical Monuments

Presented by

Prof. Dr Aung Kyaw Myat

President

Myanmar Engineering Council

Introduction

- ၂၀၂၅ ခုနှစ် မတ်လ (၂၈) ရက်နေ့၊ နေ့လည် ၁၂ နာရီ ၅၁ မိနစ်ခန့်တွင် လှုပ်ရှားဖြစ်ပေါ်ခဲ့သော ရစ်ချတာစကေး (၇.၇) အဆင့်ရှိ မြေငလျင်ကြီးကြောင့် နေပြည်တော်၊ မန္တလေး၊ စစ်ကိုင်း၊ အင်းဝနှင့် တောင်ငူဒေသ၊ ရှမ်းပြည်နယ် ညောင်ရွှေ၊ အောင်ပန်းနှင့် အင်းလေးဒေသများတွင် သာသနိကအဆောက်အအုံများ၊ လူနေတိုက်တာအဆောက်အအုံနှင့် ဟိုတယ်များ၊ ရုံးများ အကြီးအကျယ်ထိခိုက်ပျက်စီးမှုများ ဖြစ်ပေါ်ခဲ့ပြီး လူဦးရေ (၃၆၀၀) ကျော်ခန့် အသက်ဆုံးရှုံးကာ ၊ ဦးရေသောင်းဂဏန်းမျှ ဒဏ်ရာရရှိခံစားခဲ့ကြရပါသည်။ ရှေးဟောင်းအဆောက်အအုံများနှင့် သာသနိကအဆောက်အအုံများ များစွာပျက်စီးခဲ့ပြီး လမ်းတံတားများ၊ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားပေးခွဲရုံများ၊ လျှပ်စစ်လိုင်းများလည်း ပျက်စီးကာ လျှပ်စစ်ဓာတ်အားပြတ်တောက်မှုနှင့် ဆက်သွယ်ရေးကွန်ယက်များ ပြတ်တောက်မှုများလည်း များစွာဖြစ်ပေါ်ခဲ့ရပါသည်။

- မြေငလျင်၏တုန်လှုပ်မှုသည် ဘေးတိုက်၊ အလျားလိုက်၊ အထက်အောက်စသည်ဖြင့် ပုံစံမျိုးစုံဖြင့် လှုပ်ရှားခဲ့ခြင်းကြောင့် အဆောက်အအုံများယိုင်သွားခြင်း၊ အောက်ခံအုတ်မြစ်တိုင်များထက်ပိုင်းပြတ်ကာ အဆောက်အအုံ အထပ်လွှာများ တည့်တည့်ပြုတ်ကျခြင်း၊ ဘောင်ဖွဲ့အဆောက်အအုံများ၏ အကာနံရံများ၊ အတွင်းနံရံများ (Infilled Wall) များပြုတ်ထွက်၍ ပြိုလဲကျခြင်းများ ဖြစ်ပေါ်ခဲ့ပါသည်။ ယင်းအခြေအနေများတွင် အဆောက်အအုံအတွင်းရှိ လူများပိတ်မိခြင်း၊ ဖိမိခြင်းများဖြစ်ပေါ်ကာ အသက်ဆုံးရှုံးကြရပါသည်။

Part I Statistical Data of the Earthquake Effected Religious Buildings in 2025 Mandalay E.Q.

ရှေးဟောင်းအဆောက်အအုံများအား Grade အဆင့်ခွဲခြားသည့် စံနှုန်းများ

- ဗိသုကာလက်ရာနှင့်အနုပညာတန်ဖိုး (Architectural and Artistic Merit)

(၁) ခေတ်ကာလ၏ ထူးခြားသော ဗိသုကာလက်ရာ၊ ဒီဇိုင်း၊

(၂) ထူးခြားသော အမွှမ်းပန်းများ၊ အသေးစိတ် အနုပညာလက်ရာများ သို့မဟုတ် ဆောက်လုပ်သည့် နည်းပညာများနှင့် အသုံးပြုသည့်ပစ္စည်းများ၊

(၃) အခြားသော ယဉ်ကျေးမှုဆိုင်ရာတန်ဖိုးများ။

ရှေးဟောင်းအဆောက်အအုံများအား Grade အဆင့်ခွဲခြားသည့် စံနှုန်းများ

- သမိုင်းဆိုင်ရာအရေးပါမှု

(၁) ခေတ်အလိုက်အုပ်ချုပ်သူမင်းနှင့် သမိုင်းဝင်ပုဂ္ဂိုလ်များ၊ အရေးကြီးသော ဖြစ်ရပ်များသို့မဟုတ်ယဉ်ကျေးမှုဆိုင်ရာလှုပ်ရှားမှုများနှင့် ဆက်စပ်ပတ်သက်မှု၊

(၂) ဒေသအဆင့်၊ နိုင်ငံတော်အဆင့် သို့မဟုတ် နိုင်ငံတကာအဆင့် သမိုင်းတွင် အရေးပါမှု၊

(၃) သမိုင်းဆိုင်ရာ၊ ဘာသာရေးဆိုင်ရာ သို့မဟုတ် လူ့အဖွဲ့အစည်း၏ ရှုထောင့်တစ်ခုကိုပုံဖော်ပြသနိုင်မှု၊

(၄) ဒေသခံလူထုအတွက် လူမှုရေး၊ ဘာသာရေးနှင့် သမိုင်းဆိုင်ရာအရေးပါမှု၊

(၅) အမှတ်အသား သို့မဟုတ် အရေးပါသော အစိတ်အပိုင်းဖြစ်တည်မှု။

ရှေးဟောင်းအဆောက်အအုံများအား Grade အဆင့်ခွဲခြားသည့် စံနှုန်းများ

(ဂ) မူလအခြေအနေနှင့်ပြည့်စုံမှု (Integrity and Authenticity)

(၁) မူလလက်ရာကျန်ရှိနေမှု၊ မူလပုံစံနှင့် အနီးစပ်ဆုံး တည်ရှိနေမှု၊

(၂) ပြုပြင်မွမ်းမံမှုများရှိခဲ့ပါက ထိုပြုပြင်မှုများသည်အဆောက်အအုံ၏သမိုင်းနှင့် ဗိသုကာဆိုင်ရာတန်ဖိုးအပေါ် သက်ရောက်စေမှု။

(ဃ) ရှားပါးမှု (Rarity)

(၁) အဆိုပါပုံစံ သို့မဟုတ်ခေတ်ကာလ၏ အဆောက်အအုံများ ကျန်ရှိမှု

(၂) အဆောက်အအုံ၏ထူးခြားမှု

(၃) အခြားသော ယဉ်ကျေးမှုဆိုင်ရာ တန်ဖိုးများ

(၄) ဒေသခံလူထုအတွက်လူမှုရေး၊ဘာသာရေးသို့မဟုတ် သမိုင်းဆိုင်ရာအရေးပါမှုများ၊ဒေသ၏အမှတ်အသားသို့ဟုတ်အရေးပါသောအစိတ်အပိုင်းဖြစ်တည်မှု

ရှေးဟောင်းအဆောက်အအုံများအား Grade အဆင့်ခွဲခြားသည့် စံနှုန်းများ

Grade-1 အမျိုးသားအဆင့်တွင် အထူးခြားဆုံးသော သမိုင်းဝင်နှင့် ဗိသုကာဆိုင်ရာ အရေးပါမှုရှိသည့် အဆောက်အအုံများဖြစ်သည်။ ဤအဆင့်သည် အမြင့်ဆုံးအကာအကွယ်နှင့် ထိန်းသိမ်းမှုကို လိုအပ်သည်။ (ဥပမာ- မဟာမုနိ ရုပ်ရှင်တော်မြတ်ကြီး၊ မယ်နုအုတ်ကျောင်း)

Grade-2 အမျိုးသားအဆင့်တွင် အရေးပါသော သမိုင်းဝင်နှင့် ဗိသုကာဆိုင်ရာ အရေးပါမှုရှိသည့် အဆောက်အအုံများဖြစ်သည်။ ၄င်းတို့ကိုလည်း အထူးဂရုပြု ထိန်းသိမ်းမှုကို လိုအပ်သည်။ (ဥပမာ- နန်းမြင့်မျှော်စင်၊ လောကသရဖူဘုရား) ရုပ်ရှင်တော်မြတ်ကြီး၊ မယ်နုအုတ်ကျောင်း)

Grade-3 ဒေသဆိုင်ရာတွင်ထူးခြားသော သမိုင်းဝင်နှင့် ဗိသုကာဆိုင်ရာ တန်ဖိုးရှိသည့် အဆောက်အအုံများဖြစ်သည်။ ၄င်းတို့ကို ဒေသအလိုက် ထိန်းသိမ်းရန်လိုအပ်သည်။ (ဥပမာ- မဟာဝိသုဒ္ဓါရုံကျောင်း၊စိန့်ဂျွန်း ဘုရားရှိခိုးကျောင်း)

၂၈.၃.၂၀၂၅ ရက်နေ့တွင် လှုပ်ခတ်ခဲ့သော ငလျင်ဒဏ်ကြောင့် ထိခိုက်ပျက်စီးခဲ့သော ရှေးဟောင်းစေတီ၊ ပုထိုး၊ ဂူဘုရားနှင့် ယဉ်ကျေးမှုအမွေအနှစ်အဆောက်အအုံများ

စဉ်	တိုင်းဒေသကြီး/ပြည်နယ်	ဒေသ	မူလရှိစာရင်း	ပျက်စီးမှု	ဦးစားပေးပြုပြင်ရန်			မှတ်ချက်
					ပထမဦးစားပေး	ဒုတိယဦးစားပေး	တတိယဦးစားပေး	
၁။	နေပြည်တော်		-	၉၄	၆၂	၂၅	၇	
၂။	မန္တလေးတိုင်းဒေသကြီး	မန္တလေး	၁၅၃	၁၁၄	၄၈	၃၂	၃၄	
		အင်းဝ	၉၆၁	၆၁၄	၂၁၈	၆၂	၃၃၄	
		ပင်းယ	၄၄၀	၂၈၀	၁၂၂	၁၁၀	၄၈	
		ပလိပ်	၂၉၄	၂၄၉	၁၁၂	၉၃	၄၄	
		မက္ခရာ	၇၆	၅၁	၄၀	၁၁	-	
		အမရပူရ၊ မြစ်ငယ်	၂၉၀	၁၃၂	၄၁	၆၂	၂၉	
		မိတ္ထီလာ (မုန်တိုင်)	၇၅	၂၅	၁၉	၆	-	
		ရမည်းသင်း	-	၁၀	၁၀	-	-	
		ကျောက်ဆည်	-	၁	၁	-	-	

၂၈.၃.၂၀၂၅ ရက်နေ့တွင် လှုပ်ခတ်ခဲ့သော ငလျင်ဒဏ်ကြောင့် ထိခိုက်ပျက်စီးခဲ့သော ရှေးဟောင်းစေတီ၊ ပုထိုး၊ ဂူဘုရားနှင့် ယဉ်ကျေးမှုအမွေအနှစ်အဆောက်အအုံများ

စဉ်	တိုင်းဒေသကြီး/ပြည်နယ်	ဒေသ	မူလရှိစာရင်း	ပျက်စီးမှု	ဦးစားပေးပြုပြင်ရန်			မှတ်ချက်
					ပထမဦးစားပေး	ဒုတိယဦးစားပေး	တတိယဦးစားပေး	
၂။	မန္တလေးတိုင်းဒေသကြီး	ကျောက်ဆည်(အင်ယောင်း)	၁၇	၁၄	၁၄	-	-	
		ကျောက်ဆည်(မိုင်းမော)	၄၃	၁၄	၁၄	-	-	
		ကျောက်ဆည်(တမုတ်ရွှေဂူကြီး)	၁	၁	-	-	၁	
၃။	စစ်ကိုင်းတိုင်းဒေသကြီး	စစ်ကိုင်း၊ မင်းကွန်း	-	၁၁၈	၉၅	၄	၁၉	
၄။	ပဲခူးတိုင်း ဒေသကြီး	ပြည်(သရေခေတ္တရာ)	-	၃	၃	-	-	
		တောင်ငူ	-	၂	-	၂	-	
၅။	ရှမ်းပြည်နယ်		-	၂၃	၂၃	-	-	
စုစုပေါင်း				၁၇၉၉	၈၂၃	၄၃၂	၅၄၄	

Before and After Earthquake

မယ်နုအုတ်ကျောင်း(မဟာအောင်မြေဘုံစံ)

Before and After Earthquake

ရွှေစည်းခုံ စေတီတော်

Before and After Earthquake

ရတနာဆီမီး ဘုရားစု

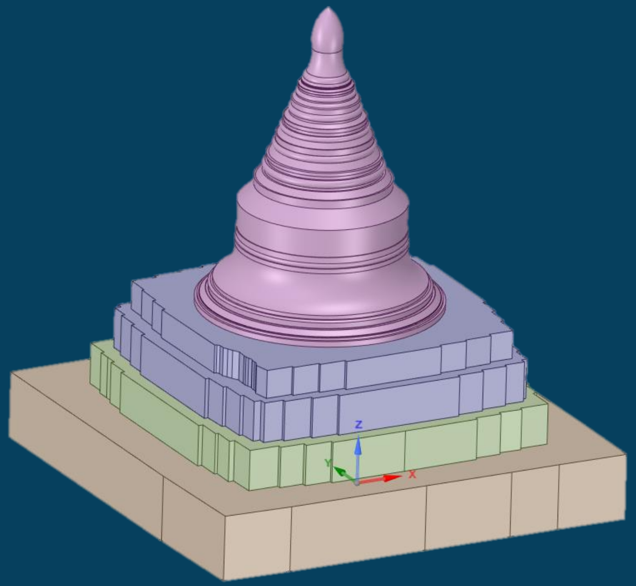
Part II Risk Assessments Analysis upon the Historical Monuments by Deterministic Ground Shaking Phenomena

ပုဂံယဉ်ကျေးမှုအမွေအနှစ်ဒေသရှိ စေတီတော်ကြီးများအား ကြည်ညိုသပ္ပာယ်ဖွယ် ရေရှည်တည်တံ့ခိုင်မြဲစေရေးအတွက် Reinforcing ပြုလုပ်နိုင်ရန် Analysis တွက်ချက်အကြံပြုတင်ပြခြင်း

ပုဂံယဉ်ကျေးမှုအမွေအနှစ်ဒေသသည် မြန်မာနိုင်ငံ၏ ပထမဆုံးဧကရာဇ်နိုင်ငံ တည်ထောင်ရာ မြို့တော်ဟူ၍ မြန်မာတို့အတွက် အမျိုးသားရေးလက္ခဏာတစ်ရပ်အနေဖြင့်လည်းကောင်း၊ များပြားလှသည့် ရှေးဟောင်းလက်ရာစေတီပုထိုးများကြောင့်လည်းကောင်း၊ ကမ္ဘာလှည့်ခရီးသည်တို့ကို ဆွဲဆောင်ရာနေရာအဖြစ်လည်းကောင်း ကမ္ဘာကျော်သည့်နေရာတစ်နေရာဖြစ်ပြီး ၂၀၁၉ ခုနှစ်၊ ဇူလိုင်လ ၆ ရက်နေ့တွင် ပုဂံရှေးဟောင်းယဉ်ကျေးမှုဒေသတစ်ခုလုံးကို UNESCO World Heritage Site (ယူနက်စကို ကမ္ဘာ့အမွေအနှစ်နေရာ) အဖြစ် သတ်မှတ်ခဲ့ပြီး ယဉ်ကျေးမှုအမွေအနှစ်များ နှစ်ပေါင်း ရာ၊ ထောင်ချီ တည်တံ့ခိုင်မြဲစေရန်အတွက် အထူးဂရုစိုက်ထိမ်းသိမ်းစောင့်ရှောက်ရန် အထူးလိုအပ်ပါသည်။

ပုဂံယဉ်ကျေးမှုအမွေအနှစ်ဒေသရှိ စေတီတော်ကြီးများအား
Reinforcing ပြုလုပ်နိုင်ရန် Design Analysis တွက်ချက်အကြံပြုတင်ပြခြင်း
(မင်္ဂလာစေတီတော်ကြီး)

Mingalar စေတီတော်ကြီး ၏ Materials (brick Masonry)



- ပုဂံရှိ စေတီပုထိုးတော်များသည် အသုံးပြုထားသော Materials သည် Brick Masonry (အုတ်ချပ်) များဖြင့် ပြုလုပ်ထားပြီး အဆိုပါ အုတ်များကို လက်ဖြင့်ပြုလုပ်၍ နေလှန်းခြင်း သို့မဟုတ် မီးဖိုဖြင့်ပြုလုပ်ထားပြီး စေတီပုထိုးတော်များ တည်ထားကိုးကွယ်ထားခြင်း ဖြစ်ပါသည်။ စေတီပုထိုးတော်များတွင် အသုံးပြုထားသော Materials များအား အရည်အသွေး Properties စစ်ဆေးခြင်းဖြင့် Analysis တွက်ချက်ရာတွင် များစွာအထောက်အကူ ပေးပါသည်။

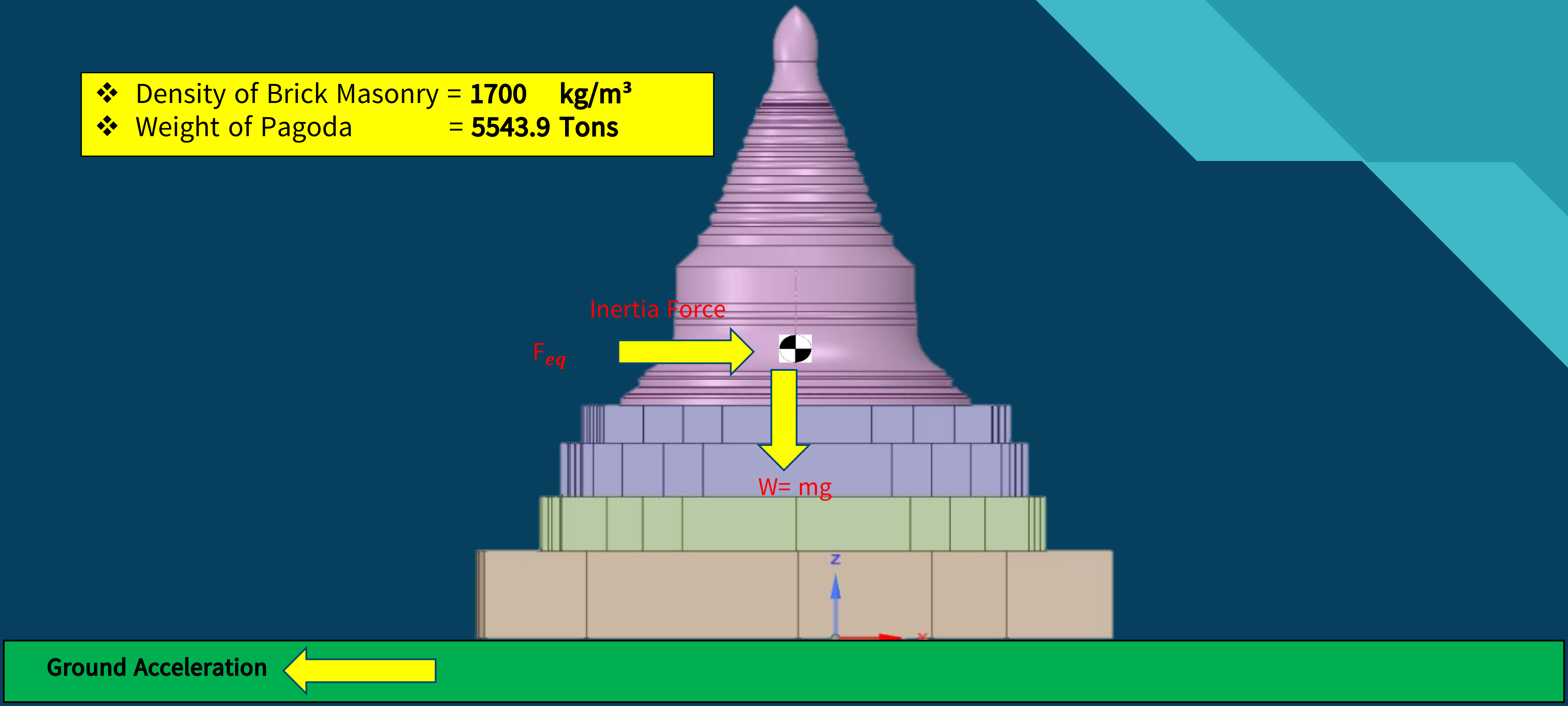
Masonry

Density	1.7e-06 kg/mm^3
Structural	
Isotropic Elasticity	
Derive from	Young's Modulus and Poisson's Ratio
Young's Modulus	156.9 MPa
Poisson's Ratio	0.18
Bulk Modulus	81.721 MPa
Shear Modulus	66.485 MPa
Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion	1.4e-05 1/°C
Compressive Ultimate Strength	2.4476 MPa
Compressive Yield Strength	0 MPa
Tensile Ultimate Strength	0.024476 MPa
Tensile Yield Strength	0 MPa
Thermal	
Isotropic Thermal Conductivity	0.00072 W/mm·°C

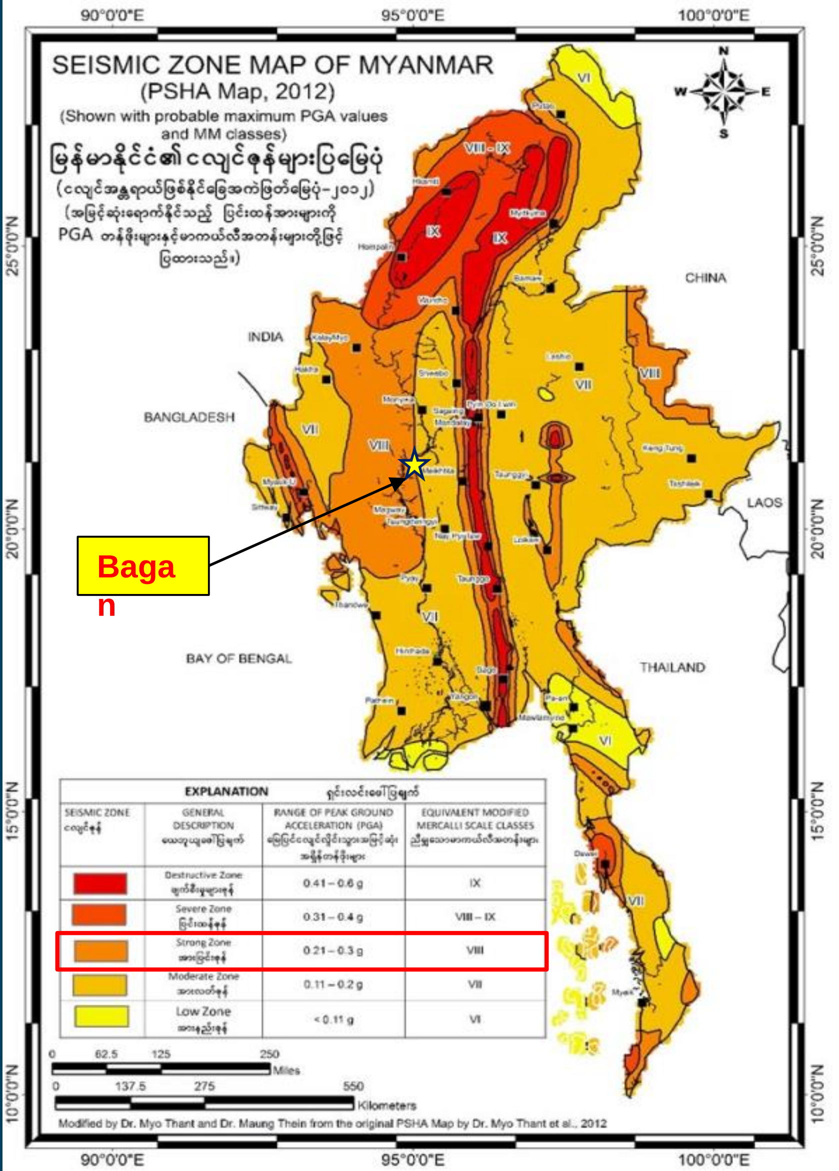
Load on Mingalar Zedi Temple

Load = Own Weight + Earthquake Load

- Density of Brick Masonry = **1700 kg/m³**
- Weight of Pagoda = **5543.9 Tons**



Seismic Zone Map of Myanmar (2012); Courtesy: Myanmar Earthquake Committee



Relationship between Earthquake Magnitude and Intensity

Earthquake Magnitude	Maximum expected intensity	Radius of area where felt (Km)	Size of area where felt (Km Sq.)
8.8~8.7	XI~XII	800	2000000
7.0~7.9	IX~X	400	500000
6.0~6.9	VII~VIII	200	125000
5.0~5.9	VI~VII	110	38000
4.0~4.9	IV~V	50	7700

Seismic Zone	MM Classes	Probable Damage	Example of Damage
v	IX	Major damage	Considerable damage in specially designed structures Major damage in good RC buildings
IV	VIII-IX	Considerabl e damage	Considerable damage in good RC buildings Major damage in ordinary brick buildings
III	VIII	Moderate damage	Moderate damage in good RC buildings Considerable damage in ordinary brick buildings
II	VII	Minor damage	Minor damage in good RC buildings Moderate damage in ordinary brick buildings
I	VI	Slight damage	Minor damage in ordinary brick buildings

- **Peak Ground Acceleration (PGA): Estimated PGA for Bagan can range from 0.15g to 0.3g, depending on the proximity to active faults and local soil amplification effects.**

- https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/mm/undp-mm-yangon-region-earthquake-preparedness-and-response-plan-eng.pdf

Site Classification of bagan According to MNBC Code

Table 1. Site Classification According to MNBC Code Source [10]

Site Class	Soil Profile Name	Average Properties In Top 30 Meter	
		Soil shear wave velocity, VS, (m/s)	Standard penetration resistance, N
A	Hard rock	Vs> 1500	N/A
B	Rock	760 < Vs ≤ 1500	N/A
C	Very dense soil and soft rock	360 < Vs ≤ 760	N > 50
D	Stiff soil	180 < Vs ≤ 360	15 ≤ N ≤ 50
E	Soft clay soil	Vs< 180	N <50

- According to the result, the study area are ranging from 283m/s to 514 m/s. Most of the soil classes of the sites are SC (very dense soil and soft rock) and SD (stiff soil profile) according to MNBC (2016).

Sr.No	Soil Type	Description	Ground Frequency Range (Hz)
1	Hard Rock	Igneous/metamorphic rock, very low weathering	> 15
2	Rock	Highly compacted sedimentary/metamorphic rock	10~15
3	Very Dense Soil/Soft Rock	Dense sand, gravel, or slightly weathered rock	5~10
4	Stiff Soil	Stiff clay or compacted silt	1~5
5	Soft Clay Soil	Loose clay, silt, or alluvial soil	< 1

Analysis Flow Diagram of Bagan Pagoda in ANSYS Workbench Software

1. Static Structural Analysis

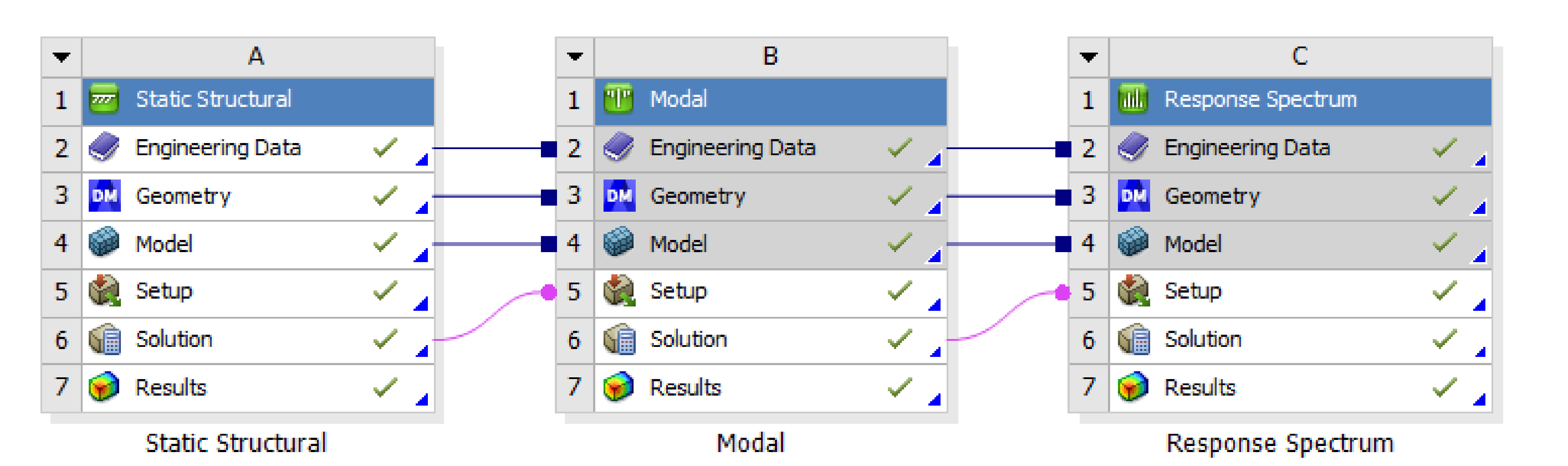
- To evaluate the distribution of stresses, strains, and displacements under static loading conditions. Establishes the baseline structural performance and identifies potential weak zones.

2. Modal Analysis

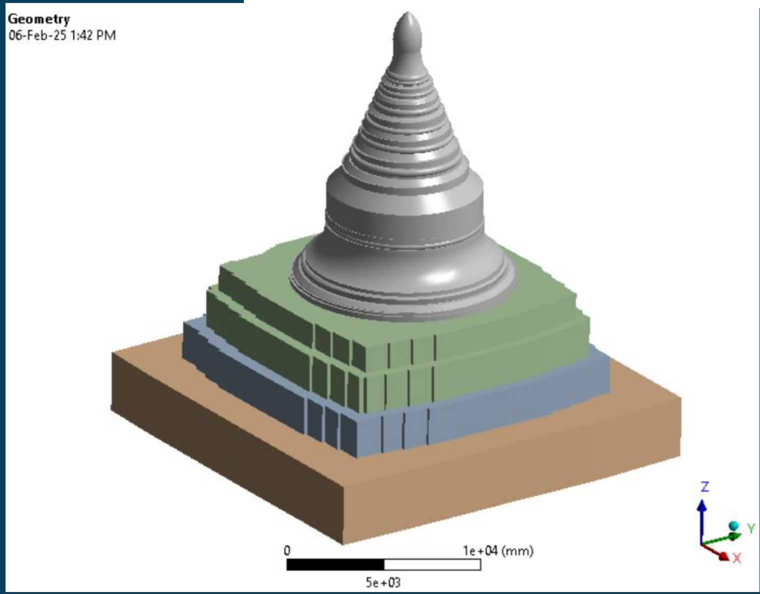
- To determine the natural frequencies and mode shapes of the pagoda. Critical for identifying resonance risks with seismic frequencies.

3. Response Spectrum Analysis

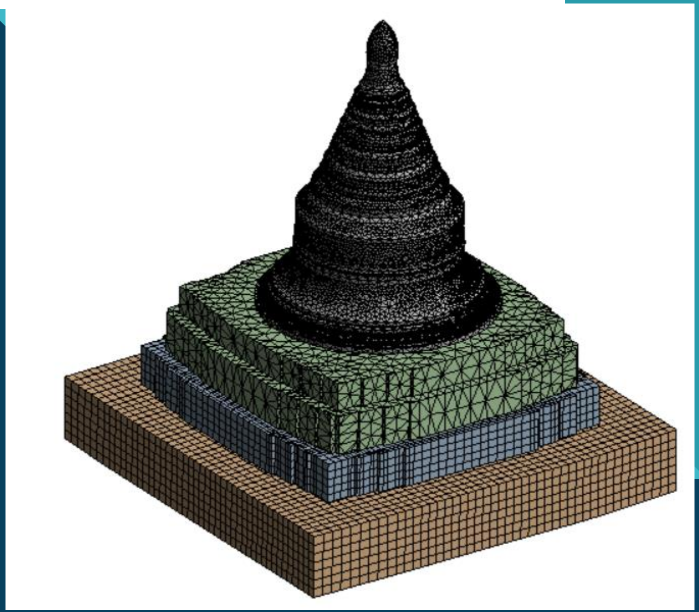
- To assess the maximum structural response (e.g., stresses, displacements) under seismic loading.



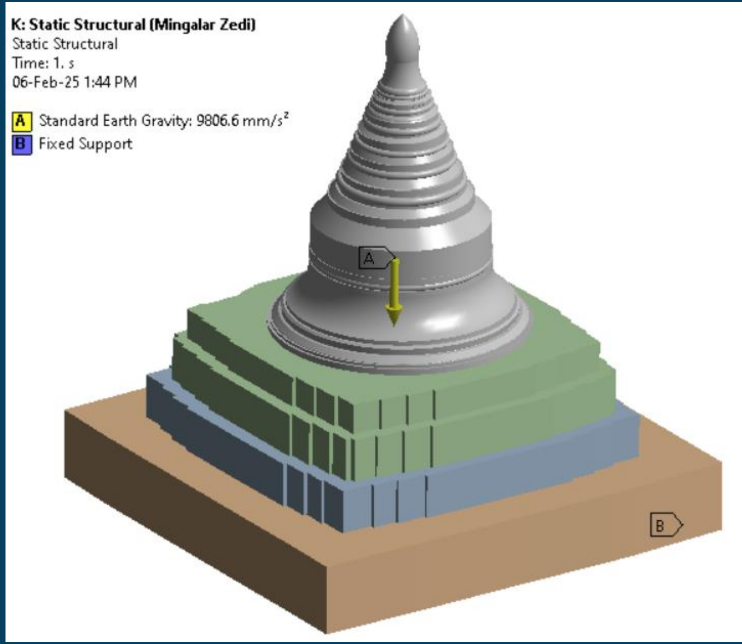
Structural Analysis in ANSYS workbench software



3D Model of Pagoda

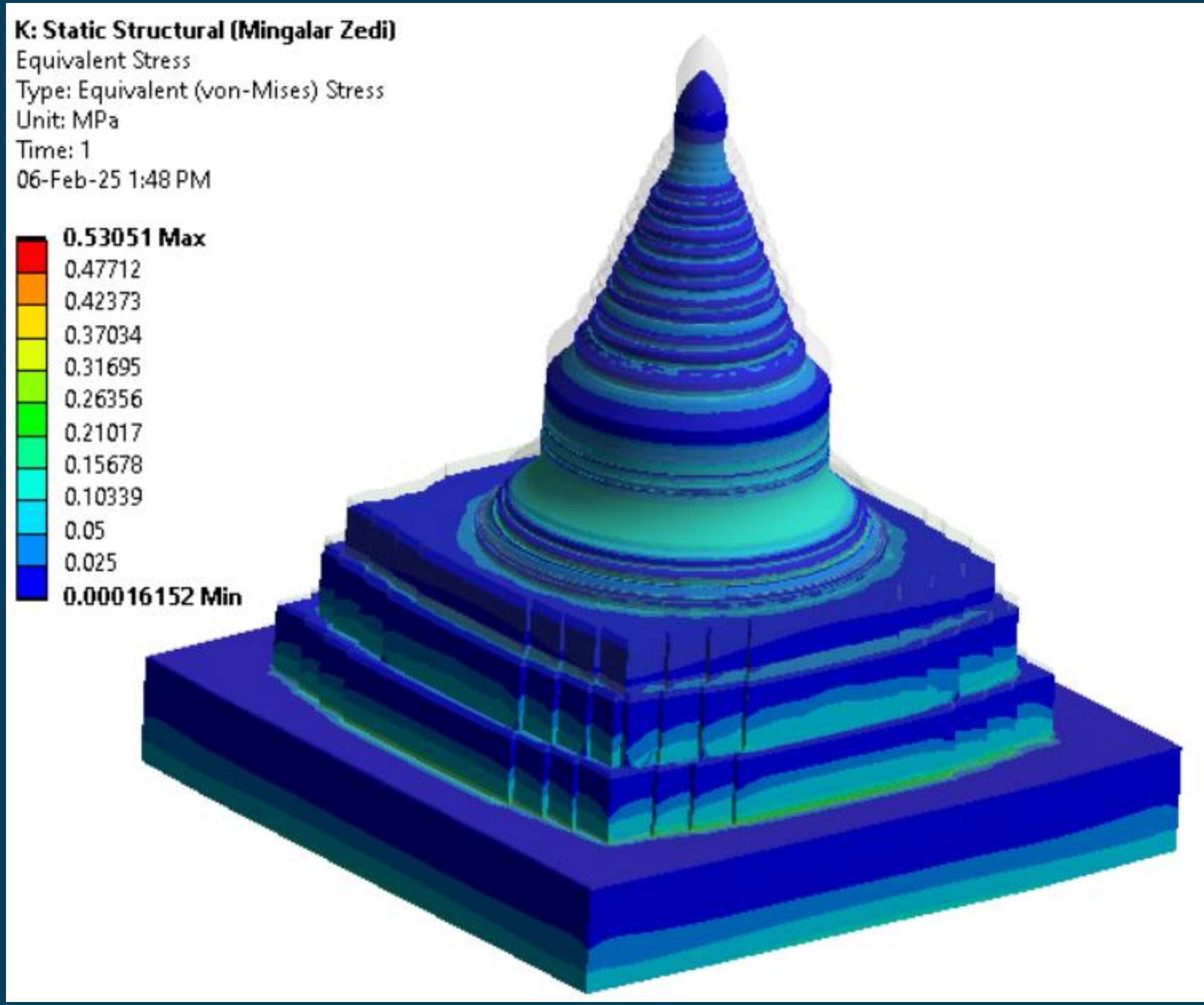


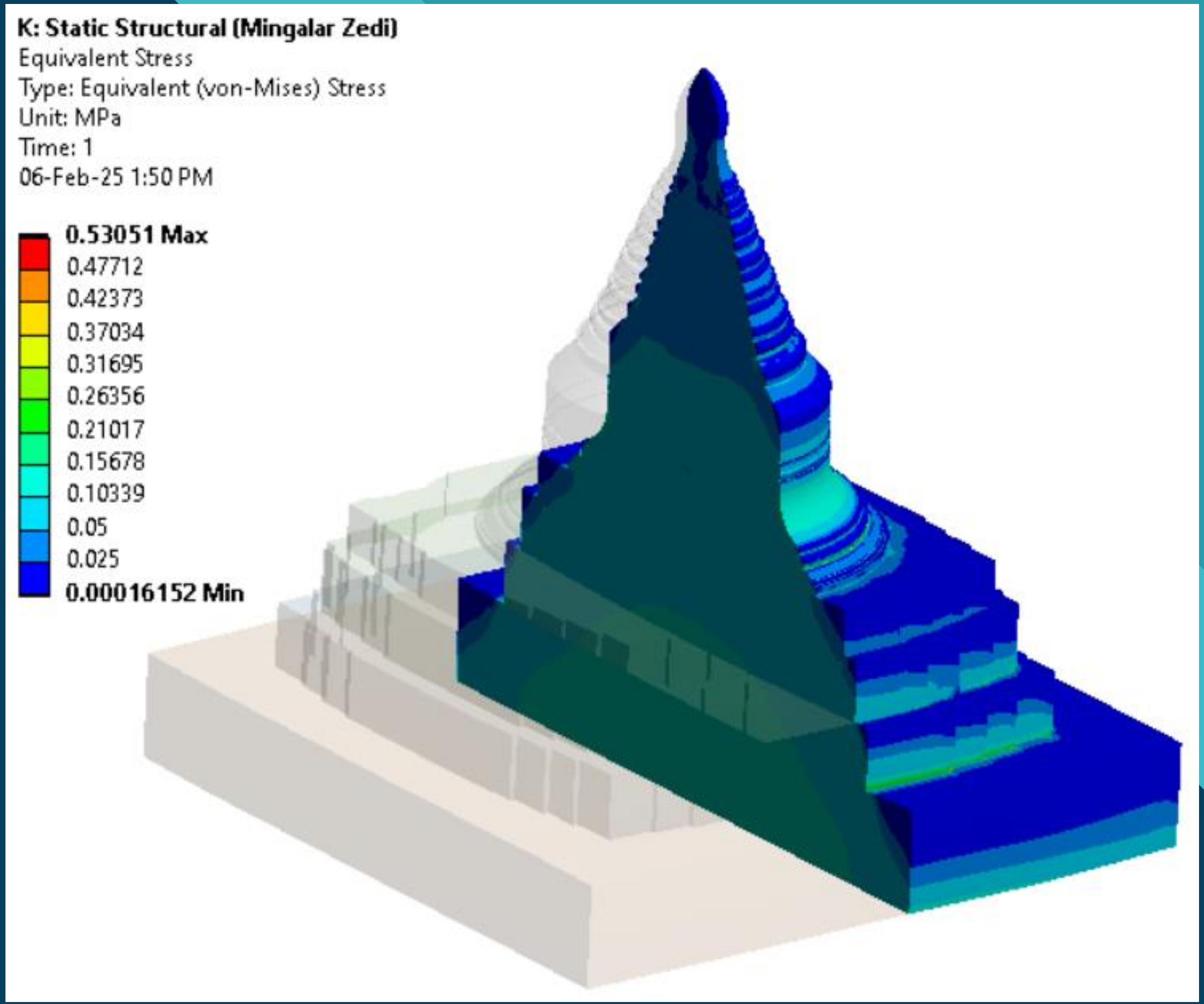
finite elements for 3D model



Boundary condition of structural analysis

Max Stress of Structural Analysis

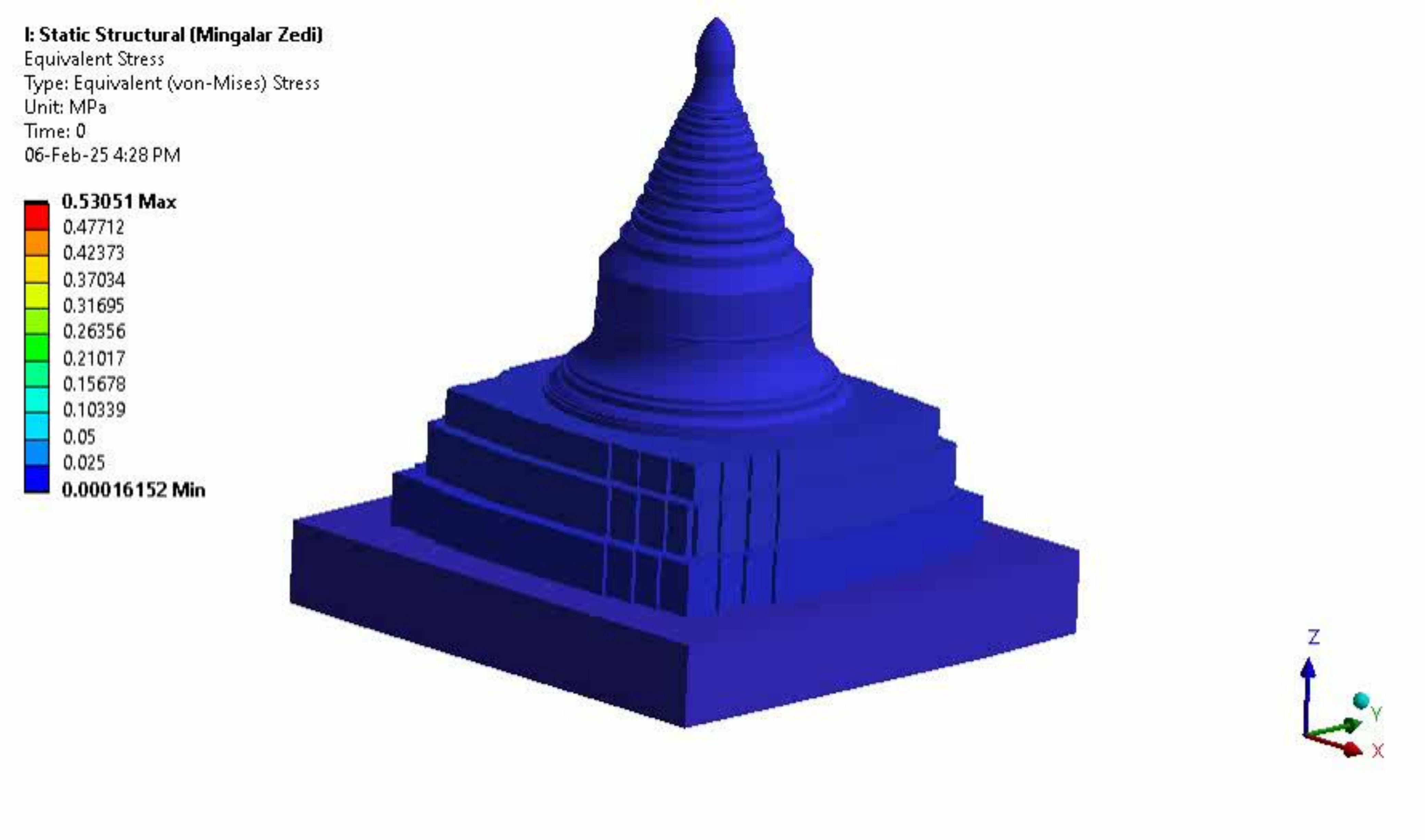




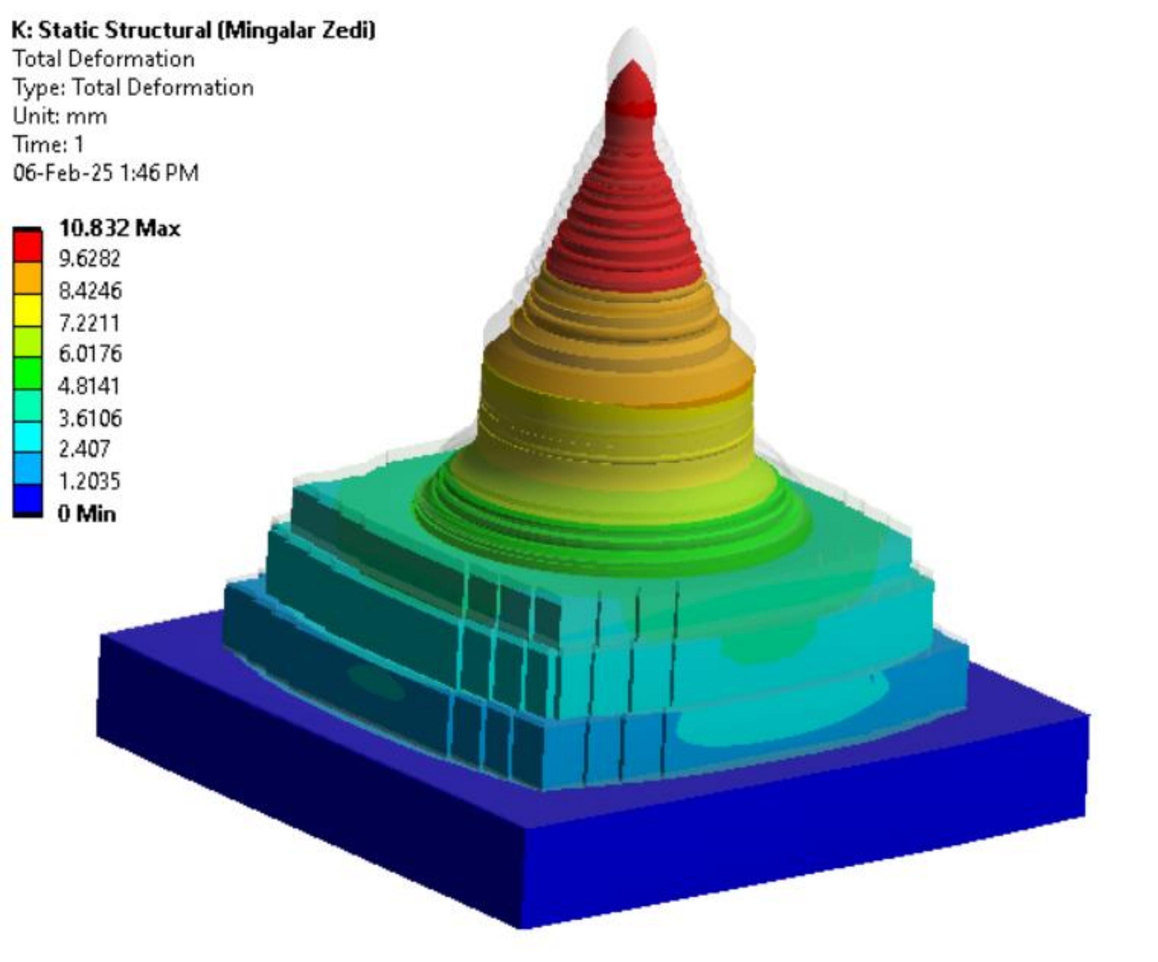
Max Stress = 0.53051 MPa

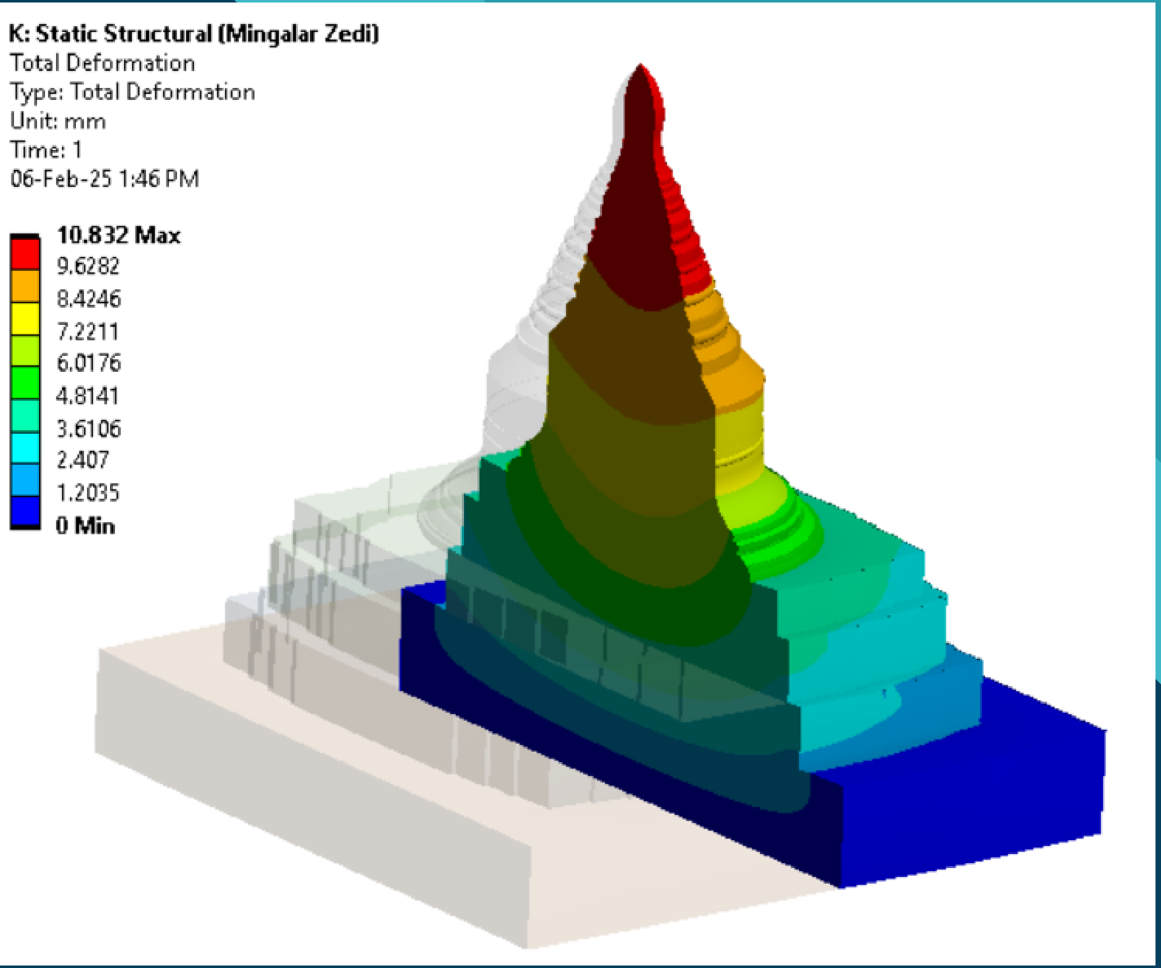
Max Stress Animation of Structural Analysis

Result Animation = Actual x 100 times
Max Stress = 0.53051 MPa



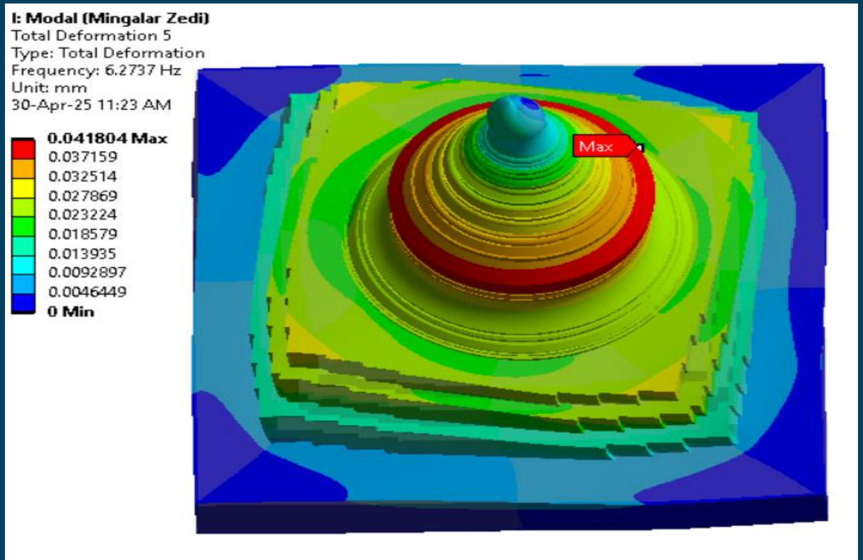
Deformation Animation of Structural Analysis



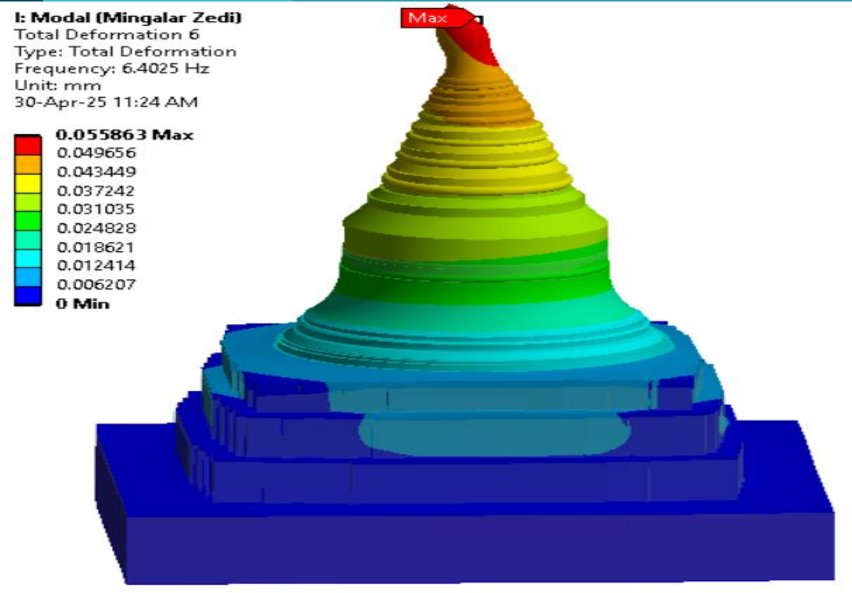


Max Deformation = 10.832 mm

Result of Modal Analysis (Natural Frequency) in ANSYS workbench software

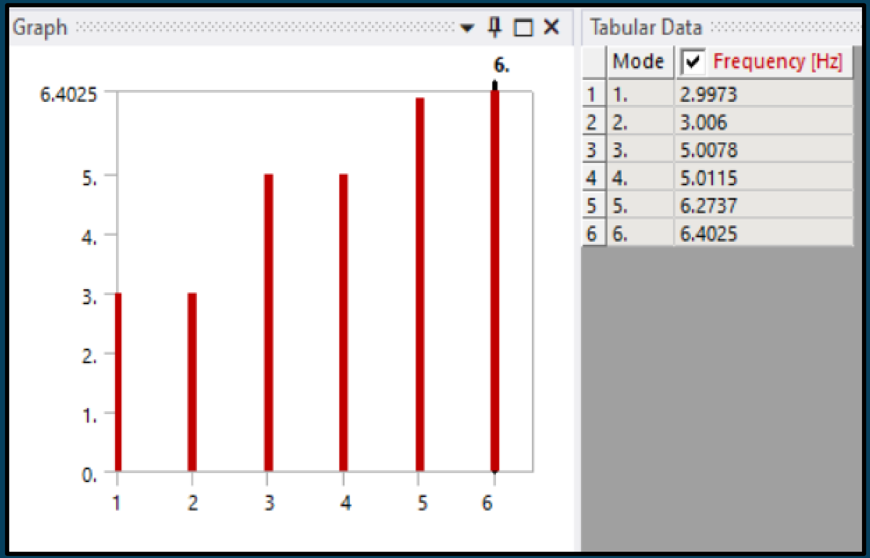


Deformation of mode 5



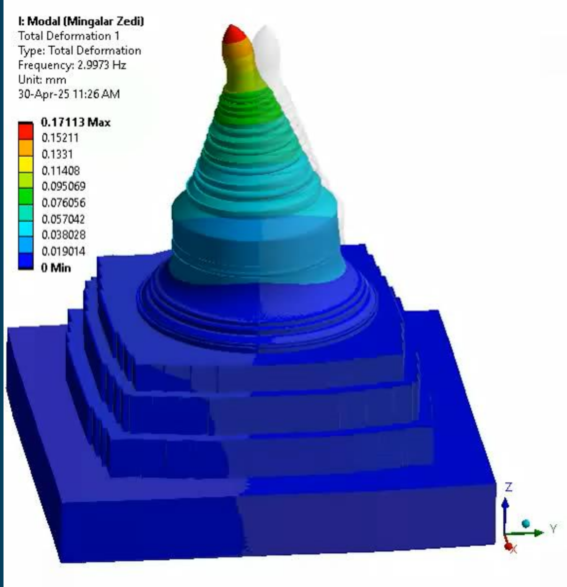
Deformation of mode 6

Result for Modal Analysis

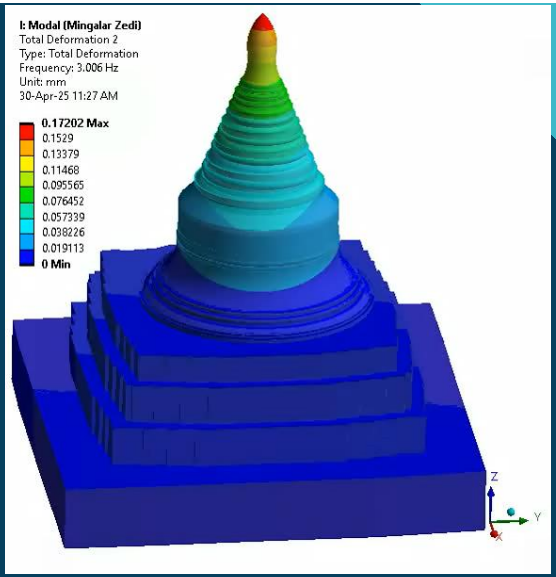


Mode	Natural Frequency (Hz)	Deformation (mm)	Time Period (s)
1	2.9973	0.17113	0.33
2	3.006	0.17202	0.33
3	5.0078	0.37727	0.20
4	5.0115	0.37769	0.20
5	6.2737	0.041804	0.16
6	6.4025	0.055863	0.16

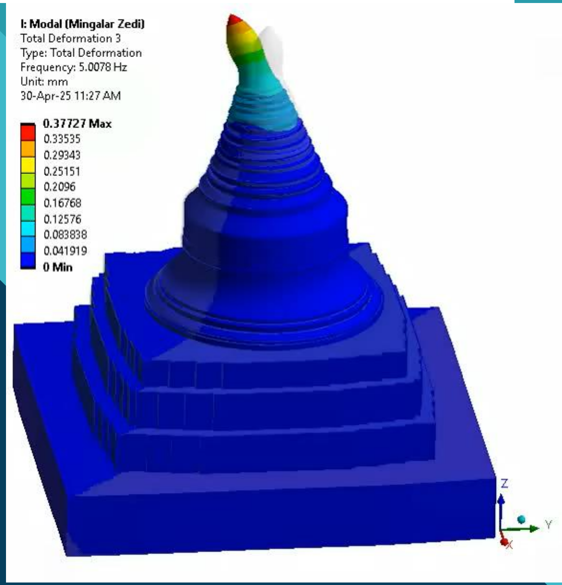
Modal Analysis (Natural Frequency) Animation



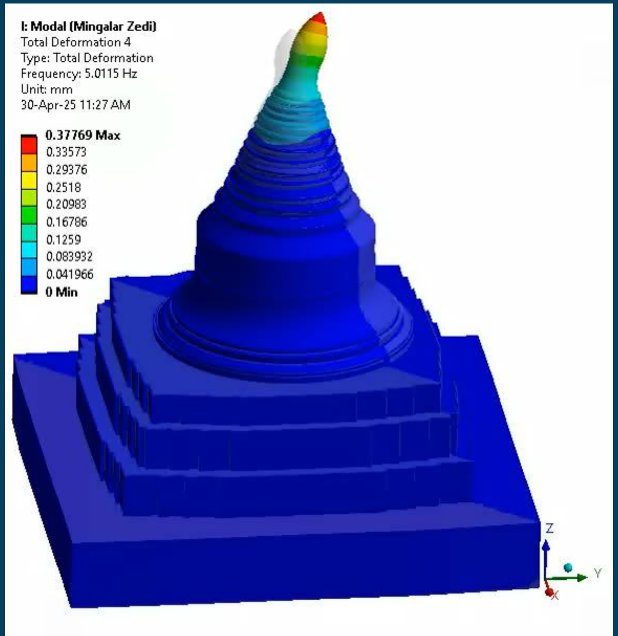
Deformation of mode 1



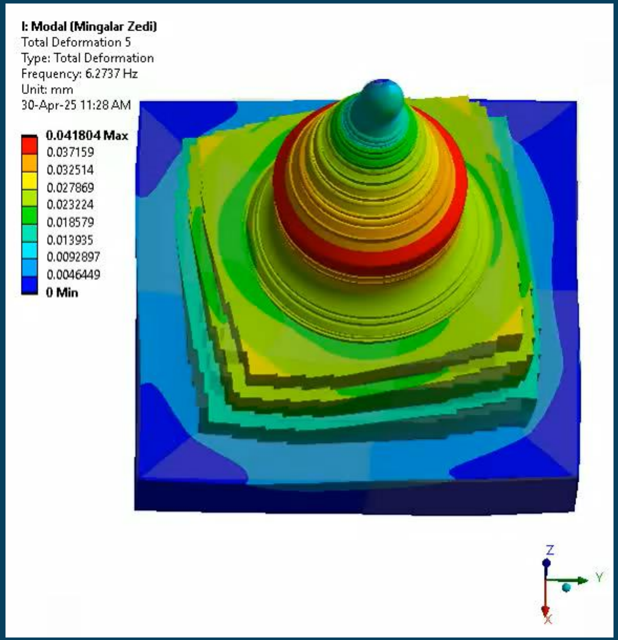
Deformation of mode 2



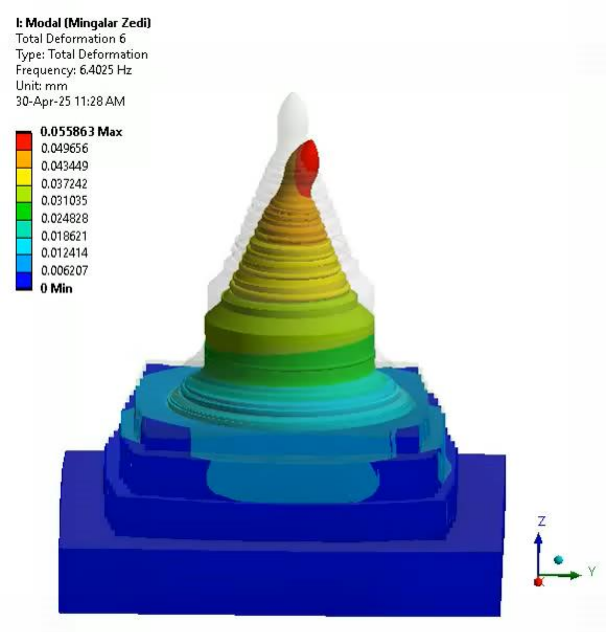
Deformation of mode 3



Deformation of mode 4

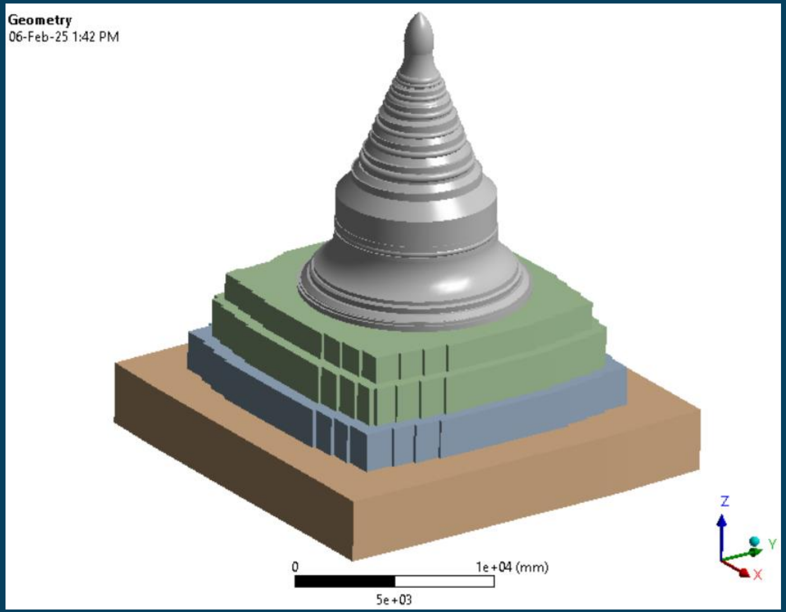


Deformation of mode 5



Deformation of mode 6

Response Spectrum Analysis (Earthquake) in Seismic Zone III



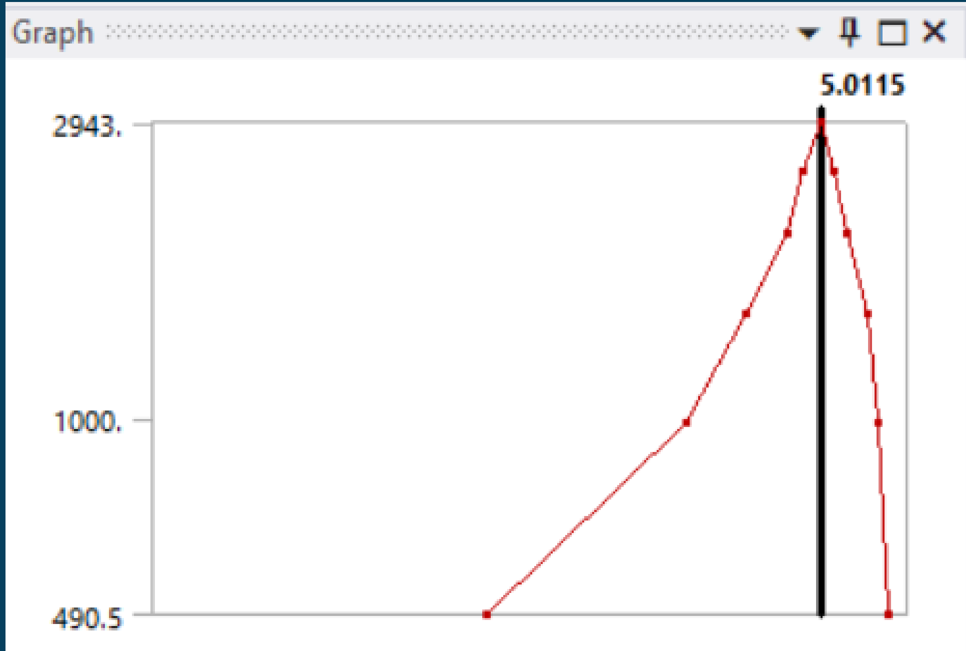
3D Model of Pagoda

Bagan is present in **seismic zone III.**

Seismic Zone III

Ground Motion (Acceleration)

Peak Ground Acceleration (PGA) = (0.3 x g) = 0.3 x 9.81 = 2.943 $^{m}/_{s^2}$



Tabular Data

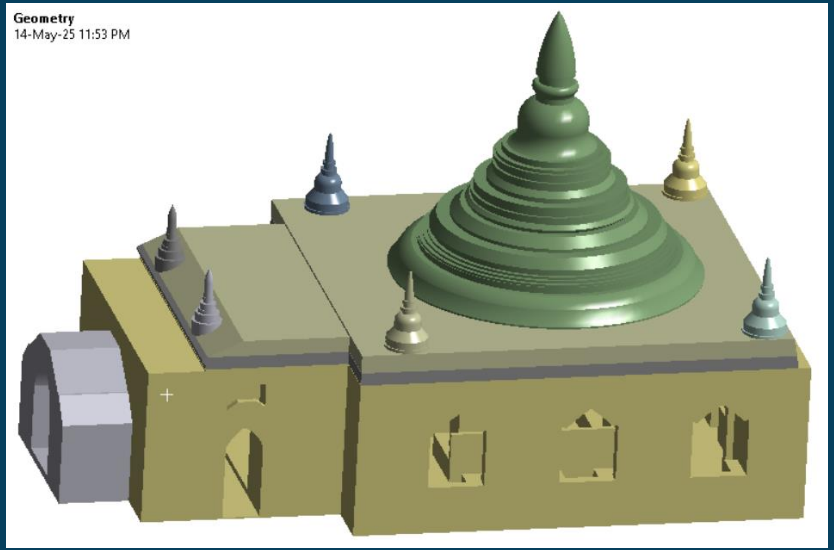
	Frequency [Hz]	Acceleration [(mm/s²)]
1	0.5	490.5
2	2.	981.
3	3.	1471.5
4	4.	1962.
5	4.5	2452.5
6	5.0115	2943.
7	5.5	2452.5
8	6.	1962.
9	7.	1471.5
10	7.5	981.
11	8.	490.5
*		

ပုဂံယဉ်ကျေးမှုအမွေအနှစ်ဒေသရှိ စေတီတော်ကြီးများအား

Reinforcing ပြုလုပ်နိုင်ရန် Design Analysis တွက်ချက်အကြံပြုတင်ပြခြင်း

(အပယ်ရတနာ စေတီတော်ကြီး)

အပယ်ရတနာ စေတီတော်ကြီး ၏ Materials (brick Masonry)



- ❖ ပုဂံရှိ စေတီပုထိုးတော်များသည် အသုံးပြုထားသော Materials သည် Brick Masonry (အုတ်ချပ်) များဖြင့် ပြုလုပ်ထားပြီး အဆိုပါ အုတ်များကို လက်ဖြင့်ပြုလုပ်၍ နေလှန်းခြင်း သို့မဟုတ် မီးဖိုဖြင့်ပြုလုပ်ထားပြီး စေတီပုထိုးတော်များ တည်ထားကိုးကွယ်ထားခြင်း ဖြစ်ပါသည်။ စေတီပုထိုးတော်များတွင် အသုံးပြုထားသော Materials များအား အရည်အသွေး Properties စစ်ဆေးခြင်းဖြင့် Analysis တွက်ချက်ရာတွင် များစွာအထောက်အကူ ပေးပါသည်။

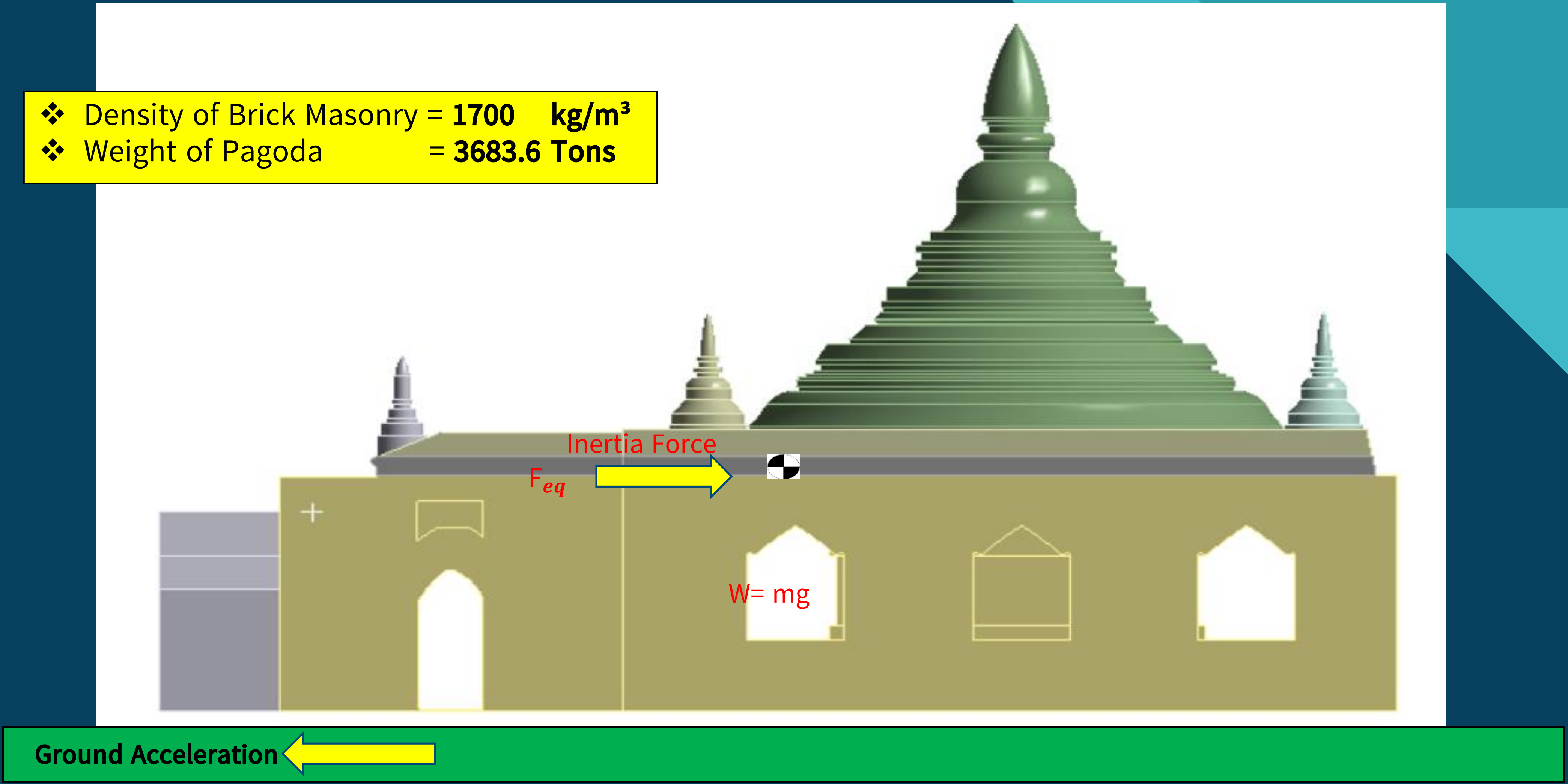
Masonry

Density	1.7e-06 kg/mm³
Structural	
Isotropic Elasticity	
Derive from	Young's Modulus and Poisson's Ratio
Young's Modulus	156.9 MPa
Poisson's Ratio	0.18
Bulk Modulus	81.721 MPa
Shear Modulus	66.485 MPa
Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion	1.4e-05 1/°C
Compressive Ultimate Strength	2.4476 MPa
Compressive Yield Strength	0 MPa
Tensile Ultimate Strength	0.024476 MPa
Tensile Yield Strength	0 MPa
Thermal	
Isotropic Thermal Conductivity	0.00072 W/mm·°C

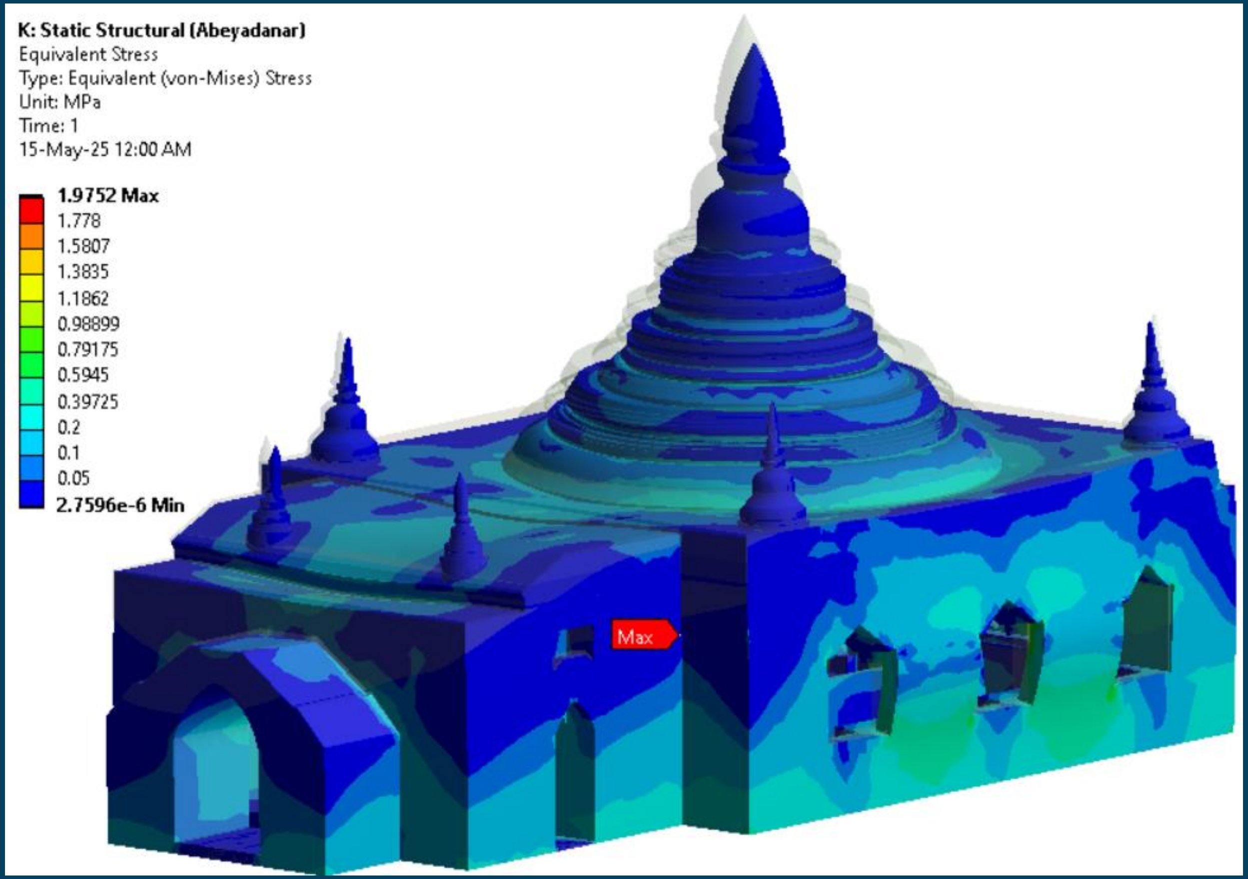
Load on Abeyadanar Pagoda

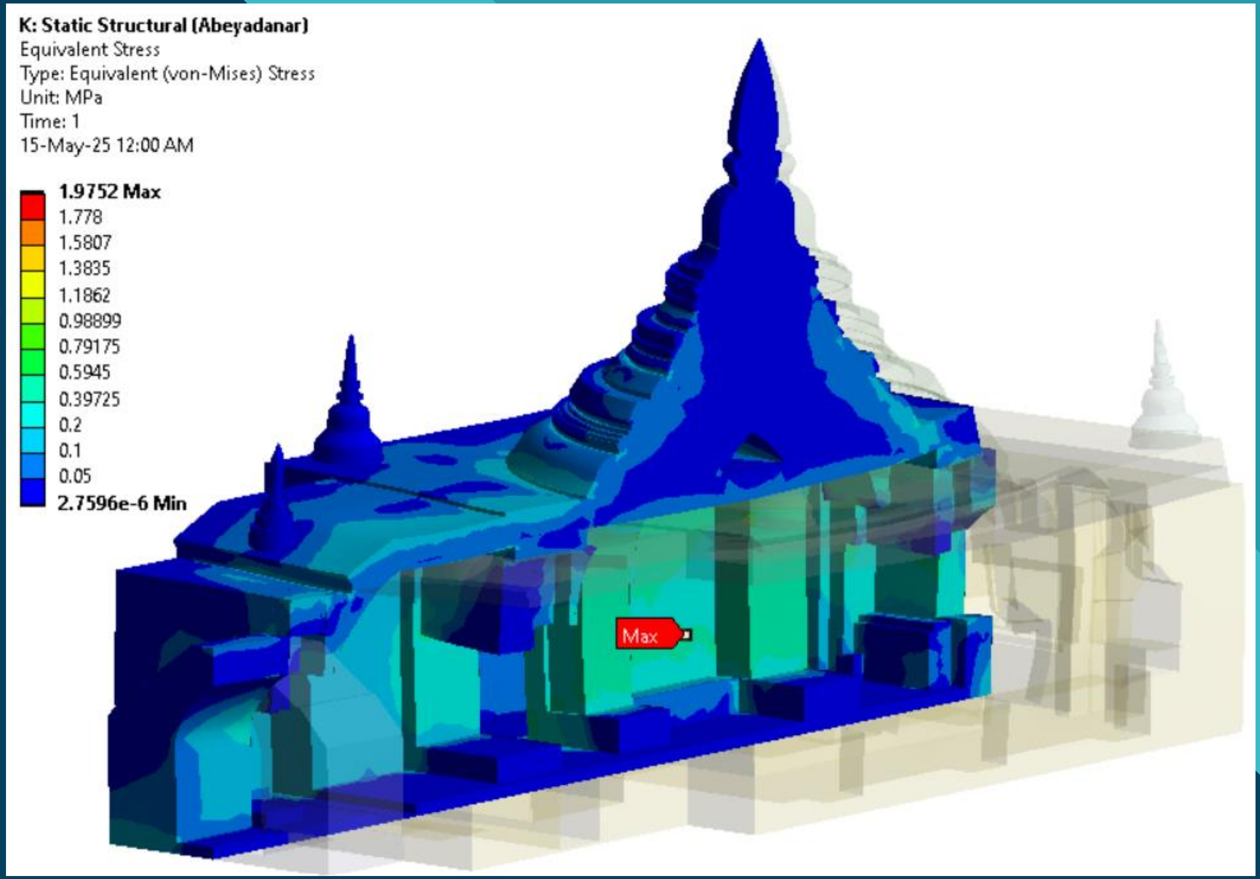
Load = Own Weight + Earthquake Load

- Density of Brick Masonry = **1700 kg/m^3**
- Weight of Pagoda = **3683.6 Tons**



Max Stress of Structural Analysis

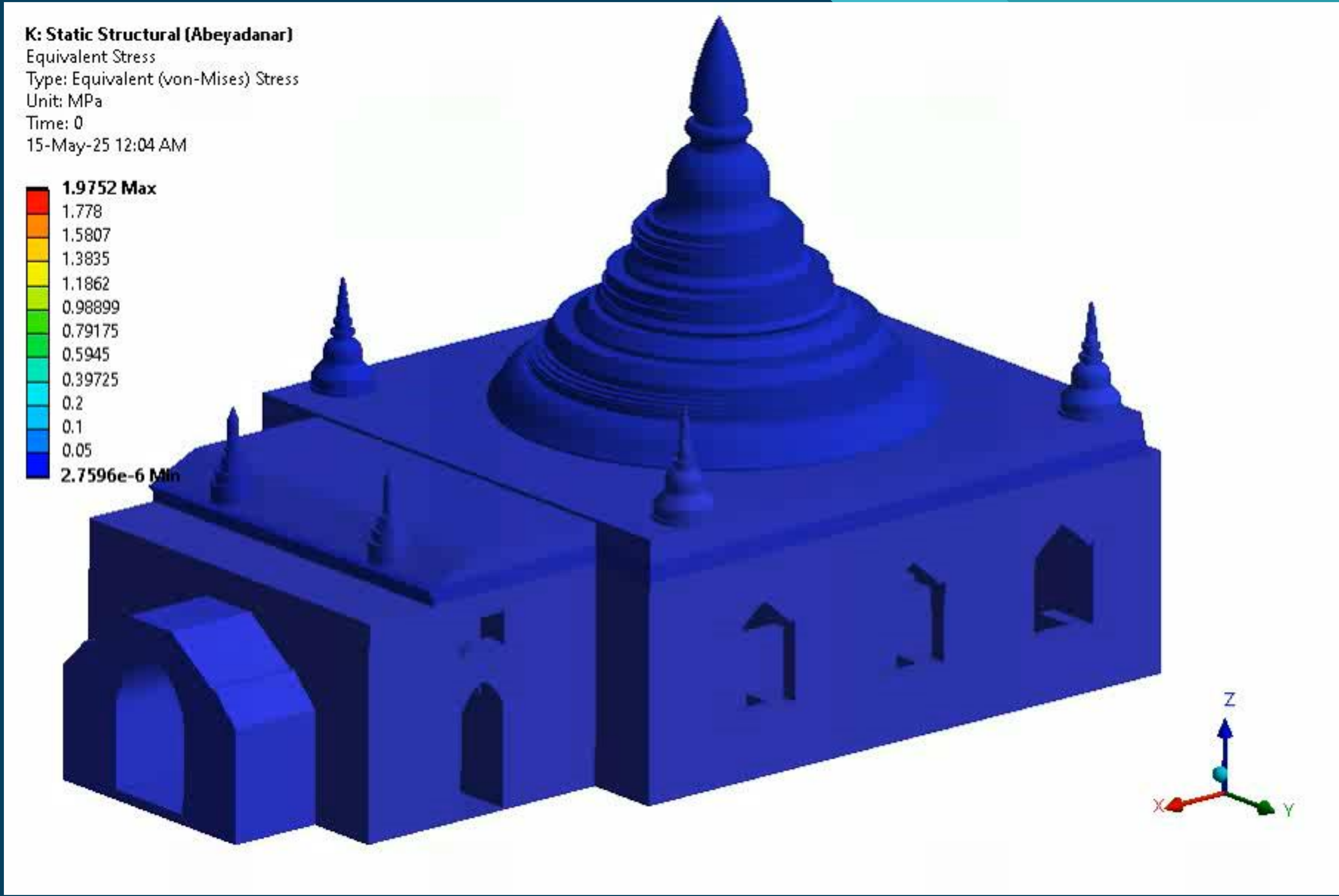




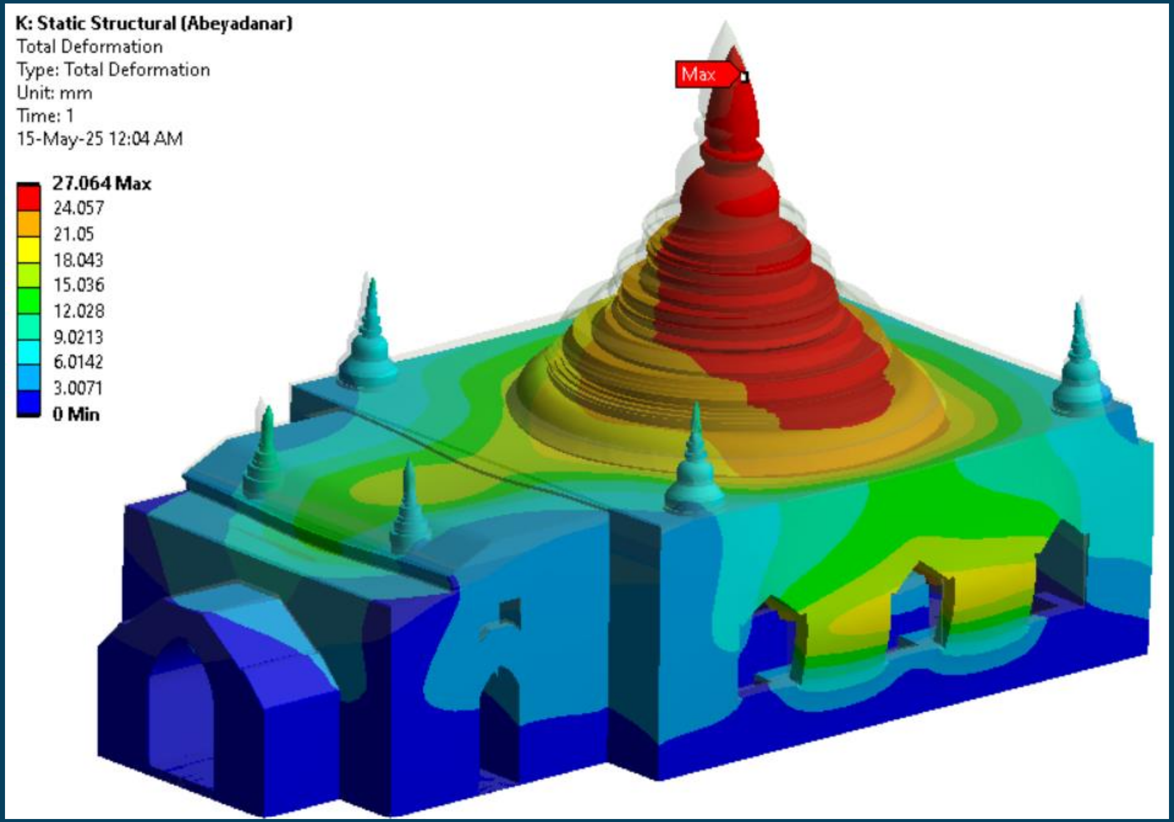
Max Stress = 1.9752 MPa

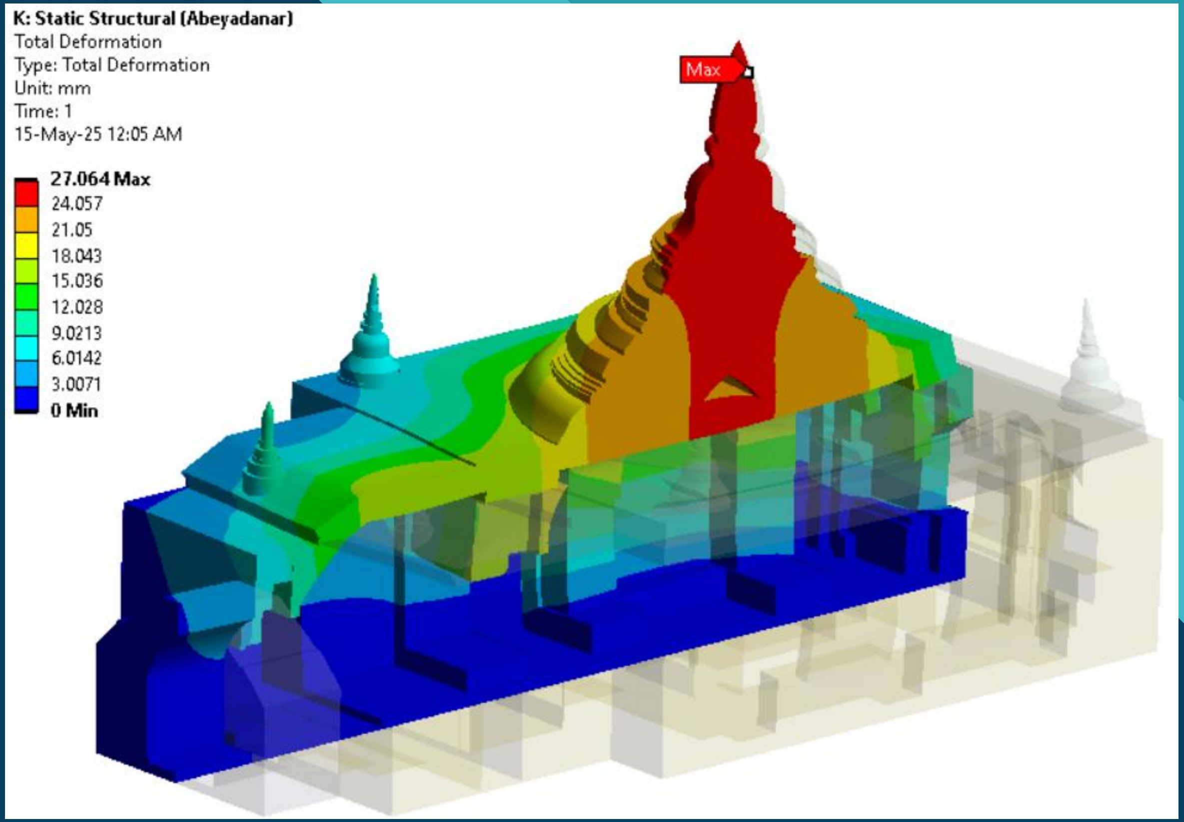
Max Stress Animation of Structural Analysis

Result Animation = Actual x 30 times
Max Stress = 1.9752 MPa



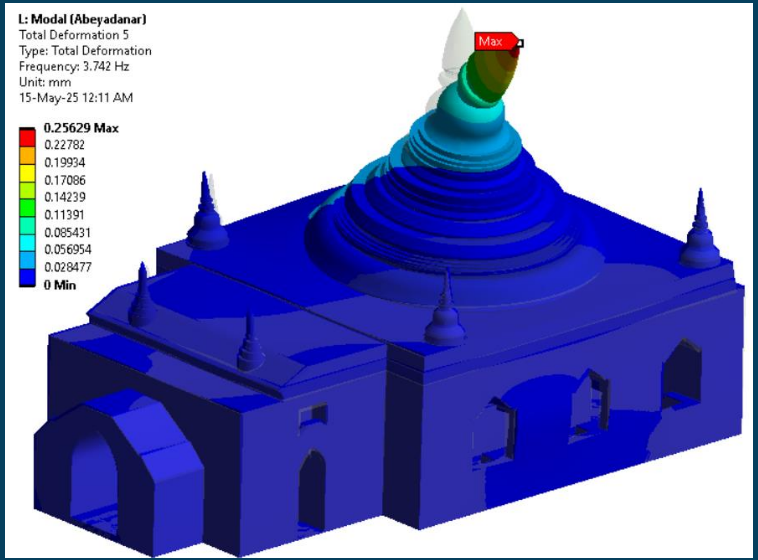
Deformation Animation of Structural Analysis



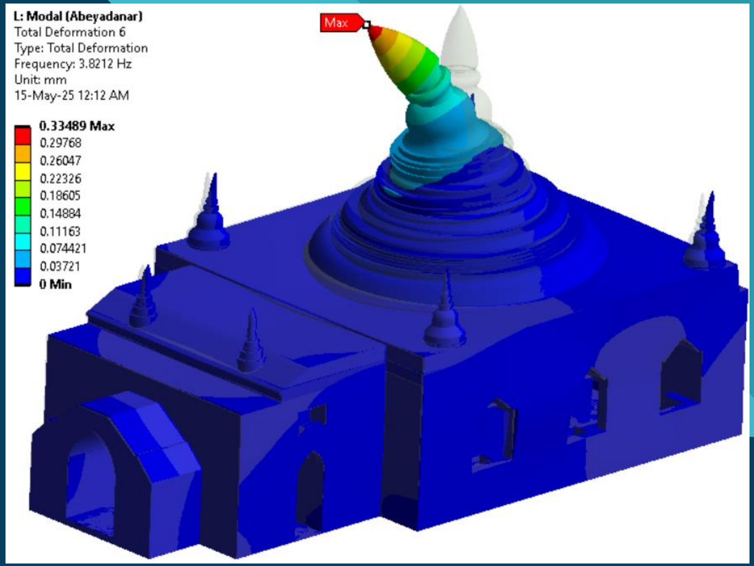


Max Deformation = 27.062 mm

Result of Modal Analysis (Natural Frequency) in ANSYS workbench software

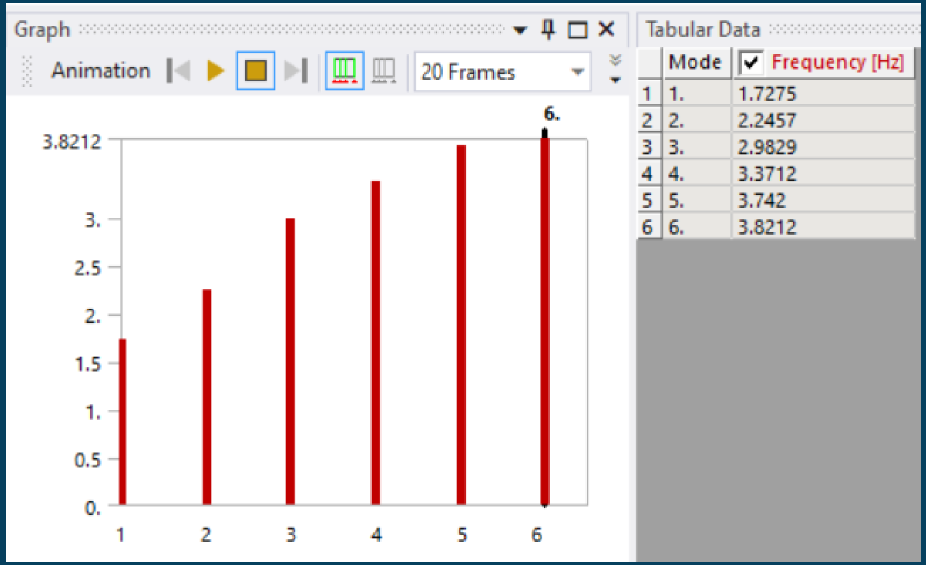


Deformation of mode 5



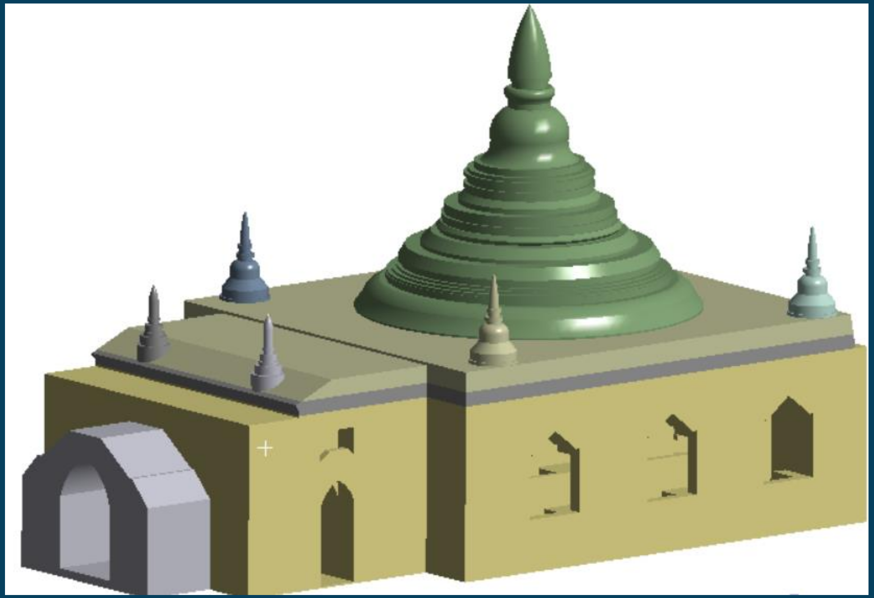
Deformation of mode 6

Result for Modal Analysis



Mode	Natural Frequency (Hz)	Deformation (mm)	Period (s)
1	1.7275	0.0443	0.58
2	2.2457	0.055476	0.45
3	2.9829	0.049709	0.34
4	3.3712	0.14481	0.30
5	3.742	0.25629	0.27
6	3.8212	0.33489	0.26

Response Spectrum Analysis (Earthquake) in Seismic Zone III



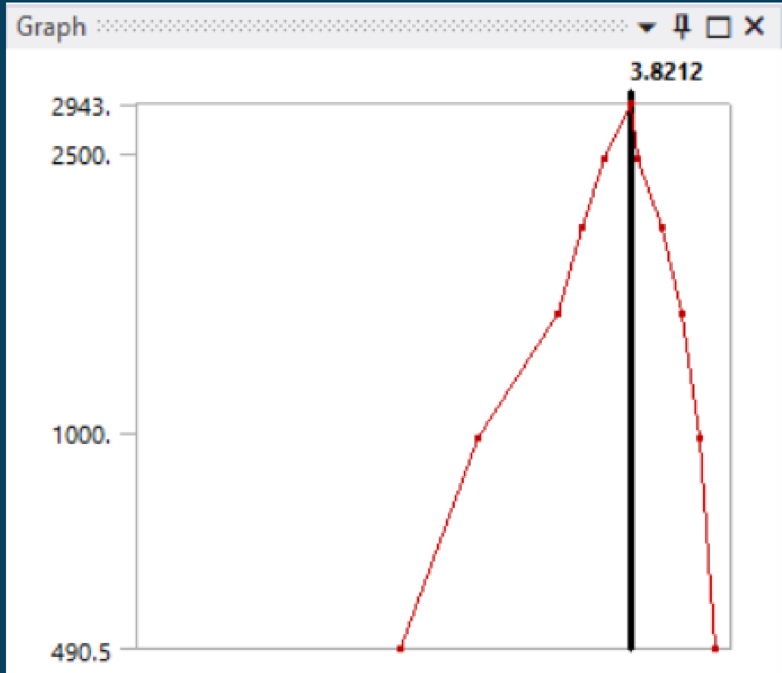
3D Model of Pagoda

Bagan is present in **seismic zone III.**

Seismic Zone III

Ground Motion (Acceleration)

Peak Ground Acceleration (PGA) = (0.3 x g) = 0.3 x 9.81 = 2.943 $^{m}/_{s^2}$



Tabular Data

	Frequency [Hz]	Acceleration [(mm/s²)]
1	0.5	490.5
2	1.	981.
3	2.	1471.5
4	2.5	1962.
5	3.	2452.5
6	3.8212	2943.
7	4.	2452.5
8	5.	1962.
9	6.	1471.5
10	7.	981.
11	8.	490.5
*		

Part III Proposal of Standard Operating Procedures for the Earthquake effected Pagodas and Religious Buildings

ဉာဏ်တော်အမြင့်သတ်မှတ်ခြင်း

❖ ဘုရားစေတီပုထိုးများကို အသစ်တည်ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါရည်ညွှန်းဉာဏ်တော်အမြင့်များနှင့် ယှဉ်တွဲစဉ်းစားရန်ဖြစ်ပါသည်။

(၁) ဉာဏ်တော်အမြင့် ၉ တောင် (ဖိနပ်တော်မှ ထီးအထွဋ်ထိ)

(၂) ဉာဏ်တော်အမြင့် ၁၈ တောင် (ဖိနပ်တော်မှ ထီးအထွဋ်ထိ)

(၃) ဉာဏ်တော်အမြင့် ၂၇ တောင် (ဖိနပ်တော်မှ ထီးအထွဋ်ထိ)

(၄) ဉာဏ်တော်အမြင့် ၃၆ တောင် (ဖိနပ်တော်မှ ထီးအထွဋ်ထိ)

(၅) ဉာဏ်တော်အမြင့် ၄၅ တောင် (ဖိနပ်တော်မှ ထီးအထွဋ်ထိ)

(၆) ဉာဏ်တော်အမြင့် ၇၂ တောင် (ဖိနပ်တော်မှ ထီးအထွဋ်ထိ)

(၇) ဉာဏ်တော်အမြင့် ၁၀၈ တောင် (ဖိနပ်တော်မှ ထီးအထွဋ်ထိ)

ပစ္စယာအဆင့်များ

- ဘုရားစေတီပုထိုးများကို တည်ဆောက်ရာတွင် မြန်မာမှုဗိသုကာကျမ်းများကို ကိုးကား၍ မြန်မာမှုအချိုးအစား၊ အတိုင်းအတာ၊ အခေါ်အဝေါ်သတ်မှတ်ချက်များ၊ ခေတ်အလိုက်မြန်မာ့ရိုးရာပန်းလက်ရာများနှင့် ညီညွတ်အောင် ဆောင်ရွက်ရမည်။
- စေတီပုထိုးများ၏ ပစ္စယာအဆင့်များကို အထက်ဖော်ပြပါဉာဏ်တော်အမြင့်များနှင့် ယှဉ်တွဲကိုက်ညှိလျက် တည်ဆောက်ရမည်ဖြစ်ပြီး အများဆုံးပစ္စယာငါးဆင့်အထိ ထည့်သွင်းတည်လုပ်နိုင်သည်။

အင်ဂျင်နီယာများဖြင့်ကြီးကြပ်ခြင်း

❖ စေတီပုထိုးများတည်ဆောက်သည့် ဆောက်လုပ်ရေးလုပ်ငန်းခွင်များကို မြန်မာနိုင်ငံအင်ဂျင်နီယာကောင်စီမှ မှတ်ပုံတင်လက်မှတ်ထုတ်ပေးထားသော အင်ဂျင်နီယာများဖြင့် အောက်ဖော်ပြပါအတိုင်း ကြီးကြပ်ဆောင်ရွက်ရန် လိုအပ်ပါသည်။

စဉ်	ဉာဏ်တော်အမြင့်	ကြီးကြပ်ဆောင်ရွက်ရမည့်အင်ဂျင်နီယာများ
၁	ဉာဏ်တော်အမြင့် ၂၇ တောင်အထိ	Registered Engineer (RE)
၂	ဉာဏ်တော်အမြင့် ၄၅ တောင်အထိ	Registered Senior Engineer (RSE)
၃	ဉာဏ်တော်အမြင့် ၁၀၈ တောင်အထိ	Professional Engineer (PE)

ဗိသုကာများဖြင့်ကြီးကြပ်ခြင်း

❖ စေတီပုထိုးများတည်လုပ်ရာတွင်မြန်မာနိုင်ငံဗိသုကာကောင်စီမှ မှတ်ပုံတင်လက်မှတ်ထုတ်ပေးထားသော ဗိသုကာများဖြင့် အောက်ဖော်ပြပါအတိုင်း ကြီးကြပ်ဆောင်ရွက်ရန် လိုအပ်ပါသည်။

စဉ်	ဉာဏ်တော်အမြင့်	ကြီးကြပ်ဆောင်ရွက်ရမည့်ဗိသုကာများ
၁	ဉာဏ်တော်(၄၅)တောင်အထိ	Licensed Architect (L.A)
၂	ဉာဏ်တော် (၁၀၈) တောင်အထိ	Senior Licensed Architect (S.L.A)

Frame များဖြင့် အားဖြည့်တည်ဆောက်ခြင်း

❖ ဘုရားစေတီလိုဏ်ဂူပုထိုးများတည်ဆောက်ရာတွင် ဘုရားစေတီပုထိုးများ၏ ဝန် အလေးချိန်ကို လျော့ပါးသက်သာစေရေးအတွက် သံကူကွန်ကရစ်ယက်မ ၊ ထုတ်လျောက် တို့ဖြင့်ဖွဲ့စည်းထားသော framed skeleton structure ကို တွက်ချက်ရေးဆွဲ၍ ယင်းစနစ်ကို ပင်မအခြေခံအဖြစ်တည်ဆောက်ခြင်းကို ဦးစားပေးဆောင်ရွက်ရပါမည်။ ဉာဏ်တော်အမြင့် နည်းသော အဆောက်အဦများအတွက် အုတ်၊ ဘိလပ်မြေတို့ဖြင့် တည်ဆောက်ပါကလည်း တွဲဆက်မှုအားကောင်းစေရန်နှင့် အုတ်စီအုတ်နင်းကောင်းမွန်စေရန် အားဖြည့်သံချောင်းများ၊ သံဇကာများကို လိုအပ်သလို ထည့်သွင်းရန် သက်ဆိုင်ရာအင်ဂျင်နီယာနှင့် ဗိသုကာများက စီစဉ်ဆောင်ရွက်ပေးရပါမည်။

အသစ်တည်ဆောက်မည့် ရုပ်ပွားတော်/ ဆင်းတုတော်များအတွက် လိုက်နာဆောင်ရွက်ရန် သတ်မှတ်ချက်နည်းလမ်းများ

ဗုဒ္ဓရုပ်ပွားတော်၊ ဆင်းတုတော်များနှင့်စပ်လျဉ်း၍ အောက်ပါသတ်မှတ်ချက်များအတိုင်း ဆောင်ရွက်ရန်ဖြစ်ပါသည်။

(က) ရုပ်ပွားတော်၊ ဆင်းတုတော်များကို ထေရဝါဒဗုဒ္ဓသာသနာတော်နှင့် ကျမ်းဂန်များလာ အတိုင်း ခွင့်ပြုထားသော ခန္ဓာဗေဒအချိုးအစားနှင့် မုဒြာများအတိုင်းတည်ဆောက်နိုင်ပါသည်။

(ခ) ရုပ်ပွားတော်၊ ဆင်းတုတော်များ၏ ဉာဏ်တော်အမြင့်များကို အပူဇော်ခံမည့် အာရုံခံ၊ တိုက်ကျောင်း၊ ဇရပ်များ၏ အကျယ်အဝန်းနှင့် Ceiling Height များပေါ် မူတည်၍ ချင့်ချိန်လျက် တည်ထားရန် ဖြစ်ပါသည်။

အသစ်တည်ဆောက်မည့် ရုပ်ပွားတော်/ ဆင်းတုတော်များအတွက် လိုက်နာဆောင်ရွက်ရန် သတ်မှတ်ချက်နည်းလမ်းများ

(ဂ) ရုပ်ပွားဆင်းတုတော်များ တည်လုပ်ရာတွင် Framed Structure များဖြင့် ဦးစားပေးတည်ဆောက်ရန်ဖြစ်သော်လည်းလုပ်ငန်းအခက်အခဲများရှိလာပါက Ferro Cement စသည့် အထူးပစ္စည်းများဖြင့် အလေးချိန်လျှော့ချ တည်ဆောက်နိုင်ပါသည်။

(ဃ) ဘုရားတော်အထူးမြင့်မားသော မတ်ရပ်တော်ဘုရားများအတွက်မူ အင်ဂျင်နီယာပညာရှင်များပါဝင်သော ကြီးကြပ်ရေးအဖွဲ့များ ဖွဲ့စည်းလျက် အထူးကြပ်မတ်ဆောင်ရွက်ရန် နှင့် အဆင့်မြင့်ခေတ်မီနည်းပညာများ အသုံးပြုလျက်ဆောင်ရွက်ရပါမည်။ ယင်းသို့သော စီမံကိန်းများတွင် လိုအပ်ပါက အထပ်မြင့်နှင့် အများပြည်သူသုံးအဆောက်အအုံများကြီးကြပ်စစ်ဆေးရေးပညာရှင်အဖွဲ့ (HPBC) သို့ ဒီဇိုင်း တွက်ချက်မှုတင်ပြလျက် ထောက်ခံချက် ရယူရန် ဖြစ်ပါသည်။

အသစ်တည်ဆောက်မည့် ဘုန်းတော်ကြီးကျောင်းများ၊ သီလရှင်စာသင်တိုက်များနှင့် သိမ်များအတွက် လိုက်နာဆောင်ရွက်ရန် သတ်မှတ်ချက် နည်းလမ်းများ

❖ အဆောက်အအုံအမျိုးအစားများသတ်မှတ်ခြင်း

သာသနိကအဆောက်အအုံများအဖြစ် သတ်မှတ်မည့် ဘုန်းတော်ကြီးကျောင်းများ၊ စာသင်တိုက်များ၊ သီလရှင်စာသင်တိုက်များ၊ သိမ်၊ တိုက်ဇရပ်များတည်ဆောက်ရာတွင် အဆောက်အုံအမျိုးအစားဖြင့် တည်ဆောက်ခြင်း၊ လှူဒါန်းခြင်းကို သက်ဆိုင်ရာ သံဃာ့နာယကအဖွဲ့အစည်းအဆင့်ဆင့်နှင့် သက်ဆိုင်ရာမြို့နယ် စည်ပင်သာယာရေးအဖွဲ့များ၏ ခွင့်ပြုချက်ဖြင့် အမျိုးအစားခွဲခြားဆောက်လုပ်ရန် ဖြစ်ပါသည်။

(၁) အုတ်သက်သက်ဖြင့် တည်ဆောက်သော အဆောက်အုံများ (Brick Masonry Buildings)

(၂) သံကူကွန်ကရစ်ဘောင်ဖွဲ့လျက်အုတ်ဖြင့်ကာရံဆောက်လုပ်သောအဆောက်အုံများ(Reinforced Concrete Buildings with Brick Partition Walls)

အသစ်တည်ဆောက်မည့် ဘုန်းတော်ကြီးကျောင်းများ၊ သီလရှင်စာသင်တိုက်များနှင့် သိမ်များအတွက် လိုက်နာဆောင်ရွက်ရန် သတ်မှတ်ချက် နည်းလမ်းများ

(၃) သစ်သားဘောင်ဖွဲ့လျက်အုတ်ဖြင့်ကာရံဆောက်လုပ်သော အဆောက်အုံများ (Brick Nogging Buildings)

(၄) သစ်သားဖြင့်သာ ဆောက်လုပ်သော အဆောက်အအုံများ (Timber Buildings)

(၅) ဆောက်လုပ်ရေးပစ္စည်း ၂ မျိုး (သို့မဟုတ်) ၎င်းထက်ပိုသောအမျိုးအစားများဖြင့် ဆောက်လုပ်သော အဆောက်အအုံများ (Composite Buildings)

အဆောက်အအုံများဆောက်လုပ်ရာတွင် လိုက်နာရမည့်စည်းကမ်းသတ်မှတ်ချက်များ

- အဆောက်အအုံများကို တည်ဆောက်ရာတွင် မြန်မာနိုင်ငံအဆောက်အအုံဆိုင်ရာ စံချိန်စံညွှန်းလမ်းညွှန်ချက်များ (Myanmar National Building Code) ကို လိုက်နာရမည်။ ဆောက်လုပ်ရေးဝန်ကြီး ဌာနမှ ၂၀၂၅ ခုနှစ်, ဧပြီလတွင် ထုတ်ပြန်ခဲ့သော Standard Operating Procedure များ၊ နေပြည်တော်စည်ပင်သာယာရေးကော်မတီ၊ ရန်ကုန်နှင့် မန္တလေးမြို့တော်စည်ပင်သာယာရေးကော်မတီ များက ထုတ်ပြန်ထားပြီးဖြစ်သော အဆောက်အဦဆောက်လုပ်ခြင်းဆိုင်ရာအမိန့်၊ ညွှန်ကြားချက် လုပ်ထုံးလုပ်နည်းများ၊ သက်ဆိုင်ရာ ပြည်နယ်/တိုင်းဒေသကြီး စည်ပင်သာယာရေးအဖွဲ့များက ထုတ်ပြန်ထားသော အဆောက်အဦဆောက်လုပ်ခြင်းဆိုင်ရာ အမိန့်ညွှန်ကြားချက်လုပ်ထုံးလုပ်နည်းများနှင့်အညီ လိုက်နာဆောင်ရွက်ရမည်။

အဆောက်အအုံများဆောက်လုပ်ရာတွင် လိုက်နာရမည့်စည်းကမ်းသတ်မှတ်ချက်များ

- အဆောက်အအုံများဆောက်လုပ်ရာတွင် ပုံစံရေးဆွဲခြင်း၊ ဒီဇိုင်းတွက်ချက်ခြင်း၊ ကြီးကြပ်ခြင်းကို မှတ်ပုံတင် လက်မှတ်ရအင်ဂျင်နီယာများ နှင့် ဗိသုကာပညာရှင်များ၏ အကူအညီဖြင့်ဆောင်ရွက်ခြင်းသည် ဦးစားပေး လိုအပ်ချက်တစ်ခု ဖြစ်ပါသည်။
- သာသနာတော်ဆိုင်ရာနှင့်မြန်မာ့ယဉ်ကျေးမှုဆိုင်ရာ အပြောက်အမွန်းကနုတ်ပန်းများ တန်ဆာဆင်ခြင်းကို ဆောင်ရွက်ရာတွင် သီးခြားတွက်ချက်၍ ထည့်သွင်းဆောင်ရွက်ရန် ဖြစ်ပါသည်။

Conclusion

မြန်မာနိုင်ငံအင်ဂျင်နီယာကောင်စီအနေဖြင့် ညီနောင်အဖွဲ့အစည်းများဖြစ်သော မြန်မာနိုင်ငံဗိသုကာကောင်စီ၊ မြန်မာနိုင်ငံအင်ဂျင်နီယာအသင်းချုပ်၊ မြန်မာနိုင်ငံမြေလျောင်ကော်မတီ၊ အထပ်မြင့်အဆောက်အအုံများကြီးကြပ်စစ်ဆေးရေး ပညာရှင်အဖွဲ့တို့နှင့် ပူးပေါင်းပြီး မြေလျှောင်ဆိုင်ရာနှီးနှောဖလှယ်ပွဲများ စဉ်ဆက်မပြတ်ကျင်းပလျက် မြေလျှောင်ဘေးအန္တရာယ်နှင့်စပ်လျဥ်း၍ လိုအပ်သောအကူအညီများနှင့် အကြံဉာဏ်များပေးနိုင်ရေးအတွက်ပညာရပ်ဆိုင်ရာ အထောက်အကူပြုအဖွဲ့ဖြင့်တက်ကြွစွာ ဆက်လက်ဆောင်ရွက်သွားမည်ဖြစ်ပါကြောင်း လေးစားစွာတင်ပြ နိဂုံးချုပ်အပ်ပါသည်။

Thank You